

ZBIGNIEW SEGIT¹**TOMASZ KURZYP**²**KRYSTYNA SZWED-URBAŚ**¹¹Instytut Genetyki i Hodowli Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie²Katedra Fizyki, Akademia Rolnicza w Lublinie

Cechy geometryczne i właściwości mechaniczne źdźbła pszenicy twardej (*T. durum* Desf.)

Geometrical parameters and mechanical properties of stem of durum wheat (*T. durum* Desf.)

Badaniom poddano źdźbła czterech linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) dwie długosłome i dwie krótkosłome. Pomiarów biometrycznych posłużyły do wyznaczenia cech geometrycznych źdźbła (długość międzywęźli, średnica zewnętrzna i wewnętrzna, grubość ścian, pole przekroju poprzecznego) właściwości mechanicznych (moduł sprężystości Younga i sztywność rozciągania). Wystąpiły istotne różnice między liniami krótko- i długosłomymi dla większości analizowanych cech. Linie krótkosłome charakteryzowały się znacznie grubszyimi źdźbłami jak również grubszą ścianą źdźbła, szczególnie w II i III międzywęźlu od góry. Odznaczały się także wyższymi wartościami pola przekroju poprzecznego oraz niższym współczynnikiem sprężystości Younga.

Słowa kluczowe: cechy geometryczne, pszenica twarda, właściwości mechaniczne, źdźbło

Experiments were performed on stems of four durum wheat lines (*Triticum durum* Desf.): two long-staw and two short-staw ones. Biometrical measurements served to set geometrical parameters of the stem (internodes length, outer and inner diameter, wall thickness, area of the cross-section) and its mechanical properties (Young's modulus of elasticity and longitudinal rigidity). Essential differences appeared between the short — and long-staw lines for majority of the analysed parameters. The short-staw lines were characterized by much thicker stems as well as by a thicker wall of the stem, especially in the second and third internode from the top. They were also characterized by higher numbers in the area of cross-section and lower Young's modulus of elasticity.

Key words: geometrical parameters, durum wheat, mechanical properties, stem

WSTĘP

W Polsce w ostatnich latach obserwuje się coraz większe zainteresowanie możliwością uprawy pszenicy twardej. Wynika to z jednej strony ze stosunkowo wysokiej jej ceny na rynku światowym (Chudoba, Szajner, 1999; Borek, 2001) z drugiej zaś ze wzrostu zapotrzebowania przemysłu makaronowego na surowiec produkowany z tego gatunku — semolinę. (Jurga, 2001; Anonim, 2001).

W Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin AR w Lublinie wyselekcjonowano szereg bardzo wartościowych linii *T. durum*, które z powodzeniem mogą być uprawiane w polskich warunkach. (Szwed-Urbaś i in., 1995, 1997; Kuczyński i in., 2000; Rachon i in., 2002).

Biorąc pod uwagę fakt, że pszenica twarda plonuje nieco słabiej od pszenicy zwyczajnej (Seibel i in., 1997; Rachon i in., 2002) niezmiernie istotne staje się posiadanie odmian, u których zjawisko wylegania oraz związane z tym straty plonu będą zminimalizowane. Poznanie zatem właściwości mechanicznych źdźbła, które jak podają Skubisz, (1982), Żebrowski (1992), Kurzyp (1997, 1998) odgrywają decydującą rolę w odporności zbóż na wyleganie, jest bardzo ważnym problemem. Literatura poświęcona temu zagadnieniu jest wprawdzie obszerna, ale dotyczy głównie pszenicy zwyczajnej i pszenżyta (Doliński, 1986, 1995; Kurzyp, 1998; Kurzyp i in., 2001) Celem niniejszych badań jest określenie właściwości mechanicznych i cech geometrycznych źdźbła pszenicy twardej.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły cztery linie jarej pszenicy twardej: dwie krótkosłome — LGR 557/99/1 — A i LGR 2466/98/5 — B oraz dwie długosłome — LGR 576/99/4 — C i LGR 578/99/4 — D. Dla każdej linii w stadium dojrzałości pełnej wybrano losowo po 30 źdźbeł oznaczając: długość źdźbła — L , długość kolejnych międzywęźli — l_m . Z pięciu kolejnych międzywęźli (licząc od góry) linii długosłomych i z czterech międzywęźli linii krótkosłomych wycięto próbki o długości 60 mm. Z piątego międzywęźla linii krótkosłomych wycięto zaś próbkę o długości 35 mm. W każdej próbce wyznaczono następujące cechy morfologiczne: średnicę zewnętrzną — d_z , średnicę wewnętrzną — d_w , grubość ścianki — d , pole przekroju poprzecznego — A , gęstość liniową — ρ_l i gęstość objętościową — ρ . W każdej próbce zmierzono również prędkość propagacji fal ultradźwiękowych — c , stosując próbnik materiałów typu Unipan 543 z głowicami o częstotliwości 40 kHz. Pomiary ultradźwiękowe przeprowadzono w Katedrze Fizyki AR w Lublinie a uzyskane wyniki posłużyły do wyznaczenia parametrów mechanicznych źdźbła:

— sztywności rozciągania: $Hr = \rho_l \times c^2$

— modułu sprężystości Younga: $E = \rho \times c^2$

Wyniki pomiarów poddano obliczeniom statystycznym otrzymując średnie wartości cech w poszczególnych międzywęźlach oraz istotność ich różnic.

WYNIKI I DYSKUSJA

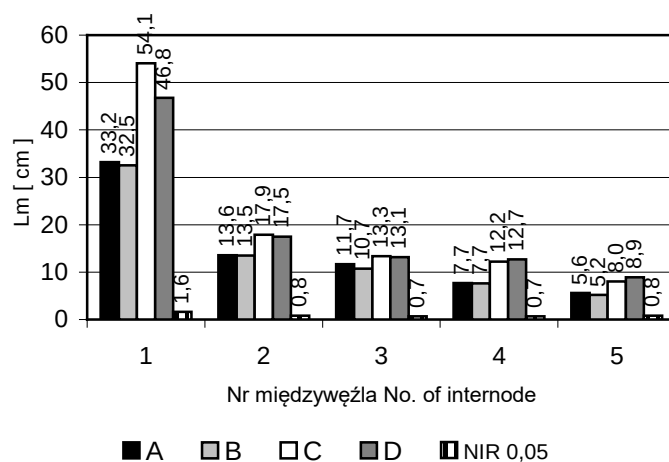
Bezpośrednią przyczyną wylegania pszenicy jest najczęściej zbyt niska wytrzymałość mechaniczna źdźbła. Zależy ona w głównej mierze od cech geometrycznych źdźbła i jego właściwości mechanicznych (Doliński, 1986). Funkcjonuje powszechny pogląd, że z odpornością na wyleganie bardzo ściśle związana jest długość źdźbła — im krótsze źdźbła tym większa odporność. Analizowane linie *T. durum* różniły się pod względem

długości słomy (tab. 1). Dwie z nich przekroczyły wysokość 100 cm, dwie zaś określane jako krótkosłome były istotnie niższe (69,3–71,9 cm).

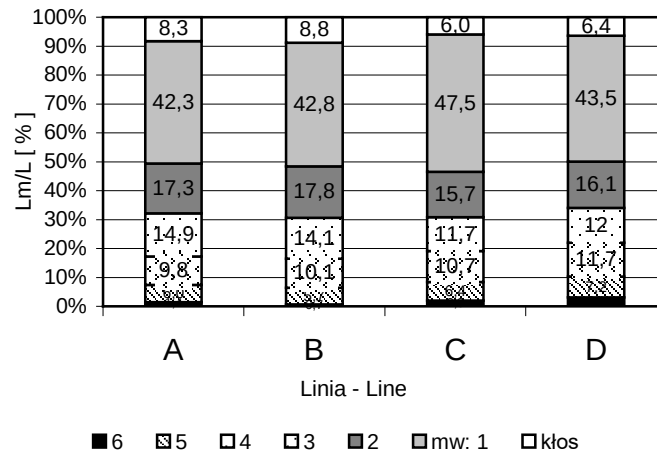
Duże znaczenie przypisywane jest podziałowi źdźbła na międzywęźla. Za najkorzystniejsze uważane są źdźbła o krótkich dolnych międzywęźlach i długim cienkim dokłosiu (Ruebenbauer, Riegerowa, 1955, Doliński, 1986). Badane linie krótkosłome odznaczały się istotnie krótszymi międzywęźlami od linii długosłomych (rys. 1). Procentowy udział kłosa i poszczególnych międzywęźli w całkowitej długości pędu (rys. 2) wskazuje na niewielkie różnice między danymi liniami. Dokłósie stanowi 42,3%–47,5% całkowitej długości, zaś V i VI międzywęźle 6,4%–10,3%. Linie krótkosłome odznaczały się większym udziałem kłosa (8,3%–8,8%) w porównaniu do linii długosłomych (6,0%–6,4%), jak również istotnie wyższą masą ziaren z kłosa i MTZ (tab. 1).

Tabela 1

Długość źdźbła oraz ważniejsze elementy plonowania Stem length and some important yielding elements						
Linia Line		Długość źdźbła Stem length (cm)	Długość kłosa Spike length (cm)	Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	Masa ziaren z kłosa Weight of grains per spike (g)	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)
LGR 557/99/1	A	71,9	7,0	53,7	2,0	37,2
LGR 2466/98/5	B	69,3	6,8	53,9	1,8	33,1
LGR 576/99/4	C	107,5	6,7	53,8	2,2	40,7
LGR 578/99/4	D	101,9	6,5	55,5	2,4	42,3
NIR _{0,05} —LSD _{0,05}		1,8	0,3	r.n.	0,3	4,3

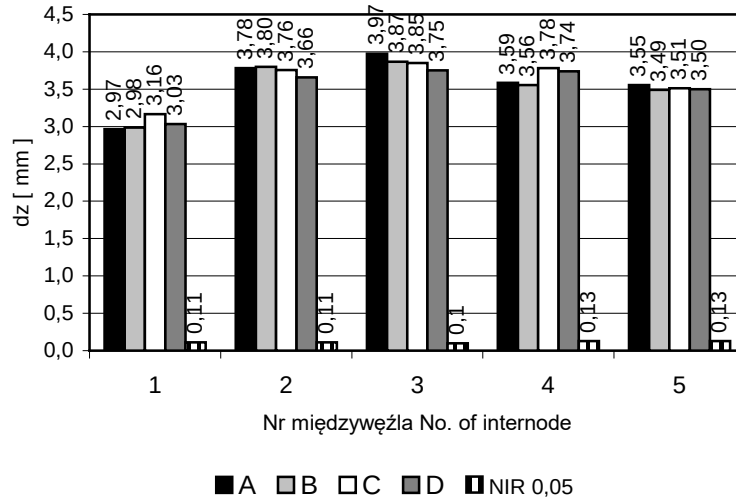


Rys. 1. Długość międzywęźli
Fig. 1. Internodes length



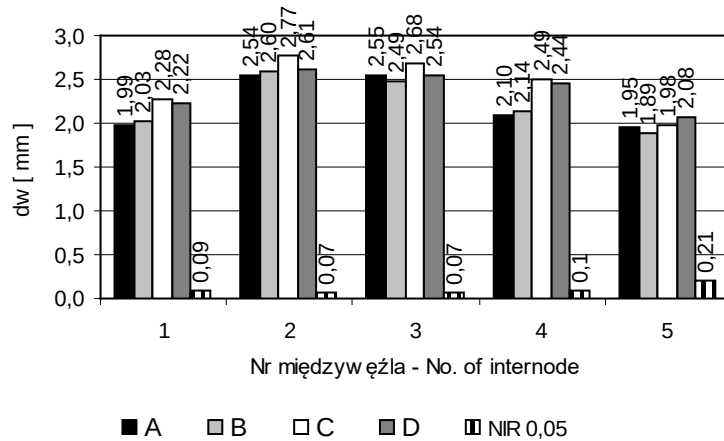
Rys. 2. Udział kłosa i międzywęźli w całkowitej długości pędu
Fig. 2. Proportion of contribution of ear and internodes in stem length

Z odpornością na wyleganie ściśle związane są takie cechy geometryczne źdźbła jak średnica zewnętrzna, grubość ścian i powierzchnia przekroju poprzecznego (Ruebenbauer, Riegerowa, 1955; Oda i in., 1966; Skubisz, 1982; Doliński, 1986). Według tych autorów wyższe wartości podanych cech wskazują na większą odporność na wyleganie. Średnica zewnętrzna poszczególnych międzywęźli istotnie różnicowała linie krótko- i długostome (rys. 3).

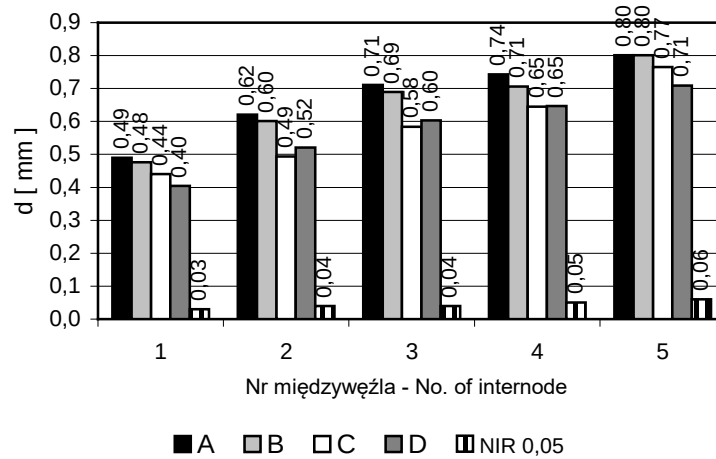


Rys. 3. Średnica zewnętrzna źdźbła
Fig. 3. Outer diameter of stem

Wszystkie badane linie miały najmniejszą średnicę zewnętrzną dokłosa, największą zaś w III międzywęźlu od góry. W kolejnych międzywęźlach średnica zewnętrzna stopniowo malała. Podobne zmiany tej cechy wzdłuż pędu dla kilku odmian pszenicy zwyczajnej zaobserwowali Skubisz (1982) i Doliński (1986). Zbliżony przebieg zmian występuje również dla średnicy wewnętrznej źdźbła, przy czym najwyższą wartość tej cechy miało II międzywęźle, natomiast najmniejszą— międzywęźle V (rys. 4). Linie długosłone miały istotnie wyższą średnicę zewnętrzną i wewnętrzną czterech kolejnych międzywęźli w porównaniu do linii krótkosłomych.



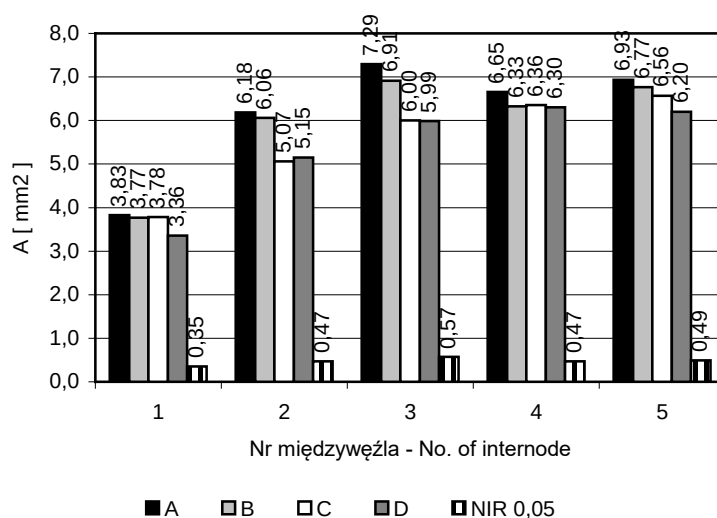
Rys. 4. Średnica wewnętrzna źdźbła
Fig. 4. Inner diameter of stem



Rys. 5. Grubość ściany źdźbła
Fig. 5. Wall thickness of stem

Grubość ściany żdźbła utożsamiana jest zwykle z grubością warstwy sklerenchymy i większą liczbą wiązek przewodzących. Według niektórych badaczy (Ruebenbauer, Riegerowa, 1955, Doliński, 1986, Żebrowski, 1992) ma to istotne znaczenie dla wytrzymałości żdźbła na zginanie. W naszych badaniach grubość ściany żdźbła istotnie różnicowała oceniane linie. Wzrastała ona w kolejnych międzywęźlach licząc od dokłosa, przy czym linie krótkosłome miały istotnie grubsze ściany niż linie długosłome (rys. 5).

Bardziej miarodajną cechą w porównaniu z grubością ścian żdźbła wydaje się być pole przekroju poprzecznego (Wąs, 1970). Im jest ono większe tym żdźbła są bardziej odporne na wyleganie. Wartość tej cechy badanych linii wahała się od 3,36 mm² w dokłosiu, do 7,29 mm² w III międzywęźlu (rys. 6). Należy zaznaczyć, że linie krótkosłome charakteryzowały się wyższymi wartościami pola przekroju niż długosłome, co szczególnie wyraźnie występuje w II i III międzywęźlu.

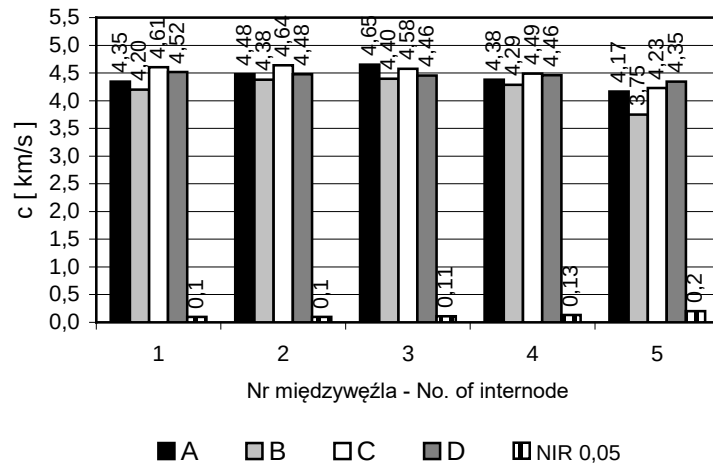


Rys. 6. Pole przekroju poprzecznego żdźbła
Fig. 6. Area of cross-section of stem

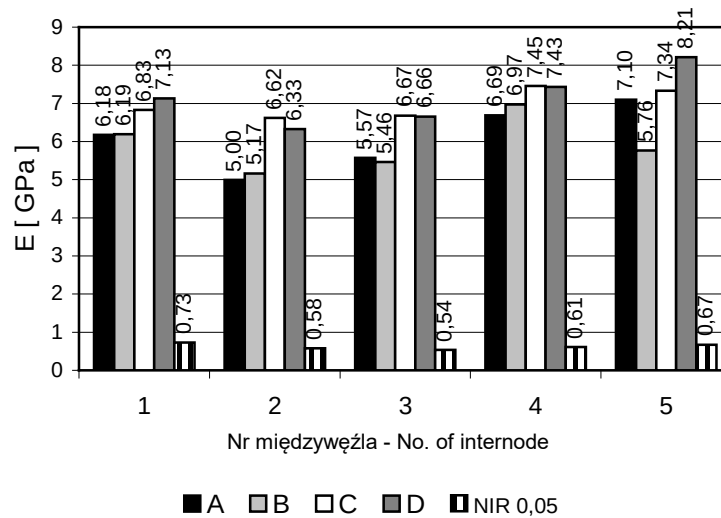
Szybkość propagacji fal ultradźwiękowych jest związana z jakością sklerenchymy i jej właściwościami sprężystymi (Gawda, 1983; Doliński, 1995). W niniejszych badaniach była ona większa w żdźbłach linii długosłomych osiągając najwyższe wartości w dwóch górnych międzywęźlach. Natomiast w żdźbłach linii krótkosłomych najwyższe wartości prędkości fal ultradźwiękowych występują w III międzywęźlu (rys. 7).

Dobrym parametrem charakteryzującym właściwości sprężyste żdźbła jest współczynnik sprężystości Younga (Skubisz, 1982; Gawda, 1983; Żebrowski, 1992). Parametr ten wydaje się być bardzo przydatny w selekcji form odpornych na wyleganie, gdyż jak podaje Doliński (1995) charakteryzuje się on wysoką odziedziczalnością. W przeprowadzonych badaniach współczynniki sprężystości linii krótkosłomych były

istotnie niższe od długosłomych (rys. 8). Najwyższe wartości tego współczynnika wystąpiły w IV i V międzywęźlu, najniższe zaś w II międzywęźlu. W badaniach Gawdy (1983) wartość współczynnika sprężystości również zmieniała się wzdłuż żdźbła jednakże najwyższe wartości wystąpiły w środkowych częściach żdźbła.

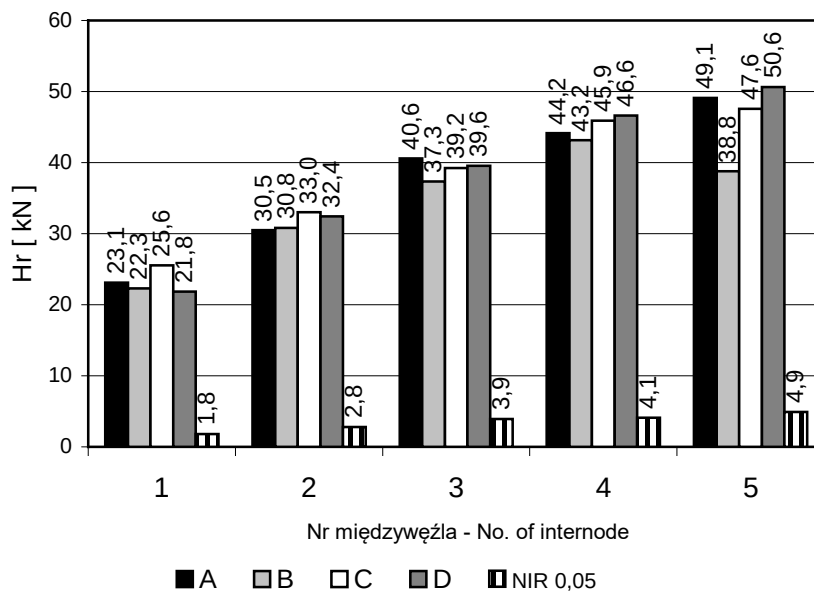


Rys. 7. Prędkość fal ultradźwiękowych
Fig. 7. Velocity of ultrasonic waves propagation



Rys. 8. Moduł sprężystości Younga
Fig. 8. Young's modulus of elasticity

Innym parametrem charakteryzującym właściwości sprężyste źdźbła jako obiektu odpornego na odkształcenia jest sztywność rozciągania. Według Kurzypa (1998) sztywność ta jest w bardzo wysokim stopniu skorelowana z niektórymi wymiarami geometrycznymi źdźbła (pole przekroju poprzecznego i długość międzywęźli), co z hodowlanego punktu widzenia wydaje się być korzystne. Wartość tego parametru u większości analizowanych linii rosła stopniowo od dokłosa do węzła krzewienia (rys. 9). Istotne różnice między liniami wystąpiły tylko w I i V międzywęźlu. Podobny rozkład wartości sztywności źdźbła otrzymała Skubisz (1982) prowadząc badania z pszenicą zwyczajną.



Rys. 9. Sztywność rozciągania
Fig. 9. Longitudinal rigidity

WNIOSKI

1. Linie krótkosłome w istotny sposób różniły się od linii długosłomych ze względu na prawie wszystkie analizowane cechy.
2. Międzywęźla linii krótkosłomych były istotnie krótsze od długosłomych, ale o znacznie grubszy źdźbło i grubszych ścianach, szczególnie w II i III międzywęźlu.
3. Linie krótkosłome charakteryzowały się wyższymi wartościami pola przekroju poprzecznego oraz niższym współczynnikiem sprężystości.

LITERATURA

- Anonim. 2001. Pszenica *durum* a jakość makaronów. Przegląd Zbożowo-Młynarski 8: 15.
- Borek M. 2001. Polski rynek zbóż po akcesji do Unii Europejskiej — system interwencji. Przegląd Zbożowo-Młynarski 10: 10 — 13.
- Chudoba Ł., Szajner P. 1999. Krajowy rynek makaronu w połowie 1999 roku. Przegląd Zbożowo-Młynarski 11: 8 — 10.
- Doliński R. 1986. Wpływ środowiska na parametry mechaniczne i cechy geometryczne źdźbła 14 odmian pszenicy ozimej. Hodowla pszenicy. Prace Grupy Problemowej w 1984 r. IHAR Radzików: 47 — 69.
- Doliński R. 1995. Zmienność, odziedziczalność i współzależność właściwości mechanicznych i cech morfologicznych źdźbła pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) warunkujących odporność na wyleganie. Rozprawa habilitacyjna Wyd. AR Lublin.
- Gawda M. 1983. Submikroskopowa struktura zbóż w świetle badań ultrasonicznych. Rozprawa habilitacyjna. Wyd. AR Lublin.
- Jurga R. 2001. Granulacja surowców makaronowych z pszenicy *durum*. Przegląd Zbożowo-Młynarski 8: 11 — 12.
- Kuczyński A., Grundas S., Szwed-Urbaś K., Segit Z. 2000. Metody oceny barwy semoliny otrzymanej z wybranych linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Acta Agrophysica 37: 105 — 112.
- Kurzyp T. 1997. Próba opisu zależności mechanicznych właściwości źdźbeł wybranych odmian pszenżyta od ich wilgotności. Zesz. Probl. PNR 445: 285 — 292.
- Kurzyp T. 1998. Zależność właściwości mechanicznych źdźbeł pszenżyta od ich parametrów morfologicznych. Zesz. Probl. PNR 454: 229 — 236.
- Kurzyp T., Gowin J. 2001. Porównanie właściwości mechanicznych źdźbła zbóż wyznaczonych metodą ultradźwiękową oraz testem zginania. Inż. Roln. 2: 165 — 170.
- Oda K., Suzuki M., Udegawa T. 1966. Varietal analysis of physical characters in wheat and barley plants relating to lodging and lodging index. Bull. Nat. Inst. Agric. Sci., Tokio, 15: 55 — 91.
- Rachoń L., Szwed-Urbaś K., Segit Z. 2002. Plonowanie nowych linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu nawożenia azotem i ochrony roślin. Annales UMCS, Sec. E, 57: 71 — 76.
- Ruebenbauer T., Riegerowa H. 1955. Próba określenia sztywności słomy pszenic ozimych na podstawie pomiarów mechanicznych roślin. Acta Agrobot. 3: 45 — 73.
- Seibel W., Sievert D. 1997. Internationale Durumweizensituation in den Getreidewirtschaftsjahren 1994/95 i 1995/96. Getreide Mehl und Brot 51, 1: 10 — 14.
- Skubisz G. 1982. Zagadnienia sprężystości źdźbła zbóż. Prob. Agrofizyki, 38: 1 — 59.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., Grundas S. 1995. Wstępna ocena jakości ziarna pszenicy twardej w warunkach Lubelszczyzny. Biul. IHAR 194: 149 — 154.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., Mazurek M. 1997. Parametry jakościowe ziarna krajowych linii pszenicy twardej. Biul. IHAR 204: 129 — 140.
- Wąs L. 1970. Badania nad przydatnością metod oceny sztywności słomy u różnych gatunków pszenic. Hod. Rośl. Aklim. 14, 3: 214 — 232.
- Żebrowski J. 1992. Strukturalno-mechaniczne uwarunkowania i kryteria odporności roślin zbożowych na wyleganie. Biul. IHAR 183: 73 — 93.