

dr hab. Piotr T. Bednarek  
Zakład Biochemii i Fizjologii Roślin  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin - PIB  
05-870 Błonie, Radzików

Recenzja pracy doktorskiej mgr Jacka Jagodzińskiego pt.: "**Zmienność i odziedziczalność właściwości mechanicznych źdźbła u żyta (*Secale cereale* L.)**", Promotor dr hab. prof. UR Jacek Żebrowski

## WPROWADZENIE

Badania nad żytem, w tym również nad żytem heterozyjnym, są realizowane w IHAR-PIB od wielu lat. Prace skupiają się na badaniach polowych, poszukiwaniu form rodzicielskich, oceny zdolności kombinacyjnej, jak również na badaniach molekularnych, których celem jest m. in. identyfikacja markerów genów przywracania płodności pyłku. Brak jest jednak obszernych prac poświęconych szeroko rozumianemu różnicowaniu form hodowlanych oraz wytypowaniu takich cech/parametrów, które byłyby użyteczne do selekcji materiałów hodowlanych pod kątem wylegania. W tym kontekście praca doktorska Pana mgr J. Jagodzińskiego wypełnia istotną lukę, gdyż skupia się na ocenie różnicowania wybranych cech morfologicznych żyta, parametrów mechanicznych źdźbła oraz ich wzajemnych korelacji czy interakcji ze środowiskiem. Celem pracy p. mgr J. Jagodzińskiego była ocena wybranych linii i mieszańców żyta pod względem różnicowania wytypowanych cech morfologicznych oraz właściwości mechanicznych źdźbła, a także ocena korelacji cech morfologicznych i właściwości mechanicznych oraz określenie ich odziedziczalności. Takie podejście miało służyć wytypowaniu cech/parametrów mechanicznych źdźbła użytecznych do ewentualnej selekcji w kierunku form odpornych na wyleganie żyta.

## STRUKTURA I OPIS PRACY DOKTORSKIEJ

Rozprawa została napisana w postaci monografii składającej się ze 111 stron maszynopisu (w tym 16 stron to pozycje literaturowe, na które składa się 289 pozycji głównie w języku polskim oraz 7 stron, które przeznaczono na strony tytułowe, streszczenia, wykaz używanych symboli i spis treści). W pracy zamieszczono 4 fotografie, 39 rysunków i 16 tabel.

Praca składa się z Wstępu, Celu Pracy, Przeglądu literatury, Materiałów i metod, Wyników, Dyskusji i Wniosków.

We **Wstępie** (4 strony) Autor zawarł ogólne informacje dotyczące hodowli i uprawy żyta zwracając szczególną uwagę na problem wylegania, który jest również istotny w hodowli heterozyjnej. Autor wykazał, że zastosowanie retardantów wzrostu celem skrócenia źdźbła czy wprowadzanie genów karłowatości do form hodowlanych w przypadku żyta nie daje zwykle pożądaných wyników, stwierdził również, że do selekcji form odpornych na wyleganie wykorzystuje się cechy morfologiczne, które jednak nie zawsze są stabilnie dziedziczone oraz że ich różnicowanie wymaga głębszych badań. Doktorant podkreślił, że oprócz cech morfologicznych należy rozważyć możliwość wykorzystania do selekcji szeregu właściwości mechanicznych źdźbła oraz że istnieje potrzeba poznania różnicowania linii/odmian/form żyta pod względem tych właściwości a także określenia stopnia ich

odziedziczalności. Właściwości mechaniczne źdźbła powinny umożliwić ocenę podatności materiałów roślinnych na wyleganie. Jednak dotychczas właściwości mechaniczne źdźbła żyta praktycznie nie były badane.

**Cel pracy** został postawiony precyzyjnie. Autor postanawia zweryfikować, czy w obrębie badanych materiałów roślinnych (formy rodzicielskie i populacje mieszańcowe żyta) występuje zmienność łatwo mierzalnych parametrów mechanicznych źdźbła, czy są one powiązane z cechami morfologicznymi (oraz między sobą), a także podejmuje się zbadania odziedziczalności i podatności tych cech na modyfikacje środowiskowe. Doktorant zakłada, że przynajmniej część z badanych cech/parametrów może być w przyszłości użyteczna do selekcji materiałów mniej podatnych na wyleganie.

**Przegląd literatury** (ok 8 stron) składa się z dwóch części: **Cechy morfologiczne pędu ... i Problem wyleganiu żyta**. Część ogólna to omówienie problemu wylegania zbóż, charakteru zjawiska oraz jego uwarunkowań mechanicznych, roli źdźbła w wyleganiu oraz znaczenia czynników agrarnych i metod oceny odporności na wyleganie. Część poświęcona żytu to w dużej mierze powtórzenie zagadnień ogólnych, lecz w odniesieniu do żyta.

Zgodnie z informacją zawartą w części **Cechy morfologiczne pędu ... Przeglądu** wynika, że do oceny wylegania u zbóż stosuje się m. in. cechy morfologiczne. Jednak ich wykorzystanie jest obciążone dużym błędem, gdyż są one modyfikowane środowiskowo i wykazują niską odziedziczalność. Z tego względu większą wagę przykładają się cechom mechanicznym źdźbła, a mianowicie sztywności i wytrzymałości. Są one zależne od długości, średnicy zewnętrznej i grubości ścianki dwóch największych międzywęzli oraz od udziału tkanki mechanicznej w strukturze źdźbła, jej jakości i rozmieszczenia na przekroju poprzecznym. Możliwe również, że na wyleganie duży wpływ ma długość dwóch najniższych międzywęzli. Autor omawia również cechy związane z budową anatomiczną źdźbła w kontekście wylegania a w szczególności strukturę wewnętrzną źdźbła. Pokazuje rolę sklerenchymy i parenchymy, ich wzajemne relacje oraz powiązania z wielkością i ilością wiązek przewodzących i rozmieszczenia ostatnich w sklerenchymie. Zwraca uwagę na skład chemiczny źdźbła, a mianowicie na zawartość celulozy i ligniny oraz ich wzajemne rozmieszczenie w odniesieniu do wytrzymałości i sztywności na rozciąganie oraz ściskanie. W przeglądzie literatury nie zabrakło również omówienia roli systemu korzeniowego w stabilności pędu. Przedstawiono zależności budowy systemu korzeniowego i odporności roślin na wyleganie. Omawiana jest również rola czynników agrotechnicznych (struktura gleby, jej porowatość, żyzność, wilgotność, rodzaj przedplonu, nawożenie itd.) wpływających na wyleganie i metody oceny odporności na wyleganie (polowe, biometryczne, anatomiczne, mechaniczne, ultradźwiękowe, oscylacyjne) z uwzględnieniem parametrów mechanicznych źdźbła. Z **Przeglądu** można wyciągnąć konkluzję, że parametry mechaniczne najlepiej charakteryzują odporność na wyleganie, gdyż są wypadkową licznych cech morfologicznych, anatomicznych i jakościowych tkanek uwarunkowanych działaniem szeregu genów odpowiedzialnych za ekspresję cechy oraz cechują się zwykle wysoką odziedziczalnością.

**Problem wylegania żyta** to odrębny rozdział **Przeglądu literatury**. Żyto jest gatunkiem podatnym na wyleganie, co jest warunkowane długim źdźbłem i dokłosem. Wykorzystanie cech morfologicznych do selekcji form odpornych na wyleganie, ze względu na ich podatność na czynniki środowiskowe oraz relatywnie niską odziedziczalność, wydaje się być mało korzystnym rozwiązaniem. U żyta nie zdają również egzaminu rozwiązania typowe dla innych zbóż. Wprowadzanie genów karłowatości czy retardantów zwykle tylko nieznacznie wpływa na uzyskanie form bardziej odpornych na wyleganie. Problem wylegania u żyta jest

również warunkowany czynnikami agrotechnicznymi (nawożenie azotowe). Wykorzystanie w hodowli odmian heterozyjnych, chociaż doprowadziło do wzrostu plonu, właściwie nie pozwoliło w znacznym stopniu na ograniczenie wylegania. Wydaje się więc oczywistym, że konieczne są alternatywne rozwiązania mogące polepszyć istniejącą sytuację i że należy poszukiwać takich wskaźników, które będą umożliwiały prostą i wydajną selekcję pożądanych genotypów.

**Materiały i Metody** (ok. 9 stron) zawierają dane o materiale roślinnym, na który składają się 33 populacje żyta ozimego (10 form rodzicielskich, 7 prostych mieszańców męskosterylnych, 3 formy ojcowskie, 21 trójkomponentowych mieszańców F1) oraz odmiany wzorcowe. Omówiono sposób prowadzenia materiału roślinnego (układ blokowy) oraz metodyki pomiarów morfologicznych (masa, długość źdźbła, długość pierwszego międzywęzła, przekrój łodygi i grubość ścianki łodygi) i oznaczeń parametrów mechanicznych (współczynnik sprężystości źdźbła, sztywność na zginanie uśredniona dla całego źdźbła, sztywność na zginanie 1-go międzywęzła, wytrzymałość na zginanie 1-go międzywęzła oraz moduł sprężystości Younga 1-go międzywęzła). Każdy z parametrów mechanicznych został zdefiniowany i szczegółowo omówiono jego interpretację i znaczenie. Zaprezentowano również metodykę pomiarów mikroskopowych przekroju poprzecznego źdźbła.

**Wyniki** (ok. 50 stron) to najobszerniejsza część Pracy bogato ilustrowana tabelami i wykresami. Autor w kolejnych podrozdziałach omawia zmienność i odziedziczalność cech morfologicznych pędu, zmienność i odziedziczalność właściwości mechanicznych źdźbła, charakterystykę anatomiczną źdźbła, współzależność między cechami morfologicznymi pędu, a właściwościami mechanicznymi oraz interakcje genotypowo-środowiskowe.

**Zmienność i odziedziczalność cech morfologicznych.** Na wartość wszystkich badanych cech ma wpływ genotyp. Na cechy nie miała wpływu miejscowość prowadzenia doświadczeń, a lata różnicowały jedynie długość źdźbła. Obserwowano jednak istotne interakcje pomiędzy miejscowościami a latami, oraz populacjami, miejscowościami a latami dla praktycznie wszystkich cech morfologicznych.

**Zmienność i odziedziczalność właściwości mechanicznych** była zależna od genotypu. Wartości poszczególnych parametrów mechanicznych źdźbła nie zależały od miejscowości. Lata doświadczeń różnicowały sztywność na zginanie uśrednioną dla całego źdźbła oraz sztywność na zginanie 1-go międzywęzła. Interakcja populacji x lata (oraz miejscowość) była istotna dla wszystkich parametrów mechanicznych za wyjątkiem modułu Young'a. **Współczynnik sprężystości źdźbła** charakteryzował się bardzo wysoką odziedziczalnością i zmiennością na poziomie 14%. **Sztywność na zginanie uśredniona dla całego źdźbła** cechowała zmienność na poziomie 19,4%, a odziedziczalność wynosiła 0,72. **Sztywność na zginanie 1-go międzywęzła** wykazywała wartość  $CV=23\%$ , a  $h^2=0,77$ . **Wytrzymałość na zginanie 1-go międzywęzła** dawała najniższe wartości zmienności (9,6%) i relatywnie wysoką wartość odziedziczalności 0,73. **Moduł Young'a** charakteryzował się wysoką odziedziczalnością (0,78) i dużą zmiennością (23%). Wartości modułu Young'a populacji macecznych była wyższa od form ojcowskich mieszańców F1 oraz wzorców.

**Charakterystyka anatomiczna źdźbła.** Największą wytrzymałością 1-go międzywęzła na zginanie charakteryzowały się mieszańce dwuliniowe o najgrubszym paśmie sklerenchymy. **Współzależność między cechami morfologicznymi a właściwościami mechanicznymi pędu** powyżej 0,6 stwierdzono między długością źdźbła a współczynnikiem sprężystości, długością 1-go międzywęzła a współczynnikiem sprężystości oraz grubością ścianki 1-go międzywęzła a wytrzymałością na zginanie 1-go międzywęzła. Pozostałe korelacje były

niskie. Tylko długość źdźbła i współczynniki sprężystości dawały podobne wartości korelacji w kolejnych latach badań.

**Interakcje genotypowo-środowiskowe** cech morfologicznych źdźbła obserwowano dla masy jak i długości źdźbła, jednak były one silniejsze dla długości źdźbła i dotyczyły większości badanych materiałów. Cechy geometryczne 1-go międzywęźla (długość, średnica i grubość 1-go międzywęźla) również wykazywały interakcje ze środowiskiem, lecz w mniejszym stopniu niż długość źdźbła. Właściwości mechaniczne (współczynnik sprężystości, sztywność na zginanie uśredniona dla całego źdźbła, sztywność na zginanie, wytrzymałość na zginanie, moduł Young'a) również wykazywały zależność od środowiska. Wartości interakcji były zależne od badanych materiałów roślinnych.

**Dyskusja** została zawarta na 13 stronach maszynopisu. W **Dyskusji** Autor wykazuje, czemu obecnie stosowane cechy morfologiczne wylegania u żyta nie są dobrym rozwiązaniem dla hodowli, odnosi się do kwestii wprowadzania genów karłowatości i nieskuteczności takiego podejścia oraz stara się udowodnić tezę, że alternatywą dla cech morfologicznych mogą być właściwości mechaniczne źdźbła. Takie podejście jest uzasadnione, gdyż właściwości mechaniczne cechuje wysoka wartość współczynnika odziedziczalności, a przynajmniej część z nich charakteryzuje się dużym współczynnikiem zmienności. Ponadto właściwości te są w mniejszym stopniu zależne od czynników środowiskowych niż cechy morfologiczne. Jednocześnie właściwości mechaniczne pośrednio opisują cechy morfologiczne będąc wypadkową wielu zmiennych morfologicznych. W **Dyskusji** Autor omawia również zależności pomiędzy poszczególnymi właściwościami mechanicznymi argumentując, że takie dane mogą być istotne dla hodowców. W kolejnych podrozdziałach Autor omawia poszczególne właściwości mechaniczne.

**Wnioski** składają się z 10 pozycji, w których Autor podsumował osiągnięte wyniki.

## OCENA MERYTORYCZNA

Recenzowana rozprawa jest opracowaniem z zakresu agronomii. Autor podjął się pracochłonnych kilkuletnich badań dotyczących wcześniej niebadanego zagadnienia, a mianowicie oceny zróżnicowania właściwości mechanicznych źdźbła u żyta. Takie badania u żyta nie były wcześniej prowadzone. Biorąc pod uwagę ich wykorzystanie u innych zbóż w odniesieniu do żyta uzyskane wyniki stanowią wartość dodaną, która może znaleźć konkretne zastosowanie w hodowli gatunku w kontekście poprawienia odporności na wyleganie.

Mimo niewątpliwych zalet pracy Autor nie ustrzegł się pewnych niedociągnięć. Miejscami praca sprawia wrażenie "surowej". Brak jest ciągłości myśli a Autor "skacze" z tematu na temat lub dane, które w sposób oczywisty powinny znaleźć się w części metodycznej trafiają do wyników (np. opis stosowanych metod statystycznych). Przynajmniej część danych dotyczących właściwości mechanicznych powinna trafić do **Przeglądu literatury** a nie do **Wyników**. Natomiast w **Dyskusji** oczekiwałbym obszerniejszej interpretacji uzyskanych danych i ich omówienia na szerszym tle literaturowym, niż to zostało zrealizowane przez Autora. W dyskusji zabrakło mi również odniesień do badań molekularnych dotyczących wylegania. Oczekiwałbym, że takie dane jak liczba QTLi, procent tłumaczonej przez nie zmienności cechy, lokalizacja chromosomowa QTLi, czy też dane dotyczące MAS mogłyby być zawarte w niniejszej pracy, a pokazałyby wiedzę Autora na szerszym tle badań realizowanych na świecie. Co więcej, takie podejście dałoby jeszcze ciekawszą podbudowę ujawniającą konieczność opracowania nowych metod opisu wylegania u żyta. Wątpliwości budzą również wnioski Autora. Tylko pierwszą i ostatnią pozycję można uznać za wniosek

(ostatni jest trochę na wyrost), pozostałe wnioski to głównie zaprezentowanie wyników w syntetycznej formie. Wśród drobnych uwag należą wymienić nieliczne literówki oraz czasem niepełne opisy rysunków czy tabel.

#### **Podsumowanie.**

Przedstawioną mi do oceny Pracę Doktorską, mimo wskazanych powyżej zastrzeżeń, oceniam pozytywnie. Wskazuje ona na dobry poziom merytorycznego przygotowania Autora do prowadzenia badań z zakresu agronomii u żyta. Niniejsza Rozprawa prezentuje rozwiązanie problemu badawczego, a uzyskane dane mogą okazać się również istotne dla hodowli heterozyjnej żyta.

Stwierdzam, że oceniana dysertacja spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim przez ustawę z dnia 14.03.2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki, określone w art. 13 ustawy z (Dz. U. z 2014 poz. 1852) i wnioskuję do Wysokiej Rady Naukowej Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Radzikowie o dopuszczenie mgr. Jacka Jagodzińskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

dr hab. Piotr T. Bednarek

