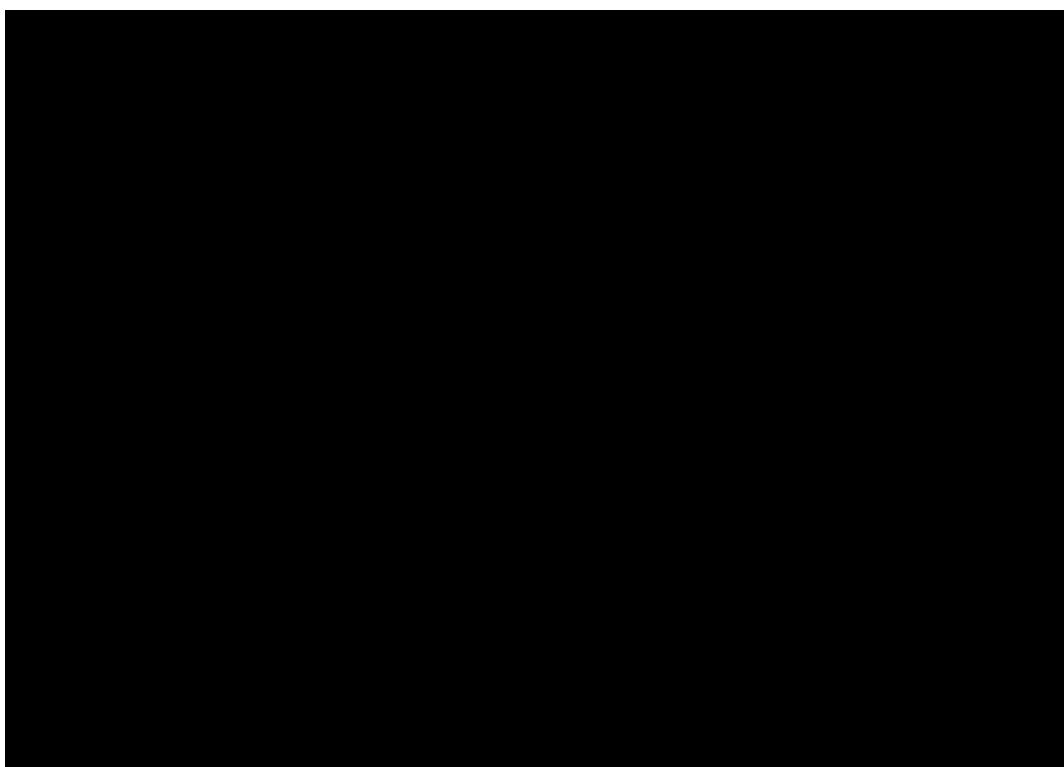




Pszenica ozima odmiana Tonacja

Fot. Piotr Malicki

BIULETYN
INSTYTUTU HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Nr 247/2008



Pszenica ozima odmiana Tonacja. *Fot. Piotr Malicki*

RADZIKÓW 2008
INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN — RADZIKÓW
05-870 BŁONIE pod WARSZAWĄ

INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Dyrektor: Prof. dr hab. Edward Arseniuk

Komitet Redakcyjny:

Editorial Committee:

HENRYK J. CZEMBOR (Przewodniczący — Editor-in Chief),
DANUTA BOROS, WIESŁAW MĄDRY, WOJCIECH NOWACKI,
STANISŁAWA ROZTROPOWICZ-SZKUBEL, BARBARA ZAGDAŃSKA,
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA (Sekretarz Redakcji — Editorial Secretary)

CZASOPISMO UKAZUJE SIĘ OD 1951 ROKU

Redaktor techniczny i skład komputerowy
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA

Druk: PWR Sp. z o.o

BEATA FELEDYN-SZEWCZYK**IRENA DUER**

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa — Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Konkurencyjność wybranych odmian pszenicy ozimej w stosunku do chwastów testowana w warunkach rolnictwa ekologicznego*

The competitiveness of some winter wheat varieties against weeds assessed in organic agriculture conditions

Celem badań była ocena konkurencyjności kilku aktualnie uprawianych oraz wycofanych z rejestru odmian pszenicy ozimej, uprawianych w systemie ekologicznym, w stosunku do chwastów. Badania przeprowadzono w latach 2005–2006 w Stacji Doświadczalnej IUNG — PIB w Osinach (woj. lubelskie), na polu użytkowanym od 1994 roku według zasad rolnictwa ekologicznego. Wysiewano odmiany pszenicy ozimej będące aktualnie w rejestrze odmian: Sukces, Zyta, Kobra, Roma, Mewa, Korweta i dawne: Kujawianka Więclawicka, Wysokolitełka Sztynnosłoma, Ostka Kazimierska oraz pszenicy orkisz — odmiana Schwabenkorn (2005 r.) i R-12 (2006 r.). Ograniczanie zachwaszczenia polegało na oddziaływaniu całego zmianowania oraz mechanicznym niszczeniu siewek chwastów przy pomocy brony chwastownika. Przeprowadzono analizy zachwaszczenia w łanach pszenicy, obejmujące skład gatunkowy, liczebność i suchą masę chwastów oraz badania biometryczne uwzględniające rozkrzewienie roślin, powierzchnię liści, wysokość, indeks LAI, średni kąt ustawienia liści (MTA), obsadę roślin i kłosów oraz suchą masę części nadziemnych pszenicy. Stwierdzono, że najmniejszym zachwaszczeniem charakteryzowały się łany odmian Sukces i Zyta oraz odmiany ościstej — Mewa. Odmiana Schwabenkorn pszenicy orkisz wykazywała więcej cech morfologicznych, sprzyjających konkurencyjności z chwastami, w porównaniu do R-12. Stosunkowo wysoki poziom zachwaszczenia wystąpił w odmianie Wysokolitełka Sztynnosłoma w obu latach badań.

Słowa kluczowe: chwasty, konkurencyjność, odmiany pszenicy ozimej, rolnictwo ekologiczne

The aim of the study was to evaluate the rate of competitiveness with weeds of some currently cultivated winter wheat varieties and those withdrawn from the variety register, grown in organic system. The investigations were carried out in the years 2005–2006 at the Experimental Station of the Institute of Soil Science and Plant Cultivation — State Research Institute in Osiny (Lublin region) in the field used in an organic crop production system since 1994. The following currently registered winter wheat varieties were grown: Sukces, Zyta, Kobra, Roma, Mewa, and Korweta. The “old” varieties were represented by: Kujawianka Więclawicka, Wysokolitełka Sztynnosłoma, Ostka Kazimierska and spelt wheat: var. Schwabenkorn (2005) and R-12 (2006). Weed control was

* Badania wykonano w ramach projektu KBN 2P06R 04027

performed by crop rotation and mechanical weed control using a weeder. The weed infestation analysis comprised weed species, number of weeds and dry matter evaluation. Biometric measures included plant tillering, total leaf area, height, leaf area index (LAI), mean foliage tip angle (MTA), number of plants and ears and wheat dry matter. The lowest rate of weed infestation was observed in the varieties Sukces, Zyta and Mewa. The spelt Schwabenkorn, as compared with R-12, was characterized by morphological features that increased its competitiveness with weeds. A relatively high level of infestation was found var. Wysokolitewka Sztynnosłoma.

Key words: weeds, competitiveness, winter wheat varieties, organic farming

WSTĘP

Konkurencja ze strony chwastów powoduje spadek plonu roślin zbożowych, od 29% u jęczmienia do 63% u pszenicy (Huckl, 1998). Ograniczanie negatywnego wpływu chwastów w rolnictwie ekologicznym polega na zwiększaniu konkurencyjności rośliny uprawnej, między innymi poprzez wzrost normy wysiewu oraz dobór gatunków i odmian roślin (Eisele i Köpke, 1997; Duer, 2002). Zwiększenie asymetrii w oddziaływaniach konkurencyjnych na korzyść rośliny uprawnej pozwala nie tylko osiągnąć zadowalający plon, ale również zmniejszyć współczynnik produkcji nasion chwastów. Odmiany pszenicy różnią się zdolnościami konkurencji z chwastami. W badaniach Huckla (1998) odmiany o dużej konkurencyjności w stosunku do chwastów plonowały 7–9% wyżej niż odmiany o mniejszej sile konkurencyjnej.

O zdolności konkurencyjnej roślin zbożowych w stosunku do chwastów w największym stopniu decydują cechy morfologiczne poszczególnych odmian, takie jak: wysokość, tempo wzrostu początkowego, powierzchnia liści, kąt ustawienia liści, które to cechy wpływają na przenikanie światła w głąb łanu (Christensen, 1995; Lemerle i in., 1996; Seavers i Wright, 1999; Davies i Welsh, 2001; Feledyn-Szewczyk i Duer, 2005 i 2006). Istnieje pogląd, że współczesne odmiany roślin zbożowych charakteryzują się mniejszymi zdolnościami konkurowania z chwastami niż odmiany dawne, ze względu na ukierunkowanie hodowli odmian głównie na poprawę ich produkcyjności, przy założeniu stosowania pełnej chemicznej ochrony przed chwastami (Didon, 2002).

Celem badań było rozpoznanie cech morfologicznych kilku współcześnie uprawianych i wycofanych z rejestru odmian pszenicy ozimej w ekologicznym systemie produkcji, wpływających na stopień konkurencyjności z chwastami.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2005–2006 w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB w Osinach (woj. lubelskie) na polu użytkowanym od 12 lat zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego. Całkowita powierzchnia pola (5 ha) podzielona jest na pięć jednohektarowych pól, na których realizowany jest płodozmian: 1 — ziemniak, 2 — pszenica jara z wsiewką koniczyny z trawami, 3 — koniczyna z trawą, 4 — koniczyna z trawą, 5 — pszenica ozima + poplon. W polu pszenicy ozimej wysiewano odmiany będące aktualnie w rejestrze odmian: Sukces, Zyta, Kobra, Roma, Mewa, Korweta oraz dawne:

Kujawianka Wieleńcka, Wysokolitewka Sztynnosłoma, Ostka Kazimierska i pszenicę orkisz — odmiany Schwabenkorn (2005 r.) i R-12 (2006 r.).

Odmiana Schwabenkorn pszenicy orkisz ze względu na małe wymagania zalecana jest do uprawy w rolnictwie ekologicznym. Charakteryzuje się dużym ulistnieniem, sztywną, niewylegającą słomą, długimi, wąskimi, luźnymi niewymłacającymi się kłosami, rozpadającymi się na części. Orkisz R-12 cechuje się wymłacalnymi kłoskami i pod względem cech morfologicznych jest bardziej zbliżony do odmian współczesnych pszenicy zwyczajnej niż odmiana Schwabenkorn.

Normy wysiewu pszenicy w 2005 roku były zróżnicowane: odmiany współczesne pszenicy ozimej wysiewano w ilości 4,5 mln ziaren/ha, stare odmiany — 2,5 mln/ha, orkisz wysiano 200 kg/ha. W 2006 r. zwiększono normę wysiewu dla wszystkich odmian pszenicy zwyczajnej do 5,5 mln ziaren/ha, orkisz wysiewano 250 kg/ha. Rozstawa rzędów wynosiła 12,5 cm. Ograniczanie zachwaszczenia polegało na oddziaływaniu całego zmianowania oraz mechanicznym niszczeniu siewek chwastów przy pomocy brony chwastownika (2-3x).

Ocenę zachwaszczenia odmian pszenicy przeprowadzano w 2 terminach: wiosną, przed wykonaniem bronowania, w fazie krzewienia pszenicy (wg Zadoksa GS 22-25) oraz latem, przed zbiorem rośliny uprawnej, w fazie dojrzałości woskowej (GS 87-89). Badania obejmowały ocenę składu gatunkowego, liczebności chwastów oraz oznaczenia powietrznie suchej masy chwastów, które wykonywano na powierzchniach próbnym (0,5 m²) wyznaczonych przy pomocy ramki, w 4 powtórzeniach dla każdej odmiany. Ocenę parametrów wzrostu i rozwoju odmian pszenicy przeprowadzano w fazie krzewienia, strzelania w źdźbło, kłoszenia oraz dojrzałości woskowej. Badania obejmowały rozkrzewienie, wysokość, powierzchnię liści poszczególnych roślin mierzoną w fazie krzewienia przy pomocy skanera wraz z oprogramowaniem firmy Delta T-Scan oraz wskaźnik pokrycia liściowego (LAI) i średni kąt ustawienia liści (MTA) oceniane miernikiem Li 2000 firmy LiCor (USA). Dla porównania stopnia zachwaszczenia łąnu pszenicy w badanych odmianach wykorzystano również współczynnik biomasy, wyznaczony według wzoru (Patriquin, 1988):

$$Wp.biomasy = \frac{bru}{bch + bru} \times 100\%$$

Wp. biomasy — współczynnik biomasy

bru — biomasa rośliny uprawnej/m²

bch — biomasa chwastów/m².

Wyniki badań, oddzielnie dla każdego terminu, poddano analizie wariancji, a istotność różnic oceniano przy pomocy testu Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Zastosowano jednoczynnikowy model analizy wariancji dla układu kompletnej randomizacji, w którym czynnikiem klasyfikującym była odmiana, natomiast zmiennymi badanymi: sucha masa chwastów, rozkrzewienie ogólne pszenicy, wysokość roślin, powierzchnia liści. Istotność różnic między odmianami oznaczono za pomocą liter alfabetu, a różnice statystycznie nieistotne zaznaczano tymi samymi literami. Obliczenia wykonano przy pomocy programu Statgraphic Plus wersja 2.1.

WYNIKI

Skład gatunkowy i nasilenie zachwaszczenia w badanych odmianach pszenicy różniło się w kolejnych latach badań. W 2005 roku liczebność chwastów w fazie krzewienia wynosiła średnio 150 szt./m² i zmniejszała się w ciągu sezonu wegetacyjnego do 70 szt./m² (rys. 1). Mogło to wynikać ze skuteczności mechanicznych zabiegów regulacji zachwaszczenia lub kończenia cyklu życiowego przez niektóre krótkotrwałe gatunki chwastów. Natomiast odwrotnie przedstawiała się tendencja w masie chwastów, która wyraźnie wzrastała w ciągu sezonu wegetacyjnego i wynosiła w fazie dojrzałości woskowej średnio 154 g/m². Tak duża masa chwastów była związana z licznym występowaniem *Papaver rhoeas*, który stanowił prawie 20% całego zbiorowiska chwastów. Mniejsza norma wysiewu pszenicy ozimej w 2005 r., w porównaniu z następnym rokiem badań, stwarzała korzystniejsze warunki dla przyrostu biomasy chwastów.

W 2006 roku, w przeciwieństwie do poprzedniego roku, liczebność chwastów wzrastała w ciągu sezonu wegetacyjnego (rys. 2). W fazie krzewienia wynosiła średnio 40 szt./m², a w fazie dojrzałości woskowej pszenicy 120 szt./m². Natomiast masa chwastów była bardzo niewielka przez cały sezon wegetacyjny, nie przekraczała 30 g/m², a więc pozostawała na poziomie niepowodującym istotnego spadku plonu pszenicy ozimej. Większa liczebność chwastów, a niewielka ich masa w 2006 roku wynikała z dominacji w zbiorowisku drobnych siewek *Chenopodium album*, której udział w ogólnej liczbie chwastów wynosił 77%. Większa norma wysiewu pszenicy ozimej w porównaniu z 2005 rokiem wpłynęła na zwartość ładu, co poprawiało konkurencyjność w stosunku do chwastów.

Najmniejszym zachwaszczeniem w obu latach badań, ocenianym pod koniec okresu wegetacji, charakteryzowały się łąny odmian Sukces i Zyta oraz odmiany ościstej — Mewa (rys. 1, 2). Różnice w liczbie i masie chwastów w badanych odmianach pszenicy ozimej wynikały z ich zdolności konkurencyjnych w stosunku do chwastów, na które składają się cechy morfologiczne oraz parametry ładu (tab. 1, 2). Czynnikiem decydującym o małym nasileniu chwastów w odmianach Sukces i Zyta mogła być duża obsada roślin i kłosów oraz masa części nadziemnych pszenicy (tab. 2). Odmiany te charakteryzowały się także wysokimi wskaźnikami LAI, co wynikało z dużej zwartości ładu tych odmian. Cechy te wpłynęły na wysoką wartość współczynnika biomasy, który wskazuje na mały udział masy chwastów w ogólnej biomacie roślin na jednostce powierzchni. Stosunkowo dużo cech sprzyjających konkurencji z chwastami wykazywała Mewa, która jest odmianą ościstą, dobrze krzewiącą się, o średniej wysokości (tab. 1). Natomiast duże zachwaszczenie stwierdzano w odmianie Kobra, wykazującej mniej cech morfologicznych pożądanых z punktu widzenia konkurencyjności z chwastami. Łan tej odmiany w 2006 roku charakteryzował się dodatkowo małą obsadą roślin, co sprzyjało wzrostowi zachwaszczenia.

Tabela 1

Parametry wzrostu i rozwoju odmian pszenicy ozimej uprawianych w ekologicznym systemie produkcji (2005 rok)
Some growth and development parameters of winter wheat varieties cultivated in an organic crop production system (2005)

Parametry Parameters	Faza rozwojowa Growth stage	Odmiany — Varieties			
		Kobra	Mewa	orkisz Schwabenkorn	Ostka Kazimierska
Powierzchnia liści Leaf area (cm ²)	krzewienie — tillering	40,9 b	35,6 a	64,9 d	46,8 c
Rozkrzewienie ogólne Total tillering	krzewienie — tillering	3,8 a	4,3 b	6,1 c	4,6 b
	strzelanie w źdźbło — shooting	3,1 a	3,6 a	5,0 b	3,1 a
	kłoszenie — earing	2,3 a	2,4 a	4,7 b	2,4 a
Wysokość Height (cm)	krzewienie — tillering	14,4 b	14,4 b	17,3 c	13,2 a
	strzelanie w źdźbło — shooting	65,5 a	66,1 a	82,9 b	91,1 b
	dojrzałość woskowa — dough stage	78,5 a	85,3 b	132,8 d	123,7 c
Indeks powierzchni liściowej Leaf area index (LAI)	strzelanie w źdźbło — shooting	2,2	1,7	3,2	3,4
	kłoszenie — earing	2,0	3,0	3,7	3,9
	dojrzałość woskowa — dough stage	3,0	3,2	3,8	3,8
Średni kąt ustawienia liści Mean foliage tip angle (MTA)	strzelanie w źdźbło — shooting	64	60	62	57
	kłoszenie — earing	49	51	56	58
	dojrzałość woskowa — dough stage	58	55	52	50
Obsada roślin (szt./m ²) Number of plants per m ²	krzewienie — tillering	321	372	293	282
	strzelanie w źdźbło — shooting	168	136	123	139
	kłoszenie — earing	139	138	113	106
Obsada kłosów (szt./m ²) Number of ears per m ²	krzewienie — tillering	57	74	84	49
	strzelanie w źdźbło — shooting	434	369	473	391
	kłoszenie — earing	923	895	1298	742
Sucha masa pszenicy Wheat dry matter (g/m ²)	dojrzałość woskowa — dough stage	1139	1207	1517	923
	krzewienie — tillering	84,6	86,4	83,3	65,8
	dojrzałość woskowa — dough stage	81,5	95,7	96,4	74,4

* Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie — The values marked by the same letters are not different significantly

Wyższy poziom zachwaszczenia, wyrażany zwłaszcza masą chwastów, w odmianach dawnych w 2005 roku w porównaniu do 2006 r. mógł być związany z mniejszą liczbą roślin pszenicy spowodowaną mniejszą normą wysiewu, co sprzyjało występowaniu *Papaver rhoeas* (tab. 1, 2, rys. 1, 2). Podwojenie normy wysiewu starych odmian w 2006 roku poprawiło architekturę łanu, co wpłynęło korzystnie na stopień zachwaszczenia. Spośród odmian dawnych najwięcej cech sprzyjających konkurencyjności z chwastami posiadał orkisz — odmiana Schwabenkorn, który wyróżniał się największą powierzchnią liści, rozkrzewieniem i wysokością oraz dużymi wartościami indeksu LAI (tab. 1). Gorzej w tej ocenie wypadł orkisz R-12, który pomimo największej krzewistości ogólnej charakteryzował się małą obsadą roślin na jednostce powierzchni i wytworzył łan o małej liczbie kłosów (tab. 2). Warto zwrócić uwagę na małą liczebność chwastów pod koniec okresu wegetacji w 2006 r. w odmianach dawnych, wyróżniających się wysokością (rys. 2).

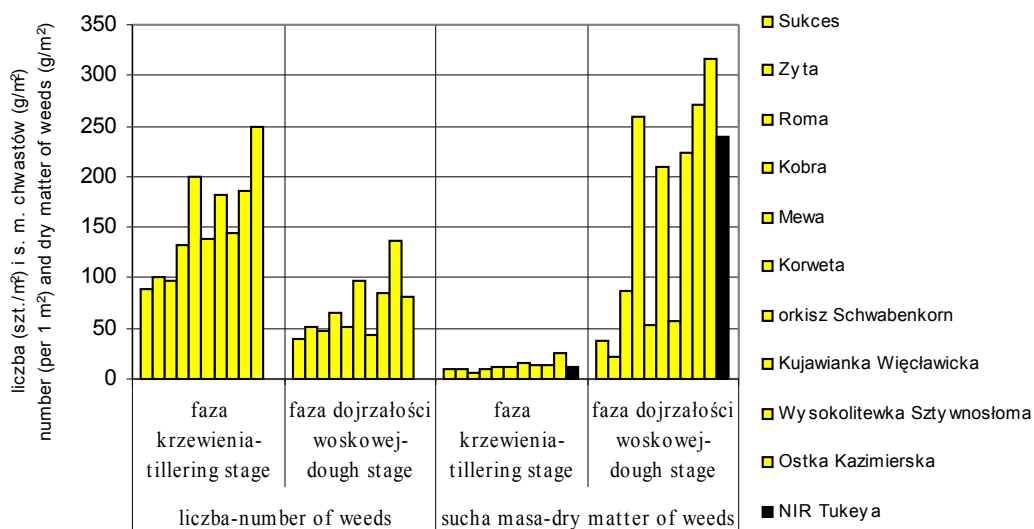
Tabela 2

Parametry wzrostu i rozwoju odmian pszenicy ozimej uprawianych w ekologicznym systemie produkcji (2006 rok)
Some growth and development parameters of winter wheat varieties cultivated in an organic crop

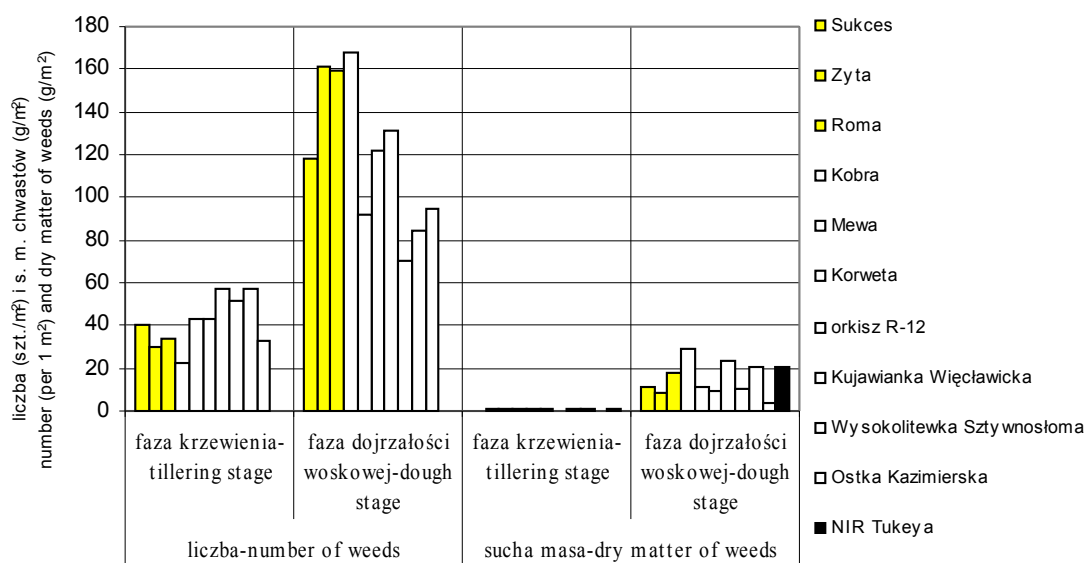
Parametry Parameters	Faza rozwojowa Growth stage	Odmiany — Varieties									
		Sukces	Zyta	Roma	Kobra	Mewa	Korweta	orkisz R-12	Kujawia nka Więcla- wicka	Wysoko- litewka Szttyw.	Ostka Kazimie rska
Powierzchnia liści (cm ²) Leaf area	krzewienie — tillering	35,4 ab	31,2 a	31,6 ab	35,4 ab	42,0 b	—	35,6 ab	—	—	32,9 a
Rozkrzewienie ogólne Total tillering	krzewienie — tillering	4,2 cd	3,3 a	4,4 cd	3,4 ab	4,7 d	—	4,3 cd	—	—	3,9 bc
	strzelanie w źdźbło — shooting	—	—	—	2,4 a	2,4 a	—	2,8 b	—	—	2,9 b
	kłoszenie — earing	1,9 ab	2,0 ab	2,2 b	2,0 ab	2,2 b	2,0 ab	2,8 c	2,2 b	1,7 a	2,1 b
Wysokość (cm) Height	krzewienie — tillering	13,2 b	11,8 a	11,7a	12,0 a	11,8 a	—	11,8 a	—	—	12,4a
	strzelanie w źdźbło — shooting	—	—	—	52,4 b	56,8 c	—	50,6 a	—	—	71,7 d
	dojrzałość woskowa — dough stage	79,0 bc	91,7 d	97,3 e	73,0 a	79,9 bc	89,3 d	75,0 ab	134,0 g	117,4 f	115,6 f
Indeks powierzchni liściowej Leaf area index (LAI)	strzelanie w źdźbło — shooting	2,6	2,8	3,1	1,6	2,6	2,3	2,0	3,2	2,4	2,7
	kłoszenie — earing	3,8	3,3	3,1	3,0	3,2	3,2	3,3	4,8	2,9	4,0
	dojrzałość woskowa — dough stage	3,5	3,1	2,9	2,3	2,7	2,4	2,1	4,2	2,6	3,8
Średni kąt ustawienia liści Mean foliage tip angle (MTA)	strzelanie w źdźbło — shooting	58	60	58	61	58	57	61	52	52	54
	kłoszenie — earing	52	58	57	52	54	54	58	46	45	52
Obsada roślin (szt./m ²) Number of plants per m ²	krzewienie — tillering	445	447	369	414	428	—	329	—	—	393
	strzelanie w źdźbło — shooting	—	—	—	212	270	—	255	—	—	273
	kłoszenie — earing	260	250	220	178	224	204	195	248	228	201
Obsada kłosów (szt./m ²) Number of ears per m ²	dojrzałość woskowa — dough stage	544	506	466	462	472	504	428	524	442	412
Sucha masa pszenicy Wheat dry matter (g/m ²)	krzewienie — tillering	60,4	86,8	59,2	65,5	76,8	—	50,2	—	—	74,4
	strzelanie w źdźbło — shooting	—	—	—	320	398	—	387	—	—	467
	kłoszenie — earing	928	916	988	566	921	836	991	982	928	861
	dojrzałość woskowa — dough stage	1375	1298	1256	1278	1146	1301	1152	1306	1053	1109
Współczynnik biomasy Biomass index (%)	krzewienie — tillering	99,3	99,5	98,8	98,8	99,2	—	99,3	—	—	99,4
	dojrzałość woskowa — dough stage	99,2	99,3	98,6	97,8	99,1	99,3	98,0	99,2	98,1	99,7

production system (2006)

* Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie — The values marked by the same letters are not different significantly



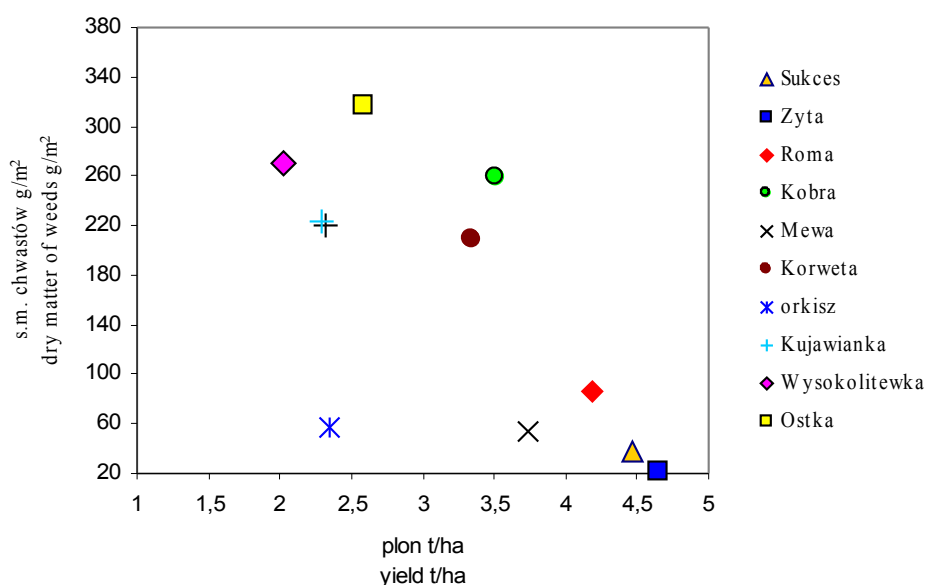
Rys. 1. Liczba i sucha masa chwastów w badanych odmianach pszenicy ozimej uprawianych w ekologicznym systemie produkcji w 2005 roku
Fig. 1. The number of weeds and their dry matter in winter wheat varieties cultivated in an organic crop production system in 2005



Rys. 2. Liczba i sucha masa chwastów w badanych odmianach pszenicy ozimej w 2006 roku
Fig. 2. The number of weeds and their dry matter in winter wheat varieties cultivated in an organic crop production system in 2006

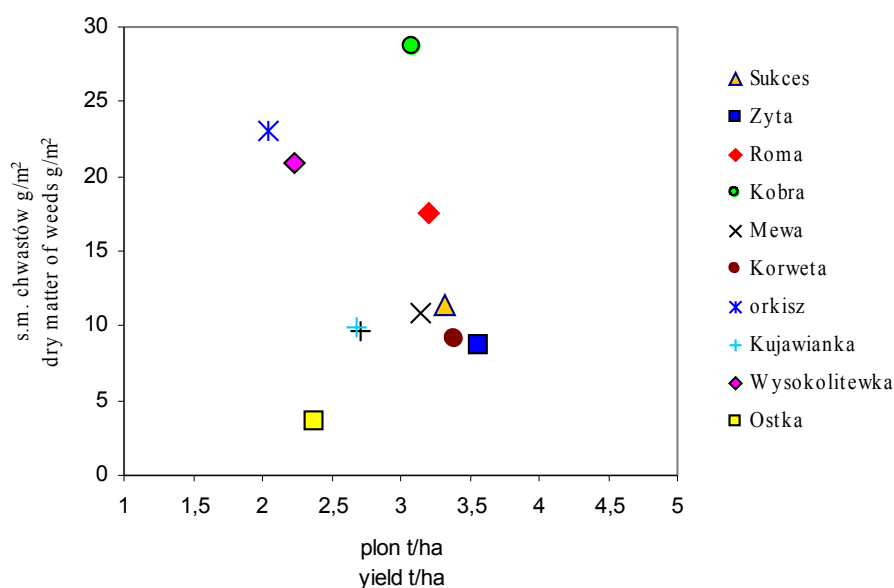
Największe zdolności konkurencyjne w stosunku do chwastów w 2006 r. wykazywały Ostka Kazimierska i Kujawianka Więclawicka, które cechowały się największymi wartościami indeksu powierzchni liściowej (LAI) oraz bardziej poziomym (planofilnym) ustawieniem liści w stosunku do powierzchni gleby, co sprzyja jej zacienianiu i działa przez to ograniczająco na rozwój chwastów (tab. 2). Stosunkowo dużą masę chwastów stwierdzano w odmianie Wysokolitewka Sztynnosłoma w obu latach badań. Odmiana ta w porównaniu do Ostki Kazimierskiej i Kujawianki Więclawickiej charakteryzowała się mniejszym rozkrzewieniem i wskaźnikiem LAI, co może wskazywać na mniejsze zdolności konkurencyjne.

Badane odmiany różniły się nie tylko zdolnościami konkurencji z chwastami, ale także poziomem plonowania (rys. 3, 4). Odmiany Sukces i Zyta w obu latach badań charakteryzowały się najwyższym plonem, aczkolwiek zróżnicowanym przy zbliżonym poziomie zachwaszczenia. Korzystnie w tej ocenie w obu latach badań wypadła także Mewa. Natomiast plonowanie starych odmian, nawet przy małej masie chwastów, pozostawało na niskim poziomie. Ogólnie niższy poziom plonów w 2006 roku był spowodowany niekorzystnym przebiegiem pogody, głównie suszą pod koniec okresu wegetacji.



Rys. 3. Zależność między plonowaniem a suchą masą chwastów odmian pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym w 2005 roku

Fig. 3. The relation between yielding and dry matter of weeds in winter wheat varieties cultivated in an organic system in 2005



Rys. 4. Zależność między plonowaniem a suchą masą chwastów odmian pszenicy ozimej uprawianych w systemie ekologicznym w 2006 roku

Fig. 4. The relation between yielding and dry matter of weeds in winter wheat varieties cultivated in an organic system in 2006

DYSKUSJA

Według Eisele i Köpke (1997) odmiany pszenicy ozimej przydatne do uprawy w rolnictwie ekologicznym powinny cechować się większą konkurencyjnością w stosunku do chwastów wyrażaną zdolnością zacieniania powierzchni gleby, zwłaszcza we wczesnych fazach rozwojowych, co wiąże się z dużą powierzchnią liści, poziomym ich ustawieniem oraz długim okresem utrzymywania się ulistnienia, świadczącym o odporności na choroby grzybowe.

Przeprowadzone badania wskazują na pewne zależności między cechami morfologicznymi odmian pszenicy ozimej, decydującymi o konkurencyjności z chwastami, a poziomem zachwaszczenia. Najwięcej cech sprzyjających konkurencyjności z chwastami, takich jak wysokość, rozkrzewienie, obsada roślin, stwierdzono u odmian współczesnych Sukces, Zyta i Mewa, a spośród odmian dawnych u odmiany Schwabenkorn pszenicy orkisz oraz Kujawianki Więclawickiej, co korelowało z małym zachwaszczeniem tych odmian i potwierdzało wcześniejsze wyniki badań prowadzonych na tym obiekcie (Feledyn-Szewczyk i Duer, 2005; 2006). Odmiany Sukces i Zyta, oprócz małego zachwaszczenia, charakteryzowały się także wysokim poziomem plonowania. Mniejszą

zdolność konkurencyjną w stosunku do chwastów, a w konsekwencji wyższy poziom zachwaszczenia obserwowano w łanach odmiany krótkosłomej Kobra, a spośród odmian dawnych w Wysokolitewce Sztynnosłomej i orkisz R-12. Odmiana Mewa, oprócz dużej powierzchni liści, cechowała się dobrą zdrowotnością aparatu asymilacyjnego, zwiększając tym samym zdolności konkurencyjne w stosunku do chwastów. Mewa i orkisz Schwabenkorn charakteryzowały się mniejszym kątem ustawienia liści względem powierzchni gleby, sprzyjającym większemu jej zacienianiu.

W późniejszych fazach rozwojowych duże znaczenie ma także wysokość roślin. W badaniach Huckla (1998) odmiany zbóż o średniej wysokości nie były tak efektywne w hamowaniu wzrostu i rozwoju chwastów jak odmiany wyższe, na co wskazują także wyniki wcześniejszych badań własnych (Feledyn-Szewczyk i Duer, 2006).

Z literatury wynika, że odmiany dawne powinny posiadać więcej cech morfologicznych sprzyjających konkurencyjności z chwastami, takich jak większe ulistnienie, rozkrzewienie, wysokość (Lemerle i in., 1996; Eisele i Köpke, 1997; Didon, 2002). W badaniach własnych cechy te korelowały z małym zachwaszczeniem w przypadku odmian Ostka Kazimierska i Kujawianka Więclawicka oraz odmiany Schwabenkorn pszenicy orkisz, natomiast związku tego nie stwierdzono dla Wysokolitewki Sztynnosłomej. W badaniach innych autorów stare odmiany zbóż charakteryzowały się większą konkurencyjnością w stosunku do chwastów niż odmiany współczesne, o czym decydowały: szybka akumulacja biomasy, wysokość roślin, powierzchnia liści oraz duża obsada kłosów (Lemerle i in., 1996; Didon, 2002). Warto podkreślić, że także wśród odmian współczesnych znalazły się odmiany o cechach pożądanych z punktu widzenia konkurencyjności z chwastami, takie jak Sukces, Zyta i Mewa, które ponadto charakteryzują się większym potencjałem plonotwórczym niż odmiany dawne.

Podwojenie normy wysiewu odmian starych: Wysokolitewki Sztynnosłomej, Kujawianki Więclawickiej i Ostki Kazimierskiej spowodowało znaczne zmniejszenie zachwaszczenia przy niewielkiej zwwyżce plonu. W badaniach Huckla (1998) podwojenie normy wysiewu spowodowało wzrost plonu o 10% oraz zmniejszenie biomasy chwastów o 28%. Wskazuje to, że zwiększenie ilości wysiewu może być skutecznym narzędziem regulacji zachwaszczenia w rolnictwie ekologicznym. Ponadto, korzystny efekt zwiększenia normy wysiewu nie jest związany z odmianą.

WNIOSKI

1. Badane odmiany pszenicy ozimej różniły się zdolnością konkurencji z chwastami, co mogło być spowodowane ich cechami morfologicznymi, takimi jak: rozkrzewienie ogólne, powierzchnia liści w fazie krzewienia, natomiast w fazie dojrzałości woskowej: wysokość i kąt ustawienia liści.
2. Różnice w stopniu konkurencyjności w stosunku do chwastów między odmianami pszenicy wskazują, że niektóre z badanych odmian współcześnie uprawianych (Sukces, Zyta i Mewa) są bardziej przydatne do uprawy ekologicznej od innych.
3. Spośród odmian dawnych najwięcej cech morfologicznych sprzyjających konkurencyjności z chwastami stwierdzono u odmiany Schwabenkorn pszenicy

- orkisz oraz Kujawianki Węclawickiej i Ostki Kazimierskiej. Zwiększona ilość wysiewu poprawiała architekturę łanu pszenicy, co korzystnie wpływało na stopień zachwaszczenia.
4. Największe zachwaszczenie stwierdzono w łanie odmiany współczesnej Kobra, a spośród odmian dawnych: w Wysokolitewce Szywnosłomej i orkisz R-12.

LITERATURA

- Christensen S. 1995. Weed suppression ability of spring barley varieties. *Weed Res.* 35: 241 — 247.
- Davies D. H. K., Welsh J. P. 2001. Weed control in organic cereals and pulses. *Organic cereals and pulses*. Eds. Younie D., Taylor B. R., Welsh J. P., Wilkinson J. M. Chalcombe Publications, Lincoln: 77 — 114.
- Didon U. M. E. 2002. Variation between barley cultivars in early response to weed competition. *J. Agron. & Crop Science* 188: 176 — 184.
- Duer I. 2002. Znaczenie chwastów i strategia ich ograniczania w gospodarstwie ekologicznym. W: *Rolnictwo ekologiczne szansą na polską specjalność*. Mat. szkol. 86/02, IUNG Puławy: 21 — 26.
- Eisele J. A., Köpke U. 1997. Choice of cultivars in organic farming: New criteria for winter wheat ideotypes. *Pflanzenbauwissenschaften* 1, (1), 5: 19 — 24.
- Feledyn-Szewczyk B., Duer I. 2005. Konkurencyjność kilku odmian pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji w stosunku do chwastów. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin.* 45 (1): 126 — 133.
- Feledyn-Szewczyk B., Duer I. 2006. Ocena konkurencyjności odmian pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji w stosunku do chwastów. *J. Res. Applic. Agricult. Eng.*, 51 (2): 30 — 35.
- Hakansson S. 1997. Competitive effects and competitiveness in annual plant stands. Measurement methods and problems related to plant density. *Swede J. Agric. Res.*, 27: 53 — 73.
- Huel P. 1998. Response to weed control by four spring wheat genotypes differing in competitive ability. *Canadian Journal of Plant Science* 78: 171 — 173.
- Lemerle D., Verbeek B., Cousens R. D., Coombers N. E. 1996. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. *Weed Res.* 36: 505 — 513.
- Patriquin D. G. 1988. Weed control in organic farming systems. In: *Weed management in agroecosystems: ecological approaches*. Altieri M. A., Liebman M. (eds), CRC Press, Inc.: 303 — 317.
- Seavers G. P., Wright K. J. 1999. Crop canopy development and structure influence weed suppression. *Weed Res.* 39: 319 — 328.

KRYSTYNA KOLASIŃSKA

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Radzików

Wpływ naturalnych metod zaprawiania na zdolność kiełkowania i wigor zbóż jarych wyprodukowanych na ekologicznych plantacjach nasiennych

The effects of natural methods of seed treatment on germination capacity and vigour of spring cereals produced in organic seed crop

Celem pracy była ocena zdolności kiełkowania i wigoru ziarna wyprodukowanego na ekologicznych plantacjach nasiennych. Ponadto badano wpływ naturalnych zapraw nasiennych na zdolność kiełkowania i wigor ziarniaków oraz wschody polowe roślin. Materiał doświadczalny stanowiło ziarno zbóż jarych jęczmienia, owsa i pszenicy z 2004, 2005 i 2006 roku zbioru. Plantacje, z których pochodziło ziarno zostały uznane przez urzędowych kwalifikatorów Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa i zakwalifikowane w stopniu C/1 jako ekologiczne plantacje nasienne. Badane ziarno było traktowane gorącą wodą (Gw), zaprawiane mlekiem w proszku (M), wodną zawiesiną czosnku (Cz) lub moczone przez 24 godziny w 10% roztworze sody oczyszczonej (S) — wodorowęglanu sodu. Kontrolę stanowiły ziarniaki niezaprawiane (K). Oceniano zdolność kiełkowania i wigor ziarniaków stosując zasady zawarte w przepisach i zaleceniach ISTA. Oceniając wigor, badano szybkość kiełkowania ziarniaków w temperaturze optymalnej 20°C (podobnie jak zdolność kiełkowania) i obniżonej do 10°C oraz obliczano indeks kiełkowania. Ponadto w okresie typowym dla zbóż jarych oceniano wschody roślin w warunkach polowych. Pod względem zdolności kiełkowania, wymagania standardów jakości dla kwalifikowanego materiału siewnego, w kolejnych latach zbioru 2004, 2005 i 2006 spełniało 56, 78 i 67% odmian. Najlepszym sposobem przedsiewnego zaprawiania było traktowanie ziarniaków wodną zawiesiną czosnku, co najwyraźniej wykazało badanie wigoru. Natomiast soda oczyszczona i gorąca woda spowodowały spadek zarówno zdolności kiełkowania i wigoru ziarna jak też wschodów polowych roślin. Jednakże żaden z zastosowanych sposobów zaprawiania nie spowodował oczekiwanej poprawy wartości siewnej ziarna badanych zbóż.

Słowa kluczowe: zboża jare, ekologiczna produkcja nasienne, zdolność kiełkowania, wigor, naturalne zaprawy nasienne

The aim of this work was to evaluate sowing value including vigour test of cereal seeds produced under organic system. Additionally, the effects of natural seed treatment on seed sowing value, vigour parameters and field emergence were tested. Seeds of spring barley, oats and wheat from the harvests of 2004, 2005 and 2006 constituted the experimental material. Seed lots derived from the field

classified by the authorized inspector as a C/1 organic seed. The seeds were either treated with hot water (Gw), with powder milk (M), with water suspension of garlic (Cz), or soaked for 24 hours in 10% solution of bicarbonate natrium (S). Untreated seeds were control variant (K). Tests for evaluating seed germination capacity and vigour were performed according to the methods recommended by ISTA. Vigour of seeds was evaluated at optimum temperature of 20°C (like in the case of germination capacity test) or at temperature lowered to 10°C. Moreover, field emergence was assessed in the spring time. Germination capacity required for classifying as certified seed was recorded for 56, 78 and 67% of seeds from the crops of 2004, 2005 and 2006, respectively. The best pre-sowing seed treatment variant was water suspension of garlic (Cz), which was seen in the results of the vigour test. Both, hot water and soaking in bicarbonate natrium were found to decrease germination capacity and vigour of seeds, following by their poorer field emergence. However, none of the applied seed treatment methods resulted in the expected improvement in sowing value of the seeds under study.

Key words: spring cereals, organic seed production, germination capacity, vigour, natural seed treatment

WSTĘP

Zgodnie z ustawą o rolnictwie ekologicznym (Dz.U., 2004) od 2 maja 2005 roku gospodarstwa ekologiczne muszą stosować w produkcji roślinnej materiał siewny i rozmnożeniowy wyprodukowany w warunkach ekologicznych. Jednocześnie aktualnie obowiązująca Ustawa o ochronie roślin (Dz.U., 2007) upoważnia Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa, właściwego ze względu na miejsce zamieszkania, do wystawiania jednorazowych zezwoleń na stosowanie materiału siewnego niespełniającego wymagań ekologicznych. Jednakże jest to postanowienie tymczasowe. W ekologicznej uprawie roślin, poza zaprawami przemysłowymi, poleca się niekonwencjonalne metody zaprawiania nasion przed siewem. Proponuje się wykorzystywanie mikroorganizmów antagonistycznych w stosunku do patogenów poprzez „pokrywanie” nasion zawiesiną bakterii z rodzaju *Pseudomonas* i stymulowanie ich rozwoju w glebie. Poleca się także otoczkowanie ziarna pszenicy mlekiem w proszku sprzyjającemu rozwojowi *Bacillus subtilis*, bakterii silnie antagonistycznej w stosunku do grzyba wywołującego śnieć cuchnącą (Kuś, 1995; Kuś i in., 2000). Przydatne mogą być też metody przedsiewnego traktowania nasion preparatami biodynamicznymi, skaryfikacja lub odkażanie nasion poprzez dezynfekcję nadmanganianem potasu lub moczenie w wodzie o określonej temperaturze (Bergen, 2004 b).

Ekologiczna produkcja nasienna powinna spełniać z jednej strony wymagania obowiązujące w kwalifikacji, ocenie i obrocie materiałem siewnym, a z drugiej wymagania stawiane uprawie ekologicznej (Ekologiczna produkcja nasienna roślin rolniczych..., 2004; Larinde, 2004). Właściwy dobór odmiany dla potrzeb ekorolnictwa należy rozważać biorąc pod uwagę odporność na choroby i szkodniki, wymagania glebowe, wodne, nawozowe oraz tolerancję na stresy środowiskowe i szybkość wzrostu roślin w początkowej fazie wegetacji. Na potrzebę stosowania odmian odpornych lub co najmniej tolerancyjnych na patogeny wskazuje wielu autorów biorących udział w pierwszej światowej konferencji dotyczącej nasion ekologicznych (Groot, 2004; Larinde, 2004). W wielu krajach, w tym w Polsce, brak jest oficjalnych list odmian

rekomendowanych do produkcji ekologicznej jak również nie ma badań dotyczących wartości siewnej nasion roślin rolniczych pochodzących z ekologicznych plantacji, prowadzonych zgodnie z wymaganiami Ustawy o nasiennictwie (2003, 2007). A zatem nie ma żadnych informacji o tym, czy nasiona wyprodukowane na uznanej, ekologicznej plantacji nasiennej, spełniają wymagania standardów jakości pod względem czystości, występowania nasion gatunków innych roślin uprawnych i chwastów oraz pod względem zdolności kiełkowania. Doniesienia ustne hodowców oraz producentów nasion wskazywały na to, że materiał siewny wyprodukowany na polu, gdzie nie stosowano intensywnej ochrony chemicznej i nawożenia, może nie spełniać wymagań jakościowych określonych dla materiału kwalifikowanego (Dz.U. 2004). Pierwsze w Polsce ekologiczne plantacje nasienne zbóż zostały założone przez IHAR Radzików w 2004 roku w gospodarstwach ekologicznych położonych na Podlasiu i Kurpiach. Z tych plantacji pochodzą nasiona do niniejszych badań.

Celem pracy była ocena zdolności kiełkowania i wigoru ziarniaków zbóż jarych wyprodukowanych na ekologicznych plantacjach nasiennych. Ponadto badano wpływ naturalnych zapraw nasiennych na zdolność kiełkowania i wigor ziarna oraz wschody polowe roślin.

MATERIAŁ I METODY

Materiał doświadczalny stanowiło ziarno zbóż jarych z trzech lat zbioru 2004, 2005 i 2006. Ziarno jęczmienia (Atol, Rataj, Rodos), owsa (Chwat, Polar) i pszenicy (Koksa, Korynta, Nawra, Torka) zostało wyprodukowane na ekologicznych plantacjach nasiennych, założonych w gospodarstwach ekologicznych według wymagań określonych dla wytwarzania kwalifikowanego materiału siewnego (Dz.U., 2004). Plantacje te zostały uznane przez urzędowych kwalifikatorów Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa i zakwalifikowane w stopniu C/1 jako ekologiczne plantacje nasienne (do siewu użyto nasion w stopniu B otrzymanych od hodowcy). Od zbioru do wiosny (sierpień — marzec) ziarno było przechowywane w magazynie producenta w zmiennych, niekontrolowanych, warunkach temperatury i wilgotności względnej powietrza. Magazyn producenta oznacza wydzielone pomieszczenie w gospodarstwie rolnika przeznaczone do składowania ziarna. Następnie, po przygotowaniu partii nasion do kwalifikacji laboratoryjnej, zgodnie z obowiązującymi przepisami (ISTA, 2004) próbki wielkości około 1 kg zostały pobrane przez urzędowego próbobiorecę i przekazane do opisywanych badań laboratoryjnych.

Badane ziarno było traktowane gorącą wodą (Gw), zaprawiane mlekiem w proszku (M), wodną zawiesiną czosnku (Cz) oraz moczone przez 24 godziny w 10% roztworze sody oczyszczonej (S) — wodorowęglanu sodu. Traktowanie ziarna gorącą wodą polegało na moczeniu ich w wodzie o stałej temperaturze 50°C przez 30 minut. Stosowanie wodnej zawiesiny czosnku polegało na moczeniu ziarna przez 1 godzinę w roztworze otrzymanym z 15 g rozmiążdżonego czosnku zalanego na około 18 godzin 500 ml wody o temperaturze pokojowej. Ponadto zaprawiano ziarno mlekiem w proszku dodając 2 g mleka na 20 g ziarna. Kontrolę stanowiło ziarno niezaprawiane (K). Oceniano zdolność kiełkowania w warunkach optymalnych, polecanych w Przepisach

ISTA (2004) oraz wigor nasion i siewek stosując również zasady zawarte w zaleceniach ISTA (1995). Oceniając wigor, badano szybkość kiełkowania ziarna w temperaturze optymalnej 20°C (podobnie jak zdolność kiełkowania) i obniżonej do 10°C oraz obliczono indeks kiełkowania stosując wzory polecane przez Alvarado i wsp. cytowanych za Ruan i wsp. (2002). Ponadto w okresie typowym dla siewu zbóż jarych (marzec, kwiecień) ziarno wszystkich kombinacji metodycznych wysiano na polu w Radzikowie i oceniano wschody roślin. Wszystkie analizy wykonywano stosując 4 powtórzenia po 50 szt. nasion. Uzyskane wyniki były poddane analizie statystycznej przy zastosowaniu programu SAS (SAS, 2004 i 2004 a).

WYNIKI I DYSKUSJA

Ziarno zbóż, aby uzyskać status kwalifikowanego materiału siewnego powinno spełniać następujące wymagania: minimalna zdolność kiełkowania 85%, przy czym dla ziarna nieoplewionego owsa — 75%, minimalna czystość analityczna — 98%, maksymalna liczba nasion innych gatunków roślin w próbce o masie nie mniejszej niż 500 g nie może być większa niż 10 szt. w tym innych gatunków zbóż — 7 szt., innych gatunków niż zboża — 7 szt., zawartość nasion *Avena fatua* (owies głuchy), *Avena sterilis* (owies płony), *Avena ludoviciana* (owies Ludwika), *Lolium temulentum* (życica roczna) — 0 szt. oraz *Raphanus raphanistrum* (rzodkiew świrzepa) i *Agrostima githago* (kąkol) — po 3 szt. Ponadto maksymalna liczba przetrwalników *Claviceps purpurea* (sporysz) — 3 szt. Materiał siewny powinien być wolny od organizmów szkodliwych i od szkodników magazynowych (Dz. U., 2004).

Czystość analityczna badanych nasion zbóż wynosiła w zależności od odmiany i roku zbioru od 95,0 do 99,9%. Zwraca uwagę występowanie nasion innych roślin uprawnych i chwastów oraz zbyt duży, w porównaniu do wymagań jakościowych, udział ziarna innych zbóż (doniesienie ustne). Z powodu występowania nadmiernej ilości ziarna innych zbóż i nasion innych gatunków roślin oraz rzadziej z powodu słabej zdolności kiełkowania, w kolejnych trzech latach zbioru, w urzędowej kwalifikacji laboratoryjnej, zdyskwalifikowano odpowiednio 93%, 63% i 71% partii (doniesienie ustne).

W niniejszych badaniach zdolność kiełkowania (K — kontrola) wynosiła od 47,3 ± 9,0 do 98,5% ± 1,0. Wymagania standardów wartości siewnej pod względem zdolności kiełkowania spełniało: 56% — 5 odmian w 2004, 78% — 7 odmian w 2005 w tym wszystkie odmiany pszenicy i 67% — 4 odmiany w 2006 roku zbioru. Działanie naturalnych zapraw nasiennych było niejednoznaczne. Nasiona zaprawiane wodną zawiesiną czosnku (Cz) lub otoczkowane mlekiem w proszku (M) na ogół kiełkowały lepiej niż kontrolne (K), chociaż zanotowano także obniżenie zdolności kiełkowania nawet o 20% (M) — u pszenicy odmiany Koksa i około 9% (Cz) u jęczmienia Rataj ze zbioru 2004 roku. Natomiast działanie gorącej wody (Gw) było korzystne tylko sporadycznie (od 0,7 do 9,4%), a sody oczyszczonej (S) powodowało znaczne obniżenie zdolności kiełkowania (tab. 1).

Najniższe wyniki zdolności kiełkowania uzyskano dla ziarna pszenicy Torka, jęczmienia Rodos i owsa nieoplewionego Polar, przy czym wyniki zdolności kiełkowania

badanych odmian pszenicy i owsa były różne statystycznie, a pozostałych 2 odmian jęczmienia analogiczne (82,6 i 81,1%). Udział siewek nienormalnych, obniżających wynik kielkowania, był podobny, jedynie nieoplewione ziarno owsa częściej wydawało siewki zdeformowane niż oplewione — odmiany Chwat. Więcej nasion martwych (24,5%) stwierdzono podczas kielkowania ziarna odmiany Torka o niskiej zdolności kielkowania (tab. 2).

Tabela 1

Zdolność kielkowania (%) nasion jęczmienia, owsa i pszenicy z 3 lat zbioru w zależności od sposobu zaprawiania
Germination capacity of spring barley, oats and wheat for 3 years of harvest depending on seed treatment

Gatunek Species	Rok zbioru Year of harvest	Odmiana Cultivar	Zabiegi Treatments									
			K	SD	Cz	SD	Gw	SD	M	SD	S	SD
Jęczmień Barley	2004	Atol	91,3	±1,2	90,7	±3,1	88,0	±5,3	90,0	±2,0	-	-
		Rataj	88,7	±2,3	79,3	±2,3	96,0	±3,5	81,3	±5,8	-	-
		Rodos	70,0	±6,0	64,7	±10,3	70,7	±4,2	70,7	±8,3	-	-
	2005	Atol	89,0	±3,5	93,3	±4,2	41,3	±10,3	94,0	±5,3	64,0	±2,0
		Rataj	74,5	±4,1	79,3	±2,3	29,3	±1,2	69,3	±10,1	73,3	±7,6
		Rodos	98,5	±1,0	98,7	±1,2	28,7	±3,1	95,3	±3,1	67,3	±3,1
Owies Oats	2004	Rataj	97,3	±2,3	96,7	±2,3	97,3	±1,1	96,0	±2,0	78,7	±5,8
		Chwat	78,0	±8,7	85,3	±3,1	60,0	±9,2	83,3	±4,6	-	-
		Polar	92,7	±3,1	86,7	±4,2	46,7	±4,2	84,0	±4,0	-	-
	2005	Chwat	79,0	±3,5	72,0	±7,2	78,0	±4,0	82,0	±3,5	57,3	±6,1
		Polar	82,0	±3,6	85,3	±3,1	74,7	±6,3	81,3	±5,0	36,7	±11,0
		Chwat	93,3	±2,3	88,7	±1,1	94,7	±5,0	95,3	±1,1	57,3	±11,7
Pszenica Wheat	2004	Polar	86,0	±3,5	84,0	±7,2	76,7	±7,0	92,7	±6,1	17,3	±4,2
		Koksa	91,3	±1,1	86,7	±4,2	87,3	±5,0	71,3	±10,3	-	-
		Korynta	74,7	±3,0	78,0	±10,0	62,7	±5,0	64,0	±5,3	-	-
		Nawra	59,3	±3,0	61,3	±3,0	68,7	±1,1	54,7	±8,3	-	-
	2005	Torka	84,7	±5,8	81,3	±8,3	83,3	±4,2	77,3	±3,1	-	-
		Koksa	90,0	±4,2	99,3	±1,1	92,7	±3,0	93,3	±4,2	68,0	±5,3
		Korynta	90,0	±1,6	95,3	±3,1	85,3	±4,2	96,7	±2,3	86,7	±3,1
		Nawra	98,0	±2,0	97,3	±1,1	93,3	±5,1	96,0	±0,0	90,7	±4,2
	2006	Torka	90,5	±5,7	90,7	±6,4	85,3	±6,1	90,7	±5,0	52,7	±5,0
		Korynta	66,7	±11,0	68,0	±3,5	63,3	±4,3	61,3	±6,1	41,3	±2,3
		Nawra	94,7	±2,3	96,7	±3,0	91,3	±3,0	96,7	±1,1	17,3	±1,1
		Torka	47,3	±9,0	52,0	±3,5	42,7	±3,0	48,7	±5,0	34,7	±3,0

Wigor ziarniaków mierzony wskaźnikiem indeksu kielkowania był najniższy dla owsa Chwat i pszenicy Torka, której zdolność kielkowania była też najslabsza. Indeks kielkowania dla ziarna badanych prób jęczmienia był analogiczny, od 17,8 do 18,7. Inny wskaźnik wigoru, szybkość kielkowania, był jednakowy dla ziarna badanych odmian pszenicy, jak również nie udowodniono istotnych różnic statystycznych w szybkości kielkowania nasion różnych odmian jęczmienia. Natomiast nieoplewione ziarniaki owsa Polar kielkowały szybciej niż oplewione Chwat — średni czas kielkowania wynosił odpowiednio 2,3 i 2,7 dnia. Stwierdzono podobne wschody polowe roślin dla wszystkich badanych odmian jęczmienia. Wschody roślin owsa odmiany Polar otrzymane z nasion

o niższej zdolności kiełkowania i kiełkujących szybciej były słabsze niż odmiany Chwat (tab. 2).

Tabela 2

Zdolność kiełkowania i wigor nasion zbóż jarych w zależności od odmiany
Germination capacity and seed vigour of spring cereals depending on cultivar

Gatunek Species	Odmiana Cultivar	Zdolność kiełkowania Germination capacity (%)	Siewki nienormalne Abnormal seedlings (%)	Nasiona martwe Dead seeds (%)	Wschody polowe Field emergence (%)	Średni czas kiełkowania Mean germination time (dni/days)	Indeks kiełkowania Germination index
Jęczmień Barley	Atol	82,6 a	7,4 ns	7,4 b	66,6 ns	2,9 ns	18,7 a
	Rataj	81,1 a	4,3 ns	13,2 a	69,4 ns	2,6 ns	17,8 a
	Rodos	74,7 b	8,8 ns	14,1 a	59,3 ns	2,7 ns	18,0 a
Owies Oats	Chwat	78,9 a	3,0 a	17,5 ns	66,7 a	2,7 a	13,2 b
	Polar	73,5 b	6,1 b	20,4 ns	48,2 b	2,3 b	18,9 a
Pszenica Wheat	Koksa	86,8 a	6,5 ns	5,7 d	67,7 a	3,1 ns	19,1 a
	Korynta	74,2 c	7,0 ns	16,9 b	58,2 b	2,6 ns	16,4 b
	Nawra	79,7 b	6,1 ns	12,8 c	66,7 a	2,5 ns	18,8 a
	Torka	69,2 d	5,2 ns	24,5 a	56,9 b	2,4 ns	14,9 c

Wyniki oznaczone tymi samymi literami dla jednego gatunku i cechy nie różnią się istotnie ($p = 0,05$)

Values followed by the same letter for the same species and parameter are not significantly different at $p = 0.05$

ns — Nieistotne; Not significant

Rok zbioru, a więc warunki wzrostu roślin i dojrzewania ziarna miały istotny wpływ na wyniki wartości siewnej. Najniższe wyniki zdolności kiełkowania uzyskano dla ziarniaków jęczmienia i owsa zebranych w 2005 roku. Jednocześnie stwierdzono najwięcej nasion martwych; od 18,8 do 23,0% odpowiednio dla jęczmienia i owsa. Natomiast ziarniaki badanych prób pszenicy, najslabiej kiełkowały w 2006 roku i udział nasion martwych był również najwyższy w porównaniu z wynikami z 2004 i 2005 roku (tab. 3).

Tabela 3

Zdolność kiełkowania i wigor nasion zbóż jarych: jęczmienia, owsa i pszenicy z 3 lat zbioru
Germination capacity and seed vigour of spring barley, oats and wheat for 3 years of harvest

Gatunek Species	Rok zbioru Year of harvest	Zdolność kiełkowania Germination capacity (%)	Siewki nienormalne Abnormal seedlings (%)	Nasiona martwe/ Dead seeds (%)	Wschody polowe Field emergence (%)	Średni czas kiełkowania Mean germination time (dni/days)	Indeks kiełkowania Germination index
Jęczmień Barley	2004	81,8 b	12,8 a	5,8 b	54,0 c	2,4 ns	19,5 a
	2005	74,0 c	3,3 b	18,8 a	71,3 b	3,0 ns	16,3 b
	2006	93,2 a	1,4 b	3,7 b	86,0 a	2,5 ns	20,6 a
Owies Oats	2004	77,1 a	5,8 ns	16,7 b	45,8 c	2,7 a	16,1 a
	2005	73,3 b	3,4 ns	23,0 a	66,4 a	2,8 a	16,4 a
	2006	78,6 a	4,7 ns	16,4 b	60,9 b	1,9 b	15,6 b
Pszenica Wheat	2004	74,2 b	13,5 a	11,0 b	50,9 c	2,7 b	15,7 b
	2005	89,2 a	2,7 b	7,4 c	79,2 a	3,3 a	21,0 a
	2006	61,5 c	2,8 b	33,0 a	54,5 b	1,7 c	13,3 c

Wyniki oznaczone tymi samymi literami dla jednego gatunku i cechy nie różnią się istotnie ($p = 0,05$)

Values followed by the same letter for the same species and parameter are not significantly different at $p = 0.05$

ns — Nieistotne; Not significant

Niskie wschody polowe wszystkich gatunków roślin stwierdzono dla materiału zebranego w 2004 roku — 54,0, 45,8, 50,9% odpowiednio dla jęczmienia, owsa i pszenicy. Należy dodać, że warunki meteorologiczne panujące podczas kiełkowania i wschodów w 2006 i 2005 roku były korzystne, a w 2004 roku w tym okresie wystąpiła susza. Groot i wsp. (2004) stwierdzili, że produkcja ekologicznego materiału siewnego pszenicy jest realna, ale należy liczyć się z niższymi wschodami polowymi roślin spowodowanymi brakiem chemicznej ochrony wynikającej z działania zapraw nasiennych. Wigor ziarniaków pszenicy zebranych w 2006 roku określony jako indeks kiełkowania, czyli suma ilorazu liczby nasion skielkowanych po określonym czasie do czasu kiełkowania (Ruan i in., 2002) był niski i różny statystycznie od wskaźnika obliczonego dla pozostałych 2 lat badań. Natomiast w optymalnych warunkach laboratoryjnych (20°C) szybkość kiełkowania ziarniaków pszenicy zebranych w 2006 roku była najlepsza — różna od wyników uzyskanych dla nasion z 2004 i 2005 roku zbioru — odpowiednio 1,7 dnia dla ziarna z 2006 roku oraz 2,7 i 3,3 dla ziarna z 2004 i 2005 roku zbioru (tab. 3.)

Groot i wsp. (2004) widzą pilną potrzebę prowadzenia badań metodycznych nad opracowaniem sposobów zaprawiania nasion dla ekologicznej produkcji nasiennej. W niniejszej pracy w warunkach laboratoryjnych badano ziarno poddane działaniu różnych zabiegów przedsiewnych. Spodziewano się, że działanie naturalnych sposobów będzie dezynfekujące (zawiesina czosnku, gorąca woda) lub stymulujące rozwój bakterii antagonistycznych w stosunku do grzybów patogenicznych (mleko w proszku, soda oczyszczona). Jak wskazują badania zdrowotności ziarna moczonego w roztworze sody liczba patogenów zasiedlających była niższa w stosunku do kontroli (doniesienie ustne). Ale, niestety zdolność kiełkowania także obniżała się. Zdolność kiełkowania ziarniaków jęczmienia i owsa otoczkowanych mlekiem, oraz zaprawianych zawiesiną czosnku nie różniła się statystycznie od zdolności kiełkowania ziarna kontrolnego. Udział nasion martwych był również podobny w kontroli i po zaprawieniu ziarniaków mlekiem lub czosnkiem, ale niższy niż w próbach traktowanych gorącą wodą lub wodorowęglanem sodu. Wschody polowe roślin dla kombinacji z zawiesiną czosnku i kontroli były także najwyższe i wyższe niż dla gorącej wody, a w przypadku jęczmienia nie różniły się od wschodów otrzymanych z ziarna potraktowanego sodą oczyszczoną. Zdolność kiełkowania ziarniaków pszenicy moczonych przez 1 godzinę w zawieszynie czosnku była taka jak w badaniu kontrolnym, odpowiednio 82,4 i 81,4%. Udział siewek nienormalnych był również podobny w kombinacji z czosnkiem i w badaniu kontrolnym — 5,4 i 6,1% (różnica nieistotna statystycznie). Jednakże ilość nasion martwych, pleśniejących była istotnie niższa po dezynfekcji czosnkiem niż kontrolnych, niedezynfekowanych — odpowiednio 10,3 i 11,5%. Indeks kiełkowania obliczony dla ziarniaków pszenicy był najwyższy dla kombinacji z czosnkiem (20,7) i różny od wyników uzyskanych dla pozostałych kombinacji. Najniższy wskaźnik indeksu kiełkowania otrzymano dla ziarniaków zaprawianych sodą (11,7), które kiełkowały najszybciej — średni czas kiełkowania 1,3 dnia w porównaniu do kontroli – 3,0 lub innych kombinacji od 2,8 do 3,2 dnia. Ziarno pszenicy jarej zaprawiane sodą oczyszczoną odznaczało się najniższą zdolnością kiełkowania, słabymi wschodami polowymi, najniższym wskaźnikiem

indeksu kiełkowania, ale kiełkowało najszybciej. Stwierdzono, że żadna z zastosowanych naturalnych zapraw lub zabiegów nie spowodowała poprawy zdolności kiełkowania, a działanie gorącej wody (jęczmień) i sody oczyszczonej (owies, pszenica) pogorszyło kiełkowanie (tab. 4).

Tabela 4

Wskaźniki zdolności kiełkowania i wigoru nasion oraz wschody polowe roślin jęczmienia, owsa i pszenicy w zależności od sposobu zaprawiania
Parameters of seed germination capacity and vigour and field emergence of spring barley, oats and wheat depending on seed treatment

Gatunek Species	Zabieg Treatment	Zdolność kiełkowania Germination capacity (%)	Siewki nienormalne Abnormal seedlings (%)	Nasiona martwe Dead seeds (%)	Wschody polowe Field emergence (%)	Średni czas kiełkowania Mean germination time (dni/days)	Indeks kiełkowania Germination index
Jęczmień Barley	K	87,1 a	5,4 ns	7,1 c	78,0 a	3,1 a	20,5 b
	Cz	86,1 a	7,6 ns	5,9 c	77,0 a	2,6 b	24,8 a
	Gw	64,5 c	9,1 ns	26,5 a	30,4 b	2,0 c	13,0 d
	M	85,2 a	6,3 ns	8,0 c	74,7 a	3,1 a	18,6 c
	S	70,8 b	2,0 ns	12,5 b	71,2 a	2,7 b	9,8 e
Owies Oats	K	84,7 a	3,5 b	1,8 c	67,8 a	3,0 a	18,1 b
	Cz	83,7 a	3,7 b	12,6 c	66,0 a	2,5 b	20,3 a
	Gw	71,8 b	8,8 a	18,9 b	44,2 b	2,6 b	16,2 c
	M	86,4 a	2,7 b	10,8 c	61,5 a	3,0 a	18,0 b
	S	42,2 c	4,0 b	52,7 a	41,3 b	0,6 c	2,9 d
Pszenica Wheat	K	81,4 a	6,1 ns	11,5 c	69,7 a	3,0 b	17,4 b
	Cz	82,4 a	5,4 ns	10,3 b	68,6 ab	2,8 c	20,7 a
	Gw	77,8 b	7,0 ns	13,9 b	49,5 c	2,3 d	17,1 b
	M	77,3 b	8,5 ns	13,4 a	64,2 b	3,2 a	16,8 b
	S	55,9 c	1,5 ns	39,2 bc	53,7 c	1,3 e	11,7 c

Wyniki oznaczone tymi samymi literami dla jednego gatunku i cechy nie różnią się istotnie ($p = 0,05$)

Values followed by the same letter for the same species and parameter are not significantly different at $p = 0.05$

ns — Nieistotne; Not significant

Groot i wsp. (2004) otrzymali niższą liczbę nasion marchwi porażonych grzybem *Alternaria radicina* po potraktowaniu gorącą wodą niż u nasion kontrolnych. Natomiast Bergen (2004b) wskazuje na pozytywne działania mleka w proszku na zmniejszenie porażenia ziarna pszenicy patogenami *Tilletia tritici*, które były przyczyną niskiej zdolności kiełkowania i wigoru. Grzyb ten, sprawca śnieci cuchnącej, zaliczany jest do najgroźniejszych patogenów obniżających jakość materiału siewnego i będący powodem dyskwalifikacji nasion. Groot i wsp. (2004) podsumowując tematykę prezentowaną na pierwszej światowej konferencji dotyczącej nasion ekologicznych, stwierdzili (nie podając wyników), że pomimo wysiłków, trudno jest uzyskać równie dobrą wartość siewną dla nasiona ekologicznych jak konwencjonalnych.

Pozytywny efekt działania naturalnych zapraw obserwowano porównując wyniki oceny wigoru nasion. Najwyższy indeks kiełkowania stwierdzono dla ziarna wszystkich gatunków roślin zaprawianych zawiesiną czosnku od 24,8 dla jęczmienia, 20,7 dla pszenicy i 20,3 dla owsa w odniesieniu do kontroli odpowiednio 20,5, 17,4 i 18,1. Ziarniaki wszystkich gatunków roślin o najsłabszej zdolności kiełkowania potraktowane

gorącą wodą lub sodą kiełkowały szybciej. Średni czas kiełkowania ziarniaków zdezynfekowanych gorącą wodą i zaprawianych sodą był statystycznie krótszy niż kontrolnych. Ten pozytywny efekt nie znalazł potwierdzenia w wynikach zdolności kiełkowania i wschodach roślin w warunkach polowych (tab. 4).

Materiał siewny badanych odmian zbóż był oceniany pod względem tolerancji na kiełkowanie w temperaturze środowiska obniżonej do 10°C. W warunkach laboratoryjnych oceniano liczbę ziarniaków kiełkujących normalnie, obliczano tempo oraz indeks kiełkowania (tab. 5). Ilość ziarniaków kiełkujących w temperaturze obniżonej do 10°C była podobna dla wszystkich odmian jęczmienia, owsa i pszenicy. Różnice odmianowe dla badanego ziarna jęczmienia dla indeksu kiełkowania i średniego czasu kiełkowania jednego ziarniaka były nieistotne statystycznie. Ilość ziarniaków skiełkowanych w temperaturze obniżonej dla odmiany Polar i Chwat była podobna (87,1 i 83,5%), a indeks kiełkowania był wyższy dla ziarna odmiany nieoplewionej niż oplewionej, odpowiednio 10,6 i 7,5. Również tempo kiełkowania w temperaturze obniżonej było znacznie szybsze dla ziarniaków owsa nieoplewionego niż oplewionego, średni czas kiełkowania jednego ziarniaka był dłuższy odpowiednio 4,0 i 5,2 dnia. Ilość i tempo kiełkowania ziarniaków w temperaturze 10°C dla badanych odmian pszenicy były podobne. Indeks kiełkowania obliczony dla ziarna odmiany Koksa i Nawra był podobny, a ponadto wyższy i statystycznie różny niż obliczony dla ziarniaków Korynty i Torki (tab. 5).

Tabela 5

Zdolność kiełkowania i wigor nasion zbóż jarych w obniżonej temperaturze — 10°C
Seed germination and vigour of spring cereals at temperature lowered to 10°C

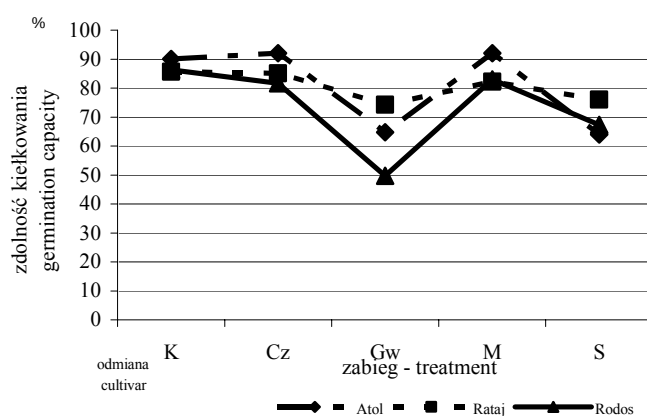
Gatunek Species	Rok zbioru Year of harvest	Kiełkowanie (%) Germination (%)	Średni czas kiełkowania (dni) Mean germination time (days)	Indeks kiełkowania Germination index
Jęczmień Barley	Atol	90,3 ns	3,9 ns	12,5 ns
	Rataj	88,8 ns	4,1 ns	11,1 ns
	Rodos	85,7 ns	3,8 ns	12,1 ns
Owies Oats	Chwat	83,5 ns	5,2 a	7,5 b
	Polar	87,1 ns	4,0 b	10,6 a
Pszenica Wheat	Koksa	89,0 ns	4,3 ns	11,0 a
	Korynta	77,8 ns	4,4 ns	8,5 b
	Nawra	81,8 ns	4,6 ns	10,2 a
	Torka	74,0 ns	4,0 ns	8,2 b

Wyniki oznaczone tymi samymi literami dla jednego gatunku i cechy nie różnią się istotnie ($p = 0,05$)

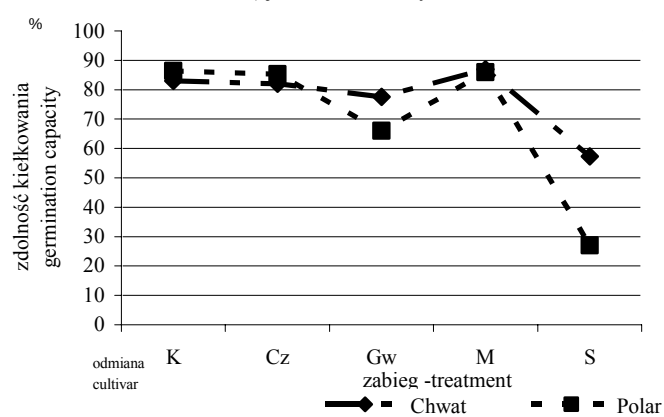
Values followed by the same letter for the same species and parameter are not significantly different at $p = 0.05$

ns — Nieistotne; Not significant

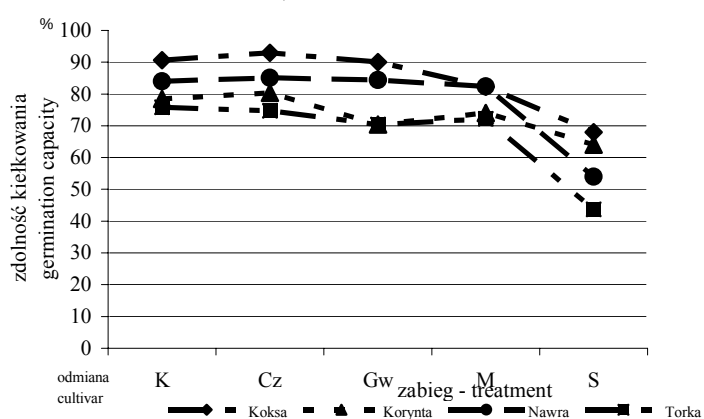
Reakcja ziarna badanych odmian zbóż na działanie różnych zabiegów przedsiewnych została przedstawiona na rysunkach 1–4. Graficznie przedstawiono te zależności badanych cech (zdolność kiełkowania, indeks kiełkowania, średni czas kiełkowania, wschody polowe), dla których udowodniono istnienie współdziałania pomiędzy zabiegiem przedsiewnym a odmianą. Interpretację wyników przeprowadzono zgodnie ze wskazaniem Mądrego 1998. Ziarniaki trzech odmian jęczmienia, Atol, Rataj, Rodos o początkowej zdolności kiełkowania od 86 do 90% różnie kiełkowały po potraktowaniu czosnkiem, gorącą wodą, mlekiem lub sodą.



a) jęczmień — barley

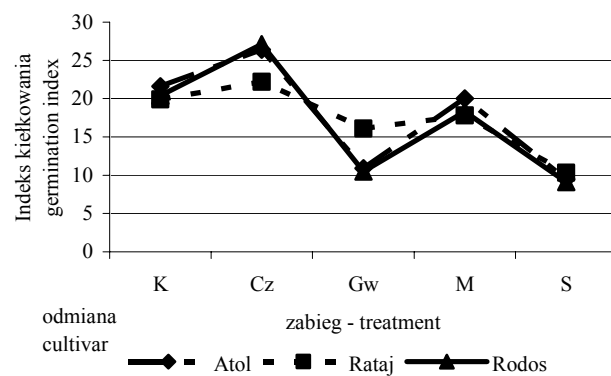


b) owies — oat

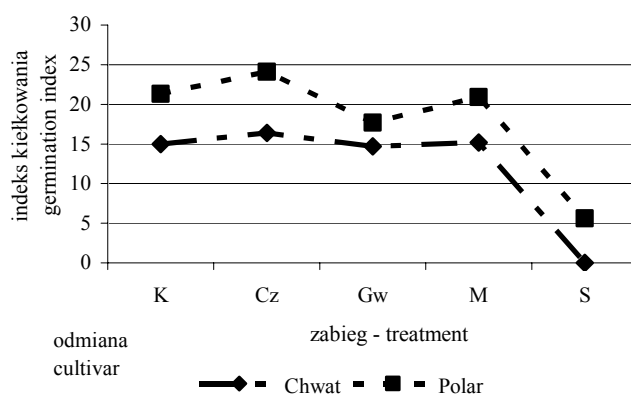


c) pszenica — wheat

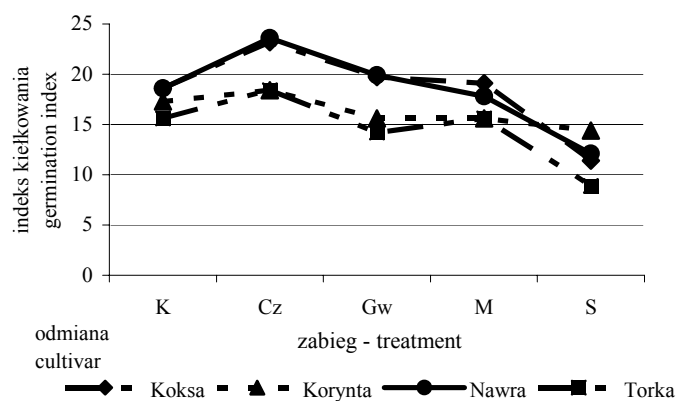
Rys. 1. Wpływ różnych sposobów zaprawiania na zdolność kiełkowania ziarna
Fig. 1. Effects of seed treatment on seed germination capacity



a) jęczmień — barley



b) owies — oat



c) pszenica — wheat

Rys. 2. Wpływ różnych sposobów zaprawiania na indeks kielkowania ziarna
Fig. 2. Effects of seed treatment on germination index

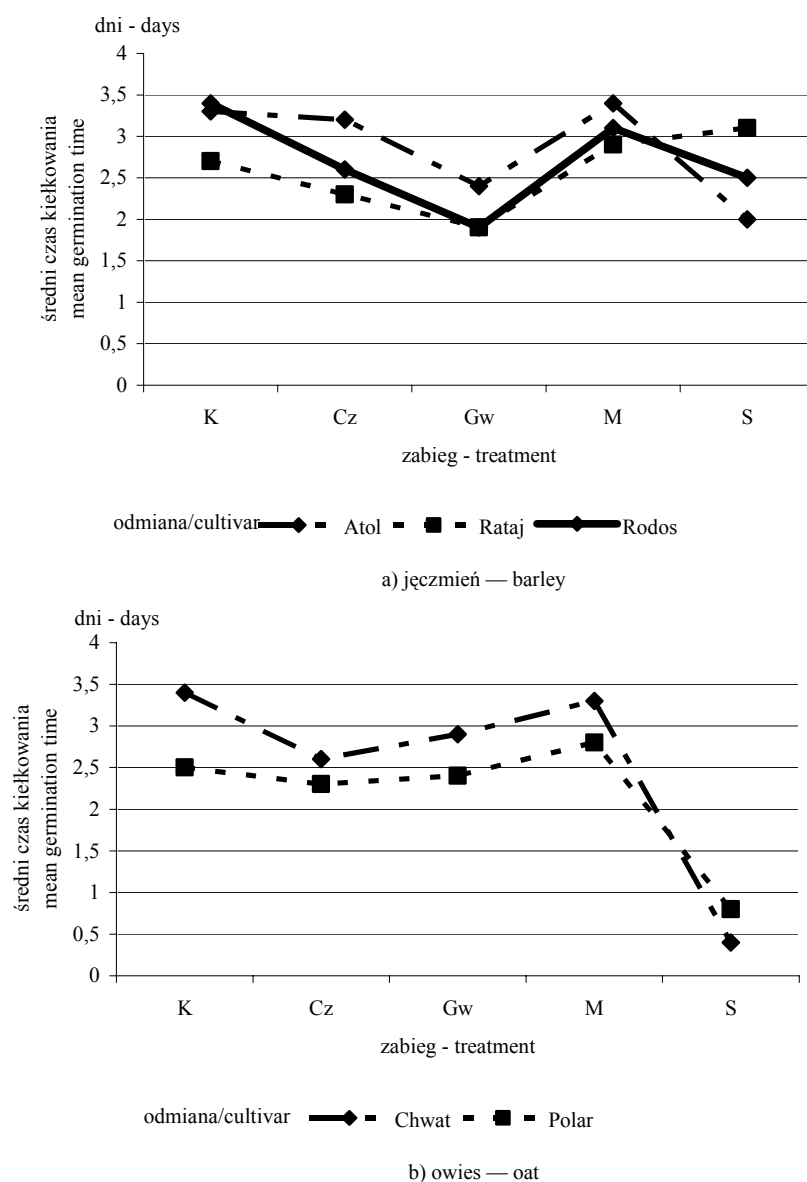
Obserwowano duże obniżenie zdolności kiełkowania ziarniaków wszystkich odmian jęczmienia potraktowanych gorącą wodą (Gw). Wpływ gorącej wody, czosnku i mleka na zdolność kiełkowania ziarniaków odmiany Rodos i Atol był podobny (rys. 1 a). Pomimo, że obserwowano wyraźny spadek zdolności kiełkowania ziarna obu odmian owsa na działanie wodorowęglanu sodu, to jednak odmiany podobnie reagowały tylko na działanie wodnej zawiesiny czosnku (rys. 1 b). Początkowa zdolność kiełkowania, czyli zdolność kiełkowania ziarna kontrolnego, pszenicy wahała się od 75,8 do 90,6% w zależności od odmiany i podobnie jak dla ziarna owsa działanie sody oczyszczonej było wyraźnie niekorzystne. Reakcja ziarniaków badanych czterech odmian na zastosowane zabiegi przedsiewne była różna, jedynie Nawra i Torka zachowywały się podobnie w kombinacji z sodą (rys. 1 c).

Wigor nasion mierzony indeksem kiełkowania, podobnie jak zdolność kiełkowania był dla wszystkich badanych odmian najniższy dla ziarniaków potraktowanych gorącą wodą i zaprawianych sodą oczyszczoną. Jednak reakcja ziarna była różna w zależności od odmiany. Dwie odmiany jęczmienia (Rodos i Rataj) i owsa (Chwat, Polar) reagowały podobnie tylko na działanie sody oczyszczonej (rys. 2 a i 2 b). Wśród badanych odmian pszenicy, Torka i Koksa zachowywały się podobnie po działaniu sody, a Koksa, Nawra i Torka po potraktowaniu gorącą wodą (rys. 2 c).

Dla szybkości kiełkowania ziarna w temperaturze 20°C stwierdzono istotne współdziałanie odmiany i zabiegu jedynie dla jęczmienia i owsa. Ziarno jęczmienia potraktowane gorącą wodą kiełkowało szybciej w porównaniu z kiełkowaniem ziarna kontrolnego lub zaprawianego mlekiem, czosnkiem. Wpływ gorącej wody i mleka w proszku na szybkość kiełkowania ziarniaków jęczmienia odmiany Rodos i Atol był podobny (rys. 3 a). Średni czas kiełkowania ziarniaków badanych odmian owsa był podobny w przypadku potraktowania ich gorącą wodą (rys. 3 b).

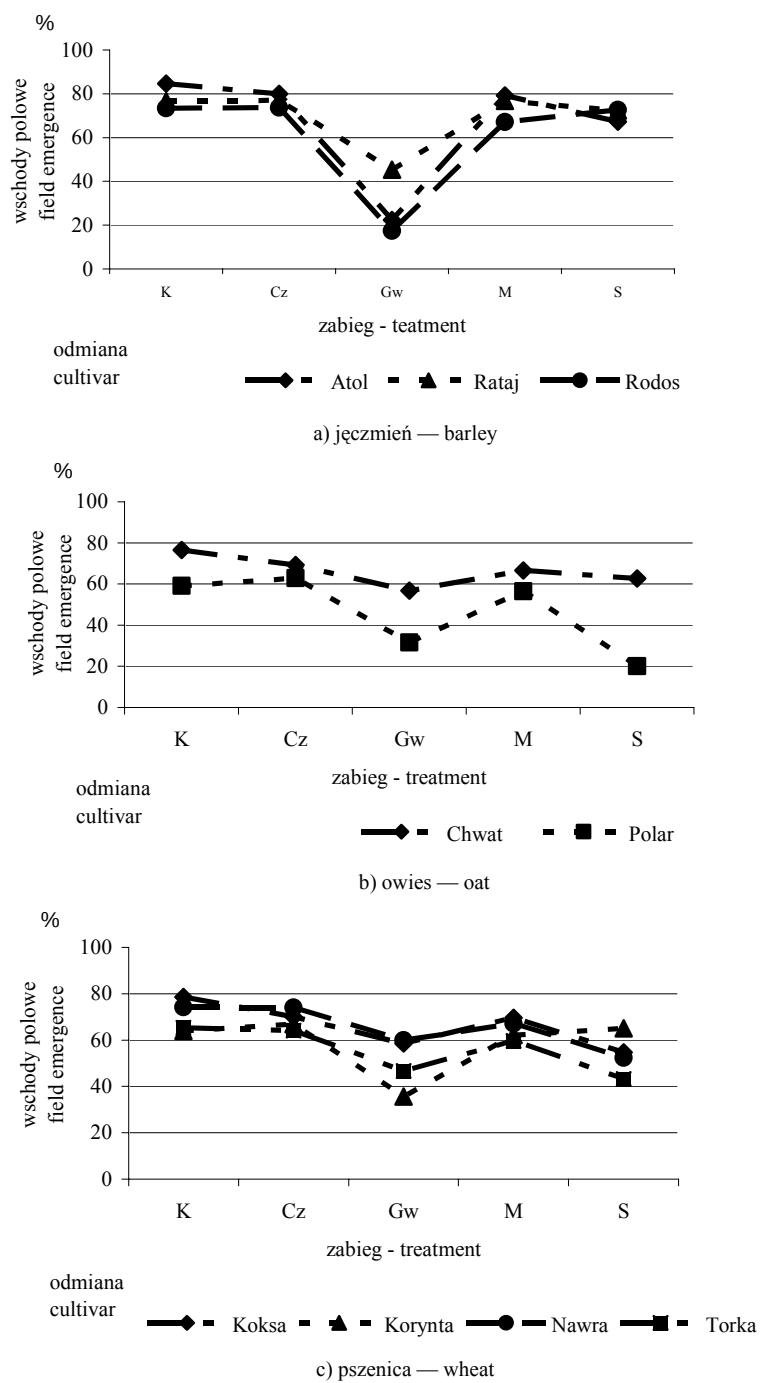
Olvång (2004) uzyskał podobne tempo kiełkowania ziarna zebranego z plantacji ekologicznych i konwencjonalnych wtedy, gdy ziarno ekologiczne było zebrane o 15 a nawet o 30 dni wcześniej niż konwencjonalne. Olvång (2004) stwierdza, że ziarno o wysokim współczynniku szybkości kiełkowania jest porażone *B. sorokiniana*. Wszystkie, naturalne sposoby uszlachetniania ziarna (zaprawianie czosnkiem, mlekiem w proszku, sodą oczyszczoną i moczenie w gorącej wodzie) wpłynęły na zmniejszenie liczby najczęściej występujących grzybów: *Alternaria alternata* i *Fusarium* spp (doniesienie ustne). Ten pozytywny efekt poprawy zdrowotności ziarna nie spowodował oczekiwanej poprawy wartości siewnej.

Najlepsze wschody roślin dla badanych odmian zbóż jarych obserwowano wówczas, gdy wysiewano ziarno niezaprawiane, moczone w zawieszynie czosnku lub zaprawiane mlekiem w proszku. Udowodniono istotne współdziałanie odmiany i zabiegu na liczbę wschodów roślin wszystkich badanych gatunków zbóż. Wschody roślin jęczmienia odmian Rodos i Atol były niskie i reakcja ziarna na działanie gorącej wody była podobna (rys. 4 a). Liczba wschodów polowych i reakcja odmian owsa Chwat i Polar była różna w zależności od zastosowanego zabiegu przedsiewnego i podobnie jak u odmian pozostałych gatunków traktowanie nasion gorącą wodą i sodą wpływało niekorzystnie (rys. 4 b).



Rys. 3. Wpływ różnych sposobów zaprawiania na szybkość kiełkowania ziarna
Fig. 3. Effects of seed treatment on germination rate

Obserwowano podobny wpływ przedsiewnego traktowania ziarniaków gorącą wodą, czosnkiem i sodą na liczbę wschodów polowych roślin odmian Torka i Nawra. Reakcja pozostałych odmian pszenicy była różna (rys. 4 c).



Rys. 4. Wpływ różnych sposobów zaprawiania ziarna na wschody polowe roślin
Fig. 4. Effects of seed treatment on field emergence

PODSUMOWANIE

Zdolność kiełkowania ziarniaków zbóż jarych: jęczmienia, owsa i pszenicy wyprodukowanych na ekologicznych, kwalifikowanych plantacjach nasiennych, jakkolwiek zależna od odmiany i roku zbioru, była dla ponad połowy badanych prób wyższa niż 85%, czyli spełniała wymagania jakościowe. Najlepszym sposobem przedsiewnego zaprawiania było traktowanie ziarniaków wodną zawiesiną czosnku, co najwyraźniej wykazało badanie wigoru. Natomiast soda oczyszczona i gorąca woda powodowały spadek zarówno zdolności kiełkowania i wigoru ziarniaków jak też wschodów polowych roślin. Jednakże żaden z zastosowanych sposobów zaprawiania nie spowodował oczekiwanej poprawy wartości siewnej ziarna badanych zbóż.

LITERATURA

- Bergen A. 2004 a. Strategies for regulation of seed borne diseases in organic farming. ISTA News Bulletin No.127 April 2004: 19 — 21.
- Bergen A. 2004 b. Organic seed treatment to control common bunt (*Tilletia tritici*) in wheat. ISTA News Bulletin No. 128. October 2004: 12 — 13.
- Groot S. P. C., van der Wolf J. M., Jalink H., Langerak C. J., van den Bulk R. W. 2004. Challenges for the production of high quality organic seeds. ISTA News Bulletin No.127 April 2004: 12 — 15.
- Dziennik Ustaw. 2004. Nr 59, poz. 565 z dnia 8 marca 2004 r. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących wytwarzania i jakości materiału siewnego
- Dziennik Ustaw. 2007. Nr 29, poz. 189 z dnia 1 lutego 2007 r. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących wytwarzania i jakości materiału siewnego.
- Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej. 2007. o zmianie ustawy o ochronie roślin oraz niektórych innych ustaw. Nr 80 poz. 541.
- International Seed Testing Association. Handbook of Vigour Test Methods. 3rd Edition, 1995, ISTA 1995 PO Box 412, 8046 Zurich, Switzerland ISTA.
- International Seed Testing Association. ISTA Rules. 2004. PO Box 412, 8046 Zurich, Switzerland.
- Kuś J. 1995. Systemy gospodarowania w rolnictwie. II Rolnictwo ekologiczne. Materiały szkoleniowe JUNG Nr 45/95.
- Kuś J., Ufnowska J., Madej A. 2000. Efektywność gospodarowania w systemie ekologicznym i konwencjonalnym w zależności od kierunku produkcji. Pam. Puł. 120: 247 — 255.
- Larinde M. A. 2004. Seed quality: an important aspect of organic seed production and seed trade. Proceedings of the First World Conference on Organic Seed. July 5–7, 2004, FAO Headquarters, Rome, Italy.
- Mądry W. 1998. Doświadczalnictwo. Doświadczenia czynnikowe. Wykłady i ćwiczenia. Wyd. "Fundacja Rozwój SGGW", Warszawa.
- Olvång H. 2004. Early harvest — a possible method for production of healthy seed for organic farming. ISTA News Bulletin No. 127 April 2004: 22 — 25.
- Ekologiczna produkcja nasienne roślin rolniczych. Materiały dla doradców. 2004. Pr. zbior. pod red.: W. Nowacki, Z. Bodzon, L. Boros, K. Kolasińska, E. Małuszyńska, T. Oleksiak, S. Prończuk, T. Wołkowski, W. Goliszewski, J. Kaszuba. Wyd. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego-Regionalnego Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich w Radomiu: 1 — 166.
- Ruan S., Xue Q., Tylkowska K. 2002. The influence of priming on germination of rice (*Oryza sativa* L.) seeds and seedling emergence and performance in flooded soil. Seed Sci. & Technol. 30: 61 — 67.
- SAS Institute, Inc., 2004. SAS 9.1 Companion for Windows. SAS Publishing, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- SAS Institute, Inc., 2004 a. SAS/STAT 9.1 User's Guide. SAS Publishing, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

TADEUSZ ADAMSKI¹
ANDRZEJ BICHONSKI²
ZDZISŁAW BILIŃSKI⁵
ZBIGNIEW BYSTRY³
PIOTR JAROSZ⁴
DOROTA JASIŃSKA³
ZYGMUNT KACZMAREK¹
KAROLINA KRYSTKOWIAK¹
ANETTA KUCZYŃSKA¹
WOJCIECH MIKULSKI⁴
BARBARA NOWAK⁵
WANDA ORŁOWSKA-JOB⁶
ZDZISŁAW PASZKIEWICZ³
MICHAŁ RĘBARZ¹
MARIA SURMA¹
ANNA SYBILSKA⁷

¹ Instytut Genetyki Roślin PAN, Poznań

² Małopolska Hodowla Roślin, SHR Polanowice

³ Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o.o.

⁴ Grupa Szelejewo, Sp. z o.o., SHR Modzurów

⁵ ZD Bąków

⁶ Hodowla Roślin Strzelce, Sp. z o.o.

⁷ ZDHAR Radzików

Wybór miejscowości przydatnych do oceny rodów jęczmienia jarego

Identifying suitable locations for evaluating advanced barley breeding lines

Analizowano wyniki doświadczeń przedwstępnych i wstępnych z jęczmieniem jarym przeprowadzane w latach 2003–2006. Badaną cechą był plon ziarna z poletka. Ponieważ doświadczenia zakładano w 6 miejscowościach, możliwe było przeprowadzenie, wykorzystując program SERGEN, pogłębionej analizy struktury interakcji genotypowo-środowiskowej, przy czym szczególną uwagę zwrócono na charakterystykę środowisk. Na podstawie przeprowadzonych obliczeń wyróżniono jedną miejscowość, w której w badanym okresie 4 lat rody jęczmienia plonowały najwyżej i w której różnice między porównywanymi rodami były najbardziej widoczne, oraz dwie inne miejscowości o znacząco większym od innych udziale w interakcji $G \times E$. Stwierdzono ponadto, że większość (około 75%) rodów jęczmienia było w badanych środowiskach stabilnych w plonowaniu, co z jednej strony może oznaczać brak znaczących różnic klimatyczno-glebowych między miejscowościami, z drugiej zaś wskazywać na ukierunkowanie polskiej hodowli na selekcję genotypów stabilnych.

Słowa kluczowe: interakcja genotypowo- środowiskowa, jęczmień jary, plon

The experimental data from pre-registration experiments with advanced barley breeding lines, conducted in 2003–2006, were analyzed. Grain yield was compared in 11 series of experiments carried out in 6 localities. The data were processed using SERGEN software. Statistical analysis was performed with the aim to study the genotype-environmental interaction with a special attention paid to characterization of localities. The results showed that one locality could be distinguished as the best environment for high yielding of the studied barley genotypes. Moreover, in this locality, the climatic and soil conditions appeared to be most suitable for expression of the differences between genotypes. The compared localities were diversified in their contribution to the genotype-environment interaction; among six localities, two had the markedly higher participation in GE (about 20%). It was shown that about 75% of the studied breeding lines were stable in yielding. This may indicate the lack of marked differences between localities in climatic and soil conditions and/or evidence the achievements of breeding in creating stable-yielding genotypes of barley.

Key words: genotype-environment interaction, spring barley, yield stability

WSTĘP

W hodowli jęczmienia jarego w Polsce zaawansowane rody porównywane są w doświadczeniach przedwstępnych i wstępnych przeprowadzanych w sześciu miejscowościach, zlokalizowanych w różnych rejonach kraju (Wielkopolska, Małopolska, Mazowsze, Śląsk). Doświadczenia takie pozwalają uwzględnić interakcję genotypowo-środowiskową w podejmowaniu decyzji selekcyjnych oraz ocenę wpływu zróżnicowanych warunków środowiska na wysokość plonu i inne ważne cechy agronomiczne. Interakcja genotypowo-środowiskowa ($G \times E$) polega na różnej reakcji organizmów na zmianę warunków środowiska, stąd też obserwowane różnice fenotypowe między roślinami zależą od środowiska, w którym są one porównywane (Ceccarelli i in., 1991, 1992; Altin i in., 2000; Blanche i Myers, 2006). Interakcja $G \times E$ jest zjawiskiem kompleksowym, obejmującym reakcję roślin na wszystkie warunki środowiska, zarówno abiotyczne związane z zasobnością i strukturą gleby oraz z czynnikami atmosferycznymi (temperatura, opady, nasłonecznienie), jak i biotyczne (infekcje organizmami chorobotwórczymi). Odmiany/rody można ogólnie podzielić na stabilne, to jest takie, dla których przeciętne wartości analizowanych cech w niewielkim tylko stopniu są zależne od środowiska, oraz niestabilne, o przeciętnych wartościach cech zależnych od zmiennych warunków środowiskowych (Kaczmarek, 1986; Mądry, 2004; Mądry i Kang, 2005). Z kolei formy niestabilne mogą reagować zwiększaniem (formy intensywne) bądź zmniejszaniem (formy ekstensywne) wartości cech wraz z polepszaniem się warunków środowiska. Są też formy niestabilne o tendencji nieokreślonej, to jest takie, których reakcji nie można przewidzieć.

Analiza statystyczna uzyskanych danych doświadczalnych przeprowadzana jest najczęściej z zastosowaniem dwuczynnikowej analizy wariancji, pozwala na stwierdzenie efektów interakcji genotypowo-środowiskowej, nie charakteryzuje ona jednak dokładniej reakcji poszczególnych genotypów na warunki środowiska, ani też zróżnicowania cechy genotypów w środowiskach. W praktyce hipoteza o braku interakcji $G \times E$ jest najczęściej odrzucana, a wówczas interesujące może być zbadanie zarówno interakcji każdego genotypu ze środowiskiem jak i ocena środowisk pod względem ich interakcji z

genotypami. Możliwości takie daje zastosowanie m.in. programu SERGEN (Caliński i in., 1994). Celem niniejszej pracy była analiza środowisk, w których badane są rody jęczmienia jarego pastewnego w doświadczeniach przedwstępnych i wstępnych z punktu widzenia ich wpływu na uwidacznianie się różnic między obiektami.

MATERIAŁ I METODY

Badania wykonano na podstawie danych uzyskanych z doświadczeń przedwstępnych i wstępnych z rodami jęczmienia jarego pastewnego, przeprowadzonych w latach 2003–2006. Doświadczenia przeprowadzano w sześciu miejscowościach: Strzelce (M1), Modzurów (M2), Nagradowice (M3), Polanowice (M4), Radzików (M5) i Bąków (M6), każde w układzie bloków losowanych w 4 powtórzeniach na poletkach o powierzchni 10 m². Stosowano standardowe zabiegi agrotechniczne. Doświadczenia przedwstępne, z uwagi na dużą liczbę badanych obiektów (około 100), prowadzone były w każdym roku w dwóch niezależnych doświadczeniach, oznaczonych jako S1 i S2, z których każde obejmowało 40–50 obiektów wraz z odmianami wzorcowymi. Z obu doświadczeń wybierano łącznie około 40 rodów do doświadczeń wstępnych. Należy zaznaczyć, że w doświadczeniach wstępnych w danym roku znajdowały się także inne rody, nie tylko te, które były wybrane z doświadczeń przedwstępnych przeprowadzonych rok wcześniej. Cechą obserwowaną był plon ziarna z poletka.

Analizowano strukturę interakcji genotypowo-środowiskowej za pomocą programu SERGEN (Caliński i in., 1994). W analizie tej środowisko oceniane było w aspekcie biologicznym poprzez średnią wartość danej cechy dla wszystkich genotypów porównywanych w tym środowisku, a dokładniej poprzez efekt środowiskowy wyrażony różnicą między średnią dla danego środowiska a średnią ogólną. Wartości statystyki F dla hipotezy ogólnej o braku zróżnicowania genotypów w poszczególnych miejscowościach pozwoliły wnioskować, w jakim środowisku różnice między genotypami uwidaczniały się najpełniej. Ponadto określono udział poszczególnych środowisk (miejscowości) w interakcji genotypowo-środowiskowej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Średnie plony ziarna uzyskane w badanym okresie 2003–2006 wskazują, że w czterech spośród sześciu miejscowości plon był zbliżony i wynosił od 7,22 do 7,62 kg z poletka (tab. 1). W pozostałych dwóch miejscowościach (M3 i M6) był około 5% niższy. W tych dwóch miejscowościach wystąpiło też najwięcej ujemnych odchyłeń środowiskowych; w M6 w ośmiu, a w M3 — w siedmiu na 11 analizowanych doświadczeń (tab. 2). Na tle wszystkich miejscowości najkorzystniej pod tym względem wypada M5, dla której w dziewięciu doświadczeniach (82%) stwierdzono dodatnie odchylenia plonu badanych rodów jęczmienia, przy czym w trzech przypadkach (doświadczenia przedwstępne S1 i S2 w 2004 oraz S1 w 2006) były to najwyższe odchylenia dodatnie.

Tabela 1

Średni plon rodów jęczmienia w poszczególnych miejscowościach (kg/poletko)
Mean yield for analyzed barley breeding lines in particular localities (kg/plot)

Rok Year	Doświadczenie Trial	Środowisko Environment						Średnia Mean
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
2003	przedwstępne S1 pre-registration S1	7,67	8,42	5,20	6,81	6,60	3,87	6,43
	przedwstępne S2 pre-registration S2	8,12	8,83	5,14	6,82	7,06	5,89	6,98
	średnia mean	7,89	8,63	5,17	6,82	6,83	4,88	6,70
2004	przedwstępne S1 pre-registration S1	7,27	8,11	7,55	7,65	8,85	8,08	7,92
	przedwstępne S2 pre-registration S2	7,02	7,21	8,20	7,67	9,01	8,03	7,86
	wstępne W pre-registration W	8,51	7,24	9,13	7,72	8,55	8,71	8,31
	średnia mean	7,60	7,52	8,29	7,68	8,80	8,27	8,03
2005	przedwstępne S1 pre-registration S1	8,11	7,70	4,54	7,85	7,21	6,34	6,96
	przedwstępne S2 pre-registration S2	7,86	7,24	4,64	8,02	6,47	5,93	6,69
	wstępne W pre-registration W	9,18	7,31	5,30	7,73	7,31	7,06	7,32
	średnia mean	8,38	7,42	4,83	7,87	7,00	6,44	6,99
2006	przedwstępne S1 pre-registration S1	6,23	5,58	6,50	7,44	7,53	5,52	6,47
	przedwstępne S2 pre-registration S2	6,49	5,99	6,60	7,42	7,08	5,56	6,52
	wstępne W pre-registration W	7,33	5,84	6,08	7,94	7,70	5,93	6,80
	średnia mean	6,68	5,80	6,39	7,60	7,44	5,67	6,60
Średnia Mean		7,62	7,22	6,26	7,55	7,58	6,45	7,11
M1 — Strzelce					M4 — Polanowice			
M2 — Modzurów					M5 — Radzików			
M3 — NAGRADOWICE					M6 — Bąków			

Biorąc jednakże pod uwagę sumaryczną (dla 11 doświadczeń) ocenę efektów środowiskowych jako najlepsze można wyróżnić dwie miejscowości: M1 i M5. (tab. 3). Zadecydowały o tym doświadczenia wstępne, dla których odchylenia środowiskowe były dodatnie, przy czym dla M1 (= 2,59) było ono znacznie wyższe aniżeli dla M5 (= 1,13). W przypadku doświadczeń przedwstępnych S1 i S2 relacje były odwrotne, jednakże różnica efektów środowiskowych w M5 i w M1 była mniejsza i wynosiła 1,04. Na wyróżnienie, oprócz M1 i M5, zasługuje również M4, która pod względem efektów środowiskowych znalazła się na trzecim miejscu. Natomiast dla miejscowości M2, charakteryzującej się stosunkowo wysokim średnim plonem rodów (nieznacznie

odbiegającym od poziomu planowania w miejscowościach M1, M5 i M4), łączna ocena efektu środowiska okazała się czterokrotnie niższa od oceny środowiska dla M4.

Tabela 2

Oceny efektów środowiskowych (odchyłeń środowiskowych) w poszczególnych doświadczeniach
Estimation of environmental effects (environmental deviations) in particular trials

Rok Year	Doświadczenie Trial	Środowisko Environment					
		M1	M2	M3	M4	M5	M6
2003	przedwstępne S1 pre-registration S1	1,24	1,99	-1,23	0,38	0,17	-2,56
	przedwstępne S2 pre-registration S2	1,14	1,85	-1,83	-0,16	0,08	-1,08
2004	przedwstępne S1 pre-registration S1	-0,65	0,19	-0,36	-0,27	0,93	0,16
	przedwstępne S2 pre-registration S2	-0,84	-0,65	0,35	-0,19	1,15	0,17
	wstępne W pre-registration W	0,20	-1,07	0,82	-0,59	0,24	0,40
2005	przedwstępne S1 pre-registration S1	1,16	0,71	-2,41	0,90	0,26	-0,61
	przedwstępne S2 pre-registration S2	1,16	0,55	-2,06	1,32	-0,22	-0,76
	wstępne W pre-registration W	1,86	-0,01	-2,02	0,42	-0,01	-0,25
2006	przedwstępne S1 pre-registration S1	-0,24	-0,89	0,03	0,98	1,06	-0,94
	przedwstępne S2 pre-registration S2	-0,04	-0,53	0,08	0,90	0,56	-0,97
	wstępne W pre-registration W	0,53	-0,96	-0,72	1,13	0,90	-0,88

Tabela 3

Oceny efektów środowiskowych (średnio z czterech lat) dla poszczególnych doświadczeń oraz ranking
środowisk pod względem sumarycznych efektów środowiskowych
Estimation of environmental effects (mean for four years) for particular trials and ranking of localities
in respect of the overall environmental effects

Doświadczenie Trial	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Przedwstępne S1 Pre-registration S1	1,52	2,00	-3,97	1,98	2,42	-3,95
Przedwstępne S2 Pre-registration S2	1,43	1,22	-3,46	1,88	1,56	-2,64
Wstępne W Pre-registration W	2,59	-2,03	-1,92	0,95	1,13	-0,73
Łącznie Total	5,54	1,19	-9,35	4,82	5,12	-7,32
Ranking	(1)	(4)	(6)	(3)	(2)	(5)
M1 — Strzelce				M4 — Polanowice		
M2 — Modzurów				M5 — Radzików		
M3 — NAGRADOWICE				M6 — Bąków		

Wobec dodatniej sumarycznej oceny efektów środowiska M2 w przypadku doświadczeń przedwstępnych (druga pozycja w rankingu) zasadniczy wpływ na tak dużą różnicę miały plony, a tym samym i odchylenia środowiskowe uzyskane w tej miejscowości dla doświadczeń wstępnych (-2,03). Zauważmy, bowiem że sumaryczne oceny efektów środowiskowych w miejscowościach M1, M5 i M4 były dla każdego z doświadczeń przedwstępnych i wstępnych zawsze dodatnie. W przeciwieństwie do wymienionych czterech miejscowości M1, M5, M4 i M2 ujemną oceną efektu środowiskowego zarówno łącznego jak i dla poszczególnych doświadczeń odznaczały się miejscowości M6 i M3. Prawdziwość powyższych rozważań, przedstawionych na podstawie ocen efektów środowiskowych zawartych w tabeli 3, potwierdza procentowy udział środowisk w sumie dodatnich a także ujemnych ocen (-) efektów środowiskowych z poszczególnych lat podany w tabeli 4.

Tabela 4

Procentowy udział środowisk w sumie dodatnich/ujemnych ocen efektów środowiskowych
Participation of environments (%) in the entire number of positive/negative environmental effects

Doświadczenie Trial	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Przedwstępne S1 Pre-registration S1	19,2	25,2	50,1 (-)	25,0	30,6	49,9 (-)
Przedwstępne S2 Pre-registration S2	23,4	20,1	56,8 (-)	30,9	25,6	43,2 (-)
Wstępne W Pre-registration W	55,4	43,5 (-)	40,9 (-)	20,4	24,2	15,6 (-)
Łącznie Total	33,3	7,1	56,1 (-)	28,9	30,7	43,9 (-)
Ranking	(1)	(4)	(6)	(3)	(2)	(5)
M1 — Strzelce				M4 — Polanowice		
M2 — Modzurów				M5 — Radzików		
M3 — NAGRADOWICE				M6 — Bąków		

Interesujące było też zbadanie, w jakim stopniu w poszczególnych miejscowościach uwidaczniało się zróżnicowanie rodów. W tabeli 5 zamieszczono wartości statystyki F określającej zróżnicowanie badanych obiektów w każdej z 6 miejscowości oraz wartości średnich kwadratów dla błęd. Rozpatrując indywidualnie doświadczenia w poszczególnych miejscowościach można zauważyć, że nie we wszystkich przypadkach różnice te były istotne — w 6 doświadczeniach (9,1%,) wartości statystyki F nie przekraczały wartości krytycznej na poziomie $\alpha = 0,05$. Z tabeli tej wynika także, że mimo niejednorodność średnich kwadratów dla błędów w poszczególnych doświadczeniach, można zaobserwować występowanie największych różnic między rodami w miejscowości M5, a najniższych w M4.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że udział poszczególnych miejscowości w obserwowanej interakcji genotypowo-środowiskowej nie był jednakowy. W poszczególnych latach i typach doświadczeń wahał się od 4,8% (M6 — przedwstępne S1 w 2004 r.) do 41% (M2 — wstępne 2006) (tab. 6). Największy wpływ na wystąpienie interakcji $G \times E$ miały warunki środowiskowe występujące w miejscowościach M4 i M3.

Dzieląc zamieszczone w tabeli 6 wyniki na trzy grupy: poniżej 10%, 10–20%, powyżej 20% udziału poszczególnych środowisk w interakcji można zauważyć, że najwyższy stopień reakcji rodów na warunki glebowe i klimatyczne miał miejsce w środowiskach M4 i M3, dla których udział procentowy w interakcji $G \times E$ wyniósł powyżej 20% odpowiednio 8 i 6 razy. Badane rody okazały się najmniej wrażliwe na warunki środowiskowe panujące w miejscowościach M6 i M5.

Tabela 5

Wartości statystyki F dla braku zróżnicowania plonu rodów jęczmienia jarego w poszczególnych miejscowościach oraz średnie kwadraty dla błęd (w nawiasach)
 F statistics for no-differentiation in the yield of breeding lines at particular localities and mean square error values (in brackets)

Rok Year	Doświadczenie Trial	Statystyka F (średni kwadrat dla błęd) — F statistics						$F_{0,05}$
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
2003	przedwstępne S1	2,51	1,60	1,44	1,72	1,72	1,56	1,54
	pre-registration S1	(0,25)	(0,38)	(0,81)	(0,38)	(0,49)	(0,59)	
	przedwstępne S2	1,91	1,83	1,76	2,72	3,49	2,13	1,54
	pre-registration S2	(0,28)	(0,33)	(0,83)	(0,67)	(0,17)	(0,26)	
2004	przedwstępne S1	1,56	3,08	3,58	1,62	4,69	5,24	1,52
	pre-registration S1	(0,59)	(0,12)	(0,47)	(0,80)	(0,15)	(0,09)	
	przedwstępne S2	1,27	1,88	2,05	2,26	6,86	5,27	1,52
	pre-registration S2	(0,67)	(0,27)	(0,33)	(0,43)	(0,09)	(0,06)	
2005	wstępne W	2,14	1,55	1,52	1,09	7,19	3,55	1,51
	pre-registration W	(0,97)	(0,73)	(0,97)	(0,83)	(0,29)	(0,16)	
	przedwstępne S1	2,58	3,04	2,25	2,13	4,96	2,53	1,51
	pre-registration S1	(0,20)	(0,10)	(0,21)	(0,47)	(0,07)	(0,15)	
2006	przedwstępne S2	2,64	2,74	1,99	1,59	1,58	0,94	1,51
	pre-registration S2	(0,13)	(0,11)	(0,30)	(0,46)	(0,17)	(0,64)	
	wstępne W	2,12	2,45	2,32	1,45	6,37	2,00	1,45
	pre-registration W	(0,39)	(0,16)	(0,36)	(1,26)	(0,08)	(0,09)	
2006	przedwstępne S1	1,26	5,64	2,42	2,28	11,66	7,77	1,49
	pre-registration S1	(1,10)	(0,26)	(0,14)	(0,58)	(0,11)	(0,06)	
	przedwstępne S2	5,08	4,19	6,17	2,69	19,52	8,64	1,49
	pre-registration S2	(0,16)	(0,36)	(0,09)	(0,38)	(0,09)	(0,08)	
	wstępne W	2,64	1,23	1,17	4,10	5,22	2,53	1,41
	pre-registration W	(0,17)	(1,48)	(0,27)	(0,19)	(0,20)	(0,15)	

M1 — Strzelce

M2 — Modzurów

M3 — Nagradowice

M4 — Polanowice

M5 — Radzików

M6 — Bąków

Porównywanie rodów w doświadczeniach przeprowadzanych w wielu miejscowościach (środowiskach) pozwala ocenić badane genotypy nie tylko pod względem plonowania, ale i stabilności. W tabeli 7 podano procent rodów stabilnych w poszczególnych doświadczeniach. Jako kryterium stabilności przyjęto wartość statystyki F dla interakcji genotypowo-środowiskowej danego rodu, jeśli nie przekracza ona wartości krytycznej F na poziomie istotności 0,05. Na uwagę zasługuje fakt dużej liczby rodów stabilnych (od 61,2% do 84,8%) i małej rodów niestabilnych. Z jednej strony oznaczać to może występowanie stosunkowo niedużych różnic glebowych i klimatycznych w latach 2003-2006 w środowiskach, w których były prowadzone wszystkie 11 serii doświadczeń, z drugiej zaś wskazywać na ukierunkowanie polskiej hodowli na

selekcję genotypów stabilnych. Aby stwierdzić, jak badane genotypy reagują na zmienne warunki glebowo-klimatyczne środowisk, w których przeprowadzane są doświadczenia, środowiska te powinny być znacząco zróżnicowane. Zróżnicowanie to jest większe w przypadku serii doświadczeń prowadzonych w różnych latach, niż w różnych miejscowościach. Zróżnicowanie warunków pogodowych w danym roku na terenie kraju może nie być na tyle duże, aby interakcja $G \times E$ w pełni się uwidoczniła. Tak więc wnioskowanie o stabilności rodów jęczmienia na podstawie eksperymentów prowadzonych w różnych miejscowościach, ale w jednym tylko roku nie daje pełnego obrazu zróżnicowania ich reakcji na warunki środowiskowe, tym bardziej że w każdej z tych miejscowości zapewnia się roślinom optymalne warunki wzrostu i rozwoju. Tym przypuszczalnie można tłumaczyć stosunkowo wysoki odsetek w doświadczeniach przedwstępnych i wstępnych rodów niewykazujących istotnej interakcji $G \times E$. Oznacza to także, że hodowcy opierając się na wynikach takich doświadczeń nie mają pełnej informacji o reakcji rodów na zmieniające się warunki środowiska.

Tabela 6

Udział środowisk (%) w interakcji $G \times E$
Participation of environments (%) in $G \times E$ interaction

Rok Year	Doświadczenie Trial	Środowisko Environment					
		M1	M2	M3	M4	M5	M6
2003	przedwstępne S1	9,4	12,6	25,3	14,4	14,3	23,9
	pre-registration S1						
	przedwstępne S2	15,0	10,9	23,9	35,2	6,8	8,3
	pre-registration S2						
2004	przedwstępne S1	15,7	7,3	38,1	23,7	10,5	4,8
	pre-registration S1						
	przedwstępne S2	17,9	14,2	22,7	26,0	11,8	7,4
	pre-registration S2						
	wstępne W	27,1	18,5	22,9	10,4	15,9	5,3
2005	pre-registration W						
	przedwstępne S1	19,1	11,5	19,4	29,9	7,6	12,5
	pre-registration S1						
	przedwstępne S2	13,9	7,9	24,8	21,5	11,1	20,8
	pre-registration S2						
2006	wstępne W	17,1	7,3	18,3	39,2	10,6	7,5
	pre-registration W						
	przedwstępne S1	23,8	19,1	10,7	25,2	12,7	8,4
	pre-registration S1						
	przedwstępne S2	7,4	24,3	9,0	28,8	20,8	9,8
	pre-registration S2						
	wstępne W	7,0	41,0	10,2	14,8	17,1	9,9
	pre-registration W						

M1 — Strzelce
M2 — Modzurów
M3 — NAGRADOWICE

M4 — Polanowice
M5 — Radzików
M6 — Bąków

Tabela 7

Procent liczby rodów stabilnych i niestabilnych w poszczególnych doświadczeniach
Percentage of stable and unstable breeding lines in particular trials

Rok Year	Doświadczenie Trial	Liczba badanych rodów Number of analyzed breeding lines	Rody stabilne Stable breeding lines	Rody niestabilne Unstable breeding lines
			liczba (%) number (%)	liczba (%) number (%)
2003	przedwstępne S1	42	35 (83,3)	7 (16,7)
	pre-registration S1			
	przedwstępne S2	42	32 (76,2)	10 (23,8)
	pre-registration S2			
2004	przedwstępne S1	44	29 (65,9)	15 (34,1)
	pre-registration S1	44	34 (77,3)	10 (22,7)
	przedwstępne S2			
	pre-registration S2	54	45 (83,3)	9 (16,7)
	wstępne W			
2005	pre-registration W	46	36 (78,3)	10 (21,7)
	przedwstępne S1			
	pre-registration S1	46	39 (84,8)	7 (15,2)
	przedwstępne S2			
	pre-registration S2	62	48 (77,4)	14 (22,6)
2006	wstępne W			
	pre-registration W	49	40 (81,6)	9 (18,4)
	przedwstępne S1			
	pre-registration S1	49	30 (61,2)	19 (38,8)
	przedwstępne S2			
	pre-registration S2	68	56 (82,3)	12 (17,6)
	wstępne W			
	pre-registration W			

WNIOSKI

1. Spośród sześciu analizowanych miejscowości najlepsze warunki do selekcji rodów miały miejsce w miejscowości M5, co uwidoczniło się w wysokich plonach, dużym i istotnym statystycznie zróżnicowaniu rodów oraz stosunkowo niskim udziałem tej miejscowości w interakcji $G \times E$.
2. Udział badanych miejscowości w interakcji genotypowo-środowiskowej nie był jednakowy. W dwóch spośród sześciu miejscowości, w których przeprowadzane są doświadczenia przedwstępne i wstępne z rodami jęczmienia jarego interakcja genotypowo-środowiskowa okazała się bardziej znacząca, osiągając w niektórych przypadkach wartości przekraczające 30%.
3. Znacząca przewaga rodów stabilnych w plonowaniu może z jednej strony oznaczać występowanie stosunkowo niedużych różnic glebowych i klimatycznych w latach 2003–2006 w środowiskach, w których były prowadzone doświadczenia, co nie sprzyjało ujawnianiu się interakcji $G \times E$, z drugiej zaś wskazywać na ukierunkowanie polskiej hodowli na selekcję genotypów stabilnych.

LITERATURA

- Altin G.N., McRae K.B., Lu X. 2000. Genotype $\times$ region interaction for two-row barley yield in Canada. *Crop Sci.* 40: 1 — 6.
- Blanche S. B., Myers G. O. 2006. Identifying discriminating locations for cultivar selection in Louisiana. *Crop Sci.* 46: 946 — 949.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1994. SERGEN. Analiza serii doświadczeń odmianowych i genetyczno-hodowlanych. IGR PAN, Poznań.
- Ceccarelli S., Acevedo E., Grando S. 1991. Breeding for yield stability in unpredictable environments: single traits, interaction between traits, and architecture of genotypes. *Euphytica* 56: 169 — 185.
- Ceccarelli S., Grando S., Hamblin J. 1992. Relationship between barley yield measured in low- and high-yielding environments. *Euphytica* 64: 48 — 58.
- Kaczmarek Z. 1986. Analiza serii doświadczeń zakładanych w blokach niekompletnych. *Rocz. AR Poznań*, 155: 117 str.
- Mądry W. 2004. Modele i metody statystyczne analizy interakcji genotypowo-środowiskowej, stabilności i adaptacji genotypów. *Post. Nauk Roln.* 2/308 : 29 — 43.
- Mądry W., Kang M. S. 2005. Scheffé-Caliński and Shukla models: their interpretation and usefulness in stability and adaptation analyses. *J. Crop Improv.* 14: 325 — 369.

JAN BOCIANOWSKI¹**ZOFIA BANASZAK**²¹ Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu² DANKO Hodowla Roślin Sp. z o.o. z/s w Choryni, Zakład Hodowli Roślin

Wpływ form rodzicielskich na plonowanie linii podwojonych haploidów pszenżyta ozimego

Komunikat

The effect of parental forms on yielding of doubled haploid lines of winter triticale

Short communication

W efekcie skrzyżowania 35 form matecznych i 12 ojcowskich otrzymano potomstwo, z którego wyprowadzono 156 linii podwojonych haploidów pszenżyta ozimego. Badane obiekty analizowano pod kątem plonowania w doświadczeniach dwupowtórzeniowych założonych w dwóch miejscowościach: Choryń i Sobiejuchy. Na podstawie uzyskanych wyników oceniano użyteczność form rodzicielskich ze względu na plonowanie linii DH. Najlepszą formą mateczną, w sensie największego plonu wyprowadzonych z niej linii DH, w miejscowości Choryń była Dinaro, a w Sobiejuchach – mieszaniec (Fidelio×DED389/95). Dla siedmiu form matecznych otrzymano linie DH, które charakteryzowały się średnim plonem poniżej średniej ogólnej w jednej miejscowości, a powyżej średniej ogólnej w drugiej. Formami ojcowskimi, dla których linii DH uzyskano największy plon były MAH23175-1/20 (Choryń) oraz Kitaro (Sobiejuchy). Z form, które użyte zostały zarówno jako mateczne, jak i ojcowskie odmiana Dinaro korzystniej wypadła jako forma mateczna, a Kitaro jako ojcowska. Natomiast odmiana Sorento w Choryni była lepsza jako forma ojcowska, a w Sobiejuchach — jako mateczna.

Słowa kluczowe: linie podwojonych haploidów, plon ziarna, pszenżyto ozime

156 doubled haploid (DH) lines of winter triticale were produced from the crosses between 35 mother forms and 12 father forms. The lines were tested in two replications at two localizations (stations): Choryń and Sobiejuchy. Based on the results obtained, the usefulness of parental forms was estimated. The best mother form at the Choryń station was variety Dinaro, and at Sobiejuchy — the hybrid (Fidelio×DED389/95). The produced DH lines showed the opposite yield effect in different stations only with 7 mother forms. The best father forms were MAH23175-1/20 (Choryń) and Kitaro (Sobiejuchy). Among the forms that had been used both as mother and father ones var. Dinaro gave better results as a mother form, and var. Kitaro — as a father form. The variety Sorento was found to be a better father form in Choryń, whereas it was a better mother form in Sobiejuchy.

Key words: doubled haploid lines, grain yield, winter triticale

WSTĘP

Światowa powierzchnia uprawy pszenżyta ozimego i jarego szacowana jest na około 3,5 mln ha, w tym w Polsce osiągnęła już 1,2 mln ha i jest największą na świecie. Cechą wyróżniającą pszenżyto wśród innych zbóż jest m.in. jego zdolność do przystosowywania się do zróżnicowanych warunków glebowo-klimatycznych (Marciniak i in., 2000). Duże powierzchnie uprawy notowane są również w Niemczech (381 tys.), Białorusi (376 tys.), Australii (340 tys.), Francji (328 tys.) i Chinach (280 tys.).

Nowoczesne metody stosowane w hodowli pszenżyta w Polsce zaowocowały dużym postępem odmianowym. W 2006 roku na liście odmian wpisanych do krajowego rejestru znajdowało się 27 odmian polskiej hodowli (Lista Odmian Roślin Rolniczych, 2006). Wiele odmian polskich uprawianych jest w krajach europejskich oraz w USA.

Metody hodowli pszenżyta są zbliżone do metod stosowanych w zbożach samopylnych, z uwzględnieniem skłonności do obcozapyleń, które uzależnione są od genotypu i warunków klimatycznych w danym roku (Sowa i Krysiak, 1996; Herrmann, 2002).

Z tego względu doprowadzenie rodu hodowlanego do homozygotyczności jest więc w pszenżycie trudniejsze niż w przypadku pszenicy.

W celu szybszego otrzymania wyrównanej pod względem cech morfologicznych odmiany w DANKO Hodowla Roślin Sp. z o.o. wykorzystuje się kultury pylnikowe, co znacznie przyspiesza proces hodowlany (Wędzony i in., 1998; Sayed-Tabatabaei i Darvey, 2002). Wykorzystanie podwojonych haploidów w programie hodowlanym pszenżyta ma szczególne uzasadnienie, gdyż gatunek ten jest mniej stabilny genetycznie i wymaga dłuższego okresu stabilizacji materiałów segregujących w następstwie krzyżowań (Marciniak, 2001).

Celem niniejszej pracy była analiza wpływu form matecznych i form ojcowskich na plonowanie wyprowadzonych z nich linii podwojonych haploidów pszenżyta ozimego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał doświadczalny obejmujący dane z doświadczeń polowych pochodził z programu hodowli pszenżyta ozimego, realizowanego w Zakładzie Hodowli Roślin firmy DANKO w Choryni w roku 2006. Objektami w doświadczeniach było 156 linii podwojonych haploidów pszenżyta ozimego będących efektem skrzyżowania 35 form matecznych (tab. 1) i 12 form ojcowskich (tab. 2). Badane obiekty analizowano pod kątem plonowania w doświadczeniach dwupowtórzeniowych założonych w układzie bloków niekompletnych w dwóch miejscowościach: Choryń i Sobiejuchy, powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 5 m², gęstość wysiewu: 400 ziaren/m².

Analizowane linie DH były zaawansowanymi liniami hodowlanymi otrzymanymi drogą androgenezy. Do doświadczeń wybrano linie, które zostały wstępnie ocenione wizualnie w polu, biorąc pod uwagę wyrównanie cech morfologicznych oraz cechy rolnicze (krzewistość, wysokość roślin, odporność na choroby, kształt i wygląd kłosa).

Tabela 1

Formy mateczne użyte do otrzymania linii podwojonych haploidów pszenżyta ozimego
Mother forms used for doubled haploid lines production of winter triticales

L.p. No.	Forma mateczna Mother form	L.p. No.	Forma mateczna Mother form
1	(CHD1588/97*Polego)	19	(DED615/96*Trinidad)
2	(CHD2804/94*4SWF49k)	20	(Dinaro*NE95T426)
3	(CHD2804/94*DED798)	21	(Dinaro*Rotego)
4	(CHD2804/94*DED899)	22	(Grenado*Polego)
5	(CHD837/97*DED798)	23	CHD837/97
6	(CHD837/97*DED899)	24	DED1136/95
7	(CHD837/97*Polego)	25	DED615/96
8	(DED1136/95*D308)	26	Dinaro
9	(DED1136/95*Dinaro)	27	(Fidelio*DED398/95)
10	(DED1136/95*H379)	28	Kitaro
11	(DED1136/95*L333)	29	(LAD1698*DAD251/96)
12	(DED1136/95*MAH24507-1/)	30	Lamberto
13	(DED1136/95*Polego)	31	(Magnat*CHD229/97)
14	(DED1136/95*SMH246-39)	32	(Magnat*LAD1598)
15	(DED1136/95*S303)	33	(Pronto*CHD229/97)
16	(DED615/96*Dinaro)	34	Sorento
17	(DED615/96*SMH246-39)	35	(Sorento*CHD229/97)
18	(DED615/96*SZD356)		

Tabela 2

Formy ojcowskie użyte do otrzymania linii podwojonych haploidów pszenżyta ozimego
Father forms used for doubled haploid lines production of winter triticales

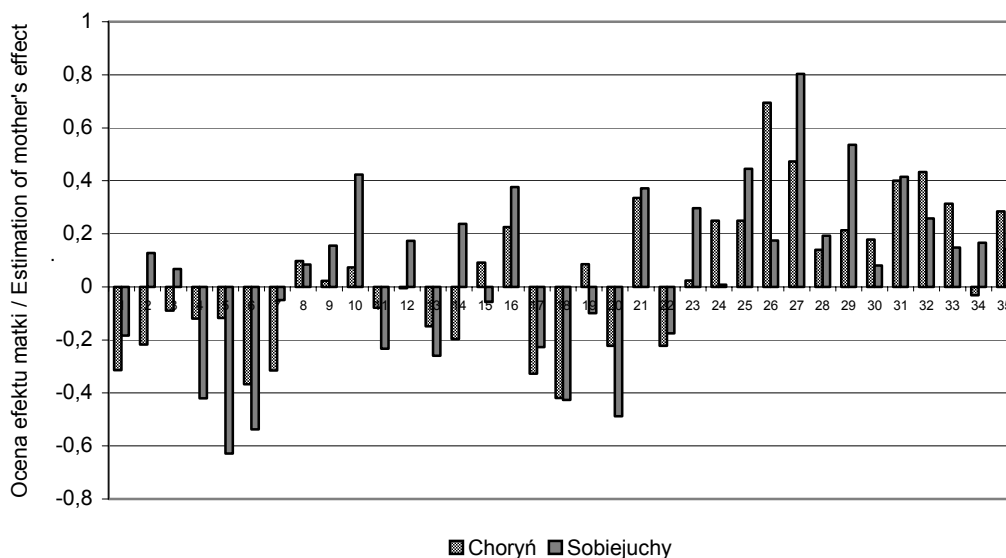
L.p. No.	Forma ojcowska Father form	L.p. No.	Forma ojcowska Father form
1	Dinaro	7	MAH23175-1/20
2	FDT98039-9	8	MAH3800
3	Grenado	9	SMH246-39
4	H379	10	Sorento
5	Kitaro	11	SZD356
6	MAH21895-1/1	12	Woltario

W niniejszej pracy linie podwojonych haploidów oceniano ze względu na ich pochodzenie. Wyznaczono charakterystyki pozycyjne plonu ziarna linii podwojonych haploidów dla poszczególnych form rodzicielskich (plon minimalny, średni plon, plon maksymalny), wariacje plonu, współczynniki zmienności plonu. Ponadto wyznaczono różnicę pomiędzy średnim plonem linii DH dla danej formy matecznej a średnią ogólną (efekt matki) i różnicę pomiędzy średnim plonem linii DH dla danej formy ojcowskiej a średnią ogólną (efekt ojca) w obu badanych miejscowościach.

WYNIKI

Poziom plonowania pszenżyta ozimego w roku zbioru 2006 był stosunkowo niski na skutek występujących niedoborów wody. Mimo tego w badanych liniach DH stwierdzono duże zróżnicowanie plonowania. W miejscowości Choryń plon ziarna z poletka wahał się od 1,77 do 4,23 kg, w Sobiejuchach odpowiednio od 1,68 do 4,25.

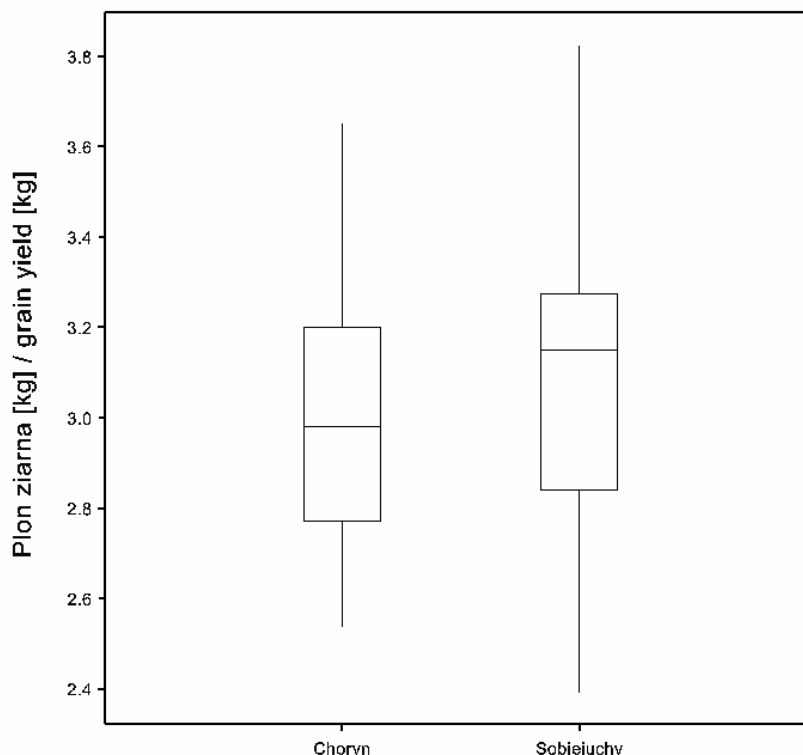
Liczba linii DH dla poszczególnych form matecznych była różna i kształtowała się od 1 do 15. W miejscowości Choryń najgorszą formą mateczną (w sensie najmniejszego plonu wyprowadzonych z niej linii DH) okazał się mieszaniec (DED615/96×SZD356), natomiast najlepszą Dinaro (rys. 1).



Rys. 1. Różnice pomiędzy średnim plonem linii DH dla poszczególnych form matecznych a średnią ogólną

Fig. 1. Differences between grain yield in DH lines for individual mother forms and general average

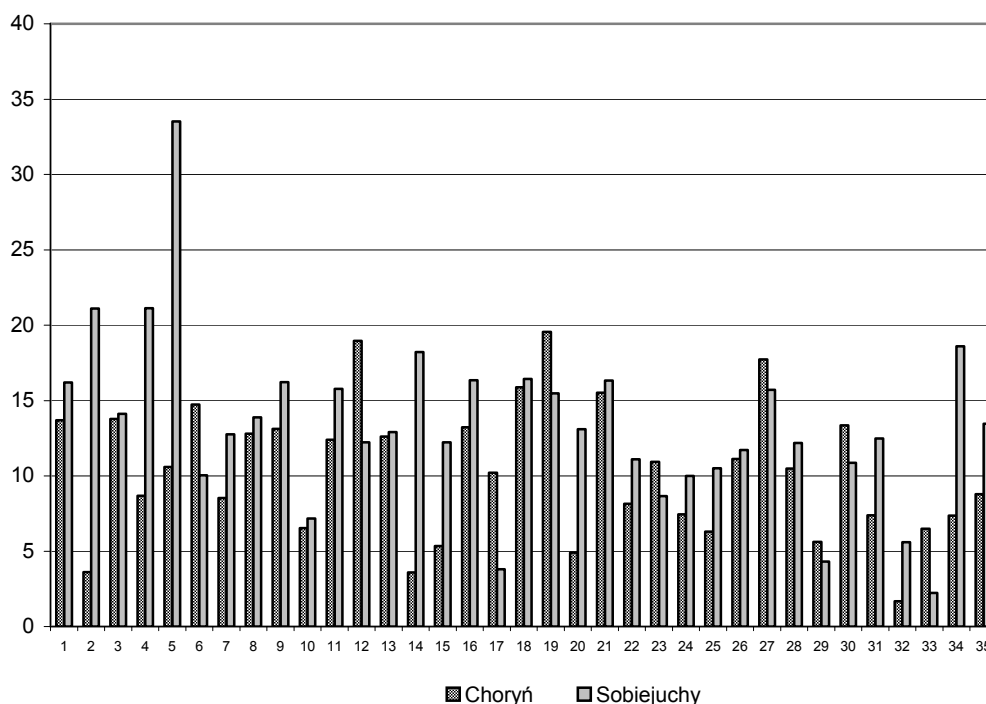
Prawie wszystkie formy mateczne (poza Sorento) niebędące mieszańcami charakteryzowały się plonem ich linii DH powyżej średniej ogólnej. Analizując doświadczenie przeprowadzone w miejscowości Sobiejuchy zaobserwowano najmniejszy plon dla linii DH, których formą mateczną był mieszaniec (CHD837/97×DED798), a największy (Fidelio × DED389/95). Linie podwojonych haploidów, których formami matecznymi nie były mieszańce plonowały powyżej średniej ogólnej. W niewielu przypadkach, bo w siedmiu, odnotowano przeciwne efekty główne matek w poszczególnych miejscowościach, tzn. w jednej miejscowości linie DH dla danej formy matecznej plonowały powyżej średniej ogólnej, a w drugiej — poniżej średniej ogólnej. Zaobserwowano istotny związek pomiędzy wartościami średnimi plonu w obu miejscowościach, współczynnik korelacji $r = 0,693$ — istotny na poziomie $\alpha = 0,001$. W obu miejscowościach otrzymano podobne charakterystyki pozycyjne dla plonu linii DH w odniesieniu do form matecznych (rys. 2).



Rys. 2. Boxplot wartości średnich plonu linii podwojonych haploidów ze względu na formę mateczną
Fig. 2. The boxplot of mean values for the yield of doubled haploid lines with regard to mother form

Zmienność plonu ziarna linii DH dla poszczególnych form matecznych była różna: w miejscowości Choryń uzyskane współczynniki zmienności wynosiły od 1,667% dla (Magnat×LAD1598) do 19,55% dla (DED615/96×Trinidad), natomiast w Sobiejuchach od 2,231% dla (Pronto×CHD229/97) do 33,53% dla (CHD837/97×DED798). Wartości współczynników zmienności plonu linii podwojonych haploidów dla poszczególnych form matecznych przedstawiono na rysunku 3. W analizowanym doświadczeniu nie zaobserwowano istotnej statystycznie korelacji pomiędzy wariancjami plonu ($r = 0,183$), jak i współczynnikami zmienności plonu ($r=0,199$) linii DH w obu miejscowościach.

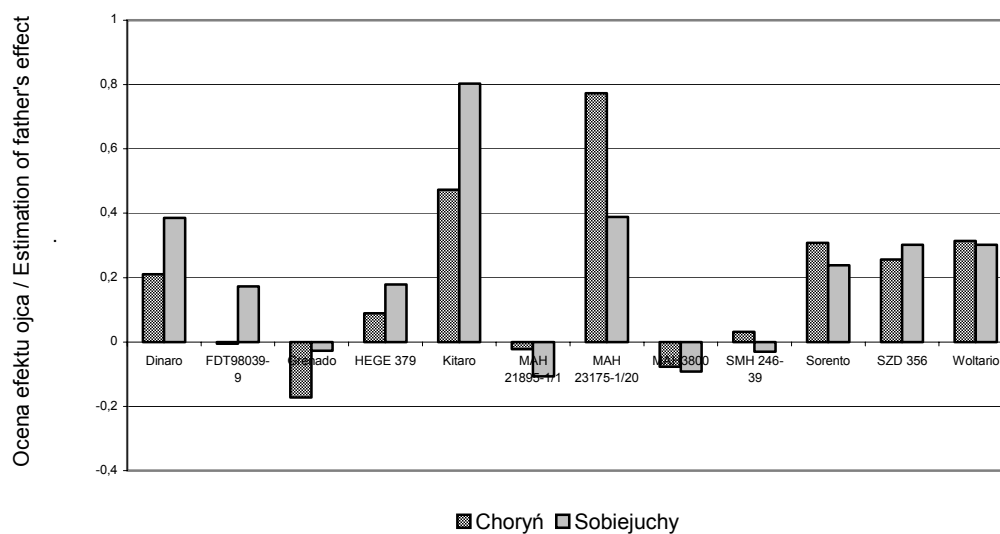
Liczba linii DH dla poszczególnych form ojcowskich kształtowała się od 1 do 112. Wyniki uzyskane w miejscowości Choryń wskazują odmianę Grenado jako formę ojcowską o najmniejszym plonie jej linii DH, natomiast MAH23175-1/20 – największym (rys. 4). W Sobiejuchach natomiast najmniej obiecującą formą ojcowską była linia MAH21895-1/1, a najkorzystniejszą — Kitaro (rys. 4).



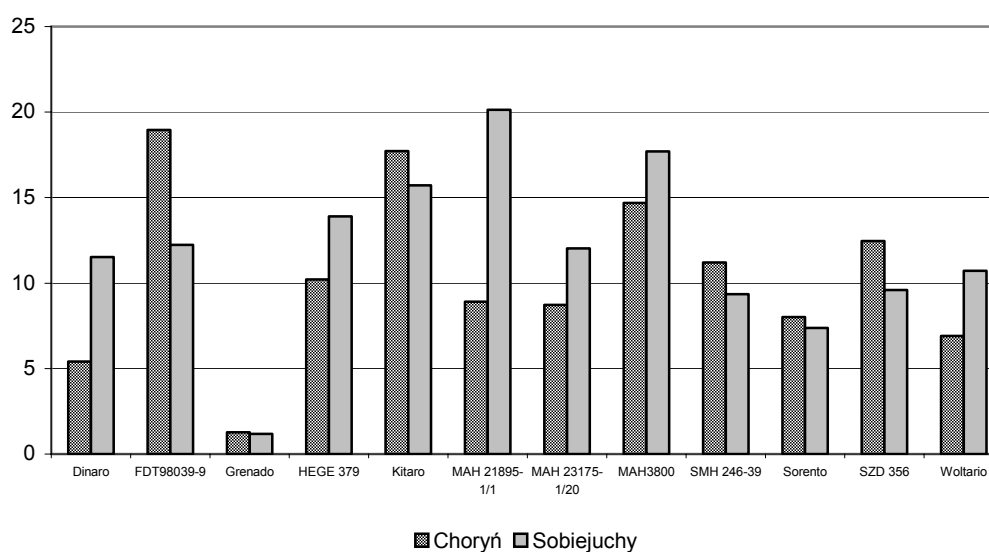
Rys. 3. Współczynniki zmienności plonu linii podwojonych haploidów dla poszczególnych form matecznych

Fig. 3. The coefficients of yield variation in doubled haploid lines for the respective mother forms

Dla trzech form (Grenado, MAH218595-1/1, MAH3800) uzyskano w obu środowiskach plon linii DH poniżej średniej ogólnej. Jedynie dwie formy ojcowski (FDT98039-9 oraz SMH246-39) okazały się niestabilne, gdyż w jednej miejscowości otrzymano plon powyżej średniej ogólnej, a w drugiej — poniżej. Podobnie, jak w przypadku form matecznych, zaobserwowano istotny związek pomiędzy wartościami średnimi w obu miejscowościach (współczynnik korelacji $r = 0,764$, istotność na poziomie $\alpha = 0,01$). Najmniejszą zmiennością (w obu środowiskach) charakteryzowały się linie, których formą ojcowską była odmiana Grenado (Choryń: 1,269%, Sobiejuchy: 1,18%). Natomiast największą zmienność otrzymano, gdy formą ojcowską była w Choryni linia FDT98039-9, a w Sobiejuchach — MAH21895-1/1 (rys. 5). Nie zaobserwowano istotnych statystycznie związków pomiędzy miejscowościami ze względu na wariancję plonu ($r = 0,51$) i współczynniki zmienności plonu ($r = 0,548$).



Rys. 4. Różnice pomiędzy średnim plonem linii DH dla poszczególnych form ojcowskich a średnią ogólną
Fig. 4. Differences between grain yield of DH lines for individual father forms and general average



Rys. 5. Współczynniki zmienności plonu linii podwojonych haploidów dla poszczególnych form ojcowskich
Fig. 5. The coefficients of yield variation in doubled haploid lines for the respective father forms

Znaczną liczbę, bo aż 112 (71,79%), linii podwojonych haploidów wyprowadzono z krzyżowań, w których formą ojcowską była linia MAH3800. W miejscowości Choryń największą średnią wartość plonu linii DH obserwowano, gdy formą mateczną był mieszańiec (Dinaro×Rotege). Najmniejszą zaś (DED615/96×SZD356), który to mieszańiec był najgorszą formą mateczną analizowaną w tej pracy. W doświadczeniu przeprowadzonym w Sobiejuchach najgorszą formą mateczną był mieszańiec (CHD837/97×DED798), a najlepszą mieszańiec (DED1136/95×H379) (tab. 3). W obu miejscowościach można zauważyć, że dla większości form matecznych obserwujemy średnie plonowanie linii DH poniżej średniej ogólnej (w Choryni dla 14 form matecznych, a w Sobiejuchach dla 11).

Tabela 3

Plon ziarna linii podwojonych haploidów dla poszczególnych form matecznych, gdy formą ojcowską była linia MAH3800

Grain yield of DH lines for individual mother forms when the father form was the MAH3800 line

Forma mateczna Mother form	Choryń				Sobiejuchy			
	minimum minimum	średnia mean	maksimum maximum	współczynniki zmienności (%) coefficient of variation	minimum minimum	średnia mean	maksimum maximum	współczynniki zmienności (%) coefficient of variation
(CHD1588/97*Polego)	2,05	2,643	3,5	13,69	2,16	2,838	3,79	16,21
(CHD2804/94*4SWF49k)	2,67	2,74	2,81	3,613	2,68	3,15	3,62	21,1
(CHD2804/94*DED798)	2,27	2,868	3,33	13,77	2,25	3,089	3,67	14,21
(CHD2804/94*DED899)	2,45	2,837	3,43	8,688	1,76	2,602	3,99	21,13
(CHD837/97*DED798)	2,44	2,84	3,15	10,59	1,38	2,393	3,28	33,53
(CHD837/97*DED899)	1,95	2,59	3,1	14,73	2,03	2,485	2,87	10,05
(CHD837/97*Polego)	2,26	2,642	2,81	8,545	2,54	2,972	3,51	12,77
(DED1136/95*D308)	2,49	3,054	3,73	12,81	2,05	3,106	3,71	13,89
(DED1136/95*Dinaro)	2,12	2,98	3,64	13,12	2,14	3,178	3,96	16,22
(DED1136/95*H379)	2,89	3,03	3,17	6,534	3,27	3,445	3,62	7,184
(DED1136/95*L333)	2,27	2,879	3,87	12,39	1,68	2,789	3,64	15,78
(DED1136/95*Polego)	2,51	2,808	3,23	12,61	2,32	2,763	3,15	12,9
(DED1136/95*SMH246-39)	2,69	2,76	2,83	3,587	2,84	3,26	3,68	18,22
(DED1136/95*S303)	2,76	3,048	3,18	5,34	2,38	2,965	3,46	12,22
(DED615/96*Dinaro)	2,56	3,183	3,62	13,23	2,51	3,398	3,79	16,34
(DED615/96*SMH246-39)	2,44	2,63	2,82	10,22	2,72	2,795	2,87	3,795
(DED615/96*SZD356)	1,77	2,538	3,08	15,89	1,71	2,596	3,1	16,44
(DED615/96*Trinidad)	2,1	3,043	4,23	19,55	2,13	2,923	3,69	15,48
(Dinaro*NE95T426)	2,64	2,735	2,83	4,912	2,3	2,535	2,77	13,11
(Dinaro*Rytego)	2,22	3,292	3,81	15,51	2,01	3,394	4,09	16,33
(Grenado*Polego)	2,42	2,735	3,04	8,149	2,32	2,847	3,21	11,1

Współczynniki zmienności plonowania linii podwojonych haploidów ze względu na formę mateczną, gdy formą ojcowską była linia MAH3800 przedstawiono w tabeli 3. Na szczególną uwagę zasługuje mieszańiec (DED615/96×Trinidad), który jako forma mateczna charakteryzował się w miejscowości Choryń największą zmiennością wyprowadzonych z niej linii DH, przy plonowaniu powyżej wartości średniej.

W analizowanym doświadczeniu trzy obiekty zostały użyte zarówno jako formy mateczne, jak i ojcowskie. Były to odmiany Dinaro, Kitaro oraz Sorento. Odmiana

Dinaro okazała się korzystniejszą, gdy była formą mateczną. Natomiast Kitaro — jako forma ojcowska. Odmiany Sorento nie można jednoznacznie scharakteryzować, gdyż w doświadczeniu założonym w Choryni była lepsza jako forma ojcowska, a w Sobiejuchach — jako forma mateczna.

DYSKUSJA

W hodowli DANKO corocznie bada się w doświadczeniach około 100–200 linii DH wyprowadzonych z kombinacji krzyżówkowych, w których jedna z form rodzicielskich jest odmianą karłową lub niewyrównaną morfologicznie.

Efektem wytwarzania linii DH powinno być nie tylko skrócenie cyklu wyprowadzania odmian, ale i uzyskanie genotypów precyzyjnie odpowiadających potrzebom współczesnej hodowli, a więc niosących takie cechy, jak półkarłowatość, odporność na określone patogeny oraz stres abiotyczny, w połączeniu z wyższym plonowaniem (Guzy-Wróblewska i Szarejko, 2005). Wytworzenie linii DH stwarza również możliwość uzyskania nowej zmienności (Gośka i in., 2005).

W badanych 156 liniach DH formami rodzicielskimi były zarówno zarejestrowane odmiany: Lamberto, Grenado, Dinaro, Kitaro, Sorento, Woltario, jak i zaawansowane, perspektywiczne rody hodowlane, w pochodzeniu których również występowały odmiany (Fidelio, Pronto, Trinidad, Rotego, Polego). Potwierdzają się wcześniejsze badania współautorki, że w rodach, które okazały się perspektywiczne komponentami rodzicielskimi były najczęściej zarejestrowane odmiany i zaawansowane rody (Banaszak, 2004).

W badaniach Drzazgi i Krajewskiego (2000, 2003) wskazano, że selekcja form o szerokiej adaptacji możliwa jest poprzez testowanie form w różnych warunkach środowiskowych. Dlatego w analizowanych doświadczeniach badano linie w dwóch miejscowościach. O liczbie punktów doświadczalnych decyduje m.in. ilość ziarna danego rodu czy linii na danym etapie hodowli. Warunki pogodowe bywają często bardzo zmienne pomiędzy regionami w kraju, co może wpływać na duże odchylenia wielkości plonów (Górski i in., 1999).

Zmienność badanych 156 linii była różna zarówno ze względu na formy mateczne, jak i ojcowskie oraz w zależności od środowiska. Zaobserwowano istotny związek pomiędzy wartościami średnimi w obu miejscowościach. Jednak nie wykazano korelacji pomiędzy wariacjami plonu i współczynnikami zmienności plonu pomiędzy miejscowościami.

Dla hodowcy doświadczenie polowe z liniami DH ma na celu wskazanie, które linie wykazują stabilność plonowania w środowiskach oraz które z form rodzicielskich mają wpływ na poziom plonowania. Interesująca jest zmienność linii w obrębie tej samej formy matecznej czy ojcowskiej.

W badanym materiale tylko w niewielu przypadkach zaobserwowano przeciwne efekty form rodzicielskich w obydwóch miejscowościach; ze względu na formy mateczne w siedmiu, ze względu na ojcowskie tylko w dwóch. Można przyjąć, że były to linie niestabilne pod względem plonowania. Pozostałe linie wykazywały dodatni bądź ujemny efekt w obydwóch miejscowościach.

Na podstawie uzyskanych wyników trudno przewidzieć, które formy rodzicielskie wykażą się najlepszym plonem wyprowadzonych z nich linii podwojonych haploidów, skoro nie wykazują jednakowej reakcji w różnych miejscowościach. Można przypuszczać, że pewnym utrudnieniem był również niski poziom plonowania, który mało zróżnicował plonowanie linii z poletek a z drugiej strony spowodował dość duże różnice plonowania w powtórzeniach.

Z odmian, które w niektórych kombinacjach występowały jako formy mateczne, a w innych jako formy ojcowskie (Dinaro, Kitaro i Sorrento) odmiana Dinaro okazała się lepsza jako forma mateczna, Kitaro — jako ojcowska. Odmiana Sorrento nie wykazała jednoznacznej reakcji.

Pomimo że większość badanych linii wykazywała interakcję genotypowo-środowiskową, to ze 156 badanych linii wybrano 22 do dalszej hodowli. W następnym sezonie były one badane w doświadczeniach 4-powtórzeniowych w 5 miejscowościach.

Duże zróżnicowanie linii podwojonych haploidów pod względem cech morfologicznych i rolniczych, korzystne połączenie cech wraz z plonem wskazuje na przydatność tych linii w hodowli (Banaszak i in., 2006).

WNIOSKI

1. Analizowane linie DH wykazały się dużą zmiennością plonowania zarówno w obrębie kombinacji krzyżówkowej, jak i w miejscowościach.
2. Mieszaniec (DED615/96×Trinidad) jest obiecującą formą mateczną, ponieważ charakteryzuje się stosunkowo (na tle innych form) dużą zmiennością, przy plonowaniu wyprowadzonych z niej linii podwojonych haploidów powyżej średniej ogólnej.
3. Odmiana Kitaro jest obiecująca jako forma ojcowska, gdyż w obu analizowanych doświadczeniach otrzymano dla wyprowadzonych z niej linii podwojonych haploidów stosunkowo duże wartości współczynników zmienności, przy równoczesnym plonie powyżej średniej ogólnej.

LITERATURA

- Banaszak Z. 2004. Analiza postępu w hodowli pszenżyta ozimego. Praca doktorska pod kierunkiem prof. W. Świącieckiego, IGR Poznań.
- Banaszak Z., Marciniak K., Banaszak K., Adamski T., Surma M. 2006. Wykorzystanie linii DH pszenżyta w DANKO Hodowla Roślin Sp. z o.o. Pagen: Haploidy i linie podwojonych haploidów w genetyce i hodowli roślin. s. 99 — 109.
- Drzazga T., Krajewski P. 2000. Charakterystyka środowisk na podstawie wyników doświadczeń hodowlanych z pszenicą jara w latach 1981–1998. Biul. IHAR 216: 323 — 329.
- Drzazga T., Krajewski P. 2003. Charakterystyka roli środowisk w seriach powtórzeń doświadczeń przedwstępnych z pszenicą ozimą w latach 1999–2001. Biul. IHAR 226/227/1: 97 — 101.
- Gośka M., Krysińska T., Sitarski A. 2005. Dihaploidy buraka cukrowego oraz możliwości ich wykorzystania w hodowli. Warsztaty Naukowe: Haploidy i linie podwojonych haploidów w genetyce i hodowli roślin. 18–21 październik 2005. Inowrocław, Streszczenia, 11 — 12.
- Górski T., Krasowicz S., Kuś J. 1999. Glebowo-klimatyczny potencjał Polski w produkcji zbóż. Pam. Puł. 114: 143 — 150.

- Guzy-Wróblewska J., Szarejko I. 2005. Podwojone haploidy i markery DNA jako narzędzie genetyki i hodowli molekularnej. Warsztaty Naukowe: Haploidy i linie podwojonych haploidów w genetyce i hodowli roślin. 18–21 październik 2005. Inowrocław, Streszczenia: 14.
- Herrmann M. 2002. Close range of outcrossing in triticale. Proceedings of the 5th Int. Trit. Symp. Vol. II, June 30 — July 5, Radzików: 352 — 355.
- Lista Odmian Roślin Rolniczych i Warzywnych 2006. Słupia Wielka.
- Marciniak K. 2001. Uzyskiwanie form haploidalnych i linii podwojonych haploidów pszenżyta heksaploidalnego (*XTriticosecale* Wittm). Praca doktorska pod kierunkiem prof. T. Adamskiego, IGR Poznań.
- Marciniak K., Banaszak Z., Szołkowski A. 2000. Hodowla pszenżyta w firmie DANKO. Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura 206 (82): 173 — 178.
- Sayed-Tabatabaei B. E., Darvey N. I. 2002. Isolation of hexaploid triticale with anther culture response and meiotic restitution. Proc. of the 5th Int. Triticale Symp., Vol II, June 2002. Radzików, Poland: 127 — 134.
- Sowa W., Krysiak H. 1996. Outcrossing in winter triticale. In: Guedes-Pinto H., Darvey N., Carnide V.P. (eds). Developments in Plant Breeding. Triticale Today and Tomorrow. Kluwer Academic Publishers: 593 — 596.
- Wędzony M., Marcińska I., Ślusarkiewicz-Jarzina A., Ponitka A., Woźna J. 1998. Factors influencing triticale double haploids production by means of crosses with maize. Proc. of 4th Int. Triticale Symp. July 26-31, Red Deer, Alberta: 45 — 52.

ANNA PŁAZAKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Podlaska w Siedlcach

Wpływ następczy międzyplonów i słomy na produkcyjno-ekonomiczne efekty uprawy pszenżyta ozimego

The after-effect of catch crop and straw on productive-economic effects of winter triticale cultivation

W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 1999–2003 mające na celu ocenę wpływu następczego międzyplonów i słomy na produkcyjno-ekonomiczne efekty uprawy pszenżyta ozimego. W doświadczeniu badano dwa czynniki: I.— nawożenie międzyplonem: obiekt kontrolny (bez międzyplonu), koniczyna czerwona, koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa, facelia, facelia-mulcz; II. — nawożenie słomą: podblok bez słomy, podblok ze słomą. W pierwszym roku po zastosowaniu międzyplonów i słomy uprawiano ziemniaki jadalne, a w drugim pszenżyto ozime. Najniższe bezpośrednie koszty produkcji poniesiono na uprawę pszenżyta ozimego na obiekcie kontrolnym, bez stosowania pod przedplon międzyplonów. Największe plony otrzymano z pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po mieszance koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową w kombinacji ze słomą oraz po facelii ze słomą, a najwyższy poziom nadwyżki bezpośredniej uzyskano po mieszance koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową w kombinacji ze słomą.

Słowa kluczowe: efektywność ekonomiczna, międzyplon, pszenżyto ozime, plon, słoma, wpływ następczy

This work presents the results of investigations conducted in 1999–2003 to evaluate the after-effect of catch crop and straw on productive — economic effects of winter triticale cultivation. Two experimental variants were applied: I. catch crop fertilization: control object (without catch crop), red clover, red clover + Italian ryegrass, phacelia, phacelia-mulch; II. — straw fertilization: subblock without straw, subblock with straw. In the first and the second year after application of the catch crop and straw combination table potato and winter triticale were cultivated, respectively. The lowest direct costs of production were associated with cultivation of winter triticale in the on control variant, without application of catch crop under the forecrop. The highest yield was obtained from winter triticale cultivated in the second year after applying the mixture of red clover with Italian ryegrass in combination with straw as well as phacelia with straw. The highest level of direct surplus was recorded after applying the mixture of red clover with Italian ryegrass in combination with straw.

Key words: after-effect, catch crop, economic efficiency, straw, winter triticale, yield

WSTĘP

Pszenżyto ozime dzięki dużemu potencjałowi plonotwórczemu, jak i wysokiej wartości pokarmowej ziarna odgrywa coraz większą rolę w produkcji zbóż. Aby jego uprawa stała się w pełni opłacalna zaleca się go wysiewać po dobrych przedplonach, najlepiej po ziemniaku. W rolnictwie zrównoważonym ziemniak najczęściej uprawia się po międzyplonach lub słomie pozostającej na polu po zbiorze zbóż (Śnieg i Piramowicz, 1995; Ceglarek i Płaza, 2006). Wprowadzenie do uprawy międzyplonów, to nie tylko produkcja biomasy, ale są one również pewnego rodzaju sorbentem zapobiegającym wymywaniu składników pokarmowych do głębszych warstw gleby i wód gruntowych, co ma istotne znaczenie w ochronie środowiska przyrodniczego. W założeniu tego sposobu gospodarowania międzyplony zaleca się pozostawiać na okres zimy w formie mulczu, co znacznie obniża koszty ich stosowania, spowalnia proces mineralizacji substancji organicznej i wpływa konserwująco na środowisko glebowe (Jensen, 1992; Duer, 1994; Stopes i in., 1996; Szafranski i Kulig, 2001). Ponadto międzyplony i słoma stanowią źródło biomasy i makroelementów nie tylko dla roślin uprawianych bezpośrednio po ich zastosowaniu, ale i w latach następnych. Niewiele jest na ten temat danych eksperymentalnych. Próbę częściowego wypełnienia tej luki stanowi niniejsza praca mająca na celu ocenę wpływu następczego międzyplonów i słomy na produkcyjno-ekonomiczne efekty uprawy pszenżyta ozimego.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 1999–2003 w RSD w Zawadach należącej do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Eksperyment polowy przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, o odczynie obojętnym, średniej zasobności w fosfor, potas, magnez i zawartości próchnicy 1,39%. Doświadczenie założono w układzie split-block, w trzech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 15 m². Badano dwa czynniki:

- I — nawożenie międzyplonem: obiekt kontrolny (bez międzyplonu), wsiewka międzyplonowa (koniczyna czerwona 6,5 t·ha⁻¹ suchej masy, koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa 8,0 t·ha⁻¹ suchej masy), międzyplon ścierniskowy — biomasa przyorana jesienią (facelia 4,7 t·ha⁻¹ suchej masy), międzyplon ścierniskowy — biomasa pozostawiona do wiosny w formie mulczu (facelia 4,7 t·ha⁻¹ suchej masy);
- II — nawożenie słomą: podblok bez słomy, podblok ze słomą.

Wsiewki międzyplonowe wsiewano w jęczmień jary uprawiany na ziarno, a międzyplony ścierniskowe wysiewano po jego zbiorze. Podczas zbioru jęczmienia jarego, na każdym poletku określono plon ziarna i słomy, który wynosił średnio dla trzech lat 4,0 t·ha⁻¹. Na obiektach ze słomą — rozdrobnioną słomę pozostawiono, a na obiektach bez słomy zebrano ją i wywieziono z pola. Na wszystkich poletkach ze słomą, z wyjątkiem obiektu z koniczyną czerwoną stosowano wyrównawczą dawkę azotu w ilości 7 kg na 1 tonę słomy. Jesienią na każdym poletku określono plon świeżej masy międzyplonów łącznie z ich masą korzeniową z 30 cm warstwy gleby i wykonano orkę przedzimową

z wyjątkiem poletek, na których facelię pozostawiono do wiosny w formie mulczu. W pierwszym roku po zastosowaniu międzyplonów i słomy uprawiano ziemniaki jadalne, a w drugim pszenżyto ozime. Podczas zbioru ziemniaka, na każdym poletku określono plon świeżej masy bulw, a podczas zbioru pszenżyta ozimego plon ziarna i słomy. Dokonano również oceny ekonomicznej uprawy pszenżyta ozimego w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów i słomy według cen z 2003 roku. Koszty stosowania międzyplonów i słomy rozłożono na dwa lata, tj. w każdym roku po 50%. Badane międzyplony i słoma stanowiły element różnicujący bezpośrednie koszty produkcji. Wartość słomy wyceniono metodą porównawczą na podstawie zawartych składników mineralnych. Natomiast wartość międzyplonów obliczono według kosztów wydatkowanych na materiał siewny, nawozy mineralne i zabiegi uprawowe. Pozostałe elementy bezpośrednich kosztów produkcji pszenżyta ozimego dla wszystkich kombinacji były stałe. Uwzględniono w nich koszty materiałowe (ziarno siewne, nawozy mineralne i środki ochrony roślin), najemną siłę roboczą oraz specjalistyczne zabiegi agrotechniczne stosowane w doświadczeniu w warunkach produkcyjnych RSD w Zawadach według cen za 2003 rok. Ponadto obliczono nadwyżkę bezpośrednią. Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie.

WYNIKI

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ badanych czynników doświadczenia i ich wzajemnej interakcji na plon bulw ziemniaka (tab. 1). Spośród badanych międzyplonów najwyższą wartość nawozową wykazała mieszanka koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową. Na pozostałych obiektach nawożonych międzyplonami plony bulw ziemniaka były istotnie mniejsze, ale większe od odnotowanych na obiekcie kontrolnym. Na obiektach ze słomą plony bulw ziemniaka były większe, średnio o 5,4% od odnotowanych na obiektach bez słomy.

Tabela 1
Plon bulw ziemniaka w zależności od nawożenia międzyplonem i słomą ($t \cdot ha^{-1}$). Średnie z lat 2000–2002
The effects of catch crop and straw fertilization on yield of potato tubers ($t \cdot ha^{-1}$). Means from 2000–2002

Nawożenie międzyplonem Catch crop fertilization	Nawożenie słomą Straw fertilization		Średnie Means
	podbłok bez słomy subblock without straw	podbłok ze słomą subblock with straw	
Obiekt kontrolny — Control object	28,0	36,8	32,4
Koniczyna czerwona — Red clover	41,7	46,3	44,0
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	47,0	44,8	45,9
Facelia — Phacelia	45,1	43,7	44,4
Facelia — mulcz — Phacelia — mulch	43,1	44,4	43,8
Średnie — Means	41,0	43,2	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie międzyplonem — catch crop fertilization			1,1
Nawożenie słomą — straw fertilization			0,9
Interakcja — interaction			1,2

Ze współdziałania badanych czynników wynika, że największy plon bulw ziemniaka otrzymano po mieszance koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową oraz po koniczynie czerwonej ze słomą, a najmniejszy na obiekcie kontrolnym (bez międzyplonu).

Plony ziarna i słomy pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po zastosowaniu międzyplonów i słomy były istotnie różnicowane przez badane czynniki doświadczenia i ich współdziałanie (tab. 2 i 3).

Tabela 2

Wpływ następczy nawożenia międzyplonem i słomą na plon ziarna pszenżyta ozimego ($t \cdot ha^{-1}$). Średnie z lat 2001–2003

The after-effect of catch crop and straw fertilization on yield of winter triticale seed ($t \cdot ha^{-1}$). Means from 2001–2003

Nawożenie międzyplonem Catch crop fertilization	Nawożenie słomą Straw fertilization		Średnie Means
	podblok bez słomy subblock without straw	podblok ze słomą subblock with straw	
Obiekt kontrolny — Control object	4,27	5,54	4,91
Koniczyna czerwona — Red clover	5,63	6,52	6,08
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	6,58	8,70	7,64
Facelia — Phacelia	6,03	8,67	7,35
Facelia — mulcz — Phacelia — mulch	6,82	6,38	6,60
Średnie — Means	5,87	7,16	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie międzyplonem — catch crop fertilization			0,35
Nawożenie słomą — straw fertilization			0,18
Interakcja — interaction			0,46

Tabela 3

Wpływ następczy nawożenia międzyplonem i słomą na plon słomy pszenżyta ozimego ($t \cdot ha^{-1}$). Średnie z lat 2001–2003

The after-effect of catch crop and straw fertilization on yield of winter triticale straw ($t \cdot ha^{-1}$). Means from 2001–2003

Nawożenie międzyplonem Catch crop fertilization	Nawożenie słomą Straw fertilization		Średnie Means
	podblok bez słomy subblock without straw	podblok ze słomą subblock with straw	
Obiekt kontrolny — Control object	5,64	6,41	6,03
Koniczyna czerwona — Red clover	6,42	7,23	6,83
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	7,54	9,61	8,58
Facelia — Phacelia	7,07	9,54	8,31
Facelia — mulcz — Phacelia — mulch	7,95	7,37	7,66
Średnie — Means	6,92	8,03	—
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}			
Nawożenie międzyplonem — catch crop fertilization			0,45
Nawożenie słomą — straw fertilization			0,22
Interakcja — interaction			0,52

Najlepsze działanie następce wykazała mieszanka koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową oraz facelia. Wpływ następce pozostałych międzyplonów był istotnie niższy. Nawożenie słomą wykazało korzystne działanie następce. Na obiektach ze słomą plony ziarna i słomy pszenżyta ozimego były większe odpowiednio o 22,0% i 16,0% w porównaniu do plonów uzyskanych na obiektach bez słomy. Wykazano interakcję wskazującą, że największe plony pszenżyta ozimego zebrano w drugim roku po przyoraniu mieszanki koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową i słomą oraz po facelii ze słomą, a najmniejsze na obiekcie kontrolnym, bez międzyplonu.

Bezpośrednie koszty produkcji pszenżyta ozimego były istotnie różnicowane przez współdziałanie badanych czynników doświadczenia (tab. 4).

Tabela 4

Wpływ następce nawożenia międzyplonem i słomą na efekty ekonomiczne uprawy pszenżyta ozimego (wg cen z 2003 roku)

The after-effect of catch crop and straw fertilization on the economic effects of winter triticale cultivation (according to the prices from 2003)

Nawożenie międzyplonem Catch crop fertilization	Bezpośrednie koszty produkcji, PLN·ha ⁻¹ Direct costs of production		Nadwyżka bezpośrednia, PLN·ha ⁻¹ Direct surplus	
	nawożenie słomą straw fertilization			
	podblok bez słomy subblock without straw	podblok ze słomą subblock with straw	podblok bez słomy subblock without straw	podblok ze słomą subblock with straw
Obiekt kontrolny Control object	1591	1739	373	809
Koniczyna czerwona Red clover	1762	1866	969	1181
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	1786	1921	1261	2089
Facelia Phacelia	1898	2031	876	1957
Facelia — mulcz Phacelia — mulch	1883	2016	1254	918
NIR _{0.05} — LSD _{0.05}	97		108	

Na podbloku bez słomy, najniższe bezpośrednie koszty produkcji w przeliczeniu na 1 ha poniesiono na pszenżyto ozime uprawiane na obiekcie kontrolnym, bez międzyplonu. Natomiast stosowanie pod przedplon pszenżyta ozimego międzyplonów spowodowało wzrost bezpośrednich kosztów produkcji, średnio o 241 PLN·ha⁻¹. Najwyższe bezpośrednie koszty produkcji poniesiono na uprawę pszenżyta ozimego w drugim roku po przyoraniu facelii. Zastosowanie pod przedplon pszenżyta ozimego wsiewek międzyplonowych w porównaniu do facelii spowodowało istotny spadek bezpośrednich kosztów produkcji, średnio o 124 PLN·ha⁻¹. Bezpośrednie koszty produkcji pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po zastosowaniu facelii w formie mulczu i mieszanki koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową kształtowały się na zbliżonym poziomie. Natomiast na podbloku ze słomą najniższe bezpośrednie koszty produkcji poniesiono na uprawę pszenżyta ozimego w drugim roku po zastosowaniu słomy. Łączne stosowanie

międzyplonów i słomy pod przedplon pszenżyta ozimego spowodowało istotny wzrost bezpośrednich kosztów produkcji w porównaniu do bezpośrednich kosztów produkcji pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po zastosowaniu samej słomy. Najwyższe bezpośrednie koszty produkcji, poniesiono na uprawę pszenżyta ozimego w drugim roku po przyoraniu facelii ze słomą. Jednak koszty te nie różniły się istotnie od odnotowanych na obiekcie, gdzie pod przedplon pszenżyta ozimego stosowano facelię w formie mulczu w kombinacji ze słomą.

Interakcja badanych czynników doświadczenia istotnie modyfikowała poziom nadwyżki bezpośredniej produkcji pszenżyta ozimego (tab. 4). Na podbloku bez słomy najwyższy poziom nadwyżki bezpośredniej uzyskano z pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po zastosowaniu mieszanki koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową oraz facelii w formie mulczu. Poziom nadwyżki bezpośredniej pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po koniczynie czerwonej i facelii był istotnie niższy ale wyższy od odnotowanego na obiekcie kontrolnym, bez międzyplonów. Natomiast na podbloku ze słomą najwyższy poziom nadwyżki bezpośredniej uzyskano z pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po mieszance koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową w kombinacji ze słomą. Na pozostałych obiektach poziom nadwyżki bezpośredniej był istotnie niższy. Najniższy poziom nadwyżki bezpośredniej odnotowano na obiekcie, gdzie pod przedplon pszenżyta ozimego zastosowano tylko słomę.

DYSKUSJA

W badaniach własnych stosowane pod ziemniak nawozy zielone i słoma wykazały różną wartość nawozową. Największy plon bulw ziemniaka otrzymano z obiektu nawożonego mieszanką koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową oraz koniczyną czerwoną ze słomą. Batalin i wsp. (1968) największe plony bulw ziemniaka otrzymali po przyoraniu wsiewki koniczyny czerwonej, a Płaza i wsp. (2005) po przyoraniu mieszanek roślin motylkowatych z życią wielokwiatową. Powyższe rozbieżności należy tłumaczyć różnym tempem mineralizacji stosowanych form nawożenia oraz tym, iż z mieszanką wprowadzamy do gleby większą ilość biomasy i makroelementów. Badania nad nawożeniem międzyplonami i słomą dotyczą przede wszystkim ich bezpośredniego wpływu na roślinę ziemniaka, a przecież nawozy te wykazują też działanie następce. W omawianym doświadczeniu najwyższe działanie następce wykazała mieszanka koniczyny czerwonej z życią wielokwiatową i słomą oraz facelia ze słomą. Wynika to z faktu, iż dodatek słomy (materiału bogatego w węgiel) do mieszanki czy rośliny niemotylkowej spowalnia jej proces mineralizacji. W takich warunkach składniki pokarmowe są gorzej wykorzystywane przez ziemniak uprawiany w pierwszym roku, a lepiej przez roślinę następcą. Na korzystny wpływ następce wprowadzonej do gleby dodatkowej biomasy podkreślają w swoich badaniach również inni autorzy (Śnieg i Piramowicz, 1995; Siuta, 1999; Woźniak, 2000; Płaza i in., 2005). Stosowanie międzyplonów czy słomy powoduje wzrost bezpośrednich kosztów produkcji roślin uprawianych w ogniwie zmianowania. W badaniach własnych najniższe bezpośrednie koszty produkcji poniesiono na stosowanie wsiewek międzyplonowych, zwłaszcza

koniczyny czerwonej i międzyplonów ścierniskowych w formie mulczu, a najwyższe na międzyplony ścierniskowe przyorane jesienią. Również badania Batalina i wsp. (1968) oraz Ceglarka i Płazy (2006) wykazały, iż spośród międzyplonów najtańszym źródłem biomasy są wsiewki, gdyż nie wymagają dodatkowych nakładów związanych z uprawą i przygotowaniem roli przed siewem, co jest szczególnie uciążliwe przy uprawie międzyplonów ścierniskowych. Jednak pozostawienie ich do wiosny w formie mulczu znacznie obniża bezpośrednie koszty produkcji poprzez wyeliminowanie orki przedzimowej (Szafrński i Kulig, 2001; Małecka, 2002; Płaza i in., 2005). W badaniach własnych stosowanie pod przedplon pszenżyta ozimego międzyplonów i międzyplonów ze słomą pomimo wzrostu bezpośrednich kosztów produkcji spowodowało istotny wzrost poziomu nadwyżki bezpośredniej w porównaniu do jej wartości odnotowanej na obiekcie kontrolnym, bez międzyplonu. Również Harasim (1997) wykazał wzrost poziomu nadwyżki bezpośredniej przy uprawie zbóż w lepszych stanowiskach, na których uzyskał większy plon ziarna.

WNIOSKI

1. Międzyplony oraz nawożenie słomą w działaniu następczym zwiększały plony pszenżyta ozimego.
2. Najniższe bezpośrednie koszty produkcji poniesiono na uprawę pszenżyta ozimego na obiekcie kontrolnym, bez stosowania międzyplonów. Stosowanie międzyplonów i słomy spowodowało istotny wzrost bezpośrednich kosztów produkcji pszenżyta ozimego.
3. Największe plony otrzymano z pszenżyta ozimego uprawianego w drugim roku po mieszance koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową w kombinacji ze słomą oraz po facelii ze słomą, a najwyższy poziom nadwyżki bezpośredniej tylko po mieszance koniczyny czerwonej z życicą wielokwiatową w kombinacji ze słomą.

LITERATURA

- Batalin M., Szałajda R., Urbanowski S. 1968. Wartość zielonego nawozu z poplonowych wsiewek roślin motylkowatych. *Pam. Puł.* 35: 37 — 51.
- Ceglarek F., Płaza A. 2006. Ocena ekonomiczna uprawy ziemniaka jadalnego w warunkach zróżnicowanego nawożenia organicznego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 511: 451 — 457.
- Duer I. 1994. Wpływ międzyplonu ścierniskowego na plonowanie i zachwaszczenie jęczmienia jarego. *Fragm. Agronom.* 4(44): 36 — 45.
- Harasim A. 1997. Możliwości kompensacji ujemnego wpływu stanowiska na plonowanie i efektywność produkcji pszenżyta ozimego. Cz. II. Efektywność ekonomiczna i energetyczna. *Pam. Puł.* 111: 73 — 87.
- Jensen E. S. 1992. The release and fate of nitrogen from catch — crop materials decomposing under field conditions. *J. Soil Sci.* 43: 335 — 345.
- Małecka I. 2002. Wpływ następczy roślin mulczujących i nawożenia azotem na plonowanie pszenżyta ozimego. *Folia Univ. Agric. Stetin Agric.* 222 (91): 75 — 80.
- Płaza A., Ceglarek F., Buraczyńska D. 2005. Research into the after-effect of undersown intercrops and straw on winter triticale. *Elec. J. Pol. Agroc. Univ., Ser. Agronom.* 2 (8), www.ejpau.media.pl

- Siuta A. 1999. Wpływ nawożenia słomą i biomasą międzyplonu ścierniskowego na plonowanie zbóż i wybrane wskaźniki żyzności gleby. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 467: 245 — 251.
- Stopes C., Milington S., Woolward L. 1996. Dry matter and nitrogen accumulation by three leguminous green manure species and yield of following wheat crop in an organic production system. Agric. Ecos. and Envir. 57: 189 — 196.
- Szafrński W., Kulig B. 2001. Plonowanie pszenicy jarej i zawartość azotu mineralnego w glebie w zależności od terminu zaorania biomasy międzyplonów oraz nawożenia azotem. Zesz. Nauk. AR Kraków 373: 267 — 272.
- Śnieg L., Piramowicz W. 1995. Wpływ sposobu nawożenia na plonowanie ziemniaka i zboża jarego w ogniwie zmianowania. Roczn. Nauk Rol. 111 A (1–2): 127 — 134.
- Woźniak A. 2000. Wpływ wsiewek poplonowych i nawożenia organicznego na plonowanie, zachwaszczenie i zdrowotność pszenżyta ozimego w monokulturze. Cz. I. Plon ziarna. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 470: 75 — 82.

PIOTR NIERÓBCA

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa — PIB, Puławy

Reakcja odmian pszenżyta jarego na termin i gęstość siewu Komunikat

The response of spring triticale varieties to the sowing time and rate Short communication

W latach 2005–2006 przeprowadzono badania, w których określono reakcję nowych odmian pszenżyta jarego na termin siewu w warunkach różnych gęstości siewu. Stwierdzono, że odmiana: Dublet — CHD 503 była tolerancyjna na opóźnienie siewu o 10 dni, natomiast Milkaro — MAH 3003 można zaliczyć do odmian wrażliwych na termin siewu, już przy opóźnieniu wysiewu o 10 dni plonowała istotnie gorzej. Nie stwierdzono istotnego wpływu zwiększania obsady roślin w warunkach opóźnionego siewu na poziom plonowania pszenżyta jarego.

Słowa kluczowe: ilość wysiewu, pszenżyto jare, termin siewu, struktura plonu

The investigations were conducted in the years 2005–2006 to evaluate the response of new varieties of spring triticale to the sowing time at different sowing rates. The yield of var. Dublet (CHD 503) was not significantly affected by the 10-day delay in sowing date, whereas that of var. MAH 3003 was evidently lower under the same conditions. No significant effect of the increasing sowing rate in the conditions of delayed sowing upon the level of spring triticale yielding was found.

Key words: sowing density, sowing time, spring triticale, yield structure

WSTĘP

Obecnie w krajowym rejestrze znajduje się osiem odmian, ostatnią Milkaro zarejestrowano w 2008 r. W 2006 roku wpisano odmianę Dublet, która w dwuletnim okresie badań w COBORU (Lista odmian) wykazała się najlepszą plennością. Dobranie odpowiednich parametrów agrotechniki w trudnych wiosennych warunkach agroklimatycznych powodujących opóźnianie terminu siewu zbóż jarych jest elementem pozwalającym utrzymać wysoki poziom plonowania. Opóźnienie terminu siewu wpływa w dużym stopniu na plonowanie, poprzez skrócenie faz rozwojowych, zmniejszanie krzewienia produkcyjnego i pogarszanie parametrów struktury kłosa (Dmowski i in., 2000; Cyfert i in., 2004). Ujemny wpływ opóźniania terminu siewu można częściowo

niwelować dobierając odpowiednią ilość wysiewu zboża. Reakcja na takie elementy agrotechniki jak termin siewu i ilość wysiewu w dużej mierze są cechami charakterystycznymi dla danego genotypu. Dlatego postawiono sobie za cel badań określenie reakcji nowych odmian pszenżyta jarego na opóźnianie terminu siewu w warunkach różnej obsady roślin.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2005–2006 przeprowadzono równoległe badania z 2 odmianami pszenżyta jarego — Dublet (CHD 503) i Milkaro (MAH 3003), w których oceniano wpływ dwóch czynników:

- termin siewu: najwcześniejszy jaki był możliwy w danym roku, oraz opóźniony o 10 dni,
- gęstości siewu: 400, 600, 800 roślin na m^2 .

Przeprowadzono je na nieobetonowanych mikropoletkach o powierzchni do zbioru $0,33 m^2$, w układzie losowanych podbloków, w trzech powtórzeniach. Doświadczenie zlokalizowano na glebie kompleksu pszennego dobrego. Siew wykonano punktowo w rzędy o rozstawie 11 cm. Nawożenie mineralne wynosiło: P_2O_5 — 80 kg/ha, K_2O — 100 kg/ha, N — 90 kg/ha. Fosfor, potas i połowę dawki azotu stosowano przedsięwzięcie, drugą część dawki azotu w fazie strzelania w źdźbło. Pielęgnację wykonano ręcznie, rośliny zabezpieczono przed wyleganiem stosując metalowe ramy połączone sznurkiem. Choroby i szkodniki zwalczano chemicznie. Zbiór wykonano w fazie dojrzałości pełnej. Oznaczono plon ziarna, liczbę roślin i kłosów na $1m^2$ oraz masę tysiąca ziaren i komponenty plonu. Wyniki opracowano statystycznie i określono istotność różnic testem Tukeya dla $P = 0,95$.

WYNIKI

Analiza statystyczna nie wykazała istotnych interakcji między terminem siewu a obsadą roślin po wschodach na plon i cechy struktury plonu, dlatego wyniki przedstawiono jako średnie oddzielnie dla badanych elementów agrotechniki (tab. 1, 2). Ujawniły się natomiast pewne tendencje w reakcji na te czynniki i są one przedstawione w tabeli 3.

Zróżnicowanie obsady roślin po wschodach od 400 do 800 szt./ m^2 nie spowodowało istotnych zmian plonu ziarna badanych odmian pszenżyta jarego (tab. 1). Istotnie wyższy plon uzyskano na obiektach o obsadzie roślin 600 i 800 szt./ m^2 . Reakcja na zwiększanie obsady roślin na jednostce powierzchni jest zgodna z wynikami Chrzanowskiej-Drożdż i wsp. (2000), którzy obserwowali wzrost plonu pszenżyta jarego tylko do średnich ilości wysiewu (540 ziaren/ m^2). Plon był głównie determinowany przez liczbę kłosów na jednostce powierzchni (Pisulewska i in., 2004). Liczba kłosów była najmniejsza na obiektach z obsadą 400 roślin po wschodach na m^2 , mimo tego, że plon z rośliny na tych obiektach był istotnie największy, to plon z jednostki powierzchni był istotnie niższy, co jest zgodne z wynikami uzyskanymi przez Stankowskiego (1994).

Tabela 1

Wpływ ilości wysiewu na plonowanie i strukturę plonu odmian pszenżyta jarego (2005–2006)
The effect of sowing rate on yield and its structure in spring triticale cultivars (2005–2006)

Odmiany Varieties	Ilość wysiewu szt./ m ² Sowing rate	Cechy — Traits						
		liczba roślin / m ² number of plants/ m ²	Liczba kłosów/ m ² number of heads/m ²	rozkrzewienie produkcyjne productive tillering	plon z rośliny(g) yield of grain per plant	plon z kłosa(g) yield of grain per head	MTZ weight of 1000 grains	plon z m ² w kg yield from m ² (kg)
Dublet — CHD 503	400	321	471	1,6	2,62	1,56	39,6	0,83
	600	441	592	1,3	1,94	1,46	38,7	0,85
	800	534	716	1,3	1,94	1,40	38,6	1,01
NIR _{0,05}		59,1	127,8	0,28	0,672	r.n.	r.n.	0,166
Milkaro — MAH 3003	400	291	466	1,6	2,32	1,44	38,3	0,67
	600	393	548	1,4	1,98	1,42	37,1	0,78
	800	456	584	1,3	1,80	1,37	37,3	0,81
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		78,2	56,9	0,21	0,365	r.n.	r.n.	0,126

Odmiany pszenżyta jarego Dublet (CHD 503) i Milkaro (MAH 3003) różniły się reakcją na termin siewu. Milkaro (MAH 3003) reagował istotną obniżką plonu na opóźnienie siewu o 10 dni. Spowodowane to było istotnie mniejszym plonem z rośliny i plonem z kłosa na obiektach o opóźnionym terminie siewu (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ terminu siewu na plonowanie i strukturę plonu odmian pszenżyta jarego (2005–2006)
The effect of sowing time on yield and its structure in spring triticale cultivars (2005–2006)

Odmiany Varieties	Termin siewu Sowing time	Cechy — Traits						
		liczba roślin/ m ² number of plants/ m ²	liczba kłosów/ m ² number of heads/m ²	rozkrzewienie produkcyjne productive tillering	plon z rośliny (g) yield of grain per plant	plon z kłosa(g) yield of grain per head	MTZ weight of 1000 grains	plon z m ² w kg yield from m ² (kg)
Dublet — CHD 503	I	410	572	1,5	2,64	1,73	44,9	1,05
	II	474	616	1,4	1,94	1,49	42,1	0,91
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		62,3	r.n.	r.n.	0,479	0,138	r.n.	r.n.
Milkaro — MAH 3003	I	393	567	1,4	2,50	1,75	45,3	0,95
	II	411	558	1,4	1,97	1,44	43,4	0,80
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	0,512	0,298	r.n.	0,146

Potwierdzają to badania Maćkowiaka i wsp. (2000), którzy wykazali, że najwcześniej sianym gatunkiem jarym zboża powinno być pszenżyto jare. Natomiast Dublet (CHD 503) wykazywał tolerancję na opóźnienie terminu siewu o 10 dni. Istotnie mniejszy plon z rośliny i plon z kłosa na obiektach o opóźnionym terminem siewu był równoważony większą liczbą roślin na jednostce powierzchni po wschodach.

Analizując reakcję na opóźnienie terminu siewu w warunkach różnej obsady roślin na jednostce powierzchni po siewie należy zwrócić uwagę, że odmiana Dublet (CHD 503) lepiej plonowała zwłaszcza w terminie wczesnego siewu, niezależnie od ilości wysiewu niż odmiana Milkaro (MAH 3003). Natomiast zwiększenie obsady roślin do 800 szt./ m² pozwala na uzyskanie plonu zbliżonego do plonu uzyskanego z obiektów o wczesnym siewie i obsadzie 600 szt./ m² (tab. 3).

Tabela 3

Tendencje w plonowaniu pszenżyta jarego pod wpływem opóźnienia terminu siewu w warunkach różnej obsady roślin na jednostce powierzchni

Yielding of spring triticale at different sowing dates and plant densities

Odmiany Varieties	Ilość wysiewu (szt./ m ²) Sowing rate (plants/ m ²)	Plon w kg/ m ² Yield (kg/ m ²)	
		termin siewu I sowing term I	termin siewu II sowing term II
Dublet — CHD 503	400	1,05	0,90
	600	1,21	0,91
	800	1,01	1,02
Milkaro — MAH 3003	400	0,80	0,94
	600	1,00	0,90
	800	0,81	0,91

WNIOSKI

1. Odmiana Dublet — CHD 503 była tolerancyjna na opóźnienie siewu o 10 dni, natomiast Milkaro (MAH 3003) można zaliczyć do odmian wrażliwych na termin siewu, już przy opóźnieniu wysiewu o 10 dni plonowała istotnie gorzej.
2. Odmiany: Dublet — CHD 503 i Milkaro (MAH 3003) mają podobne wymagania co do gęstości siewu, najlepiej plonowały przy obsadzie roślin po wschodach 600 na 1 m².
3. W warunkach opóźnionych siewów należy zwiększyć ilość wysiewu, aby uzyskać obsadę roślin po wschodach około 800 szt./m².
4. Odmiana Dublet — CHD 503 charakteryzowała się lepszym plonowaniem od Milkaro (MAH 3003) niezależnie od terminu siewu i ilości wysiewu.

LITERATURA

- Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M. 2000. Reakcja pszenżyta jarego Migo i Gabo na gęstość siewu. Zesz. Nauk. AR szczecin, nr 206: 39 — 44.
- Cyfert R., Michalak A., Najewski A., Zych J. 2004. Zboża jare — wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. Nr 32, COBORU Słupia Wielka, s. 36 — 42.
- Dmowski Z., Dzieżyc H., Szymczyk R. 2000. Zależność plonowania pszenżyta od odmiany, warunków glebowych i rejonu uprawy. Zeszyt 73, Słupia Wielka: 3 — 20.
- Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze. COBORU 2006: 98 — 103.
- Maćkowiak W., Budzianowski G., Goworko W., Woś H. 2000. Reakcja odmian zbóż jarych: pszenżyta, owsa, pszenicy i jęczmienia na termin siewu. Zesz. Nauk. AR Szczecin, nr 206: 159 — 162.
- Pisulewska E., Kołodziejczyk M., Witkiewicz R. 2004. Plonowanie, struktura plonu oraz kształtowanie się morfotypu pszenżyta jarego w zależności od odmiany i ilości wysiewu. Biul. IHAR 231: 201 — 210.
- Stankowski S., 1994. Wpływ terminu siewu, ilości wysiewu, rozstawy rzędów i gęstości siewu na plonowanie pszenżyta jarego. Rozpr. Habilitacyjna, AR Szczecin: 159.

ZBIGNIEW BRODA
DANUTA KURASIAK-POPOWSKA
ALEKSANDRA KOWALSKA
ANNA ĆWIKLIŃSKA

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin Akademii Rolniczej w Poznaniu

Analiza podobieństwa genetycznego wybranych gatunków w rodzaju *Secale*

The analysis of genetic similarity among *Secale* species

Przedmiotem badań była analiza podobieństwa genetycznego form dzikich z rodzaju *Secale*. Materiałem roślinnym były gatunki żyta: *Secale cereale* subsp. *afghanicum*, *Secale cereale* subsp. *dighoricum*, *Secale cereale* subsp. *segetale*, *Secale strictum* subsp. *africanum*, *Secale strictum* subsp. *anatolicum*, *Secale strictum* subsp. *ciliatoglume*, *Secale strictum* subsp. *kuprijanovii*, *Secale strictum*, *Secale sylvestre* oraz *Secale vavilovii*. Analiza prążków RAPD pozwoliła na wytypowanie starterów generujących polimorficzne prążki, pozwalające zróżnicować badane gatunki i podgatunki z rodzaju *Secale*. Przeprowadzone badania pozwoliły na podział roślin na trzy grupy o różnym stopniu podobieństwa genetycznego. Wieloletnie gatunki z rodzaju *Secale* utworzyły jedną grupę podobieństwa, a gatunki jednoroczne dwie grupy, w których podobieństwo wynosiło od 11 do 21%.

Słowa kluczowe: markery RAPD, podobieństwo genetyczne, żyto

The aim of this study was the analysis of genetic similarity among *Secale* species. The plant material included: *Secale cereale* subsp. *afghanicum*, *Secale cereale* subsp. *dighoricum*, *Secale cereale* subsp. *segetale*, *Secale strictum* subsp. *africanum*, *Secale strictum* subsp. *anatolicum*, *Secale strictum* subsp. *ciliatoglume*, *Secale strictum* subsp. *kuprijanovii*, *Secale strictum*, *Secale sylvestre* and *Secale vavilovii*. Based on the RAPD (random amplified polymorphic DNA) analysis primers generating polymorphic products were selected, which made possible to differentiate species and subspecies of *Secale*. Three groups of the *Secale* species were distinguished according to the different degree of genetic similarity. Perennial species were classified in one group of similarity, and annual species in two groups, in which the similarity ranged from 11 to 21%.

Key words: RAPD markers, genetic similarity, rye,

WSTEP

Molekularne systemy markerowe umożliwiają ocenę zróżnicowania genetycznego w dowolnej populacji roślinnej, oraz pomiędzy oddalonymi jednostkami systematycznymi we wszystkich stadiach wzrostu i rozwoju rośliny niezależnie od warunków środowiskowych oraz przy braku oddziaływań epistatycznych (Wolko i in., 1999;

Kubicka i Lewandowska, 2003). Ocena różnorodności genetycznej wewnątrz i pomiędzy populacjami danego gatunku jest bardzo istotna dla programów hodowlanych.

Najprostszą w wykonaniu techniką pozwalającą na szybkie wykrycie różnic w sekwencji DNA na obszarze całego genomu jest metoda RAPD wykorzystująca polimorfizm losowo amplifikowanych fragmentów DNA (Kuczyńska i in., 2003).

Celem badań była analiza podobieństwa genomów na poziomie molekularnym w gatunkach z rodzaju *Secale* sp.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem roślinnym były dzikie gatunki żyta pochodzące z kolekcji prowadzonej w Ogródzie Botanicznym — Centrum Zachowania Różnorodności Biologicznej PAN w Warszawie: *Secale cereale* subsp. *afghanicum*, *Secale cereale* subsp. *dighoricum*, *Secale cereale* subsp. *ancestrale*, *Secale cereale* subsp. *segetale*, *Secale strictum*, *Secale strictum* subsp. *africanum*, *Secale strictum* subsp. *anatolicum*, *Secale strictum* subsp. *ciliatoglume*, *Secale strictum* subsp. *kuprijanovii*, *Secale sylvestre* oraz *Secale vavilovii*.

Otrzymywanie markerów molekularnych RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA)

Genomowy DNA izolowano zmodyfikowaną metodą Thompsona i Henry'ego (1995) z prób zbiorczych 30 siewek każdego gatunku. Fragmenty liści o powierzchni 2 mm² z 10 dniowych siewek żyta traktowano 200 µl buforu TPS o składzie: 100 mM Tris HCl o pH 9,5; 1 M KCl; 10 mM EDTA. Inkubację przeprowadzono w probówkach Eppendorfa, w łaźni wodnej w temperaturze 95°C przez 15 minut.

Reakcję łańcuchową polimerazy (PCR) przeprowadzono w objętości 12,5 µl mieszaniny o składzie: woda dejonizowana; 1M Tris HCl o pH 8,3; 25 mM MgCl₂; BSA; 2mM dNTP; starter-5pmoli/µl; Taq polimeraza-5U/µl, ekstrakt DNA-25 ng/µl. Taq polimeraza pochodziła z firmy MBI-Fermentas, pozostałe odczynniki pochodziły z firmy SIGMA. Amplifikację DNA przeprowadzono za pomocą termocyklera T3 BIOMETRA firmy POLYGEN. Po wyjęciu prób z termocyklera do każdej z nich dodano 1 µl barwnika (0,25% błękit bromofenolowy; 40% sacharoza; woda dejonizowana)

Elektroforezę produktów amplifikacji przeprowadzono w 1,5% żelu agarozowym z dodatkiem 1 µl bromku etydyny.

Współczynniki podobieństwa genetycznego (GS) badanych gatunków obliczono

korzystając ze wzoru (Nei i Li, 1979):
$$GS = \frac{2n_{xy}}{(n_x + n_y)}$$

gdzie n_{xy} oznacza liczbę alleli obecnych zarówno u gatunku x jak i u gatunku y , n_x — liczbę alleli obecnych u gatunku x i n_y — liczbę alleli obecnych u gatunku y .

WYNIKI

Spośród 70 testowanych starterów oligonukleotydowych 13 generowało wysoki polimorfizm prążkowy, który pozwolił na określenie podobieństwa genetycznego pomiędzy

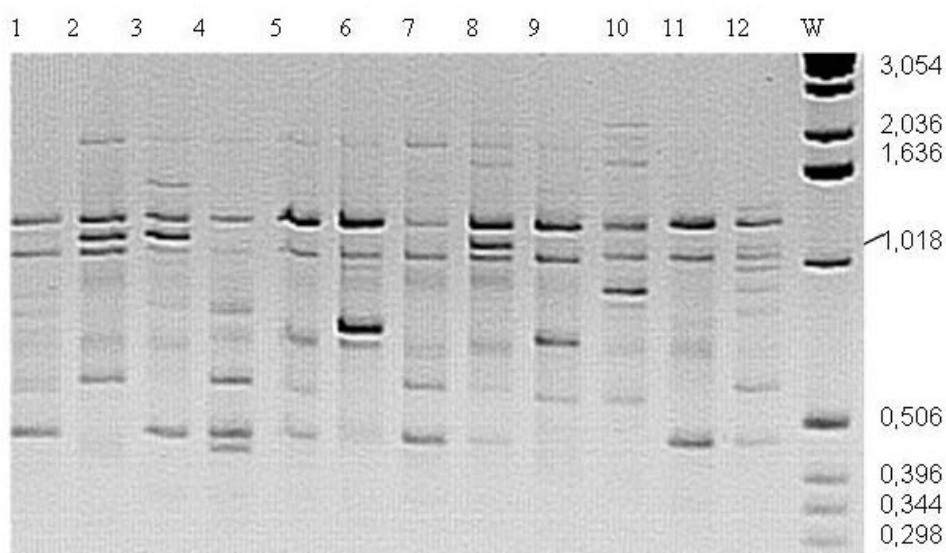
badanymi liniami żyta. Startery, ich sekwencje nukleotydowe oraz liczbę produktów amplifikacji zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1

Startery i ich sekwencje nukleotydowe tworzące polimorfizm w gatunkach z rodzaju *Secale* sp.

Sequences of primers detecting polymorphism of *Secale* sp.

Numer startera Primer No.	Sekwencja nukleotydowa Sequences 5'-3' of primers	Liczba produktów amplifikacji The number of amplification products	
		ogółem — total	Polimorficzne — polymorphic
OPA04	AATCGGGCTG	7	6
OPA07	GAAACGGGTG	7	4
OPA09	GGGTAACGCC	10	10
OPA10	GTGATCGCAG	8	7
OPA12	TCGGCGATAG	6	6
OPB08	GTCCACACGG	8	8
OPB10	CTGCTGGGAC	10	8
OPB11	GTAGACCCGT	8	7
OPB17	AGGGAACGAG	5	3
OPD04	TCTGGTGAGG	6	6
OPG10	AGGGCCGTCT	8	7
OPJ04	CCGAACACGG	6	6
OPJ15	TGTAGCAGGG	8	7
Ogółem — Total		97	85



Numery ścieżek odpowiadają: Paths in order respond to the following species:

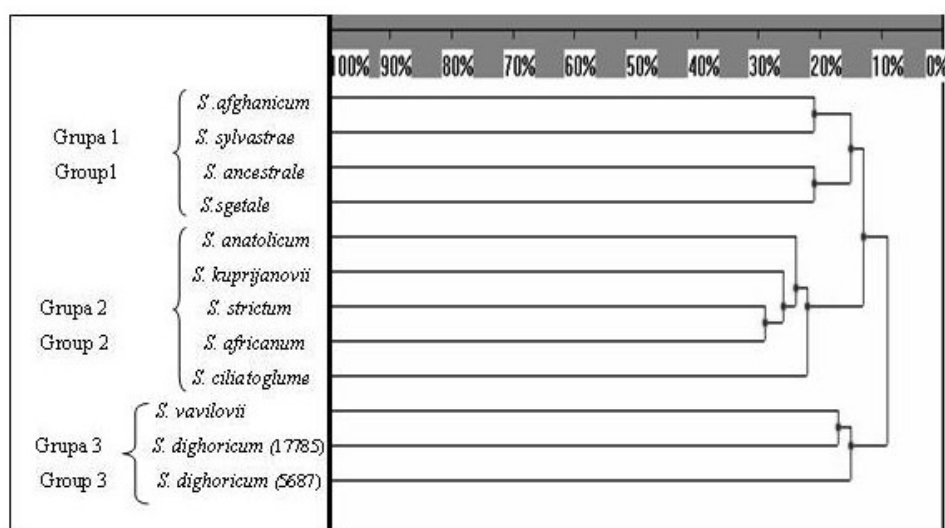
- 1 — *S. cereale afghanicum*, 2 — *S. cereale ancestrale*, 3 — *S. cereale segetale*, 4 — *S. sylvastrae* 5 — *S. anatolicum*,
6 — *S. ciliatoglume*, 7 — *S. kuprianovii*, 8 — *S. strictum* 6038, 9 — *S. africanum* 10 — *S. vavilovii*,
11 — *S. dighoricum* 17785, 12 — *S. dighoricum* 5687, W — Wzorzec; -Standard 1 KB DNA Ladder.

Rys. 1. Elektroforegram polimorfizmu produktów amplifikacji DNA wykonany techniką RAPD – PCR z zastosowaniem startera OPB 10 o sekwencji: 5' CTGCTGGGAC 3'.

Fig. 1. Agarose gel electrophoresis of DNA fragments obtained by RAPD amplification with the primer OPB 10 with sequence 5' CTGCTGGGAC 3'

Jeden starter średnio generował 7 różnej wielkości fragmentów DNA. Największą liczbę prążków (10) otrzymano w reakcji ze starterami: OPA 09 oraz OPB 10 (rys. 1). Najmniejszą liczbę prążków (6) uzyskano ze starterami OPA 12 oraz OPJ 04. Zamieszczone w niniejszej pracy startery dały ogółem 97 fragmentów o różnej masie cząsteczkowej, a spośród nich 12 stwierdzono u wszystkich badanych gatunków z rodzaju *Secale*.

Analiza dendrogramu UPGMA (Unweighted Pair Group Method of Arithmetic Means) (rys. 2) wykreślonego na podstawie indeksu podobieństwa pozwoliła na określenie dystansu genetycznego pomiędzy badanymi gatunkami żyta. Dendrogram wskazuje na obecność trzech głównych grup skupień.



Rys. 2 Dendrogram przedstawiający podobieństwo genetyczne pomiędzy analizowanymi obiektami
Fig. 2. Dendrogram showing relationships of the genetic similarity among the analyzed objects

Podobieństwo w pierwszej grupie, do której zaliczono trzy podgatunki *S. cereale* oraz *S. sylvastrae* wynosiło od 14% do 21%. Największą drugą grupę stanowiły gatunki *S. strictum* oraz *S. strictum* subsp. *africanum*, *anatolicum*, *kuprijanovii*, oraz *ciliatoglume*. Wszystkie gatunki z drugiej grupy zalicza się do roślin wieloletnich. W grupie tej podobieństwo pomiędzy *S. strictum* i *S. africanum* wynosiło 29%. Grupę trzecią stanowiły jednoroczne gatunki: *S. dighoricum* oraz *S. vavilovii* podobne do siebie pod względem genetycznym w granicach 11–17%.

DYSKUSJA

Problem ograniczonej zmienności genetycznej odmian populacyjnych żyta wskazuje na konieczność poszerzenia zmienności genetycznej dla dalszego doskonalenia odmian. Jedną z możliwości rozwiązania tego problemu jest wykorzystanie dzikich podgatunków

żyta jako komponentów w krzyżowaniach oddalonych z żytem uprawnym *Secale cereale* ssp. *cereale* oraz otrzymanie mieszańców oddalonych. Gatunkami posiadającymi geny odporności na rdzę brunatną i mączniaka są *Secale montanum* i *S. kuprijanovi* (Kobyljanski i Solodukhina 1996, Wehling i in., 2003), a gatunki *S. sylvestre*, *S. anatolicum* i *S. vavilovii* wykorzystuje się w hodowli odmian odpornych na wyleganie i porastanie (Rzepka, 1993). Dzikie gatunki żyta mogą posłużyć do polepszania takich cech jak zimotrwałość, zawartość białka w ziarnie czy długość źdźbła (Kobyljanski, 1987; Mackiewicz i Broda, 2004). Większa ilość informacji o dzikich gatunkach żyta, w tym o ich podobieństwie genetycznym zwiększa możliwość ich praktycznego wykorzystania do tworzenia nowych odmian.

Technika RAPD jest jedną z prostszych metod stosowanych w ocenie zróżnicowania genetycznego i z powodzeniem była wykorzystywana w badaniach roślin uprawnych, w tym zbóż (Cao i in., 1999; Masojć, 2000; Kuczyńska i in., 2001; Myśków i in., 2001; Milczarski i in., 2001; Persson i in., 2001; Fernandez i in., 2002; Drossou i in., 2004). Markery RAPD okazały się użyteczne do badania podobieństwa genetycznego odmian i ekotypów *Secale cereale* rosnących na terenach Europy, Ameryki Północnej i Południowej oraz Azji (Matos i in., 2001; Ma i in., 2004; Ćwiklińska, 2007).

W badaniach własnych relacje dystansu genetycznego wskazują na oddzielną grupę podobieństwa dla podgatunków wieloletnich: *Secale africanum*, *anatolicum*, *ciliatoglume*, *kuprijanovii* i *strictum* należących do gatunku *S. strictum*. Podobnie Chikmawati i wsp. (2005) badając podobieństwo genetyczne w rodzaju *Secale* sp. przy użyciu markerów AFLP zaobserwowali osobne zgrupowanie form rocznych oraz wieloletnich. Z kolei analiza sekwencji powtórzonych DNA w rodzaju *Secale* przeprowadzona przez Cuadrado i Jouve (1997) za pomocą fluorescencyjnej hybrydyzacji *in situ* wykazała, że gatunki wieloletnie oraz obcopolne gatunki z rodzaju *Secale* sp. tworzą jedną grupę. Dalsze badania przeprowadzone przez tych badaczy sugerują, że duże zróżnicowanie w lokalizacji sekwencji (AAC)₅ oraz (AAG)₅ pomiędzy *S. sylvestre* oraz resztą gatunków świadczy o wczesnym oddzieleniu się *S. sylvestre* od *S. strictum*. W badaniach własnych gatunek *S. sylvestre* znajduje się w jednej grupie podobieństwa z trzema podgatunkami *S. cereale*, natomiast grupa ta jest w 14% podobna do drugiej grupy podobieństwa, która stanowiły gatunki *S. strictum*.

Analiza dystansu genetycznego 42 odmian żyta przeprowadzona przez Ma i wsp. (2004) ukazała wyraźny podział na formy jare i ozime a w nich na grupy skupień odpowiadające terytorialnemu pochodzeniu nasion. Ścisły podział na takie grupy w zależności od pochodzenia nasion w przypadku badań własnych nie jest obserwowany.

Badane gatunki w rodzaju *Secale* sp. zebrane zostały w różnych miejscach Europy i Azji Środkowej, z wyjątkiem *S. vavilovii*, którego miejscem pochodzenia jest Iran. *S. vavilovii* został szybko oddzielony od pozostałych gatunków z rodzaju *Secale* sp. (Cuadrado i Jouve, 2002). W badaniach własnych *S. vavilovii* znalazł się w jednej grupie podobieństwa z dwoma gatunkami *S. dighoricum* pochodzącymi ze Szwecji i Rosji. W badaniach Chikmawati i wsp. (2005) przy użyciu techniki AFLP gatunki *S. dighoricum* pochodziły z terenu Polski, a *S. vavilovii* z obszaru Polski i Afganistanu, a podobieństwo

między tymi gatunkami wynosiło 30%, podczas gdy w przypadku wyników własnych wynosi ono tylko 11%.

WNIOSEK

Przeprowadzone badania za pomocą markerów molekularnych typu RAPD wykazały, że wieloletnie gatunki *Secale strictum* (*S. strictum*, *S. s. africanum*, *S. s. anatolicum*, *S. s. ciliatoglume*, *S. s. kuprijanovii*) tworzą odrębną grupę podobieństwa a gatunki jedno- i dwuletnie dwie grupy (*S. c. afghanicum*, *S. c. ancestrale*, *S. c. segetale*, *S. sylvestre* oraz *S. dighoricum* i *S. vavilovii*) co dowodzi o różnej filogenezie tych gatunków.

LITERATURA

- Cao, W., Scoles, G. and Hucl, P. 1999. The use of RAPD analysis to classify *Triticum* accessions. *Theor. Appl. Genet.* 98: 602 — 607.
- Chikmawati T., Skovmand B., Gustafson J.P. 2005. Phylogenetic relationships among *Secale* species revealed by amplified fragment length polymorphism. *Genome* 48: 792 — 801.
- Cuadrado A., Jouve N. 1997. Distribution of highly repeated DNA sequences in species of the genus *Secale*. *Genome* 40(3): 309 — 317.
- Cuadrado A., Jouve N. 2002. Evolutionary trend of different repetitive DNA sequences during speciation in the genus *Secale*. *The J. of Heredity* 93: 339 — 345.
- Ćwiklińska A. 2007. Analiza podobieństwa genetycznego w gatunkach z rodzaju *Secale* L. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie*, w druku.
- Drossou A., Katsiotis A., Leggett J. M., Loukas M., Tsakas S. 2004. Genome and species relationships in genus *Avena* based on RAPD and AFLP molecular markers. *Theor. Appl. Genet.* 109: 48 — 54.
- Fernandez M. E., Figueiras A.M. and Benito C. 2002. The use of ISSR and RAPD markers for detecting DNA polymorphism, genotype identification and genetic diversity among barley cultivars with known origin. *Theor. Appl. Genet.* 104: 845 — 851.
- Kubicka H., Lewandowska R. 2003. Zastosowanie techniki AFLP w połączeniu z BSA do identyfikacji markerów sprzężonych z cechą karłowatości u żyta. *Biul. IHAR* 226/227: 71 — 80.
- Kuczyńska A., Bocianowski J., Masojć P., Surma M., Adamski T. 2003. Zastosowanie markerów RAPD do określenia podobieństwa genetycznego odmian jęczmienia ozimego (*Hordeum vulgare* L.). *Biul. IHAR* 226/227/1: 81 — 85.
- Kuczyńska A., Milczarski P., Surma M., Masojć P., Adamski T. 2001. Genetic diversity among cultivars of spring barley revealed by random amplified polymorphic DNA (RAPD). *J. Appl. Genet.* 42: 43 — 48.
- Kobyljanski V. D., Solodukhina O.V. 1996. Genetic bases and practical breeding utilization of heterogeneous resistance of rye to brown rust. *Votr. Pflanzenzüchtg* 35: 155 — 163.
- Kobyljanski V. D. 1987. Studies of rye and their relations to aspects of breeding. *Vestn. Selsch. Nauki* 111: 35 — 41.
- Ma R., Yli-Mattila T., Pulli S. 2004. Phylogenetic relationships among genotypes of worldwide collection of spring and winter ryes (*Secale cereale* L.) determined by RAPD_PCR markers. *Hereditas* 140: 210 — 221.
- Mackiewicz D., Broda Z. 2004. Ocena przydatności hodowlanej mieszańców żyta uprawnego *Secale cereale* (L.) z dzikimi gatunkami z rodzaju *Secale*. *Biul. IHAR* 231: 265 — 277.
- Matos M., Pinto-Carnide O., Benito C. 2001. Phylogenetic relationships among Portuguese rye based on isozyme, RAPD and ISSR markers. *Hereditas* 134: 229 — 236.
- Masojć P. 2000. Identyfikacja odmian pszenżyta przy użyciu markerów RAPD. *Folia Univ. Agric. Stetin* 206, *Agricultura* (82): 179 — 184.
- Myśków B., Masojć P., Banek-Tabor A., Szolkowski A. 2001. Genetic diversity of inbred lines evaluated by RAPD analysis. *J. Appl. Genet.* 42: 1 — 4.

- Milczarski P., Banek-Tabor A., Masojć P. 2001. Wykorzystanie markerów RAPD do identyfikacji odmian pszenżyta. Biul. IHAR. 261 — 267.
- Nei M., Li W. H. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction. Proceedings of the Academy of Sciences of the USA 76: 5269 — 5273.
- Persson K., Diaz O., Bothmer R. V. 2001. Extent and patterns of RAPD variation in landraces and cultivars of rye (*Secale cereale* L.) from Northern Europe. Hereditas 134: 237 — 243.
- Rzepka D. 1993. Badania nad mieszańcami *S. cereale* × *S. vavilovi* Gross w aspekcie ich przydatności w hodowli odmian żyta odpornych na porastanie. Część 1. Ocena odporności na porastanie mieszańców międzygatunkowych żyta. Hod. Rośl. Aklim. 37 95/6): 69 — 79.
- Wehling P., Linz A., Hackauf B., Roux S.R., Ruge B., Klocke B. 2003. Leaf-rust resistance in rye (*Secale cereale* L.). 1. Genetic analysis and mapping of resistance genes *Pr1* and *Pr2*. Theor. Appl. Genet. 107: 432 — 438.
- Wolko B., Irzykowska L., Świącicki W. K. 1999. AFLP i SSR — systemy markerowe przydatne w hodowli roślin. Post. Nauk Roln. 2/99: 59 — 71.

IRENA KIECANA
ELŻBIETA MIELNICZUK
MAŁGORZATA CEGIELKO
ALEKSANDRA SZOLKOWSKA ¹

Katedra Fitopatologii Akademii Rolniczej w Lublinie

¹ Hodowla Roślin DANKO, Choryń

Grzyby porażające korzenie i podstawę źdźbła owsa (*Avena sativa* L.)

Fungi infecting roots and stem bases in oat (*Avena sativa* L.)

Badania przeprowadzono w latach 2004–2006 na polach Hodowli Roślin Danko w Kopaszewie, woj. wielkopolskie. W każdym sezonie wegetacji w fazie dojrzałości późno-woskowej ziarna (87 w skali Tottmana (1987) oceniano porażenie korzeni i dolnych międzywęźli źdźbła. Odsetek źdźbła wykazujących objawy chorobowe wynosił od 32 (Rajtar) do 85% (Deresz) w 2004 roku, od 44 (Gniady) do 93% (Breton) w 2005 roku i od 8 (Cwał) do 34.5% (Rajtar) w 2006 roku. Średnio po 3 latach badań udział źdźbła z objawami nekrozy korzeni i podstawy źdźbła wynosił od 42% w przypadku odmiany Rajtar do 64 w przypadku odmiany Breton. Analiza mikologiczna chorych roślin wykazała, że przyczyną chorób podsuszkowych owsa, w każdym sezonie wegetacji były grzyby z rodzaju *Fusarium*, a w szczególności gatunek *F. culmorum* oraz *Bipolaris sorokiniana*.

Słowa kluczowe: *Biopolaris sorokiniana*, *Fusarium* spp., nekroza podstawy źdźbła, zgnilizna korzeni

The investigations were carried out in 2004–2006 in the plots of Plant Breeding Station in Kopaszewo. Disease symptoms were recorded in each vegetation season at the hard dough stage (87 in the Tottman scale (1987)). The percentage of diseased stems ranged from 32 (Rajtar) to 85% (Deresz) in 2004, from 44 (Gniady) to 93% (Breton) in 2005, and from 8 (Cwał) to 34.5% (Rajtar) in 2006. After a 3-year period the proportion of stems with root rot and stem bases necrosis ranged from 42% in cv. Rajtar to 64% in cv. Breton. A mycological analysis of the diseased plants showed that the causal agents of these diseases in each vegetation season were fungi belonging to *Fusarium* spp. particularly *F. culmorum*, and *Biopolaris sorokiniana*.

Key words: *Biopolaris sorokiniana*, *Fusarium* spp., necrosis of stem bases, root rot

WSTĘP

Problem chorób korzeni i podstawy źdźbła zbóż nabiera w ostatnich latach szczególnego znaczenia, zwłaszcza w związku z coraz szerszą uprawą roślin zbożowych w monokulturach, z pominięciem tradycyjnego płodozmianu, jak również z wprowadzaniem

uproszczonych systemów uprawy gleby („minimum tillage system”) (Łacicowa, Pięta, 1998; Kiecana i in., 2003; Chełkowski, 2005).

Pomimo, że owies uważany jest za gatunek, który dobrze plonuje w płodozmianach ze znacznym udziałem zbóż, jest on jednak porażany przez patogeny powodujące choroby podsuszkowe (Adamiak, Adamiak, 1999; Kiecana i in., 2003). Za jedną z głównych przyczyn tych chorób w uprawach owsa, jak również innych gatunków zbóż uznano grzyby z rodzaju *Fusarium*, a zwłaszcza *F. avenaceum* i *F. culmorum* oraz *Bipolaris sorokiniana* (Łacicowa, Pięta, 1998; Kiecana, Mielniczuk, 2001; Kiecana i in., 2003). Gatunki *F. avenaceum* i *F. culmorum* wyróżniają się obfitym zarodnikowaniem konidialnym. Makrokonidia tych grzybów tworzą się w sporodochiach rozwijających się na resztkach pozbiorowych na powierzchni gleby (Cook, 1981). Według Cooka (1968), *F. culmorum* szczególnie dobrze zarodnikuje na słomie owsianej, co stanowi bezpośrednie zagrożenie dla roślin następnych, uprawianych po owsie, zwłaszcza przy pominięciu tradycyjnej orki głębokiej. Ponadto wymienione gatunki *Fusarium* charakteryzuje duża tolerancja na temperaturę i wilgotność (Łacicowa, Pięta, 1998; Kiecana i in., 2003).

Gatunek *B. sorokiniana* jest fakultatywnym pasożytem, który może bytować saprotroficznie w glebie. Za źródło infekcji pierwotnej tego grzyba uznano także materiał siewny (Łacicowa, 1990; Łacicowa i in., 1990; Cegielko, 2006). Dużą szkodliwość *B. sorokiniana* dla różnych genotypów owsa w warunkach Lubelszczyzny stwierdziła Cegielko (2006). Rozwojowi i zarodnikowaniu tego patogena sprzyja wysoka wilgotność (Łacicowa, 1990).

Celem prezentowanych badań było ustalenie przyczyny porażenia korzeni i podstawy żdźbła owsa uprawianego w warunkach Wielkopolski na polach stacji Hodowli Roślin Danko w Kopaszewie.

MATEIAŁ I METODY

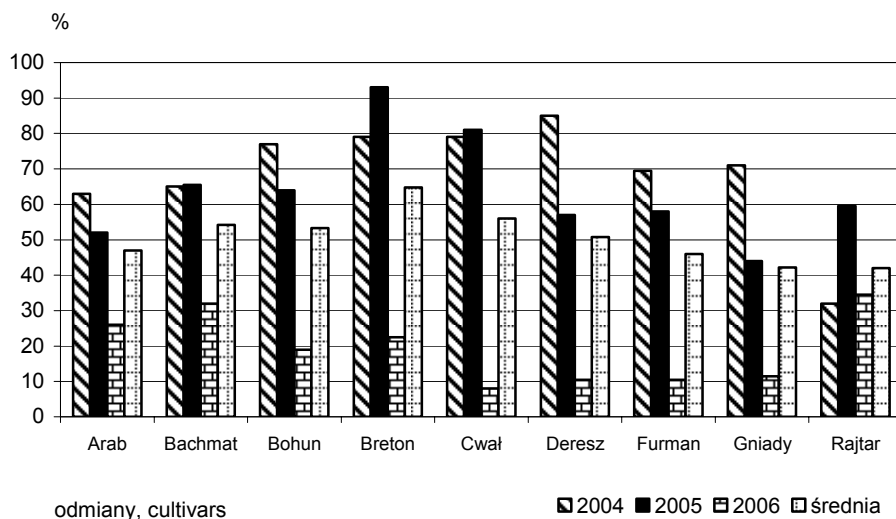
Badania przeprowadzono w latach 2004–2006 na polach Hodowli Roślin Danko w Kopaszewie, woj. wielkopolskie. Objęto nimi 9 odmian owsa: Arab, Bachmat, Bohun, Breton, Cwał, Deresz, Furman, Gniady i Rajtar, których ziarno zaprawiane na mokro zaprawą nasienną Maxim Star (200 mg preparatu na 100 kg ziarna), wysiewano w ilościach zalecanych dla praktyki rolniczej (Mazurek i in., 1993). W każdym roku badań przedplonem dla owsa były buraki cukrowe. W uprawach stosowano nawożenie mineralne, w ilościach N:P:K — 90:50:80 kg·ha⁻¹ oraz przeprowadzano zabieg herbicydowy z wykorzystaniem preparatu Mustang w dawce 0,6 l·ha⁻¹.

W każdym sezonie wegetacji oceniano porażenie korzeni oraz podstawy żdźbła owsa w fazie dojrzałości późno woskowej ziarna (87 w skali Tottmana (1987)). W tym celu pobierano po 200 żdźbeł (4×50 w różnych miejscach pola) każdej odmiany. W laboratorium ustalano udział żdźbeł z nekrotycznymi smugami na korzeniach i dolnych międzywęzłach oraz określano stopień ich porażenia wg 5° skali (Eng-Chong Pua i in., 1985). Natomiast wskaźniki chorobowe obliczono stosując wzór Mc Kinneya (Łacicowa, 1969). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie z wykorzystaniem półprzedziałów ufności T-Tukeya (Żuk, 1989). W laboratorium przeprowadzono także analizę

mikologiczną chorych źdźbeł. Liczba fragmentów roślin pobieranych do analizy oraz sposób jej przeprowadzenia były takie jak w badaniach wcześniejszych owsa (Kiecana i in., 2003). Do oznaczania grzybów z rodzaju *Fusarium* użyto opracowania Nelsona i wsp. (1983), Burgessa i wsp. (1988). Przy określaniu innych gatunków grzybów wykorzystano klucze i monografie Elisa (1971), Domscha i wsp. (1980), Ramireza (1982) i Rifai (1969).

WYNIKI BADAŃ

W każdym sezonie wegetacji występowały rośliny z objawami zgnilizny korzeni i nekrotycznych smug na dolnych międzywęźlach. Odsetek takich źdźbeł wahał się od 32 (Rajtar) do 85% (Deresz) w 2004 roku, od 44 (Gniady) do 93% (Breton) w 2005 roku i od 8 (Cwał) do 34,5% (Rajtar) w 2006 r. Średnio po 3 latach badań udział źdźbeł z objawami chorobowymi wynosił od 42% w przypadku odmiany Rajtar do 64,8% w przypadku odmiany Breton (rys. 1).



Rys. 1. Procentowy udział źdźbeł z objawami zgnilizny korzeni i nekrozy na dolnych międzywęźlach
Fig. 1. The percentage of oat stems with necrosis on root rot and necrosis on the lower internodes

Natomiast średnie wskaźniki chorobowe dla badanych odmian wynosiły od 14,3 w przypadku odmiany Rajtar do 26,9 dla odmiany Bohun i różniły się istotnie (tab. 1).

W wyniku analizy mikologicznej chorych roślin uzyskano 2226 izolatów grzybów, w tym 1155 z korzeni i 1071 z dolnych międzywęźli źdźbeł (tab. 2). Wśród wyizolowanych w ciągu 3 lat badań koloni, 89% stanowiły grzyby z rodzaju *Fusarium*, przy czym w 2004 roku 100% uzyskanych izolatów grzybów należało do tego rodzaju.

Tabela 1

Wartości wskaźników chorobowych, średnio po 3 latach badań
Values of the disease index, mean after 3 years of studies

Odmiana — Cultivar	Wskaźnik chorobowy — Disease index
Rajtar	14,3a
Deresz	18,4ab
Gniady	19,0b
Breton	21,2bc
Furman	21,7bc
Bachmat	22,5bcd
Cwał	25,4cd
Arab	26,0d
Bohun	26,9d

Średnie różnią się istotnie ($P \leq 0,05$) jeżeli nie są oznaczone tą samą literą

Means differ significantly ($P \leq 0.05$) if they are not marked with the same letter

Tabela 2

Grzyby wyizolowane z korzeni i podstawy źdźbła owsa w latach 2004–2006
Fungi isolated from roots and stem bases in years 2004–2006

Gatunek grzyba Fungus species	Liczba izolatów w poszczególnych latach badań Number of isolates in each year of investigations	Ogólna liczba izolatów Total number of isolates
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	2005 k 0, pz 4; 2006 k 0, pz 47	51
<i>Aureobasidium pullulans</i> De Barry Arnaud	2005 k 10, pz 0; 2006 k 45, pz 26	81
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	2005 k 0, pz 8, 2006 k 14, pz 18	40
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	2004 k 25, pz 5; 2005 k 12, pz 2; 2006 k 6, pz 12	62
<i>Fusarium culmorum</i> (W.G.Sm.) Sacc.	2004 k 320, pz 181; 2005 k 263, pz 300; 2006 k 159, pz 326	1549
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	2005 k 0, pz 15; 2006 k 4, pz 0	19
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht	2005 k 70, pz 42; 2006 k 206, pz 26	344
<i>Fusarium poae</i> (Peck.) Wr.	2005 k 5, pz 9	14
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	2006 k 10, pz 0	10
<i>Penicillium verrucosum</i> Dierckx var. <i>cyclopium</i> (Westling) Samson, Stolk et Hadlok	2005 k 4, pz 9; 2006 k 2, pz 11	26
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	2006 k 0, pz 13	13
<i>Trichoderma vireide</i> Rifai	2006 0, pz 17	17
Razem	2004 k 345, pz 186; 2005 k 364, pz 389; 2006 k	2226
Total	446, pz 496	

k — korzenie, roots

pz — podstawa źdźbła, stem base

W tym roku badań gatunek *F. culmorum* stanowił 92,75% (320 izolatów) wszystkich wyosobnień z korzeni i 97,31% (181 izolatów) z podstawy źdźbła, pozostałe kolonie należały do *F. avenaceum*. W sezonach wegetacji 2005 i 2006, zarówno z korzeni, jak i z podstawy źdźbła w największych ilościach uzyskiwano także gatunek *F. culmorum*, którego izolaty stanowiły: w 2005 roku 75,14% (263 izolaty) wszystkich *Fusarium* spp. wyizolowanych z korzeni i 81,52% (300 izolatów) z dolnych międzywęźli, zaś w 2006 roku 41,3% (159 izolatów) ogółu *Fusarium* spp. z korzeni i 83,16% (326 izolatów) z podstawy źdźbła (tab. 2). Pozostałe gatunki z tego rodzaju były reprezentowane przez *F. avenaceum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. poae* i *F. sporotrichioides*. Gatunek *B.*

sorokiniana wyizolowywano w 2005 roku z podstawy źdźbła owsa — 8 izolatów oraz z korzeni i podstawy źdźbła w 2006 roku — łącznie 32 izolaty, co stanowiło 3,4% ogółu wyosobnień w tym roku badań (tab. 2). Kolonie innych grzybów należały do *Alternaria alternata* (2,3% wszystkich uzyskanych izolatów grzybów w ciągu 3 lat badań), *Aureobasidium pullulans* (3,6%), *Penicillium verrucosum* var. *cyclopium* (1,2%), *Rhizoctonia solani* (0,6%) i *Trichoderma viride* (0,8%) (tab. 2).

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały, że w każdym sezonie wegetacji i u wszystkich analizowanych genotypów owsa występowały rośliny z objawami nekrotycznych smug na dolnych międzywęźlach. Ten typ objawu chorobowego już wcześniej uznano za charakterystyczny dla porażenia owsa przez *Fusarium* spp. w Stanach Idaho i Washington oraz w Polsce w województwie lubelskim (Cook, 1968; Kiecana, Mielniczuk, 2001; Kiecana i in., 2003). Udział chorych źdźbeł owsa oraz wartości wskaźników chorobowych były jednak znacznie wyższe aniżeli w przypadku owsa uprawianego na Lubelszczyźnie (Kiecana i in., 2003).

Główną przyczyną nekrozy korzeni i podstawy źdźbła owsa uprawianego w warunkach Wielkopolski okazał się gatunek *F. culmorum*. Według Łacicowej i Pięty (1998) oraz Kiecany i współautorów (2003) szkodliwość tego gatunku w stosunku do zbóż, w tym do owsa jest większa przy wyższej temperaturze, stąd dominacja *F. culmorum* w uprawach owsa w cieplejszym regionie naszego kraju jakim jest Wielkopolska. Obserwacje polowe roślin i wyniki analizy mikologicznej porażonych organów wskazują na udział w powodowaniu chorób podsuszkowych owsa, także innych gatunków z rodzaju *Fusarium*, a zwłaszcza *F. avenaceum* oraz *B. sorokiniana*. Gatunki *F. culmorum* i *F. avenaceum* uznano za groźne patogeny siewek oraz korzeni i źdźbeł starszych roślin owsa na Lubelszczyźnie (Kiecana, 1998; Kiecana, Mielniczuk, 2001; Kiecana i in., 2003). *Fusarium culmorum* i *F. avenaceum* wraz z *F. crookwellense*, wykazały także znaczną patogeniczność w stosunku do siewek tego zboża, w warunkach kontrolowanej temperatury i wilgotności (Mańka, 1989; Kiecana, Kocyłak, 1999).

Szkodliwość *F. culmorum* w stosunku do zbóż wynika między innymi ze zdolności tworzenia toksycznych metabolitów wtórnych, głównie deoksyniwalenolu, który powoduje szereg zmian w metabolizmie komórki roślinnej. Toksyna ta może wywoływać zaburzenia w podziałach mitotycznych komórki, aberracje chromosomowe oraz wpływać na funkcjonowanie błon cytoplazmatycznych, a także hamuje wzrost siewek zbóż oraz obniża zdolność kiełkowania ziarna (Wiśniewska, Chełkowski, 1994; Dahleen, McCormic, 2001; Šrobárová, Pavlová, 2001). Natomiast w patogenezie chorób powodowanych przez *F. avenaceum* bierze udział moniliformina, związek o charakterze fitotoksycznym. Według Packi (1997) metabolit ten powoduje zaburzenia w podziałach komórkowych zachodzących w korzeniach kukurydzy.

Na uwagę zasługuje uzyskiwany z chorych korzeni oraz źdźbeł owsa grzyb *Bipolaris sorokiniana*, który odgrywa istotną rolę w porażaniu różnych gatunków zbóż. Między innymi może być przyczyną nekrozy korzeni i pochew liściowych oraz plamistości liści

w pierwszych tygodniach wzrostu, zaś u roślin starszych powoduje zgorzel podstawy źdźbła, plamistości liści oraz patogeniczne zmiany w zabarwieniu plewek ziarniaków (Almgren i in., 1999; Hossain, Hossain, 2001; Kiecana i in., 2003; Fernandez, Jefferson, 2004; Strausbaugh i in., 2004). Fakt otrzymywania izolatów tego gatunku z roślin owsa wskazuje na jego obecność i możliwość uszkodzania tego zboża w warunkach glebowo-klimatycznych Wielkopolski.

Patogeniczność *B. sorokiniana* związana jest z wytwarzaniem przez ten gatunek drugorzędowych metabolitów, które wykazują właściwości fitotoksyczne, np. prehelmin-tosporalu, redukującego sprawność działania pomp wodorowo-wapniowych w komórce roślinnej (Olbe i in., 1995).

Gatunek *Aureobasidium pullulans* wyosabniany dość często, zarówno z korzeni jak i z dolnych międzywęźli źdźbeł owsa w badaniach Łacicowej i współautorów (1997), okazał się słabym patogenem, który zwłaszcza razem z *B. sorokiniana* osłabiał wschody jęczmienia jarego i wzmacniał ostrość objawów chorobowych na roślinach.

WNIOSKI

1. Zagrożenie dla owsa uprawianego w województwie wielkopolskim stanowi głównie gatunek *F. culmorum*.
2. Ze względu na dużą szkodliwość *F. culmorum* należy uwzględnić tego patogena w hodowli odmian owsa przygotowywanych do uprawy w Polsce.

LITERATURA

- Adamiak J., Adamiak E. 1999. Plonotwórcza i plonochronna rola owsa w płodozmianach zbożowych. Yield — forming and crop protecting role of oats in cereal crop rotations. Pamiętnik Puławski — Mat. Konf. 114: 16 — 21.
- Almgren I., Gustafsson M., Fält A.S., Lindgren H., Liljeroth E. 1999. Interaction between root and leaf disease development in barley cultivars after inoculation with different isolates of *Bipolaris sorokiniana*. J. Phytopathol. 147: 331 — 337.
- Burgess L., Liddell C., Summerell B. A. 1988. Laboratory manual for *Fusarium* research. Department of Plant Pathology and Agricultural Entomology, University of Sydney.
- Cegiełko M. 2006. Badanie szczepów *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. i *Drechslera avenae* (Eidam) Sharif oraz podatności genotypów owsa (*Avena sativa* L.) na te czynniki chorobotwórcze — rozprawa doktorska
- Chełkowski J. 2005. Genomy grzybowe i identyfikacja grzybów toksynotwórczych za pomocą analiz DNA. Materiały XIII Konferencji Krajowej pt. „Grzyby mikroskopowe i ich metabolity”, Poznań 7 listopada 2005.
- Cook R. J. 1968. Influence of oats on soil — borne population of *Fusarium roseum* f.sp. *culmorum*. Phytopathology 58: 957 — 960.
- Cook R. J. 1981. *Fusarium* diseases of wheat and other small grains in North America. In: Nelson P. E., Toussoun T. A., Cook R. J. (ed.). *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy*. The Pennsylvania State University Press, University Park and London: 39 — 52.
- Dahleen I. S., McCormick S. P. 2001. Trichothecene toxin on barley callus and seedling growth. Cereal Res. Comm. 29, 1–2: 115 — 120.
- Domsch K. H., Gams W., Anderson T. H. 1980. Compendium of soil fungi. vol. 1, Academic Press: 859 pp.
- Elis M. B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England: 382 pp.

- Eng Hong Pua R. L., Pelletier R., Klinck H. R. 1985. Seedling blight spot blotch and common root in Quebec and their effect on grain yield in barley. *Can. J. Plant Pathol.* 7: 395 — 401.
- Fernandez M. R., Jefferson P. G. 2004. Fungal populations in roots and crowns of common and durum wheat in Saskatchewan. *Can. J. Plant Pathol.* 26: 325 — 334.
- Hossain M. M., Hossain I. 2001. Effect of black pointed seed in seed sample on leaf spot severity and grain infection of wheat in the field. *Pakistan J. of Biological Sciences* 4, 11: 1350 — 1352.
- Kiecana I. 1998. Występowanie *Fusarium* spp. na owsie (*Avena sativa* L.). *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 38 (2): 541 — 543.
- Kiecana I., Kocylak E. 1999. Pathogenicity of *Fusarium* spp. to seedlings of oats (*Avena sativa* L.). *Plant Breeding and Seed Science* 43, 1: 91 — 99.
- Kiecana I., Mielniczuk E., 2001. Występowanie *Fusarium culmorum* (W.G.S.M) Sacc., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. oraz *Fusarium crookwellense* Bugres, Nelson & Toussoun na rodach hodowlanych owsa (*Avena sativa* L.). *Acta Agrobotanica* 54, 1: 83 — 93.
- Kiecana I., Mielniczuk E., Cegiełko M., Pszczółkowski P. 2003. Badania nad chorobami podsuszkowymi owsa (*Avena sativa* L.) z uwzględnieniem temperatury i opadów. *Acta Agrobotanica*, 56, 1–2: 95 — 107.
- Łacicowa B. 1969. Metoda laboratoryjna szybkiej oceny odporności jęczmienia na *Helminthosporium sativum*. P. K. et B. *Biul. IHAR* 3–4: 61 — 61.
- Łacicowa B. 1990. Mikoflora ziarna jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) wzrastającego w warunkach zagrożenia chorobowego przez *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram et Jain. (= *Helminthosporium sativum* P.K. et B.). *Rocz. Nauk Roln. sec. E*, 20, 1–2: 17 — 23.
- Łacicowa B., Pięta D. 1998. Wpływ temperatury i opadów na udział grzybów w powodowaniu chorób podsuszkowych jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.). *Acta Agrobotanica*, 51, (1–2): 51 — 61.
- Łacicowa B., Kiecana I., Pięta D. 1990. Choroby podsuszkowe jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) uprawianego w Lubelskiem. *Rocz. Nauk Roln., Ser E*, 20, 1: 7 — 15.
- Łacicowa B., Kiecana I., Pięta D. 1997. Grzyby powodujące choroby podsuszkowe jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) uprawianego w monokulturze z uwzględnieniem *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud. *Ann. UMCS, s. E*, 5: 237 — 245.
- Mańka M. 1989. Patogeniczność wybranych gatunków z rodzaju *Fusarium* dla siewek zbóż. *Rocz. AR Pozn., Rozprawy Naukowe* 201: 1 — 64.
- Mazurek J., Mazurek J., Król M. 1993. Wpływ odmiany gleby i agrotechniki na plonowanie owsa. W: *Biologia i agrotechnika owsa*. Puławy, IUNG: 247 — 308.
- Nelson P. E., Toussoun T. A., Marasas W. F. O. 1983. *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University Press, University Park and London.
- Olbe M., Sommarin M., Gustafsson M., Lundborg T. 1995. Effect of fungal pathogen *Bipolaris sorokiniana* toxin prehelminthosporal on barley root plasma membrane vesicles. *Plant Pathol.* 44: 625 — 635.
- Packa D. 1997. Cytogenetic effect of *Fusarium* mycotoxins on tip cells of rye. (*Secale cereale* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.) and field bean (*Vicia faba* L. var. minor). *J. Appl. Genet.* 38, 3: 259 — 272.
- Ramirez C. 1982. *Manual and atlas of the Penicillia*. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam, New York, Oxford: 875 pp.
- Rifai M. A. 1969. A revision of the genus *Trichoderma*. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England: 56 pp.
- Strausbaugh C. A., Bradley C. A., Koehn A. C., Forster R. L. 2004. Survey of root diseases of wheat and barley in Southeastern Idaho. *Can. J. Plant Pathol.* 26: 167 — 176.
- Šrobárová A., Pavlová A. 2001. Toxicity of secondary metabolites of the fungus *F. culmorum* in relation to resistance of winter wheat cultivars. *Cereal Res. Commun.* 29, 1–2: 101 — 108.
- Tottman D. R. 1987. The decimal code for the growth stages of cereals with illustrations. BCPC Publications Reprinted from the *Annals of Applied Biology*, 110. Occasional Publication 4: 441 — 454.
- Wiśniewska H., Chełkowski J. 1994. Influence of deoxynivalenol on root tip cells of wheat seedlings. *Acta Physiol. Plant.* 16: 159 — 162.
- Żuk B. 1989. *Biometria stosowana*. PWN. Warszawa.

MARIOŁA STANIAK**JÓZEFA HARASIM**

Zakład Uprawy Roślin Pastewnych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa — Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Wstępne badania nad przydatnością *Festulolium braunii* (Richt.) A. Camus do uprawy w mieszankach z di- i tetraploidalnymi odmianami koniczyny czerwonej

Preliminary studies on suitability of *Festulolium braunii* (Richt.) A. Camus for mixtures with di- and tetraploid varieties of red clover

Celem badań było porównanie przydatności *Festulolium* odmiana Sulino do uprawy w mieszankach z wybranymi odmianami koniczyny czerwonej: diploidalnymi — Nike i Parada oraz tetraploidalnymi Bona i Jubilatka. Doświadczenie polowe założono w roku 2005 w Grabowie (woj. Mazowieckie). Udział nasion komponentów w mieszankach był następujący: koniczyna 40% + trawa 60%, koniczyna 60% + trawa 40% oraz koniczyna 80% + trawa 20%, w stosunku do masy nasion wysiewanych w czystym siewie w ilości: diploidalne odmiany koniczyny czerwonej 12 kg, tetraploidalne odmiany koniczyny 15 kg, *Festulolium* — 40 kg/ha. Wstępne wyniki badań (obejmujące rok siewu i pierwszy rok użytkowania) wykazały, że udział komponentów w mieszance oraz dobór odmian koniczyny czerwonej istotnie wpływały na uzyskane plony suchej masy. Mieszanki z 80% udziałem koniczyny czerwonej wykazały się wyższym średnio o 31% poziomem plonowania i o 32% wyższym plonem białka, niż mieszanki z 40% udziałem koniczyny przy wysiewie. Mieszanka *Festulolium* z koniczyną odm. Jubilatka charakteryzowała się istotnie wyższym plonem suchej masy oraz białka niż mieszanka *Festulolium* z koniczyną odm. Nike.

Słowa kluczowe: *Festulolium*, koniczyna czerwona, mieszanki, odmiana, plon suchej masy, plon białka

The aim of the study was to compare the suitability of *Festulolium* var. Sulino cultivation in mixtures with four varieties of red clover — Nike (diploid), Parada (diploid), Bona (tetraploid) and Jubilatka (tetraploid). The field experiments were established in the year 2005 in Grabow (Mazowieckie Voivodeship). The mixture were analyzed for yield and quality features of dry matter. The following mixtures were compared: red clover 40% + grass 60%, red clover 60% + grass 40% and red clover 80% + grass 20%. For the different plants this corresponded to: diploid varieties of red clover — 12 kg, tetraploid varieties of red clover 15 kg and *Festulolium* — 40 kg per ha. The results obtained in the sowing year and in the first year of utilization indicated that yields of dry matter significantly depended on the proportions of components in the mixtures and on the variety of red

clover. The yield of dry matter and total protein was higher by 31% and 32%, respectively, in the mixture containing 80% of red clover than in that containing 40% of this plant. The mixture of *Festulolium* with red clover var. Jubilatka compared to that with red clover var. Nike, produced a significantly higher yield both of dry matter and total protein.

Key words: *Festulolium*, red clover, mixtures, variety, yield of dry matter, yield of total protein

WSTĘP

Mieszanki koniczynowo-trawiaste znajdują się w grupie najbardziej produktywnych upraw pastewnych (Borowiecki 1997, 2000; Kryszak i Kruczyńska, 1998; Nowak i Sowiński, 2007). Dostarczają wartościowej zielonki, zwłaszcza białka o dobrej wartości biologicznej i wysokiej strawności, a zbiór kilku pokosów w ciągu roku i w miarę równomierny dopływ zielonki znacznie ułatwiają organizację żywienia zwierząt. Mieszanki korzystnie oddziałują na środowisko glebowe i są dobrym przedplonem dla roślin następczych. Potencjał produkcyjny mieszanek motylkowato-trawiastych zależy od plonowania komponentów. Według danych literaturowych, w dwugatunkowych mieszanekach koniczyny czerwonej z trawami, takimi jak kostrzewa łąkowa i tymotka, korzystne wyniki uzyskano wówczas, gdy udział nasion komponentów przy wysiewie wynosił 50% (Bawolski i Gawęł, 1985). Jeśli jednak komponentem do mieszanki z tą rośliną motylkową jest trawa silnie konkurencyjna, jej udział w mieszance powinien być ograniczony. Taką trawą jest *Festulolium braunii* — międzyrodzajowy mieszańiec powstały ze skrzyżowania kostrzewy łąkowej i życicy wielokwiatowej (Zwierzykowski i in., 1993, 1998). Badania przeprowadzone przez Borowieckiego (1997) wykazały, iż z punktu widzenia zgodności tempa rozwoju roślin *Festulolium* jest dobrym komponentem do mieszanek z koniczyną czerwoną, natomiast jest mniej przydatnym ze względu na dużą konkurencyjność w stosunku do rośliny motylkowej. Nie jest jednak dostatecznie poznany najkorzystniejszy udział tego mieszańca w mieszanekach z koniczyną czerwoną. Ze względu na wyższy poziom plonowania i lepszą trwałość tetraploidalne odmiany koniczyny czerwonej są bardziej polecane do mieszanek dwugatunkowych z trawami niż odmiany diploidalne (Ćwintal i Wilczek, 2004; Gawęł i Bawolski, 1995; McBratney, 1984). Z kolei badania Borowieckiego i Ścibior (1997) wskazują, że tetraploidalna odmiana koniczyny łąkowej Jubilatka i diploidalna odmiana Nike plonowały podobnie zarówno jako uprawy jednogatunkowe, jak i mieszanki z kostrzewą łąkową odmiany Westa. Biorąc po uwagę zróżnicowanie wyników, jak również większą konkurencyjność tetraploidalnych odmian koniczyny, celowe wydaje się porównanie plonowania i trwałości mieszanek *Festulolium* z różnymi odmianami koniczyny czerwonej.

Celem prowadzonych badań jest ocena przydatności *Festulolium* do uprawy w mieszanekach z wybranymi di- i tetraploidalnymi odmianami koniczyny czerwonej oraz określenie najkorzystniejszego pod względem plonowania i jakości paszy udziału komponentów nasion przy wysiewie.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe założono wiosną 2005 roku w RZD IUNG Grabów (woj. Mazowieckie), na glebie płowej wytworzonej z gliny lekkiej, zaliczonej do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Odczyn gleby był obojętny, zawartość P, K, Mg w przeliczeniu na 100 g gleby wynosiła: P_2O_5 — 18,7 mg (zawartość wysoka), K_2O — 12,4 mg (zawartość niska), Mg — 3 mg (zawartość bardzo niska). Przedplonem był jęczmień jary. Zastosowano metodę split-plot, w czterech powtórzeniach. Wielkość poletka do zbioru wynosiła 22 m². W schemacie doświadczenia uwzględniono dwa czynniki: udział komponentów w mieszance siewnej oraz odmiany koniczyny czerwonej. Udział nasion był następujący: 40% koniczyny + 60% trawy, 60% koniczyny + 40% trawy oraz 80% koniczyny + 20% trawy, w stosunku do masy nasion wysiewanych w czystym siewie: *Festulolium* — 40 kg, koniczyna czerwona — odmiany diploidalne 12 kg, odmiany tetraploidalne 15 kg. W badaniach wykorzystano cztery odmiany koniczyny czerwonej: Parada (2n), Nike (2n), Bona (4n) i Jubilatka (4n). Mieszanek wysiano 14 kwietnia w rzędy co 12 cm, bez rośliny ochronnej. Zastosowano następujące dawki nawożenia mineralnego na 1 ha: przedsiewnie 30 kg N, 26 kg P i 66 kg K i po pierwszym pokosie 30 kg N. W roku pełnego użytkowania — wiosną 30 kg N, 22 P, 33 K, po zbiorze I pokosu — 30 kg N, po zbiorze II pokosu — 30 kg N i 33 kg K.

Wstępne wyniki badań dotyczą 2 lat wegetacji. W roku siewu wykonano koszenie pielęgnacyjne oraz zebrano 2 pokosy zielonki, natomiast w roku pełnego użytkowania zebrano 3 pokosy masy roślinnej. W czasie zbiorów z każdego poletka pobierano 2 próby zielonki po 0,5 kg, z których jedna służyła do określenia składu botanicznego, a druga do oznaczania zawartości powietrznie suchej masy oraz analiz chemicznych. W badaniach określono plon zielonej i suchej masy oraz skład botaniczny runi. Białko przeliczano z zawartości N ogólnego. Wyniki opracowano statystycznie. Istotność różnic porównywano testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Przebieg wegetacji na tle warunków meteorologicznych

Ważnym czynnikiem determinującym plonowanie i udział komponentów w mieszance był układ warunków pogodowych. Wschody były dość szybkie i wyrównane, ale silne przygruntowe przymrozki pod koniec kwietnia spowodowały niewielkie uszkodzenie siewek koniczyny, której udział we wschodach był znacznie niższy niż udział nasion w mieszankach rzeczywiście wysianych (tab. 2). Przy 40% udziale nasion koniczyny przy wysiewie, po wschodach zanotowano tylko 25% wysianych roślin, przy 60% — 33% i 80% — 53% roślin. Zarówno w roku siewu, jak i w roku pełnego użytkowania, pomimo sumy opadów zbliżonej do średniej z wielolecia, rozkład opadów nie był korzystny dla wzrostu i rozwoju mieszanek. W roku siewu, od połowy czerwca, rośliny zaczęły odczuwać braki wody w glebie (tab. 1). Szczególnie wrażliwa okazała się odmiana *Festulolium* Sulino, u której znaczna część liści, a czasem nawet całe rośliny uległy zaschnięciu. Przy zbiorze pierwszego odrostu określono jedynie plon.

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w okresach wegetacji mieszanek
Meteorological conditions in the periods of mixtures vegetation

Wyszczególnienie; Specification	Miesiące — Months						Suma — Sum (IV-IX)
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Opady — Rainfalls							
2005	10,2	84,0	46,3	132,8	36,8	43,6	353,7
2006	30,1	53,4	38,2	10,0	219,5	13,8	365,0
Średnia z wielolecia Many-year average	39,0	57,0	71,0	84,0	75,0	50,0	376,0
Temperatura — Temperature							średnia dobową daily mean (IV-IX)
2005	8,6	13,5	16,1	20,0	17,5	14,8	15,1
2006	9,0	13,6	17,4	22,4	17,9	15,5	16,0
Średnia z wielolecia; Many-year average	7,7	13,4	16,7	18,3	17,3	13,2	14,4

Lipcowe opady deszczu poprawiły ujemny bilans wody w glebie i pozwoliły roślinom na regenerację. Udział koniczyny czerwonej w plonie mieszanek II odrostu był zbliżony do udziału w czasie wschodów roślin, z wyjątkiem mieszanek o najwyższym udziale koniczyny w mieszance siewnej, gdzie udział ten zmniejszył się z 42% do 27% (tab. 2).

Tabela 2

Udział koniczyny czerwonej we wschodach oraz analiza botaniczna mieszanek (%)
Proportions of red clover in the emergence and botanical analysis of mixtures

Obiekty Objects		2005				2006								
		Wsch.	II pokos — II cut			I pokos — I cut			II pokos — II cut			III pokos — III cut		
		K	K	F	Ch	K	F	Ch	K	F	Ch	K	F	Ch
40% K	Parada	11,8	13,9	85,1	1,1	13,3	86,7	0,0	78,5	21,0	0,5	46,3	51,2	2,4
	Nike	7,5	7,5	91,4	1,1	8,7	91,3	0,0	64,5	34,9	0,5	28,2	67,1	4,7
	Bona	8,4	7,6	90,1	2,3	13,0	86,8	0,3	80,4	17,9	1,7	41,0	54,8	4,2
	Jubilatka	11,8	9,6	89,2	1,2	22,0	78,0	0,0	82,6	15,5	1,9	40,4	52,4	7,2
	średnio mean	9,9	9,6	89,0	1,4	14,2	85,7	0,1	76,5	22,3	1,2	39,0	56,4	4,6
60% K	Parada	17,8	19,2	79,6	1,2	27,0	73,0	0,0	85,0	14,9	0,1	73,5	24,2	2,3
	Nike	23,1	19,016	79,8	1,2	21,3	78,7	0,0	85,7	11,3	3,0	52,2	45,0	2,8
	Bona	18,8	,8	81,4	1,8	13,8	86,2	0,0	77,3	21,7	1,0	46,5	48,0	5,4
	Jubilatka	19,7	20,0	78,4	1,5	33,8	66,2	0,0	92,1	7,8	0,1	57,8	37,6	4,6
	średnio mean	19,8	18,8	79,8	1,4	24,0	76,0	0,0	85,0	13,9	1,0	57,5	38,7	3,8
80% K	Parada	35,1	24,9	74,3	0,8	29,8	70,0	0,1	94,4	5,1	0,5	69,7	24,8	5,5
	Nike	46,1	21,3	78,0	0,6	38,0	62,0	0,0	90,1	9,5	0,4	67,1	29,5	3,4
	Bona	44,9	28,6	70,1	1,3	35,4	64,6	0,0	85,7	14,1	0,2	63,9	32,1	4,0
	Jubilatka	44,3	31,3	67,1	1,6	32,7	67,2	0,1	93,6	6,3	0,2	76,6	19,7	3,7
	średnio mean	42,6	26,5	72,4	1,1	34,0	66,0	0,05	91,0	8,8	0,3	69,3	26,5	4,2

Wsch. — Wschody; Emergence
Ch — Chwasty; Weeds

K — Koniczyna; Red clover
F — *Festulolium*

Analiza botaniczna nie wykazała wyraźnego zróżnicowania udziału koniczyny w plonie mieszanek w zależności od odmiany koniczyny. Warunki zimowania roślin były na ogół korzystne i wiosną 2006 roku nie stwierdzono większych ubytków w runi. Korzystny

układ warunków pogodowych wiosną wpłynął na intensywny przyrost biomasy, co uwidoczniło się w plonach I pokosu. Jednak od połowy czerwca i przez cały lipiec silny niedobór wilgoci wraz z dużym nasłonecznieniem znacznie pogorszył stan runi. Susza glebowa spowodowała zasychanie całych roślin, zwłaszcza trawy charakteryzującej się płytszym systemem korzeniowym. Analiza botaniczna drugiego pokosu wykazała znacznie zmniejszenie się udziału roślin *Festulolium* w mieszance, gdzie spadek ten wynosił od 74 do nawet 87% w zależności od składu mieszanek. Efektem tych niekorzystnych warunków była niemal całkowita utrata II zbioru. Dopiero intensywne opady deszczu w sierpniu znacznie poprawiły warunki wilgotnościowe gleby i rośliny zaczęły się częściowo regenerować. Udział roślin *Festulolium* w III odroście wzrósł niemal 3-krotnie, a plony były znacznie lepsze. Stan roślin przed zimą określono jako zadowalający.

Plonowanie mieszanek

Analiza plonów suchej masy roślin wykazała istotny wpływ udziału nasion komponentów mieszanek na plony w roku pełnego użytkowania oraz plony łączne (tab. 3).

Tabela 3

Plony suchej masy oraz białka mieszanek *Festulolium* z koniczyną czerwoną Dry matter and total protein yields of *Festulolium*-red clover mixtures

Czynniki Factors	Plony suchej masy (t·ha ⁻¹) Yield of dry matter (t·ha ⁻¹)			Plony białka (kg·ha ⁻¹) Yield of total protein (kg·ha ⁻¹)		
	2005	2006	suma – sum	2005	2006	suma – sum
Procentowy udział koniczyny czerwonej w mieszance z <i>Festulolium</i> Proportion of red clover in mixtures						
40%	2,99	9,00 a*	12,0 a	450,2	1156,2	1606,4
60%	3,53	10,30 a, b	13,8 a, b	563,9	1403,0	1966,8
80%	4,21	11,46 b	15,7 b	709,8	1638,3	2348,0
Odmiany koniczyny czerwonej w mieszance z <i>Festulolium</i> Variety of red clover in mixtures						
Parada	3,74	10,24 a, b	13,97 a, b	592,2	1397,1	1989,3
Nike	3,45	9,69 a	13,07 a	551,8	1284,3	1836,1
Bona	3,42	10,40 a, b	13,83 a, b	538,0	1308,3	1846,3
Jubilatka	3,71	10,74 b	14,47 b	616,4	1606,9	2223,3

* Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie

* Values in columns followed by the same letters do not differ significantly

Większą wydajnością charakteryzowały się mieszanki z większym udziałem koniczyny czerwonej, gdzie zwyżka plonów wynosiła od 14 do 31%. Drugim czynnikiem wpływającym na plonowanie roślin była odmiana koniczyny czerwonej. Większą wydajnością charakteryzowały się mieszanki *Festulolium* z odmianą koniczyny Jubilatką (4n), przy czym istotną zwyżkę plonów suchej masy uzyskano w roku pełnego użytkowania oraz w plonach łącznych. Najmniejszą wydajnością wykazała się mieszanka z odmianą Nike (2n), zaś pozostałe mieszanki plonowały na zbliżonym, średnim poziomie.

Ruń mieszana, w miarę zwiększania udziału koniczyny czerwonej w mieszance siewnej, dawała większy plon białka ogólnego (tab. 4). Zarówno w latach wegetacji, jak

i w plonie łącznym mieszanka z 60% udziałem koniczyny dała plon białka większy o średnio 19%, a z 80% udziałem koniczyny o 33% w porównaniu do mieszanki z 40% udziałem koniczyny przy wysiewie. Również skład mieszanek wpływał na wielkość plonu białka. Średnio z 2 lat badań najwyższy plon białka uzyskano z mieszanek *Festulolium* z odmianą Jubilatka, zaś najniższy z mieszanek *Festulolium* z odmianą Nike.

DYSKUSJA

Według Gospodarczyka (1985) oraz Charlesa i Lehmana (1989) najlepszą wartość pokarmową mają mieszanki motylkowato-trawiaste, w których udział koniczyny w runi wynosi od 30 do 50%. Jest to trudne do osiągnięcia, ponieważ udział komponentów w okresie użytkowania mieszanki zmienia się pod wpływem m.in. warunków siedliskowych oraz konkurencji między roślinami. Jest również modyfikowana genetycznie. W prezentowanych badaniach udział koniczyny we wschodach był znacznie niższy niż udział nasion w mieszance siewnej. Według Borowieckiego (1997) *Festulolium* wykazuje silne zdolności konkurencyjne w stosunku do rośliny motylkowatej. W jego badaniach udział tej trawy w runi wynosił od 65 do 97% w zależności od roku użytkowania i udziału komponentów przy wysiewie. Podobne wyniki uzyskał Ostrowski (2000). Należy jednak zaznaczyć, że przyjęta przez Borowieckiego masa nasion *Festulolium* przy wysiewie była zbyt duża (60 kg w siewie czystym). W omawianych badaniach udział poszczególnych komponentów w plonie kolejnych odrostów modyfikowany był w dużej mierze przez warunki pogodowe, co również stwierdziła Ścibior (1999). Długotrwała susza w roku pełnego użytkowania zredukowała udział roślin *Festulolium* w plonie drugiego pokosu o około 80% w stosunku do pierwszego odrostu. Wskazuje to na wrażliwość roślin tego mieszańca na brak wilgoci, co wykazali także Borowiecki (2002), Staniak (2004) oraz Wilman (1998). Nie potwierdza to jednak wyników badań Joksia i wsp. (1998) oraz Thomasa i Humphreysa (1991), które mówią o tym, że mieszaniec ten był odporny na suszę podobnie jak kostrzewa łąkowa.

Udział komponentów w mieszance siewnej istotnie wpływał na plonowanie. Bardziej wydajne były mieszanki z większym udziałem koniczyny czerwonej przy wysiewie, co wykazali także Sowiński i wsp. (1997) oraz Lesak i Sierakowa (cyt. za Sowiński i in., 1999). Na podstawie wstępnych badań można stwierdzić, że ze względu na dużą konkurencyjność roślin *Festulolium* zmniejszenie udziału nasion tej trawy w mieszance siewnej do ok. 20% jest szczególnie wskazane, co jest zgodne z zaleceniami Borowieckiego (2000).

Największą wydajnością wykazała się mieszanka *Festulolium* z odmianą Jubilatka (4n), natomiast istotnie niżej plonowała mieszanka *Festulolium* z odmianą Nike (2n). Niższe plonowanie mieszanek *Festulolium* z koniczyną Nike w porównaniu do mieszanek z odmianą Ulka (4n) wykazał Borowiecki (1997), natomiast Gawęł i Bawolski (1995) stwierdzili, iż mieszanki kostrzewy łąkowej z tetraploidalną koniczyną łąkową (niezależnie od odmiany) dawały na ogół większe plony niż mieszanki z koniczyną diploidalną, przy czym w korzystnych warunkach siedliskowych najlepszym komponentem była odmiana Jubilatka. Zróżnicowanie w plonie białka pomiędzy badanymi

mieszkankami zależne było od udziału oraz odmiany koniczyny w mieszance. Mieszanka najbogatsza w nasiona koniczyny (80% udziału) uzyskała w plonach łącznych o 742 kg/ha większy plon białka niż najuboższa (40% udziału). Podobną zależność wykazali Sowiński i wsp. (1999), gdzie przy 70% udziale nasion koniczyny w mieszance z różnymi gatunkami traw (życica wielokwiatowa, westerwoldzka, mieszańcowa, trwała, kostrzewa łąkowa) uzyskano o średnio 371 kg/ha więcej białka niż z mieszanek o odwrotnej proporcji wysiewu.

PODSUMOWANIE

1. Przebieg warunków pogodowych miał duży wpływ na obsadę roślin po wschodach, skład botaniczny runi oraz wysokość i rozkład plonu w okresie wegetacji.
2. Zróżnicowanie ilości wysiewu komponentów mieszanek w dużym stopniu decydowało o wysokości plonów suchej masy oraz białka ogólnego. Zwiększenie ilości wysiewu koniczyny czerwonej z 40 do 80% zapewniło wzrost plonu suchej masy o 31%, a białka o 32%.
3. Dobór odmiany koniczyny czerwonej do mieszanek z *Festulolium* miał istotny wpływ na plonowanie roślin. Najlepszą odmianą do mieszanek okazała się Jubilatka (4n), która w porównaniu do odmiany Nike (2n) pozwalała uzyskać wyższy o średnio 5% plon suchej masy i o 17% plon białka.
4. W niekorzystnych warunkach siedliskowych *Festulolium* odmiana Sulino okazała się trawą wrażliwą na niedobór wilgoci, ale o znacznych zdolnościach regeneracyjnych.

LITERATURA

- Bawolski S., Gawęł E. 1985. Porównanie plonowania kilku odmian koniczyny czerwonej i białej oraz ich mieszanek z trawami. Pam. Puł. 85: 129 — 140.
- Borowiecki J. 1997. Przydatność *Festulolium* do uprawy w mieszankach z koniczyną czerwoną. Pam. Puł. 111: 21 — 33.
- Borowiecki J. 2000. Mieszanki roślin motylkowatych z trawami w polowej produkcji pasz. Post. Nauk Rol., 1: 83 — 94.
- Borowiecki J. 2002. Plonowanie *Festulolium* odm. Felopa w siewie jednogatunkowym i w mieszankach z kupkówką. Pam. Puł. 131: 49 — 58.
- Borowiecki J., Ścibior H. 1997. Red clover-meadow fescue mixtures in extensive fodder production. Proc. of the 20th Meeting of EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses-Section. Plant Breeding and Acclimatization Institute, Radzików, 1997: 71 — 74.
- Charles J. P., Lehmann J. 1989. Intérêt des mélanges de graminées et de légumineuses pour la production en Suisse. Fourrages 119: 311 — 320.
- Ćwintal M., Wilczek M. 2004. Plonowanie di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej na tle zróżnicowanego nawożenia mineralnego, Annales UMCS, Sec. E, 59 (2): 607 — 612.
- Gawęł E., Bawolski S. 1995. Gęstość siewu komponentów mieszanek koniczyny czerwonej z trawami w zróżnicowanych warunkach siedliskowych. I. Mieszanki di- i tetraploidalnych odmian koniczyny czerwonej z kostrzewą łąkową. Pam. Puł. 106: 63 — 79.
- Gospodarczyk F. 1985. Plonowanie mieszanek koniczyny czerwonej z trawami w zależności od różnych warunków środowiska. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rozpr. 50.
- Jokś W., Nowak T., Jokś E., Zwierzykowski Z. 1998. Charakterystyka botaniczna i rolnicza polskich odmian *Festulolium*. Mat. Konf. Nauk.: *Festulolium* — osiągnięcia i perspektywy. Poznań, 26 listopada, 1998: 6 — 11.

- Kryszak J., Kruczyńska H. 1998. Plonowanie i wartość pokarmowa mieszanek koniczynowo-trawiających uprawianych na gruntach ornych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 462: 165 — 171.
- McBratney J. M. 1984. Productivity of red clover grown alone and with companion grasses; further studies, Grass and Forage Sci. 39: 167 — 175.
- Nowak W., Sowiński J. 2007. Wpływ podziału dawki azotu i doboru komponentów traw do mieszanek z koniczyną czerwoną na plonowanie i skład chemiczny, Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 516: 121 — 127.
- Ostrowski R. 2000. *Festulolium* — międzyrodzajowy mieszaniec traw pastewnych. Biul. Inf. IŻ, R. XXXVIII, 1: 55 — 62.
- Sowiński J., Gospodarczyk F., Nowak W., Szyszkowska A., Krzywiecki S. 1997. Plonowanie mieszanek tetraploidalnych odmian koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense* L.) z trawami. Biul. Oc. Odm., 29: 155 — 160.
- Sowiński J., Jasiczek G., Kaszyca S. 1999. Plonowanie tetraploidalnej koniczyny łąkowej z trawami w zależności od nawożenia azotowego i składu mieszanki. Biul. IHAR 210: 131 — 144.
- Staniak M. 2004. Plonowanie i wartość pokarmowa *Festulolium braunii* odmiany Felopa w zależności od terminu zbioru pierwszego pokosu I. Plon i wybrane elementy jego struktury. Pam. Puł. 137: 117 — 131.
- Ścibior H. 1999. Plonowanie dwu- i trójgatunkowych mieszanek koniczyny czerwonej z trawami w warunkach ograniczonego nawożenia azotem. Pam. Puł. 117: 83 — 98.
- Thomas H., Humphreys M. 1991. Progress and potential of interspecific hybrids of *Lolium* and *Festuca*. J. Agricult. Sci. Cambridge 117: 1 — 8.
- Wilman D., Gao Y., Leitch M. H. 1998. Some differences between eight grasses within the *Lolium* — *Festuca* complex when grown in conditions of severe water shortage. Grass For. Sci. 53: 57 — 65.
- Zwierzykowski Z., Tayyar R., Brunell M., Łukaszewski A. J. 1998. Genome recombination in intergeneric hybrids between tetraploid *Festuca pratensis* and *Lolium multiflorum*. J. Hered. 89 (4): 324 — 328.
- Zwierzykowski Z., Jokś W., Naganowska B. 1993. Mieszańce amfitetraploidalne *Festuca pratensis* Huds. + *Lolium multiflorum* Lam. (= + *Festulolium braunii* (K. Richter) A. Camus). Biul. IHAR 188: 61 — 9.

DARIUSZ GOZDOWSKI¹**DANUTA MARTYNIAK**²**WIESŁAW MĄDRY**¹¹Katedra Doświadczalnictwa i Bioinformatyki, SGGW w Warszawie²Samodzielna Pracownia Traw i Roślin Motylkowatych, IHAR w Radzikowie

Zastosowanie analizy ścieżek do oceny determinacji plonu nasion życicy trwałej

The path analysis for assessment of the determination of ryegrass seed yield

W latach 2001–2002 przeprowadzono doświadczenie hodowlane, w którym oceniano plon nasion i inne cechy plonotwórcze roślin w kolekcji 59 rodów życicy trwałej. Głównym celem analizy statystycznej uzyskanych danych doświadczalnych była ocena wpływu rozpatrywanych cech plonotwórczych na plon nasion z rośliny, za pomocą analizy ścieżek. Wykazano podobny wpływ liczby pędów generatywnych na roślinie oraz masy nasion w kłosie na plon nasion z rośliny (współczynniki ścieżek równe odpowiednio 0,45 i 0,45). Wpływ liczby nasion w kłosie na masę nasion z kłosa był dość duży, natomiast masy tysiąca nasion był stosunkowo niewielki (współczynniki ścieżek równe odpowiednio 1,00 i 0,43). Stwierdzono także ujemną współzależność między liczbą nasion w kłosie a MTZ.

Słowa kluczowe: analiza ścieżek, cechy plonotwórcze, odziedziczalność, plon nasion, życica trwała

In the years 2001–2002, the breeding experiment with ryegrass was carried out. Seed yield and yield-related traits of plants for 59 advanced ryegrass lines were evaluated. The experimental data were analyzed statistically (e.g. using path analysis) to evaluate the determination of seed yield by examined yield-related traits. The effects of a number of fertile stems per plant and seed weight per spike on seed yield per plant were found similar (values of path coefficients were, respectively, equal to 0.453 and 0.449). The effect of a number of seeds per spike on weight of seeds per spike was quite strong, but that of 1000-grain weight was relatively weak (values of path coefficients were, respectively, equal to 1.003 and 0.429). The compensation between 1000-grain weight and a number of seeds per spike was found.

Key words: path analysis, yield-related traits, heritability, seed yield, perennial ryegrass

WSTĘP

Ocena wartości użytkowej traw, w tym życicy trwałej dotyczy przede wszystkim plonu zielonej masy. Nie mniej ważną wydaje się być ocena plonu nasion, która decyduje o introdukcji i rozpowszechnianiu każdej odmiany (Martyniak i Martyniak, 2006). Kształtowanie się plonu nasion u traw było przedmiotem wielu dotychczasowych badań,

w których oceniano determinację plonu nasion przez jego składowe, jak również inne cechy morfologiczne roślin, związane z plonem (Hacker i Cuany, 1997; Sukhchain i Sidhu, 1992; Seker i Serin, 2004).

Najczęściej wykorzystywaną metodą statystyczną do tego celu jest analiza ścieżek, która umożliwia wielowymiarową ocenę wpływu wielu cech (zmiennych niezależnych) na plon (zmienną zależną). Stosowanie analizy ścieżek może powodować pewne trudności przy wielu cechach plonotwórczych (w tym składowych plonu), głównie ze względu na wzajemne korelacje między niektórymi z tych zmiennych. Biorąc pod uwagę sekwencyjne kształtowanie się w ontogenezie plonu nasion traw oraz wynikający z tego kierunek zależności przyczynowo-skutkowych, uzasadnione jest zastosowanie analizy ścieżek, w której zmienne (w tym przypadku cechy plonotwórcze) są podzielone na cechy plonotwórcze pierwszego rzędu, drugiego i ewentualnie kolejnych rzędów. Taki model zależności przyczynowo-skutkowych jest coraz częściej wykorzystywany w ocenie determinacji plonu różnych gatunków zbóż (Samonte i in., 1998; Board i in., 1999, 2003; Mohammadi i in., 2003). Poszczególne grupy zmiennych podzielone są w zależności od przyjętego modelu przyczynowo-skutkowego na cechy plonotwórcze (ang. *yield-related traits*) pierwszego rzędu (ang. *primary level traits*), nazywane też czasami składowymi plonu pierwszego rzędu (ang. *primary yield components*), cechy plonotwórcze drugiego rzędu (ang. *secondary level traits*) — składowe plonu drugiego rzędu (ang. *secondary components*) i cechy plonotwórcze trzeciego rzędu (ang. *tertiary level traits*) — składowe trzeciego rzędu (ang. *tertiary components*). Najwcześniej w czasie następuje kształtowanie się cech dalszych rzędów, natomiast cechy plonotwórcze pierwszego rzędu kształtują się najpóźniej, bezpośrednio wpływając na wielkość plonu nasion.

Takie ontogenetyczne podejście (ang. *ontogenetic approach*) do analizy ścieżek w ocenie determinacji plonu wydaje się bardziej właściwe, gdyż uwzględnia w doborze modelu nie tylko uzyskanie dużej determinacji zmiennych zależnych (w szczególności plonu), ale przede wszystkim na powiązaniu cech z uwzględnieniem kryteriów biologicznych (Garcia del Moral i in., 1991, 2003; Samonte i in., 1998).

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie możliwości wykorzystania analizy ścieżek w ocenie determinacji plonu nasion życicy trwałej z uwzględnieniem ontogenetycznej kolejności kształtowania się cech plonotwórczych.

MATERIAŁ I METODY

Prezentacja wyników jest oparta na analizach danych pochodzących z doświadczeń hodowlanych przeprowadzonych w latach 2001–2002 w IHAR Radzików na 59 rodach hodowlanych życicy trwałej.

Dane do analiz pochodzą z pierwszego roku zbioru nasion w 2002 roku, w doświadczeniu polowym jednoczynnikowym, założonym w 2001 roku, w układzie losowanych bloków w dwóch powtórzeniach. Zlokalizowane ono było w Radzikowie, na czarnej ziemi o kompleksie pszennym dobrym.

Materiał badawczy stanowiły rody hodowlane po wstępnej selekcji, które pochodziły z czterech placówek hodowlanych: Bartążka (BA), Szelejewa (SZ), Marchwacza (MA)

i Radzikowa (RA). Rody wysadzano w polu w postaci małych sadzonek wiosną w 2001 roku, po pięć roślin kęp z każdego rodu w odległości co 40 cm na mikropoletkach (powtórzeniach). Metodyka prowadzenia doświadczenia była zgodna z ogólnie przyjętymi zasadami eksperymentów w nasiennictwie traw, zarówno w zakresie agrotechniki jak i wykonywania pomiarów badanych cech (Martyniak i Martyniak, 2006).

W ocenie uwzględniono następujące cechy: plon nasion z rośliny (Y), liczba pędów generatywnych z rośliny (X_1), masa nasion z kłosa (X_2), liczba nasion z kłosa (X_3), masa tysiąca nasion — MTN (X_4), liczba kłosków w kłosie (X_5), liczba nasion w kłosku (X_6), długość kłosa (X_7) i liczba kwiatków w kłosku (X_8). Plon nasion z rośliny oraz liczba pędów generatywnych na roślinie (Y , X_1) były oceniane na środkowej roślinie z mikropoletka. Cechy związane z pojedynczym kłosem (X_2 , X_3 , X_5) były oceniane na podstawie 10 pędów generatywnych (kłosów) losowo pobranych z jednej rośliny z każdego powtórzenia, natomiast liczba kwiatków i nasion w kłosku były oceniane na podstawie środkowego kłosa z ocenianych kłosów.

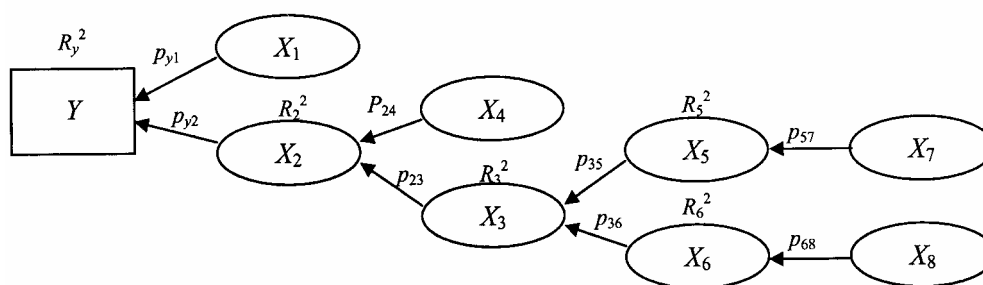
Na podstawie zebranych danych obliczono wartości wszystkich badanych cech i poszczególnych powtórzeń (mikropoletek), a następnie dla rodów (jako średnie z dwóch powtórzeń).

Dane poddano analizom statystycznym, obliczono podstawowe statystyki opisowe charakteryzujące badane cechy, wykonano analizę wariancji oraz oceniono, z użyciem analizy ścieżek, determinację plonu nasion wykorzystując model przyczynowo-skutkowy przedstawiony na rysunku 1. Jednoczynnikowa analiza wariancji przeprowadzona była dla układu losowanych bloków. Na podstawie wyników analizy wariancji określono istotność efektów genotypowych oraz obliczono współczynnik odziedziczalności według następujących równań:

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \frac{\sigma_e^2}{2}}$$

$$\text{gdzie } \hat{\sigma}_G^2 = \frac{MS_G - MS_e}{2}; \quad \hat{\sigma}_e^2 = s_e^2 = MS_E$$

Analiza ścieżek była przeprowadzona na średnich genotypowych ($n = 59$) z użyciem regresji wielokrotnej na zmiennych standaryzowanych (Wright, 1921, 1923). Efekty bezpośrednie w analizie ścieżek są wartościami cząstkowych współczynników regresji dla zmiennych standaryzowanych, natomiast efekty pośrednie są iloczynami współczynników korelacji i wartości współczynników ścieżek z drugą zmienną niezależną (w przypadku tej analizy jest to uproszczenie wynikające z tego, że są jedynie 2 zmienne niezależne dla każdego rzędu cech plonotwórczych).



Rys. 1. Diagram zależności przyczynowo-skutkowych między cechami plonotwórczymi (X_1 ... X_9) a plonem nasion z rośliny (Y). Na rysunku oznaczono poszczególne wartości współczynników ścieżek (p_{ij}) oraz współczynniki determinacji (R^2_i)

Fig. 1. Diagram of causal relationships between yield-related traits (X_1 ... X_9) and seed yield per plant (Y). Figure presents values of path coefficients (p_{ij}) and coefficients of determination (R^2_i)

Cechy plonotwórcze związane z plonem podzielono na 4 grupy:

- cechy plonotwórcze pierwszego rzędu, do których zaliczono liczbę pędów generatywnych z rośliny (X_1) i masę nasion z kłosa (X_2), bezpośrednio determinujące wielkość plonu,
- cechy plonotwórcze 2-rzędu do których zaliczono liczbę nasion w kłosie (X_3) i MTN (X_4),
- cechy plonotwórcze 3-rzędu — liczba kłosek w kłosie (X_5), liczba nasion w kłosku (X_6) oraz
- cechy plonotwórcze 4-rzędu — długość kłosa (X_7) i liczba kwiatków w kłosku (X_8)

WYNIKI BADAŃ

Spośród badanych cech największą zmiennością charakteryzował się plon nasion z rośliny (współczynnik zmienności — $CV = 70,3\%$), zaś mniejszą, ale również dość dużą miały: liczba pędów generatywnych z rośliny, masa nasion z kłosa oraz liczba nasion w kłosie (CV w zakresie od $39,4$ do $43,0\%$) (tab. 1). Natomiast cechami o najmniejszej zmienności były: liczba kłosek w kłosie ($CV = 9,4\%$) oraz długość kłosa ($CV = 14,3\%$). Pośrednie wartości CV stwierdzono dla MTN i kwiatków w kłosku (odpowiednio $22,4$ i $20,8\%$). Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie genotypów pod względem badanych cech. Największą odziedziczalnością charakteryzowała się długość kłosa ($h^2 = 45,3\%$) i masa tysiąca nasion ($h^2 = 44,1\%$), również dość dużą odziedziczalność stwierdzono dla liczby kłosek w kłosie i liczby nasion w kłosie (odpowiednio $43,4\%$ i $42,8\%$) (tab. 2).

Natomiast najmniejszą odziedziczalność stwierdzono dla plonu nasion z rośliny ($h^2 = 21,8\%$), liczby pędów z rośliny ($h^2 = 23,4\%$), co wskazuje na duże zróżnicowanie tych cech poprzez warunki środowiskowe. Ma to olbrzymie znaczenie dla hodowli traw.

Tabela 1

Wartości średnie dla badanych cech oraz parametry charakteryzujące ich zmienność w badanej populacji rodów
Mean values for the examined traits and parameters characterizing their variability in the advanced lines

Cechy Traits	Średnia Mean	Min	Max	Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności Coefficient of variability (CV)
Plon nasion z rośliny Seed yield per plant (g) (Y)	9,35	1,00	35,65	6,58	70,3%
Liczba pędów generatywnych z rośliny Number of fertile stems per plant (X_1)	167,8	38,0	357,5	72,2	43,0%
Masa nasion z kłosa Seed weight per spike (g) (X_2)	0,086	0,005	0,150	0,035	40,9%
Liczba nasion w kłosie Number of seeds per spike (X_3)	49,8	2,8	82,1	19,6	39,4%
MTN 1000-grain weight (g) (X_4)	1,77	0,84	2,98	0,40	22,4%
Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per spike (X_5)	19,90	15,35	23,35	1,87	9,4%
Liczba nasion w kłosku Number of seeds per spikelet (X_6)	3,10	0,40	6,40	1,10	35,6%
Długość kłosa Spike length (cm) (X_7)	16,64	12,48	22,15	2,37	14,3%
Liczba kwiatków w kłosku Number of flowers per spikelet (X_8)	4,58	2,85	7,45	0,95	20,8%

Tabela 2

Analiza wariancji oraz odziedziczalność dla ocenianych cech
Analysis of variance and heritability for the examined traits

Cechy — Traits	MS_E	MS_G	F_{emp}	p	h^2
Plon nasion z rośliny Seed yield per plant (g) (Y)	39,6	85,5	2,16	0,0015	21,8%
Liczba pędów generatywnych z rośliny Number of fertile stems per plant (X_1)	4421	10257	2,32	0,0006	23,4%
Masa nasion z kłosa Seed weight per spike (g) (X_2)	0,00035	0,0023	6,55	0,0000	39,4%
Liczba nasion w kłosie Number of seeds per spike (X_3)	78,1	771,2	9,88	0,0000	42,8%
MTN 1000-grain weight (g) (X_4)	0,0246	0,30	12,2	0,0000	44,1%
Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per spike (X_5)	0,672	7,32	10,89	0,0000	43,4%
Liczba nasion w kłosku Number of seeds per spikelet (X_6)	0,285	2,40	8,43	0,0000	41,6%
Długość kłosa Spike length (cm) (X_7)	0,696	10,7	15,43	0,0000	45,3%
Liczba kwiatków w kłosku Number of flowers per spikelet (X_8)	0,370	1,89	5,11	0,0000	36,6%

MS_E — średni kwadrat dla błędów, mean square for error; SS_G — suma kwadratów dla genotypów, sum of squares for genotypes; MS_G — średnie kwadraty dla genotypów, mean squares for genotypes; F_{emp} — empiryczna wartość statystyki F , value of F statistic; p — wartość p , p -value; h^2 — odziedziczalność, heritability

Pośrednią odziedziczalność (h^2) stwierdzono dla liczby nasion w kłosku, masy nasion z kłosa i liczby kwiatków w kłosku.

Wartości współczynników korelacji świadczą o dodatniej, umiarkowanej silnej korelacji z plonem podstawowych składowych plonu z rośliny, tj. liczby pędów generatywnych z rośliny oraz masy nasion z kłosa (wartość współczynnika korelacji była istotna i wynosiła dla obu tych cech 0,57; tab. 3). Również dość silną współzależność stwierdzono między plonem a liczbą nasion w kłosie i w kłosku. Nie stwierdzono natomiast istotnej współzależności między plonem a MTN, liczbą kłosek w kłosie i długością kłosa.

Tabela 3

Macierz współczynników korelacji prostej dla badanych cech
Matrix of correlation coefficients for the examined traits

Cechy — Traits	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
Plon nasion z rośliny Seed yield per plant (g) (Y)	1,00								
Liczba pędów generatywnych z rośliny Number of fertile stems per plant (X ₁)	0,57**	1,00							
Masa nasion z kłosa Seed weight per spike (g) (X ₂)	0,57**	0,26*	1,00						
Liczba nasion w kłosie Number of seeds per spike (X ₃)	0,44**	0,19	0,87**	1,00					
MTN 1000-grain weight (g) (X ₄)	0,10	0,07	0,13	-0,30*	1,00				
Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per spike (X ₅)	0,01	0,08	0,06	0,02	0,14	1,00			
Liczba nasion w kłosku Number of seeds per spikelet (X ₆)	0,37**	0,11	0,76**	0,91**	-0,33**	-0,13	1,00		
Długość kłosa Spike length (cm) (X ₇)	-0,04	-0,04	-0,01	-0,18	0,46**	0,44**	-0,24	1,00	
Liczba kwiatków w kłosku Number of flowers per spikelet (X ₈)	0,27*	0,23	0,32*	0,48**	-0,22	-0,27*	0,61**	-0,16	1,00

* Istotna współzależność przy poziomie $\alpha = 0,05$; Significant correlation at $\alpha = 0.05$ level

** Istotna współzależność przy poziomie $\alpha = 0,01$; Significant correlation at $\alpha = 0.01$ level

Wyniki analizy ścieżek przedstawiono w tabeli 4. Wartości współczynników ścieżek (p_{ij}) wskazują na stopień zależności poszczególnych cech zależnych od cech niezależnych (przyczynowych). Większa wartość współczynnika ścieżki oznacza relatywnie większy wpływ danej cechy. Porównanie wartości współczynników ścieżek umożliwia, zatem ocenę wpływu poszczególnych cech na kształtowanie się plonu nasion z rośliny. W tabeli 4 przedstawione są ponadto wartości współczynników determinacji R_i^2 określające, jaką część zmienności cechy zależnej wyjaśniają zmienne niezależne. Na podstawie uzyskanych wyników wartości współczynników ścieżek między liczbą pędów generatywnych z rośliny (X_2) oraz masą nasion z kłosa (X_2) a plonem nasion z rośliny (odpowiednio 0,453 i 0,449), można stwierdzić, na podobną determinację plonu przez te dwie składowe.

Masa nasion z kłosa (X_2) była w większym stopniu determinowana przez liczbę nasion w kłosie (X_3) niż przez masę tysiąca nasion (X_4), bowiem współczynniki ścieżek dla tych

cech wynosiły odpowiednio 1,003 i 0,429. Stwierdzono ponadto ujemny efekt pośredni MTN (-0,303) przez liczbę nasion w kłosie na masę nasion z kłosa, co wskazuje na wzajemną kompensację tych cech.

Tabela 4

Wartości współczynników ścieżek (p_{ij}), współczynniki determinacji (R^2) oraz efekty pośrednie badanych cech na plon nasion z rośliny
Values of path coefficients (p_{ij}), coefficients of determination (R^2) and indirect effects of the examined traits on seed yield per plant

Efekty bezpośrednie Direct effects (p_{ij})		Efekty pośrednie Indirect effects ($p_{ij} \times r_{jk}$)	
$X_1 \rightarrow Y$	0,453	$X_1 \rightarrow Y$ przez X_2	0,117
$X_2 \rightarrow Y$	0,449	$X_2 \rightarrow Y$ przez X_1	0,118
$X_3 \rightarrow X_2$	1,003	$X_3 \rightarrow X_2$ przez X_4	-0,130
$X_4 \rightarrow X_2$	0,429	$X_4 \rightarrow X_2$ przez X_3	-0,303
$X_5 \rightarrow X_3$	0,141	$X_5 \rightarrow X_3$ przez X_6	-0,124
$X_6 \rightarrow X_3$	0,932	$X_6 \rightarrow X_3$ przez X_5	-0,019
$X_7 \rightarrow X_5$	0,441		
$X_8 \rightarrow X_6$	0,612		
Współczynniki determinacji Coefficients of determination (R_i^2)			
R_Y^2	51,2%		
R_2^2	93,2%		
R_3^2	85,3%		
R_5^2	19,4%		
R_6^2	37,5%		

Liczba nasion w kłosie była w największym stopniu determinowana przez liczbę nasion w kłosku, a w niewielkim stopniu przez liczbę kłosków w kłosie. Wartości współczynników ścieżek dla tych cech wynosiły odpowiednio 0,932 i 0,141.

Cechy plonotwórcze 4 rzędu tj. długość kłosa i liczba kwiatków w kłosku istotnie determinowały wielkość cech plonotwórczych 3-rzędu, tj. odpowiednio: liczbę kłosków w kłosie i liczbę nasion w kłosku.

Powyższe wyniki wskazują na dość silny wpływ cech plonotwórczych życicy trwałej, kształtujących się w poszczególnych etapach ontogenezy, na plon nasion z rośliny.

DYSKUSJA

Ocena wpływu poszczególnych cech plonotwórczych roślin na plon nasion traw jest ważna dla hodowców, których celem jest wyhodowanie odmian traw charakteryzujących się nie tylko wysokim plonem biomasy, ale również wysokim plonem nasion, umożliwiającym łatwą reprodukcję, oraz optymalizację technologii produkcji nasiennej. Stosunkowo niewielka liczba badań w tym zakresie uniemożliwia jednoznaczne określenie, które cechy plonotwórcze mają największy wpływ na wielkość plonu nasion wielu gatunków traw. Dotychczasowe badania były przeprowadzane m.in. na takich gatunkach jak: stokłosa bezostna (Seker i Serin, 2004), perz grzebieniasty (Dewey i Lu, 1959), cynodon palczasty (Wu i in., 2006), kostrzewa łąkowa (Fang i in., 2004), mozga Hardinga (Oram, 1982). Odniesienie bezpośrednie wyników tych badań do innych

gatunków traw, jak również innych warunków środowiskowych nie jest możliwe, jednak pozwala porównać występujące podobieństwa i na tej podstawie wyciągnąć wnioski i uogólnić niektóre tezy.

Porównując wyniki badań własnych z badaniami nad innymi gatunkami traw można wywnioskować, że cechy plonotwórcze będące jednocześnie składowymi plonu mają prawie zawsze istotny dodatni wpływ na plon nasion z rośliny lub też plon z jednostki powierzchni (Oram, 1982; Seker i Serin, 2004). Na uwagę zasługuje to, że w badaniach własnych, jak również w badaniach innych autorów wpływ masy 1000 nasion (lub też średniej masy pojedynczego ziarniaka), czyli cechy plonotwórczej, będącej składową plonu, jest zazwyczaj dość słaby. Wynika to najprawdopodobniej z niewielkiej zmienności tej cechy. W badaniach własnych stwierdzono ponadto ujemną kompensację MTN z liczbą nasion w kłosie. Podobną zależność w swoich badaniach stwierdzili Seker i Serin (2004), natomiast Oram (1982) w swoich badaniach wykazał ujemną korelację między średnią masą nasienia a liczbą nasion z rośliny i ujemną korelację z plonem nasion z rośliny. Wyniki takie wskazują, że osiągnięcie wysokiego plonu jest możliwe przede wszystkim poprzez zwiększanie liczby nasion z rośliny, przy stałej, a niekiedy nawet mniejszej MTN.

Stosowane metody oceny determinacji plonu nasion traw przez różnych autorów są nieco inne, nie tylko pod względem doboru cech plonotwórczych, ale również modeli przyczynowo-skutkowych stosowanych do analiz statystycznych. Najczęściej przyjmowane są modele, w których ocenia się wpływ wszystkich cech plonotwórczych jednocześnie na zmienną zależną, którą jest plon nasion (z rośliny bądź też z powierzchni). Podział cech roślin na cechy plonotwórcze różnych rzędów i ocena ich wpływu w sposób sekwencyjny wydaje się lepsza ze względu na eliminację wpływu współzależności między niektórymi cechami. Takie podejście stosowane jest coraz częściej w ocenie determinacji plonu zbóż z użyciem analizy ścieżek (Garcia del Moral i in., 1991, 2003; Mohammadi, 2003), ale również może być stosowane w ocenie determinacji plonu innych gatunków roślin uprawnych, w tym również plonu nasion traw.

WNIOSKI

1. Metoda analizy ścieżek pozwala na ocenę determinacji plonu nasion traw przez cechy plonotwórcze przy jednoczesnym uwzględnieniu kolejności kształtowania się w ontogenezie.
2. Ocena wpływu wybranych cech plonotwórczych na plon nasion z rośliny wykazała podobny wpływ liczby pędów generatywnych z rośliny oraz masy nasion z kłosa. Wpływ masy tysiąca nasion był stosunkowo niewielki, a jednocześnie stwierdzono wzajemną kompensację MTN i liczby nasion w kłosie.
3. Największą odziedziczalność spośród cech plonotwórczych stwierdzono dla długości kłosa i masy tysiąca nasion, a także niektórych cech kłosa (liczby kłosków w kłosie oraz liczby nasion w kłosie i kłosku).

4. Uzyskane informacje, na podstawie stosunkowo dużego materiału hodowlanego życicy trwałej, mogą być wykorzystane w doskonaleniu metodyki hodowli tego gatunku w kierunku nasiennym.

LITERATURA

- Board J., Kang M. S., Harville B. 1999. Path analyses of the yield formation process for late-planted soybean. *Agron. J.*, 91: 128-135.
- Board, J., Kang, M. S., Bodrero M. L. 2003. Yield components as indirect selection criteria for late-planted soybean cultivars. *Agron. J.* 95: 420 — 429.
- Dewey D. R., Lu K. H., 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agron. J.* 51: 515 — 518.
- Fang C., Aamlid T. S., Jørgensen Ø., Rognli O. A. 2004. Phenotypic and genotypic variation in seed production traits within a full-sib family of meadow fescue. *Plant Breeding* 123: 241 — 246.
- Garcia del Moral L., Ramos M., Garcia del Moral B., Jimenez-Tejada P. 1991. Ontogenic approach to grain production in spring barley based on path-coefficient analysis. *Crop Sci.* 31: 1179 — 1185.
- Garcia del Moral L., Rharrabi Y., Villegas D., Royo C. 2003. Evaluation of grain yield components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach. *Agron. J.* 95: 266 — 274.
- Hacker J. B., Cuany R.L. 1997. Genetic variation in seed production and its components in four cultivars of the pasture grass *Setaria sphacelata*. *Euphytica* 973: 271 — 282.
- Martyniak D., Martyniak J. 2006. Próba zastosowania wskaźnika wartości użytkowo-nasiennej do oceny odmian pastewnych życicy trwałej. *Łąkarstwo w Polsce* 9: 121 — 130.
- Mohammadi S., Prasanna B., Singh N. 2003. Sequential path model for determining interrelationships among grain yield and related characters in maize. *Crop Sci.* 43: 1690 — 1697.
- Oram R. N. 1982. Genetic of total seed yield and its components in *Phalaris Aquatica*. *Aust. J. Agric. Res.* 33: 465 — 471.
- Samonte S., Wilson L., McClung A. 1998. Path analyses of yield and yield-related traits of fifteen diverse rice genotypes. *Crop Sci.* 38: 1130 — 1136.
- Seker H., Serin Y. 2004. Explanation of the relationships between seed yield and some morphological traits in smooth brome grass *Bromus inermis* Leyss. by path analysis. *Eur. J. Agronomy* 21: 1 — 6.
- Sukhchain, Sidhu B. 1992. Correlation and path coefficients analysis for reproductive traits in Guinea grass. *Euphytica* 601: 57 — 60.
- Wright S. 1921. Correlation and causation. *J. Agric. Res.* 20: 557 — 585.
- Wright S. 1923. The theory of path coefficients — a reply to Niles's criticism. *Genetics* 8: 239 — 255.
- Wu Y. Q., Taliaferro C. M., Martin D. L., Goad C. L., Anderson J. A. 2006. Genetic variability and relationships for seed yield and its components in Chinese *Cynodon* accessions. *Field Crops Research* 98: 245 — 252.

ELŻBIETA CZEMBOR

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Zależności pomiędzy odpornością na rdze i pleśń śniegową a cechami fenotypowymi form gazonowych życicy trwałej

Relationships between the resistance to rusts and snow mould and phenotypic characters of turf perennial ryegrass forms

Badania prowadzono w Radzikowie, w latach 2004–2006. Scharakteryzowano 18 obiektów form gazonowych życicy trwałej, w tym: 5 rodów francuskich, 2 rody polskie, 2 obiekty będące w hodowli twórczej oraz 9 odmian wzorcowych i różnicujących pod względem odporności na rdzę żdźbłową i koronową oraz pod względem morfologii roślin. Odmianami wzorcowymi pod względem odporności na rdze były Taya (jako wzorzec podatności) oraz Plaisir (jako wzorzec o podwyższonej odporności). Opisano 16 zmiennych wiążących się z wartością trawnikową badanych obiektów. Odmiany i materiały hodowlane form gazonowych życicy trwałej wykazały istotne zróżnicowanie pod względem odporności na rdzę żdźbłową i koronową, na pleśń śniegową oraz trwałości, o której świadczył stan roślin po zimie. Obiekty o niskiej odporności na pleśń śniegową charakteryzowały się złym stanem roślin po zimie i wolniej regenerowały się. Ujemne zależności pomiędzy tymi cechami potwierdzono metodą analizy czynnikowej oraz metodą korelacji prostej. Materiały francuskie były bardziej podatne na pleśń śniegową w stosunku do materiałów polskich, natomiast wykazały wysoką lub podwyższoną odporność na rdzę żdźbłową i koronową. Tylko jeden ród polski BA-56 wykazywał wysoką odporność na zakażenie grzybami z rodzaju *Puccinia* spp. Odmiany i rody francuskie charakteryzowały się liściem bardzo wąskim i wolnym tempem odrastania. Liście odmian i rodów polskich były szersze niż liście materiałów francuskich. Rośliny materiałów polskich charakteryzowały się szybszym tempem odrastania w stosunku do materiałów francuskich. W badanej grupie materiałów form gazonowych życicy trwałej wykazano ujemne zależności pomiędzy odpornością na rdze a odpornością na pleśń śniegową, ujemne zależności pomiędzy odpornością na rdze a szerokością liścia i tempem odrastania roślin. Zależności pomiędzy odpornością na pleśń śniegową a szerokością liścia i tempem odrastania roślin były dodatnie.

Słowa kluczowe: *Lolium perenne*, *Microdochium nivale*, *Puccinia coronata*, *Puccinia graminis*, rdza żdźbłowa, rdza koronowa, trawniki, trwałość

The experiment was conducted in Radzików in the years 2004–2006. Eighteen perennial ryegrass cultivars and breeding materials, including 5 French strains, 2 Polish strains, 2 Polish breeding lines and 9 standard cultivars, were evaluated for resistance to stem rust and crown rust as well as for plant morphology and physiology. Cultivar Taya and cv. Plaisir were used as standards, respectively, susceptible and resistant to rust. Sixteen morphological and physiological features associated with the turf quality were described. Greatly pronounced differences were found between the cultivars, strains

and breeding lines under study in the level of resistance to stem and crown rust and snow mould, as well as in the after-winter and spring performances of plants. The genotypes expressing low level of resistance to snow mould showed low spring performance and slow after-winter regeneration. Negative correlations between these features were confirmed by the Factor Analysis and the values of correlation coefficients. French materials were found to be more susceptible to snow mould than Polish ones, but they expressed a higher level of resistance to stem and crown rust. Only one Polish strain, BA-56, demonstrated high resistance to infection by fungi *Puccinia* spp. French cultivars and strains were characterized by a low growth rate and very narrow leaves. In contrast, leaves of Polish forms were broad, and the rate of plant growth was high. The above differences explain negative correlations in the resistance to rust and snow mould as well as in the resistance to rust, plant height and leaf width within the group of Polish and French turf cultivars, strains and breeding lines. The correlations between the resistance to snow mould, plant height and leaf width were found positive.

Key words: *Lolium perenne*, *Microdochium nivale*, *Puccinia coronata*, *Puccinia graminis*, stem rust, crown rust, turf management, persistence

WSTĘP

W ostatnich latach w Polsce obserwujemy duże zainteresowanie trawami gazonowymi. O ich wartości użytkowej decyduje ogólny wygląd estetyczny trawnika oraz zdolność do wydawania wysokiego plonu nasion. Z tej przyczyny wszystkie programy hodowlane obejmują charakterystykę badanych materiałów z uwzględnieniem powyższych. Wykazano istotne współzależności wartości użytkowej z odpornością roślin na stresy biotyczne i abiotyczne, morfologią i fizjologią rośliny (w tym zdolność do szybkiej regeneracji po zimie oraz powolne przechodzenie w okres spoczynku w okresie jesiennym) oraz agrotechniką (nawożenie).

Życica trwała to jeden z najważniejszych gatunków traw na całym świecie. Procentowy udział tego gatunku w większości mieszkankach pastewnych i gazonowych wynosi średnio 40%. W związku z intensyfikacją rolnictwa i większym zapotrzebowaniem na mieszanki gazonowe, udział jej w strukturze upraw wzrasta każdego roku. Polska ma dogodne warunki klimatyczne i glebowe do hodowli i uprawy traw pastewnych (Prończuk, 1994; Lutyńska, 1996). W latach siedemdziesiątych była ona znaczącym eksporterem nasion traw (Woźniak, 1981). W latach dziewięćdziesiątych produkcja nasion stała się niewystarczająca w związku z nagłym spadkiem uprawy (Podleś, 1996; Przydatek, 1996), natomiast zaczęła się zwiększać reprodukcja odmian na zlecenie firm zagranicznych. Plony nasion uzyskiwane przez plantatorów w Polsce są o 50% niższe od plonów uzyskiwanych w Holandii (Prończuk, 1994; Lutyńska, 1996). Szczególnie duże dysproporcje są u życicy trwałej (Prończuk, 1994; Goliński i in., 1997) ponieważ gatunek ten jest szczególnie wrażliwy na wszelkie stresy biotyczne i abiotyczne powodowane interakcją genotypowo-środowiskową.

Istnieje już wiele odmian życicy trwałej o korzystnych cechach pod względem gazonowym. Wciąż jednak dużym zagrożeniem dla tego gatunku jest niska odporność na stresy biotyczne powodowane przez grzyby z rodzaju *Puccinia* spp. oraz *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & Hallett. Życica trwała jest gospodarzem dwóch gatunków grzybów z rodzaju *Puccinia* spp: *P. graminis* ssp. *graminicola* Urban (rdzy żółtobłowej) oraz *P. coronata* Urban (rdzy koronowej) (Müle i in., 1975; Eshed, Dinner, 1980; Smiley

i in., 1992; Potter i in., 1990; Cappelli i in., 1993; Prończuk, 1996, 2000; Adamko i in., 1997; Clarke i in., 1997; Roderick i in., 2000a; Boller i in., 2002). Grzyb *M. nivale* (Fr.) Samuels & Hallett powoduje pleśń śniegową na trawach i zbożach ozimych. Wszystkie te gatunki grzybów, mogą obniżać wartość gospodarczą traw zarówno w użytkowaniu gazowym, jak i pastewnym (Larsen, Årswoll, 1984; Rose-Fricker i in., 1986; Prończuk, 1996, 2000; Waldron i in., 1998; Prończuk i Prończuk, 2005;) oraz powodować znaczne straty w plonach nasion (Cappelli, i in., 1993; Rose-Fricker i in., 1986; Plummer i in., 1990; Welty i Azevedo, 1994; Rickaer, 1995; Prończuk, 2000, 2002). Rdze powodują, że silnie porażone organy roślin przedwcześnie zamierają i zasychają, a liczba wykształconych pędów generatywnych jest znacznie niższa. Powstające uredinia prowadzą do rozrywania skórki i zwiększenia transpiracji. Pleśń śniegowa może powodować zamieranie całych roślin i znaczne przerzedzanie darni.

Dotychczasowe badania wykazują, że istotny wpływ na rozwój rdzy żółtobłowej i koronowej mają uwarunkowania genetyczne (Wilkins, 1975; Hayward, 1977; Rose-Fricker i in., 1986; Posselt, 1994; Kimbeng, 1999; Thotogood i in., 1999; Lellbach, Wehling, 2000; Roderick i in., 2000a; Muylle, 2002). Stan fizjologiczny roślin również decyduje o stopniu rozwoju grzybów z rodzaju *Puccini* spp. na trawach (Roderick, Thomas, 1997; Roderick i in., 2000 b; Pflender, 2003, 2004). Wykazano również istotny wpływ agrotechniki i typu użytkowania na rozwój zarówno grzybów z rodzaju *Puccinia* spp., jak i *M. nivale* (Prończuk i in., 1984; Plummer i in., 1992; Smiley, 1992; Prończuk, Zagdańska, 1993; Vargas, 1994; Welty, Barker, 1994; Prończuk, 2000, 2002; Prończuk i Prończuk, 2005).

Hodowla traw uwzględnia odporność na rdze oraz pleśń śniegową (Meyer, 1982; Wijk, 1993, 1997; Vargas, 1994; Paul, Dapprich, 1997; Feuerstein, 2000; Humphreys i in., 2000; Czembor, 2006a, 2006 b, Czembor, Zając, 2007 b). W wielu krajach odporność odmian traw na wymienione patogeny jest brana pod uwagę obok innych cech jakościowych (Anonim, 1990, 1992 a, 1992 b, 1999; Thomas, 1994). Znaleźnienie genotypów o wysokiej odporności jest jednak bardzo trudne. Selekcja w warunkach kontrolowanych nie jest zawsze powtarzalna w warunkach polowych i daje jedynie bardzo wstępne rozeznanie. Hodowcy wciąż koncentrują się zatem na selekcji w warunkach polowych (Wilkins, 1978; Kopec i in., 1983; Prończuk, Prończuk, 1987; Reheul, Gesquire, 1996; Welty, Barker 1992 a; Jönsson, Eangqvist, 1998; Eangqvist, Jönsson, 2000; Reheul i in., 2000; Czembor, 2006 a, 2006 b, 2007; Czembor i in., 2005). Warunki klimatyczne w Polsce już od wielu lat sprzyjają rozwojowi grzyba *M. nivale*. Rdze stały się problemem w Polsce w ciągu ostatnich lat, a jest to spowodowane znacznym ociepleniem klimatu. Obecnie rdza żółtobłowa i koronowa na życicy trwałej występuje w Polsce w podobnym nasileniu, jak w Europie Zachodniej i Południowej (Schubiger i in., 2006; Czembor, 2007 a). Materiały polskie są bardzo podatne na grzyby z rodzaju *Puccinia* spp.

Celem pracy było porównanie polskich i francuskich form gazonowych życicy trwałej pod względem odporności na rdzę żółtobłową, rdzę koronową i pleśń śniegową oraz trwałości z uwzględnieniem cech fenotypowych roślin.

MATERIAŁY I METODY

Materiał roślinny

Badania przeprowadzono na 18 diploidalnych formach gazonowych życicy trwałej, w tym na 5 rodach francuskich (LPEP — 52, LPEP — 83, LPEP — 62, LPEP — 68, LPEP — 60), 2 rodach polskich (BA — 56, RA — 33), 2 obiektach polskich będących w hodowli twórczej (S-46 i „Sieniawa” — ekotypy) oraz na 9 odmianach wzorcowych i różnicujących (Taya, Stoper, Nira, Stadion, Darius, Gator, Barcredo, Grenfair, Plaisir). Odmiana „Taya” została włączona do badań jako wzorzec podatności na rdze, natomiast odmiana „Plaisir” jako wzorzec o podwyższonej odporności.

Metodyka badań

Badania prowadzono w Radzikowie w warunkach polowych w latach 2004–2006. Nasiona badanych obiektów wysiano w połowie maja w rzędach (długość rzędu 1,5 m, odległość między rzędami 50 cm), dwa rzędy w powtórzeniu, w 4 powtórzeniach. Doświadczenie prowadzono zgodnie z ogólnymi zasadami użytkowania roślin gazonowych przyjmując ekstensywny typ użytkowania. Dawki nawożenia wynosiły: 180 kg/ha N, 60 kg/ha P₂O₅, 60 kg/ha K₂O. Badane obiekty koszone po przeprowadzeniu obserwacji w lipcu, sierpniu, wrześniu i październiku na wysokości ok. 6 cm.

Materiały scharakteryzowano opisując 16 cech mających wpływ na ogólny wygląd estetyczny form gazonowych życicy trwałej. Niekorzystny układ warunków klimatycznych podczas prowadzenia doświadczeń utrudnił prowadzenie oceny odrostu badanych materiałów (wysokie temperatury i susza w latach 2005 i 2006).

Szerokość liścia i wysokość rośliny

Wizualną ocenę szerokości liścia oraz wysokości roślin, odzwierciedlającej ich tempo odrastania przeprowadzono w 2004 i 2005 roku w skali 1–9. Odmiana wzorcowa była „Nira”, której wysokość oraz szerokość liścia w okresie jesiennym 2004 i w 2005 roku oceniana była na poziomie 7 (tab. 1).

Tabela 1

Skala używana do wizualnych ocen wysokości roślin i szerokości liści
Scale used for visual scoring of plant height and leaf width

Ocena Score	Objawy Infection types
9	ponad 10% powyżej wzorca * — more than 10% above standard *
8	10% powyżej wzorca — 10% above standard
7	poziom wzorca — standard level
6	10 % poniżej wzorca — 10% below standard
5	20% poniżej wzorca — 20% below standard
4	25% poniżej wzorca — 25% below standard
3	30% poniżej wzorca — 30% below standard
2	35% poniżej wzorca — 35% below standard
1	ponad 35% poniżej wzorca — more than 35% below standard

* Wzorzec: odmiana „Nira” — Standard: cultivar „Nira”

Odporność na rdze

Ocenę odporności na rdze przeprowadzono na podstawie wizualnej skali 1–9 opisanej w tabeli 2. Obserwacje prowadzono systematycznie od momentu pojawienia się pierwszych symptomów choroby i zakończono, gdy nasilenie choroby było najwyższe. O odporności życicy w roku 2004 na rdze świadczyła odporność w okresie letnim, gdy w populacji występowały w zależności od przebiegu pogody dwa patogeny: *Puccinia graminis* subsp. *graminicola* oraz *P. coronata* oraz jesienią, podczas występowania głównie *P. coronata*. Latem najwyższe nasilenie rdzy występowało w sierpniu, a jesienią we wrześniu. W 2005 roku nie zróżnicowano badanego materiału pod względem odporności na rdzę żdźbłową i koronową, ponieważ choroba nie wystąpiła.

Tabela 2

Skala używana do wizualnych ocen odporności form gazonowych życicy trwalej na rdzę żdźbłową i koronową

Scale used for visual scoring of resistance of turf perennial ryegrass forms to stem crown rust

Ocena Score	Objawy Infection types
9	brak objawów rdzy — no symptoms of infection
8	pierwsze symptomy choroby — first symptoms of infection
7	5% powierzchni liści pokryta rdzą koronową lub żdźbłową 5% of leaf area infected by crown or stem rust
6	10% powierzchni liści pokryta rdzą koronową lub żdźbłową 10% of leaf area infected by crown or stem rust
5	25% powierzchni liści pokryta rdzą koronową lub żdźbłową, tworzą się nieliczne uredia 25% of leaf area infected by crown or stem rust, scarce uredia formed
4	40% powierzchni liści pokryta rdzą, duża liczba uredi 40% of leaf area infected by crown or stem rust, uredia great numbers
3	60% powierzchni liści pokryta rdzą, nieliczne nekrozy 60% of leaf area infected by crown or stem rust, scarce necrosis
2	75% powierzchni liści pokryta rdzą, duża ilość nekrotycznych plam 75% of leaf area infected by crown or stem rust, great number of necrotic spots
1	ponad 75% powierzchni liści pokryta rdzą, duża część powierzchni liści pokryta nekrozami more than 75% of leaf area infected by crown or stem rust, great number of large necroses

Odporność na pleśń śniegową

Ocenę odporności badanych materiałów na pleśń śniegową przeprowadzono, gdy średnie temperatury dobowe w styczniu 2005 roku wzrosły powyżej 0°C. W 2006 roku temperatury w miesiącach zimowych były niskie i ocenę odporności na pleśń śniegową można było przeprowadzić dopiero na początku marca. Do oceny uszkodzeń powodowanych pleśnią śniegową stosowano skalę opisaną w tabeli 3.

Tabela 3

Skala używana do wizualnych ocen odporności form gazonowych życicy trwalej na pleśń śniegową

Scale used for visual scoring of resistance of turf perennial ryegrass forms to snow mould

Skala Score	Objawy Infection types
1	2
9	rośliny zdrowe, bez objawów chorobowych — healthy plants, no symptoms of disease

c.d. Tabela 3

1	2
8	pierwsze symptomy choroby (ślady porażenia) — first symptoms of disease (traces of infection)
7	5% roślin porażonych w dolnej partii — 5% of plants infected in lower parts
6	10% roślin porażonych w dolnej partii, brak roślin martwych 10% of plants infected in lower parts, their regeneration is possible
5	25% roślin porażonych, ale możliwa jest ich regeneracja 25% of plants infected, their regeneration is possible
4	40% roślin porażonych ale możliwa jest ich regeneracja 40% of plants infected, their regeneration is possible
3	60% roślin porażonych i martwych, tylko niewielki procent ma zdolność do regeneracji 60% of plants infected, able to regenerate at a low percentage majority of plants are dead
2	75% roślin porażonych i martwych, tylko niewielki procent ma zdolność do regeneracji 75% of plants infected, able to regenerate at a low percentage majority of plants are dead
1	ponad 75% roślin porażonych i martwych more than 75% plants are infected and dead

Stan roślin przed zimą, stan po zimie oraz ocena wiosenna (= Ogólny Aspekt)

Ogólny wygląd roślin (tzw. Ogólny Aspekt) późną jesienią oraz wczesną wiosną był odzwierciedleniem długości sezonu wegetacyjnego oraz trwałości badanych materiałów. Ocenę stanu roślin po zimie, zarówno w roku 2005, jak i w 2006, przeprowadzono na początku wegetacji, gdy temperatury wynosiły ok. 4°C, natomiast ocenę wiosenną średnio 2 tygodnie po pierwszej. Druga ocena (ocena wiosenna) miała na celu ukazać zdolność badanych materiałów do szybkiej regeneracji. Użyto wizualnej skali 1–9 (1 — całkowite wyginiecie roślin, brak regeneracji; 3–75% roślin nie regeneruje się; 5 — rośliny silnie uszkodzone, ale regenerują się; 9 — rośliny zdrowe, o dużym wigorze).

Warunki pogodowe w okresie trwania doświadczenia

Dane pogodowe, tj. średnie wartości temperatur oraz miesięczne sumy opadów zostały uzyskane ze Stacji Meteorologicznej Warszawa-Ursus (tab. 4).

Tabela 4

Średnie temperatury powietrza oraz sumy opadów w latach 2004–2006
Mean temperatures and rainfall in 2004–2006

Rok Year	Miesiąc Month	Średnia temperatura powietrza w °C Mean air temperature	Suma opadów (mm) Rainfall
1	2	3	4
2004	V	12,0	60,0
	VI	15,8	50,0
	VII	17,9	60,0
	VIII	19,0	50,0
	IX	13,5	20,0
	X	10,0	40,0
	XI	3,5	50,0
	XII	1,5	20,0

c.d. Tabela 4

1	2	3	4
2005	I	0,0	30,0
	II	-4,0	30,0
	III	-1,0	30,0
	IV	8,0	22,4
	V	14,1	46,2
	VI	16,5	18,2
	VII	20,7	44,6
	VIII	18,0	41,8
	IX	16,0	23,8
	X	9,5	3,6
	XI	3,4	31,0
	XII	0,0	63,6
2006	I	-8,4	31,0
	II	-2,9	44,2
	III	-0,7	12,4
	IV	9,2	38,8
	V	14,3	52,0
	VI	18,3	29,0
	VII	23,4	4,6
	VIII	18,1	189,8

Statystyczne opracowanie wyników

Obliczenia wykonano za pomocą programu Statistics for Windows StatSoft, Inc. (1997) oraz SAS. O istotności różnic między obiektami wnioskowano w oparciu o test rozstępu Tukeya. Stopień zależności między poszczególnymi cechami oceniano metodą analizy czynnikowej z rotacją Varimax za pomocą kryterium Kaisera oraz metodą korelacji prostej. Analiza czynnikowa z rotacją Varimax za pomocą kryterium Kaisera pozwoliła dokonać podziału wszystkich zmiennych (obserwowanych cech) na czynniki główne i określić, które zmienne wchodziły w skład określonego czynnika. Zmienne wchodzące w skład określonego czynnika są istotnie zależne od siebie (zależność na poziomie 0,7 jest wysoce istotna) i decydują wspólnie o wartości końcowej (czyli wartości gospodarczej) danego obiektu. Zależności między poszczególnymi cechami potwierdzano dodatkowo metodą korelacji prostej oraz metodą analizy skupień.

WYNIKI

Prowadzone badania pozwoliły wykazać istotne zróżnicowanie badanych form gazonowych życicy trwałej pod względem odporności na rdzę żdźbłową i koronową w okresie letnim i jesiennym w pierwszym roku trwania doświadczenia, pod względem odporności na pleśń śniegową w drugim i trzecim roku doświadczenia oraz pod względem trwałości (stan roślin po zimie w drugim i trzecim roku doświadczenia) (tab. 5). Pod względem szerokości liścia istotne różnice wykazano w drugim roku użytkowania, natomiast pod względem tempa odrastania jesienią 2004 roku oraz wiosną 2005 roku. W celu wykazania zależności pomiędzy odpornością roślin na choroby (rdzę i pleśń śniegową) a fenotypem roślin (wysokość rośliny i szerokość liścia) w ich poszczególnych fazach rozwoju, danych nie uśredniano.

Tabela 5

Charakterystyka form gazonowych życicy trwałej badanych w latach 2004–2006
 Characteristics of turf perennial ryegrass studied in 2004–2006

Ród, odmiana Breeding line, cultivar	2004				2005					2006						
	rdza rust		lato summer		jesień autumn	Plisń 1	stan po zimie 1 after winter performance 1	ocena wiosen- na 1 spring performance 1	wiosna spring		stan przed zimą fall performance	Plisń 2	stan po zimie 2 after winter performance 2	ocena wiosen- na 2 spring performance 2		
			S 1	W 1					W 3	S 2						
	sierpień August	wrzesień September			W 2											
3,3			3,8	2,8					4,0	6,0					4,5	3,8
RA-33	3,5	4,3	3,0	4,5	6,8	4,8	4,0	6,0	5,5	6,3	6,8	5,8	6,0	2,8	4,5	5,8
Sieniawa	4,5	5,3	3,3	4,5	6,5	4,5	4,0	5,8	7,0	6,3	6,8	6,0	5,5	3,5	4,5	6,3
LPP-52	4,5	4,3	2,3	4,0	7,3	4,8	3,5	5,8	5,5	6,3	6,8	5,8	5,5	3,0	4,3	6,5
S-46	5,8	5,8	2,5	3,5	4,8	4,5	3,3	4,5	4,3	3,8	5,8	3,8	3,8	2,5	2,5	5,5
LPE P - 83	6,3	5,5	2,8	4,0	6,0	4,7	3,3	4,7	5,0	4,0	6,0	4,0	5,0	1,8	3,0	5,8
LPE P - 62	6,5	5,8	2,3	3,5	4,0	5,0	3,3	5,3	5,8	5,0	4,8	3,3	4,5	1,8	3,3	5,8
LPE P - 68	7,3	5,5	2,3	3,8	4,3	4,8	3,3	5,0	5,3	4,8	5,5	3,5	4,8	3,0	4,3	5,0
LPE P-60	7,5	7,0	3,0	4,0	4,5	4,8	3,8	5,0	6,0	5,5	4,8	4,8	4,3	3,3	4,0	5,5
BA-56	3,3	3,5	2,8	4,3	5,8	5,5	4,3	4,8	5,5	5,0	6,5	5,8	4,8	3,8	4,8	5,5
Taya	3,8	4,3	2,3	4,3	5,8	5,3	4,8	4,3	5,8	4,0	6,3	5,3	4,3	2,5	3,3	5,3
Stoper	4,3	4,5	2,8	4,5	6,8	5,3	4,0	5,0	5,3	5,5	6,3	5,8	4,8	3,5	4,3	6,0
Nira	4,3	4,5	2,8	4,3	7,5	5,3	4,5	5,5	6,0	5,5	7,0	6,0	4,5	3,8	5,0	5,8
Stadion	5,0	4,8	2,5	3,8	4,3	4,3	3,8	3,8	5,5	4,5	6,3	5,3	5,3	3,0	4,3	5,8
Darius	5,3	5,0	2,5	3,8	4,5	4,8	3,8	6,0	5,8	6,3	5,0	5,3	4,8	2,8	3,0	5,0
Gator	5,3	4,3	3,7	3,7	6,0	5,0	3,8	5,0	5,3	4,5	6,8	5,8	4,8	2,9	3,6	5,4
Barcredo	5,8	4,8	2,3	3,8	5,8	4,5	3,5	5,3	6,3	4,3	5,5	3,8	4,8	2,3	3,5	5,0
Grenfair	5,8	5,5	2,5	4,0	4,8	4,5	3,8	4,5	4,8	4,3	6,0	5,0	4,8	3,8	4,8	7,0
Plaisir	Średnie	5,1	4,9	2,7	4,0	5,6	4,8	3,8	5,1	5,5	5,0	6,1	5,0	2,9	4,0	5,7
Mean																
NIR Tukeya																
(0,05) LSD	0,3	0,3	Ni	Ni	1,3	0,4	0,5	0,5	1,5	1,2	Ni	0,5	Ni	0,6	Ni	1,4
Tukey (0,05)																

S — Szerokość liścia; Leaf width

W — Wysokość roślin; Plant height

Plisń — Peśn śniegowa; Snow mould

Analiza czynnikowa z rotacją Varimax za pomocą kryterium Kaisera pozwoliła dokonać podziału 16 zmiennych (obserwowanych cech) na 4 czynniki główne i określić, które zmienne wchodziły w skład określonego czynnika i są istotnie zależne od siebie oraz w jakim stopniu decydują wspólnie o wartości użytkowej obiektu (wartość końcowa obiektu jako formy gazonowej) (tab. 6, 7). Zależności te potwierdzono metodą analizy korelacji (tab. 8).

Tabela 6

Analiza czynnikowa cech charakteryzujących formy gazonowe życicy trwałej badanych w latach 2004–2006

Factor analysis of the characters of turf perennial ryegrass studied in 2004–2006

Czynnik Factor	Wartość własna Eigenvalue	% ogółu wariancji % of variance	Skumulowana wartość własna Cumulative eigenvalue	Skumulowana % Cumulative %
1	6,74	42,13	6,74	42,13
2	2,11	13,21	8,85	55,34
3	1,68	10,47	10,53	65,81
4	1,35	8,46	11,88	74,28

Tabela 7

Macierz czynników rotowanych zmiennych charakteryzujących formy gazonowe życicy trwałej badanych w latach 2004–2006

Character rotation factor matrix of the turf perennial ryegrass forms studied in 2004–2006

Rok Year	Zmienna Variable	Czynnik 1 Factor 1	Czynnik 2 Factor 2	Czynnik 3 Factor 3	Czynnik 4 Factor 4
2004	Rdza żdźbłowa i koronowa — sierpień Crown and stem rust — August	-0,9	-0,2	0,1	-0,2
	Rdza koronowa — Wrzesień — Crown rust - September	-0,9	-0,1	0,2	0,0
	Szerokość liścia 1 — Leaf width 1	0,2	0,2	0,0	0,4
	Wysokość roślin 1 — Plant height 1	0,5	0,3	-0,1	0,6
	Wysokość roślin 2 — Plant height 2	0,8	0,3	0,1	0,2
2005	Pleśń śniegowa 1 — snow mould 1	0,3	0,0	-0,7	0,2
	Stan po zimie 1 — After winter performance 1	0,5	0,0	-0,6	0,5
	Ocena wiosenna 1 — Spring performance 1	0,2	0,9	0,1	-0,1
	Wysokość roślin 3 — Plant height 3	0,0	0,8	-0,2	0,2
	Szerokość liścia 2 — Leaf width 2	0,2	0,9	0,2	0,3
	Wysokość roślin 4 — Plant height 4	0,9	0,0	0,2	0,4
	Szerokość liścia 3 — Leaf width 3	0,6	0,3	-0,1	0,6
2006	Stan przed zimą — Fall performance	0,3	0,3	0,5	0,2
	Pleśń śniegowa 2 — Snow mould 2	0,1	0,0	-0,1	0,9
	Stan po zimie 2 — After winter performance 2	0,2	0,2	0,1	0,8
	Ocena wiosenna 2 — Spring performance 2	0,2	-0,1	0,6	0,6
War.wyj.		4,2	2,6	1,8	3,4
Udział — Share		0,3	0,2	0,1	0,2

Najwięcej zmienności wśród badanego materiału wniósł czynnik 1 (42,13%), który wysoce istotnie skorelowany z odpornością badanych materiałów na rdze w 2004 roku, wysokością roślin odzwierciedlającą ich tempo odrastania oraz z szerokością liścia (tab. 7). Czynnik ten wykazał ujemną współzależność odporności na rdzę żdźbłową i koronową z pozostałymi cechami wchodzącymi w skład czynnika 1.

Tabela 8

Współzależności zmiennych charakteryzujących formy gazonowe życicy trwałej badane w latach 2004–2006
Relationship between turf perennials ryegrass characters studied in 2004–2006

Rok Year	Zmienne Characters (N = 72)*	Współczynniki korelacji Correlation coefficient									
		2004					2005				
		rdza — rust		lato — summer		jesień — fall		Oc. 1	wiosna — spring		lato — summer
		sierpień August	wrzesień September	Sz. 1	Wys. 1	Wys. 2	Sz. 2		Wys. 3		
Rdza (wrzesień)		x									
Rust (September)											
2004	Lato	Sz. 1	-0,27*	-	x						
	Summer	Wys. 1	-	0,43***	x						
	Jesień; Fall	Wys. 2	-0,35**	-0,32**	0,44***	-	x				
	Pleśń śniegowa (styczeń)										
Snow mould (January)											
2005	St. po 1	-0,40***	-0,37**	-	-	-	x				
	Oc. 1	-	-	-	-	0,34**	-	x			
	Wiosna	Wys. 3	-	-	-	-	-	0,40***	x		
	Spring	Sz. 2	-0,27*	-	-	-	-	0,70***	0,51***	x	
2005	Lato	Wys.4	-0,48***	-0,51***	-	-	0,30**	0,25*	-		
	Summer	Sz. 3	-0,59***	-0,51***	0,30*	0,25*	0,41***	0,39***	0,26*	0,27*	x
	St. przed zim.										
	Pleśń śniegowa (marzec)										
2006	Snow mould (March)										
	St. po 2	-0,32**	-0,23*	-	-	-	0,41***	-	-	0,37**	-

x —

* Istotność przy $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0,05$ ** Istotność przy $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0,01$ *** Istotność przy $\alpha = 0,001$; Significant at $\alpha = 0,001$

Sz.— Szerokość liścia; Leaf width

Wys. — Wysokość roślin; Plant height

St. po — Stan po zimie; After winter performance

St. przed zim. — Stan przed zimą; Fall performance

Oc. — Ocena wiosenna; Spring performance

Tłumaczy to fakt, że materiały francuskie, wykazujące podwyższoną odporność na rdzę żółtobłąwą i koronową w okresie letnim 2004 roku oraz na rdzę koronową w okresie jesiennym charakteryzowały się jednocześnie wysoką doskonałością liścia (rody o liściu wąskim i wolnym tempie odrastania). Materiały polskie o liściu szerszym i dłuższym były podatne lub bardzo podatne na zakażenie rdzą. Średnie porażenie rdzy żółtobłowej i koronowej latem 2004 roku wynosiło 5,1, a średnie porażenie rdzą koronową w okresie jesiennym 4,9. Odporność na rdze odmiany „Plaisir”, która została włączona do doświadczenia jako wzorzec o podwyższonej odporności została oceniona na poziomie 5,8 w okresie letnim i 5,5 w okresie jesiennym. Najwyższą odporność na rdze (wyższą niż „Plaisir”) i najwolniejszym tempem wzrostu w roku 2004 (pierwszy rok użytkowania) charakteryzowały się obiekty francuskie LPE P-60, LPE P-68, LPE P-62 i ród polski BA-56, na co wskazywały najwyższe ujemne wartości Czynnika 1 (tab. 5, 9). Najniższą odporność na rdze zarówno w okresie letnim jak i jesiennym wykazały odmiany „Taya” (wzorzec podatności) i „Stoper” oraz ród RA-33 i „Sieniawa”.

Oceny odporności na pleśń śniegową oraz cech świadczących o trwałości badanych materiałów (stan roślin po zimie i ocena wiosenna) wchodził w skład czynnika 4 (tab. 6, 7). W 2005 roku wszystkie materiały scharakteryzowano jako średnio odporne lub średnio podatne na pleśń śniegową. W 2006 roku badane materiały wykazały bardzo dużą podatność na pleśń śniegową (ocena średnia badanych materiałów — 2,9). Najniższą odporność oraz zdolność do regeneracji wykazały LPE P-68, LPE – 62, LPE P-83 oraz Grenfair (tab. 5, 9).

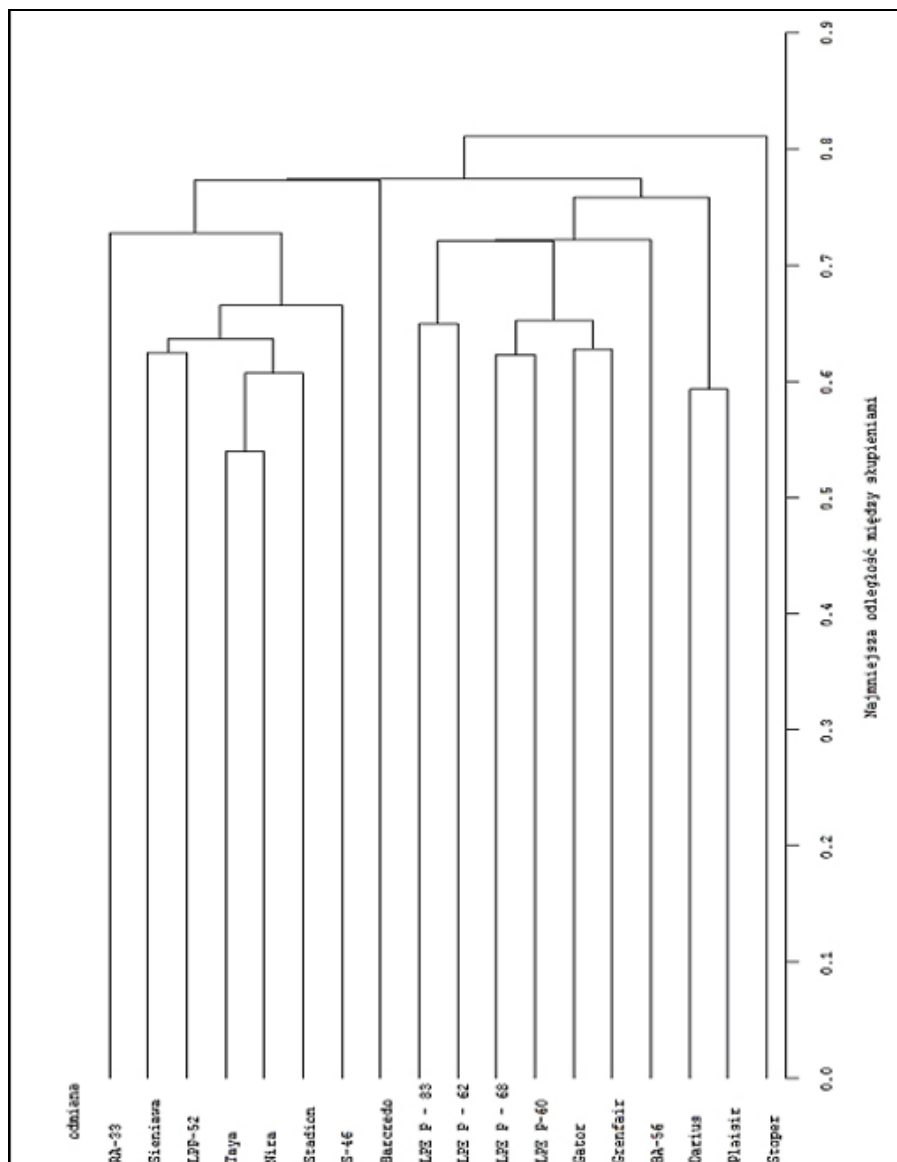
Tabela 9

Macierz czynników rotowanych form gazonowych życicy trwalej badanych w latach 2004–2006
Rotation factor matrix of turf perennial ryegrass in 2004–2006

Odmiana Cultivar	Czynnik 1 Factor 1	Czynnik 2 Factor 2	Czynnik 3 Factor 3	Czynnik 4 Factor 4
BA-56	-2,4	0,7	-0,7	1,1
LPE P-60	-1,3	-0,1	-0,1	-0,2
LPE P - 68	-1,3	0,4	-0,1	-1,3
Plaisir	-0,8	-1,6	1,3	1,8
Gator	-0,6	1,5	-0,7	-1,0
LPE P - 83	-0,4	-1,6	0,3	-1,2
Grenfair	-0,2	0,5	-0,1	-1,4
Darius	-0,1	-1,2	0,9	0,4
LPP-52	0,0	1,6	0,9	1,2
LPE P - 62	0,2	-0,9	0,9	-1,2
Nira	0,6	-0,2	-0,5	0,8
Stadion	0,6	0,3	-1,1	1,2
RA-33	0,7	1,2	0,2	-0,1
Barcredo	0,7	-0,4	-0,1	-0,3
Taya	0,9	-0,5	-1,5	0,9
Stoper	0,9	-0,9	-2,2	-0,4
S-46	1,1	0,5	1,6	-0,2
Sieniawa	1,3	1,0	0,9	0,0

Większość materiałów francuskich posiadało również niższą zdolność do regeneracji po zimie w 2006 roku. Czynniki 4 wskazał również pewne zależności pomiędzy

odpornością na pleśń śniegową i trwałości z morfologią badanych materiałów (zależności dodatnie). Materiały polskie, dla których wartość czynnika 4 wynosiła powyżej 0, charakteryzowały się nieznacznie szybszym tempem odrastania w stosunku do francuskich, ale mimo to posiadały wyższą odporność na pleśń śniegową (tab. 9).



Rys. 1. Diagram obrazujący powiązania pomiędzy badanymi formami gazonowymi życicy trwałej w latach 2004–2005

Fig. 1. Associations among turf perennial ryegrass in the years 2004–2005 determined using cluster analysis

Wykazano wysoce istotną ujemną zależność odporności na rdzę w pierwszym roku doświadczenia z odpornością na pleśń śniegową w trzecim roku doświadczenia (materiały polskie posiadały wyższą odporność na pleśń śniegową i wyższą zdolność do regeneracji po zimie w stosunku do materiałów francuskich, ale niższą odporność na rdze). Analizując powiązania między badanymi obiektami (rys. 1) materiał można podzielić na 2 grupy. W grupie 1 znalazły się materiały francuskie i jeden ród polski BA-56, o czym zadecydowała jego wysoka odporność na rdze. W grupie drugiej znalazły się materiały polskie.

DYSKUSJA

Ogólny wygląd estetyczny decyduje o wartości użytkowej form gazonowych traw. Życica trwała to jeden z podstawowych gatunków wchodzących w skład mieszanek trawnikowych we wszystkich typach użytkowania. Najbardziej popularnym typem użytkowania jest „Relax”, gdy stosuje się nawożenia azotowe 200 kg/ha oraz „Eko” gdzie brak jest nawożenia azotem. Wysokie nawożenie azotem istotnie obniża odporność traw na pleśń śniegową, a brak nawożenia powoduje wzrost nasilenia chorób powodowanych przez grzyby z rodzaju *Puccinia* spp. (Lowe i in., 1983; Plummer i in., 1992; Prończuk, 2000; Prończuk, Prończuk, 2005). Życica trwała jest gatunkiem podatnym zarówno na pleśń śniegową, jak i na rdzę żdźbłową i koronową. Problem pleśni śniegowej w Polsce występuje już od wielu lat, natomiast problem rdzy na życicy trwałej nasilił się w ciągu ostatnich lat (Prończuk i in., 1984; Prończuk, Zagnańska, 1993; Prończuk, 1996, 2000; Prończuk, Prończuk, 2005; Czembor, 2006a, 2006b, 2007a; Schubiger i in., 2006). Badania prowadzone na terenie całej Europy, a w tym i w Polsce, w ramach programu EUCARPIA multisite rust evaluation trial koordynowanego przez Dr. Beat Bollera wykazały, że nasilenie rdzy żdźbłowej i koronowej na życicy trwałej w Polsce nie odbiega od Europy Zachodniej i Południowej, gdzie problem ten występuje już od wielu lat (Schubiger i in., 2006; Czembor, 2007 a).

W pierwszym roku użytkowania, kiedy zróżnicowano badane materiały pod względem odporności na rdze, materiały francuskie wykazywały wysoką lub podwyższoną odporność na grzyby z rodzaju *Puccinia* spp. w okresie letnim i jesiennym. Odporność na populację rdzy żdźbłowej i koronowej odmiany „Plaisir” (która została włączona do doświadczenia jako wzorzec o podwyższonej odporności) została oceniona zarówno w okresie letnim, jak jesiennym na poziomie 5,5 i wyżej w skali hodowlanej 1 – 9, w której 9 oznacza brak porażenia roślin. Tylko jeden ród polski BA-56 wykazał wysoką odporność na rdze, natomiast pozostałe materiały scharakteryzowano jako podatne lub bardzo podatne. Odmiany i rody hodowlane francuskie, wykazujące podwyższoną odporność na rdze, wykazywały jednocześnie wysoką wartość w użytkowaniu trawnikowym (wolne tempo odrastania oraz wąski liść). Natomiast materiały polskie charakteryzowały się szybszym wzrostem i szerszym liściem. Fakt ten tłumaczy ujemne zależności pomiędzy odpornością na rdze oraz fenotypem liści (długość i szerokość) w grupie polskich i francuskich odmian i rodów form gazonowych życicy trwałej. Potwierdza to również wyniki uzyskane w innych badaniach prowadzonych dla form

gazonowych odmian i rodów hodowlanych życicy trwałej (Prończuk, 2000). Należy zwrócić uwagę na fakt, że autorzy ci przy opisie doskonałości liścia używali skali odwrotnej, w której 9 oznacza liść wąski i krótki. W doświadczeniach rozpoznawczych natomiast wartości gospodarczej odmian form pastewnych życicy trwałej wykazano, że rdza ma istotny ujemny wpływ na produkcję zielonej masy i zależności te są odwrotne niż w przypadku form gazonowych — w grupie odmian zagranicznych form pastewnych życicy trwałej materiały o wysokiej wartości gospodarczej (liść długi i szeroki) wykazują również podwyższoną odporność na rdze (Potter, 1987; Cagas, 1996, 2000; Cappelli i in., 1993; Czembor, 2007a; Thomas, Camps, 1996; Vargas, 1994).

Badane materiały francuskich i polskich form gazonowych życicy trwałej wykazały dużą podatność na pleśń śniegową powodowaną przez *M. nivale*. Choroba ta miała istotny wpływ na trwałość i stan roślin po zimie. Najniższą odporność wykazały materiały francuskie LPE P-68 oraz LPE – 62. Posiadały one również niższą zdolność do regeneracji po zimie w 2006 roku. Jednak francuska odmiana „Plaisir”, wykazująca wysoką odporność na rdze, charakteryzowała się również wysoką odpornością na pleśń śniegową. Natomiast odmiana „Taya” o niskiej odporności na rdze, wykazała również podwyższoną odporność na *M. nivale*. Podobne wyniki dla odmian „Taya” i „Plaisir” zostały uzyskane również w badaniach trawnikowych przy wysokim koszeniu (Prończuk i Prończuk, 2005). Odmiana „Stoper”, wykazująca w doświadczeniach trawnikowych wysoką odporność na pleśń śniegową, w siewie rządkowym, przy koszeniu na wysokości 6 cm została scharakteryzowana jako podatna, co można wytłumaczyć jej szybkim tempem odrastania w drugim roku użytkowania. W przeciwieństwie do odporności na rdzę koronową i żdźbłową występowały dodatnie zależności pomiędzy odpornością na pleśń śniegową a szerokością liści i tempem odrastania roślin. Podobnie jak w przypadku rdzy, tłumaczyć to należy faktem, że badania prowadzono na grupie materiałów różnego pochodzenia. Materiały polskie o wyższej odporności na pleśń śniegową charakteryzowały się nieznacznie szybszym odrostem i szerszym liściem. Zależności te jednak nie były wysoce istotne. Wyniki te natomiast potwierdzają wcześniejsze wyniki uzyskiwane w doświadczeniach dotyczących rozpoznania wartości gospodarczej form pastewnych życicy trwałej (Waldron i in., 1998; Czembor, 2007a; Czembor, Zając, 2007 b).

Ujemna zależność pomiędzy nasileniem rdzy w pierwszym roku doświadczenia a nasileniem pleśni śniegowej w trzecim roku doświadczenia potwierdziła opinię, że odmiany i rody hodowlane polskie form gazonowych życicy trwałej posiadają wyższą odporność na *M. nivale* i wyższą zdolność do regeneracji po zimie w stosunku do odmian i rodów hodowlanych francuskich, ale charakteryzują się znacznie niższą odpornością na *P. graminis* ssp. *graminicola* i na *P. coronata* (Czembor, 2006a, 2006b; Jamalainen, 1974; Mühle i in., 1975; Foss, 1983; Prończuk, 2000, 2002). Z tego względu programy hodowlane życicy trwałej już w początkowej fazie powinny uwzględniać selekcję materiałów wyjściowych pod względem odporności na rdze (Breese, Hayward, 1972; Meyer, 1982; Burpee, 1993; Wijk, 1993, 1997; Paul, Daprich, 1997; Feuerstein, 2000; Humphreys i in., 2000; Czembor, 2006a, 2006b, Czembor, Zając, 2007b). Uzasadnionym staje się również fakt konieczności prowadzenia badań nad strukturą populacji tych grzybów.

WNIOSKI

1. W warunkach Polski odmiany i materiały hodowlane form gazonowych życicy trwałej pochodzące z różnych krajów wykazują istotne zróżnicowanie pod względem odporności na rdzę żdźbłową i koronową, odporności na pleśń śniegową oraz trwałości.
2. Odporność na pleśń śniegową oraz na rdze ma istotny wpływ na stan roślin po zimie oraz na trwałość form gazonowych życicy trwałej.
3. W grupie francuskich i polskich odmian form gazonowych życicy trwałej istnieje ujemna zależność pomiędzy odpornością na rdzę żdźbłową i koronową a odpornością na pleśń śniegową.
4. Odmiany i materiały hodowlane francuskie wykazują wysoką lub podwyższoną odporność na rdzę żdźbłową i koronową.
5. Odmiany i materiały hodowlane polskie wykazują niską lub bardzo niską odporność na rdze. Tylko jeden ród BA-56 cechuje się wysoką odpornością na zakażenie grzybami z rodzaju *Puccinia* spp.
6. Materiały polskie wykazują wyższą odporność na pleśń śniegową i większą trwałość w stosunku do materiałów francuskich.

LITERATURA

- Adamko B., Thorogood D., Clifford B. C. 1997. Plant reaction types to crown rust (*Puccinia coronata* Corda) in meadow fescue (*Festuca pratensis* L.) perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and *Lolium perenne* L. introgression lines. International Turfgrass Society Research Journal 8: 823 — 831.
- Anonim. 1990. Beschreibende Sortenliste für Rasengräser 1990. Herausgegeben vom Bundessortenamt, Verlag Alfred Strothe: 1 — 335.
- Anonim. 1992 a. Bulletin des Varietes Graminees a gazon 1991–1992. GEVES, France: 1 — 175.
- Anonim. 1992 b. 67e Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen 1992. Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek Postbus 16, Wageningen, The Netherlands: 1 — 333.
- Anonim. 1999. Turfgrass Seed 2000. Stri, Bingley, West Yorkshire, BD16 1 AU, England, UK: 1 — 152.
- Boller B., Schubiger F. X., Streckeisen P. 2002. The EUCARPIA multisite rust evaluation — results 2001. Vortr. Pflanzenzüchtg. 59: 198 — 207.
- Breese E. L., Hayward M. D. 1972. The genetic basis of present breeding methods in forage crops. Euphytica 21: 324 — 326.
- Burpee L. L. 1993. Integrated control of turfgrass diseases: research and reality. In: Carrow R.N., Christians N. E., Shearman R.C. (ed.). International Turfgrass Society Research Journal 7, Intertec Publishing Corp., Overland Park, Kansas: 80 — 86.
- Cagas B. 1996. Serious diseases and pests of grass seed crops in the Czech Republic. In: The 2nd International Conference of Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Krohn K., Paul V.H. (eds.), IOBC wprs Bull., Bull. OILB Srop, vol. 19 (7): 2 — 3.
- Cagas B. 2000. Harmful and beneficial microorganisms in grasses. In: Proceedings of the 3rd International Conference of Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Paderborn, Germany, 2000: 7 — 16.
- Cappelli C., Marte M., Paul V. 1993. Preliminary investigations on the rusts of perennial ryegrass in Central Italy. J. Phytopathol. 139: 187 — 190.
- Clarke R.G., Villalta O. N., Hepworth G. 1997. Evaluation of resistance of five isolates of *Puccinia coronata* f.sp. *lolii* on 19 perennial ryegrass cultivars. Austr. J. of Agric. Res. 48: 191-198.

- Czembor E., Zwierzykowski Z., Zając M. 2005. A preliminary study on introgression of rust resistance from *Festuca pratensis* into *Lolium perenne*. "Recent Advances in Genetics and Breeding of Grasses" Zwierzykowski Z., Kosmala A. (eds.), IGR PAN, Poznań, Poland, pp. 203-208.
- Czembor E. 2006 a. Resistance of *Lolium perenne* introgression lines for *Puccinia* spp. and *Fusarium* spp. Proc. XXVI meeting of the EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section and XVI meeting of the EUCARPIA *Medicago* spp., Group, 162-165
- Czembor E. 2006 b. Snow mould and rust resistance of ecotypes collected in Poland. Proc. XXVI meeting of the EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section and XVI meeting of the EUCARPIA *Medicago* spp. Group, 159 - 161
- Czembor E. 2007 a. Wartość gospodarcza polskich i europejskich odmian życicy trwałej i wielokwiatowej ze szczególnym uwzględnieniem odporności na rdze. In: Proc. „Nauka dla hodowli roślin uprawnych”, Zakopane, 29.01.-02.02.2007, 58.
- Czembor E., Zając M. 2007 b. Hodowla twórcza życicy – metodyka i syntetyczny wskaźnik wartości hodowlanej. In: Proc. „Nauka dla hodowli roślin uprawnych”, Zakopane, 29.01.-02.02.2007, 232.
- Eangqvist L. G., Jönsson H. A. 2000. Recurrent selection for crown rust resistance and estimation of its heritability in meadow fescue. In: Proc. of the 23rd Meeting of the Fodder Crops and Amenity Grasses Section of EUCARPIA, "Breeding for stress tolerance in fodder crops and amenity grasses", Monjardino P, da Camara Machado A., Carnide V. (ed.), Azores, Portugal, October 1–4, 2000, 108 — 111.
- Eshed N., Dinnor A. 1980. Genetics and pathogenicity in *Puccinia coronata*: pathogenic specialization at the host genus level. Phytopathol. 70: 1042 — 1046.
- Feuerstein U. 2000. Demands to grassland varieties — now and in future. In: The 3rd International Conference on Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Paul V. H., Dapprich P.D. (ed.), Soest, Germany, September 26, 2000.
- Foss J. G. 1983. Resistance to winter stress factors of varieties of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) as related to hardening conditions and to carbohydrate store and consumption. Meld. Norg. LandbrHøgsk 62: 1— 29.
- Goliński P., Mendelewski P., Strzelczyk E. 1997. Aktualny stan i tendencje rozwojowe nasiennictwa w Wielkopolsce. Biul. Oceny Odmian 28: 61 — 69.
- Hayward M. D. 1977. Genetic control of resistance to crown rust (*Puccinia coronata* Corda) in *Lolium perenne*. Resistenzforschung und Resistenzzüchtung an Kulturpflanzen, Votr. Pflanzenzüchtg. 46: 177 — 180.
- Humphreys M., Abberton M., Cook R., Turner L., Roderick H., Thorogood D. 2000. Molecular breeding in pasture species and its application to improving pest and disease resistance. In: The 3th International Conference on Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Paul V.H and Dapprich P. D. (eds.), Germany. 77 — 86.
- Jamalain E. A. 1974. Resistance in winter cereals and grasses to low-temperature parasiting fungi. Annual Rev. of Phytopathol. 12: 281 — 302.
- Jönsson H. A., Engqvist L. G. 1998. Recurrent selection for crown rust resistance in tetraploid perennial ryegrass. In: Proc. XV EUCARPIA 1998 General Congress, Sept., 20-25, 1998 Viterbo, Italy.
- Kimbeng C. A. 1999. Genetic basis of crown rust resistance in perennial ryegrass, breeding strategies, and genetic variation among populations: a review. Austr. J. of Exp. Agricul. 39: 361 — 378.
- Kopec D. M., Funk C. R., Halisky P. M. 1983. Sources and distribution of resistance to crown rust within perennial ryegrass. Plant Dis. 67: 98 — 100.
- Larsen A., Årswoll K. 1984. The impact of biotic and abiotic and physical overwintering factors on grassland production, and their relations to climate, soil properties and management. In: Proc. 10th Gen. Meeting Europ. Grassld. Red. As.: 1 — 20.
- Lellbach H., Wehling P. 2000. Genetic Analysis of crown rust resistance in *Lolium perenne*. In: Proc. Of the 23rd Meetin of the Fodder Crops and Amenity Grasses Section of EUCARPIA, "Breeding for stress tolerance in fodder crops and amenity grasses", Monjardino P, da Camara Machado A., Carnide V. (ed.), Azores, Portugal, October 1–4, 2000, 108 — 111.

- Lowe K.F., Bowdler T.M., Ostrowski H., Stilman S.L. 1983. Comparison of the yield, nitrogen and phosphorus content, and rust infection (*Puccinia coronata*) of irrigated ryegrass swards in south-eastern Queensland. *Australasian Journal of Experimental and Animal Husbandry* 23: 294 — 301.
- Lutyńska R. 1996. Rozwój nasiennictwa i hodowli traw w Polsce. *Biul. IHAR* 199: 5 — 22.
- Meyer W. A. 1982. Breeding disease-resistant cool-season turfgrass cultivars for the United States. *Plant Dis.* 66: 341 — 344.
- Muyllé H., Bockstaele van E., Roland-Ruiz I. 2002. Genetic dissection of crown rust resistance in a *Lolium perenne* mapping population. In: Abstracts of EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section 24th Meeting, "Grass for Food and Grass for Leisure", September 22–26 2002, FAL Braunschweig, Germany, 46.
- Mühle E., Frauenstein K., Schumann K., Wetzel T. 1975. Choroby i szkodniki traw pastewnych. PWRiL, Warszawa: 1 — 412.
- Paul V. H., Dapprich P. 1997. Resistance breeding and environmental friendly alternative of disease control in forage crops. In: Ecological aspects of breeding fodder crops and amenity grasses. Z. Staszewski *et al.* (eds.), IHAR Radzikow, Poland. 19 — 28.
- Pfender W. F. 2003. Role of penology in host susceptibility and within – plant spread of stem rust during reproductive development of perennial ryegrass. *Phytopathol.* 94: 308 – 316.
- Pfender W. F. 2004. Effect of autumn planting date and stand age on severity of stem rust in seed crops of perennial ryegrass. *Plant Dis.* 88: 1017 — 1020.
- Plummer R. M., Hall R. L., Watt T. A. 1990. The influence of crown rust (*Puccinia coronata*) on tiller production and survival of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) plants in simulated swards. *Grass and Forage Science* 45: 9 — 16.
- Plummer R. M., Hall R. L., Watt T. A. 1992. Effect of leaf age and nitrogen fertilization on sporulation of crown rust (*Puccinia coronata* var. *loli*) on perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Annals of Applied Biology* 121: 51 — 56.
- Posselt U.K. 1994. Genetic aspects of crown rust resistance in the ryegrasses. *IOBC/WPRS Bull.* 17: 229 — 235.
- Potter L. R. 1987. Effect of crown rust on regrowth competitive ability and nutritional quality of perennial and Italian ryegrasses. *Plant Pathol.* 36: 455 — 461.
- Potter L. R., Cagas B., Paul V. H., Brickenstaedt E. 1990. Pathogenicity of some European collection of crown rust (*Puccinia coronata* Corda) on cultivars of perennial ryegrass. *J. Phytopathol.* 130: 119 — 126.
- Podleś L. 1996. Nasiennictwo traw pastewnych i hodowla zachowawcza odmian w Małopolskiej Hodowli Buraka Pastewnego i Nasiennictwa Rolniczego. *Biul. IHAR* 199: 29 — 34.
- Prończuk S. 1994. Stan hodowli i nasiennictwa traw gazonowych w Polsce. *Genet. Pol.* 35A: 329 — 339.
- Prończuk M. 1996. Główne choroby traw w Polsce. *Biul. IHAR* 1999: 157 — 169.
- Prończuk M. 2000. Choroby traw i ich szkodliwość w uprawie na nasiona i użytkowaniu trawnikowym. Monografie i rozprawy naukowe IHAR 4: 1—183.
- Prończuk M. 2002. Rdza żdźbłowa (*Puccinia graminis* ssp. *graminicola* Urban), jej gospodarze i szkodliwość w uprawie traw na nasiona. *Acta Agrobotanica* 55 (1): 285 — 298.
- Prończuk M., Prończuk S. 1987. Przydatność metody chłodniowej do oceny odporności życicy trwałej na *Fusarium nivale* (Fr.) Ces. *Biul. IHAR* 162: 27 — 32.
- Prończuk M., Prończuk S. 2005. Występowanie pleśni śniegowej na życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) w zależności od warunków świetlnych i intensywności pielęgnacji trawników. *Acta Agrobotanica* 59 (2): 381 — 394.
- Prończuk M., Zagdańska B. 1993. Effect of *Microdochium nivale* and low temperature on winter survival of perennial ryegrass. *J. Phytopathology* 138: 1 — 8.
- Prończuk M., Prończuk S., Góral S. 1984. Wpływ chorób fuzaryjnych na trwałość *Lolium perenne* L. *Biul. IHAR* 155: 187 — 192.
- Przydatek T. 1996. Stan i zamierzenia hodowli oraz nasiennictwa traw gazonowych w Nieznanicach. *Biul. IHAR* 199: 41 — 47.

- Reheul D., Gesquire A. 1996. Breeding perennial ryegrass with a better crown rust resistance. IOBC/wprs Bull. 19: 249 — 264.
- Reheul D., Baert J., B. Boller B., Bourdon P., Cagas B., Eickmeyer F., Feuerstein U., Gaune I., Ghesquiere A., Gras M.C., Hoks I., Katova A., Lellbach H., Matzk F., Mulle H., Oliviera J.A., Pronczuk M., Roldan-Ruiz I., Thorogood D., Vanbellin ghen C., van Hee F., van Wijk A., Visscher J., Vijn R., Wolters L. 2000. Crown rust, *Puccinia coronata* Corda: recent developments. In: Proc. of the 3rd International Conference of Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf, Paderborn, Germany, 2000: 17 — 28.
- Rijckaer G. 1995. Effect of fungicides on seed yield and disease control in perennial reygrass (*Lolium perenne* L.). In: Proc. of Third International Herbage Seed Conference Yield and Quality in Herbage Seed Production, Halle, Germany, 1995: 236 — 239.
- Roderick H. W., Thomas B. J. 1997. The infection of ryegrass by three rust fungi (*Puccinia coronata*, *P. lolina* and *P. graminis*) and some effects of temperature on the establishment of the disease and sporulation. Plant Pathol. 46: 751 — 761.
- Roderick H. W., Thorogood D., Adamko B. 2000 a. The expression of resistance to crown rust infection in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Plant Breed. 119: 1133 — 1144.
- Roderick W. H., Thorogood D., Adamko B. 2000 b. Temperature-dependent resistance to crown rust infection in perennial ryegrass. Plant Breed. 119: 93 — 96.
- Rose-Fricke C. A., Meyer W. A., Kronstad W. E. 1986. Inheritance to stem rust (*Puccinia graminis* subsp. *graminicola*) in six perennial ryegrass (*Lolium perenne*) crosses. Plant Dis. 70: 678 — 681.
- Schubiger F. X., P. Streckeisen, B. Boller, J. Baert, T. Ball, B. Bayle, P. Bourdon, B. Cagas, V. Cernoch, E. Czembor, F. Eickmeyer, U. Feuerstein, S. Hartmann, H. Jakesova, D. Johnston, B. Krautzer, H. Lellbach, L. Pecetti, M. G. Petersen, U. K. Posselt, T. Pustjens, Y. Quitté, M. Claire Tardin, F. VanHee, M. Van Nes, L. Russi, S. Schulze, P. Wilkins, E. Willner, L. Walters and P. Weibull. 2006. The EUCARPIA Multisite Rust Evaluation – results of the trials 2004. Proc. XXVI meeting of the EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section and XVI meeting of the EUCARPIA *Medicago* spp. Group, 154 — 158.
- Smiley R. W., Dernoeden P. H., Clarke B. B. 1992. Compendium of turfgrass diseases. The American Phytopath. Society, Minnesota: 1 — 98.
- Thomas J. E. 1994. Disease resistance in grass variety testing systems a review of results from UK. IOBC/WPRS Bulletin 17(1): 201 — 207
- Thomas J. E., Camps A. J. 1996. The incidence and significance of brown rust (*Puccinia recondita* f.sp. *lolii*) and stem rust (*Puccinia graminis*) in herbage seed crops in the UK. In: The 2nd International Conference of Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Krohn K., Paul V.H. (ed.), 139 — 146.
- Thorogood D., Paget M., Humphreys M., Turner L., Roderick H. 1999. QTL analysis of crown rust resistance in perennial ryegrass. In Proc. of 22nd EUCARPIA Fodder Crop and Amenity Grasses Section Meeting. New approaches and techniques in breeding sustainable fodder crops and amenity grasses, November 1999, St Petersburg, Russia.
- Vargas J. M. 1994. Management of turfgrass diseases. Lewis Publ. CPR Press, Inc., pp. 1 — 294.
- Waldron B. L., Ehlke N. J., Wyse D. L., Vellekson D. J. 1998. Genetic variation and predicted gain from selection of winter hardiness of turf quality in perennial ryegrass top cross population. Crop Sci. 38: 817 — 822.
- Welty R. E., Azevedo M. D. 1994. Application of propiconazole in management of stem rust in perennial ryegrass grown for seed. Plant Dis. 78: 236 — 240.
- Welty R. E., Barker R. E. 1992 a. Evaluation of resistance to stem rust in perennial ryegrass grown in controlled and field conditions. Plant Dis. 76: 637 — 641.
- Welty R. E., Barker R. E. 1992 b. Latent-period responses of stem rust in tall fescue incubated at four temperatures. Crop Sci. 32:589 — 592.
- Welty R. E., Barker R. E. 1994. Management of stem rust (*Puccinia graminis* subsp. *graminicola*) in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) grown for seed. IOBC/WPRS Bull. 17 (1): 241 — 246.

- Wijk van, A. J. P. 1993. Turfgrasses in Europe: cultivar evaluation and advances in breeding. Ed. Carrow R. N., Christians N. E., Shearman R. C., International Turfgrass Society Research Journal 7, Intertec Publishing Corp., Overland Park, Kansas: 1 — 38.
- Wijk van, A. J. P. 1997. Breeding amenity grasses: achievements and future prospects. Wyd. Staszewski Z., Młyniec W., Osiński R., Ecological Aspects of Breeding Fodder Crops and Amenity Grasses, Radzików, Poland: 225 — 234.
- Wilkins P. W. 1975. Inheritance of resistance to *Puccinia coronata* Corda and *Rynchosporium orthosporum* Caldwell in Italian ryegrass. Euphytica 24: 191 — 196.
- Wilkins P. W. 1978. Specialization of crown rust on highly and moderately resistant plants of perennial ryegrass. Annals of Applied Biology 88: 179 — 184.
- Woźniak B. 1981. Aktualne problemy produkcji nasiennej traw w Polsce. Biul. IHAR 1: 1 — 3.

ELŻBIETA CZEMBOR

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Zależności pomiędzy odpornością na rdze i pleśń śniegową a cechami fenotypowymi form gazonowych życicy trwałej

Relationships between the resistance to rusts and snow mould and phenotypic characters of turf perennial ryegrass forms

Badania prowadzono w Radzikowie, w latach 2004–2006. Scharakteryzowano 18 obiektów form gazonowych życicy trwałej, w tym: 5 rodów francuskich, 2 rasy polskie, 2 obiekty będące w hodowli twórczej oraz 9 odmian wzorcowych i różnicujących pod względem odporności na rdzę żdźbłową i koronową oraz pod względem morfologii roślin. Odmianami wzorcowymi pod względem odporności na rdze były Taya (jako wzorzec podatności) oraz Plaisir (jako wzorzec o podwyższonej odporności). Opisano 16 zmiennych wiążących się z wartością trawnikową badanych obiektów. Odmiany i materiały hodowlane form gazonowych życicy trwałej wykazały istotne zróżnicowanie pod względem odporności na rdzę żdźbłową i koronową, na pleśń śniegową oraz trwałości, o której świadczył stan roślin po zimie. Obiekty o niskiej odporności na pleśń śniegową charakteryzowały się złym stanem roślin po zimie i wolniej regenerowały się. Ujemne zależności pomiędzy tymi cechami potwierdzono metodą analizy czynnikowej oraz metodą korelacji prostej. Materiały francuskie były bardziej podatne na pleśń śniegową w stosunku do materiałów polskich, natomiast wykazały wysoką lub podwyższoną odporność na rdzę żdźbłową i koronową. Tylko jeden ród polski BA-56 wykazywał wysoką odporność na zakażenie grzybami z rodzaju *Puccinia* spp. Odmiany i rasy francuskie charakteryzowały się liściem bardzo wąskim i wolnym tempem odrastania. Liście odmian i rodów polskich były szersze niż liście materiałów francuskich. Rośliny materiałów polskich charakteryzowały się szybszym tempem odrastania w stosunku do materiałów francuskich. W badanej grupie materiałów form gazonowych życicy trwałej wykazano ujemne zależności pomiędzy odpornością na rdze a odpornością na pleśń śniegową, ujemne zależności pomiędzy odpornością na rdze a szerokością liścia i tempem odrastania roślin. Zależności pomiędzy odpornością na pleśń śniegową a szerokością liścia i tempem odrastania roślin były dodatnie.

Słowa kluczowe: *Lolium perenne*, *Microdochium nivale*, *Puccinia coronata*, *Puccinia graminis*, rdza żdźbłowa, rdza koronowa, trawniki, trwałość

The experiment was conducted in Radzików in the years 2004–2006. Eighteen perennial ryegrass cultivars and breeding materials, including 5 French strains, 2 Polish strains, 2 Polish breeding lines and 9 standard cultivars, were evaluated for resistance to stem rust and crown rust as well as for plant morphology and physiology. Cultivar Taya and cv. Plaisir were used as standards, respectively, susceptible and resistant to rust. Sixteen morphological and physiological features associated with the turf quality were described. Greatly pronounced differences were found between the cultivars, strains

and breeding lines under study in the level of resistance to stem and crown rust and snow mould, as well as in the after-winter and spring performances of plants. The genotypes expressing low level of resistance to snow mould showed low spring performance and slow after-winter regeneration. Negative correlations between these features were confirmed by the Factor Analysis and the values of correlation coefficients. French materials were found to be more susceptible to snow mould than Polish ones, but they expressed a higher level of resistance to stem and crown rust. Only one Polish strain, BA-56, demonstrated high resistance to infection by fungi *Puccinia* spp. French cultivars and strains were characterized by a low growth rate and very narrow leaves. In contrast, leaves of Polish forms were broad, and the rate of plant growth was high. The above differences explain negative correlations in the resistance to rust and snow mould as well as in the resistance to rust, plant height and leaf width within the group of Polish and French turf cultivars, strains and breeding lines. The correlations between the resistance to snow mould, plant height and leaf width were found positive.

Key words: *Lolium perenne*, *Microdochium nivale*, *Puccinia coronata*, *Puccinia graminis*, stem rust, crown rust, turf management, persistence

WSTĘP

W ostatnich latach w Polsce obserwujemy duże zainteresowanie trawami gazonowymi. O ich wartości użytkowej decyduje ogólny wygląd estetyczny trawnika oraz zdolność do wydawania wysokiego plonu nasion. Z tej przyczyny wszystkie programy hodowlane obejmują charakterystykę badanych materiałów z uwzględnieniem powyższych. Wykazano istotne współzależności wartości użytkowej z odpornością roślin na stresy biotyczne i abiotyczne, morfologią i fizjologią rośliny (w tym zdolność do szybkiej regeneracji po zimie oraz powolne przechodzenie w okres spoczynku w okresie jesiennym) oraz agrotechniką (nawożenie).

Życica trwała to jeden z najważniejszych gatunków traw na całym świecie. Procentowy udział tego gatunku w większości mieszkankach pastewnych i gazonowych wynosi średnio 40%. W związku z intensyfikacją rolnictwa i większym zapotrzebowaniem na mieszanki gazonowe, udział jej w strukturze upraw wzrasta każdego roku. Polska ma dogodne warunki klimatyczne i glebowe do hodowli i uprawy traw pastewnych (Prończuk, 1994; Lutyńska, 1996). W latach siedemdziesiątych była ona znaczącym eksporterem nasion traw (Woźniak, 1981). W latach dziewięćdziesiątych produkcja nasion stała się niewystarczająca w związku z nagłym spadkiem uprawy (Podleś, 1996; Przydatek, 1996), natomiast zaczęła się zwiększać reprodukcja odmian na zlecenie firm zagranicznych. Plony nasion uzyskiwane przez plantatorów w Polsce są o 50% niższe od plonów uzyskiwanych w Holandii (Prończuk, 1994; Lutyńska, 1996). Szczególnie duże dysproporcje są u życicy trwałej (Prończuk, 1994; Goliński i in., 1997) ponieważ gatunek ten jest szczególnie wrażliwy na wszelkie stresy biotyczne i abiotyczne powodowane interakcją genotypowo-środowiskową.

Istnieje już wiele odmian życicy trwałej o korzystnych cechach pod względem gazonowym. Wciąż jednak dużym zagrożeniem dla tego gatunku jest niska odporność na stresy biotyczne powodowane przez grzyby z rodzaju *Puccinia* spp. oraz *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & Hallett. Życica trwała jest gospodarzem dwóch gatunków grzybów z rodzaju *Puccinia* spp: *P. graminis* ssp. *graminicola* Urban (rdzy żdźbłowej) oraz *P. coronata* Urban (rdzy koronowej) (Müle i in., 1975; Eshed, Dinner, 1980; Smiley

i in., 1992; Potter i in., 1990; Cappelli i in., 1993; Prończuk, 1996, 2000; Adamko i in., 1997; Clarke i in., 1997; Roderick i in., 2000a; Boller i in., 2002). Grzyb *M. nivale* (Fr.) Samuels & Hallett powoduje leśń śniegową na trawach i zbożach ozimych. Wszystkie te gatunki grzybów, mogą obniżać wartość gospodarczą traw zarówno w użytkowaniu gazowym, jak i pastewnym (Larsen, Årswoll, 1984; Rose-Fricker i in., 1986; Prończuk, 1996, 2000; Waldron i in., 1998; Prończuk i Prończuk, 2005;) oraz powodować znaczne straty w plonach nasion (Cappelli, i in., 1993; Rose-Fricker i in., 1986; Plummer i in., 1990; Welty i Azevedo, 1994; Rickaer, 1995; Prończuk, 2000, 2002). Rdze powodują, że silnie porażone organy roślin przedwcześnie zamierają i zasychają, a liczba wykształconych pędów generatywnych jest znacznie niższa. Powstające uredinia prowadzą do rozrywania skórki i zwiększenia transpiracji. Pleśń śniegowa może powodować zamieranie całych roślin i znaczne przerzedzanie darni.

Dotychczasowe badania wykazują, że istotny wpływ na rozwój rdzy żółtobłowej i koronowej mają uwarunkowania genetyczne (Wilkins, 1975; Hayward, 1977; Rose-Fricker i in., 1986; Posselt, 1994; Kimbeng, 1999; Thotogood i in., 1999; Lellbach, Wehling, 2000; Roderick i in., 2000a; Muylle, 2002). Stan fizjologiczny roślin również decyduje o stopniu rozwoju grzybów z rodzaju *Puccini* spp. na trawach (Roderick, Thomas, 1997; Roderick i in., 2000 b; Pflender, 2003, 2004). Wykazano również istotny wpływ agrotechniki i typu użytkowania na rozwój zarówno grzybów z rodzaju *Puccinia* spp., jak i *M. nivale* (Prończuk i in., 1984; Plummer i in., 1992; Smiley, 1992; Prończuk, Zagdańska, 1993; Vargas, 1994; Welty, Barker, 1994; Prończuk, 2000, 2002; Prończuk i Prończuk, 2005).

Hodowla traw uwzględnia odporność na rdze oraz pleśń śniegową (Meyer, 1982; Wijk, 1993, 1997; Vargas, 1994; Paul, Dapprich, 1997; Feuerstein, 2000; Humphreys i in., 2000; Czembor, 2006a, 2006 b, Czembor, Zając, 2007 b). W wielu krajach odporność odmian traw na wymienione patogeny jest brana pod uwagę obok innych cech jakościowych (Anonim, 1990, 1992 a, 1992 b, 1999; Thomas, 1994). Znalezienie genotypów o wysokiej odporności jest jednak bardzo trudne. Selekcja w warunkach kontrolowanych nie jest zawsze powtarzalna w warunkach polowych i daje jedynie bardzo wstępne rozeznanie. Hodowcy wciąż koncentrują się zatem na selekcji w warunkach polowych (Wilkins, 1978; Kopec i in., 1983; Prończuk, Prończuk, 1987; Reheul, Gesquire, 1996; Welty, Barker 1992 a; Jönsson, Eangqvist, 1998; Eangqvist, Jönsson, 2000; Reheul i in., 2000; Czembor, 2006 a, 2006 b, 2007; Czembor i in., 2005). Warunki klimatyczne w Polsce już od wielu lat sprzyjają rozwojowi grzyba *M. nivale*. Rdze stały się problemem w Polsce w ciągu ostatnich lat, a jest to spowodowane znacznym ociepleniem klimatu. Obecnie rdza żółtobłowa i koronowa na życicy trwałej występuje w Polsce w podobnym nasileniu, jak w Europie Zachodniej i Południowej (Schubiger i in., 2006; Czembor, 2007 a). Materiały polskie są bardzo podatne na grzyby z rodzaju *Puccinia* spp.

Celem pracy było porównanie polskich i francuskich form gazonowych życicy trwałej pod względem odporności na rdzę żółtobłą, rdzę koronową i pleśń śniegową oraz trwałości z uwzględnieniem cech fenotypowych roślin.

MATERIAŁY I METODY

Materiał roślinny

Badania przeprowadzono na 18 diploidalnych formach gazonowych życicy trwałej, w tym na 5 rodach francuskich (LPEP — 52, LPEP — 83, LPEP — 62, LPEP — 68, LPEP — 60), 2 rodach polskich (BA — 56, RA — 33), 2 obiektach polskich będących w hodowli twórczej (S-46 i „Sieniawa” — ekotypy) oraz na 9 odmianach wzorcowych i różnicujących (Taya, Stoper, Nira, Stadion, Darius, Gator, Barcredo, Grenfair, Plaisir). Odmiana „Taya” została włączona do badań jako wzorzec podatności na rdze, natomiast odmiana „Plaisir” jako wzorzec o podwyższonej odporności.

Metodyka badań

Badania prowadzono w Radzikowie w warunkach polowych w latach 2004–2006. Nasiona badanych obiektów wysiano w połowie maja w rzędach (długość rzędu 1,5 m, odległość między rzędami 50 cm), dwa rzędy w powtórzeniu, w 4 powtórzeniach. Doświadczenie prowadzono zgodnie z ogólnymi zasadami użytkowania roślin gazonowych przyjmując ekstensywny typ użytkowania. Dawki nawożenia wynosiły: 180 kg/ha N, 60 kg/ha P₂O₅, 60 kg/ha K₂O. Badane obiekty koszone po przeprowadzeniu obserwacji w lipcu, sierpniu, wrześniu i październiku na wysokości ok. 6 cm.

Materiały scharakteryzowano opisując 16 cech mających wpływ na ogólny wygląd estetyczny form gazonowych życicy trwałej. Niekorzystny układ warunków klimatycznych podczas prowadzenia doświadczeń utrudnił prowadzenie oceny odrostu badanych materiałów (wysokie temperatury i susza w latach 2005 i 2006).

Szerokość liścia i wysokość rośliny

Wizualną ocenę szerokości liścia oraz wysokości roślin, odzwierciedlającej ich tempo odrastania przeprowadzono w 2004 i 2005 roku w skali 1–9. Odmiana wzorcową była „Nira”, której wysokość oraz szerokość liścia w okresie jesiennym 2004 i w 2005 roku oceniana była na poziomie 7 (tab. 1).

Tabela 1

Skala używana do wizualnych ocen wysokości roślin i szerokości liści
Scale used for visual scoring of plant height and leaf width

Ocena Score	Objawy Infection types
9	ponad 10% powyżej wzorca * — more than 10% above standard *
8	10% powyżej wzorca — 10% above standard
7	poziom wzorca — standard level
6	10 % poniżej wzorca — 10% below standard
5	20% poniżej wzorca — 20% below standard
4	25% poniżej wzorca — 25% below standard
3	30% poniżej wzorca — 30% below standard
2	35% poniżej wzorca — 35% below standard
1	ponad 35% poniżej wzorca — more than 35% below standard

* Wzorzec: odmiana „Nira” — Standard: cultivar „Nira”

Odporność na rdze

Ocenę odporności na rdze przeprowadzono na podstawie wizualnej skali 1–9 opisanej w tabeli 2. Obserwacje prowadzono systematycznie od momentu pojawienia się pierwszych symptomów choroby i zakończono, gdy nasilenie choroby było najwyższe. O odporności życicy w roku 2004 na rdze świadczyła odporność w okresie letnim, gdy w populacji występowały w zależności od przebiegu pogody dwa patogeny: *Puccinia graminis* subsp. *graminicola* oraz *P. coronata* oraz jesienią, podczas występowania głównie *P. coronata*. Latem najwyższe nasilenie rdzy występowało w sierpniu, a jesienią we wrześniu. W 2005 roku nie zróżnicowano badanego materiału pod względem odporności na rdzę żdźbłową i koronową, ponieważ choroba nie wystąpiła.

Tabela 2

Skala używana do wizualnych ocen odporności form gazonowych życicy trwalej na rdzę żdźbłową i koronową

Scale used for visual scoring of resistance of turf perennial ryegrass forms to stem crown rust

Ocena Score	Objawy Infection types
9	brak objawów rdzy — no symptoms of infection
8	pierwsze symptomy choroby — first symptoms of infection
7	5% powierzchni liści pokryta rdzą koronową lub żdźbłową 5% of leaf area infected by crown or stem rust
6	10% powierzchni liści pokryta rdzą koronową lub żdźbłową 10% of leaf area infected by crown or stem rust
5	25% powierzchni liści pokryta rdzą koronową lub żdźbłową, tworzą się nieliczne uredia 25% of leaf area infected by crown or stem rust, scarce uredia formed
4	40% powierzchni liści pokryta rdzą, duża liczba uredi 40% of leaf area infected by crown or stem rust, uredia great numbers
3	60% powierzchni liści pokryta rdzą, nieliczne nekrozy 60% of leaf area infected by crown or stem rust, scarce necrosis
2	75% powierzchni liści pokryta rdzą, duża ilość nekrotycznych plam 75% of leaf area infected by crown or stem rust, great number of necrotic spots
1	ponad 75% powierzchni liści pokryta rdzą, duża część powierzchni liści pokryta nekrozami more than 75% of leaf area infected by crown or stem rust, great number of large necroses

Odporność na pleśń śniegową

Ocenę odporności badanych materiałów na pleśń śniegową przeprowadzono, gdy średnie temperatury dobowe w styczniu 2005 roku wzrosły powyżej 0°C. W 2006 roku temperatury w miesiącach zimowych były niskie i ocenę odporności na pleśń śniegową można było przeprowadzić dopiero na początku marca. Do oceny uszkodzeń powodowanych pleśnią śniegową stosowano skalę opisaną w tabeli 3.

Tabela 3

Skala używana do wizualnych ocen odporności form gazonowych życicy trwalej na pleśń śniegową

Scale used for visual scoring of resistance of turf perennial ryegrass forms to snow mould

Skala Score	Objawy Infection types
1	2
9	rośliny zdrowe, bez objawów chorobowych — healthy plants, no symptoms of disease

c.d. Tabela 3

1	2
8	pierwsze symptomy choroby (ślady porażenia) — first symptoms of disease (traces of infection)
7	5% roślin porażonych w dolnej partii — 5% of plants infected in lower parts
6	10% roślin porażonych w dolnej partii, brak roślin martwych 10% of plants infected in lower parts, their regeneration is possible
5	25% roślin porażonych, ale możliwa jest ich regeneracja 25% of plants infected, their regeneration is possible
4	40% roślin porażonych ale możliwa jest ich regeneracja 40% of plants infected, their regeneration is possible
3	60% roślin porażonych i martwych, tylko niewielki procent ma zdolność do regeneracji 60% of plants infected, able to regenerate at a low percentage majority of plants are dead
2	75% roślin porażonych i martwych, tylko niewielki procent ma zdolność do regeneracji 75% of plants infected, able to regenerate at a low percentage majority of plants are dead
1	ponad 75% roślin porażonych i martwych more than 75% plants are infected and dead

Stan roślin przed zimą, stan po zimie oraz ocena wiosenna (= Ogólny Aspekt)

Ogólny wygląd roślin (tzw. Ogólny Aspekt) późną jesienią oraz wczesną wiosną był odzwierciedleniem długości sezonu wegetacyjnego oraz trwałości badanych materiałów. Ocenę stanu roślin po zimie, zarówno w roku 2005, jak i w 2006, przeprowadzono na początku wegetacji, gdy temperatury wynosiły ok. 4°C, natomiast ocenę wiosenną średnio 2 tygodnie po pierwszej. Druga ocena (ocena wiosenna) miała na celu ukazać zdolność badanych materiałów do szybkiej regeneracji. Użyto wizualnej skali 1–9 (1 — całkowite wyginiecie roślin, brak regeneracji; 3–75% roślin nie regeneruje się; 5 — rośliny silnie uszkodzone, ale regenerują się; 9 — rośliny zdrowe, o dużym wigorze).

Warunki pogodowe w okresie trwania doświadczenia

Dane pogodowe, tj. średnie wartości temperatur oraz miesięczne sumy opadów zostały uzyskane ze Stacji Meteorologicznej Warszawa-Ursus (tab. 4).

Tabela 4

Średnie temperatury powietrza oraz sumy opadów w latach 2004–2006
Mean temperatures and rainfall in 2004–2006

Rok Year	Miesiąc Month	Średnia temperatura powietrza w °C Mean air temperature	Suma opadów (mm) Rainfall
1	2	3	4
2004	V	12,0	60,0
	VI	15,8	50,0
	VII	17,9	60,0
	VIII	19,0	50,0
	IX	13,5	20,0
	X	10,0	40,0
	XI	3,5	50,0
	XII	1,5	20,0

c.d. Tabela 4

1	2	3	4
2005	I	0,0	30,0
	II	-4,0	30,0
	III	-1,0	30,0
	IV	8,0	22,4
	V	14,1	46,2
	VI	16,5	18,2
	VII	20,7	44,6
	VIII	18,0	41,8
	IX	16,0	23,8
	X	9,5	3,6
	XI	3,4	31,0
	XII	0,0	63,6
2006	I	-8,4	31,0
	II	-2,9	44,2
	III	-0,7	12,4
	IV	9,2	38,8
	V	14,3	52,0
	VI	18,3	29,0
	VII	23,4	4,6
	VIII	18,1	189,8

Statystyczne opracowanie wyników

Obliczenia wykonano za pomocą programu Statistics for Windows StatSoft, Inc. (1997) oraz SAS. O istotności różnic między obiektami wnioskowano w oparciu o test rozstępu Tukeya. Stopień zależności między poszczególnymi cechami oceniano metodą analizy czynnikowej z rotacją Varimax za pomocą kryterium Kaisera oraz metodą korelacji prostej. Analiza czynnikowa z rotacją Varimax za pomocą kryterium Kaisera pozwoliła dokonać podziału wszystkich zmiennych (obserwowanych cech) na czynniki główne i określić, które zmienne wchodziły w skład określonego czynnika. Zmienne wchodzące w skład określonego czynnika są istotnie zależne od siebie (zależność na poziomie 0,7 jest wysoce istotna) i decydują wspólnie o wartości końcowej (czyli wartości gospodarczej) danego obiektu. Zależności między poszczególnymi cechami potwierdzano dodatkowo metodą korelacji prostej oraz metodą analizy skupień.

WYNIKI

Prowadzone badania pozwoliły wykazać istotne zróżnicowanie badanych form gazonowych życicy trwałej pod względem odporności na rdzę żdźbłową i koronową w okresie letnim i jesiennym w pierwszym roku trwania doświadczenia, pod względem odporności na pleśń śniegową w drugim i trzecim roku doświadczenia oraz pod względem trwałości (stan roślin po zimie w drugim i trzecim roku doświadczenia) (tab. 5). Pod względem szerokości liścia istotne różnice wykazano w drugim roku użytkowania, natomiast pod względem tempa odrastania jesienią 2004 roku oraz wiosną 2005 roku. W celu wykazania zależności pomiędzy odpornością roślin na choroby (rdzę i pleśń śniegową) a fenotypem roślin (wysokość rośliny i szerokość liścia) w ich poszczególnych fazach rozwoju, danych nie uśredniano.

Tabela 5

Charakterystyka form gazonowych życicy trwałej badanych w latach 2004–2006
 Characteristics of turf perennial ryegrass studied in 2004–2006

Ród, odmiana Breeding line, cultivar	2004				2005					2006						
	rdza rust		lato summer		jesień autumn		Plisń 1	stan po zimie 1 after winter performance 1	ocena wiosen- na 1 spring performance 1	wiosna spring		stan przed zimą fall performance	Plisń 2	stan po zimie 2 after winter performance 2	ocena wiosen- na 2 spring performance 2	
			S 1	W 1	W 2	W 3				S 2	lato summer					
											W 4					S 3
	sierpień August	wrzesień September														
RA-33	3,3	3,8	2,8	4,0	6,0	4,5	3,8	6,0	6,3	6,5	6,8	6,0	4,0	3,0	4,5	6,0
Sieniawa	3,5	4,3	3,0	4,5	6,8	4,8	4,0	6,0	5,5	6,3	6,8	5,8	6,0	2,8	4,5	5,8
LPP-52	4,5	5,3	3,3	4,5	6,5	4,5	4,0	5,8	7,0	6,3	6,8	6,0	5,5	3,5	4,5	6,3
S-46	4,5	4,3	2,3	4,0	7,3	4,8	3,5	5,8	5,5	6,3	6,8	5,8	5,5	3,0	4,3	6,5
LPE P - 83	5,8	5,8	2,5	3,5	4,8	4,5	3,3	4,5	4,3	3,8	5,8	3,8	3,8	2,5	2,5	5,5
LPE P - 62	6,3	5,5	2,8	4,0	6,0	4,7	3,3	4,7	5,0	4,0	6,0	4,0	5,0	1,8	3,0	5,8
LPE P - 68	6,5	5,8	2,3	3,5	4,0	5,0	3,3	5,3	5,8	5,0	4,8	3,3	4,5	1,8	3,3	5,8
LPE P-60	7,3	5,5	2,3	3,8	4,3	4,8	3,3	5,0	5,3	4,8	5,5	3,5	4,8	3,0	4,3	5,0
BA-56	7,5	7,0	3,0	4,0	4,5	4,8	3,8	5,0	6,0	5,5	4,8	4,8	4,3	3,3	4,0	5,5
Taya	3,3	3,5	2,8	4,3	5,8	5,5	4,3	4,8	5,5	5,0	6,5	5,8	4,8	3,8	4,8	5,5
Stoper	3,8	4,3	2,3	4,3	5,8	5,3	4,8	4,3	5,8	4,0	6,3	5,3	4,3	2,5	3,3	5,3
Nira	4,3	4,5	2,8	4,5	6,8	5,3	4,0	5,0	5,3	5,5	6,3	5,8	4,8	3,5	4,3	6,0
Stadion	4,3	4,5	2,8	4,3	7,5	5,3	4,5	5,5	6,0	5,5	7,0	6,0	4,5	3,8	5,0	5,8
Darius	5,0	4,8	2,5	3,8	4,3	4,3	3,8	3,8	5,5	4,5	6,3	5,3	5,3	3,0	4,3	5,8
Gator	5,3	5,0	2,5	3,8	4,5	4,8	3,8	6,0	5,8	6,3	5,0	5,3	4,8	2,8	3,0	5,0
Barcredo	5,3	4,3	3,7	3,7	6,0	5,0	3,8	5,0	5,3	4,5	6,8	5,8	4,8	2,9	3,6	5,4
Grenfair	5,8	4,8	2,3	3,8	5,8	4,5	3,5	5,3	6,3	4,3	5,5	3,8	4,8	2,3	3,5	5,0
Plaisir	5,8	5,5	2,5	4,0	4,8	4,5	3,8	4,5	4,8	4,3	6,0	5,0	4,8	3,8	4,8	7,0
Średnie Mean	5,1	4,9	2,7	4,0	5,6	4,8	3,8	5,1	5,5	5,0	6,1	5,0	4,7	2,9	4,0	5,7
NIR Tukeya																
(0,05) LSD	0,3	0,3	Ni	Ni	1,3	0,4	0,5	0,5	1,5	1,2	Ni	0,5	Ni	0,6	Ni	1,4
Tukey (0,05)																

S — Szerokość liścia; Leaf width

W — Wysokość roślin; Plant height

Plisń — Peśn śniegowa; Snow mould

Analiza czynnikowa z rotacją Varimax za pomocą kryterium Kaisera pozwoliła dokonać podziału 16 zmiennych (obserwowanych cech) na 4 czynniki główne i określić, które zmienne wchodziły w skład określonego czynnika i są istotnie zależne od siebie oraz w jakim stopniu decydują wspólnie o wartości użytkowej obiektu (wartość końcowa obiektu jako formy gazonowej) (tab. 6, 7). Zależności te potwierdzono metodą analizy korelacji (tab. 8).

Tabela 6

Analiza czynnikowa cech charakteryzujących formy gazonowe życicy trwałej badanych w latach 2004–2006

Factor analysis of the characters of turf perennial ryegrass studied in 2004–2006

Czynnik Factor	Wartość własna Eigenvalue	% ogółu wariancji % of variance	Skumulowana wartość własna Cumulative eigenvalue	Skumulowana % Cumulative %
1	6,74	42,13	6,74	42,13
2	2,11	13,21	8,85	55,34
3	1,68	10,47	10,53	65,81
4	1,35	8,46	11,88	74,28

Tabela 7

Macierz czynników rotowanych zmiennych charakteryzujących formy gazonowe życicy trwałej badanych w latach 2004–2006

Character rotation factor matrix of the turf perennial ryegrass forms studied in 2004–2006

Rok Year	Zmienna Variable	Czynnik 1 Factor 1	Czynnik 2 Factor 2	Czynnik 3 Factor 3	Czynnik 4 Factor 4
2004	Rdza żdźbłowa i koronowa — sierpień Crown and stem rust — August	-0,9	-0,2	0,1	-0,2
	Rdza koronowa — Wrzesień — Crown rust - September	-0,9	-0,1	0,2	0,0
	Szerokość liścia 1 — Leaf width 1	0,2	0,2	0,0	0,4
	Wysokość roślin 1 — Plant height 1	0,5	0,3	-0,1	0,6
	Wysokość roślin 2 — Plant height 2	0,8	0,3	0,1	0,2
2005	Pleśń śniegowa 1 — snow mould 1	0,3	0,0	-0,7	0,2
	Stan po zimie 1 — After winter performance 1	0,5	0,0	-0,6	0,5
	Ocena wiosenna 1 — Spring performance 1	0,2	0,9	0,1	-0,1
	Wysokość roślin 3 — Plant height 3	0,0	0,8	-0,2	0,2
	Szerokość liścia 2 — Leaf width 2	0,2	0,9	0,2	0,3
	Wysokość roślin 4 — Plant height 4	0,9	0,0	0,2	0,4
	Szerokość liścia 3 — Leaf width 3	0,6	0,3	-0,1	0,6
2006	Stan przed zimą — Fall performance	0,3	0,3	0,5	0,2
	Pleśń śniegowa 2 — Snow mould 2	0,1	0,0	-0,1	0,9
	Stan po zimie 2 — After winter performance 2	0,2	0,2	0,1	0,8
	Ocena wiosenna 2 — Spring performance 2	0,2	-0,1	0,6	0,6
War.wyj.		4,2	2,6	1,8	3,4
Udział — Share		0,3	0,2	0,1	0,2

Najwięcej zmienności wśród badanego materiału wniósł czynnik 1 (42,13%), który wysoce istotnie skorelowany z odpornością badanych materiałów na rdze w 2004 roku, wysokością roślin odzwierciedlającą ich tempo odrastania oraz z szerokością liścia (tab. 7). Czynnik ten wykazał ujemną współzależność odporności na rdzę żdźbłową i koronową z pozostałymi cechami wchodzącymi w skład czynnika 1.

Tabela 8

Współzależności zmiennych charakteryzujących formy gazonowe życicy trwałej badane w latach 2004–2006
Relationship between turf perennials ryegrass characters studied in 2004–2006

Rok Year	Zmienne Characters (N = 72)*	Współczynniki korelacji Correlation coefficient										
		2004					2005					
		rdza — rust		lato — summer		jesień — fall		Oc. 1	wiosna — spring		lato — summer	St. przed zim.
		sierpień August	wrzesień September	Sz. 1	Wys. 1	Wys. 2	Wys. 3		Sz. 2			
Rdza (wrzesień)												
Rust (September)												
2004	Lato	Sz. 1	-0,27*	-	-	x						
	Summer	Wys. 1	-	-	0,43***	x						
	Jesień; Fall	Wys. 2	-0,35**	-0,32**	0,44***	-	x					
	Pleśń śniegowa (styczeń)		-	-	-	-	0,26*					
Snow mould (January)												
2005	St. po 1	-0,40***	-0,37**	-	-	-	-	x				
	Oc. 1	-	-	-	-	-	0,34**	-	x			
	Wiosna	Wys. 3	-	-	-	-	-	-	0,40***	x		
	Spring	Sz. 2	-0,27*	-	-	-	-	-	0,70***	0,51***	x	
2005	Lato	Wys.4	-0,48***	-0,51***	-	-	-	0,30**	0,25*	-		
	Summer	Sz. 3	-0,59***	-0,51***	0,30*	0,25*	0,41***	0,39***	0,26*	0,27*	x	
	St. przed zim.	-	-	-	-	0,26*	-	-	-	-	0,37**	x
	Pleśń śniegowa (marzec)		-0,28*	-	-	-	-	0,46***	-	-	0,30**	0,25*
Snow mould (March)												
2006	St. po 2	-0,32**	-0,23*	-	-	-	-	0,41***	-	-	0,37**	-

x —

* Istotność przy $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0,05$ ** Istotność przy $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0,01$ *** Istotność przy $\alpha = 0,001$; Significant at $\alpha = 0,001$

Sz.— Szerokość liścia; Leaf width

Wys. — Wysokość roślin; Plant height

St. po — Stan po zimie; After winter performance

St. przed zim. — Stan przed zimą; Fall performance

Oc. — Ocena wiosenna; Spring performance

Tłumaczy to fakt, że materiały francuskie, wykazujące podwyższoną odporność na rdzę żółtobłąwą i koronową w okresie letnim 2004 roku oraz na rdzę koronową w okresie jesiennym charakteryzowały się jednocześnie wysoką doskonałością liścia (rody o liściu wąskim i wolnym tempie odrastania). Materiały polskie o liściu szerszym i dłuższym były podatne lub bardzo podatne na zakażenie rdzą. Średnie porażenie rdzy żółtobłowej i koronowej latem 2004 roku wynosiło 5,1, a średnie porażenie rdzą koronową w okresie jesiennym 4,9. Odporność na rdze odmiany „Plaisir”, która została włączona do doświadczenia jako wzorzec o podwyższonej odporności została oceniona na poziomie 5,8 w okresie letnim i 5,5 w okresie jesiennym. Najwyższą odporność na rdze (wyższą niż „Plaisir”) i najwolniejszym tempem wzrostu w roku 2004 (pierwszy rok użytkowania) charakteryzowały się obiekty francuskie LPE P-60, LPE P-68, LPE P-62 i ród polski BA-56, na co wskazywały najwyższe ujemne wartości Czynnika 1 (tab. 5, 9). Najniższą odporność na rdze zarówno w okresie letnim jak i jesiennym wykazały odmiany „Taya” (wzorzec podatności) i „Stoper” oraz ród RA-33 i „Sieniawa”.

Oceny odporności na pleśń śniegową oraz cech świadczących o trwałości badanych materiałów (stan roślin po zimie i ocena wiosenna) wchodził w skład czynnika 4 (tab. 6, 7). W 2005 roku wszystkie materiały scharakteryzowano jako średnio odporne lub średnio podatne na pleśń śniegową. W 2006 roku badane materiały wykazały bardzo dużą podatność na pleśń śniegową (ocena średnia badanych materiałów — 2,9). Najniższą odporność oraz zdolność do regeneracji wykazały LPE P-68, LPE – 62, LPE P-83 oraz Grenfair (tab. 5, 9).

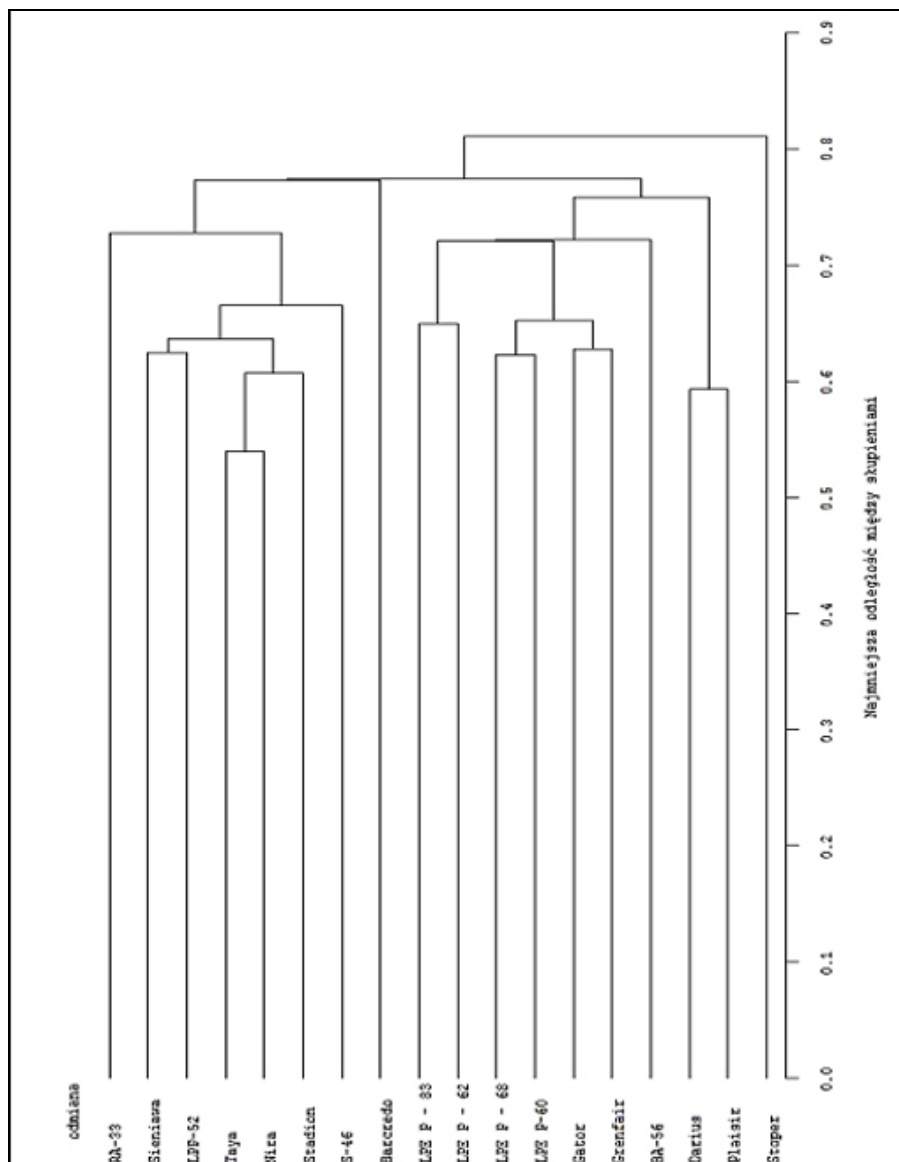
Tabela 9

Macierz czynników rotowanych form gazonowych życicy trwalej badanych w latach 2004–2006
Rotation factor matrix of turf perennial ryegrass in 2004–2006

Odmiana Cultivar	Czynnik 1 Factor 1	Czynnik 2 Factor 2	Czynnik 3 Factor 3	Czynnik 4 Factor 4
BA-56	-2,4	0,7	-0,7	1,1
LPE P-60	-1,3	-0,1	-0,1	-0,2
LPE P - 68	-1,3	0,4	-0,1	-1,3
Plaisir	-0,8	-1,6	1,3	1,8
Gator	-0,6	1,5	-0,7	-1,0
LPE P - 83	-0,4	-1,6	0,3	-1,2
Grenfair	-0,2	0,5	-0,1	-1,4
Darius	-0,1	-1,2	0,9	0,4
LPP-52	0,0	1,6	0,9	1,2
LPE P - 62	0,2	-0,9	0,9	-1,2
Nira	0,6	-0,2	-0,5	0,8
Stadion	0,6	0,3	-1,1	1,2
RA-33	0,7	1,2	0,2	-0,1
Barcredo	0,7	-0,4	-0,1	-0,3
Taya	0,9	-0,5	-1,5	0,9
Stoper	0,9	-0,9	-2,2	-0,4
S-46	1,1	0,5	1,6	-0,2
Sieniawa	1,3	1,0	0,9	0,0

Większość materiałów francuskich posiadało również niższą zdolność do regeneracji po zimie w 2006 roku. Czynniki 4 wskazał również pewne zależności pomiędzy

odpornością na pleśń śniegową i trwałości z morfologią badanych materiałów (zależności dodatnie). Materiały polskie, dla których wartość czynnika 4 wynosiła powyżej 0, charakteryzowały się nieznacznie szybszym tempem odrastania w stosunku do francuskich, ale mimo to posiadały wyższą odporność na pleśń śniegową (tab. 9).



Rys. 1. Diagram obrazujący powiązania pomiędzy badanymi formami gazonowymi życicy trwałej w latach 2004–2005

Fig. 1. Associations among turf perennial ryegrass in the years 2004–2005 determined using cluster analysis

Wykazano wysoce istotną ujemną zależność odporności na rdzę w pierwszym roku doświadczenia z odpornością na pleśń śniegową w trzecim roku doświadczenia (materiały polskie posiadały wyższą odporność na pleśń śniegową i wyższą zdolność do regeneracji po zimie w stosunku do materiałów francuskich, ale niższą odporność na rdze). Analizując powiązania między badanymi obiektami (rys. 1) materiał można podzielić na 2 grupy. W grupie 1 znalazły się materiały francuskie i jeden ród polski BA-56, o czym zadecydowała jego wysoka odporność na rdze. W grupie drugiej znalazły się materiały polskie.

DYSKUSJA

Ogólny wygląd estetyczny decyduje o wartości użytkowej form gazonowych traw. Życica trwała to jeden z podstawowych gatunków wchodzących w skład mieszanek trawnikowych we wszystkich typach użytkowania. Najbardziej popularnym typem użytkowania jest „Relax”, gdy stosuje się nawożenia azotowe 200 kg/ha oraz „Eko” gdzie brak jest nawożenia azotem. Wysokie nawożenie azotem istotnie obniża odporność traw na pleśń śniegową, a brak nawożenia powoduje wzrost nasilenia chorób powodowanych przez grzyby z rodzaju *Puccinia* spp. (Lowe i in., 1983; Plummer i in., 1992; Prończuk, 2000; Prończuk, Prończuk, 2005). Życica trwała jest gatunkiem podatnym zarówno na pleśń śniegową, jak i na rdzę żdźbłową i koronową. Problem pleśni śniegowej w Polsce występuje już od wielu lat, natomiast problem rdzy na życicy trwałej nasilił się w ciągu ostatnich lat (Prończuk i in., 1984; Prończuk, Zagnańska, 1993; Prończuk, 1996, 2000; Prończuk, Prończuk, 2005; Czembor, 2006a, 2006b, 2007a; Schubiger i in., 2006). Badania prowadzone na terenie całej Europy, a w tym i w Polsce, w ramach programu EUCARPIA multisite rust evaluation trial koordynowanego przez Dr. Beat Bollera wykazały, że nasilenie rdzy żdźbłowej i koronowej na życicy trwałej w Polsce nie odbiega od Europy Zachodniej i Południowej, gdzie problem ten występuje już od wielu lat (Schubiger i in., 2006; Czembor, 2007 a).

W pierwszym roku użytkowania, kiedy zróżnicowano badane materiały pod względem odporności na rdze, materiały francuskie wykazywały wysoką lub podwyższoną odporność na grzyby z rodzaju *Puccinia* spp. w okresie letnim i jesiennym. Odporność na populację rdzy żdźbłowej i koronowej odmiany „Plaisir” (która została włączona do doświadczenia jako wzorzec o podwyższonej odporności) została oceniona zarówno w okresie letnim, jak jesiennym na poziomie 5,5 i wyżej w skali hodowlanej 1 – 9, w której 9 oznacza brak porażenia roślin. Tylko jeden ród polski BA-56 wykazał wysoką odporność na rdze, natomiast pozostałe materiały scharakteryzowano jako podatne lub bardzo podatne. Odmiany i rody hodowlane francuskie, wykazujące podwyższoną odporność na rdze, wykazywały jednocześnie wysoką wartość w użytkowaniu trawnikowym (wolne tempo odrastania oraz wąski liść). Natomiast materiały polskie charakteryzowały się szybszym wzrostem i szerszym liściem. Fakt ten tłumaczy ujemne zależności pomiędzy odpornością na rdze oraz fenotypem liści (długość i szerokość) w grupie polskich i francuskich odmian i rodów form gazonowych życicy trwałej. Potwierdza to również wyniki uzyskane w innych badaniach prowadzonych dla form

gazonowych odmian i rodów hodowlanych życicy trwałej (Prończuk, 2000). Należy zwrócić uwagę na fakt, że autorzy ci przy opisie doskonałości liścia używali skali odwrotnej, w której 9 oznacza liść wąski i krótki. W doświadczeniach rozpoznawczych natomiast wartości gospodarczej odmian form pastewnych życicy trwałej wykazano, że rdza ma istotny ujemny wpływ na produkcję zielonej masy i zależności te są odwrotne niż w przypadku form gazonowych — w grupie odmian zagranicznych form pastewnych życicy trwałej materiały o wysokiej wartości gospodarczej (liść długi i szeroki) wykazują również podwyższoną odporność na rdze (Potter, 1987; Cagas, 1996, 2000; Cappelli i in., 1993; Czembor, 2007a; Thomas, Camps, 1996; Vargas, 1994).

Badane materiały francuskich i polskich form gazonowych życicy trwałej wykazały dużą podatność na pleśń śniegową powodowaną przez *M. nivale*. Choroba ta miała istotny wpływ na trwałość i stan roślin po zimie. Najniższą odporność wykazały materiały francuskie LPE P-68 oraz LPE – 62. Posiadały one również niższą zdolność do regeneracji po zimie w 2006 roku. Jednak francuska odmiana „Plaisir”, wykazująca wysoką odporność na rdze, charakteryzowała się również wysoką odpornością na pleśń śniegową. Natomiast odmiana „Taya” o niskiej odporności na rdze, wykazała również podwyższoną odporność na *M. nivale*. Podobne wyniki dla odmian „Taya” i „Plaisir” zostały uzyskane również w badaniach trawnikowych przy wysokim koszeniu (Prończuk i Prończuk, 2005). Odmiana „Stoper”, wykazująca w doświadczeniach trawnikowych wysoką odporność na pleśń śniegową, w siewie rządkowym, przy koszeniu na wysokości 6 cm została scharakteryzowana jako podatna, co można wytłumaczyć jej szybkim tempem odrastania w drugim roku użytkowania. W przeciwieństwie do odporności na rdzę koronową i źdźbłową występowały dodatnie zależności pomiędzy odpornością na pleśń śniegową a szerokością liści i tempem odrastania roślin. Podobnie jak w przypadku rdzy, tłumaczyć to należy faktem, że badania prowadzono na grupie materiałów różnego pochodzenia. Materiały polskie o wyższej odporności na pleśń śniegową charakteryzowały się nieznacznie szybszym odrostem i szerszym liściem. Zależności te jednak nie były wysoce istotne. Wyniki te natomiast potwierdzają wcześniejsze wyniki uzyskiwane w doświadczeniach dotyczących rozpoznania wartości gospodarczej form pastewnych życicy trwałej (Waldron i in., 1998; Czembor, 2007a; Czembor, Zając, 2007 b).

Ujemna zależność pomiędzy nasileniem rdzy w pierwszym roku doświadczenia a nasileniem pleśni śniegowej w trzecim roku doświadczenia potwierdziła opinię, że odmiany i rody hodowlane polskie form gazonowych życicy trwałej posiadają wyższą odporność na *M. nivale* i wyższą zdolność do regeneracji po zimie w stosunku do odmian i rodów hodowlanych francuskich, ale charakteryzują się znacznie niższą odpornością na *P. graminis* ssp. *graminicola* i na *P. coronata* (Czembor, 2006a, 2006b; Jamalainen, 1974; Mühle i in., 1975; Foss, 1983; Prończuk, 2000, 2002). Z tego względu programy hodowlane życicy trwałej już w początkowej fazie powinny uwzględniać selekcję materiałów wyjściowych pod względem odporności na rdze (Breese, Hayward, 1972; Meyer, 1982; Burpee, 1993; Wijk, 1993, 1997; Paul, Daprich, 1997; Feuerstein, 2000; Humphreys i in., 2000; Czembor, 2006a, 2006b, Czembor, Zając, 2007b). Uzasadnionym staje się również fakt konieczności prowadzenia badań nad strukturą populacji tych grzybów.

WNIOSKI

1. W warunkach Polski odmiany i materiały hodowlane form gazonowych życicy trwałej pochodzące z różnych krajów wykazują istotne zróżnicowanie pod względem odporności na rdzę żdźbłową i koronową, odporności na pleśń śniegową oraz trwałości.
2. Odporność na pleśń śniegową oraz na rdze ma istotny wpływ na stan roślin po zimie oraz na trwałość form gazonowych życicy trwałej.
3. W grupie francuskich i polskich odmian form gazonowych życicy trwałej istnieje ujemna zależność pomiędzy odpornością na rdzę żdźbłową i koronową a odpornością na pleśń śniegową.
4. Odmiany i materiały hodowlane francuskie wykazują wysoką lub podwyższoną odporność na rdzę żdźbłową i koronową.
5. Odmiany i materiały hodowlane polskie wykazują niską lub bardzo niską odporność na rdze. Tylko jeden ród BA-56 cechuje się wysoką odpornością na zakażenie grzybami z rodzaju *Puccinia* spp.
6. Materiały polskie wykazują wyższą odporność na pleśń śniegową i większą trwałość w stosunku do materiałów francuskich.

LITERATURA

- Adamko B., Thorogood D., Clifford B. C. 1997. Plant reaction types to crown rust (*Puccinia coronata* Corda) in meadow fescue (*Festuca pratensis* L.) perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and *Lolium perenne* L. introgression lines. International Turfgrass Society Research Journal 8: 823 — 831.
- Anonim. 1990. Beschreibende Sortenliste für Rasengräser 1990. Herausgegeben vom Bundessortenamt, Verlag Alfred Strothe: 1 — 335.
- Anonim. 1992 a. Bulletin des Varietes Graminees a gazon 1991–1992. GEVES, France: 1 — 175.
- Anonim. 1992 b. 67e Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen 1992. Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek Postbus 16, Wageningen, The Netherlands: 1 — 333.
- Anonim. 1999. Turfgrass Seed 2000. Stri, Bingley, West Yorkshire, BD16 1 AU, England, UK: 1 — 152.
- Boller B., Schubiger F. X., Streckeisen P. 2002. The EUCARPIA multisite rust evaluation — results 2001. Vortr. Pflanzenzüchtg. 59: 198 — 207.
- Breese E. L., Hayward M. D. 1972. The genetic basis of present breeding methods in forage crops. Euphytica 21: 324 — 326.
- Burpee L. L. 1993. Integrated control of turfgrass diseases: research and reality. In: Carrow R.N., Christians N. E., Shearman R.C. (ed.). International Turfgrass Society Research Journal 7, Intertec Publishing Corp., Overland Park, Kansas: 80 — 86.
- Cagas B. 1996. Serious diseases and pests of grass seed crops in the Czech Republic. In: The 2nd International Conference of Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Krohn K., Paul V.H. (eds.), IOBC wprs Bull., Bull. OILB Srop, vol. 19 (7): 2 — 3.
- Cagas B. 2000. Harmful and beneficial microorganisms in grasses. In: Proceedings of the 3rd International Conference of Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Paderborn, Germany, 2000: 7 — 16.
- Cappelli C., Marte M., Paul V. 1993. Preliminary investigations on the rusts of perennial ryegrass in Central Italy. J. Phytopathol. 139: 187 — 190.
- Clarke R.G., Villalta O. N., Hepworth G. 1997. Evaluation of resistance of five isolates of *Puccinia coronata* f.sp. *lolii* on 19 perennial ryegrass cultivars. Austr. J. of Agric. Res. 48: 191-198.

- Czembor E., Zwierzykowski Z., Zając M. 2005. A preliminary study on introgression of rust resistance from *Festuca pratensis* into *Lolium perenne*. "Recent Advances in Genetics and Breeding of Grasses" Zwierzykowski Z., Kosmala A. (eds.), IGR PAN, Poznań, Poland, pp. 203-208.
- Czembor E. 2006 a. Resistance of *Lolium perenne* introgression lines for *Puccinia* spp. and *Fusarium* spp. Proc. XXVI meeting of the EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section and XVI meeting of the EUCARPIA *Medicago* spp., Group, 162-165
- Czembor E. 2006 b. Snow mould and rust resistance of ecotypes collected in Poland. Proc. XXVI meeting of the EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section and XVI meeting of the EUCARPIA *Medicago* spp. Group, 159 - 161
- Czembor E. 2007 a. Wartość gospodarcza polskich i europejskich odmian życicy trwałej i wielokwiatowej ze szczególnym uwzględnieniem odporności na rdze. In: Proc. „Nauka dla hodowli roślin uprawnych”, Zakopane, 29.01.-02.02.2007, 58.
- Czembor E., Zając M. 2007 b. Hodowla twórcza życicy – metodyka i syntetyczny wskaźnik wartości hodowlanej. In: Proc. „Nauka dla hodowli roślin uprawnych”, Zakopane, 29.01.-02.02.2007, 232.
- Eangqvist L. G., Jönsson H. A. 2000. Recurrent selection for crown rust resistance and estimation of its heritability in meadow fescue. In: Proc. of the 23rd Meeting of the Fodder Crops and Amenity Grasses Section of EUCARPIA, "Breeding for stress tolerance in fodder crops and amenity grasses", Monjardino P, da Camara Machado A., Carnide V. (ed.), Azores, Portugal, October 1–4, 2000, 108 — 111.
- Eshed N., Dinnor A. 1980. Genetics and pathogenicity in *Puccinia coronata*: pathogenic specialization at the host genus level. Phytopathol. 70: 1042 — 1046.
- Feuerstein U. 2000. Demands to grassland varieties — now and in future. In: The 3rd International Conference on Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Paul V. H., Dapprich P.D. (ed.), Soest, Germany, September 26, 2000.
- Foss J. G. 1983. Resistance to winter stress factors of varieties of reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) as related to hardening conditions and to carbohydrate store and consumption. Meld. Norg. LandbrHøgsk 62: 1— 29.
- Goliński P., Mendelewski P., Strzelczyk E. 1997. Aktualny stan i tendencje rozwojowe nasiennictwa w Wielkopolsce. Biul. Oceny Odmian 28: 61 — 69.
- Hayward M. D. 1977. Genetic control of resistance to crown rust (*Puccinia coronata* Corda) in *Lolium perenne*. Resistenzforschung und Resistenzzüchtung an Kulturpflanzen, Votr. Pflanzenzüchtg. 46: 177 — 180.
- Humphreys M., Abberton M., Cook R., Turner L., Roderick H., Thorogood D. 2000. Molecular breeding in pasture species and its application to improving pest and disease resistance. In: The 3th International Conference on Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Paul V.H and Dapprich P. D. (eds.), Germany. 77 — 86.
- Jamalain E. A. 1974. Resistance in winter cereals and grasses to low-temperature parasiting fungi. Annual Rev. of Phytopathol. 12: 281 — 302.
- Jönsson H. A., Engqvist L. G. 1998. Recurrent selection for crown rust resistance in tetraploid perennial ryegrass. In: Proc. XV EUCARPIA 1998 General Congress, Sept., 20-25, 1998 Viterbo, Italy.
- Kimbeng C. A. 1999. Genetic basis of crown rust resistance in perennial ryegrass, breeding strategies, and genetic variation among populations: a review. Austr. J. of Exp. Agricul. 39: 361 — 378.
- Kopec D. M., Funk C. R., Halisky P. M. 1983. Sources and distribution of resistance to crown rust within perennial ryegrass. Plant Dis. 67: 98 — 100.
- Larsen A., Årswoll K. 1984. The impact of biotic and abiotic and physical overwintering factors on grassland production, and their relations to climate, soil properties and management. In: Proc. 10th Gen. Meeting Europ. Grassld. Red. As.: 1 — 20.
- Lellbach H., Wehling P. 2000. Genetic Analysis of crown rust resistance in *Lolium perenne*. In: Proc. Of the 23rd Meetin of the Fodder Crops and Amenity Grasses Section of EUCARPIA, "Breeding for stress tolerance in fodder crops and amenity grasses", Monjardino P, da Camara Machado A., Carnide V. (ed.), Azores, Portugal, October 1–4, 2000, 108 — 111.

- Lowe K.F., Bowdler T.M., Ostrowski H., Stilman S.L. 1983. Comparison of the yield, nitrogen and phosphorus content, and rust infection (*Puccinia coronata*) of irrigated ryegrass swards in south-eastern Queensland. *Australasian Journal of Experimental and Animal Husbandry* 23: 294 — 301.
- Lutyńska R. 1996. Rozwój nasiennictwa i hodowli traw w Polsce. *Biul. IHAR* 199: 5 — 22.
- Meyer W. A. 1982. Breeding disease-resistant cool-season turfgrass cultivars for the United States. *Plant Dis.* 66: 341 — 344.
- Muyllé H., Bockstaele van E., Roland-Ruiz I. 2002. Genetic dissection of crown rust resistance in a *Lolium perenne* mapping population. In: Abstracts of EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section 24th Meeting, "Grass for Food and Grass for Leisure", September 22–26 2002, FAL Braunschweig, Germany, 46.
- Mühle E., Frauenstein K., Schumann K., Wetzel T. 1975. Choroby i szkodniki traw pastewnych. PWRiL, Warszawa: 1 — 412.
- Paul V. H., Dapprich P. 1997. Resistance breeding and environmental friendly alternative of disease control in forage crops. In: Ecological aspects of breeding fodder crops and amenity grasses. Z. Staszewski *et al.* (eds.), IHAR Radzikow, Poland. 19 — 28.
- Pfender W. F. 2003. Role of penology in host susceptibility and within – plant spread of stem rust during reproductive development of perennial ryegrass. *Phytopathol.* 94: 308 – 316.
- Pfender W. F. 2004. Effect of autumn planting date and stand age on severity of stem rust in seed crops of perennial ryegrass. *Plant Dis.* 88: 1017 — 1020.
- Plummer R. M., Hall R. L., Watt T. A. 1990. The influence of crown rust (*Puccinia coronata*) on tiller production and survival of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) plants in simulated swards. *Grass and Forage Science* 45: 9 — 16.
- Plummer R. M., Hall R. L., Watt T. A. 1992. Effect of leaf age and nitrogen fertilization on sporulation of crown rust (*Puccinia coronata* var. *loli*) on perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Annals of Applied Biology* 121: 51 — 56.
- Posselt U.K. 1994. Genetic aspects of crown rust resistance in the ryegrasses. *IOBC/WPRS Bull.* 17: 229 — 235.
- Potter L. R. 1987. Effect of crown rust on regrowth competitive ability and nutritional quality of perennial and Italian ryegrasses. *Plant Pathol.* 36: 455 — 461.
- Potter L. R., Cagas B., Paul V. H., Brickenstaedt E. 1990. Pathogenicity of some European collection of crown rust (*Puccinia coronata* Corda) on cultivars of perennial ryegrass. *J. Phytopathol.* 130: 119 — 126.
- Podleś L. 1996. Nasiennictwo traw pastewnych i hodowla zachowawcza odmian w Małopolskiej Hodowli Buraka Pastewnego i Nasiennictwa Rolniczego. *Biul. IHAR* 199: 29 — 34.
- Prończuk S. 1994. Stan hodowli i nasiennictwa traw gazonowych w Polsce. *Genet. Pol.* 35A: 329 — 339.
- Prończuk M. 1996. Główne choroby traw w Polsce. *Biul. IHAR* 1999: 157 — 169.
- Prończuk M. 2000. Choroby traw i ich szkodliwość w uprawie na nasiona i użytkowaniu trawnikowym. Monografie i rozprawy naukowe IHAR 4: 1—183.
- Prończuk M. 2002. Rdza żdźbłowa (*Puccinia graminis* ssp. *graminicola* Urban), jej gospodarze i szkodliwość w uprawie traw na nasiona. *Acta Agrobotanica* 55 (1): 285 — 298.
- Prończuk M., Prończuk S. 1987. Przydatność metody chłodniowej do oceny odporności życicy trwałej na *Fusarium nivale* (Fr.) Ces. *Biul. IHAR* 162: 27 — 32.
- Prończuk M., Prończuk S. 2005. Występowanie pleśni śniegowej na życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) w zależności od warunków świetlnych i intensywności pielęgnacji trawników. *Acta Agrobotanica* 59 (2): 381 — 394.
- Prończuk M., Zagdańska B. 1993. Effect of *Microdochium nivale* and low temperature on winter survival of perennial ryegrass. *J. Phytopathology* 138: 1 — 8.
- Prończuk M., Prończuk S., Góral S. 1984. Wpływ chorób fuzaryjnych na trwałość *Lolium perenne* L. *Biul. IHAR* 155: 187 — 192.
- Przydatek T. 1996. Stan i zamierzenia hodowli oraz nasiennictwa traw gazonowych w Nieznanicach. *Biul. IHAR* 199: 41 — 47.

- Reheul D., Gesquire A. 1996. Breeding perennial ryegrass with a better crown rust resistance. IOBC/wprs Bull. 19: 249 — 264.
- Reheul D., Baert J., B. Boller B., Bourdon P., Cagas B., Eickmeyer F., Feuerstein U., Gaune I., Ghesquiere A., Gras M.C., Hoks I., Katova A., Lellbach H., Matzk F., Mulle H., Oliviera J.A., Pronczuk M., Roldan-Ruiz I., Thorogood D., Vanbellin ghen C., van Hee F., van Wijk A., Visscher J., Vijn R., Wolters L. 2000. Crown rust, *Puccinia coronata* Corda: recent developments. In: Proc. of the 3rd International Conference of Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf, Paderborn, Germany, 2000: 17 — 28.
- Rijckaer G. 1995. Effect of fungicides on seed yield and disease control in perennial reygrass (*Lolium perenne* L.). In: Proc. of Third International Herbage Seed Conference Yield and Quality in Herbage Seed Production, Halle, Germany, 1995: 236 — 239.
- Roderick H. W., Thomas B. J. 1997. The infection of ryegrass by three rust fungi (*Puccinia coronata*, *P. lolina* and *P. graminis*) and some effects of temperature on the establishment of the disease and sporulation. Plant Pathol. 46: 751 — 761.
- Roderick H. W., Thorogood D., Adamko B. 2000 a. The expression of resistance to crown rust infection in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Plant Breed. 119: 1133 — 1144.
- Roderick W. H., Thorogood D., Adamko B. 2000 b. Temperature-dependent resistance to crown rust infection in perennial ryegrass. Plant Breed. 119: 93 — 96.
- Rose-Fricke r C. A., Meyer W. A., Kronstad W. E. 1986. Inheritance to stem rust (*Puccinia graminis* subsp. *graminicola*) in six perennial ryegrass (*Lolium perenne*) crosses. Plant Dis. 70: 678 — 681.
- Schubiger F. X., P. Streckeisen, B. Boller, J. Baert, T. Ball, B. Bayle, P. Bourdon, B. Cagas, V. Cernoch, E. Czembor, F. Eickmeyer, U. Feuerstein, S. Hartmann, H. Jakesova, D. Johnston, B. Krautzer, H. Lellbach, L. Pecetti, M. G. Petersen, U. K. Posselt, T. Pustjens, Y. Quitté, M. Claire Tardin, F. VanHee, M. Van Nes, L. Russi, S. Schulze, P. Wilkins, E. Willner, L. Walters and P. Weibull. 2006. The EUCARPIA Multisite Rust Evaluation – results of the trials 2004. Proc. XXVI meeting of the EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section and XVI meeting of the EUCARPIA *Medicago* spp. Group, 154 — 158.
- Smiley R. W., Dernoeden P. H., Clarke B. B. 1992. Compendium of turfgrass diseases. The American Phytopath. Society, Minnesota: 1 — 98.
- Thomas J. E. 1994. Disease resistance in grass variety testing systems a review of results from UK. IOBC/WPRS Bulletin 17(1): 201 — 207
- Thomas J. E., Camps A. J. 1996. The incidence and significance of brown rust (*Puccinia recondita* f.sp. *lolii*) and stem rust (*Puccinia graminis*) in herbage seed crops in the UK. In: The 2nd International Conference of Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Krohn K., Paul V.H. (ed.), 139 — 146.
- Thorogood D., Paget M., Humphreys M., Turner L., Roderick H. 1999. QTL analysis of crown rust resistance in perennial ryegrass. In Proc. of 22nd EUCARPIA Fodder Crop and Amenity Grasses Section Meeting. New approaches and techniques in breeding sustainable fodder crops and amenity grasses, November 1999, St Petersburg, Russia.
- Vargas J. M. 1994. Management of turfgrass diseases. Lewis Publ. CPR Press, Inc., pp. 1 — 294.
- Waldron B. L., Ehlke N. J., Wyse D. L., Vellekson D. J. 1998. Genetic variation and predicted gain from selection of winter hardiness of turf quality in perennial ryegrass top cross population. Crop Sci. 38: 817 — 822.
- Welty R. E., Azevedo M. D. 1994. Application of propiconazole in management of stem rust in perennial ryegrass grown for seed. Plant Dis. 78: 236 — 240.
- Welty R. E., Barker R. E. 1992 a. Evaluation of resistance to stem rust in perennial ryegrass grown in controlled and field conditions. Plant Dis. 76: 637 — 641.
- Welty R. E., Barker R. E. 1992 b. Latent-period responses of stem rust in tall fescue incubated at four temperatures. Crop Sci. 32:589 — 592.
- Welty R. E., Barker R. E. 1994. Management of stem rust (*Puccinia graminis* subsp. *graminicola*) in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) grown for seed. IOBC/WPRS Bull. 17 (1): 241 — 246.

- Wijk van, A. J. P. 1993. Turfgrasses in Europe: cultivar evaluation and advances in breeding. Ed. Carrow R. N., Christians N. E., Shearman R. C., International Turfgrass Society Research Journal 7, Intertec Publishing Corp., Overland Park, Kansas: 1 — 38.
- Wijk van, A. J. P. 1997. Breeding amenity grasses: achievements and future prospects. Wyd. Staszewski Z., Młyniec W., Osiński R., Ecological Aspects of Breeding Fodder Crops and Amenity Grasses, Radzików, Poland: 225 — 234.
- Wilkins P. W. 1975. Inheritance of resistance to *Puccinia coronata* Corda and *Rynchosporium orthosporum* Caldwell in Italian ryegrass. Euphytica 24: 191 — 196.
- Wilkins P. W. 1978. Specialization of crown rust on highly and moderately resistant plants of perennial ryegrass. Annals of Applied Biology 88: 179 — 184.
- Woźniak B. 1981. Aktualne problemy produkcji nasiennej traw w Polsce. Biul. IHAR 1: 1 — 3.

BARBARA LUTOMIRSKAInstytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Zakład Agronomii Ziemniaka, Jadwisin

Wpływ odmian i czynników meteorologicznych na zmienność faz fenologicznych ziemniaka

The effects of cultivars and meteorological factors on variability of the potato phenophases

Przedmiotem badań była ocena znaczenia warunków meteorologicznych i czynnika odmianowego w rozwoju roślin ziemniaka. Analizę zmienności występowania i długości wybranych fenofaz ziemniaka przeprowadzono na podstawie danych dotyczące rozwoju roślin 42 polskich odmian ziemniaka zgromadzonych w okresie 14 lat badań (1984–1997). Badania zależności pomiędzy temperaturą powietrza i gleby, sumą opadów, wartością współczynnika Sielanianowa a okresem przedwiosennego rozwoju kielków, długością wegetacji, okresem wzrostu elongacyjnego, występowaniem i długością kwitnienia a także okresem pełnego rozwoju roślin pozwoliły określić znaczenie tych czynników w kształtowaniu wymienionych fenofaz ziemniaka. Następnie wyliczono przedziały ufności wyznaczające wartości graniczne dla ocenianych cech roślin ziemniaka różnej wczesności, co umożliwiło podział odmian na trzy grupy istotnie różniące się, pod względem występowania i długości głównych fenofaz. Wykorzystanie wyliczonych i podanych w niniejszej pracy wartości granicznych umożliwia prostsze i dokładniejsze, niż dotychczas, charakteryzowanie nowych kreacji hodowlanych ziemniaka odnośnie cech wzrostu i rozwoju roślin.

Słowa kluczowe: ziemniak, zmienność, fazy fenologiczne, odmiany, czynniki meteorologiczne

The aim of the study was to assess the effects of some meteorological factors upon development of potato plants. The occurrence and duration of the phenophases in 42 Polish potato cultivars were evaluated in the experiments that were conducted over the period of 14 years (1984–1997). The influence of genotype and meteorological conditions on variability of plant growth was estimated. Based on the analysis of regression, the effects of air and soil temperature, total rainfall and Selianinov coefficient on the examined plant features were established. These results can explain which meteorological factor is the most important to each potato phenophase. Next, the confidence interval for the appearance and duration of each phenophase was calculated. All the cultivars could be divided into three significantly differentiated groups, depending on the values of their growth features. The findings can be useful in characterizing new potato genotypes.

Key words: potato, variability, phenophase, meteorological factors, cultivars

WSTĘP

Ziemniak (*Solanum tuberosum* L.) charakteryzuje się nie tylko dużą liczbą cech części nadziemnych roślin i bulw determinujących jego wartość rolniczą i użytkową, ale także znaczną ich zmiennością. Sprawia to, że będąca efektem prac hodowlanych różnorodność i liczebność odmian ziemniaka jest bardzo duża. Poza zmiennością genotypową ziemniak podobnie jak każda inna roślina wykazuje zmienność związaną z warunkami rozwoju, czyli zmienność środowiskową. Głównym źródłem zmienności środowiskowej są czynniki meteorologiczne. Stanowią one przyczynę zauważalnych zmian w rozwoju roślin nazywanych fazami fenologicznymi lub fenofazami (Molga, 1986). Fenofazy ziemniaka rozmnażanego wegetatywnie opisał m.in. Müller (1975), a w piśmiennictwie krajowym Listowski (1974). Do ważnych pozycji odnoszących się do zagadnień rozwoju roślin ziemniaka opublikowanych w późniejszym okresie należą prace Kolbego i Stephan-Beckman (1997 a; 1997 b). Zagadnienia odmianowego zróżnicowania rozwoju roślin ziemniaka były przedmiotem badań Allena i wsp. (1979); Firman i wsp. (1995); Haverkorta i Kommana (1996); Kalbarczyka (2003); Prośby-Białczyk (1986); Sawickiej (1991).

Celem niniejszych badań była ocena oddziaływania warunków meteorologicznych w okresie wegetacji na zmienność rozwoju roślin ziemniaka oraz ustalenie, który z czynników klimatycznych ma dominujący wpływ na kształtowanie wybranej fazy rozwojowej roślin. Określono również długotrwałość fenofaz u odmian różnej wczesności i wyliczono przedziały ufnosci dla grup odmian istotnie różniących się pod względem okresów ich trwania. Wyznaczenie przedziałów pozwala na odpowiednie zakwalifikowanie każdej z ocenianych odmian do odpowiedniej grupy. Może być również przydatne do charakteryzowania nowych kreacji hodowlanych ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Podstawę badań nad zmiennością rozwoju roślin ziemniaka stanowiły wyniki uzyskane z doświadczeń odmianowych przeprowadzonych w latach 1984–1997, w Oddziale Naukowym IHAR w Jadwisinie (wcześniej Oddział Naukowo-Badawczy Instytutu Ziemniaka). Doświadczenia zakładano corocznie w obrębie tego samego pola, lokalizowanego na glebie bielicowej wytworzonej z piasków słabo gliniastych i gliniastych lekkich, niecałkowitych podścielonych na głębokości ok. 1 m gliną lekką. We wszystkich latach badań stosowano 3-polowe zmianowanie: owies — żyto — ziemniak. Uprawę prowadzono z zachowaniem zasad prawidłowej agrotechniki, ale z pominięciem zabiegów ochronnych przeciwko zarazie ziemniaka, gdyż jednym z celów eksperymentu było, określenie terminu występowania pierwszych objawów tej choroby u badanych odmian.

Doświadczenia polowe prowadzono w jednym powtórzeniu, przyjmując założenie, że powtórzeniami będą lata badań. Poletko każdej odmiany w trakcie zakładania doświadczeń liczyło 100 roślin. Obserwacje rozwoju roślin prowadzono, zgodnie z metodyką, opracowaną i stosowaną w Instytucie Ziemniaka (Metodyka, 1985).

Określano:

- okres przedwschodowego rozwoju pierwszych kielków (od sadzenia do początku wschodów),
- długość wschodów,
- okres elongacyjnego wzrostu roślin,
- okres od sadzenia do początku kwitnienia i długość kwitnienia,
- pełny okres wegetacji roślin.

Termin sadzenia przyjęto jako punkt zerowy (był on taki sam dla wszystkich odmian w danym roku). W czasie 14 lat badań zebrano dane dla 42 polskich odmian ziemniaka różnej wczesności. Obejmowały one trzy serie doświadczeń, tj. 1984–1991, 1986–1995 i 1991–1997. Każda seria trwała od 7 do 10 lat, a liczba ocenianych odmian wynosiła 10–18 (tab. 1).

Tabela 1

Badane odmiany i lata badań
Cultivars and years of experiments

Seria badań Series	Lata badań Years of experiments	Odmiany Cultivars				Liczba odmian w serii Number of cultivars in series
		bardzo wczesne i wczesne very early and early	średnio wczesne middle early	średnio późne middle late	późne late	
I	1984–1991	Duet, Elipsa, Jaśmin	Elida, Mila	Atol, Bryza *, Bronka, Cisa, Sokół	Narew, Pilica, San, Tarpan	14
II	1986–1995	Ruta , Lotos	Fauna	Bogna, Brda, Fala, Heban	Bzura , Ceza, Stobrawa	10
III	1991–1997	Aster , Drop , Frezja, Irys , Koral, Malwa, Orlik	Ekra, Ibis, Irga , Jagna, Jagoda, Kolia , Kos, Lena	Arkadia , Fregata , Lawina		18
Liczba odmian w grupie wczesności						
Total number of cultivars in each maturity group						
		12	11	12	7	42

* Odmiany wyróżnione pogrubioną czcionką aktualnie pozostają w Krajowym Rejestrze

* Names distinguished with bold characters indicate the cultivars currently registered

Stałe warunki glebowe i agrotechniczne w całym okresie badań pozwoliły na przyjęcie założenia, że źródłem zmienności ocenianej fenofazy, obok czynnika odmianowego, były warunki meteorologiczne w kolejnych sezonach wegetacyjnych (lata badań). Analizę wpływu czynników meteorologicznych przeprowadzano wykorzystując dane obserwacyjne z lat 1984–1997 z miejscowego punktu meteorologicznego. Uwzględniono temperaturę powietrza na wysokości 2 m, temperaturę gleby na głębokości 10 cm, opady atmosferyczne oraz współczynnik hydrotermiczny Sielanianowa.

W obliczeniach statystycznych zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji (odmiana × lata badań), a istotność zróżnicowania odmian i lat badań weryfikowano współdziałaniem tych czynników, stosując test „F” Snedecora. Kolejnym etapem prac było wykonanie analiz regresji pomiędzy poszczególnymi czynnikami meteorologicznymi w wybranych okresach a występowaniem faz fenologicznych. Dla oceny

zróznicowania odmian, co do zmienności poszczególnych fenofaz posłużono się współczynnikami zmienności (V%) wyliczonymi zgodnie z wzorem:

$$V\% = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

gdzie: V — współczynnik zmienności

s — odchylenie standardowe

$\bar{x}$ — średnia arytmetyczna.

Otrzymane wyniki stanowiły podstawę określenia górnych granic wartości istotnie mniejszych i dolnych granic wartości istotnie większych dla ocenianych faz rozwojowych roślin. Pomiedzy tak wyznaczonymi granicami mieści się grupa wartości średnich. Tym samym określone zostały przedziały ufności dla każdej z fenofaz ziemniaka, które mogą stanowić podstawę odpowiedniego przyporządkowania każdej odmiany i ułatwić scharakteryzowanie kreacji hodowlanej pod względem rozwoju roślin.

WYNIKI I DYSKUSJA

Znaczenie odmiany i warunków meteorologicznych w kształtowaniu fenofaz ziemniaka

Oddziaływanie czynnika odmianowego i warunków meteorologicznych w latach badań na rozwój roślin okazało się istotne dla niemal wszystkich głównych faz rozwojowych ziemniaka, tj. rozwoju kielków, wzrostu elongacyjnego, początku i długotrwałości kwitnienia oraz pełnego okresu wegetacji roślin.

Tabela 2

Udział zmienności powodowanej poszczególnymi czynnikami w zmienności ogólnej (%)
Share of the variability caused by the examined factors in total variability (%)

Fazy rozwojowe roślin Development phase	Źródło zmienności Source of variation	I seria I series	II seria II series	III seria III series
Rozwój pierwszych kielków – od sadzenia do początku wschodów First sprouts development	odmiana — cultivar	27,3	29,7	17,9
	lata — years	31,0	31,3	50,2
	współdziałanie — interaction effect	41,7	39,0	31,9
Długotrwałość wschodów Emergence period	odmiana — cultivar	10,0	3,5	4,6
	lata — years	59,7	70,7	72,1
	współdziałanie — interaction effect	30,3	25,8	23,3
Okres wzrostu elongacyjnego – od końca wschodów do początku kwitnienia Elongation phase	odmiana — cultivar	31,1	22,9	13,9
	lata — years	34,8	48,5	56,9
	współdziałanie — interaction effect	34,1	28,6	29,2
Początek kwitnienia Start of blooming	odmiana — cultivar	36,2	20,9	27,9
	lata — years	47,2	57,4	49,6
	współdziałanie — interaction effect	16,6	21,6	22,4
Długotrwałość kwitnienia Blooming phase	odmiana — cultivar	54,5	34,5	24,3
	lata — years	15,1	31,4	41,4
	współdziałanie — interaction effect	30,5	34,1	34,3
Pełny okres wegetacji roślin — od sadzenia do początku zasychania Full period of plants growth	odmiana — cultivar	54,6	58,9	52,1
	lata — years	20,8	19,2	15,2
	współdziałanie — interaction effect	24,6	21,9	32,7

Jedynie długotrwałość wschodów była determinowana przez warunki sezonu wegetacyjnego, niezależnie od odmiany. Okazało się, że jeśli wpływ czynnika na określoną fazę rozwoju roślin został statystycznie udowodniony w jednej z serii badań to zależność ta powtarzała się także dla innych zestawów odmian, w następnych badanych seriach.

W celu oszacowania oddziaływania czynnika odmianowego i warunków meteorologicznych (lat badań) na oceniany parametr (cechę roślin), wyliczono ich wartości jako komponentów wariancyjnych (tab. 2). Udział danego komponentu w wariancji całkowitej wybranego parametru w seriach badań świadczy o sile jego wpływu na tę cechę. Porównanie wartości komponentów wariancyjnych dla faz rozwojowych roślin wskazuje, że w kolejnych seriach badań kształtowały się one podobnie. Można przyjąć, iż zakres oddziaływania czynnika odmianowego i warunków meteorologicznych na rozwój roślin w porównywanych seriach był zbliżony i powtarzalny. Jednocześnie upoważnia to do stwierdzenia, że rola każdego z ocenianych czynników oraz ich współdziałania w kształtowaniu poszczególnych faz rozwojowych roślin była zróżnicowana. Rozwój pierwszych kielków był istotnie determinowany współdziałaniem odmiany i warunków meteorologicznych. Kolejne fazy rozwojowe, w tym przede wszystkim długotrwałość wschodów oraz początek kwitnienia, zdecydowanie silniej modyfikował układ pogody niż odmiana. Natomiast o okresie wzrostu elongacyjnego roślin i długotrwałości kwitnienia decydował głównie genotyp.

Wpływ czynników meteorologicznych na rozwój roślin ziemniaka

Długość okresu od sadzenia do początku wschodów była uzależniona od średniej temperatury gleby i w nieco niższym stopniu od temperatury powietrza (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ warunków pogodowych na wschody ziemniaka w latach 1984–1997
Influence of weather condition on potato emergence in years 1984–1997

Okres Period	Czynnik meteorologiczny Meteorological factor	Zakres wartości czynnika Factor range	Wartości współczynników korelacji pomiędzy czynnikami meteorologicznymi a liczbą dni do początku wschodów Correlation coefficients between meteorological factors and number of days before emergence
III dek. kwietnia III decade of April	Średnia temp. gleby (°C) Mean soil temp. (°C)	8,5 – 15,7	0,5099*
	Średnia temp. powietrza (°C) Mean air temp. (°C)	5,9 – 16,2	ni.
	Suma opadów (mm) Rainfall (mm)	0,0 – 35,8	ni.
	Średnia temp. gleby (°C) Mean soil temp. (°C)	12,2 – 18,1	0,6756**
III dek. kwietnia — II dek. maja III decade of April — II decade of May	Średnia temp. powietrza (°C) Mean air temp. (°C)	9,3 – 16,6	0,5910*
	Suma opadów (mm) Rainfall (mm)	9,5 – 81,5	ni.

* Istotne statystycznie przy $P_{-0,05}$; Significant at $P_{-0,05}$

** Istotne statystycznie przy $P_{-0,01}$; Significant at $P_{-0,01}$

ni. — Nieistotne statystycznie; Not significant

Natomiast o długotrwałości wschodów obok temperatury decydowały także warunki wilgotnościowe. Wartości współczynnika korelacji pomiędzy temperaturą gleby oraz temperaturą powietrza w okresie od sadzenia do wschodów a długością tego okresu, a także pomiędzy wymienionymi czynnikami a czasem trwania wschodów, wykazały istotną ujemną korelację pomiędzy temperaturą gleby w III dekadzie kwietnia oraz w okresie od III dek. kwietnia do II dekady maja a liczbą dni od posadzenia do początku wschodów. Wraz ze wzrostem temperatury gleby następowało skrócenie okresu rozwoju kielków w glebie i pojawianie się pierwszych roślin. Opady nie miały wpływu na rozpoczęcie wschodów.

Obliczone współczynniki korelacji wskazują, że na liczbę dni od sadzenia do początku wschodów u odmian bardzo wczesnych i wczesnych największy wpływ miała temperatura gleby w okresie III dekady kwietnia oraz od III dekady kwietnia do II dekady maja (tab. 4). Natomiast u odmian średnio wczesnych, średnio późnych i późnych decydowała temperatura gleby w okresach: III dekada kwietnia — II dekada maja i I — II dekady maja.

Tabela 4

Zależność pomiędzy temperaturą gleby a liczbą dni od posadzenia do wschodów odmian ziemniaka różnej wczesności w latach 1984–1991
Relationship between soil temperature and number of days from planting to emergence of different maturity groups of potato in 1984–1991

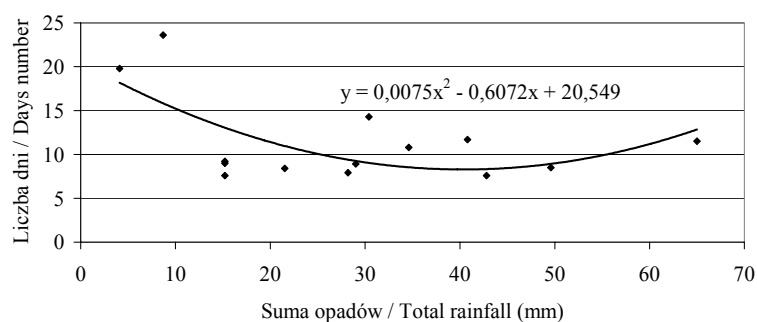
Okres Period	Zakres temp. gleby (°C) Range of soil temperature (°C)	Współczynniki korelacji liniowej dla odmian Linear coefficient for cultivars			
		bardzo wczesnych i wczesnych very early and early	średnio wczesnych mid- early	średnio późnych mid-late	późnych late
III dek. kwietnia (10 dni) III dec. of April (10 days)	8,5 – 14,2	-0,7308**	ni.	ni.	ni.
III dek. kwietnia – II dek. maja (30 dni) III dec. of April – II dec. of May (30 days)	12,2 – 16,0	-0,5804*	-0,7347**	-0,6530*	-0,8783**
I-II dek. maja (20 dni) I- II dec. of May (20 days)	13,7 – 18,5	ni.	-0,6293*	-0,6343*	-0,8216**

* Istotne statystycznie przy $P_{0,05}$; Significant at $P_{0,05}$

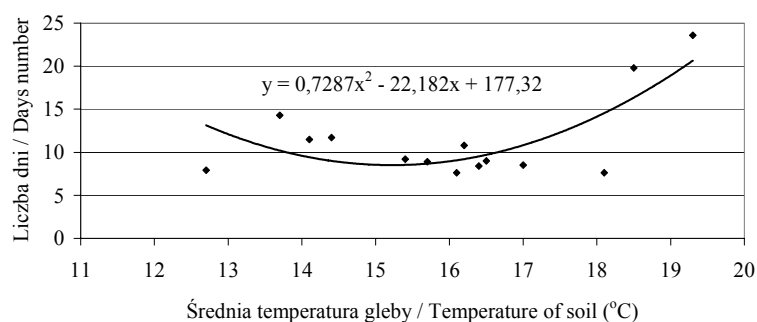
** Istotne statystycznie przy $P_{0,01}$; Significant at $P_{0,01}$

ni. — Nieistotne statystycznie; Not significant

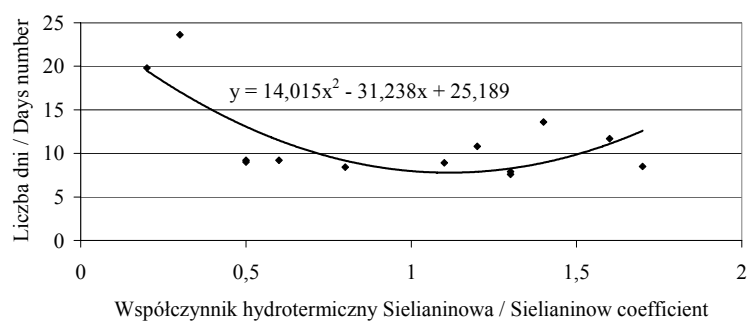
Analiza regresji wykazała, że pomiędzy uwzględnionymi w badaniach czynnikami meteorologicznymi a liczbą dni od początku do końca wschodów odmian wszystkich wczesności istnieją zależności paraboliczne (rys. 1 i 2). Największe znaczenie dla tego okresu rozwoju roślin ziemniaka miał przebieg pogody w I i II dekadzie maja. Zarówno w warunkach niedoboru opadów jak i wysokich temperatur gleby, obserwowano znaczne wydłużenie czasu trwania wschodów i gorsze ich wyrównanie. Najbardziej równomierne i najkrócej trwające wschody (ok. 7 dni) zanotowano wówczas, gdy wartość współczynnika hydrotermicznego Sielanianowa kształtowała się na poziomie zbliżonym do jedności (rys. 3).



Rys. 1. Wpływ sumy opadów w I - II dekadzie maja na długotrwałość wschodów
Fig. 1. The influence of rainfall in I - II dec. of May on the time of emergence



Rys. 2. Wpływ temperatury gleby w I - II dekadzie maja na długotrwałość wschodów
Fig. 2. The influence of soil temperature in I - II dec. of May on the period of emergence



Rys. 3. Zależność pomiędzy wartością współczynnika Sielanianowa w I - II dekadzie maja a długotrwałością wschodów
Fig. 3. Relationship between value of Sielanianov coefficient in I - II dec. of May and the time of emergence

Warunki pogodowe oddziaływały na długość okresu elongacyjnego wzrostu roślin (tab. 5). Różnice pomiędzy najdłuższym i najkrótszym okresem trwania tej fazy w latach wahały się od 7,6 do 16,6 dni, natomiast skrajne różnice odmianowe w seriach badań wynosiły od 8,7 do 9,7 dni. Czas jego trwania w roku, w którym okres po wschodach ziemniaków charakteryzował się dużym niedoborem opadów i wysoką temperaturą powietrza (wiosna 1993) był u wszystkich odmian zdecydowanie krótszy niż w roku o pogodzie chłodnej i wilgotnej — wiosna 1984. Szczególnie wyraźną reakcją na niesprzyjające wzrostowi elongacyjnemu warunki (bardzo ciepło i sucho) obserwowano u odmian o krótkim okresie wegetacji. Skrócenie omawianej fazy w 1993 roku u odmian bardzo wczesnych i wczesnych, w porównaniu do roku 1984 wynosiło 16,9 dni, a u odmian późnych — było to tylko 5,0 dni.

Tabela 5

Długotrwałość elongacyjnego wzrostu roślin w latach o odmiennych warunkach hydrotermicznych po wschodach ziemniaka
The period of elongation growth of potato plants in the years of different weather conditions after emergence

Warunki pogodowe w okresie III dek. maja – II dek. czerwca Weather conditions in III dec. of May – II dec. of June	Rok badań Year	Wzrost elongacyjny (liczba dni) Elongation growth (days number)			
		bardzo wczesnych i wczesnych very early and early	średnio wczesnych mid- early	średnio późnych mid-late	późnych late
Ciepło i sucho Warm and drought	1993	9,4	15,4	19,5	22,8
Wilgotno i chłodno Wet and chilly	1984	26,3	30,0	30,8	27,8
Różnica Difference		16,9	14,6	11,3	5,0

Tabela 6

Zależność pomiędzy opadami oraz warunkami hydrotermicznymi w okresie III dek. maja – II dek. czerwca a długotrwałością wzrostu elongacyjnego odmian różnej wczesności
Relationship between the rainfall and Selianinov coefficient in III dec. of May – II dec. of June and elongation growth of potato plants of different maturity

Czynniki meteorologiczne Meteorological factor	Zakres wartości czynnika Factor range	Współczynniki korelacji (r) dla odmian — Correlation coefficients for cultivars			
		bardzo wczesnych i wczesnych very early and early	średnio wczesnych mid-early	średnio późnych mid-late	późnych late
Opady (mm) Rainfall (mm)	30,7–107,0	0,5593*	0,5747*	0,6611*	0,6712*
Współczynnik Selianinowa Selianinov coefficient	0,6–2,9	0,8551**	0,7366*	0,6889*	0,5230*

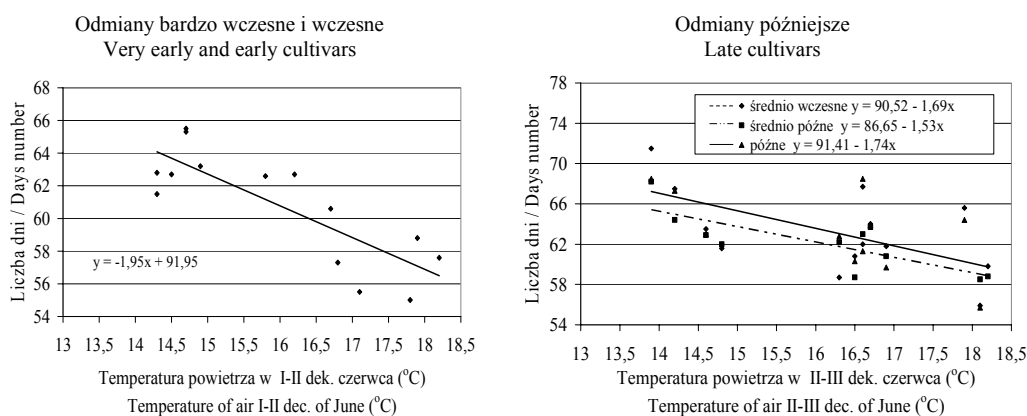
* Istotne statystycznie przy $P_{0,05}$; Significant at $P_{0,05}$

** Istotne statystycznie przy $P_{0,01}$; Significant at $P_{0,01}$

Wartości współczynników korelacji określające zależności pomiędzy czynnikami meteorologicznymi w wybranych przedziałach czasowych a długością okresu elongacyjnego wzrostu roślin wykazały, że dla tego etapu rozwoju największe znaczenie ma

zaopatrzenie roślin w wodę (tab. 6). W miarę zwiększania się sumy opadów oraz wartości współczynnika hydrotermicznego Sielanianowa w okresie III dekady maja do II dekady czerwca ulegał wydłużeniu czas, w którym rośliny silnie rozbudowywały masę liści i łodyg nie wchodząc w fazę kwitnienia.

Czynnikiem meteorologicznym mającym największy wpływ na rozpoczęcie kwitnienia była temperatura powietrza. Okres od sadzenia bulw do początku kwitnienia roślin ziemniaka odmian bardzo wczesnych i wczesnych był istotnie uwarunkowany temperaturą powietrza w I i II dekadzie czerwca. Natomiast u odmian późniejszych cecha ta zależała od temperatury w II i III dekadzie czerwca (rys. 4). Wzrost temperatury powietrza w wymienionych okresach, o $0,5^{\circ}\text{C}$ powodował skrócenie czasu od posadzenia do początku kwitnienia o ok. 2 dni u odmian bardzo wczesnych i wczesnych i o ok. 1,5–1,7 dnia u odmian późniejszych. Przechodzenie roślin ziemniaka z okresu intensywnego wzrostu wegetatywnego w fazę kwitnienia (spowolniony rozwój) w znacznym stopniu stymulują warunki termiczne.



Rys. 4. Wpływ temperatury powietrza na liczbę dni od sadzenia do początku kwitnienia
Fig. 4. Influence of air temperature on number of days from date of planting to start of blooming

Długotrwałość kwitnienia, podobnie jak wzrost elongacyjny, była determinowana głównie warunkami hydrotermicznymi. Dla odmian bardzo wczesnych i wczesnych największe znaczenie miały warunki hydrotermiczne w III dekadzie czerwca i I dekadzie lipca, zaś dla odmian o dłuższym okresie wegetacji w lipcu (tab. 7). Zarówno występowanie wysokich temperatur przy gorszym zaopatrzeniu roślin w wodę jak i nadmiar opadów towarzyszący niższym temperaturom ograniczały okres kwitnienia. Najdłuższe utrzymywanie się fazy kwitnienia u odmian wszystkich grup wczesności miało miejsce, gdy wartość współczynnika Sielanianowa wynosiła ok. 2.

Pełny okres wegetacji roślin, czyli od sadzenia do zasychania naci, jest jedną z cech użytkowych odmian ziemniaka, a jego długość stanowi podstawę zaliczenia odmiany do odpowiedniej grupy wczesności. Jest więc oczywiste, że cecha ta była silnie

determinowana przez czynnik odmianowy i warunki meteorologiczne w latach badań (tab. 8).

Tabela 7

Zależność pomiędzy współczynnikiem Sielianinowa w seriach badań a długotrwałością kwitnienia odmian różnej wczesności
Relationship between Selianinov coefficient in the series of investigations and duration of blooming in cultivar groups of different maturity

Okres kalendarzowy Term	Współczynniki Sielianinowa w seriach badań Selianinov's coefficient in series	Współczynniki korelacji liniowej (r) lub korelacji parabolicznej (R) dla odmian Linear (r) or quadratic (R) correlation coefficient at cultivars			
		bardzo wczesnych i wczesnych very early and early	średnio. wczesnych mid-early	średnio późnych mid-late	późnych late
III dek. czerwca – I dek. lipca III dec. of June - I dec. of July	I – 0,2–2,1	0,5550*	ni.	ni.	ni.
	II – 0,2–2,8	0,7289*	ni.	ni.	ni.
	III – 0,2–4,1	0,7265*	ni.	ni.	ni.
I – III dek. lipca I – III dec. of July	I – 0,68–1,9	ni.	0,6996**	0,6184*	0,6288*
	II – 0,63–1,4	ni.	nie badano not tested	0,6373*	0,7200*
	III – 0,63–4,1	ni.	0,8984**	0,6157**	nie badano not tested

* Istotne statystycznie przy $P_{0,05}$; Significant at $P_{0,05}$

** Istotne statystycznie przy $P_{0,01}$; Significant at $P_{0,01}$

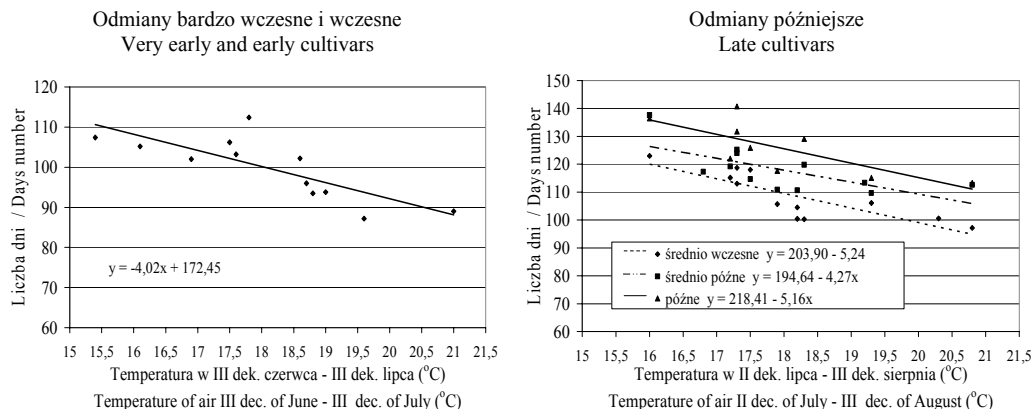
Tabela 8

Zróźnicowanie okresu wegetacji roślin w zależności od lat badań i odmian
Full period of plant growth depending on potato cultivar and the year of experiment

Seria badań Series	Zróźnicowanie lat badań Differences years					Zróźnicowanie odmian Differences for cultivars				
	okres najkrótszy shortest period		okres najdłuższy longest period		NIR dla $P_{0,05}$ LSD at $P_{0,05}$	okres najkrótszy shortest period		okres najdłuższy longest period		NIR dla $P_{0,05}$ LSD at $P_{0,05}$
	liczba dni days number	rok year	liczba dni days number	rok year		liczba dni days number	odmiana cultivar	liczba dni days number	odmiana cultivar	
I	108,6	1985	127,1	1987	3,5	103,0	Elipsa	132	Narew	4,7
II	110,1	1988	131,1	1987	4,7	97,9	Ruta	139	Bzura	4,7
III	93,1	1992	111,0	1993	3,5	87,0	Orlik	123	Fregata	5,6

Ocena oddziaływania czynników meteorologicznych na kształtowanie się długości okresu wegetacji wskazuje, że największe znaczenie miała temperatura powietrza w pełni rozwoju roślin. Przeprowadzone analizy wykazały istotną zależność pomiędzy średnią temperaturą powietrza w okresie od III dekady czerwca do III dekady lipca a liczbą dni od sadzenia do początku zasychania naci odmian bardzo wczesnych i wczesnych. Podobne zależności stwierdzono pomiędzy temperaturą w lipcu i sierpniu, a odmianami średnio wczesnymi, średnio późnymi i późnymi. Wzrost średniej temperatury powietrza w wymienionych okresach o 1°C w przedziale od $16,0^{\circ}\text{C}$ do $21,0^{\circ}\text{C}$ powodował skrócenie okresu wegetacji o 4–5 dni w każdej grupie wczesności odmian (rys. 5). Ocena wpływu opadów w analogicznych okresach na liczbę dni od sadzenia do początku

zasychania wykazała, że sumy opadów od III dekady czerwca do końca lipca w zakresie: 42,5–114,4 mm, jak również opady w zakresie: 84,1–151,5 mm w lipcu i sierpniu, nie miały wpływu na długotrwałość wegetacji odmian ziemniaka.



Rys. 5. Wpływ temperatury powietrza na liczbę dni od sadzenia do początku zasychania naci
Fig. 5. Influence of air temperature on number of days from date of planting to full down

Przedstawione wyniki potwierdziły występowanie zależności pomiędzy warunkami termicznymi a okresem od posadzenia do wschodów (Głuska in., 1984). Wskazują one również na słuszność opinii, że czas od posadzenia do wschodów jest w skali kraju mniej zmienny niż terminy sadzenia, które zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi, są uzależniane od temperatury gleby (Kalbarczyk, 2003). Wykazany w prezentowanym opracowaniu wpływ opadów i warunków hydrotermicznych na długotrwałość wschodów pozostaje w pewnej niezgodności z poglądem, że rozwój kielków odbywa się głównie kosztem zasobów zgromadzonych w bulwie matecznej i w warunkach polowych jest uzależniony tylko od czynnika termicznego (Listowski, 1979; Roztropowicz, 1986; Struik i in., 1989). Należy przypuszczać, że cytowani autorzy, w trakcie swoich badań, nie odnotowali tak skrajnie niekorzystnych warunków wilgotnościowych, jakie wystąpiły w czasie przedstawionych 14 letnich doświadczeń. Susza może być, bowiem jedną z przyczyn opóźnienia wzrostu kielków i rozwoju systemu korzeniowego we wczesnych fazach rozwoju (van Loon, 1981). Znaczenia warunków wilgotnościowych w fazie wschodów dla dalszego wzrostu roślin pośrednio dowodzi także (wykazany w niniejszej pracy) istotny wpływ opadów na kształtowanie się wzrostu elongacyjnego. Wpływ opadów na długotrwałość wzrostu elongacyjnego potwierdzają obserwacje wskazujące na wydłużanie się okresu od sadzenia do tworzenia pąków kwiatowych w latach, w których opady wiosną były wyższe (Chmura, 1997). Udowodniony w niniejszych badaniach wpływ temperatury powietrza w okresie poprzedzającym kwitnienie na rozpoczynanie tej fazy rozwojowej jest sprzeczny z opinią, że nie ma zależności pomiędzy temperaturą powietrza wynikającą z terminów sadzenia a rozwojem roślin do pojawiania się pierwszych kwiatów (Firman i in., 1991). Odnotowana w pracy prawidłowość znajduje

natomiast potwierdzenie w badaniach wskazujących, że niezależnie od fotoperiodu liczba dni od wschodów do inicjacji pąków kwiatowych maleje wraz ze wzrostem temperatury (Almekinders i Struik, 1996; Trebejo i Midmore, 1990; Tuner i Ewing, 1988). Przyczyną różnic w terminach rozpoczynania kwitnienia i jego długotrwałości może być sposób przygotowania sadzeniaków oraz warunki wilgotnościowe w sezonie wegetacyjnym (Prośba-Białczyk, 1986). Niniejsze wyniki wskazują na istotną zależność pomiędzy długotrwałością kwitnienia i warunkami hydrotermicznymi oraz potwierdzają rolę zaopatrzenia roślin w wodę w kształtowaniu tej fazy rozwojowej roślin. Długość okresu wegetacji oceniona liczbą dni od sadzenia do początku zasychania roślin zależała od warunków termicznych w okresach odpowiednich dla wczesności odmian. Na znaczenie sum aktywnych temperatur jako czynnika powodującego skrócenie okresu wegetacji roślin ziemniaka oraz ograniczenie plonów wskazują także wyniki innych badań (Bombik i in., 1999; Lutomirska, 2004; Mazurczyk i in., 2003; Roztropowicz, 1978).

Odmianowe zróżnicowanie faz fenologicznych ziemniaka

Analizy wariancji wykonane dla poszczególnych grup wczesności odmian, ocenianych w kolejnych latach wykazały, że odmiany o tej samej długości okresu wegetacji są zróżnicowane, co do okresu tempa rozwoju pierwszych kielków w glebie, długotrwałości wzrostu elongacyjnego i długotrwałości kwitnienia a także pełnego okresu wegetacji roślin. Tylko moment rozpoczynania kwitnienia odmian o takim samym okresie wegetacji był uwarunkowany odmianą, ale mało zmienny u odmian tej samej wczesności.

Tabela 9

Wartości graniczne dla długotrwałości fenofaz ziemniaka
The value of confidence interval of potato phenophase

Fazy rozwojowe roślin Phenophase	Pożądany poziom fazy rozwoju Favourite value of phenophase	Grupa wczesności Maturity group	Graniczne wartości przedziałów ufności dla cech roślin odmian różnej wczesności — liczba dni The value of confidence interval for features of plants in different maturity groups — number of days		
			istotnie niższe significantly lower	średnie medium	istotnie wyższe significantly higher
1	2	3	4	5	6
Rozwój kielków (od sadzenia do początku wschodów) Sprouts development	krótki short	bardzo wczesne i wczesne very early and early	<23,6	23,6 -24,7	≥24,8
		średnio wczesne mid-early	< 24,5	24,5-25,9	≥26,0
		średnio późne mid-late	< 24,6	24,6- 25,6	≥25,7
		późne late	< 26,4	26,5-28,3	≥28,4
Wzrost elongacyjny Elongation growth	średni middle	bardzo wczesne i wczesne very early and early	< 22,1	22,1-24,9	≥25,0
		średnio wczesne mid-early	< 24,9	24,9-27,8	≥27,9
		średnio późne mid-late	< 25,6	25,6-26,1	≥26,2
		późne late	< 23,5	23,5-26,1	≥26,2

c.d. Tabela 9

1	2	3	4	5	6
Kwitnienie Blooming	nieistotny ¹⁾ non valid	bardzo wczesne i wczesne very early and early	< 11,6	11,6-15,4	≥15,5
		średnio wczesne mid-early	< 14,5	14,5-18,5	≥18,6
		średnio późne mid-late	< 21,2	21,2-25,3	≥25,4
		późne late	< 28,4	28,4-36,9	≥37,0
		bardzo wczesne i wczesne very early and early	< 95	95-100	≥101
Pełny okres wegetacji (od sadzenia do początku zasychania) Full period of growth	średni middle	średnio wczesne mid-early	< 104	104-109	≥110
		średnio późne mid-late	< 117	117-122	≥123
		późne late	< 125	125-132	≥133

¹⁾ Długość tej fazy, nieistotna w warunkach standardowego prowadzenia uprawy z zastosowaniem sadzeniaków może mieć znaczenie przy wykorzystywaniu odmiany w celach hodowlanych oraz produkcji nasion właściwych

¹⁾ The duration this phase, although not significant under conditions of standard cultivation system, can become important if the cultivar is used in a breeding program and / or for producing true seeds

Obszerny materiał eksperymentalny, jaki zgromadzono i wykorzystano w niniejszym opracowaniu oraz statystycznie udowodnione zróżnicowanie odmian uznano za wystarczające dla wyznaczenia przedziałów ufności pozwalających dokonać podziału odmian na grupy istotnie różniące się pod względem omawianych cech. Wyliczono, więc dla ocenianych faz rozwojowych roślin, dla każdej grupy wczesności, granice ich długości (górną granicę cechy istotnie niższej oraz dolną granicę cechy istotnie wyższej; tab. 9).

Tabela 10

Charakterystyka 42 odmian ziemniaka pod względem długości faz rozwoju roślin
Description of phenophases in the for 42 examined potato cultivars

Grupy wczesności Maturity group	Odmiana Cultivar	Faza rozwojowa roślin — Phenophase							
		rozwój kielków (od sadzenia do początku wzrostu) sprouts development		wzrost elongacyjny elongation growth		kwitnienie blooming		pełny okres rozwoju full period of growth	
		okres period	liczba dni days number	okres period	liczba dni days number	okres period	liczba dni days number	okres period	liczba dni days number
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bardzo wczesne i wczesne Very early and early	Aster	krótki*	22,9	krótki	21,8	średni	12,7	krótki	95
	Drop	średni**	24,0	średni	24,7	średni	13,1	średni	95-100
	Frezja	średni	24,1	średni	22,3	długi	18,3	średni	95-100
	Irys	krótki	23,3	średni	23,8	krótki	4,6	krótki	95
	Koral	średni	23,7	średni	23,9	długi	17,0	krótki	95
	Malwa	długi***	25,0	średni	23,8	krótki	3,1	krótki	95
	Orlik	średni	24,4	średni	23,8	średni	15,1	krótki	95
	Ruta	krótki	22,6	średni	24,4	krótki	10,9	średni	95-100
	Duet	średni	24,5	średni	22,7	długi	19,6	długi	100
	Elipsa	długi	25,4	krótki	22,0	długi	22,2	długi	100
	Jaśmin	długi	26,1	średni	24,1	krótki	11,1	długi	100
	Lotos	średni	24,5	średni	24,7	krótki	9,9	długi	100

c.d. Tabela 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Średnio wczesne Mid-early	Elida	średni	25,1	krótki	24,5	krótki	12,6	średni	104-109
	Ekra	średni	25,0	długi	29,0	długi	20,7	średni	104-109
	Fauna	krótki	24,3	średni	26,6	długi	21,4	długi	109
	Ibis	długi	28,0	krótki	24,1	krótki	11,9	średni	104-109
	Irga	średni	25,4	długi	29,3	krótki	10,9	krótki	104
	Jagna	średni	24,7	średni	26,4	długi	18,6	średni	104-109
	Jagoda	krótki	24,0	krótki	24,6	długi	18,9	krótki	104
	Kolia	krótki	24,0	średni	25,0	długi	19,9	krótki	104
	Kos	krótki	23,7	średni	26,9	długi	19,0	długi	109
	Lena	średni	24,7	średni	26,4	średni	16,8	średni	104-109
Średnio późne Mid-late	Mila	długi	28,4	średni	26,7	krótki	10,2	długi	109
	Atol	średni	25,5	krótki	25,0	długi	28,4	krótki	117
	Arkadia	długi	25,9	długi	28,6	krótki	20,7	krótki	117
	Bogna	krótki	24,6	krótki	22,8	długi	29,6	długi	122
	Bronka	długi	27,9	krótki	24,2	krótki	21,1	długi	122
	Bryza	średni	25,4	średni	26,4	długi	29,3	średni	117-122
	Brda	średni	25,4	krótki	21,1	średni	23,7	krótki	125
	Cisa	krótki	24,2	długi	31,6	średni	21,8	średni	117-122
	Fregata	krótki	24,4	długi	31,6	krótki	17,1	długi	122
	Fala	krótki	24,3	średni	27,2	średni	21,3	długi	122
Późne Late	Heban	krótki	23,8	długi	30,6	krótki	18,2	długi	122
	Lawina	krótki	24,6	średni	27,0	długi	27,9	krótki	117
	Sokół	długi	25,9	średni	27,0	średni	21,9	krótki	117
	Bzura	długi	28,4	długi	30,6	średni	21,7	długi	132
	Ceza	średni	26,7	krótki	22,7	średni	34,6	krótki	125
	Narew	krótki	25,1	średni	25,0	długi	51,1	długi	132
	Pilica	krótki	26,0	średni	25,1	średni	36,3	średni	125-132
	San	długi	29,1	średni	25,5	średni	28,9	długi	132
	Stobrawa	średni	27,4	średni	23,5	krótki	23,0	średni	125-132
	Tarpan	długi	28,8	długi	30,8	krótki	25,0	krótki	125

* short;

** medium

*** long

Charakterystykę badanych odmian zgodnie z przyporządkowaniem każdej z nich do odpowiednich grup o istotnie krótszym, średnim bądź istotnie dłuższym okresie trwania danej fenofazy przedstawiono w tabeli 10.

W sytuacji wzrastającego zapotrzebowania na coraz dokładniejsze informacje o cechach odmian ziemniaka, można dysponując wystarczająco reprezentatywnymi wynikami badań, w oparciu o przedstawione przedziały, jednoznacznie określić przebieg rozwoju roślin. Możliwość takiej weryfikacji wydaje się szczególnie ważna w pracach hodowlanych, gdyż pozwala łatwiej określić cechy rozwoju roślin nowych genotypów. Tym samym stanowi to dalsze uzupełnienie precyzyjnej oceny cech roślin ziemniaka rozpoczęte przez zespół Zakładu Agronomii Ziemniaka IHAR. Wyniki prac w tym zakresie, dotyczące początkowego rozwoju korzeni oraz kielków zostały przedstawione we wcześniejszych pracach Zarzyńskiej (2000 a; 2000 b).

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotny wpływ czynnika odmianowego i warunków meteorologicznych lat badań na występowanie i długotrwałość faz fenologicznych ziemniaka.
2. Rola poszczególnych czynników meteorologicznych w kształtowaniu kolejnych fenofaz była zróżnicowana:
 - okres od sadzenia do początku wschodów determinowała temperatura gleby,
 - o wschodach odmian bardzo wczesnych i wczesnych decydowała temperatura w okresie sadzenia, a odmian późniejszych od sadzenia do II dekady maja,
 - na długotrwałość wschodów wpływały temperatura gleby i warunki hydrotermiczne w I i II dekadzie maja,
 - elongacyjny wzrost roślin był uzależniony od warunków hydrotermicznych i opadów w okresie od III dekady maja do II dekady czerwca,
 - początek kwitnienia roślin był uwarunkowany temperaturą powietrza w okresie poprzedzającym wystąpienie tej fazy,
 - długotrwałość kwitnienia zależała od warunków hydrotermicznych w okresie wchodzenia roślin w fazę kwitnienia,
 - czynnikiem kształtującym okres wegetacji roślin ziemniaka była temperatura powietrza w pełni rozwoju roślin (III dekada czerwca — III dekada sierpnia).
3. Odmiany poszczególnych grup wczesności były zróżnicowane pod względem występowania i długotrwałości analizowanych fenofaz.
4. Znajomość granicznych wartości długotrwałości faz rozwojowych, właściwych dla odmian różnych grup wczesności, ułatwi scharakteryzowanie cech rozwoju roślin nowych kreacji hodowlanych.

LITERATURA

- Allen E. J., Bean J. N., Griffit R. L., O'Brien P. J. 1979. Effects of length of sprouting on growth and yield of contrasting early potato varieties. *J. Agricult. Sci.* 92: 151 — 163.
- Almekinders C. J. M., Struik P. C. 1996. Shoot development and flowering in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Potato Res.* 39: 581 — 607.
- Bombik A., Markowska M., Starczewski J. 1999. Wpływ średnich miesięcznych temperatur powietrza i sum opadów na plonowanie ziemniaka w rejonie Siedlec. *Fol. Uniw. Agric. Stetin.*, 202 *Agricultura* 79: 35 — 40.
- Chmura K. 1997. Wpływ sum i rozkładu opadów w okresie wegetacji na plonowanie ziemniaka. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu* 313: 37 — 42.
- Firman D. M., O'Brien P. J., Allen E. J. 1991. Leaf and flower initiation in potato (*Solanum tuberosum*) sprouts and steams in relation to number of nodes and tuber initiation. *J. Agricult. Sci.* 117: 61 — 74.
- Firman D. M., O'Brien P. J., Allen E. J. 1995. Appearance and growth of individual leaves in the canopies of several potato cultivars. *J. Agricult. Sci.* 125: 379 — 394.
- Głuska A., Goc K., Pietryka M. 1984. Wpływ temperatury gleby na rozwój kilku odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziem.* 31: 53 — 61.
- Kalbarczyk R. 2003. Czasowy i przestrzenny rozkład faz rozwojowych ziemniaka w Polsce dla odmian średnio późnych i późnych. *Acta Sci. Polon. Agricultura*: 77 — 90.
- Haverkort A. J., Kooman P. L. 1996. Crop growth models help to identify ideotypes in potato breeding. *Abstr. of 13th Conference of the EAPR. Veldhoven*: 51 — 52.

- Kolbe H., Stephan-Beckmann S. 1997a. Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). I. Leaf and stem. Potato Res. 40: 111 — 129.
- Kolbe H., Stephan-Beckmann S. 1997b. Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). II. Tuber and whole plant. Potato Res. 40: 135 — 153.
- Listowski A. 1979. Agrofizjologiczne podstawy produkcyjności roślin. PWN, Warszawa: 378 — 394.
- Lutomirska B. 2004. Zależność pomiędzy temperaturą w okresie wzrostu bulw a plonowaniem ziemniaka na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 496: 153 — 160.
- Mazurczyk W., Lutomirska B., Wierzbicka A. 2003. Relation between air temperature and length of vegetation period of potato crops. Agricult. For. Meteo. 118: 169 — 172.
- Metodyka obserwacji i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. Praca zbiorowa pod red. Roztropowicz S. Bonin 1985: 32 ss.
- Molga M. 1986. Podstawy klimatologii rolniczej PWRL, Warszawa.
- Müller K. 1975. Kennzeichnung des Vegetations- und Lagerungsverlaufes der Kartoffel. Der Kartoffelbau 6: 166 — 167.
- Prośba-Białczyk U. 1986. Wpływ podkielkowania sadzeniaków oraz gęstości sadzenia na rozwój i gromadzenie plonu kilku odmian ziemniaka. Cz. I. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu. 160: 31 — 45.
- Roztropowicz S. 1978. Changes in model of development of some potato varieties caused by deviations from optimal weather conditions. Potato Res. 21: 39 — 40.
- Roztropowicz S. 1986. Występowanie niedoboru wody w okresie wegetacji ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 268: 305 — 313.
- Sawicka B. 1991. Studia nad zmiennością wybranych cech oraz degeneracją różnych odmian ziemniaka w rejonie białkopodlaskim. Rozp. hab. Wyd. AR w Lublinie, 76s.
- Struik P. C., Geertsema J. C. H., Custers M. G. 1989. Effects of shoot, root and stolon temperature on the development of the potato (*Solanum tuberosum*) plant. I Development of the haulm. Potato Res. 32: 133 — 141.
- Trebejo I., Midmore D. J. 1990. Effect of water stress on potato growth, yield and water use in a hot and a cool tropical climate J. Agric.Sci. 114: 321 — 334.
- Turner A. D., Ewing E. E. 1988. Effects of photoperiod, night temperature and irradiance on flower production in potato. Potato Res. 31: 257 — 268.
- Van Loon C. D. 1981. The effect of water stress on potato growth, development and yield. Am. Potato J. 58: 51 — 69.
- Zarzyńska K. 2000 a. Wartości wskaźników charakteryzujących stan fizjologiczny bulw i rozwój rośliny ziemniaka. Cz. III. Początkowy rozwój kielków i korzeni. Biul. IHAR, 213: 19 — 30.
- Zarzyńska K. 2000 b. Wartości wskaźników charakteryzujących stan fizjologiczny bulw i rozwój rośliny ziemniaka. Cz. IV. Liczba łodyg w roślinie i procent kielkujących oczek u bulw matecznych różnej wielkości. Biul. IHAR 214: 167 — 181.

SPIS TREŚCI — CONTENTS

Beata Feledyn-Szewczyk Irena Duer	Konkurencyjność wybranych odmian pszenicy ozimej w stosunku do chwastów testowana w warunkach rolnictwa ekologicznego The competitiveness of some winter wheat varieties against weeds assessed in organic agriculture conditions	3
Krystyna Kolasińska	Wpływ naturalnych metod zaprawiania na zdolność kiełkowania i wigor zbóż jarych wyprodukowanych na ekologicznych plantacjach nasiennych The effects of natural methods of seed treatment on germination capacity and vigour of spring cereals produced in organic seed crop	15
Tadeusz Adamski Andrzej Bichoński Zdzisław Biliński Zbigniew Bystry Piotr Jarosz Dorota Jasińska Zygmunt Kaczmarek Karolina Krystkowiak Anetta Kuczyńska Wojciech Mikulski Barbara Nowak Wanda Orłowska-Job Zdzisław Paszkiewicz Michał Rębarz Maria Surma Anna Sybilska	Wybór miejscowości przydatnych do oceny rodów jęczmienia jarego Identifying suitable locations for evaluating advanced barley breeding lines	31
Jan Bocianowski Zofia Banaszak	Wpływ form rodzicielskich na plonowanie linii podwojonych haploidów pszenżyta ozimego. Komunikat The effect of parental forms on yielding of doubled haploid lines of winter triticales. Short communication	41
Anna Płaza	Wpływ następczy międzyplonów i słomy na produkcyjno-ekonomiczne efekty uprawy pszenżyta ozimego The after-effect of catch crop and straw on productive-economic effects of winter triticales cultivation	53
Piotr Nieróbca	Reakcja odmian pszenżyta jarego na termin i gęstość siewu. Komunikat The response of spring triticales varieties to the sowing time and rate. Short communication	61

Zbigniew Broda Danuta Kurasiak- Popowska Aleksandra Kowalska Anna Ćwiklińska	Analiza podobieństwa genetycznego wybranych gatunków w rodzaju <i>Secale</i> The analysis of genetic similarity among <i>Secale</i> species	65
Irena Kiecana Elżbieta Mielniczuk Małgorzata Cegiełko Aleksandra Szolkowska	Grzyby porażające korzenie i podstawę źdźbła owsa (<i>Avena sativa</i> L.) Fungi infecting roots and stem bases in oat (<i>Avena sativa</i> L.)	73
Mariola Staniak Józefa Harasim	Wstępne badania nad przydatnością <i>Festulolium braunii</i> (Richt.) A. Camus do uprawy w mieszkankach z di- i tetraploidalnymi odmianami koniczyny czerwonej Preliminary studies on suitability of <i>Festulolium braunii</i> (Richt.) A. Camus for mixtures with di- and tetraploid varieties of red clover	81
Dariusz Gozdowski Danuta Martyniak Wiesław Mądry	Zastosowanie analizy ścieżek do oceny determinacji plonu nasion życicy trwałej The path analysis for assessment of the determination of ryegrass seed yield	89
Elżbieta Czembor	Zależności pomiędzy odpornością na rdze i pleśń śniegową a cechami fenotypowymi form gazonowych życicy trwałej Relationships between the resistance to rusts and snow mould and phenotypic characters of turf perennial ryegrass forms	99
Barbara Lutomirska	Wpływ odmian i czynników meteorologicznych na zmienność faz fenologicznych ziemniaka The effects of cultivars and meteorological factors on variability of the potato phenophases	119