



Politechnika Łódzka

Katedra Biotechnologii Środowiskowej

Łódź, dn. 28.09.2023

Prof. dr hab. inż. Dorota Kregiel

Politechnika Łódzka

Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności

Katedra Biotechnologii Środowiskowej

RECENZJA

Pracy doktorskiej mgr inż. **Justyny Nasiłowskiej** pt.:

Stan fizjologiczny wybranych patogenów w sokach z warzyw korzeniowych po procesie utrwalania wysokim ciśnieniem

1. Podstawa prawna

Recenzja została napisana na podstawie uchwały Rady Naukowej Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Profesora Waclawa Dąbrowskiego – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie z dnia 27.09.2018 roku oraz zlecenia Przewodniczącego Komisji Doktorskiej Rady Naukowej IBPRS-PIB prof. dr hab. Zbigniewa Dolatowskiego z dnia 23.08.2023 roku.

2. Informacje ogólne

Pani mgr inż. Justyna Nasiłowska jest doktorantką w Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Profesora Waclawa Dąbrowskiego – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie. Jest współautorką łącznie 24 prac opublikowanych w czasopismach punktowanych (w tym 9 w czasopismach z JCR) oraz w czasopismach branżowych. Jest również współautorką 6 doniesień ustnych oraz 18 posterów na konferencjach krajowych i zagranicznych. Dane bibliometryczne jej dorobku naukowego to IF=26,41, sumaryczna liczba punktów MNiSW/MEiN=746, indeks H=5. Doktorantka brała udział w 4 projektach krajowych i międzynarodowych oraz realizowała 6 prac naukowo-badawczych w IBPRS.

Promotorem pracy doktorskiej jest dr hab. inż. Barbara Sokołowska, prof. IBPRS-PIB, a promotorem pomocniczym dr inż. Wioleta Chajęcka-Wierzchowska z Katedry Mikrobiologii Przemysłowej i Żywności Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Praca doktorska jest silnie powiązana z dyscypliną technologia żywności i żywienia.

Na rozprawę doktorską składa się zbiór 5 publikacji oraz komentarz liczący razem z dokumentacją 161 stron.

Katedra Biotechnologii Środowiskowej
90-530 Łódź, ul. Wólczańska 171/173
tel. (+48 42) 631 34 92 e-mail: w5k51@adm.p.lodz.pl, www.binoz.p.lodz.pl
Adres do korespondencji:
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Temat rozprawy doktorskiej jest bardzo ważny, gdyż dotyczy zapewnienia bezpieczeństwa mikrobiologicznego soków otrzymywanych z warzyw korzeniowych.

W prawidłowym funkcjonowaniu organizmu ludzkiego istotną rolę odgrywa dieta, która powinna składać się z wysokiej jakości produktów, zawierających składniki korzystne dla właściwego funkcjonowania organizmu, a z drugiej wolna od wszelkich szkodliwych i niepożądanych substancji, np. pozostałości pestycydów, metali ciężkich, środków konserwujących i sztucznych barwników. Jednak nie tylko obecność substancji chemicznych wpływa na bezpieczeństwo żywności, ale także zanieczyszczenia mikrobiologiczne produktów spożywczych. Według ICMSF (Międzynarodowa Komisja ds. Wymagań Mikrobiologicznych dla Żywności) zagrożenia mikrobiologiczne to nieakceptowalne zanieczyszczenia, wzrost lub przeżywalność drobnoustrojów w żywności, które mogłyby spowodować jej zepsucie lub wytwarzanie i utrzymywanie się w niej toksyn, enzymów, amin biogennych lub innych produktów metabolizmu. Dotychczasowe badania międzynarodowe wskazują, że w sokach owocowo-warzywnych mogą bytować drobnoustroje, które stwarzają zagrożenie dla zdrowia konsumenta. Najczęściej soki utrwalane są termicznie z zastosowaniem procesu pasteryzacji. Jednak obróbka termiczna wiąże się z utratą nawet 50% składników odżywczych – zarówno witamin, jak i mikroelementów. Dlatego też coraz większym zainteresowaniem cieszą się inne alternatywne techniki utrwalania, np. wykorzystujące działanie wysokiego ciśnienia (HHP).

Doktorantka w swojej pracy przyjęła za główny cel ważne zadanie – ocenę stanu fizjologicznego komórek bakterii w sokach z warzyw korzeniowych poddanych obróbce wysokociśnieniowej i przechowywanych w różnych warunkach temperaturowych, ze szczególnym uwzględnieniem komórek uszkodzonych subletalnie.

Takie komórki mogą stanowić potencjalne zagrożenie dla bezpieczeństwa zdrowotnego konsumentów, ze względu na ich zdolności do regeneracji i replikacji podczas przechowywania soków. Dla osiągnięcia głównego celu badawczego Doktorantka sformułowała 3 istotne hipotezy badawcze.

Zakres głównych prac badawczych obejmował:

- przeprowadzenie procesów tzw. paskalizacji płynów modelowych oraz soków warzywnych, o różnym pH, uprzednio kontaminowanych szczepami bakterii należącymi do gatunków *Escherichia coli* oraz *Listeria innocua*;
- ocenę wpływu zastosowanych parametrów HHP na przeżywalność komórek bakterii, ze szczególnym uwzględnieniem populacji z uszkodzeniami



subletalnymi, które mogą podlegać regeneracji w czasie przechowywania soków;

- ustalenie parametrów procesu obróbki wysokociśnieniowej soków warzywnych, które mogą indukować uszkodzenia subletalne w komórkach bakterii;
- próby przechowalnicze soków konataminowanych po zastosowaniu obróbki wysokociśnieniowej wraz z oceną zdolności do regeneracji komórek uszkodzonych subletalnie.

Realizację prac badawczych podzielono na 3 etapy. Dokonano:

- określenia wpływu parametrów procesu obróbki wysokociśnieniowej na przeżywalność oraz stopień uszkodzeń subletalnych bakterii zawieszonych w płynach modelowych oraz w sokach warzywnych;
- określenia rodzaju uszkodzeń komórek bakteryjnych poddanych HHP metodami mikroskopowymi;
- oceny przeżywalności i zdolności do regeneracji komórek uszkodzonych subletalnie w wyniku działania HHP w sokach podczas ich przechowywania.

3. Ocena osiągnięć naukowo-badawczych stanowiących przedmiot rozprawy doktorskiej

Publikacja 1: Nasiłowska J., Sokołowska B., Fonberg-Broczek M. 2016. The impact of high hydrostatic preassure on inactivation and sublethal injury of foodborne pathogens in bbetroot juice. *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego*, 71(1), 21-27. **Udział Doktorantki stanowi 85% (autor korespondencyjny)**

Badania dotyczyły oznaczenia przeżywalności oraz generowania uszkodzeń subletalnych u szczepów kolekcyjnych *Escherichia coli* ATCC 8739 oraz *Listeria innocua* CIP80.11T, a także „dzikich” izolatów należących do tych gatunków, w soku z buraka czerwonego poddanego obróbce wysokociśnieniowej HHP. Stwierdzono, że ciśnienie 400 MPa wywołało efekt letalny u większości badanych szczepów. Natomiast ciśnienie niższe powodowało w efekcie heterogenność populacji bakterii – stwierdzono efekt letalny a także efekt subletalny w wyniku działania takiej obróbki ciśnieniowej. Najwięcej uszkodzeń subletalnych stwierdzono u szczepów *L. innocua* po 5-10 min obróbki 300 MPa, natomiast u *E. coli* taki efekt stwierdzono dopiero po obróbce przy 400 MPa. Bardziej wrażliwy na działanie HHP okazał się szczep kolekcyjny *L. innocua*, natomiast takiego zjawiska nie stwierdzono dla szczepów *E. coli*. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że obróbka



wysokociśnieniowa soku z buraka stanowi dobrą metodę utrwalania. Doktorantka podkreśliła jak ważne są parametry zastosowanej HHP, tzn. czas i dawka ciśnienia hydrostatycznego, a efekt końcowy może zależeć od wrażliwości szczepów środowiskowych stanowiących naturalną mikrobiotę soku z buraków.

Publikacja 2: Nasiłowska J., Sokołowska B., Fonberg-Broczek M. 2018. Long-term storage of vegetable juices treated by high hydrostatic pressure: Assurance of the microbial safety. BioMed Research International, 2018, 7389381. Udział Doktorantki stanowi 85% (autor korespondencyjny)

Pozycja ta stanowi dokumentację badań dotyczących zmian w populacjach subletalnie uszkodzonych komórek patogenów *L. innocua* i *E. coli* w dwóch sokach warzywnych: soku z marchwi (pH 6,0-6,7) i soku z buraków (pH 4,0-4,2) traktowanych wysokim ciśnieniem (300-500 MPa) i przechowywanych przez 28 dni w dwóch różnych temperaturach (5°C i 25°C). Przez cały okres przechowywania soku marchwiowego w warunkach chłodniczych notowano namnażanie/regenerację szczepów *L. innocua*. Natomiast przechowywanie soku z marchwi w temperaturze 25°C wykazało, że liczba oznaczanych bakterii znacznie zmniejszyła się po 2-3 tygodniach przechowywania. Takiego trendu nie obserwowano dla bakterii *E. coli*. Sok z buraków był bardziej stabilny - nie stwierdzono odzysku komórek podczas długotrwałego przechowywania tego soku w lodówce dla wszystkich badanych szczepów. Jednak obserwowano sporadyczne psucie tego produktu w temperaturze przechowywania 25°C. W pracy wykazano zatem, że sok z marchwi wspomaga wzrost i regenerację subletalnie uszkodzonych populacji *L. innocua*, natomiast sok z buraków można zaliczyć do produktów bardziej stabilnych mikrobiologicznie. Badania potwierdziły, że soki utrwalane metodą HHP powinny być przechowywane w warunkach chłodniczych. Doktorantka wskazała, że powinny być przeprowadzone badania dotyczące mechanizmów naprawczych, pozwalających na regenerację komórek uszkodzonych subletalnie w czasie przechowywania soków.

Publikacja 3: Nasiłowska J., Sokołowska B., Fonberg-Broczek M. 2019. Behavior of *Listeria innocua* strains under pressure treatment - inactivation and sublethal injury. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 69(1), 45-52. Udział Doktorantki stanowi 85% (autor korespondencyjny)

W pracy przedstawiono przeżywalność i występowanie uszkodzeń subletalnych w komórkach szczepów *L. innocua* w soku z buraków oraz w roztworach modelowych, po działaniu wysokiego ciśnienia. Zmiany morfologiczne w komórkach zawieszonych w płynie modelowym o pH 4,0 były bardziej widoczne w porównaniu do soku z buraków o podobnym poziomie pH. Szczep kolekcyjny był bardziej wrażliwy na działanie wysokiego ciśnienia niż dziki izolat - efekt letalny dla szczepu kolekcyjnego odnotowano już po 1 minucie obróbki ciśnieniem wynoszącym 400



MPa, natomiast naturalny izolat przeżywał jeszcze po 10 minutach obróbki HHP. Więcej uszkodzeń subletalnych obserwowano, gdy komórki zawieszono w buforze o pH 7,0. Obserwacje za pomocą transmisyjnego mikroskopu elektronowego pozwoliły zidentyfikować miejsca uszkodzeń strukturalnych w komórkach bakterii po obróbce HHP, gł. kondensację cytoplazmy, przerwanie ciągłości błon komórkowych i zmiany w strukturze genomu. Doktorantka podsumowując stwierdziła, że poziom redukcji liczebności populacji *L. innocua* w płynach modelowych i w soku z buraków zależy od kilku czynników: wartości ciśnienia hydrostatycznego, czasu trwania procesu, a także od pochodzenia szczepów bakterii oraz od obecności związków organicznych w środowisku. Zatem wnioskować można, że parametry stosowane w przemyśle spożywczym dla utrwalania różnych soków metodą HHP: 300-600 MPa, czas kilku minut, są wystarczające do znacznej redukcji liczebności populacji drobnoustrojów, jednak mogą nie zapewniać pełnej inaktywacji wszystkich komórek drobnoustrojów, by produkt był bezpieczny dla konsumentów.

Publikacja 4: Nasiłowska J., Kocot A., Osuchowska P.N., Sokołowska B. 2021. High-pressure-induced sublethal injuries of food pathogens—microscopic assessment. *Foods*, 10, 2940. **Udział Doktorantki stanowi 80% (autor korespondencyjny)**

Artykuł stanowi obszerny raport z badań mikroskopowych populacji bakterii *E. coli* i *L. innocua* poddanych działaniu HHP. Badania te przeprowadzono w celu scharakteryzowania zakresu uszkodzeń wywołanych przez wysokie ciśnienie (300–500 MPa). Zastosowano nowoczesne metody mikroskopowe, tj skaningową mikroskopię elektronową (SEM), transmisyjną mikroskopię elektronową (TEM) i mikroskopię epifluorescencyjną (EFM). Wyniki badań dotyczących zmian komórkowych wykonanych za pomocą TEM i SEM wykazały, że wpływ ciśnienia HHP na strukturę błon bakteryjnych był raczej nieznaczny, natomiast u bakterii obu gatunków zaobserwowano zmiany w strukturach subkomórkowych, takich jak cytoplazma i nukleoid. Zaobserwowano ekstremalną kondensację cytoplazmy, podczas gdy zarys komórek był nienaruszony. Co ciekawe, większe zmiany po działaniu HHP struktur wewnętrznych odnotowano w przypadku szczepów typu dzikiego wyizolowanych z surowego soku. Procentowy stosunek komórek żywych i uszkodzonych w populacji oceniano za pomocą mikroskopii fluorescencyjnej. Wyniki próbek traktowanych HHP wykazały niejednorodność populacyjną i zaobserwowano agregaty komórek uszkodzonych. Te badania należy uznać za kluczowe dla zrozumienia charakterystyki zmian w komórkach bakterii po traktowaniu HHP. Umożliwiły one analizę zarówno pojedynczych komórek, jak i całej populacji pod kątem uszkodzeń letalnych i subletalnych.



Publikacja 5: Nasiłowska J., Sokołowska B., Fonberg-Broczek M. 2022. *Escherichia coli* and *Listeria innocua* stability in carrot juice preserved by high hydrostatic pressure. AIMS Agriculture and Food, 7(3), 623-636. **Udział Doktorantki stanowi 85% (autor korespondencyjny)**

Ostatnia z publikacji dotyczy wpływu wysokiego ciśnienia hydrostatycznego (300, 400, 500 MPa, czas 1 min, 5 min i 10 min) na komórki *E. coli* i *L. innocua* w soku marchwiowym. Oceny dokonano po zastosowaniu ciśnienia HHP jak i po przechowywaniu soku w warunkach chłodniczych przez 14 dni. Liczbę bakterii w populacjach analizowano za pomocą klasycznej metody płytkowej stosując agary selektywne TBX i ALOA. Dodatkowo zastosowano inną metodę dla oznaczania komórek uszkodzonych – tzw. metodę cienkiej warstwy (TAL). Znaczną redukcję liczby komórek żywych o 5 jednostek log uzyskano jedynie dla szczepów *L. innocua*, stosując 400 MPa przez 5 minut. Szczepy *E. coli* wykazywały mniejszą wrażliwość na wysokie ciśnienie, a maksymalna redukcja wyniosła zaledwie 2 jednostki log dla największego z zastosowanych ciśnień 500 MPa i czasu 10 minut. W przypadku wszystkich badanych szczepów odnotowano subletalne uszkodzenia populacji bakterii. Regenerację komórek uszkodzonych odnotowano wyłącznie dla szczepów *L. innocua*. Oceniono także przydatność pożywek selektywnych dla szacowania liczby komórek uszkodzonych. Badania potwierdziły, że oprócz parametrów samej obróbki HHP istotne znaczenie dla efektu utrwalania soków warzywnych ma także rodzaj zastosowanej matrycy. Stwierdzono, że metoda HHP jest nieskuteczna dla konserwacji soku marchwiowego i jego późniejszego przechowywania. Potwierdzono zdolność komórek subletalnie uszkodzonych *L. innocua* do regeneracji w soku marchwiowym podczas przechowywania w warunkach chłodniczych.

4. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Podjęty przez Doktorantkę temat jest bardzo ważny nie tylko dla przemysłu napojowego i sokowniczego, ale dotyczy on generalnie technologii żywności, gdyż obróbka wysokociśnieniowa jest stosowana do utrwalania różnych produktów spożywczych. Doktorantka poruszyła niezwykle ważny problem uszkodzeń subletalnych komórek, które mogą być indukowane w czasie procesu HHP. Takie komórki, w sprzyjającym środowisku, w czasie przechowywania produktów, mogą dokonywać naprawy swoich uszkodzeń oraz namnażać się. Efektem replikacji komórek przeżywających proces HPP jest psucie produktów w trakcie przechowywania – zmiana nie tylko walorów organoleptycznych (pH, smak, zapach, barwa), ale przede wszystkim utrata walorów zdrowotnych i wzrost ryzyka utraty bezpieczeństwa zdrowotnego dla konsumentów.

Obróbka HHP w technologii spożywczej jest już znana i stosowana. Zwykle soki i napoje są poddawane ciśnieniu w zakresie od 300 do 600 MPa do około 10 minut. Dokładne ciśnienie i czas trwania zależą od konkretnego produktu i jego



właściwości. Np. w przypadku soków jabłkowych zwykle stosuje się ciśnienie 550 MPa przez 1 minutę, a dla soków z jagód stosuje się ciśnienie nawet 600 MPa przez 15 minut. **Prace stanowiące podstawę rozprawy doktorskiej dotyczą soków warzywnych, które stanowią coraz częściej element diety, dlatego fakt przeżywania drobnoustrojów w sokach warzywnych w czasie HHP stanowi niezmiernie ważny problem badawczy i aplikacyjny.**

Przedstawione do oceny prace tworzą tematycznie integralne opracowanie. Doktorantka przedstawiła wyniki przeżywalności i prawdopodobnych uszkodzeń subletalnych w dwóch różnych sokach z warzyw korzeniowych, stanowiących różne matryce, zarówno ze względu na konsystencję, pH oraz skład chemiczny. Bardzo dokładne badania mikroskopowe, z zastosowaniem skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM) i mikroskopii fluorescencyjnej (EFM) pozwoliły na detekcję zmian w morfologii komórek testowanych bakterii oraz zmian subkomórkowych, wywołanych działaniem wysokiego ciśnienia. **Publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej należy uznać za oryginalne i wartościowe. Zostały one opublikowane w czasopiśmie recenzowanych o zasięgu krajowym i międzynarodowym (IF dla roku publikacji=10,49; 271 pkt MNiSW/MEiN).** Prace, obok niewątpliwiej wartości merytorycznej, wskazują na dalsze możliwe kierunki badań. Literatura cytowana jest dobrze dobrana i aktualna.

5. Uwagi i pytania do rozprawy

W trakcie czytania niniejszej dysertacji nasunęła mi się kilka uwag i pytań, dlatego proszę Doktorantkę o ustosunkowanie się do nich:

1. Zastanawia zróżnicowana wrażliwość testowanych szczepów na wysokie ciśnienie. Np. w publikacji nr 5 traktującej o przeżywalności szczepów w soku z marchwi (niestabilnym mikrobiologicznie) Doktorantka odnotowała znaczną redukcję liczby (o 5 jednostek log) komórek *L. innocua* zdolnych do wzrostu w soku z marchwi, natomiast szczepy *E. coli* wykazywały mniejszą wrażliwość nawet na największe z zastosowanych ciśnień 500 MPa (redukcja tylko o 2 jednostki log). Na str. 57 komentarza Doktorantka pisze, że „uzyskane wyniki badań nie odpowiadają ogólnemu stwierdzeniu, że bakterie Gram-ujemne są bardziej wrażliwe na stres wywołany wysokim ciśnieniem niż bakterie Gram-dodatnie”. Jak w takim razie można szerzej wytłumaczyć to zjawisko biorąc pod uwagę konkretne warunki prowadzonych doświadczeń?
2. Regenerację komórek uszkodzonych w soku z marchwi w warunkach chłodniczych odnotowano wyłącznie dla szczepów *L. innocua*. Również proszę o przedyskutowanie tej kwestii.
3. Szkoda, że Doktorantka nie podjęła się analizy fizycznej i chemicznej zastosowanych soków z warzyw korzeniowych, które stanowiły środowisko



bywania testowanych bakterii. Można byłoby wtedy szerzej omówić i przedyskutować problem gęstości, lepkości, a przede wszystkim obecności związków organicznych jako protektantów w środowisku stresu (HHP). Istotna może być także rola tych parametrów jako stymulatorów procesów regeneracji uszkodzonych komórek.

4. Świeży sok z buraków zawiera znaczną ilość cukrów (7-9%). Całkowita zawartość betalain waha się od 0,8 do 1,3 g/l świeżego soku (około 60% betacyjanin i 40% betaksantyn), co stanowi 70–100% całkowitej zawartości związków fenolowych. Z kolei z sok z marchwi zawiera, podobnie jak sok z buraka, znaczną ilość węglowodanów (10,6%), natomiast nie zawiera betalain. Dane literatury wskazują na szerokie działanie tych związków zarówno wobec bakterii Gram-dodatnich jak i Gram-ujemnych. Znane jest hamujące działanie betalain na różne mikroorganizmy, w tym na wielolekooporne patogeny tzw. ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Enterobacter* spp.). Są to bardzo istotne informacje, nie tylko ze względu na obecność potencjalnych związków, które mogą działać protekcyjnie na komórki podczas obróbki ciśnieniowej, ale także stymulować/spowalniać procesy naprawcze w komórkach uszkodzonych subletalnie. Takich szerszych rozważań i dyskusji zabrakło w niniejszej dysertacji.
5. Doktorantka nie komentuje szerzej możliwego działania kwasu cytrynowego w soku z buraków na przeżywalność, a przed wszystkim na regenerację uszkodzonych komórek po zastosowaniu HHP. Komercyjny sok z buraka stosowany w badaniach zawierał dodatek kwasu cytrynowego, który miał przypuszczalnie poprawić stabilność barwy soku (hamować procesy oksydacyjne) oraz poprawić jego smak. Kwas cytrynowy to popularny konserwant żywności oznaczony symbolem E330. Znane są publikacje opisujące hamujące działanie kwasu cytrynowego na m.in. wzrost szczepów z rodzaju *Listeria*.
6. Doktorantka tłumaczy obniżenie pH z 6,2 do 4,2 w zepsutych sokach marchwiowych możliwymi przemianami chemicznymi składników organicznych w soku z marchwi i powstaniem nowych związków o niskim pH (str. 52). Szkoda, że nie zostało to potwierdzone analizą chemiczną.
7. Proszę o wyjaśnienie terminu „długoterminowe przechowywanie”. Soki utrwalone mogą być przechowywane w odpowiednich warunkach nawet w czasie do 6 miesięcy. Doktorantka stosuje ten termin w przypadku 28-dniowego przechowywania.
8. Doktorantka stosuje zamiennie termin „odporność” (str. 20) i „oporność” (np. str. 21). Proszę o wyjaśnienie tej kwestii.



Inne uwagi:

- Doktorantka często personifikuje mikroorganizmy, stosując następujące określenia: umiejętność adaptacji (str. 7), komórka nie ma czasu (str. 22), komórki zdrowe (str. 24, 27, 35, 54), zdrowa populacja (str. 48).
- Brak jednostek w tabelach 1, 2 zawartych w komentarzu str. 47.
- Brak wyjaśnienia skrótu RTE (str. 17).
- Doktorantka pisze: „kolonie traktowane wysokim ciśnieniem wykazywały większą heterogeniczność”. Chyba chodzi tutaj o populacje a nie kolonie.
- Na str. 31 komentarza Doktorantka stosuje termin: „stan subletalny”. Chodzi chyba tu o uszkodzenia subletalne w komórkach.
- W komentarzu do publikacji występują nieprecyzyjne zwroty, np. redukcja drobnoustrojów wegetatywnych (str. 18), redukcja enzymów (str. 18), redukcja patogenów (str. 19), redukcja mikroorganizmów (str. 20), matryce pokarmowe (str. 45), komórki bakterii wegetatywnych (str. 45), etc.
- W opisach bibliograficznych występują liczne błędy w skrótach nazw czasopism. Poprawne skróty nazw czasopism (jeżeli istnieją) można znaleźć np. na stronie Web of Science: Standard journal abbreviations used in online databases.

Moje uwagi dotyczące rozprawy wynikają przede wszystkim z interesującej tematyki rozprawy oraz pytań do dyskusji w trakcie obrony pracy. Natomiast występujące w komentarzu do publikacji błędy składniowe, interpunkcyjne oraz edytorskie nie wpływają istotnie na merytoryczną wartość pracy, którą oceniam pozytywnie.

9. Wnioski końcowe

Zgodnie z obowiązującymi przepisami (Dz. U. z 2011 r. poz. 455; Dz. U. z 2015 r. poz. 249, 1767; Dz. U. z 2018 r. poz. 1669; Dz. U. z 2022 r. poz. 1117; Dz. U. z 2023 r. poz. 742) opiniowana rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz prezentuje ogólną wiedzę Doktorantki w dyscyplinie technologia żywności i żywienia. Publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej stanowią niewątpliwie wartościowe opracowanie naukowe. W związku z tym **wniosuję do Rady Naukowej Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Profesora Waclawa Dąbrowskiego – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie o kontynuowanie postępowania w sprawie nadania mgr inż. Justynie Nasiłowskiej stopnia naukowego doktora.**


Prof. dr hab. inż. Dorota Kręgiel