

ANETA KRAMEK
KRYSTYNA SZWED-URBAŚ
ZBIGNIEW SEGIT

Instytut Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Ocena zmienności i współzależności cech ilościowych w kolekcji jarej pszenicy twardej pochodzenia afgańskiego

The estimation of variability and correlation of quantitative traits in spring durum wheat collection of Afghan origin

W latach 2007–2010 przeprowadzono badania z 73 genotypami jarej pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) pozyskanymi z National Germplasm Resources Laboratory USDA, ARS, Beltsville. Były to populacje miejscowe pochodzące z Afganistanu, głównie z prowincji Helmand, Herat, Kabul i Kandahar. Wszystkie genotypy poddano szczegółowej ocenie w czteroletnim cyklu doświadczeń polowych przeprowadzonych w Gospodarstwie Doświadczalnym Uniwersytetu Przyrodniczego w Czesławicach koło Nałęczowa. Analizowano następujące cechy: liczba dni od wschodów do kłoszenia, długość okresu wegetacji, wysokość roślin, długość osadki kłosowej, liczba kłosek w kłosie, zbitość kłosa, liczba ziaren w kłosie i kłosku, masa ziaren z kłosa, masa 1000 ziaren oraz zawartość białka ogólnego w ziarnie. Uzyskane wyniki wskazują na duże zróżnicowanie badanego materiału pod względem wszystkich analizowanych cech, przy czym najwyższe współczynniki zmienności stwierdzono dla liczby (CV=15,7%) i masy ziaren z kłosa (CV=23,8%) oraz masy 1000 ziaren (CV=15,0%). W odniesieniu do liczby ziaren w kłosie i kłosku można sądzić o znacznej interakcji genotypowo-środowiskowej, o czym świadczą nieistotne współczynniki korelacji pomiędzy wszystkimi latami badań. Masa ziaren z kłosa zależała głównie od liczby ziaren w kłosie ($r_{xy}=0,810$) i kłosku ($r_{xy}=0,824$) oraz MTZ ($r_{xy}=0,772$). Korelacje wymienionej cechy z zawartością białka w ziarnie były natomiast nieistotne ($r_{xy}=-0,172$). W analizowanej populacji genotypów można wskazać na szereg form o wysokiej i mało zmiennej w latach masie ziaren z kłosa oraz wysokiej zawartości białka w ziarnie. Mogą one być interesującym materiałem wyjściowym w praktycznej hodowli pszenicy twardej w Polsce.

Słowa kluczowe: cechy ilościowe, pszenica twarda, zasoby genowe

A study on 73 spring durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes obtained from National Germplasm Resources Laboratory USDA, ARS, Beltsville was carried out in 2007–2010. They were local populations originating from Afghanistan, mainly from Helmand, Herat, Kabul, Kandahar provinces. All genotypes were assessed in detail during the four year cycle of field experiment conducted at the Experimental Field Station of the University of Life Sciences in Czesławice near Nałęczów. The following traits were analyzed: number of days from emergence to heading, vegetation

period, plant height, spike rachis length, number of spikelets per spike, spike density, number of grains per spike and spikelet, weight of grains per spike, 1000 grain weight and total protein content in the grain. The obtained results indicate a large differentiation of tested materials regarding all analyzed traits, although the number of grains per spike, weight of grains per spike and 1000 grain weight were characterized by highest values of variability coefficients (CV = 15.7%; CV = 23.8%; CV=15.0%). The number of grains per spike and spikelet indicate considerable genotype-environmental interaction, which was proved by insignificant values of correlation coefficients between years. The weight of grains per spike depended mainly on number of grains per spike ($r_{xy}= 0.810$) and spikelet ($r_{xy}= 0.824$) and 1000 grain weight ($r_{xy}= 0.772$). The correlation coefficient of above mentioned trait with protein content in grain was insignificant ($r_{xy}= -0.172$). However, in analyzed population a lot of genotypes had high and stable in years weight of grains per spike and high protein content in the grain. They can be an interesting initial material in a practical breeding of durum wheat in Poland.

Key words: genetic resources, quantitative traits, *Triticum durum*

WSTĘP

Prace badawcze nad pszenicą twardą prowadzone w Instytucie Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin UP w Lublinie dotyczą między innymi oceny materiałów kolekcyjnych. Mają one na celu systematyczne gromadzenie oraz charakterystykę odmian, rodów hodowlanych oraz populacji miejscowych pszenicy twardej pochodzących ze wszystkich rejonów uprawy tego gatunku zboża na świecie. Pozyskiwane corocznie nowe źródła genetyczne poszerzają zakres zmienności wewnątrzgatunkowej oraz stanowią wartościowy materiał wyjściowy dla krajowego programu hodowli pszenicy (Szwed-Urbaś, 2004; Szwed-Urbaś i Segit, 2007, 2010). Badania są koordynowane przez Krajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych IHAR i finansowane przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Celem niniejszej pracy była ocena zmienności i współzależności cech ilościowych w kolekcji jarej pszenicy twardej pochodzenia afgańskiego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły 73 genotypy jarej pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.), które pozyskano z National Germplasm Resources Laboratory USDA, ARS, Beltsville. Były to populacje miejscowe pochodzące z Afganistanu, głównie z prowincji Helmand, Herat, Kabul i Kandahar.

Wszystkie genotypy były oceniane w czteroletnim cyklu doświadczeń polowych przeprowadzonych w latach 2007–2010 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uniwersytetu Przyrodniczego w Czesławicach koło Nałęczowa na glebie lessowej o podłożu brunatnym. Wiosną ziarniaki badanych form wysiewano ręcznie na 5- rzędkowych poletkach o powierzchni 2 m², przy rozstawie między rzędami 20 cm. Na każde poletko wysiano po 630 ziarniaków.

W okresie wegetacji odnotowano terminy wschodów, kłoszenia i dojrzałości pełnej roślin i na tej podstawie określono liczbę dni od wschodów do kłoszenia oraz długość okresu od wschodów do pełnej dojrzałości. Dokonano również pomiaru wysokości roślin w 3 losowo wybranych miejscach na każdym poletku. Corocznie w okresie dojrzałości

pełnej z każdego poletka wybrano losowo po 50 kłosów. Na podstawie pomiaru 10 kłosów określono długość osadki kłosowej, liczbę kłosków w kłosie oraz obliczono zbitość kłosa. Natomiast liczbę i masę ziaren z kłosa, płodność kłoska oraz masę 1000 ziaren obliczono na podstawie łącznego omłotu 50 kłosów. Oznaczono również zawartość białka ogólnego w ziarnie za pomocą aparatu Kjel-Tec w Centralnym Laboratorium Aparaturowym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, stosując przy przeliczeniu azotu na białko współczynnik 6,25.

Na podstawie wyników uzyskanych z 4 lat badań obliczono średnie wartości analizowanych cech w poszczególnych latach oraz średnie wieloletnie, które posłużyły do opracowania rozkładów zmienności dla wybranych cech użytkowych. Określono również współczynniki zmienności (CV%) i współczynniki korelacji (r_{xy}) pomiędzy latami badań oraz pomiędzy wszystkimi analizowanymi cechami.

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 przedstawiono średnie, zakres zmienności oraz współczynniki zmienności (CV%) dla analizowanych cech ilościowych jarej pszenicy twardej.

Tabela 1

Średnie, zakres zmienności i współczynniki zmienności (CV) dla badanych cech ilościowych *T. durum* (lata 2007–2010)
Means, variability range and variability coefficients (CV) for tested quantitative traits of *T. durum* (years 2007–2010)

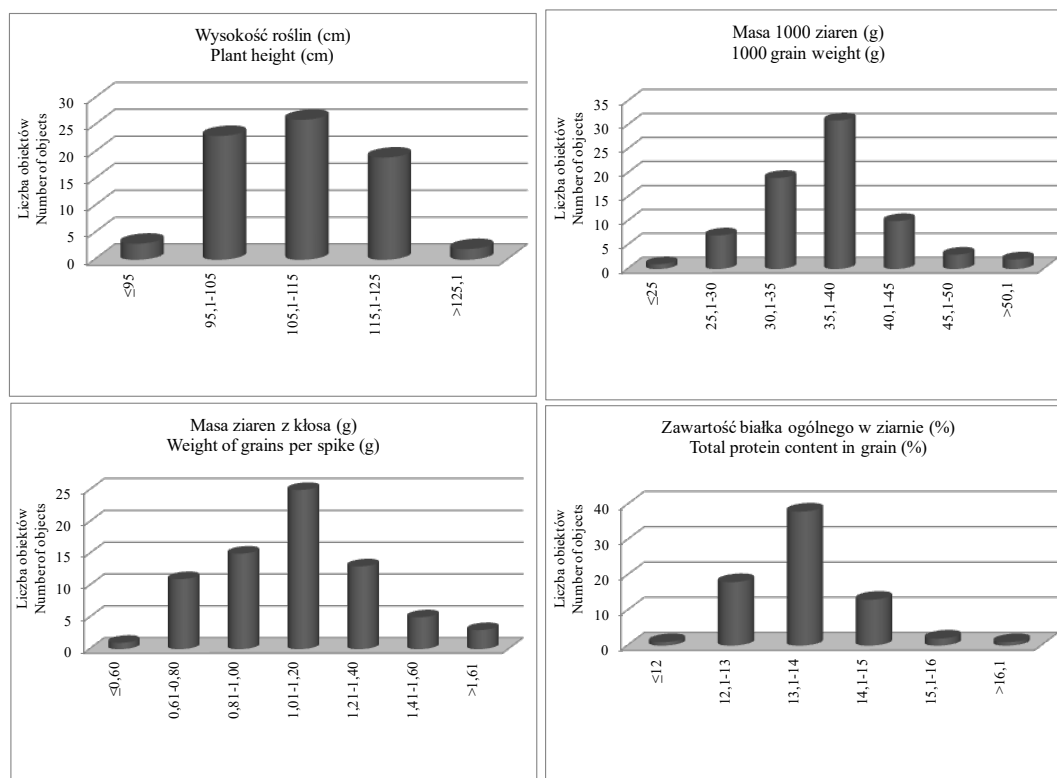
Cecha Trait	Rok Year	Min — Max	Średnia Mean	CV (%)
1	2	3	4	5
Liczba dni: wschody — kłoszenie Number of days: emergence — heading	2007	43–65	51,5	7,9
	2008	43–73	54,8	14,0
	2009	48–70	59,0	11,4
	2010	46–72	56,6	11,4
	ogółem — total	46,0–65,0	55,5	8,1
Liczba dni: wschody — dojrzałość pełna Number of days: emergence — full maturity	2007	97–108	101,6	2,4
	2008	89–111	102,6	6,1
	2009	103–119	110,4	5,3
	2010	97–105	99,0	3,0
	ogółem — total	96,5–109,8	103,4	3,4
Wysokość roślin (cm) Plant height (cm)	2007	86,3–142,3	108,0	10,1
	2008	77,0–133,7	102,1	11,1
	2009	76,7–133,7	107,0	12,1
	2010	90,0–159,7	119,3	12,3
	ogółem — total	90,7–130,3	109,1	7,7
Długość osadki kłosowej (cm) Spike rachis length (cm)	2007	5,1–10,4	7,1	15,7
	2008	4,8–10,5	6,9	17,3
	2009	4,4–10,4	7,4	17,7
	2010	4,0–9,8	6,4	18,8
	ogółem — total	4,9–9,0	7,0	13,6

1	2	3	4	5
Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per spike	2007	11,1–17,9	14,4	9,5
	2008	10,4–18,1	13,5	11,3
	2009	12,1–22,0	16,3	11,0
	2010	12,0–22,7	15,4	11,5
	ogółem — total	12,4–18,3	14,9	7,6
Zbitość kłosa (D) Spike density (D)	2007	10,3–29,0	19,2	16,5
	2008	11,2–32,2	18,5	19,3
	2009	13,3–33,7	21,3	18,6
	2010	13,4–40,8	23,3	19,8
	ogółem — total	13,5–30,3	20,6	14,6
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	2007	16,5–40,4	28,0	18,9
	2008	10,4–49,3	30,4	28,8
	2009	2,8–56,8	29,9	27,9
	2010	10,1–52,8	29,7	24,8
	ogółem — total	19,7–40,4	29,5	15,7
Płodność kłoska Spikelet fertility	2007	1,3–2,8	1,9	15,1
	2008	0,8–4,1	2,3	31,6
	2009	0,2–2,6	1,8	21,1
	2010	0,7–3,0	1,9	21,1
	ogółem — total	1,4–2,7	2,0	12,7
Masa ziaren z kłosa (g) Weight of grains per spike (g)	2007	0,43–1,73	1,10	29,3
	2008	0,38–1,81	1,06	33,7
	2009	0,14–1,96	1,08	34,6
	2010	0,14–2,30	1,10	15,4
	ogółem	0,51–1,72	1,09	23,8
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight (g)	2007	20,8–63,3	39,0	21,9
	2008	20,8–54,1	35,5	18,4
	2009	19,9–59,7	36,1	20,1
	2010	13,6–65,3	35,8	29,6
	ogółem — total	24,7–53,4	36,6	15,0
Zawartość białka ogólnego w ziarnie (%) Total protein content in grain (%)	2007	11,6–18,3	14,3	8,5
	2008	10,8–15,6	13,3	8,5
	2009	10,3–18,0	13,1	10,1
	2010	11,1–18,8	13,6	10,9
	ogółem — total	11,8–16,1	13,6	5,9

Otrzymane wyniki wskazują na duże zróżnicowanie badanych genotypów w odniesieniu do wszystkich cech, zarówno w poszczególnych latach badań, jak również w obrębie całej populacji. Największe zróżnicowanie stwierdzono dla liczby i masy ziaren z kłosa oraz masy 1000 ziaren, o czym świadczą wysokie wartości współczynników zmienności (dla liczby ziaren w kłosie CV = 15,7%, przy wahaniami zależnie od lat od 18,9 do 28,8%; dla masy ziaren z kłosa CV = 23,8%, wahania od 29,3 do 45,4% oraz dla MTZ CV = 15,0%, przy wahaniami w latach od 18,4 do 29,6%). Najmniejszą zmiennością charakteryzowała się długość całego okresu wegetacji roślin (CV = 3,4%, przy wahaniami zależnie od roku badań od 2,4 do 6,1%). Podobne wyniki dla materiałów kolekcyjnych jarej pszenicy twardej uzyskali m. in.: Szwed-Urbaś (2004), Szwed-Urbaś i Segit (2007, 2010), przy czym autorzy wskazują również na dużą zmienność wysokości roślin w analizowanym przez nich materiale kolekcyjnym (CV od 14,2 do 16,0%). W niniejszej pracy współczynnik zmienności dla wyżej wymienionej cechy wynosił zaledwie 7,7%, a

w zależności od lat badań jego wartość kształtowała się na poziomie 10,1–12,3%. Średnia wysokość roślin dla afgańskiej populacji jarej pszenicy twardej wynosiła 109,1 cm i większość obiektów przewyższała pod względem tej cechy średnią wartość dla całej populacji, co związane było z ich wrażliwością na wyleganie.

Warto odnotować, że 26 obiektów miało wysokość nie przekraczającą 105 cm, z czego 3 charakteryzowały się wartościami omawianej cechy do 95 cm (tab. 1, rys. 1). Mogą one być wykorzystane jako genetyczne źródło odporności na wyleganie, gdyż jak podają Wojas i Węgrzyn (2001) wysokość roślin odgrywa bardzo istotną rolę w kształtowaniu się odporności na wyleganie.



Rys. 1. Rozkład wartości ważniejszych cech ilościowych w analizowanym materiale *Triticum durum*
Fig. 1. The distribution of values of more important quantitative traits in the analyzed material of *Triticum durum*

Analizowana populacja charakteryzowała się dość niską średnią masą ziaren z kłosa (1,09 g) oraz niską średnią masą 1000 ziaren (36,6 g), chociaż w poszczególnych latach badań odnotowano genotypy o wartościach tych cech odpowiednio powyżej 2,0 g i 50,0 g. Analizując rozkłady omawianych cech można stwierdzić, że większość obiektów charakteryzowała się wyższymi niż średnia dla populacji wartościami w/w cech, z czego 8

genotypów miało masę ziaren z kłosa powyżej 1,4 g, zaś 5 miało MTZ powyżej 45 g. Średnia zawartość białka w ziarnie wynosiła od 11,8 do 16,1%; przy czym dla 16 obiektów wartość omawianej cechy przekraczała 14% (tab. 1, rys. 1). Wysokimi wartościami masy ziaren z kłosa, jak również masy 1000 ziaren i zawartości białka w ziarnie charakteryzowały się także linie pszenicy twardej oceniane przez autorów w poprzednich latach (Szwed-Urbaś i Segit, 1996; Segit i Szwed-Urbaś, 2008, 2009).

Tabela 2

Współczynniki korelacji między latami dla analizowanych cech ilościowych
Correlation coefficients between years for analyzed quantitative traits

Cecha Trait	Lata badań Years of research	Współczynnik korelacji między latami Correlation coefficients between years
Liczba dni: wschody — kłoszenie Number of days: emergence — heading	2007–2008	0,560**
	2008–2009	0,573**
	2009–2010	0,208
Liczba dni: wschody — dojrzałość pełna Number of days: emergence — full maturity	2007–2008	0,501**
	2008–2009	0,877**
	2009–2010	0,177
Wysokość roślin (cm) Plant height (cm)	2007–2008	0,721**
	2008–2009	0,566**
	2009–2010	0,035
Długość osadki kłosowej (cm) Spike rachis length (cm)	2007–2008	0,860**
	2008–2009	0,852**
	2009–2010	0,103
Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per spike	2007–2008	0,737**
	2008–2009	0,625**
	2009–2010	-0,079
Zbitość kłosa (D) Spike density (D)	2007–2008	0,852**
	2008–2009	0,935**
	2009–2010	0,161
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	2007–2008	0,147
	2008–2009	0,138
	2009–2010	0,041
Płodność kłoska Spikelet fertility	2007–2008	-0,013
	2008–2009	-0,019
	2009–2010	0,070
Masa ziaren z kłosa (g) Weight of grains per spike (g)	2007–2008	0,618**
	2008–2009	0,558**
	2009–2010	-0,086
Masa 100 ziaren (g) 1000 grain weight (g)	2007–2008	0,459**
	2008–2009	0,547**
	2009–2010	0,006
Zawartość białka ogólnego w ziarnie (%) Total protein content in grain (%)	2007–2008	0,493**
	2008–2009	0,451**
	2009–2010	-0,047

* r_{xy} Istotny przy $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0,05$

** r_{xy} Istotny przy $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0,01$

Analizując przedstawione w tabeli 2 współczynniki korelacji między latami dla wybranych cech ilościowych można stwierdzić, że mimo dużej zmienności w latach badań wartość takich cech, jak: masa ziaren z kłosa, masa 1000 ziaren oraz zawartość białka w ziarnie, zależała głównie od genotypu, o czym świadczą stosunkowo wysokie i istotne

współczynniki korelacji między latami 2007–2008 oraz 2008–2009 (odpowiednio: 0,618 i 0,558 dla masy ziaren z kłosa, 0,459 i 0,547 dla MTZ oraz 0,493 i 0,451 dla zawartości białka w ziarnie). Statystycznie nieistotne współczynniki korelacji pomiędzy wartościami wymienionych cech otrzymano jedynie dla lat 2009–2010. Dotyczy to również większości pozostałych cech biometrycznych. W odniesieniu natomiast do liczby ziaren w kłosie i kłosku można sądzić o znacznej interakcji genotypowo-środowiskowej, o czym świadczą nieistotne współczynniki korelacji pomiędzy wszystkimi latami badań (tab. 2). Na istotną interakcję genotypowo-środowiskową pomiędzy wymienionymi cechami wskazują również badania Szwed-Urbaś i Segita (2010).

Tabela 3

Współczynniki korelacji dla badanych cech ilościowych
Correlation coefficients of the tested quantitative traits

Cecha Trait	Liczba dni: wschody — kłoszenie Number of days: emergence — heading	Liczba dni: wschody — dojrzałość pełna Number of days: emergence — full maturity	Wyso- kość roślin Plant height (cm)	Długość osadki kłosowej Spike rachis length (cm)	Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per spike	Zbitość kłosa Spike density	Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	Płodność kłoska Spikelet fertility	Masa ziaren z kłosa Weight of grains per spike (g)	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight (g)
Liczba dni: wschody — dojrzałość pełna Number of days: emergence — full maturity	0,802**									
Wysokość roślin (cm) Plant height	0,411**	0,537**								
Długość osadki kłosowej (cm) Spike rachis length	-0,207	-0,079	0,018							
Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per spike	0,392**	0,381**	0,228	0,132						
Zbitość kłosa Spike density	0,347**	0,228	0,023	-0,813**	0,417**					
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	0,007	-0,018	0,233*	0,034	0,634**	0,278*				
Płodność kłoska Spikelet fertility	-0,248*	-0,275*	0,131	-0,064	0,155	0,102	0,855**			
Masa ziaren z kłosa (g) Weight of grains per spike	-0,101	-0,087	0,305**	-0,058	0,310**	0,142	0,810**	0,824**		
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight	-0,156	-0,084	0,235*	-0,145	-0,170	-0,049	0,299*	0,496**	0,772**	
Zawartość białka ogólnego w ziarnie (%) Total protein content in grain	-0,001	0,072	0,160	-0,228	-0,144	0,081	-0,256*	-0,207	-0,172	-0,016

* r_{xy} Istotny przy $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0.05$

** r_{xy} Istotny przy $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0.01$

Współczynniki korelacji liniowej dla badanych cech ilościowych jarej pszenicy twardej wskazują w większości przypadków na niską współzależność analizowanych cech (tab. 3). Na uwagę zasługuje wysoka i istotna korelacja masy ziaren z kłosa z liczbą ziaren w kłosie ($r_{xy} = 0,810$) i kłosku ($r_{xy} = 0,824$) oraz z masą 1000 ziaren ($r_{xy} = 0,772$). Wyniki wcześniejszych badań Szwed-Urbaś (1997) oraz Szwed-Urbaś i Segita (2004) wskazują również na wysoką współzależność w/w cech. Brak natomiast istotnej współzależności pomiędzy masą ziaren z kłosa a zawartością białka w ziarnie oraz MTZ, podobnie jak w badaniach Szwed-Urbaś i in. (1996, 1997) oraz Szwed-Urbaś i Segita (2007, 2010), wskazuje na możliwość hodowli plennych odmian o dobrej jakości ziarna.

WNIOSKI

1. Badane populacje miejscowe jarej pszenicy twardej pochodzenia afgańskiego są zróżnicowane pod względem analizowanych cech ilościowych, przy czym najwyższym współczynnikiem zmienności charakteryzowały się: liczba i masa ziaren z kłosa oraz masa 1000 ziaren.
2. W analizowanej populacji genotypów można wskazać na szereg form o wysokiej i mało zmiennej w latach masie ziaren z kłosa oraz wysokiej zawartości białka w ziarnie, co przy braku istotnych współzależności pomiędzy tymi cechami oraz masą 1000 ziaren stwarza możliwość wyboru form dobrze plonujących o dobrej jakości ziarna, które mogą być interesującym materiałem wyjściowym w praktycznej hodowli pszenicy twardej w Polsce.
3. Wartość ważniejszych cech plonotwórczych zależała nie tylko od genotypu, ale również od lat badań. Dotyczy to zwłaszcza płodności kłosa i kłoska, czego wyrazem są nieistotne współczynniki korelacji między latami badań.

LITERATURA

- Segit Z., Szwed-Urbaś K. 2008. Zróżnicowanie genetyczne cech użytkowych pszenicy twardej. Biul. IHAR 250: 117 — 124.
- Segit Z., Szwed-Urbaś K. 2009. Ocena struktury plonu i wartości technologicznej ziarna 6 linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Annales UMCS, Sec. E 64, 3: 120 — 128.
- Szwed-Urbaś K. 1997. Wyniki oceny materiałów kolekcyjnych *Triticum durum* Desf. w 1996 r. Biul. IHAR 203: 115 — 127.
- Szwed-Urbaś K. 2004. Zróżnicowanie cech ilościowych w kolekcji *Triticum durum* Desf. w zależności od pochodzenia materiału i lat badań. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 497: 597 — 603.
- Szwed-Urbaś K., Grundas S., Segit Z. 1996. Wartość ważniejszych cech technologicznych ziarna pszenicy twardej. Biul. IHAR 200: 299 — 305.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., Mazurek H. 1997. Parametry jakościowe ziarna krajowych linii pszenicy twardej. Biul. IHAR 204: 129 — 140.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z. 1996. Wartość ważniejszych elementów plonowania *Triticum durum* z uwzględnieniem interakcji genotypowo-środowiskowej. Biul. IHAR 200: 291 — 297.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z. 2004. Charakterystyka wybranych cech ilościowych u mieszańców pszenicy twardej. Annales UMCS, Sec. E 59, 1: 101 — 113.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z. 2007. Ocena zmienności i współzależności cech użytkowych w kolekcji pszenicy twardej. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 517: 731 — 739.

Szwed-Urbaś K., Segit Z. 2010. Charakterystyka egipskich populacji miejscowych *Triticum durum* Desf. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 555: 427 — 436.

Wojas T., Węgrzyn S. 2001. Źródła genetyczne cech użytkowych pszenicy ozimej (*Triticum aestivum* L.) w kolekcji roboczej Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin. Biul. IHAR 218/219: 39 — 48.