

Koszalin, dnia 30 maja 2021 roku

dr hab. inż. Joanna Piepiórka-Stepuk,
prof. Politechniki Koszalińskiej
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego
Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska
ul. Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Marcina Natoniewskiego

pod tytułem

**„WPŁYW WARUNKÓW SŁODOWANIA ZIARNA JĘCZMIENIA BROWARNEGO
NA WYBRANE PARAMETRY SŁODU I BRZECZKI PIWNEJ”**

wykonanej na Wydziale Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
w Katedrze Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz
pod kierunkiem dra hab. inż. Leszka Rydzaka
oraz promotora pomocniczego dra hab. inż. Tomasza Guza

Opracowanie oceny jest uzasadnione uchwałą Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 9 kwietnia 2021 roku o powierzeniu recenzji rozprawy doktorskiej oraz umową o dzieło nr RD IM/531/2/2021 zawartą z Uniwersytetem Przyrodniczym w Lublinie, reprezentowanym przez prorektora ds. kadr, prof. dr hab. inż. Andrzeja Marczuka i dziekana Wydziału Inżynierii Produkcji, prof. dr hab. inż. Dariusza Andrejko.

Kryteria formalno-prawne:

Ocenę wykonano w oparciu o:

- Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki ze zm. (Dz. U. z 2017 r., poz. 1789);
- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 r., poz. 261).

Oświadczenie:

Oświadczam, że nie posiadam wspólnego dorobku publikacyjnego oraz wspólnych prac badawczych z mgrem inż. Marcinem Natoniewskim.

Recenzję sporządzono na podstawie maszynopisu pracy doktorskiej pt.: „Wpływ warunków słodowania ziarna jęczmienia browarnego na wybrane parametry słodu i brzeczki piwnej” wraz ze streszczeniami w języku polskim i angielskim.

Ocena tematyki, celu i zakresu rozprawy

Tematyka rozprawy doktorskiej mieści się w naukach rolniczych, w dyscyplinie inżynieria rolnicza i dotyczy techniki i technologii produkcji słodu, będącego niezbędnym surowcem do wytwarzania piwa. Na proces słodowania składa się kilka etapów: czyszczenie ziarna, jego moczenie i kiełkowanie, susze-

nie (ewentualnie prażenie) oraz odkiełkowanie. Pomimo iż historia słodownictwa sięga czasów starożytnych, to główne założenia i kryteria tego procesu pozostały takie same. Na przestrzeni lat zmieniały się natomiast trendy techniczne i technologiczne, których głównym celem było osiągnięcie lepszych ilościowo i jakościowo efektów, w krótszym czasie i przy obniżonych nakładach pracy. Stąd podjęcie przez mgra inż. Marcina Natoniewskiego badań dotyczących określenia wpływu warunków impregnowania i słodowania ziarna jęczmienia browarnego na wybrane parametry słodu i brzeczki przedniej, z punktu widzenia naukowego i praktycznego, są ważne dla rozwoju techniki i technologii produkcji słodu i piwa. Szczególnie interesująca jest propozycja wykorzystania próżni na etapie moczenia ziarna jęczmienia, przed etapem kiełkowania. Technika próżniowej impregnacji (nasywanie surowca odpowiednimi roztworami o działaniu inicjującym lub inhibującym określone procesy biochemiczne), jak do tej pory, główne zastosowanie znalazła w przetwórstwie mięsnym (masownice próżniowe) i owocowo-warzywnym. Podstawowym założeniem wykorzystania tej technologii jest poprawa tekstury, wyglądu (np. barwy) i innych parametrów jakościowych produktu. Próżniowe namaczanie znalazło zastosowanie również w obszarze przetwórstwa zbożowo-młynarskiego, celem nadania ziarnom zbóż określonych właściwości fizycznych, ułatwiających ich przemiał i decydujących o jakości otrzymywanych produktów przemiału. Natomiast zastosowanie próżni w procesie słodowania ziarna jest nowością, co podkreśla ważność podjętej tematyki badawczej przez Doktoranta dla rozwoju tej gałęzi przemysłu spożywczego.

Tytuł rozprawy określa podjętą problematykę badawczą i znajduje odbicie w przeprowadzonych badaniach, celu i treści pracy. Na podstawie dokonanej analizy literatury Doktorant sformułował naukowy cel badań brzmiący cyt.: „...**określenie wpływu różnych metod przygotowania jęczmienia do produkcji słodu oraz różnych warunków słodowania na zmiany wartości wybranych parametrów brzeczki piwnej i słodu**” a następnie sformułował problemy naukowe, cyt.:

1. „**Jaki wpływ na szybkość zmian wilgotności końcowej ziarna jęczmienia różnych odmian wywiera impregnacja próżniowa prowadzona w różnych warunkach?**”
2. „**Czy wstępna impregnacja próżniowa, temperatura oraz czas słodowania ziarna jęczmienia różnych odmian wpływają na wybrane cechy jakościowe słodu i brzeczki piwnej?**”

Sformułowane problemy naukowe są zgodne z dalszą częścią rozprawy doktorskiej.

Zakres pracy obejmuje analizę literatury tematu, opracowanie programu badawczego oraz przyjęcie metod badawczych i realizację badań, umożliwiających rozwiązanie postawionych problemów naukowych. Zakres badań został jednoznacznie sprecyzowany. Doktorant zaproponował przeprowadzenie badań mających na celu określenie:

1. wpływu sposobu nawilżania ziarna jęczmienia na jego wilgotność końcową;
2. zmian masy 1000 ziaren jęczmienia i wytworzonych sładów;
3. zmian pH, ekstraktu i współczynnika lepkości dynamicznej brzeczki kongresowych (przy czym pomiary ekstraktu wykonywał trzema metodami, z założeniem ich porównania, co stanowi wartość dodaną do pracy);
4. zmian rozluźnienia słodu.

Uzyskane wyniki poddał wieloczynnikowej analizie wariancji (ANOVA).

Zaproponowane zestawienie stanowi spójną i logiczną całość tej części pracy.

Uwagi:

1. W odniesieniu do problemu naukowego nr. 1. nasuwają się wątpliwości, co do poprawności jego sformułowania. Mianowicie, z fizycznego punktu widzenia nie jest możliwe badanie „szybkości zmian wilgotności końcowej”, gdyż wilgotność końcowa jest jedna – w tym przypadku 42%. Można natomiast określić kinetykę zmian wilgotności ziarna lub czas namaczania potrzebny do uzyskania wilgotności ziarna na poziomie 42% (czyli $w=f(t)$).
2. W pracy nie sformułowano tezy i jej rozwinięcia w postaci hipotez badawczych, jako istotnego elementu prac naukowych, którą należy udowodnić na podstawie przeprowadzonego empirycznego studium danego zagadnienia, potwierdzając tym samym prawidłowość podejścia do rozpatrywanego problemu.

Ocena formalna pracy

Recenzowana praca, łącznie obejmująca 185 stron maszynopisu w formacie A4, została przygotowana w języku polskim i z zachowaniem struktury dla tego typu dysertacji. Doktorant pracę podzielił na dziewięć rozdziałów, zamieszczając w niej łącznie 90 rysunków i 17 tabel. Dwa pierwsze rozdziały stanowią wprowadzenie do tematu (str. 8 ÷ 39). W rozdziale trzecim Autor sformułował cel pracy i naukowy problem badawczy (str. 40 ÷ 41). Materiał badawczy i metody badań Autor omówił w rozdziale czwartym (str. 42 ÷ 50). Natomiast w rozdziale piątym (str. 51 ÷ 147) skupił się na graficznym i tabelarycznym zaprezentowaniu uzyskanych wyników z badań, na podstawie których sformułował wnioski końcowe przedstawione w rozdziale szóstym (str. 148 ÷ 150). Ta część pracy stanowi poprawne udokumentowanie zrealizowanych prac badawczych i uzyskanych wyników badań oraz umożliwia ich dyskusję i interpretację. W rozdziałach 7 ÷ 9 Doktorant zamieścił odpowiednio bibliografię (142 pozycje umieszczone na stronach 151 ÷ 167), streszczenie w języku polskim (str. 162) oraz abstrakt w języku angielskim (str. 163). W zestawieniu literatury znajdują się polskie (15 pozycji) i zagraniczne (91 pozycji) publikacje naukowe i popularno-naukowe a także 32 opracowania zwarte (w tym 29 książek i 3 prace doktorskie). Bibliografia zawiera pozycje z ostatnich kilku dziesięciu lat (ok. 57% pozycji po 2000 r.) jak i starsze, będące uzupełnieniem podstaw teoretycznych. W zestawieniu znajdują się również 4 normy polskie. Przy tak dużej liczbie pozycji bibliograficznych Autor nie uniknął błędów, zarówno w przypisach jak i w ich wykazie (szczegóły w dalszej części recenzji).

W pracy znajdują się dodatkowe rozdziały nie objęte numeracją, które zawierają:

- spis treści umieszczony na stronach 3 ÷ 5;
- wykaz oznaczeń na stronach 6 i 7.

Uwagi:

1. Rozdział 2, zawierający przegląd literatury, obejmuje 11 różnych tematycznie podrozdziałów. Korzystniej byłoby w układzie pracy wyodrębnić rozdział 2 i 3, z których jeden omawiałby zagadnienia z obszaru browarnictwa i a drugi z obszaru impregnacji próżniowej. Podkreśliłoby to ważność omawianych zagadnień i zwróciło większą uwagę na problem naukowy pracy. Podobnie rozdział 4, dotyczący przyjętych metod badawczych (również 11 podrozdziałów) powinien mieć wydzielone zasadnicze podrozdziały, które porządkują i oddzielają część technologiczną pracy od części analitycznej. Przykładowo: 4.1. Materiał badawczy; 4.2. Program badań; 4.3. Procedura wytwarzania słodu; 4.4. Procedura wytwarzania brzezki; 4.5. Metody oznaczeń fizyko-chemicznych właściwości słodu i brzezki; 4.6. Analiza statystyczna.

2. Ponadto niezasadnym jest wyodrębnianie w układzie pracy podrozdziałów 5.1.1.; 5.2.1.; 5.3.1.; 5.4.1.1.; 5.4.2.1.; 5.4.3.1.; 5.6.1; 5.7.1, zatytułowanych Analiza statystyczna. Doktorant nie zastosował się do zasady, że podział na podrozdziały zawsze oznacza wyodrębnienie, co najmniej dwóch części, a nie jak w tym przypadku - tylko jednej. Ponieważ tytuł wyodrębnionych podrozdziałów „Analiza statystyczna” odnosi się do rozdziałów omawiających wyniki badań, to nie ma potrzeby ich wyodrębniania, gdyż stanowią one integralną część tych analiz.
3. W pracy nie zamieszczono spisu tabel oraz rysunków, które porządkują ich numerację jak również ułatwiają recenzentowi ich wyszukanie w tekście pracy.

Podsumowując, mimo wskazanych uchybień stwierdzam, że praca zawiera poprawną dla prac naukowych strukturę oraz logiczną kolejność rozdziałów i podrozdziałów.

Ocena merytoryczna pracy

Doktorant pracę rozpoczyna krótkim wprowadzeniem do tematu (**Rozdział 1**), w którym zwraca uwagę na pewne aspekty, jakie zdecydowały o wyborze zakresu pracy doktorskiej. Praca dotyczy wpływu różnych metod namaczania jęczmienia browarnego (w tym innowacyjnego zastosowania impregnacji próżniowej) oraz różnych warunków jego kiełkowania na wybrane fizyko-chemiczne właściwości słodu i wytworzonej z niego brzezki przedniej. Niezrozumiałe jednak jest poświęcenie prawie połowy tego rozdziału na omówienie zagadnień związanych z wykorzystaniem próżni w innych branżach przemysłu, np. lotniczego czy motoryzacyjnego. Doktorant powinien bardziej skupić się na przemyśle spożywczym, którego dotyczy praca. Mogę tylko domyślać się, że Autor chciał przybliżyć znaczenie tej technologii i podkreślić jej szerokie zastosowanie.

Rozdział 2, zatytułowany „Przegląd literatury”, podzielono na 11 podrozdziałów omawiających najważniejsze zagadnienia, dotyczące problematyki rozprawy doktorskiej. W rozdziale tym wyróżnić można trzy charakterystyczne obszary tematyczne. **Pierwszy obszar** (podrozdziały 2.1. ÷ 2.5.) dotyczy budowy ziarna jęczmienia, mechanizmów i czynników pobierania wody przez ziarno oraz zachodzących w ziarnie przemian na skutek jego nawilżania. Autor w ramach tych podrozdziałów zwraca uwagę na istotę podejmowanych badań, a mianowicie, że prędkość wnikania wody do ziarna zależy nie tylko od jego fizyczno-chemicznych właściwości (m.in. budowy i wielkości ziarna, rodzaju i stanu okrywy, składu i struktury), ale także od fizyko-chemicznych właściwości wody (wartości pH, twardości, współczynnika lepkości kinematycznej, temperatury) i warunków otoczenia w jakich proces moczenia jest prowadzony (ultradźwięki, napowietrzenie, ciśnienie). Przy czym niektóre zagadnienia Autor omówił dość pobieżnie lub nie omówił ich wcale, mimo dostępnej literatury, m.in.: Jakże znaczenie w procesie nawilżania ziarna ma jego porowatość, ilość białka w nim zawartego, właściwości aerodynamiczne ziarna, reologiczne, cieplne i inne oraz jaką rolę w procesie namaczania odgrywa czas? I najważniejsze, jakie wymagania fizyko-chemiczne powinien spełniać jęczmień browarny? Uwaga ogólna do tej części pracy jest taka, że omawiane zagadnienia powinny bardziej nawiązywać do jęczmienia browarnego i warunków jego słodowania. Ponadto wiele akapitów to pojedyncze zdania, które stanowią tylko wtrącenia do tekstu, bez rozwinięcia wątku. **Drugi obszar** (podrozdział 2.6) Autor w całości poświęcił omówieniu technologii produkcji słodu z ziarna jęczmienia browarnego, skupiając się na omówieniu poszczególnych jego etapów (przygotowanie ziarna, moczenie, kiełkowanie, suszenie, odkiełkowanie) a także omówił jeden z etapów wytwarzania brzezki przedniej - zacieranie słodu. Autor, z niewiadomych przyczyn, pominał etapy związane rozdrabnianiem słodu oraz filtracją zacieru. Domyślam się, że z punktu widzenia opracowanego programu badań te etapy wytwarzania brzezki przedniej nie miały istotnego

znaczenia. W tej części pracy (jak również w dalszych rozdziałach) Doktorant wielokrotnie błędnie posługiwał się kolokwialnymi sformułowaniami technologicznymi, przykładowo „brzeczka piwna” – powinno być „brzeczka przednia”; „filtracja brzeczki” – na tym etapie powinno być „filtracja zacieru”; „warzenie piwa” – powinno być „warzenie brzeczki”. W tej części przeglądu znamienym jest brak zestawienia wymagań fizyko-chemicznych dla słodu (np. pilzneńskiego, którego dotyczy praca) i brzeczki przedniej. Wskazane wartości tych parametrów stanowiłyby kryterium odniesienia wyników badań. W tej części pracy zabrakło również krytycznego podejścia do obecnej technologii słodowania, a jedynym argumentem Autora na poszukiwanie nowych rozwiązań jest skrócenie czasu namaczania ziarna. Znaczącą część przeglądu literatury Doktorant poświęcił charakterystyce procesu impregnacji próżniowej (trzeci obszar przeglądu), omawiając szczegółowo poszczególne typy tego procesu i fazy jego przebiegu oraz istotne czynniki i zachodzące zjawiska podczas jego realizacji. Doktorant opis tego procesu wykonał w oparciu o model matematyczny. Ostatnia część przeglądu dotyczy zastosowania tej technologii w przetwórstwie żywności, co uwydatnia postawione naukowe problemy badawcze. Przegląd literatury stanowi ponad 20% maszynopisu.

W rozdziale 3, zatytułowanym „Cel pracy i problem naukowy” Autor sformułował dwa problemy naukowo-badawcze, których rozwiązanie umożliwiło udzielenie odpowiedzi na postawiony cel badań, czyli „...określenie wpływu różnych metod przygotowania jęczmienia do produkcji słodu oraz różnych warunków słodowania na zmiany wartości wybranych parametrów brzeczki piwnej i słodu”. Uwagi do tej części maszynopisu omówiono w poprzednim rozdziale „Ocena tematyki, celu i zakresu rozprawy” niniejszej recenzji.

W kolejnym rozdziale (4) Autor przedstawił materiał, program badań i metody badań. Ta część pracy to ponad 6% maszynopisu. Materiał badawczy stanowiły dwie odmiany jęczmienia browarnego: Xanadu i Kongoo, których wielkość ziaren znormalizowano na etapie oczyszczania ziarna ($2,5 \div 2,8$ mm). Autor tylko pobieżnie scharakteryzował materiał badawczy, jako wysokiej jakości ziarno do produkcji słodu pilzneńskiego, nie określając żadnych właściwości fizyko-chemicznych, w tym przede wszystkim wilgotności. Nie określono zawartości białka surowego w ziarnach, a przecież zwiększona ilość białka (powyżej 11,5 %) może przedłużać czas moczenia ziarna i przyczyniać się do jego nierównomiernego kiełkowania w czasie słodowania. Autor nie scharakteryzował również parametrów wody zastosowanej do namaczania, wskazując jedynie, że była to woda destylowana. Rozumiem, że Autor chciał zachować powtarzalność warunków stosując taką wodę, natomiast nasuwa się pytanie czy pozbawiając wodę cennych minerałów Autor nie wpłynął na wydłużenie kiełkowania? Do realizacji zakresu badań Autor zaproponował 3-etapowy program badań, który przedstawił w sposób graficzny na schematach, z wyraźnym wskazaniem następujących po sobie etapów technologicznych. Niestety, schematy są nie-spójne z opisem doświadczeń, w wyniku czego zamiast ułatwić prześledzenie przebiegu eksperymentu, wprowadzają czytelnika w błąd. Pierwszy etap badań polegał na moczeniu ziarna dwoma metodami – z impregnacją próżniową (ciśnienie 5 kPa) i bez impregnacji próżniowej (ciśnienie 100 kPa). Etap ten Doktorant realizował w odmiennych warunkach temperaturowych (12; 14; 16; 18°C) do momentu uzyskania wilgotności na poziomie 42%. Z wykresu z wynikami wnioskuję, że Doktorant próbkę ziarna pobierał co 2h, celem oznaczenia wilgotności. W przedstawionym programie badań (jak również w dalszych etapach) nie uzasadniono wyboru warunków w jakich realizowano eksperyment. Drugi etap badań również polegał na moczeniu ziarna dwoma metodami – z impregnacją próżniową (ciśnienie 5 kPa) i bez impregnacji próżniowej (ciśnienie 100 kPa), i tak jak poprzednio etap ten realizowano w odmiennych warunkach temperaturowych (12; 14; 16; 18°C), przy czym czas namaczania trwał 48h, o czym

Autor wspomina dopiero w opisie eksperymentu (brak informacji na schemacie). Dodatkowo w opisie Autor podaje, że procedura realizacji tego etapu przebiegała następująco: 6h moczenia i 18h napowietrzania (co daje 24h). Pozostaje zatem w domyśle, że procedurę realizowano dwukrotnie. Następnie ziarno poddawano słodowaniu, podtrzymując temperaturowe warunki eksperymentu. Na schemacie (rys. 8.) Autor zamieścił informację, że czas słodowania (a w zasadzie kiełkowania) trwał 48h, podczas gdy w rzeczywistości etap ten prowadzono przez 8 dni, a w każdym kolejnym dniu kiełkowania (zaczynając od pierwszego) pobierano próbkę „słodu” celem jej wysuszenia (do ok. 4%), odkiełkowania i oznaczenia (masa 1000 ziaren, rozluźnienie słodu) a następnie dalszego przetworzenia do brzezki (co stanowi **trzeci etap badań**). Warunki technologiczne zacierania słodu Autor przyjął zgodnie ze standardem EBC (European Brewery Convention), co przedstawił w sposób przejrzysty w podrozdziale 4.7. Przyjętym przez Doktoranta kryterium oceny brzeczki była ich wartość pH, zawartość ekstraktu oraz współczynnik lepkości dynamicznej. Zebrane wyniki poddał podstawowym testom statystycznym, mianowicie wieloczynnikowej analizie wariancji (ANOVA), wyznaczając dodatkowo za pomocą testu Tukey’ a istotne różnice między analizowanymi grupami zmiennych zależnych. Podsumowując, zastosowane metody badań technologicznych i analitycznych są aktualne i adekwatne do osiągnięcia sformułowanych celów szczegółowych i są zgodne z wytycznymi międzynarodowej instytucji EBC zajmującej się technicznymi, technologicznymi i naukowymi aspektami piwowarstwa. Pomimo wykazanych uchybień w ich omówieniu, uważam, że zastosowane techniki i metody pomiarowe wymagały od Doktoranta dobrego przygotowania, zarówno merytorycznego jak i analitycznego, ale przede wszystkim zaangażowania i samodyscypliny, gdyż próbki w pierwszym etapie badań obserwowano w sposób ciągły przez ok. dwie doby (co 2h próbkowanie i ocena). Nie do końca rozumiem natomiast pomiar masy 1000 ziaren na etapie ich kiełkowania zamiast nawilżania. Czy doktorant może wyjaśnić cel tych oznaczeń?

Najważniejszą część pracy stanowi **rozdział 5**, w którym Autor w sposób graficzny i tabelaryczny zaprezentował wyniki empiryczne i dokonał ich interpretacji. W pierwszej części tego rozdziału (5.1.) określił wpływ sposobu nawilżania ziarna jęczmienia browarnego na jego wilgotność końcową (42%). Wyniki zmian wilgotności ziarna Doktorant przedstawił w funkcji czasu, jako kinetykę procesu namaczania. Wykazał, że zastosowanie impregnacji próżniowej umożliwia skrócenie czasu namaczania ziarna jęczmienia o ok. 6 godzin w stosunku do metody tradycyjnej (w ciśnieniu normalnym) w sposób istotny statystycznie. Z badań wynika, że proces dodatkowo może być intensyfikowany warunkami temperaturowymi, przy czym Autor wykazał, że dopiero po namacaniu w temperaturze 18°C wilgotność ziarna jest istotnie różna od ziaren moczonych w niższych temperaturach oraz, że parametr ten nie jest zależny od odmiany ziarna jęczmienia browarnego. Realizacja tego etapu badań umożliwiła Autorowi udzielenie odpowiedzi na pierwszy postawiony naukowy problem badawczy, brzmiący „**Jaki wpływ na szybkość zmian wilgotności końcowej ziarna jęczmienia różnych odmian wywiera impregnacja próżniowa prowadzona w różnych warunkach**”. Pomimo iż analiza wyników w tym podrozdziale jest dość pobieżna i niedokładna to uważam, że uzyskane wyniki badań mają wartość nie tylko poznawczą ale również użyteczną, przy czym szkoda, że Doktorant nie pokusił się o ich tabelaryczne zestawienie wyników w układzie - czas potrzebny do uzyskania wilgotności ziarna na poziomie 42% dla poszczególnych warunków namaczania (temperatura, metoda). W dalszej części pracy Autor analizował zmiany wybranych właściwości słodów w kolejnych dniach kiełkowania oraz wpływ tej procedury na istotne wyróżniki określające przydatność technologiczną brzezki. W ocenie słodów Doktorant zaobserwował, że masa 1000 ziaren (podrozdział 5.2.) zmienia się w sposób istotny statystycznie w kolejnych dniach kiełkowania oraz jest różna dla badanych odmian, metod impregnacji oraz tempe-

raturowych warunków procesu. Podobne zmiany Autor zaobserwował dla wartości pH brzeczek (podrozdział 5.3.), zawartego w brzeczkach ekstraktu (podrozdział 5.4.), współczynnika lepkości dynamicznej brzeczek (podrozdział 5.6.) oraz wskaźnika rozluźnienia słoju (podrozdział 5.7.), choć nie wszystkie zmienne procesowe, wraz z odmianą jęczmienia, wpływały w sposób istotny statystycznie na różnice w ocenianych parametrach. Przykładowo, Autor stwierdził brak istotnych różnic w zawartości ekstraktu w brzeczkach wykonanych z różnych odmian jęczmienia browarnego oraz brak wpływu metody impregnacji (próżniowa, tradycyjna) na wskaźnik rozluźnienia słoju. Realizacja tego etapu badań dała Doktorantowi możliwość udzielenia odpowiedzi na drugi postawiony naukowy problem badawczy, brzmiący: „Czy wstępna impregnacja próżniowa, temperatura oraz czas słodowania ziarna jęczmienia różnych odmian wpływają na wybrane cechy jakościowe słoju i brzeczki piwnej”. Na podstawie zaprezentowanych na wykresach średnich wyników z badań (rysunki od 19 do 58 oraz od 75 do 90) można dodatkowo wnioskować o wpływie czasu kiełkowania na badane parametry słoju i brzeczek. Niedosyt natomiast, z wagi na naukową ciekawość, budzi brak bardziej szczegółowych analiz dotyczących np. wpływu warunków procesu na oceniane parametry lub korelacji pomiędzy analizowanymi zmiennymi, co dałoby szerszy obraz tych zależności. Przykładowo, jak zmienia się wartość pH brzeczki lub jej ekstrakt po 8 dniach kiełkowania jęczmienia w zależności od temperatury lub czy istnieje jakaś zależność (np. liniowa) pomiędzy temperaturą namaczania a minimalnym czasem potrzebnym do uzyskania wilgotności ziarna na poziomie 42%. W podrozdziale 5.5. tej części pracy Autor podjął próbę porównania trzech metod pomiarowych zawartości ekstraktu w brzeczkach – metodami refraktometrycznymi (cyfrową i optyczną) oraz aerometrem Ballinga. Przedstawione na wykresach (rys. 59 ÷ 74) wyniki są w zasadzie powtórzeniem wyników z podrozdziału 5.4., co w mojej opinii nie wnosi nic nowego do pracy. W domyśle H_0 zakłada brak występowania różnic w wynikach pomiarów ekstraktu, uzyskanych różnymi metodami, zatem w tym zakresie Autor powinien ją udowodnić lub odrzucić wskazując wówczas istotne różnice pomiędzy analizowanymi zmiennymi (tj. metodami). Omówienie wyników w tym podrozdziale jest również niepoprawne. Doktorant powinien ewentualnie wykazać, którą metodą uzyskiwał wyższe wartości ekstraktu a którą niższe, a nie dokonywać porównań metod w poszczególnych dniach i dla wybranych warunków realizacji procesu. Część pracy dotycząca omówienia wyników badań stanowi ok. 68% maszynopisu.

Uzyskane w toku badań rezultaty stały się podstawą sformułowania 8 wniosków końcowych (rozdział 6). Autor formułując je odniósł się do celu i problemów badawczych, które postawił we wstępie pracy. We wnioskach brakuje jednak prostych i rzeczowych odpowiedzi, czy i w jakim stopniu udało się rozwiązać problem badawczy. Wynika to poniekąd z tego, że sformułowane wnioski są zbyt szczegółowe i mało związane (poza wnioskiem 7). Rozdział ten korzystniej byłoby zatytułować „Wnioski i spostrzeżenia”, co bardziej oddałoby jego treść.

Pozostałe uwagi i pytania

- Podrozdział 2.1. **Jęczmień** powinien brzmieć - **Jęczmień zwyczajny**. Ponadto Autor nie zastosował się do zasady, że łacińską nazwę zawsze piszemy kursywą np. *Hordeum vulgare*.
- Autor wielokrotnie stosuje skróty myślowe i kolokwialne definicje: siły metaboliczne (str. 11); woda kontaktuje się z ziarnem (str. 12); uśmiercanie tkanek roślinnych (str. 15); zwiększanie temperatury i woda moczująca (str. 18); brzeczka piwa, filtracja brzeczki i warzenie piwa (26); czynniki antytlenu (str. 37); impregnowanie pod ciśnieniem atmosferycznym (str. 51) i inne.

P.

- Autor w opisie wpływu fizyko-chemicznych właściwości wody na zwilżanie ziarna (podrozdział 2.4.2.2.) podaje, że jej alkaliczny odczyn wpływa na przyspieszenie tego procesu, po czym przywołuje wartości pH w zakresie $5,5 \div 8,0$. Zatem czy rzeczywiście jest to odczyn alkaliczny?
- Autor wykonał diagramy przepływu stosując niezgodne ze standardami symbole graficzne, wypełniając je dodatkowo ciemnym tłem, co spowodowało, że po wydruku schematy w kilku miejscach są nieczytelne. Na schematach (rys. 2., rys. 9) Autor nie zamieścił parametrów procesowych.
- Rysunki 3 i 4 są mało czytelne i błędnie opisane – np. rysunek 4 - element „3 - mycie CIP” - na rysunku widoczna jest głowica kulowa do mycia CIP a nie mycie w systemie CIP, na rysunku 3 brakuje opisu szczegółowego.
- Autor na str. 28 i 29 powołuje się na rysunek 6, który zamieszczony jest dopiero na str. 30, nie stosując zasady „najbliżej cytowania”, podobnie tabela 1. – pierwsze przywołanie str. 34., natomiast tabela znajduje się na str. 36.
- Na rysunku 6 korzystniej byłoby gdyby Autor wydzielił rysunki 6a, 6b, 6c, 6d. Ułatwiłoby to omówienie poszczególnych przemian zachodzących w układzie materiał – ciecz w czasie impregnacji próżniowej. W obecnej formie, wielokrotne przywoływanie przez Autora rysunku 6, nie do końca wskazuje, który etap procesu jest omawiany.
- Na str. 35. Autor składa deklarację, że cyt. *„Określenie wpływu dynamiki zmian ciśnienia podczas impregnacji na jej efektywność jest jednym z badanych aspektów niniejszej pracy”*, co jest nieprawdą, gdyż Autor nie badał takich zależności. Podobnie na str. 40. Autor sugeruje, że cyt. *„Badania wykonane w ramach pracy doktorskiej uwzględniają stosunkowo dużą zmienność i różnorodność właściwości ziarna, które są związane z naturalną niepowtarzalnością surowca....”*, co również jest nieprawdą, gdyż w tym zakresie Autor znormalizował tylko wymiary ziarna, nie określając żadnych pozostałych jego właściwości np. wilgotności, twardości, zawartości związków azotowych i białka surowego, mączystości – a bynajmniej takich wyników badań Autor nie zamieścił w pracy.
- Na str. 38. Autor powołuje się na rysunek 3, odnosząc się do przykładów zastosowań impregnacji próżniowej w przetwórstwie owoców i warzyw. Natomiast na rysunku 3 znajduje się kadz zacierna (str. 25.).
- Rysunek 7 (str. 43) jest błędnie opisany.
- W metodyce brakuje: informacji o masie próbki, ilości powtórzeń (nie wszędzie Autor podaje tę informację), opisu metody badania wilgotności ziarna w pierwszym etapie badań oraz metody badania stopnia rozluźnienia słodu (w pracy znajduje się tylko wtrącenie o sposobie określenia tego wskaźnika przy okazji omawiania metody rozdrabniania słodu – str. 48.).
- Autor podaje, że próbki słodu pobierał 1 raz dziennie – jest to dość mało precyzyjne i może wprowadzać pewne wątpliwości metodyczne (np. Czy próbkę pobierano co ok. 24h czy rzadziej lub być może częściej?).
- Na str. 48. Autor podaje, że w powyższych badaniach wykorzystano polskie normy, nie podając ich numerów ani czego one dotyczą.
- Zastanawiające jest dlaczego Autor pomiar współczynnika lepkości dynamicznej brzezki (nie w brzezce – str. 50) wykonywał w dwóch powtórzeniach i w jaki sposób dla takiej liczby obserwacji wykonał analizę wariancji?
- Sposób prezentacji wyników na wykresach utrudnia ich interpretację. Ponieważ nadrzędnym kryterium analizy jest zastosowana odmiana jęczmienia browarnego, zatem wykresy można było zestawić blokowo, co ułatwiłoby porównanie uzyskanych wyników dla obu metod impregnacji zrealizowanych w odmiennych warunkach temperaturowych.

- Osie odciętych na wykresach (wynikowa część pracy - rys. 19 ÷ 90) są błędnie opisane. Dzień jest jednostką czasu, zatem opis osi powinien brzmieć, np. „Czas trwania etapu kiełkowania [dzień]”.
- Na jakiej podstawie Autor stwierdza, że zmiany np. masy 1000 ziaren (str. 61) lub zmiany wartości pH (str. 72) mają charakter liniowy, skoro nie badano rozrzutu?
- Wielokrotnie Autor przy omówieniu wyników, a także we wnioskach podaje, że zmiany badanych parametrów następowały cyt. „w ciągu 8 dni badań”. Powinno raczej być w „czasie 8 dni kiełkowania” (np. str. 73, 75, 76; 86; 148). W treści pracy znajduje się wiele sformułowań o podobnym brzmieniu, np. 4 dnia badań, ostatniego dnia badań, etc.
- Autor nie trzymał się konsekwentnie sposobu listowania pozycji bibliograficznych, m.in. stosował zarówno skróty jak i pełne tytuły czasopism. W zestawieniu bibliograficznym brakuje kilku cytowanych w tekście pozycji, np. Rydzak i in. 2012 (str. 20); Igual i in. 2008 (str. 35, 36); Wunwisa i Bangkok, 2008 (str. 36).

Autor nie ustrzegł się także błędów czysto redakcyjnych, a mianowicie takich jak: brak przecinków, literówki, znaki interpunkcyjne, niestylistyczne zdania - często wielokrotnie złożone. Stwierdzone błędy nie mają jednak istotnego wpływu na merytoryczną ocenę pracy i nie umniejszają pozytywnego jej odbioru, mogą natomiast pozwolić Doktorantowi na uniknięcie podobnych błędów w przyszłości.

Ocena końcowa rozprawy doktorskiej

Po zapoznaniu się z przedstawioną do oceny pracą doktorską mgr inż. Marcina Natoniewskiego stwierdzam, że spełnia ona wymogi formalne stawiane tego typu opracowaniom, zgodnie z Ustawą z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017 r. poz. 1789) oraz z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19.01.2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 r., poz. 261).

W związku z powyższym wnoszę do Wysokiej Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie Pana mgr inż. Marcina Natoniewskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

30.05.2021.
[Podpis]