

Warszawa, 15.11.2023r.

Prof. dr hab. Małgorzata Gniewosz
Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności
Instytut Nauk o Żywności SGGW w Warszawie

Ocena rozprawy doktorskiej mgr inż. Justyny Paszkot

pt. „Projektowanie piw ciemnych o wysokim potencjale antyoksydacyjnym”

Promotor: prof. dr hab. Joanna Kawa - Rygielska

Uzasadnienie podjęcia tematyki badawczej

Produkcja piwa na świecie stale rośnie. Wśród wielu krajów produkujących piwo Polska zajmuje 7 miejsce, m.in. po Chinach, USA i Brazylii. W Unii Europejskiej najwięcej piwa produkuje Polska wraz z Niemcami i Hiszpanią. Zmieniające się gusta, jak i wymagania konsumentów w dużej mierze wymuszają na producentach istotne zmiany w asortymencie produkowanych przez nich piw. Obecnie dużą popularnością cieszą się piwa bezalkoholowe lub niskoalkoholowe, chętnie wybierane przez konsumentów, którzy lubią piwo, ale nie chcą spożywać szkodliwego alkoholu. Kolejny trend w produkcji piwa związany jest ze stosowanymi składnikami. W dużej mierze chodzi o podążanie za wymaganiami bardziej świadomych konsumentów, którzy włączają do swojej diety produkty, w tym napoje alkoholowe, zawierające składniki prozdrowotne i spełniające ich wymagania dietetyczne. Z tego względu problematyka badawcza podjęta przez mgr inż. Justynę Paszkot w rozprawie doktorskiej jest niezwykle aktualna. Doktorantka podjęła próbę otrzymania piw zawierających w swym składzie związki chemiczne o aktywności przeciwutleniającej. Uważam, że dokonany przez mgr inż. Justynę Paszkot wybór wyżej wymienionych badań jest w pełni uzasadniony.

Ocena formalna rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do oceny praca doktorska mgr inż. Justyny Paszkot jest zbiorem opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, pod wspólnym tytułem

„Projektowanie piw ciemnych o wysokim potencjale antyoksydacyjnym”, w skład którego wchodzi 4 oryginalne prace twórcze (P1: *Molecules* 25(17), 3882, 2020; P2: *Antioxidants* 10(5), 763, 2021; P3: *Molecules* 27, 3971, 2022; P4: *Scientific Reports*, 12(1), 6725, 2023), które są opublikowane w czasopiśmie z listy MEiN i przypisane do dyscypliny technologia żywności i żywienia. Prace te zostały opublikowane w latach 2020-2023. Suma punktów za publikacje według listy MEiN wynosi 520, a sumaryczny współczynnik wpływu (IF) w/w prac wynosi 21,287. Pełne teksty oryginalnych prac twórczych zostały dołączone do opracowania, które jest przewodnikiem i zarazem uzupełnieniem do dołączonych artykułów. Opracowanie liczące 62 strony maszynopisu zawiera kilka rozdziałów. Na początku zamieszczono streszczenie w języku polskim i angielskim. We „Wprowadzeniu” przedstawiono przegląd literatury naukowej (11 stron), następnie „Cel pracy i hipotezy badawcze” oraz „Postępowanie eksperymentalne”, które zamieszczono na 11 stronach. Prezentację wybranych wyników badań opracowano na 19 stronach. Wnioski przedstawiono na 3 stronach. Bibliografia obejmuje 61 pozycji w języku polskim i angielskim. Przedstawiony układ opracowania jest logiczny i bardzo przejrzysty.

Pierwszą autorką wszystkich artykułów naukowych stanowiących zbiór jest mgr inż. Justyna Paszkot. Trzy publikacje są trzyautorskie, a jedna dwuautorska. Na podstawie dołączonych oświadczeń współautorów publikacji wynika, że udział mgr inż. Justyny Paszkot w pracach wchodzących w zbiór jest znacząco duży; począwszy od współtworzenia koncepcji badań i planowaniu metodyki badań, poprzez przygotowanie brzeczek i piw, wykonanie konkretnych analiz, a skończywszy na analizie i interpretacji wyników badań oraz przygotowaniu manuskryptów.

Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Doktorantka we „Wprowadzeniu” zwróciła uwagę na aktualny trend w technologii żywności, związany z projektowaniem produktów spożywczych o dużej zawartości związków bioaktywnych, do których zaliczają się także związki o działaniu przeciwutleniającym. Doktorantka zwróciła uwagę, że składnikami przeciwutleniającymi piwa są związki fenolowe i melanoidyny, które odgrywają ważną rolę w kształtowaniu stabilności oksydacyjnej piwa. Następnie scharakteryzowała surowce do produkcji piwa. Na początku były to różne rodzaje sładów browarniczych (podstawowe i specjalne); omówiła ich rolę w kształtowaniu cech sensorycznych piw i potencjału przeciwutleniającego. Szczególną uwagę zwrócono tu na prozdrowotne

właściwości i budowę chemiczną melanoidyn i podobnie produktów reakcji Maillarda obecnych w ciemnych słodach. W następnej kolejności Doktorantka omówiła zastosowanie sładów ciemnych w procesie technologicznym, a szczególnie ich niekorzystny wpływ na zdolność fermentacyjną drożdży. Następnie omówiła związki fenolowe chmielu, a wśród nich, zwróciła uwagę na ksantohumol, związek o szczególnym działaniu biologicznym. Doktorantka przedstawiła strategie otrzymywania piw o zwiększonej zawartości tego związku. W dalszej części przedyskutowała wpływ fermentacji na aktywność przeciwutleniającą piw, związany ze zmianami zawartości i składu związków fenolowych w trakcie tego procesu. Aktualny stan wiedzy w zakresie tematyki badawczej rozprawy przedstawiono także we wstępie literaturowym poszczególnych publikacji wchodzących w skład zbioru.

Na podstawie treści zawartej w części teoretycznej pracy bardzo pozytywnie oceniam poziom zaawansowania wiedzy teoretycznej mgr inż. Justyny Paszkot z zakresu technologii żywności i żywienia w analizowanym obszarze. Świadczy to moim zdaniem o bardzo dobrym przygotowaniu Doktorantki do podjęcia badań naukowych.

W kolejnym rozdziale opracowania mgr inż. Justyna Paszkot sformułowała cel pracy oraz przedstawiła pięć hipotez badawczych, które są ściśle powiązane z poszczególnymi etapami badań. W celu weryfikacji postawionych hipotez, mgr inż. Justyna Paszkot przyjęła cele badawcze, które obejmowały ocenę wykorzystania sładów ciemnych i prażonych ziaren zbóż, dobór technologii produkcji i szczepów drożdży w kształtowaniu jakości piw ciemnych o podwyższonej zawartości związków fenolowych i aktywności przeciwutleniającej. Jasno sformułowano cel pracy i zakres pracy (cele szczegółowe), który obejmował przeprowadzenie czterech etapów badań: otrzymanie brzeczek z wykorzystaniem sładów ciemnych i prażonych ziaren zbóż, otrzymanie piw ciemnych o wysokiej zawartości ksantohumolu, dobór szczepu drożdży i ocena składu związków lotnych i cech sensorycznych piw.

W kolejnym rozdziale „Postępowanie eksperymentalne” mgr inż. Justyna Paszkot przedstawiła szczegółowy zakres prac badawczych. W tabelach 1 – 3 Doktorantka przedstawiła materiał badawczy, na który składają się cztery słody browarnicze (słód pilzneński, dwa słody czekoladowe i słód pszeniczny czekoladowy), prażone ziarna jęczmienia oraz sześć odmian chmielu. Materiałem biologicznym wykorzystywanym w tej pracy były 4 szczepy drożdży browarniczych. W Tabeli 4 zestawiono aparaturę badawczą stosowaną w metodach analitycznych. Metodyka badań została dokładnie opisana w poszczególnych publikacjach. W mojej ocenie badania przeprowadzono w

oparciu o bardzo szerokie spektrum analizowanych parametrów, stosując dobrze dobrane i nowoczesne metody m.in. wysokosprawna chromatografia cieczowa, chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas, co gwarantowało uzyskanie wiarygodnych wyników.

W rozdziale „Omówienie publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej” Doktorantka przedstawiła wyniki badań składających się na niniejszą dysertację. W I etapie zbadano wpływ stosowania słodów ciemnych i ziaren zbóż prażonych na jakość brzezki piwowarskiej (Publikacja 1). Stwierdzono, że 10% dodatek ciemnych słodów lub prażonych ziaren jęczmienia zwiększył zawartość związków fenolowych w brzezce piwnej, a tym samym przyczynił się do wzmocnienia potencjału przeciwutleniającego. Dodatek słodów ciemnych przyczynił się do zmian w składzie chemicznym brzezki, w tym do zmniejszenia zawartości cukrów redukujących i zwiększenia zawartości 5-hydroksymetylofurfuralu oraz całkowitej zawartości związków fenolowych. Wykazano także wzrost wartości wskaźnika brązowienia i aktywności przeciwutleniającej brzeczek eksperymentalnych. Na podstawie wyników analizy korelacji potwierdzono korzystny wpływ dodatku słodów ciemnych na poprawę aktywności przeciwutleniającej brzeczek.

W kolejnym etapie prac zbadano przebieg procesu technologicznego na właściwości przeciwutleniające piw ciemnych, a wyniki omówiono w publikacji 2. Wyniki tych badań są interesujące i znacząco poszerzają wiedzę na temat zmian profilu chemicznego piw ciemnych podczas zacierania brzezki, fermentacji, dofermentowania i leżakowania. Dodatkowo odmiana chmielu miała wpływ na zawartość związków fenolowych oraz potencjał przeciwutleniający produktu, który zmieniał się na poszczególnych etapach procesu technologicznego produkcji piwa. W rezultacie uzyskano piwa ciemne o całkowicie zredukowanej zawartości 5-hydroksymetylofurfuralu i imponująco wysokiej zawartości ksantohumolu i izoksantohumolu, kilkukrotnie wyższej od średniej zawartości tych związków w standardowych piwach. W trakcie obrony poproszę Doktorantkę o krótką dyskusję: Czy piwa otrzymane w badaniach z tak wysoką zawartością ksantohumolu i izoksantohumolu można zaliczyć do produktów prozdrowotnych? Ile piwa należałoby wypić, aby doświadczyć jego prozdrowotnego działania? Czy intensywne chmielenie to jedyny sposób na wzbogacenie piwa w te związki?

W publikacji 3 przedstawiono wyniki oceny piw jasnych i ciemnych w zależności od użytego szczepu drożdży piwowarskich. Zbadano profil węglowodanowy brzeczek i piw, zawartość etanolu i glicerolu w piwach, wartość pH, zawartość ekstraktu i stopień odfermentowania brzeczek i piw. W badaniach dokonano analizy zawartości związków fenolowych i aktywności antyoksydacyjnej

brzeczek i piw. Ciekawym aspektem niniejszych badań była ocena cech morfologicznych komórek drożdży. Potwierdzono wyższą całkowitą zawartość związków fenolowych i większy potencjał przeciwutleniający piw ciemnych niż piw jasnych. Na tym tle wyróżniały się piwa ciemne fermentowane przez drożdże *S. cerevisiae* var. *diastaticus*. Ze względu na zdolność tych drożdży do fermentacji dekstryn, piwa wyprodukowane z jego udziałem miały wyższą zawartość etanolu. Stwierdzono także wpływ słodów ciemnych na wielkość komórek drożdży w biomacie pofermentacyjnej. Zastosowanie ciemnej brzeczki zwiększało liczbę dużych komórek w biomacie drożdży *S. cerevisiae* kveik i zmniejszało ich liczbę w biomacie drożdży *S. pastorianus* dolnej fermentacji.

W ostatnim etapie prac mgr inż. Justyna Paszkot podjęła się identyfikacji związków lotnych piw ciemnych i jasnych fermentowanych różnymi szczepami drożdży. Wyniki badań opublikowano w artykule 4. Stwierdzono, że użyty szczep drożdży zastosowany w procesie fermentacji w większym stopniu niż skład słodu wpływał na profil składników lotnych piwa. Piwa fermentowane przez *S. cerevisiae* var. *diastaticus* wyróżniały się na tle innych piw wysoką zawartością związków lotnych. Przeprowadzona analiza sensoryczna piw wykazała, że najważniejszymi cechami różnicującymi piwa był kwaśny smak oraz karmelowy i prażony aromat, który korelował z intensywnością barwy piwa.

Podsumowując, piwa ciemne fermentowane drożdżami niekonwencjonalnymi miały ciekawą charakterystykę zawartości i profilu związków lotnych. W trakcie obrony poproszę Doktorantkę o krótką dyskusję: Czy pomimo powszechnie znanych negatywnych cech technologicznych tych drożdży tj. nadawanie piwu fenolowego posmaku i braku zdolności flokulacyjnych zasadne byłoby szersze (np. przemysłowe) zastosowanie tych szczepów do produkcji piw ciemnych o wysokim potencjale antyoksydacyjnym ?

Pracę kończą dwa rozdziały; pierwszy przedstawia podsumowanie, a drugi wnioski końcowe. W mojej ocenie są one poprawnie sformułowane, w pełne uzasadnione i mają silną podstawę w przedstawionych wynikach z toku pracy. Doktorantka nie skomentowała, czy wyniki pozwalają na weryfikację postawionych hipotez. W trakcie obrony proszę o uzupełnienie tego podsumowania.

Rozprawa została przygotowana starannie pod względem redakcyjnym; w tekście znajdują się nieliczne błędy literowe lub interpunkcyjne. Przedstawione uwagi nie umniejszają wartości naukowej pracy.

Podsumowując, w swojej rozprawie mgr inż. Justyna Paszkot podjęła bardzo interesujących problem badawczy dotyczący projektowania piw ciemnych o wysokim potencjale przeciwutleniającym. Wyniki badań zawarte w rozprawie potwierdzają duże korzyści wynikające ze stosowania słołów ciemnych przy jednoczesnym wykorzystaniu odpowiedniego szczepu drożdży do produkcji piw o wysokiej aktywności przeciwutleniającej. W mojej ocenie, Doktorantka przedstawiła oryginalne rozwiązanie problemu naukowego o dużym potencjale aplikacyjnym.

Opublikowanie wyników badań w wysoko punktowanych czasopismach naukowych uznaję za świadectwo bardzo dobrego poziomu merytorycznego prowadzonych badań, ich poprawności metodycznej i wysokiego poziomu merytorycznej dyskusji. Zaprezentowany zbiór publikacji z badań do rozprawy doktorskiej wnosi istotny wkład poznawczy i aplikacyjny do nauki w dyscyplinie technologia żywności i żywienia. W mojej ocenie rozprawa doktorska świadczy o umiejętnościach mgr inż. Justyny Paszkot do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej od sformułowania problemu, hipotez i celów badawczych poprzez ich realizację w odpowiednio dobranych eksperymentach aż po syntetyczne wnioski.

Podsumowanie

Recenzowana praca doktorska stanowi spójny tematycznie zbiór czterech oryginalnych publikacji naukowych. Jest to niewątpliwie rozwiązanie problemu naukowego, a uzyskane wyniki należy uznać za oryginalne i wartościowe, które w znaczący sposób poszerzają wiedzę na temat potencjału przeciwutleniającego piw ciemnych i możliwości zastosowania różnych ras drożdży piwowarskich do kształtowania tego działania. Mgr inż. Justyna Paszkot udowodniła, że posiada szeroką wiedzę w poruszanej tematyce i jest dobrze przygotowana do prowadzenia pracy naukowo-badawczej.

Rozprawa doktorska pt. „Projektowanie piw ciemnych o wysokim potencjale antyoksydacyjnym” spełnia warunki określone w art. 187 ust. 1 - 4 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 poz.1668 ze zm.). W związku z powyższym składam do Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu wniosek o dopuszczenie mgr inż. Justyny Paszkot do dalszych etapów przewodu doktorskiego.