

Warszawa 8 czerwca 2022

prof. dr hab. Ewelina Hallmann

Katedra Żywności Funkcjonalnej,

Ekologicznej i Towaroznawstwa

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Karoliny Tkacz

„Owoce rokitnika pospolitego (*Hippophaë rhamnoides*) w projektowaniu żywności o ukierunkowanym potencjale prozdrowotnym”

promotor pracy: prof. dr hab. Aneta Wojdyło

Praca została wykonana na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Ocenę pracy doktorskiej wykonałam na zlecenie Przewodniczącej Rady Dyscypliny Technologii Żywności i Żywnienia, prof. dr hab. Agnieszki Kity, zgodnie z wymogami Ministra Edukacji i Nauki z dnia 20 lipca 2018 roku, Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, dział V. Stopnie i tytuł w systemie szkolnictwa wyższego i nauki, rozdział 2. Stopień doktora, oddział 1. Nadawanie stopnia doktora, Art. 187. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2022.0.574 t.j.).

Ocena wyboru i znaczenia podjętej tematyki badawczej

Rokitnik zwyczajny lub pospolity (*Hippophaë rhamnoides* L.) jeszcze do niedawna był uznawany głównie za krzew ozdobny. Jednak najnowsze trendy w poszukiwaniu nowych i mało znanych źródeł związków biologicznie czynnych, sprawiły, że nabył on status rośliny o charakterze odżywczym i leczniczym zarazem. Rokitnik należy do rodziny oliwnikowatych (*Elaeagnaceae*) i znany był już w starożytności jako specyfik stosowany zewnętrznie w leczeniu ran czy też wielu ówczesnych schorzeń. Świadczą o tym dowody wieloletnich wykopalisk i badań archeologicznych, prowadzonych w różnych miejscach na świecie. W skrajnych przypadkach w dostępnych danych historycznych można było odnaleźć opisy o prozdrowotnym działaniu wyrobów z owoców rokitnika. Jednak z czasem informacje te zaczęły



zanikać, a popularyzacja uprawy, spożywania oraz przetwarzania owoców rokitnika znacząco podupadła. W Polsce krzew ten jest znany od dawna, ale głównie jako roślina ozdobna. W zakresie wykorzystania żywieniowego rokitnik przeżywa obecny renesans. Współczesna nauka doceniła i odsłoniła niezwykle właściwości tej rośliny oraz możliwości jej wykorzystywania. W chwili obecnej owoce rokitnika są ważnym elementem wzbogacania naszej diety w substancje odżywcze, jak chociażby wielonienasycone kwasy tłuszczowe, witaminy, czy związki biologicznie czynne.

Owoce rokitnika jak też olej wyekstrahowany z jego nasion i miąższu, liście, młode pędy zawierają wiele bioaktywnych związków, witamin i minerałów ważnych dla zdrowia. Wśród nich są witaminy tłuszczo rozpuszczalne takie jak A, E, D i K, ale również kwas foliowy. Ze związków biologicznie czynnych znajdziemy w owocach karotenoidy, antocyjany, flawonoidy, fosfolipidy, garbniki oraz liczne związki odżywcze: cukry, kwasy organiczne. Owoce rokitnika to też skarbnica makro i mikroelementów takich, jak selen, żelazo, bor, mangan. Rokitnik charakteryzuje się wysoką zawartością witaminy C w owocach, a produkty z niego wykonane i przechowane jej nie tracą tak szybko, w porównaniu z innymi produktami o podobnym zakresie stężeń witaminy C. Dzięki obecności tych związków obserwuje się wielokierunkowe pro-zdrowotne działanie owoców rokitnika. Wykazują one działanie przeciwnowotworowe, przeciwutleniające, przeciwmiażdżycowe, opóźniają proces starzenia się, zwiększają odporność na promieniowanie UV. W farmakologii mają zastosowanie w terapiach leczenia oparzeń, odmrożeń, odleżyn i zmian skórnych. Z punktu widzenia praktycznego owoce rokitnika są nadal mało popularne. Może to wynikać głównie z niewiedzy i braku technologii do przetwarzania tej rośliny.

Dlatego podjęta tematyka badawcza jest niezmiernie istotna ze względu na zdrowie człowieka, jego dobre samopoczucie i prawidłowe funkcjonowanie organizmu. W czasach zainteresowania nowymi i zapomnianymi gatunkami owoców, wykorzystanie pro-zdrowotne i technologiczne owoców rokitnika nabiera nowego znaczenia praktycznego.

Ogólna ocena pracy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska stanowi zestawienie publikacyjne oparte na 7 artykułach opublikowanych w czasopiśmie posiadających indeks wpływu IF, o zasięgu międzynarodowym. Do pracy dołączone jest syntetyczne omówienie problematyki badawczej,



materiałów i stosowanych metod, otrzymanych wyników, jak też podsumowanie i wnioski. Część teoretyczną, obejmującą: **Streszczenie pracy** w języku polskim i angielskim, **Wstęp**, w którym zostały opisane syntetycznie podstawy teoretyczne i przedstawiona tematyka badawcza zamieszczona w siedmiu opublikowanych artykułach naukowych. **Cel pracy i hipotezy badawcze** oraz **Część doświadczalną** charakteryzującą Szczegółowy opis **materiału do badań**, wykorzystanych narzędzi technologicznych i stosowanych metod. Bardzo praktycznym elementem jest wykres graficzny pozwalający czytającemu na swobodne poruszanie się w obrębie tego rozdziału. Następnie znajdziemy w pracy **Omówienie głównych wyników** i ich dyskusja w świetle najnowszej literatury światowej. Ostatnim rozdziałem pracy są podsumowanie i wnioski. Przedstawiona struktura pracy jest typowa dla układu pracy eksperymentalnej, doświadczalnej, Autorka pracy zamieściła w spisie 119 pozycji literatury w tym 112 pozycji z artykułów oraz 7 pozycji to normy jakościowe. Taki układ i dobór literatury świadczy o bardzo dogłębnym studiowaniu podstaw teoretycznych problematyki badawczej. Największa ilość artykułów przypada na lata 2011-2021, bowiem jest to 80% wszystkich pozycji, a w drugiej kolejności 2000-2010 i jest to 18%. Publikacje z ostatnich 10 lat stanowią 74% wszystkich źródeł literaturowych. Pragnę jednak zauważyć, iż dobór pozycji literatury jest trafny i związany bezpośrednio z tematyką recenzowanej rozprawy doktorskiej. Aż 94% publikacji cytowanych w pracy są to opracowania angielskojęzyczne. Jednocześnie 13% cytowanej literatury stanowią prace z ostatnich dwóch lat.

Prezentowana praca została opublikowana jako cykl monotematyczny artykułów naukowych w czasopismach z listy JCR, posiadających indeks wpływu IF. Są to następujące pozycje:

Publikacja 1: Tkacz K., Wojdyło A., Turkiewicz I.P., Bobak Ł., Nowicka P. 2019. Antioxidant and anti-enzymatic activities of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) fruits modulated by chemical components. **Antioxidants**, 8, 618. doi:10.3390/antiox8120618; IF 6,313; 100 punktów MEiN,

Publikacja 2: Tkacz K., Wojdyło A., Turkiewicz I.P., Ferreres F., Moren, D. A., Nowicka P. 2020. UPLC-PDA-Q/TOF-MS profiling of phenolic compounds and carotenoids and their influence on anticholinergic potential for AchE and BuChE inhibition and on-line antioxidant

activity of selected *Hippophaë rhamnoides* L. cultivars. **Food Chemistry**, 309: 125766. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125766; IF 7,514; 200 punktów MEiN;

Publikacja 3: Tkacz K., Wojdyło A., Turkiewicz I.P., Nowicka P. 2021. Triterpenoids, phenolic compounds, macro- and microelements in anatomical parts of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries, branches and leaves. **Journal of Food Composition and Analysis**, 103, 104107. doi: 10.1016/j.jfca.2021.104107; IF 4,556; 100 punktów MEiN;

Publikacja 4: Tkacz K., Gil-Izquierdo Á., Medina S., Turkiewicz I.P., Domínguez-Perles R., Nowicka P., Wojdyło, A. 2021. Phytoprostanes, phytofurans, tocopherols, tocotrienols, carotenoids and free amino acids and biological potential of sea buckthorn juices. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 11345. doi: 10.1002/jsfa.11345; IF 3,639; 100 punktów MEiN;

Publikacja 5: Tkacz K., Chmielewska J., Turkiewicz I.P., Nowicka P., Wojdyło A. 2020. Dynamics of changes in organic acids, sugars and phenolic compounds and antioxidant activity of sea buckthorn and sea buckthorn-apple juices during malolactic fermentation. **Food Chemistry**, 332: 127382. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127382; IF 7,514; 200 punktów MEiN;

Publikacja 6: Tkacz K., Wojdyło A., Turkiewicz I.P., Nowicka P. 2021. Anti-diabetic, anti-cholinesterase, and antioxidant potential, chemical composition and sensory evaluation of novel sea buckthorn-based smoothies. **Food Chemistry**, 338, 128105. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128105; IF 7,514; 200 punktów MEiN;

Publikacja 7: Tkacz K., Wojdyło A, Michalska-Ciechanowska A., Turkiewicz I.P., Lech K., Nowicka P. 2020. Influence carrier agents, drying methods, storage time on physico-chemical properties and bioactive potential of encapsulated sea buckthorn juice powders. **Molecules**, 25(17), 3801. doi: 10.3390/molecules25173801; IF 4,412; 100 punktów MEiN;

Cel i zakres pracy zostały sformułowane w sposób logiczny i wynikają z przeglądu literatury na badany temat. Hipoteza badawcza główna została jasno sformułowana. Realizując wyznaczony zakres pracy Doktorantka przygotowała materiał badawczy, w postaci 10 odmian rokitnika: ‘Aromatnaja’, ‘Botaniczeskaja-Lubitelskaja’, ‘Józef’, ‘Moskwiczka’ ‘Golden Rain’, ‘Luczistaja’, ‘Maryja’, ‘Podarok Sadu’, ‘Prozrocznaja’, ‘Tatiana’. Odmiany pochodziły z Sadu



doświadczalnego Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach. Kolejny materiał stanowiły soki z owoców rokitnika pospolitego ogólnodostępne na polskim rynku detalicznym w porównaniu z sokiem wykonanym w skali laboratoryjnej z owoców odmiany 'Józef'. Kolejny etap pracy został zrealizowany z użyciem bakterii fermentacji mlekowej soku z owoców rokitnika pospolitego odmiany 'Józef' i soku mieszanego (1:1) z owoców rokitnika pospolitego i jabłek odmiany 'Champion' (Stacja Doświadczalna Oceny Odmian w Zybiszowie, k. Wrocławia). Zastosowano wybrane liofilizowane kultury szczepów bakterii. Następny zakres pracy obejmował wytworzenie produktów typu soki smoothies wytworzonych w skali laboratoryjnej z soku z owoców rokitnika pospolitego odmiany 'Józef' oraz z przecieru otrzymanego z owoców: gruszy (*Pyrus communis*), jabłoni (*Malus domestica*), moreli (*Prunus armeniaca*), brzoskwini (*Prunus persica*), pomarańczy (*Citrus sinensis*) i zielonych winogron (*Vitis vinifera*), oraz korzeni warzyw: selera (*Apium graveolens*), marchwi (*Daucus carota*), pietruszki (*Petroselinum crispum*). Ostatnim etapem badań było wytworzenie mikrokapsułki utrwalonej poprzez proces suszenia rozpyłowego, sublimacyjnego i próżniowego, składające się z soku z owoców rokitnika pospolitego odmiany „Józef” z 20% dodatkiem wagowym inuliny, maltodekstryny i mieszanek inuliny z maltodekstryną.

Szczegółowa ocena pracy

We **Wstępie** pracy Doktorantka w sposób przejrzysty i jasny wprowadza czytelnika w problematykę badawczą, podając charakterystykę wątku głównego czyli problemu jakości owoców rokitnika, ich składu chemicznego i potencjalnych kierunków wykorzystania. **Cel pracy** został sformułowany poprawnie a **sformułowane hipotezy badawcze** są jak najbardziej poprawne. W rozdziale **Materiał i metody** scharakteryzowano i opisano bardzo szczegółowo zastosowane metody badań. Wszystkie narzędzia badawcze zostały bardzo dobrze dobrane do prowadzonych badań. Wybrano najnowsze metody analityczne, chemiczne, fizyczne i sensoryczne. W rozdziale **Wyniki i dyskusja** przedstawiono wybrane wyniki zawarte w poszczególnych publikacjach. Warto podkreślić, że pomimo, iż owoce rokitnika już stanowiły obiekt zainteresowania ośrodków naukowych na świecie, to jednak wśród odmian badanych była całkiem nowa odmiana 'Józef' o której nie ma jeszcze żadnych informacji w literaturze. W tej części pracy zidentyfikowano poszczególne kwasy organiczne i cukry wchodzące w skład owoców rokitnika. W owocach zbadano zawartość licznych związków biologicznie czynnych



(karotenoidów, polifenoli) oraz kwasów tłuszczowych. Są to badania wręcz unikatowe na skalę światową.

Ze względu na wysoki potencjał pro-zdrowotny i wysokie stężenie związków biologicznie czynnych w owocach kolejnym etapem prac było badanie owoców rokitnika pod względem ich potencjału neuroochronnego i ich znaczenia w chorobach Parkinsona i Alzheimerera. Zbadano potencjał owoców w kierunku inhibicji acetylocholinoesterazy (AChE) i butylocholinoesterazy (BuChE). Wnioski z tego badania wskazują, że zawarte w rokitniku flawonoidy bardzo silnie hamowały aktywność AChE i BuChE, co oznacza potencjalną możliwość wykorzystania owoców rokitnika w dietotarapii chorób neurodegeneracyjnych.

Badania produktów rynkowych (publikacja nr 4) oraz wytworzonych soków z owoców rokitnika i jabłek wykazały, że soki z owoców rokitnika pospolitego mogą stanowić atrakcyjne produkty o działaniu przeciwcukrzycowym i przeciw otyłości ze względu na zawartość potencjalnych inhibitorów α -amylazy, α -glukozydazy (tokoferole, tokotrienole, wybrane aminokwasy) oraz lipazy trzustkowej (fitoprostany i ksantofile). Obecność oksylipin, tokoferoli, tokotrienoli i aminokwasów może zwiększyć funkcjonalność soków w ograniczaniu zmian neurodegeneracyjnych, co czyni je potencjalnymi środkami przeciwstarzeniowymi w profilaktyce najczęstszego typu otępienia – choroby Alzheimerera.

Wyniki i wnioski przedstawione w publikacji nr 5 prowadzą do stwierdzenia, iż metoda fermentacji jabłkowo-mlekowa jest bardzo obiecującą metodą biologicznego odkwaszania soków przygotowanych z owoców rokitnika pospolitego i soków mieszanych z jego wysoką zawartością. Szczepy bakterii fermentacji mlekowej charakteryzowały się wysoką aktywnością metaboliczną, sprzyjały akumulacji flawonoli i wzrostowi aktywności przeciwutleniającej w sokach z owoców rokitnika i sokach mieszanych.

Skład i kompozycja napojów typu smoothie przygotowanych na bazie rokitnika i przeanalizowanych w ramach badań zawartych w publikacji 6, można traktować jako istotną propozycję uzupełnienia diety w produkty o potencjalnych właściwościach przeciwutleniających, przeciwstarzeniowych i przeciwcukrzycowych i atrakcyjnych sensorycznie.



Kapsułkowanie ekstraktów z rokitnika i wyniki badań, zaprezentowane w publikacji 7, pozwoliły na stwierdzenie, że zastosowanie maltodekstryny było konkurencyjne w porównaniu do inuliny i mieszanek polimerowych maltodekstryny i inuliny, ze względu na wyższe stężenie związków fenolowych, aktywność przeciwutleniającą i niesprzyjanie brązowieniu nieenzymatycznemu i akumulacji hydroksymetylofurfuralu w mikrokapsułkach.

Układ publikacyjny i monotematyczny artykułów wchodzących w skład rozprawy doktorskiej pani mgr inż. Karoliny Tkacz pozwoliły na potwierdzenie hipotezy głównej. Cykl badań i otrzymane wyniki potwierdziły, że owoce rokitnika pospolitego charakteryzuje unikatowy profil związków bioaktywnych o określonym potencjale prozdrowotnym. Owoce rokitnika stanowią wartościowy surowiec do produkcji jednocześnie funkcjonalnych i atrakcyjnych sensorycznie produktów. W związku ze specyficznym smakiem owoców rokitnika należy podkreślić, że zastosowaniu fermentacji jabłkowo-mlekowej soków z owoców rokitnika pospolitego, komponowaniu soku z owoców rokitnika pospolitego z surowcami powszechnie stosowanym w przetwórstwie owocowo-warzywnym oraz mikroenkapsulacja soku z owoców rokitnika pospolitego są bardzo obiecującymi metodami przetwarzania technologicznego, mającego na celu promocję i upowszechnianie wykorzystania owoców rokitnika.

Jedyna uwaga jaka mi się nasunęła w trakcie czytania i analizowania wyników przedstawionych w pracy doktorskiej to zastosowanie aplikacyjne nie tylko owoców, ale i innych elementów anatomicznych roślin rokitnika (liści, pędów). Bardzo proszę panią doktorantkę o ustosunkowanie się do tego problemu i specyfikowanie czy widzi możliwości zastosowania i nowe kierunki badawcze z tym związane.

Spis literatury jest przygotowany bardzo starannie, z dużą troską o wszystkie szczegóły. Wszystkie nazwy czasopism podane według tego samego klucza. Nie znalazłam żadnych uchybień w tym rozdziale. Numery pozycji referencyjnych podane prawidłowo. W treści pracy pojawiają się wszystkie pozycje zamieszczone w spisie piśmiennictwa.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska **mgr inż. Karoliny Tkacz, pt. „Owoce rokitnika pospolitego (*Hippophaë rhamnoides*) w projektowaniu żywności o**



ukierunkowanym potencjale prozdrowotnym” ma bardzo wysoką wartość naukową, a także duży potencjał aplikacyjny. Dotyczy ważnej i aktualnej tematyki badawczej, wnosi nowe elementy, informacje i spostrzeżenia, a przedstawione przez mnie bardzo drobne i nieliczne uwagi, nie umniejszają jej merytorycznej wartości poznawczej oraz znaczenia podjętego problemu badawczego.

Uważam, że oceniana rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 187 ust. 1-4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021, poz. 478). Doktorantka wykazała wysoką umiejętność prowadzenia badań naukowych, a także opracowania i interpretacji, jak też dyskusji otrzymanych wyników w oparciu o aktualne piśmiennictwo z zakresu podjętej problematyki badawczej. Wniosuję zatem do Rady Dyscypliny Technologii Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie pani mgr inż. **Karoliny Tkacz** do publicznej obrony oraz dalszego postępowania w przewodzie doktorskim.

Ze względu na moją wysoką ocenę recenzowanej pracy, wynikającą z dużego zakresu analiz, niezwykle poprawnego posługiwania się narzędziami badawczymi, uzyskania wartościowych wyników oraz umiejętnej ich interpretacji, jak też wysokiej poprawności napisania dysertacji naukowej oraz opublikowania otrzymanych wyników w czasopismach o wysokiej punktacji i posiadających indeks wpływu IF proponuję wyróżnienie przedstawionej do recenzji pracy doktorskiej stanowiącej podstawę postępowania doktorskiego Pani mgr inż. Karoliny Tkacz.

Warszawa, 8 czerwca 2022 roku.

prof. dr hab. Ewelina Hallmann

Szkoła Główna
Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie

Instytut Nauk
o Żywieniu Człowieka

ul. Nowoursynowska 159 C
02-776 Warszawa
+48 22 59 370 10
inzo@sggw.edu.pl
www.sggw.pl