

Ocena jakości ziarna linii mieszańcowych *Aegilops* L. × *Triticum aestivum* L.

¹Roman Prażak, ²Jolanta Molas

¹Instytut Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin

²Katedra Fizjologii Roślin,

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, Polska

Abstrakt. Celem badań była ocena masy tysiąca ziarniaków i zawartości białka ogólnego w ziarnie linii mieszańcowych uzyskanych w wyniku krzyżowania dzikich gatunków traw z rodzaju *Aegilops* – *Aegilops kotschy* Boiss. i *Ae. variabilis* Eig. z odmianami pszenicy zwyczajnej *Triticum aestivum* L. Ziarno pochodziło z roślin uprawianych w latach 2012–2014 na polu Stacji Doświadczalnej Wydziału Nauk Rolniczych Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Pole doświadczalne zlokalizowane było na glebie brunatnej pochodzenia lessowego, należącej do kompleksu pszennego dobrego. W kolejnych latach rośliny zbierano z pola w fazie dojrzałości pełnej i na 10 pojedynkach z każdej formy oceniono masę tysiąca ziarniaków (MTZ). Analizę zawartości białka wykonywano na próbach ziarna z pojedynków o największej MTZ. Ogólną zawartość białka oznaczono metodą Kjeldahla. Ocenę przeprowadzono w celu wyselekcjonowania form, które mogłyby zostać wykorzystane jako materiał wyjściowy w hodowli jakościowej pszenicy zwyczajnej.

Badania pokazały, że linie mieszańcowe *Ae. variabilis* Eig. i *Ae. kotschy* Boiss. z pszenicą zwyczajną charakteryzowały się wyższą zawartością białka ogólnego w ziarnie (średnio 15,8%) od pszenicznych komponentów rodzicielskich (średnio 13,4%). Najwyższą zawartość białka odnotowano w ziarnie dzikich gatunków rodzicielskich *Ae. kotschy* Boiss. – 25,1% i *Ae. variabilis* Eig. – 23,4%. Wśród mieszańców *Ae. variabilis* Eig. × *T. aestivum* L. wyróżniała się linia *Ae. variabilis* Eig. × Rusalka, w ziarnie której odnotowano średnio 17,6% białka ogólnego. Wśród linii *Ae. kotschy* Boiss. × *T. aestivum* L. najwięcej białka ogólnego w ziarnie zawierały *Ae. kotschy* Boiss. × Rusalka (średnio 17,0%) i (*Ae. kotschy* Boiss. × Rusalka) × Piko (średnio 16,3%). Średnia zawartość białka ogólnego w ziarnie odmian pszenicy zwyczajnej wahała się od 12,8% (Korweta) do 14,9% (Rusalka). Większa suma opadów w okresie kwiecień–lipiec wpływała pozytywnie na MTZ linii mieszańcowych i negatywnie na średnią zawartość białka w ich ziarnie. Najwyższą średnią zawartość białka odnotowano w ziarnie linii mieszańcowych w 2012 roku (16,5%), gdy suma opadów była najniższa w trzyletnim okresie badań. W kolejnych latach przy 2–3 razy większej sumie opadów w okre-

sie kwiecień–lipiec zawartość białka była niższa (2013 – 15,9%, 2014 – 15,0%). Takiego wpływu nie odnotowano w przypadku odmian pszenicy i gatunków *Aegilops*. Ziarniaki linii mieszańcowych były dobrze wypełnione, a ich kształt i barwa były pośrednie lub podobne do ziarniaków pszenicy. Średnia MTZ linii mieszańcowych z trzech lat badań była zbliżona (33,1 g) do MTZ odmian rodzicielskich pszenicy (33,9 g). Linie mieszańcowe o wyższej zawartości białka w ziarnie mogą stanowić cenne źródło genów w hodowli jakościowej pszenicy zwyczajnej.

słowa kluczowe: *Aegilops kotschy* Boiss., *Aegilops variabilis* Eig., pszenica zwyczajna, linie mieszańcowe, białko ogólne, masa 1000 ziarniaków

WSTĘP

Wysokość plonu i zawartość białka w ziarnie należą do najważniejszych wskaźników decydujących o wartości materiałów hodowlanych pszenicy. Wartość technologiczna mąki pszennej w głównej mierze warunkowana jest jakością ziarna wynikającą z właściwości genetycznych odmiany, warunków siedliskowych oraz stosowanej agrotechniki (Jaradat, 1991; Cacak-Pietrzak i in., 1999; Sekutowski, Domaradzki, 2006; Podolska i in., 2002; Woźniak, 2004). Jednym z najważniejszych elementów wpływających na jakość ziarna pszenicy jest zawartość białka. Ten parametr jest w dużym stopniu zależny od składu genetycznego odmiany. Podstawowym warunkiem uzyskania zamierzonego efektu hodowlanego jest zróżnicowanie materiału wyjściowego, m.in. poprzez krzyżowania oddalone (Stefanowska i in., 1995; Beuningen, Busch, 1997; Pilch, 2002, 2005; Kociuba, Kramek, 2009). Pszenica zwyczajna w wyniku intensywnej hodowli ukierunkowanej na plon utraciła wiele cennych genów jakościowych. Krzyżowania oddalone z blisko spokrewnionymi z pszenicami gatunkami *Aegilops* mogą przyczynić się do poprawy cech jakościowych pszenicy zwyczajnej (Prażak, 2013). Przez introgresję genów z dzikich gatunków *Aegilops* można poprawić wartość wypiekową mąki z ziarna pszenicy (Pilch, 1997, 2005). Cechą charakterystyczną białka pszennego

jest zdolność do tworzenia wielkocząsteczkowego kompleksu zwanego glutenem. Białka są zlokalizowane w całym ziarnie, ale najwięcej ich znajduje się w warstwie aleuronowej, okrywie nasiennej i w zarodku (Gąsiorowski i in., 2004). Zawartość i jakość białka w ziarnie pszenicy istotnie wpływa na cechy wypiekowe mąki (Tarkowski, Kowalczyk, 2001).

Badania miały na celu analizę zawartości białka ogólnego w ziarnie linii mieszańcowych pszenicy uzyskanych w wyniku krzyżowań *Aegilops kotschyi* Boiss. i *Ae. variabilis* Eig. z pszenicą zwyczajną.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badań stanowiło 15 linii mieszańcowych pszenicy z kozieńcami – *Aegilops variabilis* Eig. i *Ae. kotschyi* Boiss. oraz komponenty rodzicielskie (tab. 1). Pszenicznymi komponentami rodzicielskimi było dziewięć odmian jakościowych pszenicy (grupa A) i jedna odmiana elitarna Monopol (grupa E). Gatunki *Aegilops* otrzymano z kolekcji Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK) Gatersleben w Niemczech. Badania przeprowadzono w latach 2012–2014. Ziarno do badań pochodziło z doświadczenia jednopowtórzeniowego założonego na polu Stacji Doświadczalnej Wydziału Nauk Rolniczych w Zamościu, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Pole doświadczalne zlokalizowane było na glebie brunatnej pochodzenia lesowego, należącej do kompleksu pszennego dobrego, II klasy bonitacyjnej. Rośliny rosły na oddzielnych poletkach o powierzchni 2 m², w rozstawie 20 cm × 10 cm. W czasie sezonu wegetacyjnego wykonywano podstawowe zabiegi agrotechniczne oraz stosowano nawożenie NPK = 60-90-90 kg·ha⁻¹ w czystym składniku. Informacje dotyczące warunków pogodowych uzyskano ze Stacji Meteorologicznej w Zamościu, Płoskie 1 (50°42'36,7"N, 23°12'47,3"E).

W kolejnych latach rośliny zbierano z pola w fazie dojrzałości pełnej i na 10 pojedynków z każdej formy oceniono masę tysiąca ziarniaków (MTZ). Analizę zawartości białka wykonano na próbach ziarna z pojedynków o największej MTZ. Ogólną zawartość białka w ziarnie linii mieszańcowych i ich form rodzicielskich oznaczano metodą Kjeldahla stosując przelicznik białkowy 5,7 (PN-75/A-04018) za pomocą aparatu Kjeltac TM2300. Analizę zawartości białka w poszczególnych latach wykonywano

Tabela 1. Pochodzenie linii mieszańcowych pszenicy oraz formy rodzicielskie
Table 1. Derivation of hybrid lines and parental forms.

Nr No.	Formy Forms	Symbol Symbol
1.	F ₁₂₋₁₄ [#] <i>Ae. variabilis</i> × Rusalka	VR
2.	F ₁₂₋₁₄ Rusalka × <i>Ae. variabilis</i>	RV
3.	F ₁₂₋₁₄ <i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka	KR
4.	BC ₁ F ₈₋₁₀ (<i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka) × Begra	KRB
5.	BC ₁ F ₈₋₁₀ (<i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka) × Gama	KRG
6.	BC ₁ F ₈₋₁₀ (<i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka) × Korweta	KRKO
7.	BC ₁ F ₈₋₁₀ (<i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka) × Monopol	KRMO
8.	BC ₁ F ₈₋₁₀ (<i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka) × Muza	KRMU
9.	BC ₁ F ₈₋₁₀ (<i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka) × Piko	KRP
10.	BC ₁ F ₈₋₁₀ (<i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka) × Smuga	KRS
11.	BC ₁ F ₈₋₁₀ (<i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka) × Turnia	KRT
12.	BC ₁ F ₈₋₁₀ (<i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka) × Zyta	KRZ
13.	BC ₂ F ₇₋₉ [(<i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka) × Begra] × Piko	KRBP
14.	BC ₂ F ₇₋₉ [(<i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka) × Begra] × Smuga	KRBS
15.	BC ₂ F ₇₋₉ [(<i>Ae. kotschyi</i> × Rusalka) × Begra] × Turnia	KRBT
16.	<i>Triticum aestivum</i> L. cv. Begra	Begra
17.	<i>Triticum aestivum</i> L. cv. Gama	Gama
18.	<i>Triticum aestivum</i> L. cv. Korweta	Korweta
19.	<i>Triticum aestivum</i> L. cv. Monopol	Monopol
20.	<i>Triticum aestivum</i> L. cv. Muza	Muza
21.	<i>Triticum aestivum</i> L. cv. Piko	Piko
22.	<i>Triticum aestivum</i> L. cv. Rusalka	Rusalka
23.	<i>Triticum aestivum</i> L. cv. Smuga	Smuga
24.	<i>Triticum aestivum</i> L. cv. Turnia	Turnia
25.	<i>Triticum aestivum</i> L. cv. Zyta	Zyta
26.	<i>Aegilops kotschyi</i> Boiss.	<i>Ae. kotschyi</i>
27.	<i>Aegilops variabilis</i> Eig.	<i>Ae. variabilis</i>

pokolenie od momentu ostatniego krzyżowania; generation since the last cross

na trzech próbkach laboratoryjnych z każdej formy mieszańcowej i rodzicielskiej. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, oceniając różnice za pomocą testu Tukeya ($\alpha = 0,05$).

WYNIKI I DYSKUSJA

Według Dolińskiego (1995) i Nawracały (2004) MTZ należy u zbóż do cech najbardziej skorelowanych z plonem ziarna i jest w wysokim stopniu odziedziczalna. Średnia MTZ linii mieszańcowych z trzech lat badań była niewiele niższa (33,1 g) od MTZ odmian rodzicielskich pszenicy (33,9 g) (tab. 2). MTZ, razem z obsadą kłosów na 1 m² i liczbą ziaren z kłosa, ma istotny wpływ na wielkość plonów. Z reguły im ziarniki są większe, dorodniejsze, lepiej wypełnione, tym plon jest wyższy. W badaniach Prażaka (1992) MTZ gatunków *Ae. kotschyi* Boiss. i *Ae. variabilis* Eig. wynosiła odpowiednio 6,5 i 18,1 g. W badaniach obecnych wahała się od 5,3 g do 7,6 g dla

Ae. kotschy Boiss. i od 12,2 g do 16,3 g dla *Ae. variabilis* Eig. Według Stefanowskiej (1995) MTZ mieszańców pszenicy z *Ae. ventricosa* Tausch. wahała się od 31,7 g do 37,1 g, a MTZ mieszańców pszenicy z *Ae. juvenalis* (Thell.) Eig. – od 33,1 g do 43,6 g. W badaniach Tyrki i Stefanowskiej (2001) MTZ mieszańców pszenicy z *Ae. ventricosa* Tausch. i *Ae. juvenalis* (Thell.) Eig. wahała się od 21,6 g do 52,1 g, a MTZ rodzicielskich odmian pszenic – od 32,6 g do 42,7 g. Według tych autorów rośliny

mieszańcowe charakteryzowały się większym zakresem zmienności MTZ od odmian pszenicy ozimej.

Na zawartość białka w ziarnie pszenicy wpływają czynniki genetyczne oraz środowisko – klimat i warunki uprawy (Gąsiorowski i in., 2004). Dzikie gatunki *Aegilops L.*, stanowiące źródło genów dla pszenicy, cechuje wysoka zawartość białka ogólnego i lizyny w ziarnie (Blüthner, Schumann, 1988; Holubec i in., 1992; Prażak, 2004). Analiza zawartości białka ogólnego przeprowadzona w latach

Tabela 2. Masa 1000 ziarniaków i zawartość białka ogólnego w ziarnie linii mieszańcowych *Aegilops kotschy* Boiss. i *Aegilops variabilis* Eig. z *Triticum aestivum L.* oraz ich form rodzicielskich

Table 2. Weight of 1,000 grains and total grain protein content in *Aegilops kotschy* Boiss. and *Aegilops variabilis* Eig. with *Triticum aestivum L.* hybrid lines and their parental forms.

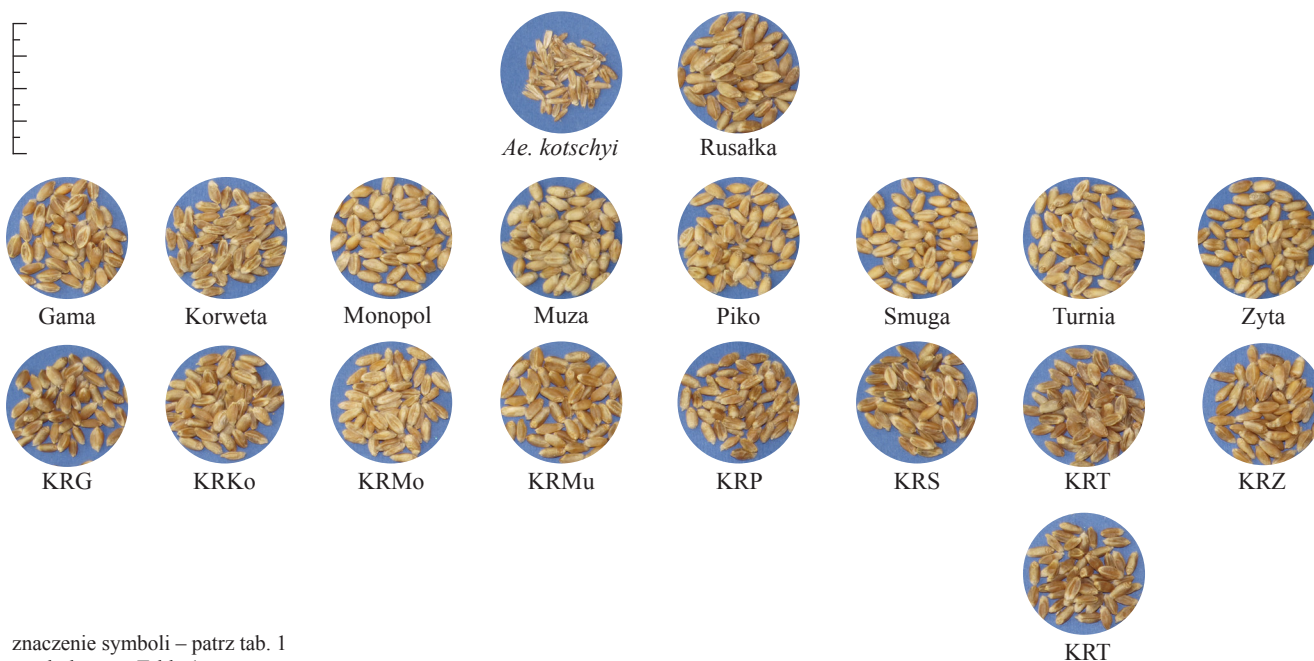
Nr No.	Formy [#] Forms	Masa 1000 ziaren [g] Weight of 1000 grains [g]				Zawartość białka [%] Protein content [%]			
		Lata; Years				2012	2013	2014	2012–2014
		2012	2013	2014	2012–2014				
1.	VR	26,8	30,4	32,6	29,9	18,3	17,9	16,6	17,6
2.	RV	32,6	31,0	34,8	32,8	18,6	17,2	16,3	17,4
3.	KR	28,9	31,8	32,5	31,1	17,6	17,3	16,1	17,0
4.	KRB	28,8	29,4	33,0	30,4	16,5	15,9	15,5	16,0
5.	KRG	27,9	28,6	31,6	29,4	16,2	15,8	15,1	15,7
6.	KRKO	31,7	37,6	40,1	36,5	16,4	16,2	15,8	16,1
7.	KRMO	30,3	33,2	35,8	33,1	15,4	15,9	14,5	15,3
8.	KRMU	32,3	34,4	39,6	35,4	16,1	15,4	13,9	15,1
9.	KRP	31,8	36,8	36,2	34,9	17,4	16,2	15,4	16,3
10.	KRS	30,9	35,4	38,8	35,0	14,2	13,8	13,2	13,7
11.	KRT	32,3	34,8	39,5	35,5	16,6	16,5	14,8	16,0
12.	KRZ	29,9	34,5	36,4	33,6	15,4	14,2	14,4	14,7
13.	KRBP	28,8	30,2	33,8	30,9	16,8	15,7	15,6	16,0
14.	KRBS	29,4	33,3	34,9	32,5	15,2	14,1	13,8	14,4
15.	KRBT	31,5	34,6	38,5	34,9	16,3	15,7	14,4	15,5
16.	Begra	34,8	33,2	38,9	35,6	13,2	13,8	13,6	13,5
17.	Gama	31,9	32,7	33,3	32,6	13,9	12,4	13,3	13,2
18.	Korweta	30,3	31,4	32,6	31,4	13,2	12,8	12,4	12,8
19.	Monopol	30,6	33,5	33,8	32,6	13,3	13,5	13,8	13,5
20.	Muza	31,4	31,2	34,2	32,3	13,1	13,3	13,4	13,3
21.	Piko	27,6	31,3	31,9	30,3	13,9	14,2	13,4	13,8
22.	Rusałka	39,5	40,9	44,1	41,5	15,2	15,1	14,3	14,9
23.	Smuga	34,4	36,2	37,2	35,9	12,6	12,8	13,3	13,0
24.	Turnia	33,3	34,7	39,9	32,0	12,8	13,2	12,8	12,9
25.	Zyta	32,4	34,4	38,2	35,0	13,2	13,8	13,4	13,5
26.	<i>Ae. kotschy</i>	5,3	6,4	7,6	6,4	26,3	24,2	24,8	25,1
27.	<i>Ae. variabilis</i>	12,2	15,1	16,3	14,5	22,1	24,5	23,7	23,4
Średnio mieszańce Mean of hybrids		30,3	33,1	35,9	33,1	16,5	15,9	15,0	15,8
Średnio pszenice Mean of wheats		32,6	34,0	36,4	33,9	13,4	13,5	13,4	13,4
Średnio <i>Aegilops</i> Mean of <i>Aegilops</i>		8,8	10,8	12,0	10,5	24,2	24,4	24,3	24,3
NIR _{0.05}		9,03	8,29	6,48	7,84	2,20	1,44	1,54	1,94
LSD _{0.05}									

patrz tab. 1; see Table 1



znaczenie symboli – patrz tab. 1; symbols – see Table 1

Rycina 1. Ziarniki mieszańców i form rodzicielskich *Aegilops variabilis* i *Triticum aestivum* odm. Rusalka (fot. R. Prażak)
Figure 1. Grains of hybrids and parental components of *Aegilops variabilis* and *Triticum aestivum* cv. Rusalka (photo: R. Prażak).



znaczenie symboli – patrz tab. 1
symbols – see Table 1

Rycina 2. Ziarniki linii mieszańcowych i ich komponentów rodzicielskich (fot. R. Prażak)
Figure 2. Grains of hybrid lines and their parental components (photo: R. Prażak).

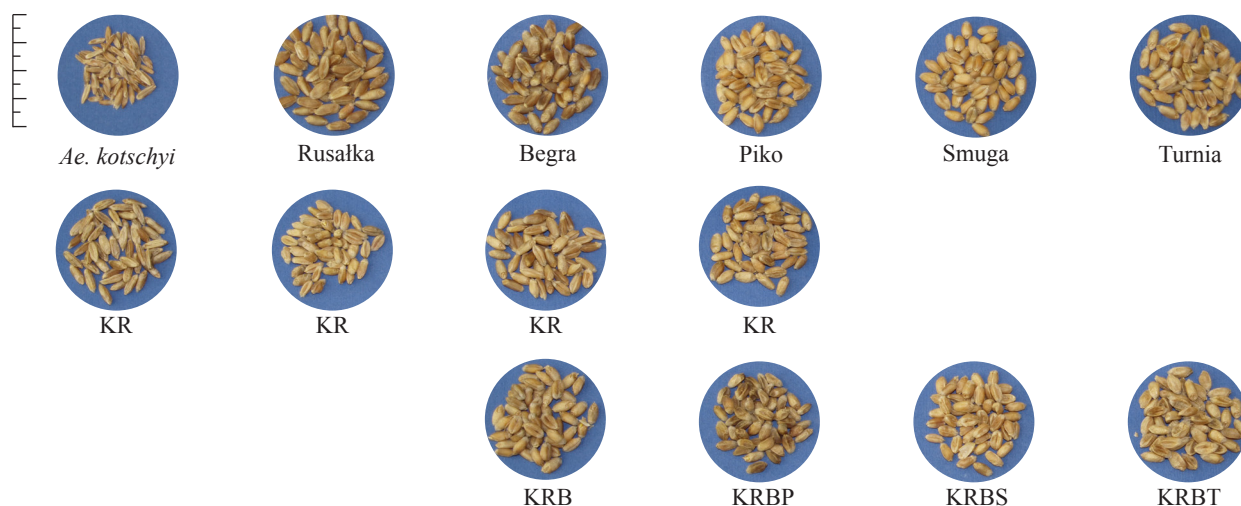
2012–2014 potwierdziła bardzo wysoką jego zawartość w ziarnie dzikich gatunków rodzicielskich – *Ae. kotschy* Boiss. (25,1%) i *Ae. variabilis* Eig (23,4%) (tab. 2).

Średnia zawartość białka ogólnego w ziarniakach linii mieszańcowych pszenicy z *Ae. variabilis* Eig. z trzech lat badań wyniosła 17,6 i 17,4%. Natomiast dla linii mieszańcowych z *Ae. kotschy* Boiss. z pszenicą zwyczajną wahała się od 13,7% (linia KRS) do 17,0% (linia KR) (tab. 2). Wysoką średnią zawartością białka ogólnego w ziarnie ($\geq 16\%$) charakteryzowały się również linie KRP, KRB, KRKo, KRT i KRBP (tab. 2). Ziarniki linii mieszańcowych były dobrze wypełnione, a ich kształt i barwa były pośrednie lub podobne jak u ziaren odmian pszenicy zwyczajnej (ryc. 1-3).

Pszenicznymi komponentami rodzicielskimi mieszańców były odmiany, których ziarno wykazuje bardzo dobre

właściwości technologiczne. W ziarniakach pszenicznych komponentów rodzicielskich średnia zawartość białka wahała się od 12,8% (Korweta) do 14,9% (Rusalka) (tab. 2). Te odmiany pszenicy były już wcześniej wykorzystywane w hodowli jako źródło wysokiej jakości białka (Subda i in., 2002; Rzepka-Plevneš i in., 2003; Witkowski i in., 2005; Śmiałowski, Stachowicz, 2007; Kociuba, Kramek, 2009; Murawska i in., 2014).

Stefanowska i in. (1995) w mieszańcach pokolenia F_3 – F_4 pszenicy z gatunkami *Aegilops ventricosa* Tausch. i *Ae. juvenalis* (Thell.) Eig. odnotowali 12,29–18,56% białka ogólnego w ziarnie. Mieszańce *Ae. juvenalis* (Thell.) Eig. i *Ae. ventricosa* Tausch. z odmianą Grandur *T. durum* Desf. i odmianami *T. aestivum* L. (Arda, Begra, Panda oraz linia CZR 1406) zawierały więcej białka ogólnego w ziarnie (13,1–22,0%) od pszenicznych komponentów rodzicielskich.



znaczenie symboli – patrz tab. 1
symbols – see Table 1

Rycina 3. Ziarniki linii mieszańcowych i ich komponentów rodzicielskich (fot. R. Prażak)
Figure 3. Grains of hybrid lines and their parental components (photo: R. Prażak).

skich (12,8–15,9%) (Prażak, 2007). W badaniach Prażaka i Skrzypik (2010) w mieszańcach pszenicy zwyczajnej z *Ae. kotschy* Boiss. odnotowano wysoką, przekraczającą 20%, zawartość białka ogólnego w ziarnie. W ziarnie linii mieszańcowych zawartość białka wahała się od 16,01% BC₁F₅ (*Aegilops kotschy* Boiss. × Rusalka) × Monopol do 23,66% F₉ *Aegilops kotschy* Boiss. × Rusalka (średnio 18,2%). Natomiast w ziarnie odmian pszenicy *T. aestivum* L. średnia zawartość białka ogólnego wyniosła 13,8%. Według Pilcha (2002) wprowadzenie genów z *Aegilops speltoides* L. do pszenicy przyczyniło się do wzrostu zawartości białka ogólnego w jej ziarnie o 2–3%. W badaniach własnych również odnotowano wzrost zawartości białka

ogólnego w ziarnie linii mieszańcowych pszenicy zwyczajnej z *Ae. kotschy* Boiss. i *Ae. variabilis* Eig (tab. 2).

Warunki atmosferyczne w latach badań 2012–2014 były zróżnicowane (tab. 3). W latach 2012 i 2013, w okresie kwiecień–lipiec wystąpił deficyt opadów odpowiednio o 60% i 30% w stosunku do normy wieloletniej, a w roku 2014 łączna suma opadów atmosferycznych przewyższyła ją o 3%. We wszystkich latach badań, w okresie kwiecień–lipiec średnie miesięczne temperatury powietrza były wyższe w porównaniu do normy wieloletniej – średnio o 5,5°C (2012 rok) i o 6,6°C (lata 2013 i 2014). Warunki atmosferyczne mogły wpływać na MTZ i zawartość białka w ziarnie linii mieszańcowych. Najwyższą wartością MTZ

Tabela 3. Opady i temperatura wg Stacji Meteorologicznej w Zamościu, Płockie 1
Table 3. Rainfalls and temperature according to the Meteorological Station in Zamość, Płockie 1.

Rok Year	Miesiąc; Month				
	kwiecień April	maj May	czerwiec June	lipiec July	kwiecień-lipiec April-July
	Opady; Rainfalls [mm]				
2012	19,6	24,4	36,3	34,4	114,7
2013	15,6	35,6	85,6	63,4	200,2
2014	36,4	147,8	50,2	58,5	292,9
LYM	40,0	66,0	93,0	86,0	285,0
	Temperatura; Temperature [°C]				
	średnio; mean				
2012	12,0	18,4	20,0	24,8	18,8
2013	12,4	20,7	22,6	24,0	19,9
2014	15,0	18,5	20,8	25,2	19,9
LYM	6,9	13,4	15,9	17,1	13,3

LYM – średnio z lat; long years mean 1979–1988

charakteryzowały się linie mieszańcowe w 2014 roku (35,9 g), gdy suma opadów była najwyższa w trzyletnim okresie badań. We wcześniejszych latach wartość MTZ mieszańców była niższa (2012 – 30,3 g, 2013 – 33,1 g). Podobny wpływ wystąpił w przypadku odmian pszenicy (2012 r. – 32,6 g, 2013 r. – 34,0 g, 2014 r. – 36,4 g) i gatunków *Aegilops* (2012 r. – 8,8 g, 2013 r. – 10,8 g, 2014 r. – 12,0 g). W wielu doświadczeniach stwierdzono zależność elementów struktury plonu od układu warunków pogodowych w okresie wegetacji (Woźniak, 2006; Buraczyńska, Ceglarek, 2008; Brzozowska i in., 2008; Głowacka, 2010).

W badaniach własnych najwyższą zawartość białka odnotowano w ziarnie linii mieszańcowych w 2012 roku (16,5%), gdy suma opadów była najniższa w trzyletnim okresie badań. W kolejnych latach przy prawie 2 i 3 razy większej sumie opadów (tab. 3) zawartość białka w ziarnie rodów mieszańcowych była niższa (2013 – 15,9%, 2014 – 15,0%). Takiego wpływu nie odnotowano w przypadku odmian pszenicy (2012 r. – 13,4%, 2013 r. – 13,5%, 2014 r. – 13,4%) i gatunków *Aegilops* (2012 r. – 24,2%, 2013 r. – 24,4%, 2014 r. – 24,3%) (tab. 2). Kołodziejczyk i in. (2009) największą zawartość białka w ziarnie pszenicy jarej stwierdzili w sezonie wegetacyjnym odznaczającym się najmniejszą ilością opadów oraz najwyższą średnią temperaturą powietrza.

Badane linie mieszańcowe i ich formy rodzicielskie były uprawiane w tych samych warunkach agrotechnicznych. Przy zróżnicowaniu tych warunków mogą wystąpić różnice w zawartości białka w ziarnie wynoszące około 2%. Woźniak (2007) badał jakość technologiczną ziarna odmiany Korweta w różnych zmianowaniach i stwierdził, że zawartość białka ogólnego w ziarnie tej odmiany wahała się od 12,4% do 14,8%. Oleksy i in. (2008) badali wpływ intensywności uprawy na zawartość i plon białka odmian pszenicy ozimej. W ich badaniach zawartość białka w ziarnie odmiany Turnia wahała się od 10,7% do 12,3%.

WNIOSKI

1. Introgresja genów *Ae. variabilis* Eig. i *Ae. kotschyi* Boiss. do genotypu pszenicy zwyczajnej *T. aestivum* L. przyczyniła się do zwiększenia zawartości białka ogólnego w ziarnie linii mieszańcowych. Uzyskane linie mogą stanowić wartościowy materiał wyjściowy w hodowli jakościowej pszenicy zwyczajnej.

2. W trzyletnim cyklu badań odnotowano wpływ warunków atmosferycznych na zawartość białka ogólnego w ziarnie i MTZ badanych linii mieszańcowych *Ae. variabilis* Eig. i *Ae. kotschyi* Boiss. z *T. aestivum* L. Przy większej sumie opadów w okresie kwiecień–lipiec następowało obniżenie średniej zawartości białka ogólnego w ziarnie linii mieszańcowych i zwiększenie ich MTZ. U odmian pszenicy i gatunków *Aegilops* taki wpływ wystąpił jedynie w przypadku MTZ.

3. Linie mieszańcowe *Ae. variabilis* Eig. i *Ae. kotschyi* Boiss. z *T. aestivum* L. miały istotnie statystycznie wyższą MTZ w porównaniu do dzikich komponentów rodzicielskich, natomiast nie różniły się pod względem tej cechy od rodzicielskich odmian pszenicy, przy jednocześnie statystycznie wyższej zawartości białka w ziarnie.

LITERATURA

- Blüthner W.D., Schumann E., 1988.** Use of *Aegilops* and tetraploid wheat for wheat protein improvement. *Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo*, 32(1/2): 203-206.
- Beuningen L.T. van, Busch R.H., 1997.** Genetic diversity among North American spring wheat cultivars: III. Cluster analysis based on quantitative morphological traits. *Crop Science*, 37: 981-988.
- Brzozowska I., Brzozowski J., Hruszka M., 2008.** Plonowanie i struktura plonu pszenicy ozimej w zależności od sposobu pielęgnacji i nawożenia azotem. *Acta Agrophysica*, 11(3): 597-611.
- Buraczyńska D., Ceglarek F., 2008.** Plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura*, 7(1): 27-37.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T., 1999.** Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotowego. *Pamiętnik Puławski*, 118: 45-56.
- Doliński R., 1995.** Zmienność, odziedziczalność i współzależność właściwości mechanicznych i cech morfologicznych źdźbła pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) warunkujących odporność na wyleganie. *Rozprawy Naukowe. Wyd. AR w Lublinie*.
- Gąsiorowski H., Kączkowski J., Kędzior Z., Konopka I., Rotkiewicz D., 2004.** Skład chemiczny ziarna pszenicy. W: *Pszenica – chemia i technologia*. H. Gąsiorowski (red.), PWRiL, Poznań.
- Głowacka A., 2010.** Plonowanie i struktura plonu pszenicy jarej w zależności od różnych metod uprawy i pielęgnacji. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 256: 73-80.
- Holubec V., Hanušová R., Kostkanová E., 1992.** The collection in the Praha-Ruzyně (Czechoslovakia) Gene Bank: collecting, evaluation and documentation. *Hereditas*, 116: 271-276.
- Kociuba W., Kramek A., 2009.** Wartość mieszańców pszenicy ozimej z pszenicą pod względem cech plonotwórczych oraz zawartości białka w ziarnie. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 253: 157-163.
- Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Oleksy A., 2009.** Wpływ intensywności uprawy na zawartość białka oraz wybrane cechy fizyczne ziarna pszenicy jarej. *Fragmenta Agronomica*, 26(4): 55-64.
- Jaradat A.A., 1991.** Phenotypic divergence for morphological and yield related traits among landrace genotypes of durum wheat from Jordan. *Euphytica*, 52: 155-164.
- Murawska B., Spychaj-Fabisiak E., Keutgen A., Wszelaczyńska E., Pobereźny J., 2014.** Cechy technologiczne badanych odmian ziarna pszenicy ozimej uprawianych w warunkach Polski i Wielkiej Brytanii. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 53(2): 96-98.

- Nawracała J., 2004.** Genetyczne podstawy hodowli pszenicy (*Triticum aestivum* L.). W: Zarys genetyki zbóż. Tom I. Jęczmień, pszenica, żyto (praca zbior., red. A. G. Górny). Wyd. IGR PAN, Poznań.
- Oleksy A., Szmigiel A., Kołodziejczyk M., 2008.** Wpływ intensywności uprawy na zawartość i plon białka odmian pszenicy ozimej. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura*, 7(1): 47-56.
- Pilch J., 1997.** Performance of interspecific and intergeneric hybrids of *Triticum aestivum* L. for wheat improvements. *Plant Breeding and Seed Sciences*, 41(1): 3-15.
- Pilch J., 2002.** Wartość technologiczna introgressywnych form pszenicy ozimej (*Triticum aestivum* L.). *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 223/224: 95-109.
- Pilch J., 2005.** Możliwość wykorzystania krzyżowania introgressywnego w hodowli pszenicy ozimej *Triticum aestivum* L. Część II. Efektywność w ulepszeniu cech kłosa i jakości ziarna. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 235: 43-55.
- PN-75/A-04018.** Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczenie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko: 1975 z poprawką PN-75/A-04018/Az3: 2002
- Podolska G., Sulek A., Stankowski S., 2002.** Obsada kłosów – podstawowy parametr plonotwórczy pszenicy ozimej. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura*, 1(2): 5-14.
- Prażak R., 1992.** Cechy morfologiczne gatunków rodzaju *Aegilops* oraz pszenicy ozimej *Triticum aestivum* odmiany Rusałka. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 183: 107-117.
- Prażak R., 2004.** Porównanie zawartości białka w ziarnie gatunków *Aegilops* i *Triticum*. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 497: 509-516.
- Prażak R., 2007.** Zmienność i współzależność niektórych cech ilościowych oraz zawartość białka ogółem w ziarnie mieszańców *Aegilops juvenalis* (Thell.) Eig. i *Aegilops ventricosa* Tausch. z wybranymi gatunkami (4x, 6x) *Triticum* L. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 244: 111-126.
- Prażak R., Skrzypik A., 2010.** Zawartość białka w ziarnie linii mieszańcowych *Aegilops kotschy* Boiss. × *Triticum aestivum* L. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 556: 229-235.
- Prażak R., 2013.** The role of *Aegilops* species in the origin and improvement of common wheat. *Acta Agrobotanica*, 66(4): 7-14. doi: 10.5586/aa.2013.046
- Rzepka-Plevneš D., Smolik M., Krupa M., 2003.** Zmienność elektroforetyczna białek zapasowych różnych odmian pszenżyta (*X Triticosecale* Wittmack). *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 226/227(1): 181-189.
- Sekutowski T., Domaradzki K., 2006.** Wpływ terminu i sposobu nawożenia azotem oraz herbicydu Sekator 6,25 WG na plonowanie i cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej. *Pamiętnik Puławski*, 142: 459-464.
- Stefanowska G., 1995.** Charakterystyka niektórych cech morfologicznych i plonotwórczych mieszańców *Triticum aestivum* L. z *Aegilops juvenalis* (Thell.) Eig. i z *Aegilops ventricosa* Tausch. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 194: 35-43.
- Stefanowska G., Prażak R., Strzembicka A., Masłowski J., 1995.** Transfer genów z *Aegilops ventricosa* Tausch. i *Aegilops juvenalis* (Thell.) Eig. do *Triticum aestivum* L. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 194: 45-52.
- Subda H., Jarosławska A., Unton A., Karolini-Skaradzińska Z., 2002.** Ocena wpływu wybranych cech chemicznych pszenicy ozimej na jakość ciasta i chleba. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 223/224: 111-119.
- Śmiałowski T., Stachowicz M., 2007.** Ocena wartości technologicznej nowych polskich rodów pszenicy ozimej z doświadczeń wstępnych w latach 2005-2006. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 245: 57-66.
- Tarkowski Cz., Kowalczyk K., 2001.** Wpływ rozmieszczenia kwiatów w kłosach pszenicy, pszenżyta i żyta na ich płodność, masę 1000 ziaren i zawartość białka w ziarnie. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 218/219: 83-89.
- Tyrka M., Stefanowska G., 2001.** Ocena zróżnicowania cech plonotwórczych mieszańców *Aegilops juvenalis* i *Aegilops ventricosa* z pszenicą. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 218/219: 57-68.
- Witkowski E., Waga J., Bielawska A., Witkowska K., Luber H., 2005.** Dziedziczenie białek gluteninowych warunkowanych locus na chromosomie 1A u mieszańców F₂ pszenicy ozimej. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 235: 57-64.
- Woźniak A., 2004.** Wpływ przedplonu na wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pamiętnik Puławski*, 135: 325-330.
- Woźniak A., 2006.** Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od poziomu agrotechniki. *Acta Agrophysica*, 8(3): 755-763.
- Woźniak A., 2007.** Jakość ziarna pszenicy ozimej odmiany Korweta w zmianowaniach o różnym jej udziale. *Acta Agrophysica*, 10(1): 247-255.

R. Prażak, J. Molas

EVALUATION OF PROTEIN CONTENT IN GRAIN OF *AEGILOPS* L. × *TRITICUM AESTIVUM* L. HYBRID LINES

Summary

The aim of the study was to assess the 1000-grain weight and total protein content in grain hybrid lines obtained from crosses of wild grass species of the *Aegilops* genus – *Aegilops kotschy* Boiss. and *Ae. variabilis* Eig. with the varieties of wheat *Triticum aestivum* L. The seed came from plants grown in 2012–2014, at the Experimental Station of the Faculty of Agricultural Sciences, University of Life Sciences in Lublin. The experimental field was located on brown soil of loess origin, belonging to the good wheat complex of soil. In subsequent years, plants were collected from the field when they were fully ripe and the 1000-grain weight were analysed in 10 representative plants from each form. The analysis of protein content was performed on samples of grain from the plants with the highest 1000-grain weight. Protein content was determined by the Kjeldahl method. The evaluation was carried out to select the forms that could be used as starting material in wheat breeding programmes.

The study from 2012–2014 years, showed that *Ae. variabilis* Eig. and *Ae. kotschy* Boiss. with *T. aestivum* L. hybrid lines were characterized by a higher grain protein content (mean 15.7%) in comparison to the parental wheat cultivars (mean 13.4%). Grain protein content of parental *Aegilops* species was the highest and

varied from 23.4% (*Ae. variabilis* Eig.) to 25.1% (*Ae. kotschy* Boiss.). Among *Ae. variabilis* Eig. with *T. aestivum* L. hybrids, the *Ae. variabilis* Eig. × Rusalka hybrid line was distinguished, which had 17.6% total grain protein content, while from *Ae. kotschy* Boiss. × *T. aestivum* L. hybrids most grain protein contained *Ae. kotschy* Boiss. × Rusalka (17.0%) and (*Ae. kotschy* Boiss. × Rusalka) × Piko hybrid lines (16.3%). Grain protein content of wheats varied from 12.8% (Korweta) to 14.9% (Rusalka). Increased rainfall in the period April-July impacted positively on 1000-grain weight of hybrid lines, and negatively on the average protein content of the grain. The highest average protein content was observed in grain hybrid lines in 2012 (16.5%), when rainfall was the lowest in three years of research. In subsequent years, at

2–3 times higher rainfall, the protein content was lower (2013 – 15.9%, 2014 – 15.0%). Such an effect is not observed in the case of wheat varieties and *Aegilops* species. The grains of the hybrid lines were well filled out, and their shape and colour were intermediate or similar to the grains of the wheat varieties. Average 1000-grain weight hybrid lines of the three years of the study was similar (33.1 g) to the 1000-grain weight parental varieties of wheat (33.9 g). Hybrid strains with a higher protein content in the grain can be a valuable source of genes in breeding quality wheat.

key words: *Aegilops kotschy* Boiss., *Aegilops variabilis* Eig., common wheat, hybrid lines, protein content in grains, 1000-grain weight