

ROMAN PRAŻAK

Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu, Akademia Rolnicza w Lublinie

Ocena zimotrwałości, wczesności i porażenia przez rdzę brunatną i mączniaka prawdziwego mieszańców *Aegilops juvenalis* i *Ae. ventricosa* z *Triticum aestivum* i *T. durum*

Evaluation of winterhardiness, earliness and infections with brown rust and powdery mildew in hybrids of *Aegilops juvenalis* and *Ae. ventricosa* with *Triticum aestivum* and *T. durum*

W warunkach polowych badano zimotrwałość, wczesność oraz porażenie przez rdzę brunatną (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) i mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) u czterech rodów mieszańcowych *Aegilops juvenalis* i *Aegilops ventricosa* z *Triticum durum* Desf. cv. Grandur i *Triticum aestivum* L. (cvs. Arda, Begra, Panda, linia CZR) oraz ich form rodzicielskich. Miarą zimotrwałości był procent roślin żywych na wiosnę. Wczesność określano na podstawie liczby dni od 1 maja do początku kłoszenia roślin. Ocenę porażenia przez choroby przeprowadzono po wykłoszeniu się roślin i fazy dojrzałości mlecznej. Przy ocenie porażenia roślin przez rdzę brunatną i mączniaka prawdziwego zastosowano 9-stopniową skalę graficzną (1 — największe porażenie, 9 — brak porażenia). Z przeprowadzonych badań wynika, że w warunkach klimatycznych Polski wschodniej mieszańce miały nieco gorszą zimotrwałość od pszenic i lepszą od gatunków *Aegilops*. Wśród mieszańców dobrą zimotrwałością charakteryzowały się rody (*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × Begra i {[(*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × CZR 1406] × Panda} × CZR 1406. Najwcześniej kłosiły się gatunki *Aegilops*, następnie formy mieszańcowe, a najpóźniej — pszenice. Rody mieszańcowe (*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × Begra i {[(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Arda} × Arda były bardzo podatne na porażenie przez rdzę brunatną. Wysoką odpornością na rdzę brunatną wykazały się mieszańce [(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Panda i {[(*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × CZR 1406] × Panda} × CZR 1406. Wszystkie rody mieszańcowe wykazały się dobrą odpornością na mączniaka prawdziwego. Najwyższą odporność na mączniaka prawdziwego odnotowano u mieszańca {[(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Arda} × Arda.

Słowa kluczowe: *Aegilops*, *Triticum*, mieszańce, zimotrwałość, wczesność, rdza brunatna, mączniak prawdziwy

Winterhardiness, earliness, resistance to brown rust (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) and powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) were evaluated, under field conditions, in four wide hybrid strains, together with their parental forms. The strains were derived from crosses of *Aegilops juvenalis* and *Ae. ventricosa* with *Triticum aestivum* (cvs. Arda, Begra, Panda, CZR 1406-1BL/IRS) and *T.*

durum (cv. Grandur). The percentage of living plants in spring was a measure of winterhardiness. The earliness was determined by the number of days from May 1st to ear emergence. The diseases evaluation was performed at the stages of heading and milk maturity. Natural infections with brown rust and powdery mildew were evaluated using a nine-grades score (1 — most susceptible, 9 — completely resistant). From the conducted investigations it follows that in the climate conditions of eastern Poland the hybrids had a little lower winterhardiness than the CZR 1406 line and the Begra wheat cultivar, but they were more winter hardy than the *Aegilops* species. Among the hybrids, good winterhardiness showed the strains (*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × Begra and {[(*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × CZR 1406] × Panda} × CZR 1406. The earliest heading was observed in the *Aegilops* species, later — in the hybrid strains and the latest — in the wheat cultivars. The strains (*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × Begra and {[(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Arda} × Arda were highly susceptible to brown rust. The hybrids [(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Panda and {[(*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × CZR 1406] × Panda} × CZR 1406 showed high resistance to brown rust. All hybrid strains showed good resistance to powdery mildew. The highest resistance to the mildew was noted in the strain {[(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Arda} × Arda.

Key words: *Aegilops*, *Triticum*, hybrids, winterhardiness, earliness, brown rust, powdery mildew

WSTĘP

Straty powodowane przez agrofagi w produkcji pszenicy ozimej oceniane są według różnych autorów na 20%–45%, z czego znaczna część przypada na choroby grzybowe (Jończyk, 1999). Rdza brunatna (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*) i mączniak prawdziwy (*Blumeria graminis* D. C. f. sp. *tritici*) należą do najpospolitszych chorób pszenicy powodując zmniejszenie ilości i jakości plonu (Zamorski, 1995; Kowalczyk, 2001). Chemiczne zwalczanie chorób grzybowych w uprawie pszenicy przyczynia się do zwiększenia kosztów uprawy i skażenia środowiska. Znacznie bezpieczniejsze wydaje się sięgnięcie do naturalnych źródeł genowych. Do takich źródeł możemy zaliczyć dzikich krewniaków pszenicy z rodzaju *Aegilops* (kozieniec). Gatunki *Aegilops* pochodzą z terenów znacznie cieplejszych od Polski. Kozieniec *Aegilops ventricosa* Tausch. występuje w rejonie Basenu Morza Śródziemnego, natomiast *Aegilops juvenalis* (Thell.) Eig. można spotkać w południowo-azjatyckich republikach byłego ZSRR i na Bliskim Wschodzie (Kimber i Feldman, 1987).

Niektóre gatunki *Aegilops* charakteryzują się dużą odpornością na choroby aparatu asymilacyjnego. Ta korzystna cecha może zostać wykorzystana w hodowli pszenicy (Sears, 1956; Dyck i Kerber, 1970; Dvořák J., 1977; Pasquini, 1980; Frauenstein i Hammer, 1985; Gill i in., 1985; Kimber i Feldman, 1987; Manisterski i in., 1988; Ceoloni i in., 1992; Specov i Iliev, 1993; Bai i in., 1994; Bonhomme i in., 1995; Stefanowska i in., 1995; Prażak, 1997; Autrique i in., 1995; Eser, 1998; Harjit-Singh i in., 2000; Zaharieva i in., 2001).

Celem przeprowadzonych badań była ocena zimotrwałości, wczesności i podatności na rdzę brunatną (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) i mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) u mieszańców *Ae. ventricosa* i *Ae. juvenalis* z *Triticum durum* Desf. i *Triticum aestivum* L.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 1998–2004. Obiektem badań były cztery rody mieszańcowe otrzymane w wyniku krzyżowania *Ae. ventricosa* Tausch. (genomy *DDUnUn*) i *Ae. juvenalis* (Thell) Eig. (*DDMMUU*) z *T. durum* Desf. (*AABB*) cv. Grandur, *T. aestivum* L. (*AABBDD*) cvs. Arda, Begra, Panda oraz linią CZR 1406 pszenicy heksaploidalnej. Linia CZR 1406 o translokowanym chromosomie *1BL/1RS* została wytworzona przez Tarkowskiego w wyniku krzyżowania (*Lanca* × *S.cereale* L. 506) × *Lanca* (Tarkowski i in., 1994). Analizowano również wybrane komponenty rodzicielskie biorące udział w powstaniu mieszańców. Skład genomowy podano za Kimber i Feldman (1987). Rody i ich formy rodzicielskie rozmnażano corocznie w tych samych warunkach uprawy i nawożenia na polu doświadczalnym Instytutu Nauk Rolniczych w Zamościu. Poszczególne formy rosły na oddzielnych poletkach długości 2 m, w rozstawie 20 × 10 cm, na glebie brunatnej, dobrego kompleksu pszennego.

Obserwacji polowych dokonywano w oparciu o instrukcję metodyczną COBORU (1979). Miarą zimotrwałości był procent roślin żywych na wiosnę (Gut i in., 1991). Wczesność określano na podstawie liczby dni od 01.05. do początku kłoszenia danej formy. Informacje dotyczące warunków pogodowych w latach 1998–2004 uzyskano ze stacji meteorologicznej w Zamościu oraz z biuletynów agrometeorologicznych IMiGW (tab. 1 i 3).

Ocenę porażenia roślin przez rdzę brunatną (*P. recondita* f. sp. *tritici*) przeprowadzono w fazie dojrzałości młeczej. Analizowano wierzchnią stronę liści: flagowego i podflagowego określając ich procentowe porażenie. Ocenę porażenia roślin przez mączniaka prawdziwego (*B. graminis* f. sp. *tritici*) przeprowadzono po wykłoszeniu się roślin biorąc pod uwagę co najmniej trzy górne liście. Przy ocenie porażenia roślin przez rdzę brunatną i mączniaka prawdziwego zastosowano 9-stopniową skalę graficzną COBORU (1 — największe porażenie, 9 — brak porażenia). Analizowano wszystkie rośliny z każdego poletka. Wyniki dotyczące oceny zimotrwałości, wczesności i porażenia roślin przez rdzę brunatną i mączniaka prawdziwego przedstawiono w tabelach 2 i 4.

WYNIKI I DYSKUSJA

Klimat kontynentalny okolic Zamościa znacznie odbiega od warunków naturalnego występowania kozińców. Charakteryzuje się on wprawdzie suchymi i gorącymi latami, ale mroźnymi zimami oraz krótkim przedzimmem i przedwiosniem. Liczba dni słonecznych w roku wynosi 38%, mroźnych — do 60 rocznie, a z przymrozkami do 130 rocznie (Reszel, 1992). Rybka i wsp. (1994) donoszą, że ostre, selekcjonujące zimy występują w Polsce przeważnie raz na ok. 10 lat. W badanym okresie 1998–2004 najsroźsza zima wystąpiła w sezonie 2002/2003, gdy średnie temperatury w grudniu, styczniu i lutym były niższe o 2,8°–5,9° od średnich temperatur wieloletnich w tych miesiącach (tab. 1).

Najsłabiej w tym okresie przetrzymały *Ae. juvenalis* i *Ae. ventricosa* oraz rody mieszańcowe z *Ae. ventricosa*. Pomimo tego, że te gatunki zawierają w swoim genotypie genomy *D*. W genomie *D* pszenicy Law i Jenkins (1970), stwierdzili obecność genów

zimotrwałości. Według Tsunewakiego (1968; za Limin i Fowler, 1982), dodanie genomu *D* *Ae. squarrosa*, charakteryzującego się wysoką zimotrwałością, do genomów *AB* pszenicy tetraploidalnej pozwoliło pszenicom heksaploidalnym na ekspansję do regionów o chłodniejszym klimacie. Wysoka zimotrwałość *Ae. squarrosa* została również potwierdzona w badaniach przeprowadzonych w warunkach Polski wschodniej (Prażak, 1998). Jednak według Limina i Fowlera (1982), cecha zimotrwałości wytworzyła się u pszenic w wyniku mutacji lub rekombinacji już na poziomie heksaploidalnym.

Tabela 1

Temperatury powietrza w okresie październik — marzec w latach 1998–2004 w Zamościu
Air temperatures from October to March in the years 1998–2004 in Zamość

Miesiąc Month	Temperatury powietrza — wartości średnie wieloletnie (°C) Air temperatures — average values for many years (°C)	Odchylenia temperatur powietrza (°C Deviations of air temperatures (°C)					
	1979–1988	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04
Październik October	7,3	+0,2	+0,9	+3,7	+4,2	+1,1	-2,1
Listopad November	1,5	-0,6	+2,6	+4,8	+0,7	+3,0	+4,8
Grudzień December	-1,0	-2,8	+0,9	+5,0	-5,3	-5,9	+1,3
Styczeń January	-3,8	+2,2	+1,0	+0,2	+1,7	-3,1	-2,0
Luty February	-3,5	-0,2	+4,5	-2,2	+6,5	-2,8	+2,2
Marzec March	0,7	+4,9	+2,4	+1,4	+0,3	+0,8	+1,9

Tabela 2

Zimotrwałość rodów mieszańcowych *Aegilops* × *Triticum* i ich form rodzicielskich badanych w latach 1998–2004

Winterhardiness of *Aegilops* × *Triticum* hybrid strains and their parental forms investigated in 1998–2004

Analizowane formy Forms analyzed	Zimotrwałość (%) — Winterhardiness (%)						
	1998– 1999	1999– 2000	2000– 2001	2001– 2002	2002– 2003	2003– 2004	Średnio Mean
(<i>Ae. juvenalis</i> × CZR 1406) × Begra	100	87	99	91	92	90	92,57
{[(<i>Ae. juvenalis</i> × CZR 1406) × CZR 1406] × Panda} × CZR 1406	88	92	100	94	93	97	91,43
[(<i>Ae. ventricosa</i> × Grandur) × Panda] × Panda	75	82	96	86	49	73	76,14
{[(<i>Ae. ventricosa</i> × Grandur) × Panda] × Arda} × Arda	84	88	94	82	84	76	82,43
<i>Ae. juvenalis</i>	80	92	88	92	18	90	70,43
<i>Ae. ventricosa</i>	82	93	90	90	34	84	74,71
Arda	90	96	98	91	82	90	88,29
Begra	100	99	100	98	96	84	93,29
CZR 1406	100	90	100	99	100	100	96,14
Panda	94	92	100	98	94	87	91,86

Na podstawie 6-letnich badań, mieszańce *Aegilops* × *Triticum* miały nieco gorszą zimotrwałość od pszenic i lepszą od kozińców *Ae. juvenalis* i *Ae. ventricosa*. Wśród mieszańców wyróżnił się ród (*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × Begra o lepszej zimotrwałości

od pszenic Arda i Panda oraz ród $\{(Ae.juvenalis \times CZR\ 1406) \times CZR\ 1406\} \times Panda \times CZR\ 1406$ o nieco o lepszej zimotrwałości od pszenicy Arda (tab. 2).

Najwyższą zimotrwałością charakteryzowała się linia pszenicy heksaploidalnej CZR 1406 o translokowanym chromosomie *1BL/1RS*. Obecność krótkiego ramienia żytniego chromosomu *1R* wpływa prawdopodobnie na wyższą zimotrwałość linii CZR 1406. Badania Tyrki i wsp. (2002) potwierdziły obecność translokacji *1BL/1RS*, pochodzącej od linii CZR 1406, u mieszańców *Ae. juvenalis* $\times$ *Triticum*. Najgorzej w latach 1999–2003 przeżywały mieszańce *Ae. ventricosa* $\times$ *Triticum* (tab. 2). Prawdopodobnie przyczyniła się do tego obecność w ich genotypach genów pszenicy jarej Grandur. Podobnie jest w przypadku innych mieszańców. Odmiany heksaploidalne pszenżyta, otrzymane z pszenicy tetraploidalnej, odznaczają się dużą wrażliwością na niskie temperatury i niekorzystne warunki zimowania (Tarkowski, 1989).

Tabela 3

Temperatury powietrza, opady i wilgotność względna powietrza w Zamościu (1999–2003)
Air temperatures, rainfalls and relative air humidity in Zamość (1999–2003)

Miesiąc Month	Średnie wieloletnie za lata 1979–1988 Means for the years 1979–1988		Odchylenie od średniej wieloletniej temperatury powietrza (°C) Deviations of air temperatures (°C)					Procent normy opadów Percentage of normal value of rainfalls					Średnia wilgotności powietrza (%) Mean of relative air humidity (%)				
	temp. powietrza (°C) air temp. (°C)	opady (mm) rainfalls (mm)	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
Kwiecień April	6,9	40	+2,6	+4,7	+1,4	+2,6	+7,9	80	150	163	88	93	60	58	66	54	60
Maj May	13,4	66	-1,6	+1,0	+0,5	+4,2	+3,7	47	123	36	191	170	58	54	53	54	75
Czerwiec June	15,9	93	+2,9	+0,9	-1,4	+2,4	+2,3	115	99	53	158	49	65	60	63	65	70
Lipiec July	17,1	86	+2,9	-0,3	+3,0	+4,6	+2,7	65	191	195	159	167	60	71	71	59	79

Kiss i Kiss (1980) odnotowali ujemną korelację pomiędzy zimotrwałością i wczesnością. Znalazło to potwierdzenie jedynie w przypadku kozińców. Wśród analizowanych form najwcześniej kłosiły się *Ae. ventricosa* i *Ae. juvenalis*, następnierody mieszańcowe, a jako ostatnie pszenice (tab. 2 i 4).

Podczas lustracji przeprowadzonych w latach 1999–2003, stwierdzono występowanie rdzy brunatnej u wszystkich badanych form. Jesienią i wczesną wiosną pod skórą liści rozwijają się pojedyncze pomarańczowe skupienia zarodników (uredinia) rdzy brunatnej *P. recondita*. W czerwcu i lipcu są one najliczniejsze. Optymalne warunki do rozwoju rdzy to temperatura powietrza w granicach 18°–20°C i wilgotność powietrza powyżej 70%. W miarę dojrzewania zarodników skórka pęka i zwija się tworząc wokół nich tzw. „wałeczek”. Wcześniej i silnie porażone liście zamierają (Majewski, 1979). Widoczne pod mikroskopem, rdzawobrunatne skupienia urediniospor miały kształt kulisty lub

szerokoeliptyczny, o wymiarach 20–30 µm × 18–23 µm ze ścianą brunatnożółtawą pokrytą kolcami. Na powierzchni zarodników widoczne były pory rostkowe.

Tabela 4

Terminy kłoszenia oraz ocena polowa odporności na mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną rodów mieszańcowych *Aegilops* × *Triticum* i ich form rodzicielskich w latach 1999–2003
Heading dates and evaluation of field resistance to powdery mildew and brown rust in *Aegilops* × *Triticum* hybrid strains and their parental forms in 1999–2003

Analizowane formy Forms analyzed	Kłoszenie (liczba dni od 01.05) Heading stage (number of days after 01.05)						Rdza brunatna (9° - pełna odporność) Brown rust (9° - complete resistance)						Mączniak prawdziwy (9° - pełna odporność) Powdery mildew (9° - complete resistance)					
	1999	2000	2001	2002	2003	1999 – 2003	1999	2000	2001	2002	2003	1999 – 2003	1999	2000	2001	2002	2003	1999 – 2003
<i>(Ae. juvenalis</i> × CZR 1406) × Begra	36	24	25	24	33	28,4	5,8	4,8	5,6	6,3	5,9	5,68	8,0	6,7	6,4	7,9	6,8	7,16
{[(<i>Ae. juvenalis</i> × CZR 1406) × CZR 1406] × Panda} × CZR 1406	36	24	28	24	35	29,4	8,1	7,6	7,8	8,0	8,4	7,98	7,8	6,6	6,9	7,9	7,2	7,28
[(<i>Ae. ventricosa</i> × Grandur) × Panda] × Panda	37	26	30	28	35	31,2	8,6	8,2	8,4	8,6	8,9	8,54	7,9	6,5	7,1	8,2	7,9	7,52
{[(<i>Ae. ventricosa</i> × Grandur) × Panda] × Arda} × Arda	37	24	28	28	33	30,0	5,6	4,2	5,2	6,1	5,6	5,34	7,7	7,3	7,4	8,6	8,2	7,84
<i>Ae. juvenalis</i>	26	16	22	20	21	21,0	4,6	3,9	4,2	4,7	5,3	4,54	9,0	8,6	8,9	9,0	8,9	8,88
<i>Ae. ventricosa</i>	26	16	19	18	21	20,0	8,4	8,0	8,4	8,6	8,9	8,46	9,0	8,2	8,4	8,9	9,0	8,70
Arda	37	29	29	30	38	32,6	6,7	5,2	6,2	6,9	6,0	6,20	8,4	7,2	7,4	7,8	7,9	7,74
Begra	37	28	28	28	37	31,6	7,9	6,8	7,0	7,6	7,4	7,34	7,4	6,3	6,4	7,0	6,8	6,78
CZR 1406	38	26	28	26	35	30,6	6,4	5,1	6,9	7,5	7,0	6,58	7,8	6,9	6,8	7,2	7,9	7,32
Panda	38	28	28	28	37	31,8	8,8	7,9	8,2	8,4	8,9	8,44	7,2	6,4	6,5	6,8	7,1	6,80

Najsilniejsze porażenie liści przez *P. recondita* wystąpiło na roślinach *Ae. juvenalis* (średnio 4,54°) i mieszańców (*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × Begra (5,68°) oraz {[(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Arda} × Arda (5,34°) (tab. 4). Najbardziej odporny okazał się ród mieszańcowy [(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Panda (8,54°) i jego formy rodzicielskie — kozieniec *Ae. ventricosa* (8,46°) i pszenica Panda (8,44°). Wysoką odpornością charakteryzował się też ród {[(*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × CZR 1406] × Panda} × CZR 1406 (7,98°) (tab. 4). Szczególnie sprzyjające chorobie były lata 2000 i 2001. Łagodne zimy 1999/2000 i 2000/2001 sprzyjały rozwojowi choroby (tab. 1). Potwierdzają to doniesienia Chełkowskiego i Stępnia (2002). Według autorów bardzo silne porażenie upraw pszenicy rdzą brunatną obserwowano w 2000 roku i ponownie w 2001, zarówno w południowych rejonach Polski, jak i w Wielkopolsce. Łagodna zima 2000/2001

przyczyniła się do przezimowania patogena na oziminach i znacznego porażenia plantacji pszenicy od początku czerwca 2001 roku. Średnie porażenie liści pszenicy ozimej w województwie lubelskim wyniosło w latach 2000 i 2001 odpowiednio 33,8% i 24,2% (Chełkowski i Stępień, 2002). Autorzy podkreślają konieczność włączenia nowych genów odporności do pszenicy ozimej.

W krajowych odmianach pszenicy zidentyfikowano dotychczas następujące geny i ich allele odporności na rdzę brunatną: *Lr 1*, *Lr 3*, *Lr 11*, *Lr 14*, *Lr 16* i *Lr 26*. Obserwacje prowadzone przez Chełkowskiego i Stępnia (2002) na siedmiu liniach hodowlanych z genami odporności *Lr 9*, *Lr 19* i *Lr 24* wykazały brak porażenia przez *Puccinia recondita* w doświadczeniach polowych, również przy przeprowadzonej inokulacji.

W badaniach własnych 1999–2003 *Ae. ventricosa* wykazał się wysoką odpornością na rdzę brunatną, ale mieszańce powstałe z jego udziałem cechowała zróżnicowana reakcja na rdzę brunatną. Najwyższą odpornością charakteryzował się mieszaniec [(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Panda, natomiast mieszaniec {[(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Arda} × Arda okazał się bardzo wrażliwy na tego patogena. Wydaje się, że wpływ na odporność mieszańca miało ostatnie krzyżowanie z pszenicą. Panda należy do odmian najbardziej odpornych na tego patogena (Chełkowski i Stępień, 2002), natomiast Arda jest bardzo podatna (tab. 4). Poza tym, w odmianie Arda może występować supresor genów odporności na rdzę brunatną obecnych w odmianie Panda. Brak ekspresji genów odporności na rdzę brunatną u pszenicy spowodowany obecnością supresora zaobserwowali Ma i wsp. (1995).

Bonhomme i wsp. (1995) donosili o przeniesieniu genu odporności na rdzę brunatną z *Ae. ventricosa* do chromosomu 2A pszenicy uprawnej. Dawcą genomu *D* dla *Ae. ventricosa* był kozieniec *Ae. squarrosa* (skład genomowy *DD*). U *Ae. squarrosa* zlokalizowano i przeniesiono do pszenicy uprawnej wiele genów odporności na rdzę brunatną (Dyck i Kerber, 1970). McIntosh i wsp. (1977) określili położenie genu odporności na rdzę brunatną *Lr 21* u *Ae. squarrosa* na długim ramieniu chromosomu 1D. Autrique i wsp. (1995) zmapowali 4 geny odporności na rdzę brunatną u *Ae. squarrosa* (*Lr 19*, *Lr 24*, *Lr 9*, *Lr 32*). Drugi genom *Ae. ventricosa* — *Un* pochodzi od *Ae. uniaristata* (genomy *UnUn*). W badaniach Prażaka (1997) *Ae. uniaristata* wykazał się wysoką odpornością na rdzę brunatną.

Ae. juvenalis okazał się najbardziej podatny na *Puccinia recondita*, natomiast reakcja jego mieszańców okazała się zróżnicowana. (*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × Begra był silnie porażany przez grzyb, natomiast {[(*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × CZR 1406] × Panda} × CZR 1406 wykazał się wysoką odpornością. Wynika z tego, że być może w linii CZR 1406 nie występuje supresor genów odporności na rdzę brunatną obecnych w odmianie Panda.

Kozieniec *Ae. juvenalis* powstał w wyniku skrzyżowania się dwóch gatunków — *Ae. crassa* 4× (genomy *DDMM*) i *Ae. umbellulata* (genomy *UU*). Genom *M* pochodzący od *Ae. comosum* (skład genomowy *MM*) został u *Ae. crassa* 4× istotnie zmodyfikowany (Kimber i Feldman, 1987). W badaniach Prażaka (1997) *Ae. crassa* 4× okazał się bardzo podatny na rdzę brunatną podobnie jak *Ae. juvenalis*. Z doniesień różnych autorów wynika, że reakcja *Ae. juvenalis* na rdzę brunatną jest zróżnicowana i zależy, być może, od rasy atakującego patogena (Stefanowska i in., 1995). W badaniach Frauenstein i Hammera

(1985) *Ae. juvenalis* charakteryzował się dobrą odpornością na infekcję izolatami *Puccinia recondita* w stadium dojrzałości i słabą w fazie 2–3 liści. Stefanowska i wsp. (1995) odnotowali u *Ae. juvenalis* całkowitą odporność siewek na inokulację izolatami *Puccinia recondita* nr 42c/94, 42b/94, 53a/94 oraz średnią odporność na izolat nr 41a/94. Prawdopodobnie, w genomie *D Ae. juvenalis* znajdują się podobne geny odporności na niektóre rasy *Puccinia recondita*, jak u *Ae. squarrosa*. Jednak ich ekspresja jest utrudniona ze względu na istotne modyfikacje genomów *D* i *M*, jakie zaszły w tym gatunku (Kimber i Feldman, 1997).

W latach 2000–2003, w miesiącu kwietniu i maju odnotowano temperatury powietrza i opady sprzyjające infekcji liści przez *B. graminis* (tab. 3 i 4). Łagodne zimy 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 były korzystne dla rozwoju choroby (tab. 1). Głównym źródłem zakażenia roślin przez *B. graminis* była jego anamorfa. Na porażonych przez *B. graminis* liściach widoczny był szarobiaławy nalot utworzony z grzybni i zarodnikowania konidialnego. Pod mikroskopem można było stwierdzić obecność podłużnie elipsoidalnych lub cylindrycznych zarodników o wymiarach 24–34 μm $\times$ 12–14 μm zebranych w łańcuszki. Grzyb *B. graminis* w warunkach Polski poraża zboża już od wczesnych stadiów rozwojowych. Zakażenie roślin następuje w szerokim zakresie temperatur (5°–30°C) oraz wilgotności powietrza (50%–100%). Optymalna dla infekcji jest temperatura od 15° do 20°C i wysoka wilgotność powietrza, powyżej 70% (Tarkowski, 1989).

Przeprowadzona w latach 1999–2003 ocena odporności polowej mieszańców i ich form rodzicielskich na mączniaka prawdziwego (*B. graminis*) wykazała, że największą odpornością charakteryzowały się kozieńce *Ae. juvenalis* i *Ae. ventricosa* (średni stopień porażenia odpowiednio 8,88° i 8,70°) (tab. 4) oraz mieszańiec {[*(Ae. ventricosa* $\times$ Grandur) $\times$ Panda] $\times$ Arda} $\times$ Arda (7,84°). W badaniach Pasquiniego (1980) oraz Frauenstein i Hammera (1985) kozieńce *Ae. ventricosa* i *Ae. juvenalis* również wykazywały się dobrą odpornością polową na tego patogena.

Wśród genotypów pszenicy największą odpornością na mączniaka prawdziwego wyróżniła się odmiana Arda (7,74°) (tab. 4). Wynika to prawdopodobnie z tego, że Arda ma w swoim rodowodzie odmianę Maris Huntsman. Odmiana Maris Huntsman stanowiła od szeregu lat źródło odporności na mączniaka prawdziwego i znajduje się w rodowodzie około 30% odmian pszenicy ozimej (Chełkowski i Stępień, 2002). Identyfikacja genów odporności na mączniaka prawdziwego w krajowych odmianach pszenic wykazała obecność takich genów jak *Pm 1*, *Pm 2*, *Pm 3*, *Pm 5*, *Pm 6* i *Pm 8*, w tym ich różnych alleli (Chełkowski i Stępień, 2002). Zeller i wsp. (1993) podają, że w hodowli *T. aestivum* w Europie wykorzystywano tylko 10 genów odporności na mączniaka prawdziwego: *Pm 1a*, *Pm 2*, *Pm 3a*, *Pm 3d*, *Pm 4b*, *Pm 5*, *Pm 6*, *Pm 8*, *Pm 9* i *Pm 22*. W odmianach pszenic ozimych geny *Pm 2* występują najczęściej w kombinacji *Pm 2* + *Pm 6*, co świadczy o ich pochodzeniu od odmiany Maris Huntsman (Kowalczyk, 2001; Chełkowski i Stępień, 2002). Za pomocą krzyżowań międzygatunkowych i międzyrodzajowych wprowadzono do pszenicy geny *Pm 12*, *Pm 16* i *Pm 21* warunkujące całkowitą odporność na *B. graminis*. Gen *Pm 12* pochodzi od *Ae. speltooides*, *Pm 16* od *T. dicoccoides*, a *Pm 21* od *Haynaldia villosa* (Kowalczyk, 2001). Poprzez wykorzystanie mutacji genu *Ph* na chromosomie 5B

pszenicy Ceoloni i wsp. (1992) przenieśli gen *Pm 13*, leżący na chromosomie 3S *Ae. longissima*, do chromosomu trzeciej grupy homeologicznej pszenicy Chinese Spring. Zeller i wsp. (1993) donosili o genach odporności na mączniaka prawdziwego zlokalizowanych u kozieńców *Ae. speltoides* (*Pm 12*), *Ae. longissima* (*Pm 13*) i *Ae. squarrosa* (*Pm 2*). Specov i Iliev (1993) otrzymali linie mieszańcowe *T. aestivum* cv. Rusałka z *Ae. variabilis* równie odporne na mączniaka prawdziwego jak *Ae. variabilis*. Do pszenicy zwyczajnej wprowadzono także geny odporności na mączniaka prawdziwego z żyta (*Secale cereale* L.) (Tarkowski, 1984; Kowalczyk, 2001; Chełkowski i Stępień, 2002). W badaniach własnych linia CZR 1406 o translokacji z żyta *1BL/1RS* okazała się drugą wśród genotypów pszenicy po odmianie Arda formą o największej odporności na mączniaka prawdziwego (tab. 4). Także mieszańce *Ae. juvenalis* z linią CZR 1406 (*1BL/1RS*) charakteryzowały się większą odpornością na mączniaka prawdziwego od pszenic Begra i Panda (tab. 4). Jednakże często w mieszańcowych roślinach nie obserwuje się ekspresji genów odporności na choroby powodowane przez grzyby, szczególnie gdy są one wnoszone z niższego na wyższy poziom ploidalności (Zeller i Hsam, 1996). U wielu odmian pszenicy, w tym Begra i Panda, zidentyfikowano gen będący supresorem genu odporności na mączniaka prawdziwego *Pm 8* (Chełkowski i Stępień, 2002).

WNIOSKI

1. W warunkach klimatycznych Polski wschodniej mieszańce *Aegilops* × *Triticum* charakteryzowały się pośrednią zimotrwałością - niższą od pszenic CZR 1406 i Begra oraz wyższą od gatunków *Aegilops*. Wśród mieszańców najbardziej zimotrwałe okazały się rody (*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × Begra i {[*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × CZR 1406] × Panda} × CZR 1406. Prawdopodobnie na wyższą zimotrwałość tych rodów wpłynęły geny żytnie wniesione przez linię pszenicy heksaploidalnej CZR 1406 (*1BL/1RS*).
2. Mieszańce *Aegilops* × *Triticum* wchodziły w fazę kłoszenia później od kozieńców i wcześniej od pszenicznych komponentów rodzicielskich.
3. Nie odnotowano wpływu cytoplazmy formy matecznej *Ae. juvenalis* i *Ae. ventricosa* na odporność rodów mieszańcowych na choroby. Wysoką odpornością na rdzę brunatną wykazały się mieszańce [(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Panda i {[(*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × CZR 1406] × Panda} × CZR 1406. Natomiast rody mieszańcowe {[(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Arda} × Arda i (*Ae. juvenalis* × CZR 1406) × Begra były najbardziej podatne na porażenie przez *P. recondita*. Wszystkie rody mieszańcowe wykazały się dobrą odpornością na mączniaka prawdziwego. Najwyższą odporność na tę chorobę odnotowano u mieszańca {[(*Ae. ventricosa* × Grandur) × Panda] × Arda} × Arda.

LITERATURA

- Autrique E., Singh R. P., Tanksley S. D., Sorrells M. E. 1995. Molecular markers for four leaf rust resistance genes introgressed into wheat from wild relatives. *Genome* 38 (1): 75 — 83.
- Bai D., Scoles G. J., Knott D. R., 1994. Transfer of leaf rust and stem rust resistance genes from *Triticum triaristatum* to durum and bread wheats and their molecular cytogenetic localization. *Genome* 37 (3): 410 — 418.
- Bonhomme A., Gale M. D., Koebner R. M. D., Nicolas P., Jahier G., Bernard M. 1995. RFLP analysis of an *Aegilops ventricosa* chromosome that carries a gene conferring resistance to leaf rust (*Puccinia recondita*) when transferred to hexaploid wheat. *Theor. Appl. Genet.* 90 (7/8): 1042 — 1048.
- Ceoloni C., Del Signore G., Ercoll L., Domini P. 1992. Locating the alien chromatin segment in common wheat — *Aegilops longissima* mildew resistance transfers. *Hereditas*, 116: 239 — 245.
- Chełkowski J., Stępień A. 2002. Podatność krajowych odmian pszenicy na patogeny grzybowe i genetycznie dziedziczona odporność na powodowane przez nie choroby. *Hod. Roślin Nasien.* 2: 27 — 32.
- COBORU 1979. Instrukcja metodyczna prowadzenia doświadczeń odmianowych.
- Dvořák J. 1977. Transfer of leaf rust resistance from *Aegilops speltoides* to *Triticum aestivum*. *Can. J. Genet. Cytol.* 19: 133 — 141.
- Dyck P. L., Kerber E. R. 1970. Inheritance in hexaploid wheat of adult — plant leaf rust resistance derived from *Aegilops squarrosa*. *Can. J. Genet. Cytol.* 12: 175 — 180.
- Eser V. 1998. Characterization of powdery mildew resistant lines derived from crosses between *Triticum aestivum* and *Aegilops speltoides* and *Ae. mutica*. *Euphytica* 100: 269 — 272.
- Frauenstein K., Hammer K. 1985. Prüfung von *Aegilops* — Arten auf Resistenz gegen Echten Mehltau, *Erysiphe graminis* D. C., Braunrost, *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. und Spelzenbraune, *Septoria nordum* Berk. *Kulturpflanze* 33: 155 — 163.
- Gill B. S., Sharma H. C., Raupp W. J., Browder L. E., Hatchet J. H., Harvey T. L., Moseman J. G., Waines J. G. 1985. Evaluation of *Aegilops* species for resistance to wheat powder mildew, wheat leaf rust, Hessian fly and greenbug. *Plant Disease* 69: 314 — 316.
- Gut M., Witkowski E., Dyrek W., Gołębiowska-Malek H. 1993. Wpływ hartowania na mrozoodporność rodów hodowlanych pszenicy (*Triticum aestivum* L.). *Biul. IHAR* 187: 13 — 18.
- Harjit-Singh, Tsujimoto H., Sakhuja P. K., Singh T., Dhaliwal H. S. 2000. Transfer of resistance to wheat pathogens from *Aegilops triuncialis* into bread wheat. *Wheat Inf. Serv.* 91: 5 — 10.
- Jończyk K. 1999. Efektywność chemicznego zwalczania chorób grzybowych w uprawie pszenicy ozimej i żyta. *Pam. Puławski* 114: 151 — 158.
- Kimber G., Feldman M. 1987. Wild Wheat: An Introduction. College of Agriculture, University of Missouri, Columbia, Special Report 353: 1 — 146.
- Kiss J. M., Kiss A. 1980. Breeding methods and tests to produce early hexaploid triticales plants. *Hod. Rośl. Aklim.* 24 (5): 459 — 466.
- Kowalczyk K. 2001. Identyfikacja, charakterystyka i lokalizacja supresora locus *Pm 8* w polskich odmianach pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.). *Rozprawy Naukowe AR w Lublinie*.
- Law C. N., Jenkins G. 1970. A genetic study of cold resistance in wheat. *Genet. Res.* 15: 1197 — 1208.
- Limin A. F. F., Fowler D. B. 1992. The expression of cold hardiness in *Triticum species* amphiploids. *Can. J. Genet. Cytol.* 24: 51 — 56.
- Ma H., Singh R. P., Mujeeb-Kazi A. 1995. Resistance to stripe rust in *Triticum turgidum*, *T. tauschii* and their synthetic hexaploids. *Euphytica* 82: 117 — 124.
- Majewski T. 1979. Grzyby (*Mycota*). Podstawczaki, rdzawnikowe (*Uredinales*) II. PWN, Warszawa.
- Manisterski J., Segal A., Levy A. A., Feldman M. 1988. Evaluation of Israeli *Aegilops* and *Agropyron* species for resistance to wheat leaf rust. *Plant Disease* 72: 941 — 944.
- McIntosh R. A., Dyck P. L., Green G. I. 1977. Inheritance of leaf rust and stem rust resistance in wheat cultivars (Agent and Agatha). *Austral. J. Anc. Res.* 28: 37 — 45.
- Pasquini M. 1980. Disease resistance in wheat: Behaviour of *Aegilops species* with respect to *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* and *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*. *Genet. Agr.* 34: 133 — 148.

- Prażak R. 1997. Evaluation of brown rust (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) infection in *Aegilops* species and *Triticum aestivum* L. cv. Gama. J. Appl. Genet. 38B: 123 — 127.
- Prażak R. 1998. Zimotrwałość gatunków rodzaju *Aegilops* i *Triticum aestivum* L. w warunkach klimatycznych Polski wschodniej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 463: 445 — 450.
- Reszel R. 1992. Środowisko przyrodnicze województwa zamojskiego. Wyd. „Emma Art”, Lublin.
- Rybka Z., Zagdańska B., Gut M., Witkowski E. 1994. Przydatność metod oceny mrozoodporności materiałów hodowlanych pszenicy ozimej. Biul. IHAR 192: 59 — 68.
- Sears E. R. 1956. The transfer of leaf rust resistance from *Aegilops umbellulata* to wheat. Brookhaven Symp. Biol. 9: 1 — 22.
- Specov P., Iliev J. 1993. Studies on Wheat — *Aegilops variabilis* addition and substitution lines resistant to powdery mildew. VIII International Wheat Genetics Symposium, 20–25 July 1993, Beijing, China, Abstracts: 31.
- Stefanowska G., Prażak R., Strzembicka A., Masłowski J. 1995. Transfer genów z *Aegilops ventricosa* Tausch. i *Aegilops juvenalis* (Thell) Eig. do *Triticum aestivum* L. Biul. IHAR 194: 45 — 52.
- Tarkowski Cz. 1984. Genetyka, hodowla roślin i nasiennictwo. PWN, Warszawa.
- Tarkowski Cz. 1989. Biologia pszenżyta. PWN, Warszawa.
- Tarkowski Cz., Masłowski J., Gruszecka D. 1994. The influence of wheat chromosome *1BL/1RS* on toxic activity of aluminium ions. First Intern. Sem. “Cereals-Pathogen and Stress Factors Interactons”. Poznań: 80.
- Tyrka M., Stefanowska G., Tarkowski Cz. 2002. Identification of *1BL/1RS* translocation in interspecific hybrids between *Aegilops* and *Triticum*. Plant Breed. Seed Sci. 46 (2): 37 — 43.
- Zaharieva M., Monneveux P., Henry M., Rivoal R., Valkoun J., Nachit M. M. 2001. Evaluation of a collection of wild wheat relative *Aegilops geniculata* Roth and identification of potential sources for useful traits. Euphytica 119: 33 — 38.
- Zamorski C. 1995. Rozwój rdzy brunatnej oraz cechy diagnostyczne rdzy brunatnej (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm) i rdzy żółtobłowej (*Puccinia graminis* Pers.) pszenicy. Biul. IHAR 194: 189 — 192.
- Zeller F. J., Hsam S. L. K. 1996. Chromosomal location of a gene suppressing powdery mildew resistance genes *Pm 8* and *Pm 17* in common wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell.). Theor. Appl. Genet. 93: 38 — 40.
- Zeller F. J., Lutz J., Stephan U. 1993. Chromosome location of genes for resistance to powdery mildew in common wheat (*Triticum aestivum* L.) 1. *Mlk* and other alleles at the *Pm 3* locus. Euphytica 68: 223 — 229.