

dr hab. Jolanta Mierzejewska, prof. uczelni
Katedra Biotechnologii Środków Leczniczych i Kosmetyków
Wydział Chemiczny
Politechnika Warszawska
ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
email: jolanta.mierzejewska@pw.edu.pl

Warszawa, 14.08.2023

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Dawida Dygasa

**pt. *NOWE WYSOKOBIAŁKOWE KOMPONENTY PASZOWE OTRZYMANE PRZEZ
WALORYZACJĘ BIOMASY ODPADOWEJ***

wykonanej pod kierunkiem Pani Promotor dr hab. inż. Joanny Berłowskiej, profesor uczelni
w Politechnice Łódzkiej na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności.

Podstawą do sporządzenia recenzji jest powołanie na recenzenta rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Dawida Dygasa przez Radę do Spraw Stopni Naukowych w dyscyplinach nauki chemiczne, inżynieria chemiczna, technologia żywności i żywienia Politechniki Łódzkiej Uchwałą nr 67/2023 z dnia 20 czerwca 2023 r.

Doktorat realizowany był zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2018 poz. 1668) w zakresie dziedziny nauk rolniczych, w dyscyplinie naukowej technologia żywności i żywienia.

PODSTAWOWE INFORMACJE O KANDYDACIE DO STOPNIA NAUKOWEGO DOKTORA

Pan Dawid Dygas uzyskał tytuł zawodowy magistra na kierunku biotechnologia w specjalności technologia fermentacji i mikrobiologia techniczna w Politechnice Łódzkiej na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności w dniu 5 września 2019 r.

Zgodnie z oświadczeniem Kandydata z dnia 31.05.2023 r., dołączonym do dokumentacji wraz z rozprawą doktorską, Kandydat nie ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie naukowej technologia żywności i żywienia. Pan Dawid Dygas realizował pracę doktorską oraz kształcił się w ramach Interdyscyplinarnej Szkoły Doktorskiej w Politechnice Łódzkiej w latach 2019–2023.

TEMATYKA I STRUKTURA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Dawida Dygasa pt. *Nowe wysokobiałkowe komponenty paszowe otrzymane przez waloryzację biomasy odpadowej* to spójny zbiór pięciu wieloautorskich oryginalnych prac badawczych napisanych w języku angielskim i opublikowanych w czasopismach naukowych uwzględnionych w *wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych* Ministerstwa Edukacji i Nauki z dnia 17 lipca 2023 r:

[P1] Dawid Dygas, Szymon Nowak, Joanna Olszewska, Monika Szymańska, Marta Mroczyńska-Florczak, Joanna Berłowska, Piotr Dziugan and Dorota Kręgiel. *Ability of Yeast Metabolic Activity to Reduce Sugars and Stabilize Betalains in Red Beet Juice*. *Fermentation*, 2021, 7 (3): 1–14. <https://doi.org/10.3390/fermentation7030105>.

[P2] Dawid Dygas and Joanna Berłowska. *Sugar Beet Processing Waste as a Substrate for Yeast Protein Production for Livestock Feed*. *BioResources*, 2023, 18 (3): 4458–74. <https://doi.org/10.15376/biores.18.3.4458-4474>.

[P3] Dawid Dygas, Dorota Kręgiel and Joanna Berłowska. *Sugar Beet Pulp as a Biorefinery Substrate for Designing Feed*. *Molecules*, 2023, 28 (5). <https://doi.org/10.3390/molecules28052064>.

[P4] Dygas Dawid, Paulina Janicka, Joanna Berłowska, and Dorota Kręgiel. *Conventional and Unconventional Yeasts Able to Grow on Rapeseed Meal Hydrolysates*. *BioResources*, 2022, 17 (2): 3082–94. <https://doi.org/10.15376/biores.17.2.3082-3094>.

[P5] Dygas Dawid, Wiktoria Liszkowska, Aleksandra Steglińska, Michael Sulyok, Dorota Kręgiel and Joanna Berłowska. *Rapeseed Meal Waste Biomass as a Single-Cell Protein Substrate for Nutritionally-Enhanced Feed Components*. *Processes* 2023, 11 (5): 1556. <https://doi.org/10.3390/pr11051556>.

Wybór tematyki badawczej jest właściwie uzasadniony poprzez aspekty ekonomiczne, ekologiczne i społeczne, które wymuszają potrzebę zrównoważonego rozwoju gospodarczego zapewniającego zamknięty obieg cennych surowców naturalnych i ograniczenie wytwarzania odpadów. Przemysł rolno-spożywczy generuje ogromne ilości odpadowej biomasy roślinnej typu wytloki warzywne, wytloki owocowe, śrutę roślin olejodajnych, czy słomę, które po odpowiedniej obróbce mogą stanowić m. in. wartościowy dodatek do pasz lub surowiec do produkcji energii. Od wielu lat opracowywane są i udoskonalane mikrobiologiczne metody waloryzacji tych odpadów, jednakże nadal nie są one wystarczająco wydajne, więc istnieje potrzeba dalszych działań w tym zakresie. Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr. inż. Dawida Dygasa również wpisuje się w ten obszar badawczy, i dotyczy doboru odpowiednich szczepów drożdży konwencjonalnych i niekonwencjonalnych oraz warunków przetworzenia wytlóków buraczanych i śruty z nasion rzepaku w wysokobiałkowe dodatki do pasz. Warto tutaj też zwrócić uwagę, że w dysertacji na str. 24 znalazła się informacja, o tym iż *Prace badawcze podejmowane w ramach prezentowanej doktorskiej miały charakter aplikacyjny, a ich zakres wynikał z potrzeb formułowanych przez Partnerów przemysłowych oraz w ramach projektów naukowych*. Co bezpośrednio przemawia za tym, że Kandydat podjął się rozwiązania oryginalnego problemu badawczego.

Do rozprawy doktorskiej dołączone zostały oświadczenia Kandydata do stopnia doktora, Pana Dawida Dygasa, i współautorów o ich indywidualnym udziale w realizacji prac naukowych. Odnośnie [P2–P5] w dysertacji umieszczone są oświadczenia wszystkich współautorów, natomiast w przypadku [P1] oświadczenia pięciu współautorów z ośmiu. Brakujące oświadczenia trzech współautorów [P1] w ich imieniu wypełnił Kandydat, a Pani Promotor rozprawy, dr hab. inż. Joanna Berłowska, profesor uczelni, potwierdziła udział jednostkowy w tych publikacjach oraz to, że nie udało się skontaktować z tymi osobami. Na podstawie oświadczeń Kandydata i współautorów o ich indywidualnym udziale w realizacji prac naukowych [P1–P5] będących podstawą niniejszej dysertacji stwierdzam, że Kandydat miał wiodący udział w pracach badawczych, w ich opisywaniu i przygotowywaniu manuskryptów do publikacji.

Z obowiązku recenzenta pragnę podzielić się swoimi wątpliwościami dotyczącymi słuszności tego, że Kandydat napisał trzy oświadczenia dotyczące [P1] podając dane osobowe trzech współautorów (nie własne) i oświadczając w pierwszej osobie używając sformułowań: *Oświadczam, że w pracy (...) mój udział polegał na (...). Swój udział w artykule oceniam na (...)*. W mojej opinii w tych trzech oświadczeniach powinno być wyraźnie wskazane, że Kandydat oświadcza w imieniu współautorów, a nie własnym.

Rozprawa doktorska ma następujący układ redakcyjny: strona tytułowa (tytuł w języku polskim i języku angielskim), strona z podziękowaniami, Słowa kluczowe w j. polskim i j. angielskim, Spis treści, Wykaz publikacji stanowiących podstawy rozprawy doktorskiej, *Biografia, Geneza i cel pracy* (str. 7–21), *Zakres pracy* (str. 22–25), *Omówienie osiągnięć badawczych* (str. 26–38), *Podsumowanie i wnioski* (str. 39–41), *Bibliografia* (str. 42–54; 129 ref.), *Streszczenie* (str. 55–56), *Summary* (str. 56–57), *Kopie artykułów naukowych* (str. 59–131), *Oświadczenia współautorów publikacji* (str. 132–149), *Inne osiągnięcia naukowe* (str. 150–153). Struktura redakcyjna rozprawy jest przejrzysta i prawidłowa.

Rozprawa jest generalnie starannie przygotowana, aczkolwiek wyłapałam kilka niedociągnięć. Po pierwsze do kopii [P3] nie dołączono *Supplementary Materials*, które stanowią integralną część tej publikacji. Po drugie pojawiły się błędy językowe typu: *Ponadto recykling składników odżywczych i odzyskiwanie energii są w większości przypadków priorytetowe w stosunku do recyklingu materiałów stosowanych do produkcji chemiczne.* (str. 15); *przy zastosowaniu zróżnicowanego stężenia preparatów enzymatycznych* (str. 22); *Uzyskane wyniki zawarto w publikacji opublikowano w dwóch artykułach: Dygas, D. et al. (2022)* (str. 24, wymieniono jedną publikację); *akrylamidazy walinowej* (str. 27, powinno być *arylamidazy walinowej*); *Zastosowane metody analityczne, szczegółowe wyniki, ich omówienie oraz dyskusje przedstawiono w następujących publikacjach: Publikacja 2* (str. 31, wymieniono tylko jedną publikację); *odnotowano dla prób zwierających* (str. 34). Wskazane przeze mnie niedociągnięcia językowe nie mają wpływu na zawartość merytoryczną pracy.

ZAWARTOŚĆ MERYTORYCZNA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Przechodząc do oceny zawartości merytorycznej dysertacji, to stwierdzam, że w rozdziale *Geneza i cel pracy* oraz w rozdziałach wstępnych w pięciu pracach naukowych [P1–P5] stanowiących rdzeń ocenianej rozprawy doktorskiej Kandydat w sposób wyczerpujący przedstawił aktualny stan wiedzy naukowej w obszarze prowadzonych przez niego badań w zakresie waloryzacji odpadowej biomasy roślinnej. Przedstawił dostępne informacje na temat mikrobiologicznego przetwarzania wybranych odpadów rolno-spożywczych pod kątem wzbogacania ich w białka mikrobiologiczne tzw. SCP (skrót od ang. *single cel proteins*) ze szczególnym naciskiem na drożdże. Kandydat omówił również korzyści płynące z zastosowania białek drożdżowych i biomasy roślinnej przerośniętej przez drożdże jako dodatków paszowych. Natomiast zauważyłam, że nie pojawiły się informacje dotyczące ewentualnych ograniczeń w stosowaniu SCP. Tutaj moje pytanie do Kandydata: Czy nie ma żadnych obostrzeń dotyczących użycia SCP jako dodatków do pasz?

W mojej ocenie Kandydat we właściwy sposób dobrał odniesienia literaturowe i oddają one aktualny stan wiedzy w obszarze prowadzonych przez Niego badań, gdyż w rozdziale *Bibliografia* spośród 129 referencji, 82 to publikacje z ostatnich pięciu lat (2017–...). Większość tych odnośników literaturowych Kandydat również wykorzystał w publikacjach naukowych [P1–P5].

Cele pracy doktorskiej zostały jasno sformułowane zarówno w poszczególnych publikacjach [P1–P5] jak i w rozdziale *Geneza i cel pracy* oraz zaprezentowane na schemacie 3 (str. 23). Na marginesie, to bardzo dobry pomysł, aby graficznie przedstawić zaplanowane zadania badawcze, ale niestety w schemacie 3 są w rażące błędy edytorskie typu: *po hydrolizei*, *temepreatura* itp. Głównym założeniem przeprowadzonych badań było opracowanie wydajnej metody waloryzacji wytlóków buraczanych i śruty rzepakowej, dwóch kluczowych odpadów przemysłu spożywczego w Polsce, pod kątem ich wykorzystania jako dodatku do pasz. Badania

zostały tak ukierunkowane, aby wyselekcjonować odpowiednie szczepy drożdży, które będą wykorzystywać efektywnie organiczne źródła węgla obecne w odpadowej biomacie roślinnej. Ponadto, testowano różne warunki wstępnej hydrolizy enzymatycznej odpadów, aby uwolnić z nich m.in. cukry proste, które następnie mogły być metabolizowane przez drożdże. Przeprowadzone badania zostały udokumentowane w publikacjach [P1–P5] będących zamkniętymi etapami, które pozwolę sobie omówić z osobna.

W pierwszym etapie, opisanym w [P1], Kandydat podjął się zadania scharakteryzowania ośmiu szczepów drożdży ze szczególnym naciskiem na zbadanie ich zdolności asymilacji różnych źródeł węgla i zewnątrzkomórkowej aktywności enzymatycznej. Na podstawie tych analiz Kandydat wytypował drożdże, które mogłyby być użyteczne w dalszych badaniach dotyczących fermentacji wyłoków buraczanych i śruty rzepakowej. Co do metodyki nie mam zastrzeżeń, gdyż były to rutynowo stosowane testy m.in. API 20 C AUX. Proszę tylko Kandydata o doprecyzowanie, co miało oznaczać sformułowanie, które pojawiło się w podrozdziale 2.1 [P1]: *In the case of the strong fermentative yeasts, raw beet juice was used without any heat treatment* (W przypadku drożdży silnie fermentujących zastosowano surowy sok buraczany bez obróbki cieplnej)? Które szczepy zostały wprowadzone do wysterylizowanego soku buraczanego, a które do niesterylizowanego?

Odnosnie wyników przeprowadzonych badań i opisanych w [P1], jest kilka niejasnych dla mnie kwestii wymagających przedyskutowania. Po pierwsze, wśród szczepów metabolizujących ksylozę były dwa *Saccharomyces cerevisiae* TT i Tokay. Jest to dla mnie zastanawiające, gdyż gatunek *S. cerevisiae* nie ma takich zdolności. Nasuwa się więc pytanie, czy te dwa szczepy były modyfikowane genetycznie lub są hybrydami? Po drugie, testowane były też trzy szczepy z kolekcji NCYC (National Collection of Yeast Cultures, UK), których zdolności asymilacyjne różnych źródeł węgla są opisane w ogólnodostępnych materiałach kolekcji. Zauważyłam pewne rozbieżności między uzyskanymi wynikami przedstawionymi w [P1], a danymi z kolekcji NCYC. W [P1] wykazano, że szczep *Kluyveromyces marxianus* NCYC179 nie asymiluje rafinozy, podczas gdy w opisie kolekcji jest informacja o zdolności tego szczepu do wzrostu na tym źródle węgla. Odwrotna sytuacja dotyczy wzrostu szczepu *Scheffersomyces stipitidis* NCYC1541 na rafinozie. Natomiast, w przypadku *Metschnikowia pulcherrima* NCYC747 w [P1] zaobserwowano, że szczep ten nie asymiluje ksylozy, co nie jest zgodne z informacjami kolekcji. W dysertacji nie zwrócono uwagi na te rozbieżności, dlatego proszę Kandydata o ich skomentowanie. Ponadto, nie jestem przekonana co do słuszności stwierdzenia (str. 26 dysertacji) *Na podstawie przeprowadzonych badań potwierdzono, że drożdże konwencjonalne wykazują szeroką zdolność asymilacyjną względem różnych źródeł węgla*, gdyż raczej to drożdże niekonwencjonalne wykazują takie cechy metaboliczne. Również podane odniesienie do publikacji Dai et al. 2018 tego wniosku nie potwierdza. Czy Kandydat mógłby wyjaśnić jakie drożdże konwencjonalne ma na myśli i podać argumenty potwierdzające wyciągnięte wnioski?

W [P1] oprócz scharakteryzowania aktywności metabolicznej ośmiu szczepów zbadano również ich potencjał pod kątem efektywności fermentacji cukrów obecnych w soku buraczanym. Na podstawie informacji zawartych w rozdziale 4. *Zakres pracy* dysertacji wnioskuję, że ta część badań nie została włączona do doktoratu, w związku z tym powstrzymam się od jej oceny.

W drugim etapie badań opisanych w [P2] i [P3] opracowano warunki przygotowania wysłodków buraka cukrowego do fermentacji z wybranymi szczepami drożdży. Przetestowano biomasę roślinną o różnym stopniu uwodnienia oraz dodatek komercyjnie dostępnych

preparatów enzymatycznych o różnym stężeniu pod kątem wydajności hydrolizy biomasy i uwalniania z niej cukrów.

W [P2] testowano 11 szczepów drożdży, z których 4 (*M. pulcherrima* NCYC 747, *S. stipitis* NCYC1541, *S. cerevisiae* TT, *S. cerevisiae* Ethanol Red) były wcześniej scharakteryzowane metabolicznie w [P1]. Do hydrolizy wysłodków buraka cukrowego zastosowano dwa preparaty enzymatyczne Viscozyme® L i UltraFlo® w proporcji 0,5 mL/10 g suchej biomasy. Metodyka badawcza została poprawnie zastosowana, ale zauważyłam kilka niejasności w jej opisie. Po pierwsze założono, że po wstępnej 4-h hydrolizie w optymalnej dla enzymów temperaturze 50°C, enzymy te będą dalej aktywne w etapie fermentacji w temperaturze pokojowej, ok. 21°C. Skąd takie założenie? Czy znana jest aktywność tych preparatów enzymatycznych w takich warunkach? Czy sprawdzono, że badane szczepy drożdży nie wydzielają proteaz hydrolizujących te enzymy? Drugim założeniem wstępnym było też, że drożdże produkują enzymy, które będą również hydrolizować biomasę roślinną. Proszę Kandydata o doprecyzowanie, jakie enzymy? Biorąc pod uwagę wymienione przeze mnie wątpliwości zastanawiam się, czy rzeczywiście opracowany sposób waloryzacji wysłodków buraczanych można nazwać jednoczesnym scukrzaniem i fermentacją (SSF, od ang. *simultaneous saccharification and fermentation*). Brakuje informacji w jaki sposób zaszczepiano wstępnie zhydrolizowane wysłodki buraczane drożdżami. Nie wiadomo co było inokulum, czy np. kolonie drożdży pobrane z pożywki agarowej, czy zawiesina komórek w pożywce płynnej? Jeśli to drugie, to jakie objętości zawiesin drożdżowych dodawano do hydrolizatów? Nie jest dla mnie również zrozumiałe, co było próbą kontrolną w eksperymencie przedstawionym w tabeli 5 [P2]. Skoro *A non-fermented sample was used as the control* (Jako kontrolę zastosowano próbkę niefermentowaną), to dlaczego wykazywała tak wysokie wartości CFU/mL? Odnośnie wyników i wniosków z nich wyciągniętych nie mam uwag. Badania opisane w [P2] pozwoliły na wytypowanie szczepów drożdży oraz warunków procesowych, które umożliwiły zwiększenie wartości odżywczej wysłodków buraczanych, w kontekście użycia jako paszy, poprzez obniżenie zawartości włókniaka i wzbogacenie w białko.

W następnym etapie doktoratu, Kandydat kontynuował badania pod kątem optymalizacji warunków hydrolizy wysłodków buraczanych, ze szczególnym naciskiem na zastosowanie różnych stężeń preparatów enzymatycznych. Wstępnie zhydrolizowane wysłodki były następnie poddawane fermentacji z udziałem 10 szczepów drożdży, które wcześniej wykorzystywano też w badaniach przedstawionych w [P2]. Tutaj zrezygnowano z jednego szczepu *Candida humicola*. Opisane w [P3] warunki hydrolizy i fermentacji pozwoliły jeszcze poprawić właściwości odżywcze odpadowej biomasy roślinnej i zwiększyć szansę na zastosowanie tego sposobu w praktyce. W trakcie czytania [P3] nasunęło mi się kilka wątpliwości i pytań. Po pierwsze, podobnie jak w [P2] nie wiadomo co było inokulum (kolonie drożdży?, zawiesiny komórkowe?). Po drugie, po zaszczepieniu hydrolizatów gęstość optyczna była standaryzowana w zakresie 2–3 McF. Zastanawiam się, czy obecne w hydrolizatach cząstki stałe nie zaburzały istotnie tych pomiarów? Ponadto, czy to oznacza, że początkowe objętości hodowli mogły być istotnie różne w poszczególnych wariantach i czy to zostało uwzględnione w analizach zawartości poszczególnych składników w hydrolizatach przed fermentacją jak i po fermentacji? Zauważyłam, że inny zakres stężeń glukozy został podany w tabeli 1 [P3] dla próbek po hydrolizie niż w komentarzu wyników (13,03–17,28 g/L vs 11,26–16,82 g/L). Które wartości są prawidłowe? Proszę także o doprecyzowanie co było próbą kontrolną do eksperymentu przedstawionego w tabeli 2 oraz w tabeli 3 [P3]. W komentarzu

do wyników przedstawionych w tabeli 2 [P3] pojawiła konkluzja *Reducing the dose of enzyme used for hydrolysis resulted in lower sugar content and reduced yeast growth* (Zmniejszenie dawki enzymu stosowanego do hydrolizy skutkowało niższą zawartością cukru i ograniczeniem wzrostu drożdży). Nie mogę w pełni zgodzić się z tym wnioskiem, gdyż np. w hodowlach *Y. lipolytica*, *M. pulcherrima* oraz dwóch szczepów *C. utilis* i jednego szczepu *S. cerevisiae* osiągnięto najwyższe stężenia żywych komórek (CFU/mL) w hydrolizatach traktowanych najmniejszą porcją enzymów (0,125 mL/10 g suchej masy). W opisie figury 3 [P3] jest informacja, że *The results were adjusted to exclude influence of enzyme preparations* (Wyniki skorygowano tak, aby wykluczyć wpływ preparatów enzymatycznych). Proszę o wyjaśnienie na czym to polegało?

Drugi odpad z przetwórstwa spożywczego, który był obiektem badań w ramach ocenianej pracy doktorskiej, to śruta rzepakowa. Przy zastosowaniu dwóch komercyjnych preparatów enzymatycznych Rohament® PL i Rohapect® PTE wstępnie hydrolizowano przez 4 h biomasę roślinną w temperaturze optymalnej dla aktywności enzymów. Następnie hydrolizaty zaszczepiano różnymi drożdżami i prowadzono proces fermentacji. Po zakończeniu bioprocessu oznaczano w biomasie m.in. zawartość białka, profil aminokwasowy, zawartość włókniaka, zawartość flawonoidów oraz liczbę żywych komórek drożdży (CFU/mL). Efektem tych działań było opracowanie sposobu waloryzacji śruty rzepakowej pod kątem zastosowania jej w żywieniu zwierząt. Badania zostały opisane w [P4] i [P5]. Nie mam zastrzeżeń do metodyki i wniosków wyciągniętych z osiągniętych wyników. Natomiast po wnikliwym zapoznaniu się z tymi publikacjami nasunęło mi się kilka pytań do Kandydata.

Odnosnie [P4], to budzi moje wątpliwość wzór (1): $LL (\%) = \Delta m / M$, jeśli Δm to różnica w masie próbki przed i po hydrolizie (g), a M to masa próbki pierwotnej (g), to skąd wynik końcowy ma być wyrażony w %? Zastanawiający jest dla mnie również opis procedury oznaczania zawartości węglowodanów. Czy zawartość monosacharydów oznaczano rzeczywiście w lizatach z komórek drożdży, czy raczej w lizatach z drożdży wraz z podłożem hodowlanym? A może tylko w cieczy pohodowlanej? W komentarzu do wyników przedstawionych w tabeli 5 [P4] pojawiła się informacja o dwóch zawiesinach o stężeniach 12,5% i 15%. Na podstawie opisu ich przygotowania mam wątpliwości, czy te wartości stężeń są poprawnie wyliczone, wg mnie powinno być odpowiednio 12,2% i 14,2%.

W badaniach opisanych w [P4] i [P5] założono, że po wstępnej hydrolizie śruty rzepakowej i zaszczepieniu drożdżami, proces był prowadzony w trybie SSF. Podobnie jak w przypadku [P2] i [P3] nie jestem przekonana co do słuszności tego założenia. Wynika to z tego, że nie ma podanych informacji dotyczących tego, czy preparaty Rohament® PL i Rohapect® PTE, są aktywne w warunkach prowadzonego bioprocessu. Ponadto skąd pewność, że drożdże nie inaktywują ich np. poprzez wydzielanie proteaz do środowiska?

Pomimo moich uwag, które wynikają z chęci pełnego zrozumienia metodyki badawczej jak i oceny osiągniętych wyników, uważam, że praca doktorska ma wysoką wartość naukową i praktyczną. Liczę, że moje wątpliwości, które opisałam powyżej zostaną rozwiane przez Kandydata w trakcie obrony publicznej.

Podsumowując ocenę rozprawy doktorskiej warto podkreślić, że praca doktorska mgr. inż. Dawida Dygasa nie tylko była ukierunkowana na charakterystykę aktywności metabolicznej szeregu szczepów drożdżowych konwencjonalnych i niekonwencjonalnych, ale także ustalenie warunków wstępnej hydrolizy odpadowej biomasy roślinnej (wytłoków buraków cukrowych i śruty rzepakowej) oraz przeprowadzenie fermentacji i ocenę wartości odżywczej. Rozprawa doktorska mgra Dawida Dygasa jest bardzo dobrym przykładem pracy

badawczej łączącej zarówno aspekt naukowy jak i praktyczny. W efekcie udało się uzyskać ciekawe nowe informacje w obszarze zastosowania mikrobiologicznej waloryzacji odpadów przemysłu spożywczego pod kątem wykorzystania ich w żywieniu zwierząt, a tym samym poszerzyć wiedzę w dziedzinie nauk rolniczych w zakresie dyscypliny naukowej technologia żywności i żywienia.

OCENA CAŁOKSZTAŁTU PRACY NAUKOWEJ DOKTORANTA

Dorobek naukowy mgr. inż. Dawida Dygasa jest w mojej opinii bardzo dobry na tym etapie kariery naukowca. Oprócz 5 publikacji oryginalnych prac badawczych ujętych w dysertacji [P1–P5], Pan Dawid Dygas jest współautorem jeszcze 1 publikacji w czasopiśmie *Processes* z listy JCR, 4 wystąpień na konferencjach krajowych i 2 wystąpień na konferencjach międzynarodowych oraz był wykonawcą w dwóch projektach badawczo-rozwojowych. Ponadto Kandydat został nagrodzony za trzy wystąpienia na konferencjach krajowych oraz był stypendystą trzech programów realizowanych w Politechnice Łódzkiej. Warto też wspomnieć, iż Pan Dawid Dygat był zaangażowany w prace licznych gremiów działających głównie na rzecz doktorantów Politechniki Łódzkiej (np. Przewodniczący Samorządu Doktorantów, Członek Komitetu Organizacyjnego Ogólnopolskiej Konferencji Krajowej Reprezentacji Doktorantów w Łodzi w 2023) i nie tylko (np. Członek honorowy Studenckiego Koła Naukowego Biotechnologów FERMENT).

WNIOSEK KOŃCOWY

Podsumowując, przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska prezentuje wiedzę teoretyczną mgr. inż. Dawida Dygasa w zakresie dziedziny nauk rolniczych, w dyscyplinie naukowej technologia żywności i żywienia oraz Jego umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Dysertacja wnosi istotny wkład w poznanie możliwości waloryzacji biomasy roślinnej, będącej odpadem z przetwórstwa spożywczego buraków cukrowych i nasion rzepaku, pod kątem wykorzystania jej jako dodatku do pasz.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska odpowiada wymogom formalnym stawianym rozprawom doktorskim określonym w Ustawie *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 r., w związku z tym **wnioskuje** do Rady do Spraw Stopni Naukowych w dyscyplinach nauki chemiczne, inżynieria chemiczna, technologia żywności i żywienia Politechniki Łódzkiej **o dopuszczenie mgr. inż. Dawida Dygasa do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

Jolanta Miśrejewska