

## Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Joanny Majerskiej pt. „**Kształtowanie właściwości fizykochemicznych produktów odpadowych przemysłu owocowo-warzywnego w procesie suszenia**”

Recenzja została wykonana na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu Pana Prof. dr hab. Cezarego Kabała na podstawie pisma (PD000000 4100.5.1. 2023) z dnia 28.06.2023 roku.

Praca doktorska była wykonana pod kierunkiem Prof. dr hab. inż. Adama Figła

### Ocena problematyki badawczej i celu pracy

Odzyskiwanie i przetwarzanie znacznej ilości cennych odpadów produkcyjnych przemysłu owocowo-warzywnego to ważny kierunek, który przyczynia się do wspierania gospodarki żywnościowej wytwarzającej produkty zgodnie z zasadą „industrial symbiosis” wpisującą się w ideę „zielonego ładu”. Odpady najczęściej przyjmują formę wytlóków owocowo-warzywnych zawierające powyżej 80% co prowadzi do szybko postępujących procesów mikrobiologicznych, a w efekcie do zepsucia materiału. Wyniki wielu badań wskazują na to, że wytloki z owoców i warzyw są bogatym źródłem witamin i związków bioaktywnych, których regularne spożywanie wpływa korzystnie na zdrowie człowieka. W związku z powyższym, zachodzi konieczność sprawnego zagospodarowania cennego odpadu w postaci wytlóków owocowo-warzywnych poprzez odpowiednie przetworzenie, które nie dopuszczając do zainicjowania procesów mikrobiologicznych pozwoli zachować ich właściwości funkcjonalne implikowane potencjałem bioaktywnym. Jednym ze sposobów przetwarzania surowców pochodzenia roślinnego gwarantujących stabilność mikrobiologiczną i wpływających na profil chemiczny otrzymanego produktu jest suszenie. Najczęściej konwekcyjne ze stosowanych sposobów usuwania wody z surowca z bardziej zaawansowanych technologicznie jest proces wykorzystujący mikrofałe przy obniżonym ciśnieniu (suszenie mikrofałowo-próżniowe), połączenia różnych sposobów suszenia, np. konwekcyjnego i mikrofałowo-próżniowego oraz suszenie sublimacyjne (liofilizacja).

Biorąc pod uwagę potencjał bioaktywny wycisków owocowo-warzywnych i możliwości ich przetworzenia, można stwierdzić, że rynek spożywczy wykorzystuje zaledwie kilka możliwych kierunków ich zagospodarowania. Najczęstszym znanym sposobem wykorzystania wycisków jest ich przeznaczanie na pasze dla zwierząt, nawozy, komponenty kompostu (dodatek wzbogacający glebę), czy też ich zastosowanie do produkcji różnego rodzaju napojów. Rozwój nowych technik i technologii w zakresie badań nad żywnością oraz przetwórstwem spożywczym, powstające odpady – w tym wyciski z borówki amerykańskiej, żurawiny, z buraka ćwikłowego, można w odpowiedni sposób przetworzyć i uzyskać zupełnie nową gamę produktów lub dodatków funkcjonalnych.

Podjęta tematyka badań ściśle związana jest z wszystkimi ww. aspektami. Dlatego też podjęte przez mgr inż. Joannę Majerską badania dotyczące wpływu parametrów procesowych i obecności dodatków funkcjonalnych na kinetykę suszenia oraz wybrane właściwości fizyczne i chemiczne materiałów odpadowych przemysłu owocowo-warzywnego utrwalonych przy użyciu innowacyjnych technik suszarniczych są bardzo aktualne i uzasadnione z punktu naukowego i użytecznego.

### **Ogólna charakterystyka pracy doktorskiej**

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska, licząca wraz ze spisem tabel i rysunków 109 stron składa się z 11 rozdziałów:

- 1. Streszczenie w języku polskim + słowa kluczowe; 2. Streszczenie w języku angielskim + słowa kluczowe; 3. Wstęp; 4. Przegląd literatury; 5. Hipotezy badawcze i cel pracy; 6. Materiał i metodyka badań; 7. Wyniki i dyskusja;**
- 8. Wnioski; 9. Bibliografia; 10 . Dorobek naukowy; 11. Spis rysunków i tabel.**

W pracy zamieszczony jest bogaty materiał dokumentacyjny, który obejmuje 24 rysunki i 7 tabel. Wyodrębnienie rozdziałów i podrozdziałów tematycznych, zwiększa przejrzystość prezentowanej tematyki i ułatwia jej studiowanie. Najbardziej obszernymi są rozdziały zawierające wyniki badań i dyskusja (33 stron), przegląd literatury (15 stron) oraz rozdział materiał i metodyka badań (14 stron). Wykaz bibliograficzny rozprawy w spisie obejmuje 132 pozycje w tym 97 pozycji obcojęzycznych, co stanowi ponad 73 % wszystkich publikacji. Ponad 58% cytowanych przez Autorkę pozycji została wydana w ostatnich 10 latach.

Zestawienia tabelaryczne i rysunki ilustrujące wyniki korespondują z treścią rozprawy stanowiąc merytoryczną i wnikliwą dokumentację uzyskanych wyników badań.

## 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 konieczności możliwie najszybszego zagospodarowania cennego odpadu, w postaci wyłoków owocowo-warzywnych, poprzez odpowiednie przetworzenie, które nie dopuszczając do zainicjowania procesów mikrobiologicznych pozwoli zachować ich właściwości funkcjonalne. Podkreśla, że jednym ze sposobów przetwarzania surowców pochodzenia roślinnego gwarantujących stabilność mikrobiologiczną i wpływających na profil chemiczny otrzymanego produktu jest suszenie. Jednocześnie decydując się na wykorzystanie suszenia do utrwalania surowców pochodzenia roślinnego Doktorantka podkreśla, że należy zadbać o wybór odpowiedniej metody i zastosowanie optymalnych parametrów procesowych tj. temperatury i prędkości przepływu czynnika suszącego, mocy magnetronów, czy czasu procesu, aby uzyskać produkt o wysokiej jakości przy możliwie niskich nakładach energetycznych. W sposób bardzo wnikliwy przedstawia wybrane parametry jakościowe produktów suszonych w celu wyznaczenia ich właściwości fizycznych i chemicznych w odniesieniu do produktów żywnościowych, zwłaszcza w sektorze żywności suszonej.

W nawiązaniu do przytoczonego przeglądu literatury oraz wyników dotychczasowych badań w **rozdziale 5**, Doktorantka sformułowała następujące **hipotezy badawcze**:

- H1:** Temperatura powietrza w suszeniu konwekcyjnym oraz moc mikrofal w suszeniu mikrofalowo-próżniowym wpływając na przebieg reakcji Maillarda decydują o potencjale bioaktywnym wyłoków z owoców lub warzyw.
- H2:** Potencjał bioaktywny kompozycji na bazie wyłoków, stanowiących odpad w procesie tłoczenia soku, można zwiększyć poprzez ich suszenie z dodatkiem funkcjonalnym w postaci owoców odwadnianych osmotycznie w soku z aronii.
- H3:** Suszenie wyłoków z buraka ćwikłowego w kompozycji z cząstkami miększu umożliwia ich waloryzację i sprzyja zwiększeniu szybkości suszenia przez powstanie złoza o porowatej budowie wynikającej z różnicy struktury wyłoków i cząstek miększu.
- H4:** Podczas suszenia mikrofalowo-próżniowego kompozycji na bazie wyłoków z buraka z dodatkiem kostek z buraków lub jabłek, czas suszenia ulegnie skróceniu z uwagi na akumulację ciepła generowanego przez mikrofałe w kostkach, stanowiących dodatkowe źródło ciepła dla wyłoków.

**H5:** Odmiana jest istotnym czynnikiem wpływającym na potencjał bioaktywny suszu z wyłoków owocowych z uwagi na różnice dotyczące budowy morfologicznej i składu chemicznego owoców danego gatunku.

Celem pracy było wyznaczenie wpływu parametrów procesowych i obecności dodatków funkcjonalnych na kinetykę suszenia oraz wybrane właściwości fizyczne i chemiczne materiałów odpadowych przemysłu owocowo-warzywnego utrwalonych przy użyciu innowacyjnych technik suszarniczych.

W ramach osiągnięcia zakładanego celu Kandydatka zrealizowała 4 zadania badawcze. Odnoszą się one kolejno do:

1. Zbadania wpływu odwadniania osmotycznego ćwiartek owoców żurawiny, stanowiących dodatek funkcjonalny do wyłoków owocowych, na czas suszenia i zawartość związków bioaktywnych w wysuszonym produkcie.
2. Wyznaczenia wpływu dodatku funkcjonalnego w postaci kostek z buraka ćwikłowego i jabłka do wyłoków z buraka ćwikłowego na przebieg procesu suszenia i jakość otrzymanego produktu.
3. Zbadania wpływu mikrofal na czas suszenia i kształtowanie się zjawiska „puffingu” w kostkach z buraka ćwikłowego i jabłka.
4. Wskazania najkorzystniejszego sposobu suszenia odpadów owocowo-warzywnych, który pozwoli uzyskać susz o najkorzystniejszych właściwościach fizyko-chemicznych, tj. aktywności wody, gęstości, porowatości, barwy, a także zawartości związków polifenolowych ogółem i aktywności przeciwutleniającej.

Materiał badawczy, zakres realizowanych badań oraz metodykę pomiarów i obliczeń opisano w rozdziale **6. Materiał i metodyka badań**. Materiałem badawczym były wyłoki z owoców:

- borówki amerykańskiej (*Vaccinium corymbosum* L.) trzech odmian ‘Bluejay’, ‘Bluecrop’ i ‘Berkley’,
- żurawiny (*Vaccinium macrocarpon* L.) odmiany ‘Pilgrim’,
- buraka ćwikłowego (*Beta vulgaris* L.) odmiany ‘Alto’.

W poszczególnych etapach badań zastosowano również dodatki funkcjonalne w postaci:

- ćwiartek owoców żurawiny (*Vaccinium macrocarpon*) odmiany ‘Pilgrim’,
- kostek buraka (*Beta vulgaris* L.) odmiany ‘Alto’,
- kostek jabłek (*Malus domestica*) odmiany ‘Ligol’.

W tym miejscu mam drobne uwagi - brak informacji w którym roku zostały wykonane badania, miejsce pochodzenia wybranych surowców i dodatków funkcjonalnych zastosowanych w procesach suszenia.

Doktorantka z uwagi na różnorodność wybranych surowców, dodatków funkcjonalnych, zastosowanej obróbki wstępnej, warunków suszenia oraz wykonywanych analiz bardzo umiejętnie przedstawiła parametry procesowe w tabelach 1 i 2. Tak przyjęty i realizowany kierunek badań pozwolił Doktorantce na wyodrębnienie 5 szczegółowych etapów badań:

- waloryzacja wycieków owocowych i warzywnych – koncepcja czy atrakcyjniejsze będzie suszenie całej kompozycji (wycieki + dodatek) czy osobno każdego komponentu,
- przygotowanie materiału – wycieków borówki amerykańskiej i żurawiny oraz kompozycji na bazie wycieków z buraka do suszenia,
- przedstawienie procesów suszenia w tym: suszenie sublimacyjne (liofilizacja), suszenie konwekcyjne, suszenie mikrofalowo-próżniowe oraz suszenie łączone,
- właściwości fizyczne suszy uzyskane z wybranych surowców po procesach suszenia,
- właściwości chemiczne suszy uzyskane z wybranych surowców po procesach suszenia.

W tym miejscu pragnę podkreślić, że szeroki zakres badań i ilość pomiarów różnych parametrów w okresie prowadzonych badań wymagały od Doktorantki dużej znajomości metod badawczych oraz wykorzystania specjalistycznych suszarek i urządzeń pomiarowych, które przedstawione zostały w podrozdziałach od 6.2.2 do 6.2.5. Przyjęta metodyka obliczeń i zaproponowane metody statystyczne przedstawione zostały poprawnie, co dało podstawę do prawidłowego wnioskowania uzyskanych wyników badań.

**Rozdział 7. Wyniki i dyskusja** stanowi zasadniczą część pracy (str.49-88) i jest oryginalnym osiągnięciem Doktorantki. Obejmuje on 3 podrozdziały. Każdy podrozdział podzielony jest na dalsze podrozdziały, w których mgr inż. Joanna Majerska bardzo szczegółowo analizuje uzyskane wyniki odwołując się do wcześniejszych krajowych i zagranicznych badań przeprowadzonych również na innych wyciekach owocowo-warzywnych. Mocną stroną dysertacji jest bardzo duża ilość uzyskanych wyników, dobrze dobrane analizy statystyczne oraz prezentacja kinetyki suszenia analizowanych surowców na rysunkach. Pozwoliły one na wykazanie efektywności suszenia konwekcyjnego, mikrofalowo-próżniowego oraz łączonego wycieków borówki amerykańskiej w zależności od

odmiany owoców, zastosowanych temperatur powietrza i mocy mikrofal. W dalszej części tego rozdziału przedstawiona jest kinetyka suszenia mieszanek wycieków żurawiny i owoców żurawiny dla dwóch wariantów bez odwadniania osmotycznego owoców i z odwadnianiem osmotycznym owoców żurawiny. Autorka potwierdziła, że zastosowana obróbka wstępna owoców żurawiny, polegająca na ich odwadnianiu osmotycznym w zagęszczonym soku z aronii, jest odpowiednią metodą na zwiększenie potencjału bioaktywnego kompozycji na bazie wycieków i odwodnionych owoców. W kolejnej części tego rozdziału przedstawione zostały kinetyki suszenia konwekcyjnego, mikrofalowo-próżniowego oraz łączonego wycieków z buraka, kostek z buraka, kostek z jabłek i wybranej kompozycji na bazie wycieków z buraków z dodatkiem kostek z buraków oraz z dodatkiem kostek z jabłek. Z przeprowadzonych badań przez Autorkę wynika, że dodatek kostek buraka i jabłka na poziomie 50% przyczynił się do waloryzacji wycieków z buraka, zwiększając w nich zawartość związków polifenolowych nawet dwukrotnie, podkreślając jednocześnie, że należy suszyć wycieki i kostki osobno, a następnie po sproszkowaniu mieszać je ze sobą w wybranych proporcjach w celu uzyskania kompozycji o podwyższonej zawartości błonnika i związków bioaktywnych. Należy tu podkreślić, że badania były praco- i czasochłonne. Potwierdzają to wyniki dotyczące analizy właściwości fizycznych i chemicznych analizowanych wycieków owocowo-warzywnych po zastosowaniu wybranych sposobów suszenia. Wymagało to dużego zaangażowania w oznaczenia analityczne w laboratorium. Szczegółowy opis wyników świadczy o dużej wnikliwości Doktorantki, co należy uznać za zaletę, ale z drugiej strony jest to pewna niedogodność w odbiorze tekstu i wymaga od czytelnika dużego skupienia w przedstawionej interpretacji wyników badań. W analizie wyników badań znalazły się pewne niedociągnięcia edycyjne:

- rys. 10 – błąd w podpisie. Jest „kinetyka suszenia konwekcyjnego ...”, powinno być „kinetyka suszenia mikrofalowo-próżniowego...”,
- rys. 16 – błąd w podpisie. Jest „...w mocy 120, 240 i 30 W”, powinno być „ w mocy 120, 240 i 360 W”,
- str. 70, 73, 74 i 80 – w wariantach i – powinno być w wariantach I,
- str. 78 – jest „odmiany Bluejay”, powinno być „odmiany Bluecrop”,
- str. 81, wers 3 – „...w wariantach II”, powinno być „w wariantach I”,
- str. 82 – „...przedstawia tabela X, powinno być „tabela 6”,
- str. 83, wers 23 – jest „...energii mikro”, powinno być „energii mikrofal”,
- str. 86, wers 13 – jest „...że rezultacie”, powinno być „że w rezultacie”.

Rozdział 8. **Wnioski.** Doktorantka w sposób wyważony i precyzyjny sformułowała 5 bardzo obszernych wniosków, które poprawnie i trafnie uogólniają osiągnięcia przedstawione w rozprawie doktorskiej dając odpowiedź na postawione w pracy hipotezy i cele badawcze. Mają one charakter zarówno poznawczy jak i praktyczny. Mając na uwadze uzyskane pozytywne wyniki badań dotyczące bioaktywnego wyznacznika projakościowego wskazała korzystne warunki suszenia wyłoków z wybranych owoców i warzyw w celu ich przemysłowego zagospodarowania.

Rozdział 9. **Bibliografia** Wykaz bibliograficzny rozprawy obejmuje 132 pozycje naukowe i wykonany został zgodnie z wymogami edytorskimi.

### **Ocena pozostałego dorobku naukowego i popularyzatorskiego**

W opracowaniu autorskim zamieszczono również informacje o pozostałym dorobku naukowym Doktorantki w tym 6-ciu oryginalnych publikacjach w języku angielskim z listy MNiSW, opublikowanych w latach 2019-2021. Sumaryczny Impact Factor IF na dzień 09.08.2023 roku wynosi 41,6 , natomiast ilość punktów za publikacje 740. Łączna liczba cytowań według bazy Web of Science 132, indeks Hirscha 5. Ponadto Pani mgr inż. Joanna Majerska uzyskała grant – Innowacyjny Doktorat 2020/2021. Odbyła staż naukowy w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie oraz staż zawodowy w firmie PROMIS-TECH SP. z O. O. Uczestniczyła w 2 zagranicznych konferencjach naukowych w Walencji – Hiszpania ( zaprezentowała 2 postery) , St. Petersburg – Rosja (zaprezentowała 2 postery).

### **Ocena formalna pracy**

Praca przygotowana jest starannie mimo to Autorka nie ustrzegła się licznych błędów edycyjnych, które powinny być usunięte przed oddaniem pracy do publikacji, które zamieszczam poniżej:

- str. 11-14, 16-18, 25, 29, 32, 37, 43, 47, 50, 55, 56, 62, 66, 67, 73 -75, 77, 80 – 84, 88, 89 – początek zdań w pracy pisany od małej litery,
- str. 50, 53, 55, 67, 84, 87-89 – jednostka mocy [W], w tekście pisana małą literą lub jej brak,
- str.19, wers 14 - ..., niedocenionego źródło substancji bioaktywnych, jakim są'.., ....., niedocenionego źródła substancji bioaktywnych, jakimi są'...

- str.26, wers14 - ...ustabilizowanie się..., .. ustabilizowania się...
- str.90, wers 24 – jest ...,„zawartość związków bioaktywnych”, powinno być ...,„zawartości związków bioaktywnych.
- str. 90, wers 32 – jest ...,„tych owoców odmian”, powinno być ...owoców tej odmiany.

### **Wniosek końcowy**

Praca doktorska mgr inż. Joanny Majerskiej rozwiązuje problem naukowy przedstawiony za pomocą hipotez badawczych oraz przedstawia oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze produkcji ogrodniczej oraz technologii żywności.

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 użytkowe w tematyce możliwości zagospodarowania cennych wyłoków owocowo-warzywnych w procesie odwadniania surowców roślinnych, zastosowanych sposobów suszenia i poprawy jakości suszu. Podjęte badania uważam za bardzo wartościowe i uzupełniają wiedzę naukową w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo oraz technologia żywności i żywienia. Mając na uwadze bardzo szeroki zakres wykonanych badań, rozbudowane obliczenia statystyczne w przedłożonej do oceny rozprawie wnioskuję o jej wyróżnienie.

Reasumując stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. Joanny Majerskiej **pt. „Kształtowanie właściwości fizyko-chemicznych produktów odpadów przemysłu owocowo-warzywnego w procesie suszenia”** spełnia wymagania wynikające z Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2022 poz.574) i przedkładam wniosek do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie mgr inż. Joannę Majerską do dalszego toku przewodu doktorskiego.

