

## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Recenzja pracy doktorskiej mgr Agaty Darii Jankowskiej pt. *„Ocena możliwości wykorzystania wybranych warzyw jako matrycy dla soli jodu”* wykonanej w Katedrze Technologii Gastronomicznej i Żywności Funkcjonalnej Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu pod kierunkiem promotora dr hab. Krystyny Szymandery-Buszk, prof. UPP.

Recenzję wykonano w związku z uchwałą nr 3/III/2024 Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 24 października 2024 roku w sprawie powołania recenzentów rozprawy doktorskiej mgr Agaty Darii Jankowskiej. Oceny dokonano zgodnie z art. 187 ust. 1-4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020, poz. 85, z późn. zm.).

Zgodnie z dostępnymi danymi jod jest mikropierwiastkiem niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka i powinien być dostarczany codziennie, w przypadku dorosłego człowieka w dawce 150 µg. Nadmierne spożycie tego mikropierwiastka zdarza się bardzo rzadko i zazwyczaj wynika z nieumiejętnej suplementacji. Znacznie częściej natomiast, w różnych grupach wiekowych/społecznych, występuje zjawisko niedoboru jodu. Według dostępnych danych niedostateczne spożycie tego mikropierwiastka dotyczy około 2 miliardów ludzi, w tym również mieszkańców Polski.

Podstawowymi źródłami jodu w diecie są produkty pochodzenia zwierzęcego, wśród których największą zawartością tego pierwiastka charakteryzują się ryby morskie i owoce morza. Ponadto, ze względu na wysokie spożycie, dobrym źródłem jodu są jaja, mleko i produkty mleczne, przy czym zawartość jodu w mleku jest zależna, między innymi od regionu, suplementacji i pory roku.

Produkty roślinne są mniej znaczącym źródłem jodu dla większości populacji. Zawartość jodu w zalecanych do regularnego spożycia warzywach i owocach jest niewielka i ściśle związana z jego zawartością w glebie. Również analogi produktów mlecznych i mięsnych, cieszące się coraz większą popularnością, są ubogie w jod. Dobrym źródłem jodu są algi, jednakże nie są one zwyczajowo spożywane w „kulturze zachodniej”, a możliwość wzbogacenia żywności w algi jest ograniczona ze względu na restrykcje prawne. Biorąc powyższe pod uwagę należy wskazać, że osoby ograniczające spożycie produktów odzwierzęcych mogą być narażone na niskie pokrycie zapotrzebowania na jod z diety.

Uwzględniając globalny zasięg problemu niedoboru jodu, po konsultacjach z ekspertami, Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) zaproponowała program profilaktyki, w której zalecaną metodą jest jodowanie soli kuchennej jodkiem lub jodanem potasu. Chociaż zaproponowana metoda okazała się skuteczna to jednak kolejne odkrycia naukowe wskazujące na szereg negatywnych skutków nadmiernego spożycia soli spowodowały wprowadzenie przez WHO zaleceń dotyczących ograniczenia spożycia soli kuchennej i tym samym podaży jodu.

Zatem, w świetle powyższych danych przedstawiona do recenzji praca doktorska dobrze wpisuje się w trendy badawcze dotyczące jodu oraz poszukiwania nowych sposobów wzbogacania diety człowieka w jod. Wybór tematu jest trafny i w pełni uzasadniony. Spośród rozważanych metod, szereg dotychczasowych badań naukowych wskazuje, że biofortyfikacja jodem roślin uprawnych posiada wiele zalet, w tym charakteryzuje się wysoką akceptowalnością społeczną. Z drugiej strony jednak jod nie jest mikropierwiałkiem niezbędnym rośliną i po wprowadzeniu może wykazywać niekorzystne działania na rośliny. Ponadto, biofortyfikacja roślin uniemożliwia standaryzację końcowego produktu. Przypuszcza się zatem, że po odpowiednim i gruntownym przebadaniu, alternatywnym sposobem walki z deficytem jodu w diecie ludzi może być fortyfikacja żywności. Oczekuje się, że kolejne badania dostarczą charakterystyki nowych nośników jodu w zakresie spełnienia założeń skutecznej profilaktyki i rozwiązania problemów technologicznych związanych z wykorzystaniem różnych form jodu.

Oceniana rozprawa doktorska licząca 248 stron obejmuje pięć głównych zagadnień. Część z nich została opisana i opublikowana w latach 2022-2024 w siedmiu oryginalnych pracach naukowych w czasopismach *Nutrients*, *Molecules*, *Foods*, *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* i *Acta Scientiarum Polonorum Technologia*



Alimentaria oraz w monografii pt. „Żywność jako wyzwanie dla współczesnej nauki i przemysłu” (Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków) i w monografii pokonferencyjnej XXVI Sesji Naukowej Sekcji Młodej Kadry Naukowej (Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu). Łączny *Impact Factor* prac wynosi 15,40 a sumaryczna ilość punktów MNiSW wynosi 550 (rozdział „Wykaz artykułów naukowych wchodzących w skład rozprawy doktorskiej”, str. 8-9). O sprawdzonej wartości badań świadczy opublikowanie ich w bardzo dobrych czasopismach naukowych, np. *Nutrients*, *Molecules* i *Foods*. Przed opublikowaniem prace z tymi badaniami były poddane ocenie recenzentów, musiały spełnić wszystkie wymogi dotyczące sposobu przedstawiania wyników, ich interpretacji oraz dyskusji, a przyjęcie ich do druku w tych czasopismach świadczy o ich dużej i sprawdzonej wartości naukowej. W sześciu pracach Doktorantka jest pierwszym autorem, natomiast w jednej pracy jest drugim autorem (rozdział „Wykaz artykułów naukowych wchodzących w skład rozprawy doktorskiej”, str. 8-9). Zgodnie z informacjami zawartymi w rozdziale pt. „Oświadczenia doktoranta oraz współautorów dotyczące ich wkładu w przygotowanie opublikowanych artykułów naukowych wchodzących w skład rozprawy doktorskiej” (str. 169-197) indywidualny udział Doktorantki w powstaniu tych prac był istotny i polegał na współautorstwie w opracowaniu koncepcji badań, opracowaniu części założeń i metod, współudziale w walidacji, przeprowadzeniu części badań, w tym zbieraniu danych, współudziale w analizie i interpretacji wyników, współudziale w gromadzeniu danych, wykonaniu części obliczeń statystycznych, opracowaniu części manuskryptów, opracowaniu części grafiki i odniesieniu się wraz z współautorami do uwag recenzentów i redakcji tekstu.

Przyjęta struktura pracy doktorskiej mgr Agaty Darii Jankowskiej jest poprawna. Oprócz wykazu publikacji stanowiących rozprawę doktorską (str. 8-9), załączonych pełnych tekstów publikacji (str. 118-120) oraz informacji o charakterze udziału Doktorantki i współautorów w publikacjach (str. 221-248), dysertacja zawiera wykaz skrótów stosowanych w autoreferacie (str. 10), streszczenie w języku polskim (str. 12) i angielskim (str. 13) oraz autoreferat, w skład którego wchodzi wstęp (str. 15-25), cel badań i hipotezy badawcze (str. 25-27), opis wykorzystanego materiału badawczego (str. 28), opis modelu badań (str. 29) i metodyki badań (str. 30-32), omówienie wyników badań (str. 33-99), podsumowanie badań (str. 100-102) oraz wniosek praktyczny (str. 102). Całość uzupełnia spis literatury cytowanej w autoreferacie (str. 103-117).

W jedenastostronicowym wstępie składającym się z czterech podrozdziałów i zawierającym jedną tabelę Doktorantka naszkicowała tło teoretyczne pracy i przekonujące uzasadnienie celowości zajęcia się wybranym problemem naukowym. Zamieściła opis funkcji jodu w organizmie, skutki jego nadmiernego i niedostatecznego spożycia, scharakteryzowała mikropierwiastek jod oraz jego źródła, przedstawiła profilaktykę w zakresie niedoboru jodu oraz wskazała oryginalność swojej pracy i możliwe zastosowania praktyczne zaproponowanych rozwiązań. Wstęp opracowany został z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć z zakresu prowadzonych badań, zawiera opisy i objaśnienia szeregu istotnych zjawisk, procesów i pojęć oraz wskazuje przestrzenie wymagające wyjaśnienia i dalszych badań. We wstępie, oprócz bardzo ważnych kwestii dotyczących skutków niewłaściwego poziomu spożycia jodu, globalnego zasięgu problemu oraz konieczności uaktualnienia modeli walki z tym zjawiskiem, wskazano również na możliwe rozwiązania problemu wzbogacania diety w ten mikropierwiastek i związane z tym problemy technologiczne. W mojej ocenie przedstawiony wstęp jest ściśle związany z przedmiotem pracy doktorskiej i w bardzo dobrym zakresie naświetla problemy poruszone w dysertacji. Odpowiednio uzasadnia potrzebę badań w obszarze nowych nośników jodu, które powinny odpowiadać zarówno założeniom skutecznej profilaktyki jak i problemom technologicznym związanym z wykorzystaniem różnych postaci jodu. Należy również podkreślić, że wszystkie prace stanowiące rozprawę doktorską zawierają odpowiednie wprowadzenia naświetlające problemy w nich poruszane.

W kolejnym rozdziale Autorka przedstawia jasno sformułowany główny cel badawczy rozwinęty w sześciu celach szczegółowych oraz hipotezy badawcze.

Rozdział „*Materiał i metody badawcze*” składa się z trzech podrozdziałów i liczy cztery strony. W jego pierwszej części przedstawiono i opisano materiał badawczy. Według mojej oceny w przedstawionym opisie odmian poszczególnych warzyw brakuje uporządkowania i ujednolicenia.

W kolejnej części tego rozdziału przedstawiono bardzo precyzyjny i odpowiednio naświetlający zamysł Autorki schemat opisujący zakres i rodzaj przeprowadzonych prac badawczych. Zaprezentowano jasny podział zaplanowanych badań na następujące po sobie etapy ze wskazaniem obszarów ujętych w poszczególnych opublikowanych pracach naukowych stanowiących rozprawę doktorską (Rysunek 1).



W ostatniej części opisano metody badawcze wykorzystane do zrealizowania sformułowanych celów. W skrótovej formie (z odsyłaczami do odpowiednich publikacji stanowiących rozprawę doktorską) Doktorantka przedstawiła opis identyfikacji grup konsumenckich szczególnie narażonych na niedobór jodu oraz rodzaju produktów roślinnych mogących stanowić matrycę dla soli jodu w oparciu o badania ankietowe z wykorzystaniem autorskiego kwestionariusza bazującego na kwestionariuszu KomPAN. Następnie, również w dużym skrócie, przedstawiono proces impregnacji jodem wybranych warzyw z jednoczesnym wskazaniem zakresu testowanych parametrów tego procesu (stopień uwodnienia, temperatura, czas, stężenie jodu). W tym rozdziale opisano również w skróconej formie wykonanie prototypów wegańskich produktów zbożowych (klusek typu Gnocchi i bułek typu Ciabatta) z dodatkiem wzbogaconych w jod suszy warzywnych. Ostatnia część podrozdziału „*Metody badawcze*” zawiera listę metod (wraz z odpowiednimi referencjami) wykorzystanych w pracy doktorskiej. Dokładny opis wymienionych metod został zwarty w publikacjach stanowiących rozprawę doktorską.

Według mojej oceny w opisie zastosowanej metodyki badawczej występuje kilka wątpliwości, nieścisłości lub/i podane informacje są niepełne, tj.

- str. 30: nie podano referencji dla kwestionariusza KomPAN chociaż wspomniano o nim w tym miejscu po raz pierwszy; przy czym należy wskazać, że na kolejnej stronie (str. 31) i w publikacji poruszającej ten temat odpowiednie referencje zostały zamieszczone;
- str. 30: brak uzasadnienia dla wybranych zakresów testowanych parametrów procesu impregnacji jodem badanych warzyw, tj. stopnia uwodnienia, temperatury, czasu i stężenia jodu;
- str. 31: brak informacji w których punktach pomiarowych okresu przechowywania prototypów wegańskich produktów zbożowych analizowano poziom jodu;
- w pracy występuje powielanie opisu metod badawczych, tj. po raz pierwszy metody badawcze zostały przedstawione w skróconej wersji w rozdziale „*Materiał i metody badawcze*”, następnie, po raz drugi, zostały opisane w rozdziale „*Wyniki badań i ich interpretacja*”; moim zdaniem opis metod powinien zostać przedstawiony tylko w jednym miejscu;
- proszę o informacje jakie inne warzywa, poza dynią, kalaflorem, brokułem, marchwią, burakiem i ziemniakiem, były brane pod uwagę jako potencjalne nośniki jodu?

Podsumowując, podkreślenia wymaga fakt, że odpowiednie przygotowanie materiału badawczego, zastosowane metody badawcze, techniki przygotowania próbek do analiz oraz

metody analityczne były złożone i czasochłonne oraz potrzebowały dużego nakładu pracy aby w pełni umożliwić zrealizowanie założonych celów badawczych. Dzięki temu jednak możliwe było uzyskanie wielu nowych informacji o potrzebach i wyborach konsumentów, parametrach sensorycznych, zawartości jodu, właściwościach przeciwutleniających, zmianach barwy i zawartości tiaminy w materiale wykorzystanym w pracy doktorskiej. Umożliwiło również określenie oddziaływania poziomu dodatku jodu na aktywność przeciwutleniającą badanych suszy warzywnych. Stwierdzam, że wykorzystana metodyka została poprawnie dobrana i zastosowana.

Liczący sześćdziesiąt siedem stron rozdział „*Wyniki badań i ich interpretacja*” składa się z pięciu podrozdziałów zawierających jedenaście tabel i dwadzieścia wykresów. Na podstawie zestawień liczbowych, będących rezultatem pracy organizacyjnej, badań ankietowych i pracy analitycznej Doktorantka przedstawiła w poszczególnych podrozdziałach opis szeregu interesujących i istotnych osiągnięć. W ramach przyjętej organizacji badań w pierwszej kolejności omówiła wyniki dotyczące wpływu diety wegańskiej na pokrycie zalecanego dziennego spożycia jodu wśród Polaków. Zawarte w tym rozdziale informacje zostały zamieszczone w pierwszej pracy (A1) z wykazu publikacji stanowiących rozprawę doktorską. Do najważniejszych osiągnięć Doktorantki wykazanych w tej części pracy należy zaliczyć udokumentowanie, że jedynie 50% ankietowanych deklarowało spożycie produktów będących źródłem jodu na poziomie pozwalającym pokrycie zalecanego dziennego spożycia (RDA) tego mikropierwiastka. Ponadto, odnotowała zależności pomiędzy rodzajem diety a poziomem pokrycia RDA dla jodu. Wskazała, że pokrycie RDA dla jodu wśród osób deklaruujących dietę wegańską było niższe niż wśród osób na diecie zwyczajowej. Doktorantka dowiodła, że sól jodowana była głównych źródeł jodu niezależnie od badanej grupy, przy czym podaż jodu z tego źródła była niższa wśród wegan, przede wszystkim wśród kobiet. Zaobserwowała również, że wśród ankietowanych występował niekorzystny nawyk kulinarny polegający na dodawaniu soli na początku obróbki kulinarnej, powodujący straty tego mikropierwiastka w wyniku długotrwałego wpływu podwyższonej temperatury.

Drugi obszar badań (nieopublikowany) dotyczył określenia warzyw mogących stanowić matrycę dla soli jodu. Doktorantka przeprowadziła badania ankietowe wykorzystując zwalidowany autorski kwestionariusz przedstawiony w pierwszej części badań. W tych badaniach Doktorantka wykazała, że w badanej grupie najczęściej spożywanymi warzywami



były brokuł, burak, dynia, kalafior, ziemniak oraz marchew. Ponadto Doktorantka wskazała, że pomimo bardzo wysokiego poziomu deklarowanego spożycia ziemniaka surowiec ten nie powinien być wykorzystany jako matryca dla jodu, ponieważ przeprowadzone analizy uwypukliły wysoki poziom niechęci badanych osób do spożywania tego warzywa po wzbogaceniu w jod. Na podstawie tych danych Doktorantka wykluczyła ziemniaka z dalszych badań. Z badań Doktorantki wynika również, że rodzaj deklarowanej diety oraz wiek ankietowanych nie miały statystycznie istotnego wpływu na deklarowaną chęć spożywania warzyw wzbogacanych w jod, a jedynym istotnym predykatorem była płeć.

Kolejny obszar badań przedstawiony w rozdziale „*Wyniki badań i ich interpretacja*” oraz w drugiej pracy (A2) z wykazu publikacji stanowiących rozprawę doktorską dotyczył określenia optymalnych warunków impregnacji roślinnych matryc jodem. Ponieważ związki jodu wprowadzane do żywności mogą być wrażliwe na światło, temperaturę i wilgotność dlatego przy planowaniu procesu wzbogacania wybranych warzyw w jod, Doktorantka, w pełni zasadnie, jako kluczowe uznała określenie optymalnego czasu i temperatury procesu impregnacji oraz stopnia uwodnienia matrycy. W tym zakresie Doktorantka uwzględniła wpływ trzech temperatur (4, -21 i -76°C), czterech czasów (1, 2, 6 i 12h) oraz trzech stopni uwodnienia (1:1, 1:2 i 1:4 (m:v)). Ponadto, ponieważ w soli jodowanej jako nośnik jodu stosowany jest jodek potasu (KI) oraz jodan potasu (KIO<sub>3</sub>), Doktorantka poprawnie uznała, że ważne jest rozstrzygnięcie wpływ obu tych rodzajów nośnika jodu na proces impregnacji. Następnie, poprzez szereg eksperymentów i analiz Doktorantka wykazała istotny wpływ rodzaju nośnika, stopnia uwodnienia, temperatury i czasu impregnacji na stabilność/odtwarzalność jodu naniesionego na badane warzywa. Zaobserwowała, że odtwarzalność jodu była najsilniej skorelowana ze stopniem uwodnienia i temperaturą procesu impregnacji. Ustaliła, że najbardziej korzystne warunki impregnacji jodkiem i jodanem potasu charakteryzowały się próbki impregnowane w temperaturze -76°C i uwodnieniu w stosunku 1:1 (m/v), natomiast najmniej korzystne próbki impregnowane w temperaturze 4°C przy uwodnieniu 1:4 (m/v). Doktorantka odnotowała również wyższą stabilnością jodu naniesionego na badane matryce w postaci KIO<sub>3</sub> niż KI. Jednocześnie, za wyjątkiem suszu z marchwi i dyni przy uwodnieniu 1:4 (m:v), temperaturze 4°C i czasie impregnacji ≥ 6, Doktorantka nie stwierdziła istotnych statystycznie różnic w odtwarzalności jodu w próbkach w zależności od rodzaju warzywa. W zakresie stabilności jodu w fortyfikowanych warzywach w trakcie ich przechowywania Doktorantka odnotowała, że

niższe wartości temperatury impregnacji i stopnia uwodnienia warzyw sprzyjały mniejszym stratom jodu. Podsumowując ten etap badań uważam, że określenie wpływu rodzaju nośnika jodu, czasu i temperatury procesu impregnacji oraz stopnia uwodnienia matrycy na stabilność/odtworzalność jodu naniesionego na warzywa stanowi ważne osiągnięcie pracy Doktorantki.

W czwartej części rozdziału „*Wyniki badań i ich interpretacja*” oraz w czterech pracach (A3 – A6) z wykazu publikacji stanowiących rozprawę doktorską Doktorantka przedstawiła wpływ stężenia i rodzaj wprowadzonego nośnika jodu (KI, KIO<sub>3</sub>) na aktywność przeciwutleniającą fortifikowanych matryc warzywnych, tj. marchew, dynia, brokuł, kalafior i burak. Zebrane przez Doktorantkę dane analityczne aktywności przeciwutleniającej wobec rodnika DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl) i kationorodnika ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium) wykazały statystycznie istotną zależność pomiędzy formą nośnika jodu (KI/KIO<sub>3</sub>) naniesionego na warzywa a aktywnością przeciwutleniającą fortifikowanych suszy warzywnych. Doktorantka wykazała również statystycznie istotną zależność pomiędzy stężeniem naniesionego jodu w formie jodanu potasu (KIO<sub>3</sub>) a aktywnością przeciwutleniającą fortifikowanych suszy warzyw. Należy podkreślić, że określenie wpływu stężenia i rodzaju nośnika jodu na aktywność przeciwutleniającą fortifikowanych warzyw stanowi kolejne ważne osiągnięcie pracy Doktorantki.

Ostatni obszar badań pracy doktorskiej dotyczył oceny wybranych wskaźników wartości odżywczej wegańskich produktów zbożowych z dodatkiem fortifikowanych w jod suszy warzywnych. W tej części Doktorantka badała czy typ nośnika jodu (KI, KIO<sub>3</sub>) oraz matryca jodu (rodzaj warzywa) wprowadzone do produktów zbożowych typu bułki Ciabatta i kluski Gnocchi wpływały na zawartość jodu i tiaminy w tych produktach oraz ich właściwości przeciwutleniające. Ponadto, Doktorantka określała czy zaprojektowane dwa produkty zbożowe z dodatkiem fortifikowanych w jod suszy warzywnych stanowią dobre źródło jodu w diecie i mogą być stosowane jako element profilaktyki zespołu objawów z niedoboru jodu. Zgodnie z wcześniej przeprowadzonymi eksperymentami matrycą do przygotowania jodowanych suszy warzywnych były dynia, kalafior, brokuł, marchew i burak. Proces impregnacji przeprowadzono w optymalnych warunkach wyznaczonych w ramach badań opisanych w publikacji A2 stanowiącej część rozprawy doktorskiej. Zastosowano identyczny



dla wszystkich warzyw proces kondycjonowania w temperaturze  $-76^{\circ}\text{C}$  przez 12h. Natomiast uwodnienie w przypadku marchwi, dyni, kalafiora i brokuła wynosiło 1:1 (m:v), a w przypadku buraka kształtowało się na poziomie 1:2 (m:v). Przeprowadzono również badanie wpływu przechowywania na w/w wskaźniki.

Po przeprowadzeniu eksperymentów i przeprowadzeniu zaplanowanych analiz Doktorantka poczyniła szereg interesujących obserwacji. Między innymi wykazała istotne obniżenie zawartości jodu w obu produktach po obróbce cieplnej, przy czym większe straty jodu zaobserwowała w bułkach Ciabatta. Badania Doktorantki potwierdziły również wyższe straty jodu fortyfikowanego w postaci KI w porównaniu do  $\text{KIO}_3$ . Bardzo istotne jest również wykazanie niższych strat jodu w testowanych produktach zbożowych gdy ten mikropierwiastek został dostarczony z fortyfikowanymi suszami warzywnymi niż gdy był dodany wraz z chlorkiem sodu. Doktorantka wykazała również, że w trakcie przechowywania wszystkich badanych kombinacji bułek Ciabatta i klusek Gnocchi nastąpiło obniżenie zawartości jodu, przy czym mniejsze straty tego mikropierwiastka wykryła w produktach wzbogaconych warzywami fortyfikowanymi jodem. Doktorantka zaobserwowała także wyższą stabilność wskaźników przeciwutleniających ( $\text{ABTS}^{++}$ ,  $\text{DPPH}^{\bullet}$ ) podczas przechowywania bułek Ciabatta i klusek Gnocchi z dodatkiem suszy warzywnych fortyfikowanych jodem w porównaniu do tych produktów wzbogaconych w jod przez zastosowaniu soli jodowanej.

W tej części badań Doktorantka przeprowadziła również bardzo ważne z punktu widzenia konsumenta analizy sensoryczne zaprojektowanych produktów zbożowych. Uzyskane wyniki oceny konsumenckiej wykazały, że bułki Ciabatta jak i kluski Gnocchi, zarówno z dodatkiem, jak i bez nośników jodu charakteryzowały się podobną i wysoką oceną ogólną, a także oceną smaku, barwy i zapachu. Zaobserwowano jedynie obniżenie oceny sensorycznej w zakresie zapachu, zarówno klusek jak i bułek z dodatkiem suszu kalafiora, co było związane z cechami warzywa a nie obecnością związków jodu. Zatem, Doktorantka wskazała, że zaprojektowane produkty, kluski Gnocchi oraz bułki Ciabatta z dodatkiem fortyfikowanych w jod suszy warzywnych, mogą stanowić dobre źródło jodu w profilaktyce zespołu objawów z niedoboru jodu

Według mojej oceny w rozdziale „*Wyniki badań i ich interpretacja*” występuje kilka wątpliwości, niejasności lub/i podane informacje są niepełne, tj.

- w mało czytelny sposób zostało zapisane potwierdzenie/częściowe potwierdzenie postawionych hipotez;
- ponieważ dwa obszary badawcze zaprezentowane w pracy doktorskiej nie zostały opublikowane dlatego proszę o informacje jaki jest ich obecny status?
- dlaczego maksymalny okres przechowywania suszy po impregnacji w zadaniu 3.3 został zaplanowany na 230 dni, a w zadaniu 3.4 na 320 dni? Jakie czynniki zdecydowały o wyborze tych okresów?
- str. 55: zapis „Wybrane warzywa analizowano również z uwzględnieniem rodzaju odmiany”; powinien być zastąpiony zapisem „Wybrane warzywa analizowano również w zakresie zmienności odmianowej”;
- jakie było uzasadnienie badanego zakresu stężeń jodu testowanych w zadaniu 3.4?
- jakie mogły być przyczyny istotnie niższej zawartości jodu w próbkach bułek Ciabatta z dodatkiem suszu buraka fortyfikowanego zarówno KI jak i KIO<sub>3</sub>?
- na str. 83 – 87 zostały powtórzone wykresy 13 i 14;
- biorąc pod uwagę odnotowane poziomy jodu w warzywach po impregnacji w testowanych warunkach oraz potencjalną kosztochłonność testowanych metod proszę o oszacowanie możliwości wdrożenia optymalnej metody impregnacji.

Badania podsumowuje siedem poprawnie sformułowanych wniosków. Są one dobrze udokumentowane i wynikają z przeprowadzonych prac i eksperymentów oraz odpowiadają założonym celom.

Bibliografia pracy zawarta w autoreferacie liczy 136 pozycji przedstawiających zagadnienia związane z tematem prowadzonych badań. Większość prac (93%) jest anglojęzycznych, w 76% z ostatniego dziesięciolecia.

Podsumowując stwierdzam, że praca doktorska mgr Agaty Darii Jankowskiej obejmuje badania z dyscypliny technologii żywności i żywienia i jest oryginalnym osiągnięciem naukowym. Na podstawie w/w argumentów należy stwierdzić, że przedstawiony w niniejszej pracy doktorskiej zakres badań jest ważny z punktu widzenia naukowego, społecznego i gospodarczego. Zatem, pracę doktorską mgr Agaty Darii Jankowskiej pt. „Ocena możliwości wykorzystania wybranych warzyw jako matrycy dla soli jodu” oceniam pozytywnie. Ponadto, powyższa analiza rozprawy doktorskiej upoważnia mnie



do stwierdzenia, że Pani mgr Agata Daria Jankowska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

#### Uwagi końcowe

Stwierdzam, że praca doktorska mgr Agaty Darii Jankowskiej pt. „Ocena możliwości wykorzystania wybranych warzyw jako matrycy dla soli jodu” 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 2020, poz. 85, z późn. zm.) i niniejszym wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenie mgr Agaty Darii Jankowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

