

HELENA KUBICKA
JERZY PUCHALSKI
MACIEJ NIEDZIELSKI,
WIESŁAW ŁUCZAK
ANNA MARTYNISZYN

Ogród Botaniczny — Centrum Zachowania Różnorodności Biologicznej PAN, Warszawa

Gromadzenie i ocena zasobów genowych żyta

Collecting and evaluation of genetic resources of rye

Żyto uprawne, pomimo tendencji zmniejszania się powierzchni jego uprawy, pozostaje nadal jedną z najważniejszych roślin zbożowych w Polsce. Największy udział w światowym areale jego uprawy przypada na Europę i Azję i głównie w tych rejonach występuje największa różnorodność genetyczna form żyta. Mając na uwadze konieczność gromadzenia i ochrony zmienności u tego gatunku, w Ogrodzie Botanicznym — Centrum Zachowania Różnorodności Biologicznej PAN od 33 lat gromadzone są w banku nasion oraz oceniane, dziko rosnące gatunki *Secale*, formy lokalne, odmiany uprawne i linie wsobne żyta. Łącznie kolekcja rodzaju *Secale* wynosi 2560 obiektów. W latach 1977–2004 poddano ocenie: 1166 form lokalnych, 772 odmian uprawnych i 352 linii wsobnych. Wszystkie obiekty kolekcji rodzaju *Secale* były reprodukowane w izolacji i charakteryzowane pod względem cech morfologicznych i fenologicznych. Zakres zmienności w obrębie odmian populacyjnych, form lokalnych i linii wsobnych żyta uprawnego był zróżnicowany, ale najwyższy dla 3 cech: wysokości roślin 30–200 cm, długości kłosa 4,0–14,8 cm i masy 1000 ziarniaków 10–58 g. Na podstawie tych obserwacji stwierdzono, iż zgromadzona kolekcja *Secale* stanowi cenne źródło zmienności cech, dla badań genetyczno-hodowlanych nad tym gatunkiem.

Słowa kluczowe: gromadzenie, ocena, różnorodność genetyczna, *Secale* ssp, zasoby genowe

The rye, despite the recent tendency to decrease the area of its cultivation, is still one of the most important crops in Poland being cultivated on 2 million hectares. The main regions of rye cultivation are Europe and Asia. In these regions the greatest variety of genetic forms of rye is recorded. Taking into account the necessity of collecting and evaluating rye genetic resources, the Botanical Garden – Centre for Biological Diversity Conservation of the Polish Academy of Sciences has focused for the last 30 years its interests on gathering in a gene bank and assessing wild species, local landraces, varieties and inbred lines of the genus *Secale*. The collection includes altogether 2 560 forms. The accessions were multiplied and reproduced in the isolated plots. They were evaluated for their morphological and phenological traits. In the years 1977–2004 1166 local landraces, 772 varieties and 352 inbred lines were characterized. The highest diversity was recorded for local landraces and inbred lines. Variability was lower in the rye varieties, in spite of their different origin. The highest levels of variability were recorded for height of plants, length of spikes and weight of 1000 grains, ranging 30–200 cm, 4–14.8 cm and 10–58 g, respectively. It has been concluded based on the data obtained that the collection represents a wide spectrum of genetic diversity, thus being a valuable source of forms to be used both in rye breeding and in scientific investigations.

Key words: collection, evaluation, genetic diversity, genetic resources, rye, *Secale* ssp.

WSTĘP

W wyniku niekorzystnych zmian w środowisku naturalnym powodowanych uprzemysłowieniem i urbanizacją, a także intensyfikacją produkcji rolnej, między innymi przez wprowadzanie nowych wydajnych odmian, występuje proces określany jako erozja genetyczna, czyli ubożenie naturalnych zasobów genowych. Lugo (1988) szacuje, że 15%–20% gatunków roślin uprawnych wyginie bezpowrotnie w okresie od 1988 roku przez dwadzieścia lat. Przyczynia się do tego również fakt, że 90% produkcji żywności na świecie pochodzi z uprawy tylko 30 gatunków roślin. W zastraszającym tempie giną odmiany i formy lokalne. Według Hawkesa i wsp. (2000) w Chinach w 1949 roku uprawiono 10000 odmian miejscowych pszenicy, zaś w 1970 pozostało ich tylko 1000. Giniące formy roślin uprawnych są naturalnym źródłem wielu wartościowych cech niezbędnych dla dalszego postępu hodowli.

Ochroną różnorodności genetycznej roślin zajmuje się wiele instytucji o charakterze banków genów zarówno na szczeblu lokalnym, jak i międzynarodowym. Podejmowanych jest szereg działań dla ochrony zasobów genowych w ich środowisku naturalnym (*in situ*), jak i w kolekcjach i bankach genów (*ex situ*). Formalną podstawą takich działań są tworzone i ratyfikowane przez rządy większości państw różne akty prawne, na przykład „Konwencja o Różnorodności Biologicznej” oraz wynikająca z niej „Globalna Strategia Ochrony Roślin”.

Zasoby genowe, gromadzone w postaci kolekcji żywych roślin lub nasion w bankach genów, mają tym większe znaczenie im są dokładniej scharakteryzowane z punktu widzenia zabezpieczenia naturalnej zmienności, jak i oceny wartości użytkowej (Święcicki, 1998). W kolekcjach dąży się do oceny zakresu zmienności genetycznej gatunku, zarówno poprzez obserwację cech morfologicznych i fenologicznych jak i analizy różnego typu markerów molekularnych, z pomocą narzędzi statystycznych.

Uwzględniając poziom zagrożenia, jak i potrzeby hodowli nowych odmian, od ponad 30 lat w Ogrodzie Botanicznym — Centrum Zachowania Różnorodności Biologicznej PAN gromadzone są i oceniane w banku genów, gatunki, formy lokalne (w tym odmiany miejscowe i formy prymitywne), odmiany i linie wsobne rodzaju *Secale*.

Żyto, mimo tendencji zmniejszania się powierzchni jego uprawy, jest nadal jedną z najważniejszych roślin zbożowych w Polsce, pozostając w uprawie na powierzchni 2 mln ha. Największy udział w światowym areale jego uprawy przypada na Europę i Azję i głównie w tych rejonach występuje największa różnorodność genetyczna form żyta.

Celem niniejszej pracy było przedstawienie struktury kolekcji żyta zgromadzonej w Ogrodzie Botanicznym oraz ocena jej zmienności pod względem wybranych cech morfologicznych i fenologicznych.

MATERIAŁY I METODY

Przedmiotem badań były dzikie gatunki z rodzaju *Secale* oraz formy lokalne, odmiany i linie wsobne żyta uprawnego *S. cereale* stanowiące kolekcję żyta w Ogrodzie Botanicznym — CZRB PAN w Warszawie. Ocenę zakresu zmienności cech określono na podstawie wyników obserwacji prowadzonej w latach 1977–2004 na 2290 obiektach, w tym: 1166 form lokalnych, 772 odmian uprawnych i 352 linii wsobnych żyta. Próbkę po ok. 350 nasion wysiewano ręcznie na poletkach o powierzchni $1,5\text{ m}^2$ w rozstawie $2,5 \times 15\text{ cm}$. W czasie sezonu wegetacyjnego wykonano pomiary cech morfologicznych i użytkowych. Wschody, przezimowanie oraz cechy fenologiczne, takie jak: długość okresu nalewania ziarna i długość okresu wegetacji oznaczano dla całych poletek. Wschody i przezimowanie oceniano w skali od 1–9 (9 — pełna obsada roślin). Natomiast długość okresu nalewania i wegetacji podano w liczbie dni. Wysokość roślin, długość kłosa, liczba pięterek, liczba ziaren w kłosie, liczba międzywęźli oznaczano dla 30 losowo wybranych roślin na poletku. Po ręcznym zbiorze kłosów, nasiona wyląciano mechanicznie i oznaczano masę 1000 ziaren oraz zdolność kiełkowania. Wyniki podano jako średnie wartości tych cech i wyznaczono współczynniki zmienności średnich. Przed kwitnieniem poletka izolowano przy użyciu izolatorów płóciennych (rys. 1). Nasiona zbierano w fazie pełnej dojrzałości i przechowywano w temperaturze -20°C po obniżeniu zawartości wody do ok. 6%–8% (mś) (Niedzielski i Puchalski, 1998).

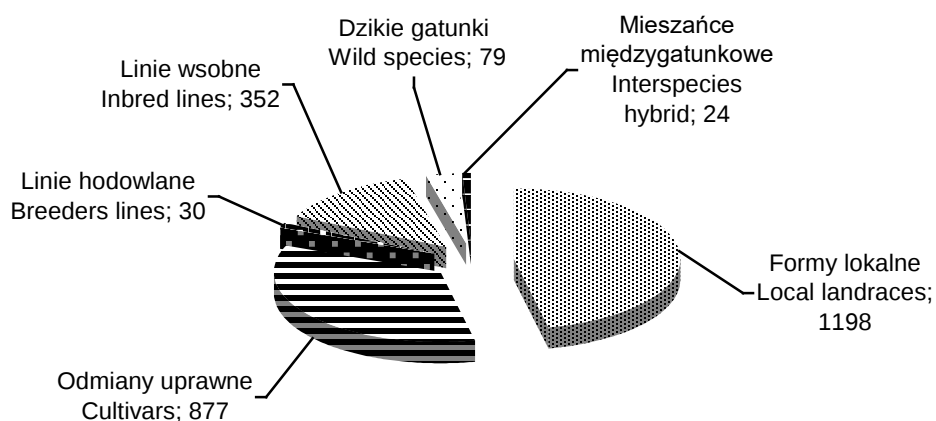


Rys. 1. Widok poletek pod izolatorami płóciennymi
Fig. 1. Experimental field with linen insulators

WYNIKI I DYSKUSJA

Pochodzenie i struktura kolekcji żyta

Kolekcja *Secale* zgromadzona w latach 1977–2004 w Ogrodzie Botanicznym stanowi cenne źródło zmienności genetycznej i liczy 2560 obiektów. W pracy przedstawiono wyniki oceny 2290 obiektów: w tym 1166 form lokalnych, 772 odmian i 352 linii wsobnych żyta uprawnego. Na rysunku 2. przedstawiono strukturę kolekcji żyta. Materiały znajdujące się w tej kolekcji pochodzą z wymiany z innymi bankami nasion, a także w mniejszym stopniu z wypraw. Najwięcej zgromadzono form lokalnych i odmian uprawnych żyta. W tabeli 1 podano liczbę odmian uprawnych żyta oraz kraj, z którego pochodzą. Większość odmian pochodzi z krajów europejskich, następnie z Ameryki, Afryki i Azji. W kolekcji znajduje się również 75 odmian, których pochodzenie jest nieznane. Pochodzenie form lokalnych żyta przedstawiono na rysunku 3. Najwięcej próbek pochodzi z terenu Bliskiego Wschodu (Turcja) i krajów basenu Morza Śródziemnego (Jugosławia, Macedonia i Portugalia), obszarów bliskich pierwotnemu centrum różnicowania żyta. Skład kolekcji dzikich taksonów żyta, wg klasyfikacji Hammera (1990) zamieszczono w tabeli 2. W kolekcji znajduje się 79 obiektów jednorocznych i wieloletnich gatunków oraz podgatunków żyta. Od 1997 roku kolekcja żyta wzbogacona została o 352 linie wsobne wyselekcjonowane z różnych odmian uprawnych (tab. 3). Linie te wyselekcjonowano z odmian polskich, rosyjskich, materiałów z kolekcji IHAR w Radzikowie oraz materiałów krótkoźdźbłowych z SHR Jeleniec. Najwięcej linii otrzymano po samozapyleniu odmiany Dańkowskie Złote i form krótkosłomych.

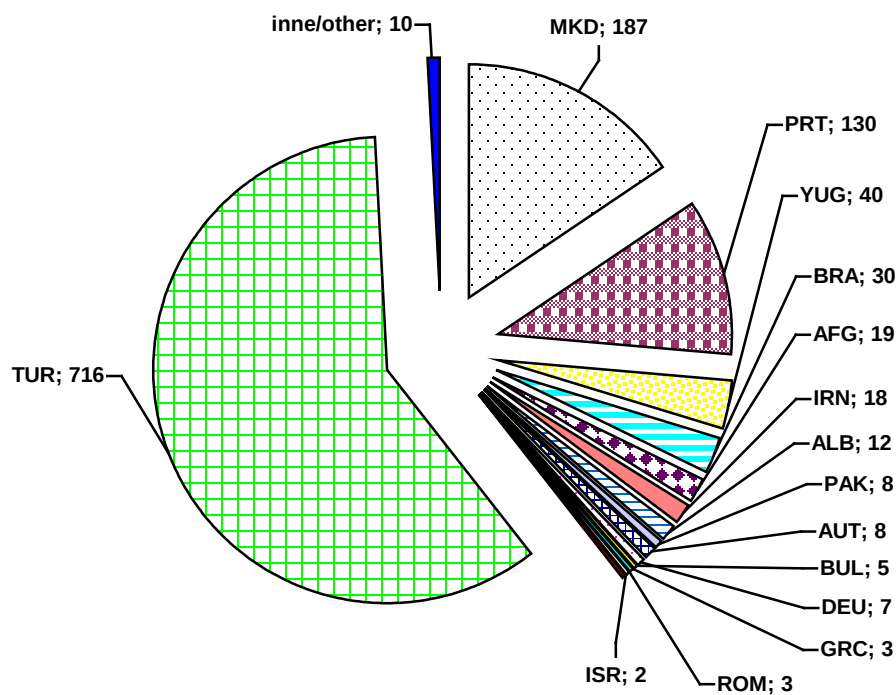


Rys. 2. Struktura kolekcji żyta w Ogrodzie Botanicznym — CZRB PAN
 Fig. 2. Structure of the collection maintained in the Botanical Garden in the Warsaw

Tabela 1

Pochodzenie odmian uprawnych kolekcji *Secale*
Origin of rye cultivars

Kraj Country	Liczba odmian Number of cultivars	Kraj Country	Liczba odmian Number of cultivars
Niemcy/ Germany	147	Ukraina/ Ukraine	19
Polska/ Poland	95	Afryka Południowa/ South Africa	17
Rosja/ Russia	85	Bułgaria/ Bulgaria	11
USA	57	Afganistan/ Afghanistan	11
Austria	55	Portugalia/ Portugal	9
Finlandia/ Finland	46	Białoruś/ Belarus	7
Węgry/ Hungary	29	Francja, Brazylia, Litwa, Łotwa	4
Czechy/ Czech Republic	28	France, Brasil, Lithuania, Latvia	
Szwecja/ Sweden	25	Belgia/ Belgium, Turcja/ Turkey, Chiny/ China	3
Rumunia/ Romania	24	Norwegia/ Norway i Wlk. Brytania/ Great Britain	
Hiszpania/ Spain	22	Indie/ India, Meksyk/ Mexico, Słowacja/ Slovakia,	
Argentyna/ Argentina	22	Estonia, Włochy/ Italy, Urugwaj /Uruguay	2
Kanada/ Canada	21	Szwajcaria/ Switzerland	
Holandia/ the Netherlands	21	Japonia/ Japan, Australia, Pakistan,	1
		Korea, Grecja/ Grece, i Kazachstan/ Kazakstan	



Skróty nazw państw wg FAO — Abbreviations of the names of countries according to FAO

Rys. 3. Pochodzenie form lokalnych *Secale cereale*

Fig. 3. Origin of local landraces of *Secale cereale*

Tabela 2

Dzikie gatunki i podgatunki rodzaju *Secale* w kolekcji żyta
Wild species of the genus *Secale* in the collection

Gatunek — Species	Liczba obiektów — Number of accessions
Jednoroczne — Annual	
<i>Secale cereale</i> subsp. <i>ancestrale</i> Zhuk.	8
<i>Secale cereale</i> subsp. <i>afghanicum</i> (Vav.) Hammer	3
<i>Secale cereale</i> subsp. <i>dighoricum</i> Vav.	3
<i>Secale cereale</i> subsp. <i>segetale</i> Zhuk.	6
<i>Secale vavilovii</i> Grossh.	11
<i>Secale sylvestre</i> Host.	12
Wieloletnie — Perennial	
<i>Secale strictum</i> (Presl.) Presl	19
<i>Secale strictum</i> subsp. <i>africanum</i> (Stapf) Hammer	2
<i>Secale strictum</i> subsp. <i>anatolicum</i> (Boiss.) Hammer	5
<i>Secale strictum</i> subsp. <i>ciliatoglume</i> (Boiss.) Hammer	1
<i>Secale strictum</i> subsp. <i>kuprijanovii</i> (Grossh.) Hammer	7
<i>Secale strictum</i> subsp. <i>strictum</i>	2

Tabela 3

Pochodzenie linii wsobnych żyta (*Secale cereale* L.) pokolenia S₂₄
Origin of rye (*S. cereale*) inbred lines, S₂₄ generation

Odmiany lub populacje wyjściowe — Source of inbred lines	Liczba linii — Number of lines
Dańkowskie Złote (DZ)	58
Dańkowskie Selekcyjne (DS)	49
Chrobre (Ch)	37
Garczyńskie (G)	45
Pancerne (P)	50
Smolickie (S)	41
Populacje z SHR-Jeleniec (J)	52
Odmiany rosyjskie (R)/ Russian cultivars	13
Odmiany z IHAR Radzików (I)/ Cultivars from IHAR Radzików	7

Wyniki obserwacji polowych

W wyniku prowadzonej w latach 1977–2004 reprodukcji i oceny kolekcji *Secale*, zgromadzono obszerną bazę danych wieloletnich obserwacji cech morfologicznych i fenologicznych obiektów kolekcji: form lokalnych, odmian uprawnych i linii wsobnych żyta. Dane w tabelach 4, 5 i 6 są wartościami średnimi dla co najmniej trzech lat obserwacji. W tych tabelach podano wyniki obserwacji dla obiektów pogrupowanych pod względem kraju pochodzenia. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, iż odmiany uprawne są najmniej zróżnicowaną grupą obiektów, mimo pochodzenia z bardzo odległych źródeł. Znacznie większym zróżnicowaniem charakteryzowały się formy lokalne i linie wsobne. Spośród obserwowanych cech długość okresu wegetacji i okres nalewania ziarniaków wykazywały najmniejszą zmienność, a wartości tych cech były zbliżone dla wszystkich obiektów. Najbardziej zmienne były wysokość roślin i masa tysiąca ziaren, w przypadku tej ostatniej cechy stwierdzono wysokie współczynniki zmienności średnich. Formy lokalne i linie wsobne wykazywały również wyraźnie zróżnicowaną długość kłosa. Linie wsobne charakteryzowały się także znaczną zmiennością wielkości i kształtu kłosa (rys. 4).

Tabela 4

Wartości średnie obserwacji wieloletnich i współczynniki zmienności średnich dla badanych cech morfologicznych i fenologicznych obiektów z kolekcji form lokalnych żyta
Means values from multi-year observations and coefficients of variability of the means for evaluated morphological and phenological traits in local landraces of rye

Liczba obiektów Number of accessions	Pochodzenie Origin	Długość okresu wegetacji (dni) Length of vegetation period (days)		Okres nalewania ziarniaków (dni) Length of grain feeling period (days)		Wysokość roślin (cm) Plants height (cm)		Długość kłosa (cm) Ear length (cm)		Masa 1000 ziaren (g) Thousand kernels weight (g)	
			CV%		CV%		CV%		CV%		CV%
16	AFG	298	0,79	43	2,16	142,6	6,18	10,4	6,81	26,4	10,5
12	ALB	293	0,39	45	2,92	139,9	6,25	8,6	6,32	31,5	6,48
9	AUT	297	1,73	42	9,67	164,6	7,89	10,9	12,69	28,9	19,38
26	BRA	296	1,12	43	2,65	150,0	5,94	10,6	4,80	27,7	6,59
25	IRN	295	1,80	43	2,15	137,0	4,91	10,5	7,42	25,4	14,02
192	MKD	290	2,01	44	5,46	169,7	5,92	10,9	8,37	27,9	14,02
164	PRT	287	2,97	43	6,15	137,7	11,60	9,4	12,01	32,3	17,59
633	TUR	284	6,69	46	7,75	161,5	8,45	11,5	9,69	26,9	16,60
55	YUG	290	1,96	44	7,75	171,4	11,65	11,5	12,24	28,5	12,46
1166	ogółem total	287	5,28	44	7,59	158,6	10,84	11,0	11,88	28,1	17,55

Tabela 5

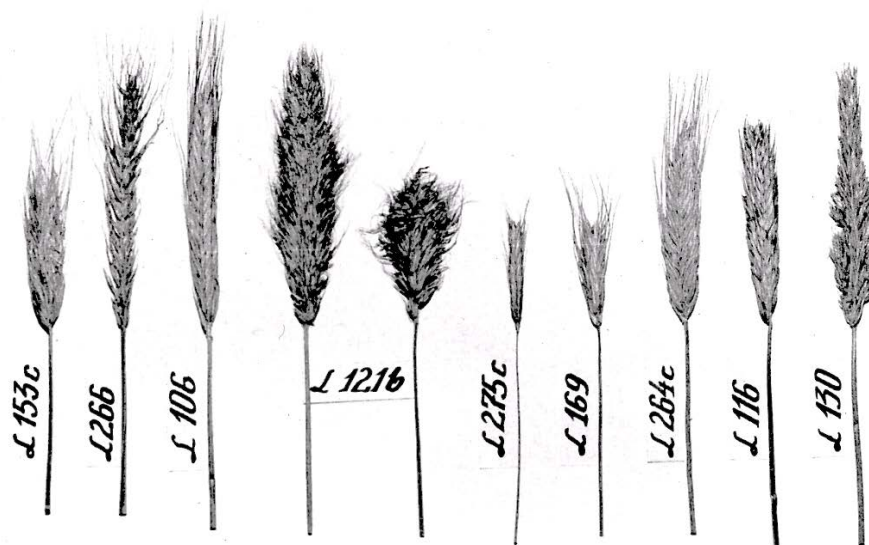
Wartości średnie obserwacji wieloletnich i współczynniki zmienności średnich dla badanych cech fenotypowych odmian uprawnych żyta
Means values from multi-year observations and coefficients of variability of the means for evaluated phenotypic traits in rye cultivars

Liczba obiektów Number of accessions		Długość okresu wegetacji (dni) Length of vegetation period (days)		Okres nalewania ziarniaków (dni) Length of grain feeling period (days)		Wysokość roślin (cm) Plants height (cm)		Długość kłosa (cm) Ear length (cm)		Masa 1000 ziaren (g) Thousand kernels weight (g)	
			CV%		CV%		CV%		CV%		CV%
25	ARG	292	2,37	42	4,29	148,4	6,12	10,0	6,86	30,1	20,53
73	AUT	292,5	7,81	40,8	8,68	161,6	6,61	10,3	8,09	33,2	10,75
32	CAN	290,7	11,92	40,7	8,06	158,4	8,79	10,4	10,63	31,9	10,42
34	CZE	284,1	15,56	40,7	7,92	161,1	6,48	10,4	8,46	32,6	8,78
177	DEU	289,5	10,98	40,7	8,30	154,5	10,56	10,3	11,24	34,03	11,67
24	ESP	262,5	26,42	42,4	7,59	141,4	8,82	10,0	7,85	33,0	12,12
50	FIN	291,4	1,96	40,2	8,73	155,84	9,96	11,0	8,00	30,3	17,19
42	HUN	296,1	2,00	42,1	6,53	163,8	7,13	10,5	7,97	33,4	18,70
28	NLD	294,2	2,30	39,6	6,76	158,0	9,36	9,9	11,57	34,6	18,90
92	POL	293,1	9,77	41,7	8,88	147,2	15,59	10,2	8,91	34,6	16,55
90	RUS	295,7	2,22	40,4	6,24	167,8	11,93	11,2	10,47	30,1	17,15
32	SWE	294,1	2,22	40,1	9,84	155,2	9,15	10,4	8,92	32,4	18,96
56	USA	285,4	12,20	41,1	7,26	156,1	7,60	10,2	8,28	31,1	14,82
17	ZAF	234,7	38,66	42,8	5,74	146,7	7,58	10,1	14,53	30,8	18,44
772	ogółem total	288,9	11,42	41,0	7,67	156,9	10,31	10,4	9,79	32,7	16,07

Tabela 6

Zmienność wartości cech morfologicznych i fenologicznych w kolekcji linii wsobnych żyta
Variability of morphological and phenological traits in inbred lines collection of winter rye

Cechy Traits	Średnia Mean	Min	Max	CV%
Wschody (0-9) Germination (0-9)	6,5	1	9	24,0
Przezimowanie (0-9) Winterhardiness (0-9)	6,8	1	9	25,7
Liczba kłosów produktywnych Number of productive ears	4,1	2	8	28,3
Wysokość roślin (cm) Height of plants (cm)	109,7	30,5	156,8	31,6
Okres nalewania ziarna (dni) Grain filling period (days)	44,0	34	45	6,1
Okres wegetacji (dni) Vegetation period (days)	300,8	292	31,2	6,8
Długość kłosa (cm) Ears length (cm)	8,5	4,5	14,5	19,3
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear	29,4	1	89	37,2
MTZ (g) Weight of 1000 grains (g)	21,3	10,6	32,7	30,4
Liczba pięterek w kłosie Number of levels in ear	14	7	19	10,5



Rys. 4. Zmienność kształtu i wielkości kłosa w liniach wsobnych żyta
Fig. 4. Differentiation in size and shape of spikes in inbred lines of rye

W ramach obserwacji linii wsobnych dodatkowo oceniono liczbę ziaren z kłosa, liczbę kłosów produktywnych oraz wschody i przezimowanie. Cechy te istotnie różnicowały linie

wsobne, o czym świadczą wysokie wartości współczynników zmienności (CV) odpowiednio: 37,2; 28,3; 24,0 i 25,7 (CV%). Zróżnicowanie fenotypowe obiektów kolekcyjnych było modyfikowane warunkami klimatycznymi. W najwyższym stopniu zmiany dotyczyły takich cech jak: przezimowanie, masa 1000 ziaren, wysokość roślin i długość okresu wegetacji. Celem nadrzędnym funkcjonowania banków nasion jest zgromadzenie i przechowywanie w optymalnych warunkach możliwie szerokiego spektrum naturalnej zmienności badanych gatunków roślin. Wstępna charakterystyka cech użytkowych wskazuje na wyraźne zróżnicowanie zgromadzonych obiektów kolekcji żyta. Dla uzyskania pełnego obrazu tej zmienności, a także dla bardziej szczegółowej charakterystyki przechowywanych materiałów, badania i obserwacje są kontynuowane.

Zachowanie roślinnych zasobów genowych zapewnia bezpieczeństwo żywieniowe świata, a zatem pośrednio lub bezpośrednio wpływa na życie każdego człowieka (Święcicki i Podyma, 1998; Cyrkler i Podyma, 2004).

Zasoby genowe kolekcji rodzaju *Secale* znajdujące się w Ogrodzie Botanicznym — CZRB PAN w Warszawie, są udostępniane zainteresowanym placówkom naukowo-badawczym oraz wykorzystywane w praktyce jako źródło genów w hodowli odmian heterozyjnych żyta, np. genów męskiej sterility i przywracających płodność.

WNIOSKI

1. Zasoby genowe kolekcji żyta OB. — CZRB PAN, stanowią cenne źródło zmienności genetycznej, które może być wykorzystane w placówkach naukowo-badawczych oraz w praktycznej hodowli.
2. Największą zmienność obserwowanych cech, stwierdzono w obrębie form lokalnych i linii wsobnych.
3. Spośród obserwowanych cech fenotypowych największy zakres zmienności stwierdzono dla wysokości roślin, masy tysiąca ziaren i długości kłosa, a dodatkowo u linii wsobnych dla liczby ziaren z kłosa.

LITERATURA

- Cyrkler M., Podyma W. 2004. In situ and on-farm management of plant genetic resources. *Bulletin of Botanical Gardens* 13: 34 — 44.
- Hammer K. 1990. Breeding system and phylogenetic relationships in *Secale* L. *Biol. Zent. bl.* 109, Heft 1: 45 — 50.
- Hawkes J. G., Maxted N., Forf-Lloyd B. V. 2000. *Plant genetic resources*. Kluwer Academic Publisher, London: 1 — 43.
- Lugo A. E. 1988. Estimating reductions in the diversity of tropical forest species. In: *Biodiversity* (ed. Wilson E.). National Academy Press, Washington DC: 58 — 70.
- Niedzielski M., Puchalski J. 1998. Kriogeniczne przechowywanie nasion wybranych gatunków roślin użytkowych. *Zesz. Probl. Nauk Rol.* 463: 255 — 267.
- Święcicki W. K., Podyma W. 1998. Zasoby genowe roślin uprawnych w ochronie różnorodności biologicznej. *Zeszyty Problemowe Nauk Rolniczych*. 463: 17 — 20.
- Święcicki W. K. 1998. Charakterystyka zmienności zasobów genowych roślin użytkowych. *Zesz. Probl. Nauk Rol.* 464: 309 — 317.