

Instytut Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin  
e-mail: wanda.kociuba@up.lublin.pl, e-mail: marcin.wieremczuk@up.lublin.pl

WANDA KOCIUBA, ZBIGNIEW SEGIT, MARCIN WIEREMCZUK

**Zmienność i współzależność cech plonotwórczych  
w kolekcji pszenicy twardej w zależności  
od pochodzenia geograficznego**

---

Variability and correlation of productivity traits in the collection durum wheat  
according to geographical origin

**Streszczenie.** Opracowanie obejmuje materiały kolekcyjne jarej pszenicy twardej różniące się pochodzeniem geograficznym, zgromadzone przez Instytut Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin w ramach banku genów. Analizowano 1039 obiektów, w tym 445 z Polski, 167 z Meksyku, 167 z Egiptu, 142 z Włoch oraz 118 z krajów byłego Związku Radzieckiego. Przedstawione wyniki dotyczą średnich wieloletnich (z 4 lat badań), zakresów zmienności i współczynników korelacji dla ważniejszych cech plonotwórczych kłosa, obejmujących liczbę i masę ziaren z kłosa, masę 1000 ziaren oraz zawartość białka ogólnego w ziarnie. Zgromadzone genotypy jarej pszenicy twardej charakteryzują się dużą zmiennością pod względem badanych cech. Najbardziej zróżnicowane obiekty pochodziły z Włoch, natomiast najmniej zróżnicowane z Meksyku. Z badań wynika, że największą średnią liczbę i masę ziaren z kłosa miały obiekty pochodzące z Polski, natomiast największą masę 1000 ziaren miały obiekty pochodzące z Meksyku. Na podstawie współczynników korelacji stwierdzono ujemną korelację pomiędzy zawartością białka w ziarnie a liczbą i masą ziaren z kłosa oraz MTZ, z wyjątkiem genotypów pochodzących z Polski.

**Słowa kluczowe:** cechy plonotwórcze, kolekcja, pochodzenie geograficzne, pszenica twarda

WSTĘP

Pszenica twarda wywodzi się z klimatu kontynentalnego i stepowego, charakteryzującego się wysoką temperaturą powietrza, dużym promieniowaniem słonecznym oraz niedoborem opadów, dlatego do niedawna uprawiano ją tylko w kilku krajach leżących w tych strefach klimatycznych (Kanada, Stany Zjednoczone, Włochy, Hiszpania, Francja, Grecja oraz kraje Afryki Północnej). Jednak znaczny postęp hodowlany pozwolił na

rozszerzenie uprawy pszenicy twardej poza dotychczasowe rejony jej uprawy. Wprowadzono do uprawy nowe, plenniejsze odmiany, przystosowane do warunków klimatycznych panujących w krajach, w których do tej pory nie uprawiano tego zboża. Przykładem mogą być Austria, Niemcy, Węgry czy Polska, gdzie do niedawna nie uprawiano tego gatunku pszenicy [Sulewska i in. 2007, Budzyński 2012].

W Polsce udało się wprowadzić do uprawy w okresie międzywojennym pierwszą polską odmianę pszenicy twardej 'Puławska Twarda'. Po II wojnie światowej zarejestrowano również odmianę 'Hela', ale w 1959 r. zostały one wycofane z uprawy ze względu na zbyt niskie plonowanie. Produkcję makaronu i innych artykułów spożywczych w kraju oparto wyłącznie na ziarnie importowanym [Rachoń 2001].

Pierwszą obecnie zarejestrowaną odmianą pszenicy twardej w Polsce jest ozima forma pszenicy o nazwie 'Komnata', która została wpisana do Krajowego Rejestru w 2009 r. oraz forma jara (SMH 87), która została wpisana do KR w 2011 r. [Rachoń i in. 2011, Spychaj i in. 2011, Gacek 2014].

Celem pracy była analiza cech plonotwórczych genotypów pochodzących z różnych rejonów geograficznych świata, zgromadzonych w polskim banku genów, w warunkach glebowo-klimatycznych Lubelszczyzny. Genotypy korzystne pod względem analizowanych cech mogą być wykorzystane jako materiał wyjściowy w krajowym programie hodowli nowych odmian pszenicy twardej.

#### MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem opracowania są materiały kolekcyjne jarej pszenicy twardej różniące się pochodzeniem geograficznym, zgromadzone przez Instytut Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin w ramach Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych. Analizowano 445 obiektów pochodzących z Polski, 167 z Meksyku, 167 z Egiptu, 142 z Włoch i 118 z krajów byłego Związku Radzieckiego. Łącznie analiza dotyczyła 1039 obiektów.

Wszystkie genotypy były oceniane w czteroletnim cyklu doświadczeń polowych prowadzonych w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach koło Nałęczowa (woj. lubelskie) na glebie brunatnej o podłożu lessowym. Siew produkcyjny wykonywano ręcznie na poletkach o powierzchni 2 m<sup>2</sup> (5-rzędkowe poletka o długości 2 m). Rozstawa roślin w rzędzie wynosiła 1,5–2 cm, a odległość między rzędami 20 cm. Na każde poletko wysiewano ok. 600 ziarniaków. Stanowisko i nawożenie były jednakowe we wszystkich latach badań. Nie stosowano żadnych zabiegów środkami ochrony roślin poza chemicznym zwalczaniem chwastów.

Analizowano ważniejsze cechy plonotwórcze kłosa, takie jak: liczba i masa ziaren z kłosa, masa 1000 ziaren (MTZ) oraz zawartość białka ogólnego w ziarnie. Liczbę i masę ziaren z kłosa oraz MTZ obliczono na podstawie łącznego omłotu 50 kłosów wybranych losowo z każdego poletka. Natomiast zawartość białka w ziarnie oznaczono metodą Kjeldahla (PN-75/A-04018) w analizatorze Kjeltex (FOSS) w Centralnym Laboratorium Agroekologicznym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, stosując współczynnik azot/białko = 6,25. Dla każdej cechy obliczono średnie wieloletnie, wartości minimalne i maksymalne, współczynniki zmienności i współczynniki korelacji, oddzielnie dla genotypów pochodzących z poszczególnych rejonów świata.

Tabela 1. Średnie, wartości minimalne i maksymalne, współczynniki zmienności analizowanych cech plonotwórczych i zawartości białka ogólnego w ziarnie

Table 1. Means, min. and max. values, variability coefficients of analyzed productivity traits and total protein content in grain

Cecha Trait	Średnia/ Mean					Średnie wartości min.-maks. Mean values min.-max.					Współczynnik zmienności Variability coefficient (%)				
	I*	II*	III*	IV*	V*	I*	II*	III*	IV*	V*	I*	II*	III*	IV*	V*
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	33,9	30,7	31,4	32,3	36,6	26,4-51,3	22,8-50,4	19,6-40,9	19,1-45,5	24,7-47,4	10,7	13,1	13,5	17,0	11,3
Masa ziaren z kłosa Weight of grains per spike (g)	1,55	1,28	1,32	1,29	1,63	0,84-2,02	0,73-2,06	0,33-2,19	0,64-1,74	0,77-2,41	10,8	20,2	21,1	19,6	18,0
Masa 1000 ziaren 1000 grain weight (g)	45,6	41,5	41,4	38,8	44,2	31,1-53,8	27,9-62,6	17,7-55,4	26,3-52,9	27,6-60,6	7,4	15,3	14,9	13,6	13,2
Zawartość białka ogólnego w ziarnie Total protein content in grain (%)	14,6	14,6	15,5	15,6	15,5	12,5-17,4	12,1-17,9	12,2-19,4	12,5-18,5	11,6-19,3	6,7	6,4	10,1	6,9	10,9

\* Kraj pochodzenia/ Country of origin: I – Meksyk/ Mexico, II – Egipt/ Egypt, III – Włochy/ Italy, IV – kraje byłego ZSRR/ ex-U.S.S.R. countries, V – Polska/ Poland

## WYNIKI I DYSKUSJA

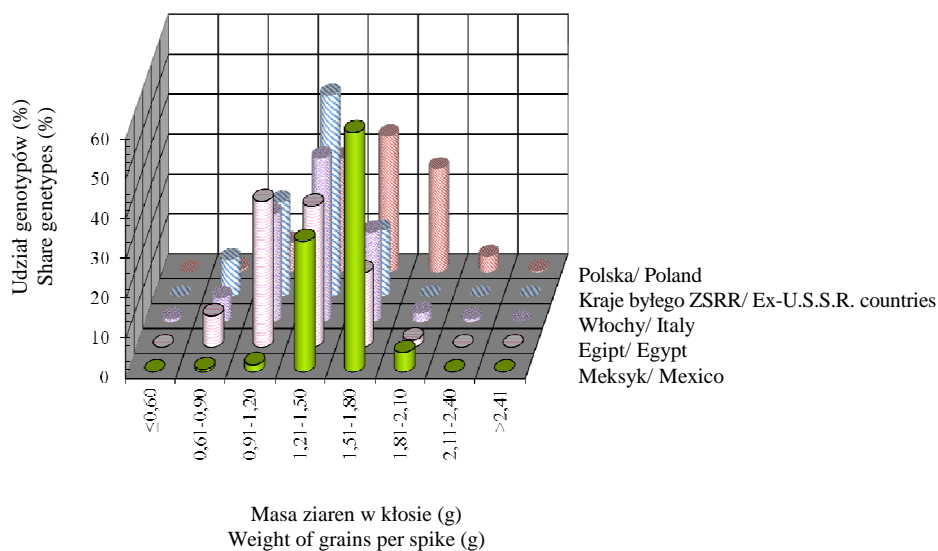
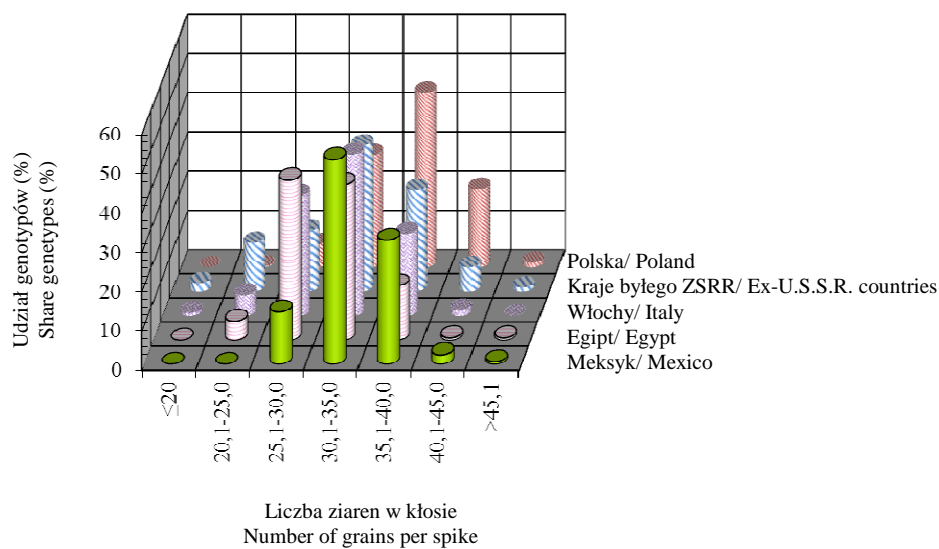
W tabeli 1 przedstawiono średnie, zakres zmienności i współczynniki zmienności dla badanych cech plonotwórczych i zawartości białka ogólnego w ziarnie.

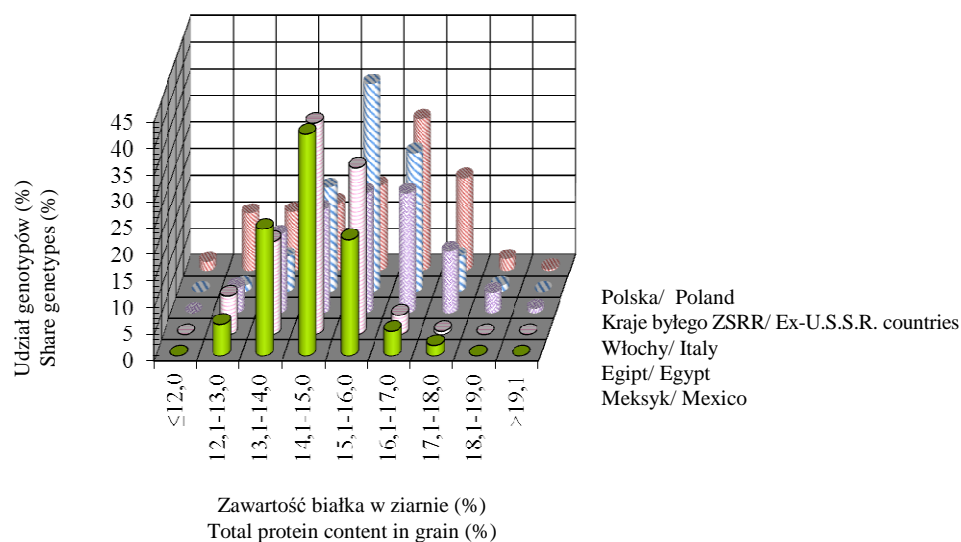
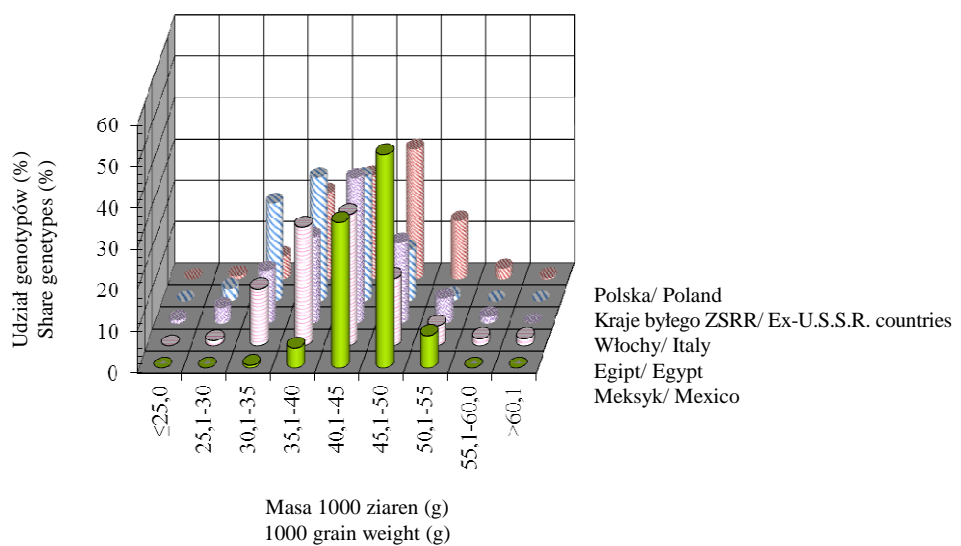
Liczba ziaren w kłosie wahała się od 19,1 do 51,3 szt., a średnia wartość omawianej cechy w zależności od kraju pochodzenia wynosiła od 30,7 do 36,6 szt. Największą średnią liczbą ziaren w kłosie charakteryzowały się obiekty pochodzące z Polski (36,6 szt.) i Meksyku (33,9 szt.), były one jednak mało zróżnicowane, CV = 11,3% i 10,7%. Natomiast średnia wartość tej cechy dla pozostałych grup była mniejsza, jednak bardziej zróżnicowana, CV = 13,1–17,0%. Analizując rozkłady badanych cech można stwierdzić, że większość obiektów charakteryzowała się większymi wartościami niż średnia dla poszczególnych grup pochodzenia, z czego 1,1% genotypów pochodzących z Polski oraz 1% obiektów pochodzących z krajów byłego Związku Radzieckiego miało liczbę ziaren w kłosie powyżej 45 szt. (rys. 1). Podobne wartości liczby ziaren w kłosie dla materiałów kolekcyjnych *Triticum durum* podają m.in. Szwed-Urbaś i Segit [2010], Kociuba i Wieremczuk [2013].

Średnia masa ziaren z kłosa wahała się od 1,28 g do 1,63 g. Największą średnią masą ziaren z kłosa charakteryzowały się również obiekty pochodzące z Polski (1,63 g) i Meksyku (1,55 g), jednak mniejsze zróżnicowanie dotyczyło obiektów z Meksyku (CV = 10,8%). Genotypy pochodzące z Polski były dość zróżnicowane pod względem tej cechy (CV = 18,0%). Wartość masy ziaren z kłosa dla pozostałych grup była bardziej zróżnicowana (CV = 19,6–21,1%). W obrębie omawianych grup można wybrać obiekty, które znacznie przekraczały średnie wartości tej cechy. Warto odnotować, że prawie 26% obiektów pochodzących z Polski miało masę ziaren z kłosa powyżej 1,8 g, a 4% genotypów miało masę ziaren z kłosa powyżej 2,1 g (rys. 1). Daje to możliwość wyboru form, które mogą być wykorzystane w krajowym programie hodowli nowych odmian pszenicy twardej.

Wartość masy 1000 ziaren kształtowała się podobnie jak wartość liczby i masy ziaren z kłosa dla badanych grup obiektów. Materiały pochodzące z Meksyku i Polski miały największą masę 1000 ziaren (45,6 g i 44,2 g) oraz były najmniej zróżnicowane (odpowiednio CV = 7,4% i CV = 13,2%). Zróżnicowanie tej cechy dla materiałów pochodzących z pozostałych krajów było wyższe (CV = 13,6–15,3%). Na podstawie analizy rozkładów można odnotować, że 3,6% obiektów pochodzących z Egiptu, 2,7% pochodzących z Polski oraz 1,5% pochodzących z Włoch osiągało wartość tej cechy powyżej 55 g (rys. 1). Podobne wartości MTZ występują również we wcześniejszych badaniach m.in. Rachonia i in. [2011] oraz Kociuby i Wieremczuka [2013].

Średnia zawartość białka w ziarnie dla omawianych grup wahała się od 14,6 do 15,6% przy średniej ogólnej wynoszącej 15,2% i była porównywalna ze średnią zawartością białka polskiej odmiany SMH 87, która w 2013 r. wyniosła 15,9%. Współczynniki zmienności w obrębie omawianych grup były stosunkowo niskie i wynosiły od CV = 6,4% do CV = 10,1%. W badanych materiałach kolekcyjnych z Włoch, Polski i krajów byłego Związku Radzieckiego stwierdzono grupy genotypów, stanowiące odpowiednio: 4,7%, 2,4% i 1,1%, w których zawartość białka w ziarnie przekraczała 18%. Zawartość białka w ziarnie pszenicy twardej 18% i powyżej podają w swoich badaniach Szwed-Urbaś i Segit [2010], Kramek i in. [2012], Kociuba i Wieremczuk [2013].





Rys. 1. Rozkład wartości ważniejszych cech plonotwórczych kłosa oraz zawartości białka ogólnego w ziarnie pszenicy twardej

Fig. 1. Distribution of more important spike productivity traits and total protein content in grain of durum wheat

W tabeli 2 podano współczynniki korelacji dla badanych cech plonotwórczych i zawartości białka w ziarnie. Stwierdzono statystycznie istotną współzależność we wszystkich omawianych rejonach pochodzenia dla następujących par cech: liczby i masy ziaren z kłosa ( $r_{xy} = 0,662$ ;  $r_{yx} = 0,755$ ) oraz masy ziaren z kłosa i MTZ ( $r_{xy} = 0,414$ ;  $r_{yx} = 0,812$ ). Wyniki badań Szwed-Urbaś i Segita [2004, 2007] oraz Kramek i in. [2012] potwierdzają również wysoką współzależność ww. cech. Dla większości obiektów stwierdzono ujemną i istotną korelację pomiędzy zawartością białka w ziarnie a liczbą i masą ziaren z kłosa. Ujemną i istotną zależność między tymi cechami uzyskali także Szwed-Urbaś i Segit [2007, 2010], Segit i Szwed-Urbaś [2008], Kociuba i Wieremczuk [2013]. Dodatnią zależność między tymi cechami, jak również MTZ stwierdzono dla genotypów pochodzących z Polski (tab. 2). Daje to możliwość uzyskania form o wysokich parametrach plonotwórczych i większej zawartości białka w ziarnie.

Tabela 2. Współczynniki korelacji dla badanych cech ilościowych  
Table 2. Correlation coefficients of the tested quantitative traits

Cecha Trait	Kraj pochodzenia Country of origin	Liczba ziaren w kłosie Number of grains per spike	Masa ziaren z kłosa Weight of grains per spike (g)	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight (g)
Masa ziaren z kłosa Weight of grains per spike (g)	Meksyk/ Mexico	0,755**		
	Egipt/ Egypt	0,662**		
	Włochy/ Italy	0,731**		
	kraje byłego ZSRR ex-U.S.S.R. countries	0,690**		
	Polska/ Poland	0,703**		
Masa 1000 ziaren 1000 grain weight (g)	Meksyk/ Mexico	-0,266**	0,414**	
	Egipt/ Egypt	0,066	0,782**	
	Włochy/ Italy	0,220*	0,812**	
	kraje byłego ZSRR ex-U.S.S.R. countries	0,084	0,695**	
	Polska/ Poland	0,133**	0,788**	
Zawartość białka ogólnego w ziarnie Total protein content in grain (%)	Meksyk/ Mexico	-0,240**	-0,250**	-0,105
	Egipt/ Egypt	-0,310**	-0,224**	-0,046
	Włochy/ Italy	-0,297**	-0,292**	-0,163
	kraje byłego ZSRR ex-U.S.S.R. countries	-0,179	-0,339**	-0,305**
	Polska/ Poland	0,229**	0,221**	0,100*

\* r<sub>xy</sub> istotny przy  $\alpha = 0,05$ / significant at  $\alpha = 0.05$

\*\* r<sub>xy</sub> istotny przy  $\alpha = 0,01$ / significant at  $\alpha = 0.01$

## WNIOSKI

1. Badana kolekcja jarej pszenicy twardej jest zróżnicowana pod względem analizowanych cech ilościowych, przy czym największą zmienność stwierdzono dla liczby i masy ziaren z kłosa niezależnie od pochodzenia geograficznego.

2. Badane genotypy jarej pszenicy twardej pochodzące z Włoch były najbardziej zróżnicowane pod względem analizowanych cech plonotwórczych oraz zawartości białka ogólnego w ziarnie, natomiast najmniej zróżnicowane obiekty pochodziły z Meksyku.

3. W analizowanej populacji można wskazać szereg genotypów znacznie przekraczających średnią wartość omawianych cech plonotwórczych kłosa i zawartości białka w ziarnie, co stwarza możliwość wykorzystania ich jako materiał wyjściowy w praktycznej hodowli nowych odmian pszenicy twardej w Polsce.

4. Stwierdzono wysoką i istotną współzależność w materiałach ze wszystkich omawianych rejonów pochodzenia dla następujących par cech: liczby i masy ziaren z kłosa oraz masy ziaren z kłosa i MTZ, natomiast ujemna korelacja wystąpiła pomiędzy zawartością białka w ziarnie a badanymi cechami plonotwórczymi kłosa z wyjątkiem genotypów pochodzących z Polski.

#### PIŚMIENNICTWO

- Budzyński W., 2012. Pszenice – zwyczajna, orkisz, twarda. Uprawa i zastosowanie. Wyd. PWRiL, 185–220.
- Gacek E., 2014. Lista odmian roślin rolniczych wpisanych do krajowego rejestru w Polsce. Wyd. COBORU, Słupia Wielka, 44.
- Kociuba W., Wieremczuk M., 2013. Zbiory kolekcyjne pszenicy twardej w polskim banku genów jako źródło materiałów wyjściowych w pracach hodowlano-badawczych. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 68(3), 42–50.
- Kramek A., Szwed-Urbaś K., Segit Z., 2012. Ocena zmienności i współzależności cech ilościowych w kolekcji jarej pszenicy twardej pochodzenia afgańskiego. *Biul. IHAR* 264, 33–41.
- Rachoń L., 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej. Rozprawa habilitacyjna. Wyd. AR, Lublin 5–7.
- Rachoń L., Szumiło G., Stankowski S., 2011. Porównanie wybranych wskaźników wartości technologicznej pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum ssp. vulgare*), twardej (*Triticum durum*) i orkiszowej (*Triticum aestivum ssp. spelta*). *Fragm. Agron.* 28(4), 52–59.
- Segit Z., Szwed-Urbaś K., 2008. Zróżnicowanie genetyczne cech użytkowych pszenicy twardej. *Biul. IHAR.* 250, 117–123.
- Spychaj R., Gil Z., Chrzanowska-Drożdż B., 2011. Wartość technologiczna ziarna ozimej pszenicy twardej odmiany Komnata w zależności od sposobu chemicznej ochrony roślin. *Biul. IHAR* 262, 25–38.
- Sulewska H., Koziara W., Bojarczuk J., 2007. Kształtowanie plonu i jakości ziarna wybranych genotypów *Triticum durum* Desf. w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. *Biul. IHAR* 245, 17–28.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., 2004. Charakterystyka wybranych cech ilościowych u mieszańców pszenicy twardej. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 59(1), 101–113.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., 2007. Ocena zmienności i współzależności cech użytkowych w kolekcji pszenicy twardej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 517, 731–739.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., 2010. Charakterystyka egipskich populacji miejscowych *Triticum durum* Desf. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 555, 427–436.



---

Wyniki dotyczą badań kolekcyjnych koordynowanych przez IHAR w Radzikowie w ramach Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych, finansowanych przez MRiRW.

**Summary.** In the presented research collection materials of spring durum wheat which differ in geographical origin are presented. They were collected by the Institute of Plant Genetics, Breeding and Biotechnology within the gene bank project. 1039 objects including 445 from Poland, 167 from Mexico, 167 from Egypt, 142 from Italy and 118 from ex-U.S.S.R. countries were analyzed. The obtained results involve perennial means (4-years research), variability range and correlation coefficient of important productivity traits of spike, which involve the number and weight of grains per spike, 1000 grain weight and protein content in grain. The gathered genotypes of spring durum wheat are characterized by high variability of the analyzed traits. The most diversified objects come from Italy, though the least diversified come from Mexico. According to the research, objects from Poland reached the highest number and weight of grains per spike, though the highest 1000 grain weight was reached by the objects from Mexico. On the basis of variability coefficients the study found out a negative correlation between the protein content in grain and the weight of grains per spike and 1000 grain weight, except the genotypes from Poland.

**Key words:** yielding traits, collection, geographical origin, durum wheat