

Asystent

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Genetyki i Hodowli Roślin w Radzikowie, Pracownia ŻytaPlant Breeding and Acclimatization Institute - National Research Institute
Department of Plant Breeding and Genetics, Laboratory of Rye**Streszczenie rozprawy doktorskiej****pt.: „Zmienność i odziedziczalność właściwości mechanicznych źdźbła u żyta
(*Secale cereale* L.)”**dla uzyskania stopnia doktora nauk rolniczych; dziedzina: nauki rolnicze, dyscyplina: agronomia
Promotor: dr hab. Jacek Żebrowski, prof. Uniwersytetu Rzeszowskiego

Żyto (*Secale cereale* L.) jest gatunkiem, którego biomechanika pędu jest relatywnie najmniej poznana w stosunku do innych zbóż. Dość niska odporność na wyleganie oraz trudność w poprawianiu tej cechy drogą skracania źdźbła zmusza do poszukiwania u żyta zmienności wśród innych niż długość źdźbła cech, które mogą mieć potencjalny wpływ na odporność na wyleganie. W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących wybranych właściwości mechanicznych źdźbła żyta, ich zmienność, interakcję ze środowiskiem, odziedziczalność oraz współzależność z cechami morfologicznymi. Materiał do badań obejmował 21 mieszańców F_1 żyta (CMS-SC x R), 7 form matecznych (SC-CMS), 3 formy ojcowskie (syntetyki - S, czyli restorery – R) i dwie odmiany wzorcowe - populacyjna Bosmo oraz mieszańcowa F_1 Fernando. Wyżej wymienione populacje badano w 2-letnich doświadczeniach polowych w układzie bloków losowanych, w trzech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 2 m². Pomiary cech źdźbła obejmowały charakterystyki morfologiczne i geometryczne oraz parametry biomechaniczne.

Badane populacje żyta charakteryzowały się stosunkowo większą zmiennością w zakresie cech mechanicznych niż cech morfologicznych. Wśród właściwości mechanicznych moduł Young'a [E] oraz sztywność na zginanie [EI_b] dolnej części źdźbła były cechami, które w największym stopniu różnicowały badane populacje żyta, natomiast najmniejszą zmienność stwierdzono dla wytrzymałość 1-go międzywęzła na zginanie (M_{max}). Czynniki środowiskowe znacząco modyfikowały cechy morfologiczne, które z kolei determinowały właściwości mechaniczne. Najsilniejszym modyfikacjom środowiskowym podlegały długość źdźbła i jego masa, a spośród właściwości mechanicznych: sztywność (EI_b) oraz wytrzymałość (M_{max}) na zginanie dolnego międzywęzła. Interakcja genotypowo-środowiskowa przejawiała się najsilniej dla takich cech mechanicznych, jak: sztywność [EI_b] i wytrzymałość na zginanie dolnego międzywęzła (M_{max}). Najsilniej na zmienne warunki środowiskowe w odniesieniu do wszystkich analizowanych parametrów mechanicznych reagowały dwuliniowe populacje mateczne. Cechy mechaniczne wykazywały większą odziedziczalność w stosunku do cech morfologicznych źdźbła, co wskazuje że selekcja oparta

na nich może być efektywniejsza niż oparta wyłącznie na cechach morfologicznych. Spośród cech mechanicznych źdźbła determinujących odporność na wyleganie największą odziedziczalność oszacowano dla współczynnika sprężystości (k), modułu Young'a [E] i sztywności na zginanie [EI_b] dolnego międzywęźla. Współczynniki korelacji pomiędzy cechami morfologicznymi, a właściwościami mechanicznymi źdźbła wykazywały zróżnicowaną istotność w zależności od roku prowadzenia doświadczenia. Wysokie dodatnie korelacje, powtarzające się w latach, wystąpiły między sztywnością na zginanie (EI_{av}) uśrednioną dla całego źdźbła, a masą źdźbła; sztywnością na zginanie dolnego międzywęźla (EI_b), a grubością ścianki; wytrzymałością na zginanie dolnego międzywęźla (M_{max}), a grubością jego ścianki. Ujemne wysokie korelacje zaobserwowano między: modułem Young'a, a średnicą zewnętrzną i grubością ścianki dolnego międzywęźla. Niektóre parametry mechaniczne źdźbła były ze sobą istotnie skorelowane. Wysoka dodatnia współzależność wystąpiła między sztywnością na zginanie [EI_{av}] uśrednioną dla całego źdźbła, a sztywnością [EI_b] i wytrzymałością [M_{max}] dolnego międzywęźla oraz między wytrzymałością [M_{max}], a sztywnością na zginanie [EI_b] 1-go międzywęźla. Wysoką ujemną korelację stwierdzono między sztywnością całego źdźbła [EI_{av}], a modułem Young'a [E]. Uzyskane rezultaty wskazują, że uwzględniając dużą zmienność właściwości mechanicznych źdźbła badanych populacji żyta, ich istotną współzależność z cechami morfologicznymi, jak również wysoką odziedziczalność oraz interakcję genotypowo – środowiskową można skuteczniej prowadzić selekcję w kreowaniu odmian żyta odporniejszych na wyleganie w oparciu o kryteria mechaniczne.

Abstract PhD thesis:

“Variability and heritability of mechanical properties stem in rye (*Secale cereale* L.)”

To obtain the degree of PhD in agricultural sciences, field of knowledge of Agricultural Science,
discipline: agronomy

Rye (*Secale cereale* L.) is a species with stem biomechanics which is relatively least understood, as compared to other cereals. The relatively low resistance to lodging and difficulty in improving this characteristic by stem shortening leads to the search for variability of characteristics other than stem length, which may have a potential impact on the resistance to lodging. The paper presents the results of research concerning selected mechanical characteristics of rye stem, their variability, and interaction with the environment, heritability and correlation with morphological characteristics. The study material included 21 F_1 hybrids of rye (CMS-SC x R), 7 maternal forms (SC-CMS), 3 paternal forms (synthetics – S, or restorers – R) and two reference varieties – population Bosmo and hybrid F_1 Fernando. The above-mentioned populations were tested in 2-year field experiments using a randomized block design in triplicate, in plots having the area of 2 m². Culm trait measurements involved

morphological characteristics and biomechanical. The study populations of rye were characterized by a relatively higher variability in terms of mechanical characteristics, as compared to morphological characteristics. Among the mechanical properties, Young's modulus $[E]$ and flexural rigidity $[EI_b]$ of the lower part of stem were characteristics, which differentiated the study populations of rye to the highest degree, while flexural strength of the 1st internode (M_{max}) had the least contribution to the variability. Environmental factors (locations) significantly modified morphological characteristics, which in turn determined mechanical characteristics. The strongest environmental modifications concerned the length of the stem and its weight, and among mechanical properties: flexural rigidity (EI_b) and strength (M_{max}) of the lower internode. The genotype-environment interaction manifested in the strongest way for such mechanical characteristics as: flexural rigidity (EI_b) and strength (M_{max}) of the lower internode. Two-line maternal populations reacted to changing environmental conditions with respect to all the analyzed mechanical parameters in the strongest way. Mechanical characteristics demonstrated higher heritability as compared to the morphological characteristics of the stem, which indicated that the selection based on them can be more efficient than the selection based solely on morphological characteristics. Among mechanical properties determining the resistance to lodging, the highest heritability was estimated for spring constant (k), Young's modulus $[E]$ and flexural rigidity $[EI_b]$ of the lower internode. Coefficients of correlation between morphological characteristics and mechanical characteristics exhibited varying significance depending on the year of the experiment. High positive correlations, repeated over years, occurred between flexural rigidity (EI_{av}) averaged over whole stem and stem weight; flexural rigidity of the lower internode (EI_b) and wall thickness; flexural strength of the lower internode (M_{max}) and the thickness of its wall. High negative correlations were observed between: Young's modulus, and the outer diameter and wall thickness of the lower internode. Certain mechanical parameters of the stem were significantly correlated. The strongest positive correlation was observed between flexural rigidity $[EI_{av}]$ averaged over whole stem, and flexural rigidity $[EI_b]$ and strength $[M_{max}]$ of the lower internode, and between strength $[M_{max}]$ and rigidity $[EI_b]$. The strongest negative correlation was observed between flexural rigidity averaged over whole stem $[EI_{av}]$ and Young's modulus $[E]$. The obtained results indicate that, given the high variability of stem mechanical properties in the study rye populations, their significant correlation with morphological characteristics, as well as high heritability and genotype-environment interaction, it is possible to conduct a more efficient selection for creating new rye varieties more resistant to lodging based on mechanical criteria.

Jacek Jagodziński