

## **RECENZJA**

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Justyny Belcar**

pt. „**Opracowanie optymalnej technologii uprawy pszenicy ozimej z wykorzystaniem w przemyśle słodowniczym i browarniczym**”

wykonanej pod kierunkiem **prof. dr. hab. inż. Józefa Gorzelanego**

oraz **dr. inż. Miłosza Zardzewiałego**

w Zakładzie Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej Uniwersytetu Rzeszowskiego

### **Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej**

Tematyka ocenianej rozprawy obejmuje ważne z naukowego i praktycznego punktu widzenia zagadnienie dotyczące optymalizacji produkcji roślinnej w aspekcie efektywności ekonomicznej uprawy i jakości plonu przeznaczonego do przetwórstwa spożywczego. Wybór materiału badawczego w postaci pszenicy ozimej jako surowca w przemyśle słodowniczym i browarniczym jest uzasadniony potrzebą wzbogacenia wiedzy w zakresie technologii uprawy tego gatunku w obliczu postępu technologicznego i zmian środowiskowych z uwzględnieniem konieczności zapewnienia opłacalności ciągu operacji logistycznych zmierzających do otrzymania produktu końcowego o wysokich parametrach jakościowych. Ponadto, rosnące zainteresowanie wyrobami browarniczymi z surowców alternatywnych i dobre postrzeganie piwa pszenicznego przez konsumentów uzasadnia podjęcie kompleksowych badań o charakterze interdyscyplinarnym, aby rozwiązać szereg problemów naukowych i utylitarnych w cyklu produkcyjnym od pola do stołu w odniesieniu do pszenicy ozimej.

Biorąc pod uwagę złożoność problematyki badawczej uzasadniona jest obszerność rozprawy doktorskiej liczącej 285 stron maszynopisu i składającej się z 13 rozdziałów. Tabele umieszczone w aneksie zawierają dane, które dla zapewnienia przejrzystości pracy nie znalazły się w zasadniczej części opracowania. W aneksie umieszczony został także wykaz 8 publikacji powstałych z wykorzystaniem ziarna pszenic pochodzących z pilotażowych doświadczeń polowych oraz doświadczeń łanowych, których współautorem jest Doktorantka,

przy czym aż w 6 pozycjach jest ona pierwszym Autorem. Najbardziej obszerny rozdział, liczący 161 stron, dotyczy wyników badań i dyskusji. Rozdział ten składa się z 14 podrozdziałów, które z uwagi na zróżnicowanie treści zostały podzielone na kolejne podrozdziały. W zasadniczej części opracowania znajduje się 49 rysunków i 80 tabel. Streszczenie w języku polskim i angielskim zawiera krótkie wprowadzenie, przedstawienie problemu naukowego, cel badań, zagadnienia metodyczne i najważniejsze wyniki badań.

Autorka powołała się na 278 pozycji literaturowych dobranych adekwatnie do zakresu pracy, przy czym 23% z nich pochodzi z ostatnich pięciu lat, co świadczy o śledzeniu najnowszych osiągnięć i dbałość o nowatorski charakter pracy. Warto dodać, że wśród tych publikacji znajduje się 10 pozycji, których współautorką jest mgr inż. Justyna Belcar, przy czym w 8 pozycjach jest pierwszym Autorem. Dodatkowe informacje zostały zaczerpnięte z 6 stron internetowych.

Praca posiada tradycyjny układ stosowany w opracowaniach eksperymentalnych oraz jest napisana zrozumiałym i poprawnym językiem naukowym z prawidłowym umieszczeniem odnośników do literatury. Logiczny układ pracy sprzyja zachowaniu ciągłości głównego wątku w dyskusji wyników, czego efektem są prawidłowo sformułowane wnioski korespondujące z celem badań.

### **Ocena merytoryczna**

W krótkim wstępie Autorka scharakteryzowała produkcję pszenicy w Polsce oraz sposób wykorzystania jej ziarna zwracając szczególną uwagę na problem opracowania technologii uprawy, która przy zapewnieniu efektywności ekonomicznej pozwala uzyskać surowiec do celów browarniczych o wysokiej wartości technologicznej.

Zagadnienia dotyczące pszenicy poruszone we wstępie zostały w znacznym stopniu rozwinięte w przeglądzie literatury, który zawiera także informacje na temat morfologii tej rośliny, produkcji i jakości słodu pszenicznego oraz produkcji, rodzajów i jakości piw pszenicznych. Analiza stanu wiedzy przeprowadzona w ramach przeglądu literatury pozwoliła Doktorantce dostrzec problem związany z niedostatecznym zasobem informacji na temat uprawy pszenicy dedykowanej przemysłowi słodowniczemu i browarniczemu. W związku z tym cel badań dotyczący określenia kosztochłonności produkcji i sprawdzenia czy zaproponowane odmiany pszenicy ozimej i warianty nawożenia azotowego mają wpływ na plonowanie, wartość technologiczną ziarna, jakość uzyskanego słodu i piwa jako produktu finalnego jest w pełni uzasadniony. Racjonalne było także podjęcie decyzji o przeprowadzeniu badań w pięciu etapach umożliwiających zrealizowanie celów cząstkowych.

Takie podejście wynikało z szerokiego zakresu i interdyscyplinarnego charakteru badań wymagających zastosowania różnych metod badawczych.

Wiedza, doświadczenie naukowe i intuicja pozwoliły Doktorantce sformułować cztery hipotezy wynikające z celu badań i jednocześnie podnoszące wartość naukową rozprawy.

W rozdziale dotyczącym metodyki badań Doktorantka starannie scharakteryzowała cztery odmiany pszenicy zwyczajnej ozimej stanowiącej materiał badawczy, dokładnie opisała modele 3-letnich doświadczeń polowych i 2-letnich doświadczeń łanowych z przedstawieniem sposobu pomiarów i obserwacji. Elementy protokołu obliczania kosztocłonności produkcji pszenicy i analizy laboratoryjne zostały zaprezentowane przejrzysto z wykorzystaniem odpowiednich formuł matematycznych, obowiązujących norm i z powołaniem się na procedury opisane w literaturze. Przeprowadzenie analizy statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica 13.3 umożliwiło ocenę istotności uzyskanych wyników i prawidłową weryfikację hipotez. Uzupełnienie części metodycznej charakterystyką warunków glebowych i pogodowych w odniesieniu do doświadczeń polowych i łanowych było nieodzowne z punktu widzenia obiektywnej interpretacji uzyskanych wyników. Z kolei uwzględnienie nawożenia azotem w trzech wariantach różniących się dawkami w poszczególnych terminach aplikacji należy uznać za kluczowe podejście metodyczne sprzyjające osiągnięciu celu badań, ponieważ w ten sposób możliwe było wpływanie na wartości odwrotnie skorelowanych zmiennych zależnych w postaci wielkości plonu decydującej o efektywności ekonomicznej i zawartości białka charakteryzującej jakość technologiczną ziarna przeznaczonego do słodowania.

Wyniki badań polowych i łanowych wykazały, że na przebieg wegetacji roślin i wyrównanie ziarna wpływały warunki pogodowe określane wartością współczynnika hydrotermicznego. Z kolei wpływ nawożenia azotem na wysokość roślin poszczególnych odmian był zróżnicowany i zależał od ich fazy rozwojowej, co zostało precyzyjnie opisane przez Doktorantkę, która wykazała także istotny wpływ zarówno warunków pogodowych, jak i nawożenia azotem na zawartość chlorofilu w liściach. W interesujący sposób został przedyskutowany wpływ odmiany, poziomu nawożenia azotowego i sezonu wegetacyjnego na kąt nachylenia oraz wskaźnik powierzchni liści informujący o stopniu pokrycia przez liście powierzchni pola. Oba parametry pozwalają oszacować strukturę łanu i plonowanie roślin przez określenie zdolności prowadzenia procesu fotosyntezy oraz stopnia osłonięcia pola przed działaniem promieni słonecznych, co wpływa na przyrost biomasy oraz ograniczenie wzrostu chwastów i tym samym na wyższe plonowanie. Z dużą starannością Doktorantka przedstawiła wpływ nawożenia azotem na obsadę kłosów, liczbę ziaren w kłosie, masę 1000

ziaren i plon ziarna pszenicy badanych odmian w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. Na szczególną uwagę zasługuje umiejętne wykorzystanie narzędzia statystycznego w postaci analizy skupień do prawidłowego wnioskowania na podstawie dużej ilości wyników uzyskanych w okresie wegetacji pszenicy. Dzięki temu możliwe było sformułowanie zaleceń dotyczących rejonizacji upraw poszczególnych gatunków. Te zalecenia w połączeniu z wnikliwą analizą ekonomiczną uprawy pszenicy, przeprowadzoną skutecznie mimo braku stabilności cenowej w strukturze kosztów, w znacznym stopniu podnoszą wartość użyteczną rozprawy. Należy przy tym docenić starania Doktorantki o zapewnienie obiektywności przez porównanie wyznaczonych wartości efektywności ekonomicznej z odpowiednimi wartościami przedstawionymi przez innych Autorów.

Niezbędnym uzupełnieniem badań uprawowych pszenicy ozimej przeznaczonej do słodowania była analiza towaroznawcza uzyskanego ziarna będąca odrębną częścią rozprawy doktorskiej. Doktorantka starannie przeanalizowała i przedyskutowała w oparciu o liczne cytowania wyznaczone wartości dotyczące zawartości wody, gęstości usypowej, wyrównania ziarna, energii i zdolności kiełkowania oraz zawartości białka. Tym razem wnioskowanie z wykorzystaniem analizy skupień umożliwiło wskazanie właściwej rejonizacji uprawy poszczególnych gatunków pszenicy ozimej pod względem wyróżników jakościowych ziarna branych pod uwagę w procesie słodowania.

Kolejną część rozprawy stanowi przedstawienie ubytku procesu słodowania i analiza jakościowa słodów uzupełniona oceną jakości uzyskanych z nich brzeczek. Wykazanie w tej części pozytywnego wpływu nawożenia azotem na zmniejszenie ubytku słodowania jest ważnym osiągnięciem Doktorantki o dużym znaczeniu praktycznym, które warto jeszcze wzmocnić przez wyjaśnienie przyczyny zaobserwowanej zależności na gruncie procesów biochemicznych towarzyszących kiełkowaniu ziarna. Równie dużym znaczeniem praktycznym i wysoką wartością poznawczą charakteryzuje się analiza wilgotności wysuszonych słodów i składu granulometrycznego uzyskanej z nich mąki, a także dyskusja na temat masy 1000 ziaren, zawartości białka ogółem i białka rozpuszczalnego, zawartości wolnego azotu aminowego, ekstraktywności słodów, siły diastatycznej oraz stopnia odfermentowania brzeczek. Analiza wilgotności słodów z uwzględnieniem wyników uzyskanych przez innych Autorów mogłaby zyskać na precyzji przy podaniu informacji dotyczącej warunków suszenia, które wpływają także na barwę odfermentowanych brzeczek skorelowaną z ich klarownością. Warto także wyjaśnić przyczynę uzyskania większych wartości pH i lepkości brzeczek uzyskanych ze słodów pszenicznych w porównaniu z wartościami optymalnymi w aspekcie aktywności enzymatycznej i oporu przepływu podczas

filtracji. Biorąc pod uwagę wyniki dotyczące jakości brzezki słodowej z pszenicy ozimej przeznaczonej do produkcji piwa nasuwa się pytanie, czy po odparowaniu wody lub wysuszeniu może być wykorzystana w formie płynnego lub wysuszonego koncentratu słodowego do innych celów w przetwórstwie spożywczym.

Ostatnia część rozprawy, poświęcona przeprowadzonej z wykorzystaniem danych literaturowych analizie parametrów jakościowych piwa wytworzonego ze śruty słodów uzyskanych z badanego ziarna pszenicznego, stanowi bogaty zasób wiedzy teoretycznej i praktycznej niezbędnej w sztuce browarniczej. Na uwagę zasługuje przekonywujące wyjaśnienie zaobserwowanych różnic między wartościami uzyskanymi w ramach przeprowadzonych badań i odpowiednimi wartościami uzyskanymi przez innych Autorów. Niewątpliwie wartość naukowa prezentowanych wyników została znacznie zwiększona dzięki uwzględnieniu potencjału bioaktywnego w postaci zawartości polifenoli ogółem, profilu związków polifenolowych i aktywności antyoksydacyjnej. Z kolei wyniki oceny organoleptycznej są niezwykle ważne z punktu widzenia akceptowalności konsumenckiej.

Uwieńczeniem rozprawy jest podsumowanie i osiem wniosków, których treść potwierdzająca zrealizowanie celu badań i pozytywnie weryfikująca postawione hipotezy w zwięzły sposób przedstawia najważniejsze osiągnięcia o charakterze naukowym i użytkowym. Należy przy tym zauważyć, że wspomniane osiągnięcia zostały dokonane na podstawie uzyskanych wyników, które były wnikliwie przedyskutowane w oparciu o liczne doniesienia nie tylko polskich, ale także zagranicznych autorów, dzięki czemu ocenianą rozprawę można traktować jako osiągnięcie naukowe o zasięgu międzynarodowym.

## **Ocena formalna**

Praca została napisana z dbałością o poprawność strony formalnej. Na uwagę zasługuje przejrzystość pracy wynikająca z prawidłowego rozmieszczenia w tekście tabel i wykresów, których czytelna forma ułatwia zrozumienie przekazu. Nasuwają się jednak pewne uwagi, które Doktorantka może uwzględnić podczas publikowania uzyskanych wyników.

Poszczególne rozdziały są ze sobą właściwie powiązane i na ogół występują w odpowiedniej kolejności, przy czym odrębny rozdział dotyczący warunków prowadzenia doświadczeń zrzęcznie byłoby umieścić jako podrozdział w części metodycznej pracy.

Podczas przygotowywania manuskryptów należy zadbać o ponumerowanie wzorów i ewentualne zestawienie używanych skrótów wraz z ich wyjaśnieniem.

Używany w rozprawie termin „analiza organoleptyczna” powinien być zastąpiony terminem „ocena sensoryczna” zgodnie z terminologią określoną w normie PN-A-79093-1:2000, która stanowiła podstawę do wyznaczenia atrybutów sensorycznych badanego piwa.

Skład granulometryczny mąki słodowej przedstawiony na rys. 16 – 19 powinien być zgodnie z tekstem wyrażony w procentach zamiast w gramach.

Występujące w tekście drobne błędy stylistyczne i redakcyjne nie wpływają na percepcję treści i bardzo wysoką wartość merytoryczną rozprawy.

## **Podsumowanie i wnioski końcowe**

Oceniana praca autorstwa mgr inż. Justyny Belcar dotyczy optymalizacji uprawy pszenicy ozimej w aspekcie efektywności ekonomicznej i jakości ziarna stanowiącego surowiec w przemyśle słodowniczym i browarniczym. Przedstawienie aktualnego stanu wiedzy pozwoliło Autorce sformułować cel pracy, który został zrealizowany w oparciu o bogaty warsztat metodyczny. Bardzo szeroki zakres badań o charakterze interdyscyplinarnym pozwolił uzyskać wyniki wzbogacające wiedzę naukową w zakresie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Wyniki te o wysokiej wartości poznawczej mogą służyć zastosowaniom praktycznym w poszczególnych etapach technologicznych począwszy od uprawy, przez proces słodowania aż do wytwarzania piwa pszenicznego. Doktorantka realizując cel pracy wykazała cechy świadczące o umiejętności formułowania i rozwiązywania problemów naukowych w oparciu o zdobytą wiedzę teoretyczną i praktyczną, dogłębny przegląd literatury i opanowanie niezbędnych metod badawczych z zakresu agrotechniki, towaroznawstwa rolniczego oraz chemii i technologii żywności. Przedłożoną do recenzji rozprawę doktorską oceniam bardzo wysoko i jednocześnie wnioskuję o jej wyróżnienie z uwagi na wysoki poziom merytoryczny, rozwiązanie istotnych problemów naukowych z wykorzystaniem prawidłowego podejścia metodycznego i znaczne wzbogacenie wiedzy w ramach nauk rolniczych. Mam nadzieję, że moje uwagi będą pomocne w redagowaniu wartościowych publikacji naukowych na podstawie materiału zawartego w rozprawie oraz pozwolą ukierunkować dalsze badania dotyczące wykorzystania ziarna pszenicy ozimej w przemyśle spożywczym.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr Justyny Belcar pt. „Opracowanie optymalnej technologii uprawy pszenicy ozimej z wykorzystaniem w przemyśle słodowniczym i browarniczym” spełnia wymagania Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.) i stawiam wniosek o dopuszczenie mgr inż. Justyny Belcar do publicznej obrony.