

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

ANETA KRAMEK, WANDA KOCIUBA

Charakterystyka meksykańskich genotypów pszenżyta jarego pod względem ważniejszych cech plonotwórczych

Characteristics of Mexican genotypes of spring triticale regarding the major
yielding traits

Streszczenie. Praca miała na celu ocenę cech plonotwórczych 38 genotypów pszenżyta jarego pochodzących z Meksyku. Ziarniaki badanych obiektów wysiewane były na jednopowtórzeniowych poletkach (2 m²) w 4-letnim cyklu doświadczeń polowych w latach 2005–2008 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uniwersytetu Przyrodniczego w Czesławicach koło Nałęczowa. W okresie dojrzałości pełnej na każdej badanej formie dokonano pomiaru wysokości roślin oraz cech plonotwórczych kłosa, takich jak: długość kłosa i liczba kłosek w kłosie, liczba i masa ziarn z kłosa, płodność kłosa, masa 1000 ziarn. Określono również zawartość białka w ziarnie badanych genotypów. Otrzymane wyniki wskazują na zróżnicowanie badanych form pod względem ważniejszych cech plonotwórczych, szczególnie liczby i masy ziarn z kłosa, na co wskazują duże wartości współczynników zmienności dla tych cech (odpowiednio: $V = 12,1\%$ oraz $V = 15,5\%$). Istotna współzależność pomiędzy masą ziarn z kłosa i MTZ ($r_{xy} = 0,425$) wskazuje, że selekcja prowadzona w kierunku dużej masy ziarn z kłosa może mieć korzystny wpływ na dorodność ziarna u pszenżyta.

Słowa kluczowe: cechy plonotwórcze, pszenżyto jare, zmienność

WSTĘP

Pszenżyto (*×Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) jest sztucznie wytworzonym mieszańcem międzyrodzajowym, który łączy w sobie korzystne cechy jakościowe ziarna pszenicy z małymi wymaganiami glebowymi oraz dobrą odpornością na stresowe czynniki środowiska żyta [Oettler 2005, Beres i in. 2010, Goyal i in. 2011]. Charakteryzuje się również szerokim zakresem adaptacji i wysokim potencjałem plonotwórczym, dzięki czemu stało się ono piątym zbożem w Polsce uprawianym głównie na glebach średnich [Kociuba 2000, Kociuba i Kramek 2008, Knapowski i in. 2010].

Od 1982 roku w Instytucie Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin UP w Lublinie prowadzone są prace, których celem jest między innymi gromadzenie, ocena oraz charakterystyka odmian oraz wartościowych materiałów genetycznych pszenżyta ozimego i jarego pochodzących zarówno z krajowych, jak i zagranicznych ośrodków hodowlanych i badawczych. Gromadzone materiały są waloryzowane w wieloletnim cyklu doświadczeń polowych, dzięki czemu możliwa jest analiza wpływu zmiennych warunków atmosferycznych na wartość cech plonotwórczych. Zbiory kolekcyjne są corocznie poszerzane o nowe obiekty, które przyczyniają się do zwiększenia zakresu zmienności w obrębie rodzaju *×Triticosecale* i mogą stanowić cenny materiał wyjściowy w pracach badawczych i hodowlanych nad pszenżystem [Kociuba 1992, 1998, 2007, 2010, Kociuba i in. 2010, Kramek i Kociuba 2010, Ukalska i in. 2010a, 2010b, Kociuba i in. 2012].

Celem pracy była charakterystyka pochodzących z Meksyku rodów hodowlanych pszenżyta jarego pod względem zmienności i współzależności ważniejszych cech plonotwórczych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 38 rodów hodowlanych pszenżyta jarego, które otrzymano do badań kolekcyjnych z doświadczenia międzynarodowego ITYN (International Triticale Yield Nursery) z Meksyku. Wszystkie genotypy były oceniane w czteroletnim cyklu doświadczeń polowych przeprowadzonych w latach 2005–2008 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uniwersytetu Przyrodniczego w Czesławicach koło Nałęczowa na glebie lessowej o podłożu brunatnym. Każdego roku wiosną ziarniaki badanych rodów hodowlanych wysiewano ręcznie na 5-rzędkowych poletkach o długości 2 m, przy rozstawie między rzędami 20 cm, co stanowiło powierzchnię 2 m². Na każde poletko wysiano po 625 ziarniaków.

Corocznie w okresie wegetacji przeprowadzono pomiar wysokości roślin w trzech losowo wybranych miejscach na każdym poletku, mierząc wysokość kilku pędów (od 5 do 7). W okresie dojrzałości pełnej z każdego badanego genotypu wybrano losowo po 50 kłosów. Na 20 kłosach dokonano pomiaru długości kłosa i liczby kłosków w kłosie. Liczbę i masę ziarn w kłosie, płodność kłoska oraz masę 1000 ziarn obliczono na podstawie 50 kłosów. Oznaczenie zawartości białka w ziarnie wykonano metodą Kjeldahla w analizatorze Kjel-Tec w Centralnym Laboratorium Agroekologicznym Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, stosując przy przeliczeniu zawartości azotu na białko współczynnik 5,7.

Na podstawie czteroletnich wyników badań obliczono średnie wartości analizowanych cech plonotwórczych w poszczególnych latach oraz średnie wieloletnie, które posłużyły do opracowania rozkładów zmienności dla wybranych cech. Obliczono również współczynniki zmienności (V%) i współczynniki korelacji (r_{xy}) między wszystkimi analizowanymi cechami. Wyniki badań przedstawiono w postaci tabel i wykresów.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na poziom plonowania roślin zbożowych w największym stopniu wpływają liczba i masa ziarn z kłosa w połączeniu z odpowiednim zagęszczeniem kłosów na jednostce powierzchni [Kociuba 2000]. U badanych genotypów pszenżyta jarego wyżej wymienione cechy charakteryzowały się największą zmiennością, o czym świadczą duże wartości

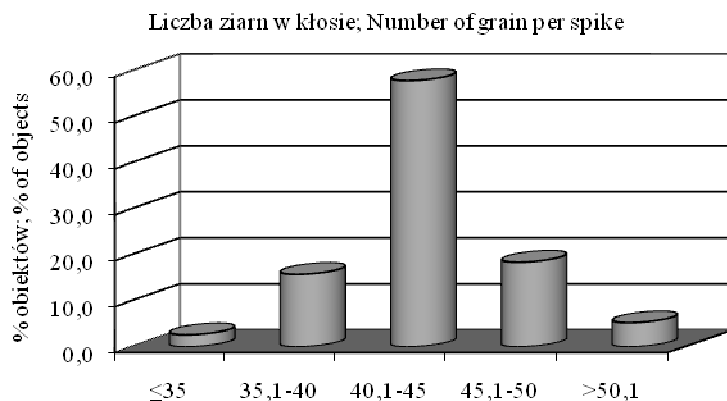
współczynników zmienności, które wynosiły odpowiednio: dla liczby ziarn w kłosie $V = 12,1\%$, przy wahaniami w latach od 10,1 do 14,5% oraz dla masy ziarn z kłosa $V = 15,5\%$ (wahania w zależności od roku badań od 10,4 do 15,5%) (tab. 1). Średnia liczba ziarn w kłosie wynosiła 42,7 szt., a średnia masa ziarn z kłosa – 1,9 g (tab. 1).

Tabela 1. Średnie, zakres zmienności i współczynniki zmienności (V) dla analizowanych cech plonotwórczych meksykańskich genotypów pszenżyta jarego (lata 2005–2008)

Table 1. Means, variability range and variability coefficients (V) for analyzed yielding traits of Mexican genotypes of spring triticale (years 2005–2008)

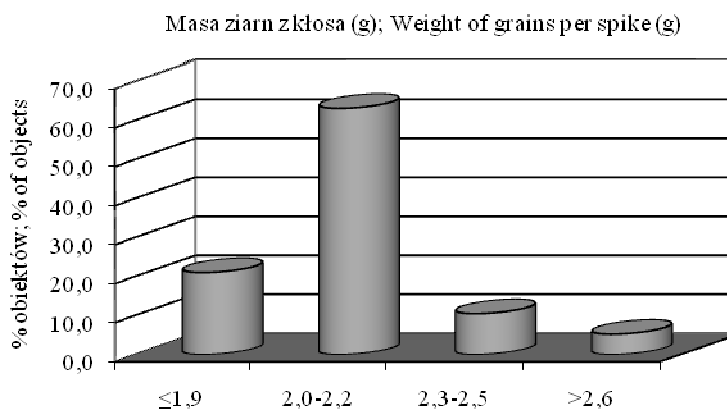
Cecha/Trait	Rok/Year	Średnia/Mean	Min.– max.	V (%)
Wysokość roślin (cm) Plant height (cm)	2005	111,2	97,3–121,3	5,1
	2006	94,2	85,0–104,3	5,5
	2007	107,5	94,0–124,3	6,0
	2008	107,1	96,3–119,0	5,4
	ogółem/total	111,2	97,3–121,3	5,1
Długość kłosa (cm) Spike length (cm)	2005	9,0	7,2–11,0	10,1
	2006	10,8	8,9–13,0	7,8
	2007	9,1	6,6–11,7	10,2
	2008	9,4	7,9–12,2	8,0
	ogółem/total	9,0	7,2–11,0	10,1
Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per spike	2005	21,1	18,0–24,8	6,7
	2006	24,4	21,1–28,1	6,5
	2007	21,9	19,2–26,2	6,5
	2008	22,9	20,3–27,3	6,9
	ogółem/total	21,1	18,0–24,8	6,7
Liczba ziarn w kłosie Number of grains per spike	2005	42,7	30,8–52,6	12,1
	2006	46,8	35,2–59,6	12,7
	2007	37,7	26,0–49,7	14,5
	2008	46,1	37,9–58,4	10,1
	ogółem/total	42,7	30,8–52,6	12,1
Płodność kłoska Spikelet fertility	2005	2,0	1,6–2,4	9,3
	2006	1,9	1,5–2,5	12,8
	2007	1,7	1,2–2,3	15,5
	2008	2,0	1,7–2,6	11,4
	ogółem/total	2,0	1,6–2,4	9,0
Masa ziarn z kłosa (g) Weight of grains per spike (g)	2005	1,9	1,3–2,5	15,5
	2006	2,1	1,5–2,8	12,1
	2007	2,0	1,5–2,8	15,1
	2008	2,4	1,9–3,0	10,4
	ogółem/total	1,9	1,3–2,5	15,5
Masa 1000 ziarn (g) 1000 grain weight (g)	2005	45,1	37,2–53,0	8,8
	2006	45,1	36,1–53,7	10,3
	2007	53,0	44,2–69,2	9,3
	2008	51,7	42,9–60,5	8,7
	ogółem/total	45,1	37,2–53,0	8,8
Zawartość białka w ziarnie (%) Protein content in grain (%)	2005	12,2	10,1–13,4	6,0
	2006	13,4	11,4–14,8	6,4
	2007	12,9	11,5–15,1	7,4
	2008	12,1	9,9–14,7	9,2
	ogółem/total	12,2	10,1–13,4	6,0

Jak wynika z rozkładów omawianych cech, około 80% badanych rodów hodowlanych miało od 40 do 50 ziarn w kłosie oraz masę ziarn z kłosa od 2,0 do 2,6 g (rys. 1 i 2). Należy przy tym zwrócić uwagę na fakt, iż wśród analizowanych genotypów występowały takie, u których wartości omawianych cech przekraczały odpowiednio 58 szt. i 3,0 g, co czyni z nich wartościowy materiał hodowlany. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki potwierdzają dotychczasowe doniesienia z literatury na temat dużej zmienności liczby i masy ziarn z kłosa pszenżyta jarego [Kociuba 2007, 2010, Kramek i Kociuba 2010, Kociuba i in. 2010, Ukalska i in. 2010a, 2010b, Ukalski i in. 2007].



Rys. 1. Rozkład liczby ziarn w kłosie badanych genotypów pszenżyta jarego

Fig. 1. The distribution of number of grains per spike of investigated genotypes of spring triticale

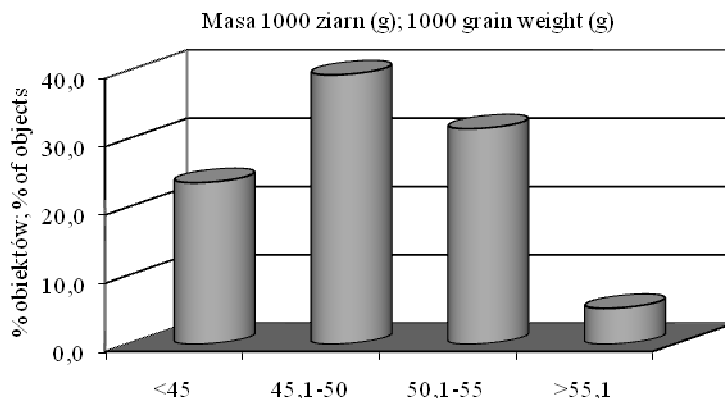


Rys. 2. Rozkład masy ziarn z kłosa badanych genotypów pszenżyta jarego

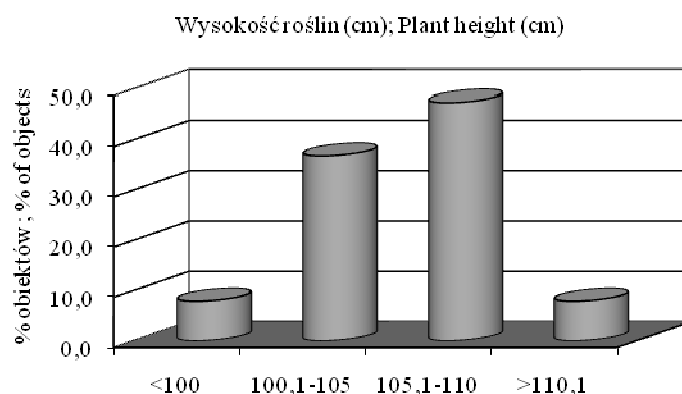
Fig. 2. The distribution of weight of grains per spike of investigated genotypes of spring triticale

Ważnym czynnikiem, który wpływa na wysokość plonu, jest masa 1000 ziarn. Cecha ta informuje również o dorodności ziarna. Jak wynika z literatury [Kociuba 1992, 1998 2000, 2007, 2010], ziarno pszenżyta jest gorzej wypełnione niż ziarno pszenicy, stąd genotypy o dużej MTZ stanowią wartościowy materiał hodowlany. Średnia wartość masy 1000 ziarn badanych rodów hodowlanych pszenżyta jarego wynosiła 45,1 g (tab. 1). Ponad 30% analizowanych genotypów charakteryzowało się średnią MTZ powyżej 50 g

(rys. 3). Interesujące z punktu widzenia poprawy wypełnienia ziarna mogą być genotypy, które miały wartość tej cechy powyżej 60 g (ITYN 8 i ITYN 9). Badania Kociuby [1992, 1998, 2000] oraz Węgrzyna i in. [1996] dotyczące genetycznego uwarunkowania omawianych cech wskazują na możliwość selekcji form o wysokiej plenności i dorodnym ziarnie.



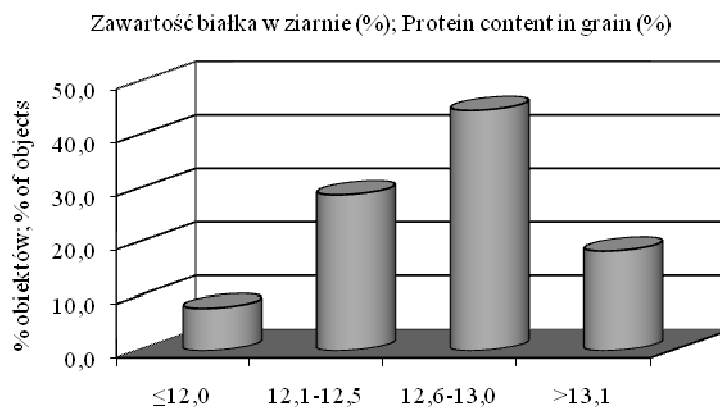
Rys. 3. Rozkład masy 1000 ziarn badanych genotypów pszenżyta jarego
Fig. 3. The distribution of 1000 grain weight of investigated genotypes of spring triticale



Rys. 4. Rozkład wysokości roślin badanych genotypów pszenżyta jarego
Fig. 4. The distribution of plant height of investigated genotypes of spring triticale

Cechą, która w prezentowanych badaniach odznaczała się najmniejszą zmiennością, była wysokość roślin ($V = 5,1\%$, przy wahaniach w latach badań od 5,1 do 6,0%) (tab. 1). Średnia wartość tej cechy wynosiła 111,2 cm. Spośród badanych genotypów trzy (ITYN 29, ITYN 31 i ITYN 40) miały wysokość roślin poniżej 100 cm i mogą być wykorzystane jako genetyczne źródło odporności na wyleganie (rys. 4). Dane z literatury [Ukalski i in. 2007, Kramek i Kociuba 2010] wskazują na większe wartości współczynnika zmienności dla wysokości roślin, co może wynikać z innego zestawu analizowanych genotypów oraz z wpływu warunków atmosferycznych na wartość omawianej cechy. Przeprowadzona przez Ukalskiego i in. [2007] wielowymiarowa ocena zmienności fenotypowej 75 genotypów pszenżyta jarego pod względem 7 cech użytkowych za pomocą

analizy składowych głównych (PCA) wykazała, że w badanej przez autorów populacji przeważały genotypy o małej i średniej wysokości roślin, które charakteryzowały się dużą liczbą ziarn w kłosie i dużą masą 1000 ziarn. Natomiast genotypy wysokie o małej liczbie ziarn w kłosie odznaczają się dużą MTZ, czyli mają większe i dorodniejsze ziarniaki. Porównując wysokość roślin starszych i nowych genotypów pszenżyta jarego, Ukalska i in. [2010a] stwierdzili, że bardziej wyrównane były obiekty badane w latach 2003–2008 ($V = 5,4\%$) niż starsze genotypy oceniane w latach 1994–1999 ($V = 11,1\%$).



Rys. 5. Rozkład zawartości białka w ziarnie badanych genotypów pszenżyta jarego
Fig. 5. The distribution of protein content in grain of investigated genotypes of spring triticale

Ze względu na to, że pszenżyto wykorzystywane jest głównie jako zboże paszowe w pracach hodowlanych, zwraca się szczególną uwagę na zawartość białka w ziarnie. Średnia wartość tej cechy u badanych rodów hodowlanych pszenżyta jarego wynosiła 12,2%, przy wahaniami w latach badań od 10,1 do 13,4% (tab. 1). Osiem genotypów charakteryzowało się zawartością białka w ziarnie powyżej 13% (rys. 5). Badania COBORU wskazują, że zawartość białka w ziarnie pszenżyta jest na poziomie zbliżonym do pszenicy [Cyfert 2008]. Z kolei wyniki badań kolekcyjnych wskazują na obniżenie poziomu tej cechy u nowych odmian, co zdaniem wielu autorów [Kociuba 2000, Wolski i in. 2000] spowodowane jest dążeniem do uzyskiwania coraz wyższych plonów.

W tabeli 2 podano współczynniki korelacji dla badanych cech ilościowych meksykańskich genotypów pszenżyta jarego. Stwierdzono dużą współzależność dla następujących par cech: liczba i masa ziarn z kłosa ($r_{xy} = 0,706$), liczba ziarn w kłosie i płodność kłosa ($r_{xy} = 0,886$), długość kłosa i liczba kłosek w kłosie ($r_{xy} = 0,601$). Istotna współzależność pomiędzy masą ziarn z kłosa i masą 1000 ziarn w badanej populacji ($r_{xy} = 0,425$) potwierdza fakt, że selekcja w kierunku dużej masy ziarn z kłosa może wpływać korzystnie na poprawę dorodności ziarna pszenżyta [Kociuba 2000]. Zawartość białka w ziarnie była ujemnie skorelowana z liczbą i masą ziarn w kłosie oraz z liczbą kłosek w kłosie i płodnością kłosa. Natomiast współzależność tej cechy z wysokością roślin, długością kłosa i MTZ była dodatnia, ale niska i nieistotna. W badaniach Kociuby [2000] współczynnik korelacji pomiędzy zawartością białka w ziarnie a wysokością roślin był

Tabela 2. Współczynniki korelacji dla badanych cech ilościowych
Table 2. Correlation coefficients for researched quantitative traits

Lp. No.	Cecha Trait	2	3	4	5	6	7	8
1	Wysokość roślin (cm) Plant height (cm)	0,186	-0,015	0,045	0,058	0,239	0,246	0,087
2	Długość kłosa (cm) Spike length (cm)	–	0,601*	0,031	-0,236	0,232	0,264	0,123
3	Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per spike	–	–	0,231	-0,244	0,135	-0,088	-0,381*
4	Liczba ziarn w kłosie Number of grains per spike	–	–	–	0,886*	0,706*	-0,335*	-0,285
5	Płodność kłoska Spikelet fertility	–	–	–	–	0,653*	-0,274	-0,099
6	Masa ziarn z kłosa (g) Weight of grains per spike (g)	–	–	–	–	–	0,425*	-0,173
7	Masa 1000 ziarn (g) 1000 grain weight (g)	–	–	–	–	–	–	0,113
8	Zawartość białka w ziarnie (%) Protein content in grain (%)	–	–	–	–	–	–	–

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

niski, ale dodatni i statystycznie istotny ($r_{xy} = 0,093$), natomiast Grzesik i Węgrzyn [2002] oraz Grzesik i in. [2003] podają, że współczynniki korelacji pomiędzy tymi cechami były ujemne.

WNIOSKI

1. Badane genotypy pszenżyta jarego pochodzące z Meksyku były zróżnicowane pod względem analizowanych cech plonotwórczych.

2. Największą zmiennością charakteryzowały się liczba i masa ziarn z kłosa, o czym świadczą duże wartości współczynników zmienności dla tych cech.

3. Istotna współzależność masy ziarn z kłosa i masy 1000 ziarn wskazuje na możliwość poprawy dorodności ziarna pszenżyta poprzez selekcję w kierunku dużej masy ziarn z kłosa.

PIŚMIENNICTWO

Beres B.L., Harker K.N., Clayton G.W., Bremer E., Blackshaw R.E., Graf R.J., 2010. Weed competitive ability of spring and winter cereals in the Northern Great Plains. *Weed Technol.* 24, 108–116.

Cyfert R., 2008. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. Zboża ozime. *Pszenżyto ozime. COBORU, Słupia Wielka* 55, 33–44.

- Goyal A., Beres B.L., Randhawa H.S., Navabi A., Salmon D.F., Eudes F., 2011. Yield stability analysis of broadly adaptive triticale germplasm in southern and central Alberta, Canada, for industrial end-use suitability. *Can. J. Plant Sci.* 91, 125–135.
- Grzesik H., Gut M., Węgrzyn S., Cygankiewicz A., 2003. Genetyczne uwarunkowania niektórych cech pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR* 226/227/1, 227–231.
- Grzesik H., Węgrzyn S., 2002. Evaluation of combining ability in some varieties of winter triticale. *Proc. 5th Int. Triticale Symp., IHAR Radzików, Poland, 30 June – 5 July 2002*, 2, 291–297.
- Knapowski T., Kozera W., Majcherczak E., Barczak B., 2010. Wpływ nawożenia azotem i cynkiem na skład chemiczny i plon białka ziarna pszenżyta jarego. *Fragm. Agron.* 27(4), 45–55.
- Kociuba W., 1992. Ocena ważniejszych cech rolniczych materiałów kolekcyjnych pszenżyta ozimego i jarego (\times *Triticosecale* Wittmack). *Biul. IHAR* 183, 125–133.
- Kociuba W., 1998. Wyniki oceny materiałów kolekcyjnych pszenżyta ozimego i jarego w 1996 roku. *Biul. IHAR* 205/205, 219–228.
- Kociuba W., 2000. Zmienność i współzależność ważniejszych cech plonotwórczych w obrębie heksaploidalnego pszenżyta ozimego (\times *Triticosecale* Wittmack). *Rozprawa habilitacyjna. Rozpr. Nauk. AR w Lublinie* 232, ss. 73.
- Kociuba W., 2007. Charakterystyka zasobów genowych pszenżyta zgromadzonych w latach 1998–2005. *Zesz. Probl. PNR* 517, 369–377.
- Kociuba W., 2010. Charakterystyka zbiorów kolekcyjnych pszenżyta jako mieszańca międzyrodzajowego. *Zesz. Probl. PNR* 555, 237–247.
- Kociuba W., Kramek A., 2008. Wewnątrzodmianowa zmienność cech użytkowych polskich odmian pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR* 249, 101–107.
- Kociuba W., Kramek A., Ukalski K., 2012. Ocena stabilności wybranych cech plonotwórczych polskich odmian pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR* 264, 127–140.
- Kociuba W., Mądry W., Kramek A., Ukalski K., Studnicki M., 2010. Multivariate diversity of Polish winter triticale cultivars for spike and other traits. *Plant Breed. Seed Sci.* 62, 31–42.
- Kramek A., Kociuba W., 2010. Zdolność kiełkowania ziarniaków oraz wartość cech plonotwórczych materiałów kolekcyjnych pszenżyta jarego (\times *Triticosecale* Wittmack) po długotrwałym przechowywaniu. *Zesz. Probl. PNR* 555, 115–123.
- Oettler G., 2005. The fortune of a botanical curiosity – Triticale: past, present and future. *J. Agric. Sci.* 143, 329–346.
- Ukalska J., Ukalski K., Kociuba W., Kramek A., 2010a. Porównanie genotypów kolekcyjnych pszenżyta jarego (\times *Triticosecale* Wittmack). Część I: Analiza zmienności fenotypowej. *Zesz. Probl. PNR* 555, 437–445.
- Ukalska J., Ukalski K., Kociuba W., Kramek A., 2010b. Porównanie genotypów kolekcyjnych pszenżyta jarego (\times *Triticosecale* Wittmack). Część II: Grupowanie genotypów. *Zesz. Probl. PNR* 555, 447–455.
- Ukalski K., Kociuba W., Mądry W., Ukalska J., 2007. Wielowymiarowa ocena zmienności fenotypowej w kolekcji zasobów genowych pszenżyta jarego. *Zesz. Probl. PNR* 517, 767–774.
- Węgrzyn S., Góral H., Spiss L., 1996. Odziedziczalność plonu ziarna i cech struktury plonu pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR*. 200, 139–143.
- Wolski T., Pojmań M.S., Banaszak Z., Czerwieńska E., Bogacki J., Marciniak K., Szolkowski A., 2000. Poprawianie wartości użytkowych pszenżyta ozimego w 30-letniej hodowli w DAN-KO. *Biul. IHAR* 214, 95–104.

Summary. This study aimed to estimate the yielding traits of 38 genotypes of spring triticale originating from Mexico. Grains of the investigated objects were sown on one-plot replication plots (2 m²) in a 4-year cycle of the field experiment in years 2005–2008 conducted at the Experi-

mental Field Station of the University of Life Sciences in Czesławice near Nałęczów, Poland. Plant height and such yield-forming traits of the spike as the spike length, number of spikelets per spike, number of grains and grain weight per spike, spikelet fertility, the weight of 1000 grains and protein content in grain were measured in a period of full maturity on each form. The obtained results indicate differentiation of the investigated forms regarding the major yielding traits, especially the number of grains and grain weight per spike, which indicates the high value of variability coefficients for those traits (respectively: $V = 12.1\%$ and $V = 15.5\%$). A significant correlation between grain weight per spike and the weight of 1000 grains indicates that selection conducted in the direction of high grain weight per spike may have a positive influence on triticale grain plumpness.

Key words: spring triticale, variability, yielding traits