

**ELŻBIETA CZEMBOR**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

## Wartość rolnicza europejskich odmian życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) w warunkach Polski

### Agronomic value of European cultivars of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in the Polish conditions

Badania prowadzono w latach 2004–2006. Łącznie scharakteryzowano 33 odmiany życicy trwałej włączone do programu „EUCARPIA multisite rust evaluation”, w tym 19 odmian diploidalnych i 14 tetraploidalnych. Opisano cechy morfologiczne i fizjologiczne roślin w stadium wegetatywnym i generatywnym, mające istotny wpływ na ich wartość rolniczą w użytkowaniu kośno-polowym i nasiennym, ze szczególnym uwzględnieniem odporności na rdzę koronową i pleśń śniegową. Badany materiał wykazał zróżnicowanie pod względem: odporności na rdzę koronową i żdźbłową ocenioną przed zbiorem 2 pokosu w sierpniu, odporności na rdzę koronową ocenioną przed zbiorem 3 pokosu we wrześniu w 2004 roku i odporności na pleśń śniegową w 2005 i 2006 roku oraz pod względem cech charakteryzujących morfologię i fizjologię roślin w okresie późnej jesieni i wczesnej wiosny (stan roślin przed zimą i zdolność do szybkiej regeneracji w okresie wczesnowiosennym). Dodatkowo, w stadium wegetatywnym opisano szerokość górnego, w pełni wykształconego liścia, wysokość roślin i szacunkowy plon zielonej masy. W stadium generatywnym badane odmiany różniły się między sobą pod względem wczesności, wysokości, morfologii kłosa i liścia flagowego. Analiza czynnikowa z rotacją Varimax za pomocą kryterium Kaisera pozwoliła dokonać podziału 25 zmiennych istotnie różnicujących odmiany życicy trwałej (obserwowanych cech) na 8 czynników głównych i określić, które zmienne wchodziły w skład określonego czynnika i są istotnie zależne od siebie. Uzyskane wyniki wykazały istotny, ujemny wpływ rdzy żdźbłowej i koronowej na szacunkowy plon zielonej masy w 2 i 3 pokosie. Wykazano również istotne, dodatnie współzależności pomiędzy stanem roślin przed zimą, odporność na pleśń śniegową i stanem roślin po zimie oraz istotny wpływ tych cech na wartość rolniczą badanych odmian w stadium generatywnym. Odmiany diploidalne wykazywały niższą odporność na pleśń śniegową, wolniej regenerowały się po zimie oraz wykazywały niższą wartość rolniczą w użytkowaniu nasiennym w stosunku do odmian tetraploidalnych. Na szczególną uwagę zasługują trzy odmiany tetraploidalne: Lacerta, Aubisque i Pastoral, które wykazały podwyższoną wartość rolniczą w użytkowaniu kośno-polowym i nasiennym.

**Słowa kluczowe:** pleśń śniegowa, plon zielonej masy, rdza żdźbłowa, rdza koronowa, regeneracja po zimie, użytkowanie kośno-polowe, użytkowanie nasienne, wartość rolnicza, życica trwała

Investigations were performed in the years 2004–2006 on thirty tree perennial ryegrass cultivars included into the “EUCARPIA multisite rust evaluation” (19 diploid and 14 tetraploid). Morphological and physiological character connected with agronomic value of the cultivars, with special emphasis on crown rust, stem rust and snow mould resistance, were described. It was possible to observe differences

in the stem rust and crown rust resistance scored before 2<sup>nd</sup> cut, crown rust resistance before 3<sup>rd</sup> cut in 2004, snow mould resistance in 2005 and 2006 and in the morphology and physiology during fall and early spring (plant performance before winter, performance after winter and ability to rapid regrowth after winter). Additionally, in the vegetative stage, leaf width, plant height and estimated green mass production were described. In the generative stage differences were observed in the time of maturity, morphology of spike and flag leaf and in plant height. Using the factor analysis method, it was possible to divide 25 variables, which showed significant differences between the tested cultivars, into 8 principal components and to determine relationships between them. The obtained results showed negative influence of the stem rust and crown rust on estimated green mass production in the 2 and the 3 cut. It was possible to find positive correlations between fall performance of tested plants, their snow mould resistance, regeneration after winter and significant influence of those characters on the agronomic value of the tested cultivars in the generative stage. Snow mould resistance, regeneration after winter and agronomic value in the generative stage of the diploid cultivars was lower than in the group of tetraploid cultivars. Three tetraploid cultivars are especially promising Lacerta, Aubisque and Pastoral, which showed high agronomic value in field-cutting and seed production management.

**Key words:** agronomic value, crown rust, field-cutting management, green mass production, perennial ryegrass, regeneration after winter, seed production management, snow mould, stem rust

#### WSTĘP

W Europie użytki zielone zajmują ponad 52 mln ha, w tym minimum 12 mln ha gatunki z rodzaju *Lolium* spp. (<http://europa.eu.int/comm/agriculture>). Życice należą do najważniejszych gatunków traw pastewnych i gazonowych. W użytkowaniu pastewnym są wysiewane na pastwiskach oraz służą do produkcji siana. Na uwagę zasługują mieszanki życic z roślinami motylkowatymi drobnonasiennymi, takimi jak koniczyny, które służą do produkcji szczególnie wysokowartościowych pasz. Smakowitość, wysoka zawartość cukrów i wysoka strawność decyduje o ich jakości (Balasko i in., 1995; Jung i in., 1996; Kozłowski, 1981). Ujemną stroną wszystkich gatunków należących do rodzaju życice, w tym i życicy trwałej, jest niska odporność na stesy biotyczne i abiotyczne. W Polsce, podobnie jak i w innych krajach Europy, największe zagrożenie stanowią rdza żdźbłowa, rdza koronowa oraz pleśń śniegowa.

Sprawcą rdzy koronowej jest *P. coronata* spp. *lolii* natomiast rdzy żdźbłowej *Puccinia graminis* spp. *graminicola* (Mühle i in., 1975). Odporność na rdzę kronową ma istotne znaczenie zarówno w użytkowaniu pastewnym jak i przy uprawie na nasiona. Objawy rdzy koronowej pojawiają się na roślinach, gdy temperatura powietrza waha się w granicach 20°C, przy wilgotności powyżej 80% (Welty i Barker, 1994; Roderick, Thomas, 1997; Roderick i in., 2000b, Pflender, 2003). Proces infekcji rozpoczyna się zazwyczaj w okresie późnego lata i trwa do późnej jesieni. Silne porażenie roślin ogranicza ich odrastanie po koszeniu oraz krzewienie. Redukuje to plon zielonej i suchej masy oraz istotnie wpływa na plon nasion, ponieważ rośliny wykształcają mniejszą liczbę pędów generatywnych w drugim i trzecim roku użytkowania. Rośliny stają się również bardziej podatne na inne choroby, w tym na pleśń śniegową, oraz na stres niskich temperatur w okresie zimowym. Straty w plonie zielonej i suchej masy oraz w plonie nasion mogą sięgać nawet do 30% (Lowe i in., 1983; Potter, 1987; Plummer i in., 1990; Cagas, 1996, 2000;). Rdza żdźbłowa pojawia się zazwyczaj w okresie wczesnego lata, gdy temperatury powietrza wahają się

w granicach 25°C. Ma to szczególne znaczenie w pierwszym roku użytkowania nasiennego. Z literatury wynika, że redukcja plonu nasion życicy trwałej powodowana przez rdzę żdźbłowa może sięgać od 40% do 93%. (Plummer, 1990; Cagas, 1996, 2000; Cappelli i in., 1993; Rickaer, 1995; Thomas, Camps, 1996; Welty, Azevedo, 1994; Welty, Barker, 1994; Pflender, 2003, 2004).

Pleśń śniegowa powodowana jest przez grzyba *Microdochium nivale* (Fr.) Samulem & Hallett. Choroba ta uszkadza rośliny w okresie zimowym i wczesnowiosennym, gdy temperatury wahają się około 0°C. Powoduje ich słabszą regenerację, wolniejsze odrastanie, gorsze krzewienie się i redukcję liczby zawiązków pędów generatywnych. Przy sprzyjających warunkach atmosferycznych, ze szczególnie dużym nasileniem występuje od drugiego roku użytkowania, istotnie wpływając na trwałość życicy trwałej oraz wartość rolniczą w użytkowaniu pastwiskowym, kośno-polowym lub nasiennym (Jamalainen, 1974; Skirde, 1980; Foss, 1983; Larsen, Årswoll, 1984; Prończuk i in., 1984; Schumann, Backhaus, 1988; Jung i in., 1996; Prończuk, 2000).

Morfologia i fizjologia roślin, obok uwarunkowań genetycznych, istotnie warunkują odporność na grzyby z rodzaju *Puccinia* spp. i *M. nivale* (Harward, 1977; Foss, 1983; Rose-Fricke i in., 1986; Potter i in., 1990; Plummer i in., 1992; Welty, Barker, 1992, 1994; Posselt, 1994; Adamko i in., 1997; Roderick, Thomas, 1997; Kimbeng, 1999; Torogood i in., 1999; Roderick i in., 2000a, 200b; Humphreys i in., 2000; Pflender, 2003, 2004).

Najskuteczniejszą metodą zwalczania rdzy żdźbłowej i rdzy koronowej oraz pleśni śniegowej jest hodowla odmian o podwyższonej odporności. Opracowano techniki inokulacji i prowadzenia selekcji pod względem odporności na te choroby w warunkach kontrolowanych, ale większość hodowców większą uwagę przywiązuje selekcji prowadzonej w warunkach polowych. Coraz większą uwagę przypisuje się badaniom molekularnym (Hides, Wilkins, 1978; Meyer, 1982; Burpee, 1993; Thomas, 1994; Wijk, 1996; Paul, Dapprich, 1997; Jönsson, Engqvist, 1998; Feuerstein, 2000; Humphreys i in., 2000; Mülle i in., 2002; Daracatos i in., 2006).

Szczególnie trudna do oceny jest odporność na grzyby z rodzaju *Puccinia* spp. ze względu na dużą zmienność populacji tego patogena w czasie i przestrzeni (Wilkins, 1978; Eshed, Dinner, 1980; Potter i in., 1990; Clarke i in., 1997). Dlatego w 2000 roku podczas Konferencji EUCARPIA „Breeding for stress tolerance in fodder crops and amenity grasses” zespół pracujący pod kierunkiem Beat Bollera w Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, Zurych w Szwajcarii wystąpił z propozycją prowadzenia wspólnych badań na terenie całej Europy. Pierwszy cykl badań „EUCARPIA multisite rust evaluation trial” przeprowadzono w latach 2001–2002 w 11 krajach (w 19 miejscowościach) a uczestniczyły w nim 23 instytucje: 9 państwowych i 14 prywatnych. Uzyskano wyniki dla 31 odmian życicy trwałej (Boller i in., 2002). W 2004 roku rozpoczęto drugi cykl badań nad 33 odmianami życicy trwałej, a jednym z dodatkowych punktów badań był IHAR Radzików.

Celem pracy był opis cech morfologicznych i fizjologicznych roślin mających istotny wpływ na wartość rolniczą europejskich odmian życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) w użytkowaniu kośno-polowym i nasiennym, ze szczególnym uwzględnieniem odporności na rdzę koronową i rdzę żdźbłową oraz na pleśń śniegową.

## MATERIAŁY I METODY

**Material roślinny**

Do badań włączono 33 powszechnie uprawiane w Europie odmiany życicy trwałej o zróżnicowanej odporności na rdzę: 19 odmian diploidalnych (tab. 1) i 14 odmian tetraploidalnych (tab. 2). Próby nasion otrzymano z laboratorium Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, Zurich w Szwajcarii.

Tabela 1 i 2

**Lista diploidalnych odmian życicy trwałej badanych w latach 2004–2006**  
**List of diploid perennial ryegrass cultivars tested in the years 2004–2006**

Lp. No.	Odmiana Cultivar	Hodowca Breeder	Rok pierwszej rejestracji Year 1 <sup>st</sup> listed	Kraje, gdzie jest zarejestrowana Countries were listed currently
1	2	3	4	5
1	Aberdart	IGER	1998	UK
2	Arabella	Steinach	1994	D
3	Aristo	Limagrain	1999	F, NL
4	Aurora	IGER	1987	UK
5	Barnhem	Barenbrug	1999	D, NL
6	Carrera	Carneau	2000	F
7	Corbet	DANI	1997	UK
8	Fennema	NPZ	1987	D, DK, F, S, UK
9	Foxtrot	LG/DLF	1996	UK, D, B, A
10	Gladjo	Zelder	1995	N, D, F
11	Guru	BAL	1999	(A),
12	Heraut	Zelder	1987	D, L, NL
13	Kells	DANI	1999	F, UK, IRL
14	Lipresso	DSV	1999	D, I
15	Option	CEBECO	1997	NL
16	Orval	REGA	2000	F
17	Sponsor	CEBECO	1997	D, NL
18	Vincent	Zelder	1993	NL, D, DK
19	Weigra	Steinach	1993	D

**Lista tetraploidalnych odmian życicy trwałej badanych w latach 2004–2006**  
**List of tetraploid perennial ryegrass cultivars tested in the years 2004–2006**

1	2	3	4	5
1	Aubisque	Advanta	1992	F, D, DK, UK
2	Bocage	Carneau	1997	F
3	Condesa	Advanta	1982	F, D, DK, N, S
4	Elgon	Advanta	1992	UK, F, D, DK
5	Gwendal	RAGT SA	1998	F
6	Helmer	Svalöf Weibul	1991	S
7	Kentaur	Hladke Zivotice	1997	CZ
8	Lacerta	FAL	1996	CH, D, F, DK
9	Litempo	DSV	2000	D
10	Pastoral	RAGT SA	1997	F, CH, NL
11	Roy	DVP	1997	B, F, UK
12	Sirocco	Zelder	1999	UK
13	Terry	Svalöf Weibul	1996	IRL
14	Tivoli	DLF	1988	UK, D, F, IRL, D

### Metodyka badań

Badania prowadzono w warunkach polowych, według metodyki opracowanej przez zespół Dr. Beat Bollera, w Radzikowie, w latach 2004–2006. Nasiona badanych odmian żywic trwałej wysiano ręcznie w okresie wiosennym do 15 maja w rzędach (długość rzędu 1,5 m, odległość między rzędami 50 cm), dwa rzędy w powtórzeniu, 4 powtórzenia. Pierwsze koszenie przeprowadzono, gdy 50% badanych materiałów była w fazie kłoszenia. Następne koszenia wykonano w odstępie 3–4 tygodni na wysokości 7–10 cm (użytkowanie kośno-polowe). Materiały scharakteryzowano opisując szacunkowy plon zielonej masy, morfologię i fizjologię roślin w stadium wegetatywnym i generatywnym oraz odporność na rdzę żdźbłową, rdzę koronową oraz na pleśń śniegową. Niekorzystny układ warunków klimatycznych podczas prowadzenia doświadczeń uniemożliwił prowadzenie pełnej waloryzacji badanych materiałów i oceny ich wartości gospodarczej (wysokie temperatury i susza w latach 2005 i 2006).

### Szacunkowy plon zielonej masy oraz cechy morfologiczne i fizjologiczne roślin w stadium wegetatywnym

Szacunkowy plon zielonej masy opisano trzykrotnie w 2004 roku (w lipcu — ZM 1, w sierpniu — ZM 2 i we wrześniu — ZM 3) oraz w 2005 roku (po zbiorze nasion w sierpniu — ZM 4). Szerokość liścia i wysokość roślin opisano dwukrotnie w 2004 roku (przed zbiorem 1 i 2 pokosu) oraz w 2005 roku (przed zbiorem dodatkowego pokosu zielonej masy po zbiorze nasion). Wysokość roślin odzwierciedlała długość pędów wegetatywnych do końca najdłuższych liści, natomiast przy ocenie szerokości liścia brano pod uwagę drugi od góry, w pełni wykształcony liść (pierwszy, jest w trakcie wysuwania się z pochwy liściowej). Używano bonitacyjnej skali 1–9 opisanej w tabeli 3.

Tabela 3

Skala używana do wizualnych ocen szacunkowego plonu zielonej masy (z rzędu o dl. 3 m), wysokości roślin i szerokości liści

Scale used for visual scoring of the green mass production (per 3 m of row), plant height and leaf width

Skala Score	Zmienne — Variables		
	wysokość roślin — plant height	szerokość liścia — leaf width (mm)	ilość zielonej masy — green mass production
9	powyżej wzorca higher than standard	>7	powyżej wzorca higher than standard
8	poziom wzorca standard level	7	poziom wzorca standard level
7	5% poniżej wzorca 5% below standard	6	10% poniżej wzorca 10% below standard
6	10% poniżej wzorca 10% below standard	5	20% poniżej wzorca 20% below standard
5	20% poniżej wzorca 20% below standard	4	30% poniżej wzorca 30% below standard
4	25% poniżej wzorca 25% below standard	3,5	40% poniżej wzorca 40% below standard
3	30% poniżej wzorca 30% below standard	3	50% poniżej wzorca 50% below standard
2	35% poniżej wzorca 35% below standard	2	60% poniżej wzorca 60% below standard
1	ponad 35% poniżej wzorca more than 35% below standard	<2	ponad 60% poniżej wzorca more than 60% below standard

Jako wzorzec przyjmowano odmianę charakteryzującą się najwyższym szacunkowym plonem zielonej masy, najszerszym liściem oraz której rośliny były najwyższe. Były to tetraploidalne odmiany Gwendal i Tivoli.

### Oporność na rdze

Ocenę odporności na rdze przeprowadzono na podstawie skali opracowanej przez zespół Bollera do badań „EUCARPIA multisite rust evaluation” (tab. 4).

Tabela 4

Skala używana do wizualnych ocen odporności odmian życicy trwałej na rdzę źdźbłową i koronową  
Scale used for visual scoring of stem and crown rust resistance of perennial ryegrass cultivars

Ocena Score	Objawy Infection symptoms
9	brak objawów porażenia no symptom of infection
8	pierwsze symptomy choroby first symptom of infection
7	5% powierzchni liści porażonej rdzą koronową lub źdźbłową 5% of leaf infected by crown or stem rust
6	10% powierzchni liści porażonej rdzą koronową lub źdźbłową 10% of leaf infected by crown or stem rust
5	25% powierzchni liści porażonej rdzą koronową lub źdźbłową, tworzą się nieliczne uremie 25% scarce uremia formed
4	40% powierzchni liści porażonej rdzą koronową lub źdźbłową, duża liczba uremii 40% uremia in high numbers
3	60% powierzchni liści porażonej rdzą koronową lub źdźbłową, nieliczne nekrozy 60% scarce necroses
2	75% powierzchni liści porażonej rdzą koronową lub źdźbłową, duża ilość nekrotycznych plam 75% high number of necrotic spots
1	ponad 75% powierzchni liści porażonej rdzą koronową lub źdźbłową, duże nekrozy more than 75% of leaf infected by crown or stem rust, large necroses

Obserwacje prowadzono, gdy nasilenie choroby było najsilniejsze, średnio 2–3 dni przed zbiorem II i III pokosu. W roku 2004 w okresie letnim (w sierpniu, przed zbiorem II pokosu) w populacji występowały dwa patogeny: *Puccinia graminis* subsp. *graminicola* oraz *P. coronata* (obserwacje polowe oraz badania laboratoryjne wykazały, że ok. 20% to rdza źdźbłowa powodowana przez *P. graminis*, a ok. 80% to rdza koronowa powodowana przez *P. coronata*). W okresie jesiennym oceniono odporność odmian na rdzę koronową (przed zbiorem III pokosu we wrześniu). W 2005 roku nie zróżnicowano badanego materiału pod względem odporności na rdzę źdźbłową w stadium generatywnym.

### Oporność na pleśń śniegową

Średnie temperatury dobowe w styczniu 2005 roku wzrosły powyżej 0°C i pozwoliły na ocenę odporności badanych materiałów pleśń śniegową. W 2006 roku temperatury w miesiącach zimowych były niskie i ocenę odporności na pleśń śniegową można było przeprowadzić na początku marca. Do oceny uszkodzeń powodowanych pleśnią śniegową stosowano skalę opisaną w tabeli 5.

**Skala używana do wizualnych ocen odporności odmian życicy trwałej na pleśń śniegową**  
**Scale used for visual scoring of snow mould resistance of perennial ryegrass cultivars**

Skala Score	Objawy Infection symptoms
9	rośliny zdrowe, bez objawów chorobowych plants healthy, no symptoms of disease
8	pierwsze symptomy choroby (ślady porażenia) first symptoms (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, no dead plants
5	25% roślin porażonych, ale możliwa jest ich regeneracja 25% of plants infected, regeneration possible
4	40% roślin porażonych lub martwych, ale możliwa jest ich regeneracja 40% of plants infected or dead, regeneration possible
3	60% roślin porażonych, większość z nich to rośliny martwe, a tylko niewielki procent ma zdolność do regeneracji 60% of plants infected, major part dead, only a small proportion able to regenerate
2	75% roślin porażonych. Większość z nich to rośliny martwe, a tylko niewielki procent ma zdolność do regeneracji 75% of plants infected, major part dead, only a small proportion able to regenerate
1	ponad 75% roślin porażonych i martwych more than 75% of plants infected and dead

### **Stan roślin przed zimą**

W okresie późnej jesieni 2004 i 2005 roku oceniono wygląd roślin, odzwierciedlający stan, w jakim rośliny wchodziły w okres spoczynku zimowego. Tę cechę nazwano jako „stan roślin przed zimą”. Stan roślin przed zimą odzwierciedla kompleks cech morfologicznych oraz fizjologicznych roślin (wśród nich najważniejsze to odporność na chorobę plamistości liści). Badanych materiałów nie różnicowano jesienią 2004 roku. Istotne różnicowanie uzyskano w 2005 roku.

### **Stan po zimie oraz ocena wczesnowiosenna**

Zarówno w roku 2005 jak i w 2006 ocenę stanu roślin po zimie przeprowadzono na początku wegetacji (temperatury na granicy 4°C), natomiast ocenę wiosenną dokonano średnio 2 tygodnie po pierwszej. Ocena wiosenna miała na celu odzwierciedlenie zdolności badanych materiałów do szybkiej regeneracji. Użyto skali 1–9 (1 — całkowite wyginięcie roślin, brak regeneracji, 5–50% uszkodzonej darni, ale rośliny regenerują się; 9 — rośliny zdrowe, o dużym wigorze).

### **Wczesność**

Wczesność określono w 2005 i 2006 roku. Wynik przedstawiono jako liczba dni od 1 kwietnia do daty początku kłoszenia, gdy 10% kwiatostanów wysuwało się z pochwy liścia.

### **Morfologia kłosa**

W 2005 roku nie wykazano różnicowania badanych materiałów pod względem generatywności natomiast istotne różnicowanie wykazano w morfologii kłosa. Dlatego w celu uzyskania dodatkowych informacji świadczących o plonowaniu nasiennym poszczególnych obiektów dokonano oceny długości zbitości kłosa w skali 1–4 (4 — kłos długi, zbity na poziomie wzorca; 3 — kłos o 10% krótszy w stosunku do wzorca; 2 — kłos

20% krótszy w stosunku do wzorca; 1 — kłos powyżej 30% krótszy w stosunku do wzorca). Wzorcem, charakteryzującym się kłosem długim i zbitym (ocenianym na 4) była odmiana Tivoli.

#### Warunki pogodowe w okresie trwania doświadczenia

Dane pogodowe, tj. średnie wartości temperatur oraz miesięczne sumy opadów zostały uzyskane ze Stacji Meteorologicznej Warszawa — Ursus (tab. 6).

Tabela 6

#### Średnie miesięczne temperatury powietrza i suma opadów w okresie od V 2004 do VIII 2006 Mean monthly temperatures and sum of precipitation during the period of V 2004 – VIII 2006

Rok Year	Miesiąc Month	Średnia temperatura (°C) Mean monthly temperature (°C)	Suma opadów (mm) Amount of precipitation (mm)	
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	
	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). 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 (cechy) wchodzące w skład określonego czynnika są istotnie zależne od siebie a jedna wartość czynnika przypisana poszczególnym obiektom świadczy wspólnie o tych zmiennych.



Zależności między poszczególnymi cechami potwierdzano również metodą korelacji prostej. Dodatkowo w celu zobrazowania relacji pomiędzy badanymi obiektami zastosowano kwadrat odległości Euklidesa jako miarę niepodobieństwa oraz analizę skupień metodą średniej więzi ważonej (WPGMA).

## WYNIKI

Badane materiały różniły się między sobą odpornością na rdzę koronową i żółtobłą o ocenioną przed 2 pokosem w sierpniu, odpornością na rdzę koronową ocenioną przed zbiorem 3 pokosu we wrześniu, odpornością na pleśń śniegową w 2005 i 2006 roku oraz morfologią i fizjologią roślin w stadium wegetatywnym w latach 2004–2006 oraz w stadium generatywnym w latach 2005–2006 (tab. 7, 8, 9). Wyniki obserwacji, które nie różnicowały obiektów nie były przedstawiane w tabelach.

Tabela 7

**Charakterystyka odmian diploidalnych i tetraploidalnych życicy trwałej w stadium wegetatywnym w użytkowaniu kośno -polowym w 2004 roku**  
**Characteristic of diploid and tetraploid perennial ryegrass cultivars in vegetative stage under field - cutting management in 2004**

Lp. No.	Odmiana Cultivar	2004								
		rdza koronowa i żółtobłą — sierpień crown and stem rust — August	rdza koronowa — wrzesień Crown rust — September	szerokość liścia 1 leaf width 1	wysokość roślin 1 plant height 1	ZM 1 * GM 1	szerokość liścia 2 leaf width 2	wysokość roślin 2 plant height 2	ZM 2 GM 2	ZM 3 GM 3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Odmiany diploidalne — Diploid cultivars (2n = 2x = 14)										
1	Aberdart	4,5	3,8	4,3	6,0	5,8	6,0	3,0	6,3	5,0
2	Arabella	5,3	5,3	4,3	6,5	6,3	5,5	3,0	7,8	6,8
3	Aristo	5,5	5,5	3,0	4,8	5,5	4,5	3,0	7,5	6,3
4	Aurora	1,0	2,5	3,8	5,8	5,0	5,5	3,5	2,0	2,8
5	Barnhem	4,5	5,3	4,8	6,5	5,3	7,3	3,5	7,3	6,0
6	Carrera	6,5	5,5	4,8	5,8	6,5	7,0	4,0	8,0	7,3
7	Corbet	4,5	4,3	4,0	5,8	5,5	6,5	4,5	6,0	5,3
8	Fennema	4,3	4,5	4,5	6,5	5,0	6,5	4,5	5,5	5,3
9	Foxtrot	3,8	4,8	4,3	6,5	5,5	6,5	5,0	6,8	5,8
10	Gladio	4,0	4,5	5,8	7,3	5,8	7,8	5,0	6,3	5,3
11	Guru	5,5	2,8	4,8	6,8	5,8	7,3	5,0	5,3	4,3
12	Heraut	4,8	5,5	4,0	5,0	4,5	5,5	5,0	5,3	4,5
13	Kells	5,3	5,3	4,0	5,5	5,5	6,0	5,5	6,3	5,8
14	Lipresso	3,5	4,3	4,5	6,8	6,8	7,0	6,0	6,5	6,5
15	Option	5,3	5,3	4,3	6,3	5,0	5,0	6,5	6,5	5,8
16	Orval	6,0	6,8	5,5	6,5	4,0	8,0	6,5	6,0	4,8
17	Sponsor	5,0	5,3	4,5	5,3	5,5	5,8	7,5	7,3	7,0
18	Vincent	5,5	5,5	6,3	7,3	4,8	8,8	8,5	6,0	6,3
19	Weigra	4,5	4,5	4,0	5,3	6,0	6,3	9,0	7,0	6,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Odmiany tetraploidalne — Tetraploid cultivars ( $2n=4x=28$ )										
20	Aubisque	5,5	6,0	4,3	6,0	5,5	6,3	3,5	7,0	6,0
21	Bocage	5,5	6,3	4,3	5,8	5,5	5,8	3,5	6,5	5,0
22	Condesa	2,5	3,8	5,0	6,0	5,3	8,3	4,0	4,8	3,5
23	Elgon	4,8	5,3	5,3	6,8	5,8	7,3	4,5	7,3	5,0
24	Gwendal	6,0	5,3	4,5	6,5	5,8	6,5	5,0	8,0	7,5
25	Helmer	3,0	4,8	4,5	5,5	5,8	7,8	5,0	5,0	4,8
26	Kentaur	4,3	4,8	5,0	6,5	6,8	8,0	5,5	7,5	6,8
27	Lacerta	6,5	7,0	4,0	5,8	6,3	5,8	6,0	8,0	7,3
28	Litepno	3,8	6,8	5,0	6,3	5,3	8,3	6,5	6,0	5,8
29	Pastoral	5,5	6,5	6,3	6,5	5,8	8,5	6,5	6,5	5,8
30	Roy	4,3	5,0	5,5	6,0	5,8	7,3	7,5	6,5	5,8
31	Sirocco	3,8	5,5	5,8	7,3	5,0	8,5	7,5	5,3	4,8
32	Terry	3,8	5,5	4,0	5,8	5,8	6,0	8,0	5,8	5,0
33	Tivoli	4,5	5,8	6,0	6,5	6,3	8,3	8,0	7,5	7,8
Średnia Mean		4,6	5,1	4,7	6,1	5,6	6,8	5,6	6,4	5,7
NIR — LSD <sub>(0,05)</sub> Tukeya		1,8	1,7	2,5	2,4	2,6	1,9	2,1	2,8	2,4

\* ZM 1, ZM 2, ZM 3 — szacunkowy plon zielonej masy w 1, 2 i 3 pokosie

GM 1, GM 2, GM 3 — estimated green mass production in the 1, 2 and 3 cut

Analiza czynnikowa z rotacją Varimax za pomocą kryterium Kaisera pozwoliła dokonać podziału 25 zmiennych istotnie różnicujących odmiany żyłocy trwałej (obserwowanych cech) na 8 czynników głównych i określić, które zmienne wchodziły w skład określonego czynnika i są istotnie zależne od siebie (tab. 10, 11). Zależności te potwierdzono również metodą analizy korelacji (tab. 12, 13, 14). Wartość określonego czynnika przypisana każdej badanej odmianie, w postaci jednej liczby świadczyła o wszystkich zmiennych wchodzących w skład tego czynnika i pozwoliła wnioskować o wartości rolniczej obiektu (tab. 15, 16). Najważniejsze cechy świadczące o wartości rolniczej badanych obiektów skupiały dwa czynniki: czynnik 1 i czynnik 3.

Czynnik 1, który wniósł 34,59% ogółu zmienności wykazał wysoce istotną współzależność pomiędzy stanem roślin po zimie na początku okresu wegetacyjnego w roku 2005 i 2006, oceną stanu roślin przed zimą w roku 2005, oceną wczesnowiosenną w roku 2006 oraz morfologią kłosa (zbitość kłosa, długość kłosa) i szerokością liścia flagowego (tab. 10, 11). Na podstawie morfologii kłosa pośrednio można wnioskować o plonowaniu nasiennym badanego obiektu. Czynniki 1 wykazał również niewielki związek tych zmiennych z oceną odporności na rdzę koronową w okresie jesiennym. Największe zróżnicowanie odmian pod względem odporności na pleśń śniegową oraz trwałości (stan roślin po zimie) uzyskano w 2006 roku. Średnie porażenie pleśnią śniegową wynosiło 3,1. Stan roślin po zimie zaraz po ruszeniu wegetacji w 2006 roku oceniono średnio na poziomie 4,4, natomiast dwa tygodnie później na poziomie 6,5. Zakres zmienności pod względem odporności na rdzę wynosił 1,8–4,3. Oceny stanu roślin po zimie w pierwszym terminie wahały się w zakresie 2,5–6,0 natomiast w drugim terminie 4,5–7,8 (tab. 8).

**Charakterystyka odmian diploidalnych i tetraploidalnych życicy trwalej w stadium wegetatywnym w użytkowaniu kośno-polowym w latach 2005–2006**  
**Characteristic of diploid and tetraploid perennial ryegrass cultivars in vegetative stage under field – cutting management during 2005–2006 years**

Lp. No.	Odmiana Cultivar	2005					2006			
		pleśń śniegowa 1 snow mould 1	stan po zimie after winter performance 1	ocena wiosenna 1 spring performance 1	wysokość roślin 3 plant height 3	ZM 4 * GM 4	stan przed zimą fall performance	pleśń śniegowa 2 snow mould 2	stan po zimie 2 after winter performance 2	ocena wiosenna 2 spring performance 2
Odmiany diploidalne — diploid cultivars (2n=2x=14)										
1	Aberdart	6,3	4,3	6,0	6,0	5,3	3,0	1,8	2,8	5,0
2	Arabella	7,0	4,8	6,8	6,3	6,8	4,8	2,8	3,8	5,8
3	Aristo	6,5	4,8	6,8	6,0	7,8	5,0	2,3	3,8	6,3
4	Aurora	7,0	4,5	5,0	4,0	4,0	2,3	3,0	4,5	4,5
5	Barnhem	6,0	4,0	5,8	5,3	7,0	5,0	3,3	4,0	6,5
6	Carrera	7,5	4,8	6,0	5,3	7,5	4,8	2,5	3,5	5,5
7	Corbet	6,3	4,8	5,0	5,3	6,0	3,8	3,0	4,5	6,5
8	Fennema	6,5	5,0	6,5	5,5	5,3	5,3	2,5	4,3	6,8
9	Foxtrot	6,5	5,3	7,0	6,0	6,8	4,8	3,3	4,3	6,3
10	Gladjo	6,8	3,8	6,0	6,0	7,5	5,3	1,8	2,5	4,3
11	Guru	6,3	3,5	4,3	5,0	4,3	4,0	1,8	2,8	3,5
12	Heraut	6,5	4,5	6,3	6,5	5,8	4,0	3,0	4,0	6,3
13	Kells	5,8	3,8	6,0	5,5	4,5	5,3	2,0	3,5	5,5
14	Lipresso	6,3	4,0	7,0	5,8	5,3	4,5	2,3	4,0	5,8
15	Option	5,8	4,8	7,0	6,0	6,5	4,5	2,3	3,3	5,5
16	Orval	6,3	3,8	5,5	5,8	7,0	4,5	2,0	3,5	4,3
17	Sponsor	6,5	4,3	5,0	5,5	6,3	6,0	1,8	2,8	4,8
18	Vincent	7,0	4,5	7,5	6,3	7,5	6,0	2,8	4,3	6,3
19	Weigra	6,3	4,0	6,8	6,5	5,8	5,5	2,5	3,8	6,0
Odmiany tetraploidalne — Tetraploid cultivars (2n = 4x = 28)										
20	Aubisque	6,5	5,3	6,8	7,5	5,3	6,3	4,8	6,0	8,0
21	Bocage	6,3	5,3	6,0	7,8	7,8	6,3	3,8	5,3	8,5
22	Condesa	6,8	4,3	7,0	7,3	7,8	6,8	4,3	5,5	8,3
23	Elgon	6,5	4,3	6,0	7,3	7,3	5,3	3,8	5,3	8,0
24	Gwendal	5,8	4,3	4,5	7,0	7,0	6,3	3,5	5,0	7,0
25	Helmer	6,8	4,5	7,8	7,8	5,0	6,0	3,8	5,0	7,5
26	Kentaur	6,3	4,5	7,5	7,8	6,8	6,5	3,8	5,0	7,5
27	Lacerta	6,8	6,0	8,5	7,3	5,5	6,3	4,0	5,3	8,0
28	Litempo	7,0	6,0	8,8	7,0	5,8	7,3	4,8	5,5	7,8
29	Pastoral	6,5	5,3	6,3	7,8	7,5	6,5	4,0	5,8	7,8
30	Roy	7,3	5,3	7,3	6,8	6,3	7,5	4,3	5,5	8,3
31	Sirocco	7,3	5,3	6,8	8,0	7,0	7,0	4,0	5,3	7,5
32	Terry	6,5	4,8	7,0	7,8	5,0	6,0	3,8	5,8	8,0
33	Tivoli	7,0	3,8	7,3	7,8	8,0	5,3	3,8	5,3	7,8
Srednia Mean		6,5	4,6	6,5	6,4	6,3	5,4	3,1	4,4	6,5
NIR <sub>(0,05)</sub>										
LSD <sub>(0,05)</sub>		2,0	2,4	2,2	2,0	2,1	2,5	2,6	2,3	2,5
Tukeya										

\* ZM 4 — szacunkowy plon zielonej masy po zbiorze nasion w 2005 roku.

GM 4 — estimated green mass production after seed harvest in 2005

Tabela 9

**Charakterystyka odmian życicy trwałej badanych w stadium generatywnym w latach 2005 i 2006**  
**Characteristic of perennial ryegrass cultivars tested in the generative stage in 2005 and 2006**

Lp. No.	Odmiana Cultivar	2005			2006			
		wczesność 1 maturity 1	opis kłosa spike characterization		wczesność 2 maturity 2	wysokość roślin (cm) plant height (cm)	liść flagowy flag leaf	
			zbitość density	długość length			długość (cm) length (cm)	szerokość (mm) width (mm)
Odmiany diploidalne — Diploid cultivars (2n=2x=14)								
1	Aberdart	56	1,0	1,0	54	80,0	14,1	4,5
2	Arabella	58	2,5	2,5	56	80,0	14,9	4,8
3	Aristo	65	2,5	2,0	64	72,5	12,1	4,5
4	Aurora	53	1,5	1,0	57	77,5	10,6	3,5
5	Barnhem	66	2,0	2,0	64	90,0	15,5	3,5
6	Carrera	77	2,5	1,5	65	75,0	13,1	4,0
7	Corbet	66	2,5	2,5	64	75,0	12,0	3,5
8	Fennema	56	2,5	1,5	56	75,0	12,4	4,0
9	Foxtrot	63	2,5	3,0	66	75,0	15,5	4,0
10	Gładio	66	2,5	2,5	67	80,0	14,3	4,0
11	Guru	54	1,5	1,0	57	77,5	13,9	2,3
12	Heraut	60	2,0	1,5	64	77,5	10,5	4,5
13	Kells	57	2,5	2,5	54	70,0	11,8	4,0
14	Lipresso	53	2,5	1,5	53	77,5	11,8	4,5
15	Option	58	3,5	2,5	59	80,0	11,8	4,8
16	Orval	78	2,5	3,0	61	80,0	10,3	3,5
17	Sponsor	64	3,0	3,0	66	67,5	15,3	4,0
18	Vincent	62	2,0	1,5	63	67,5	13,8	4,5
19	Weigra	59	2,5	1,5	59	87,5	16,4	5,5
Odmiany tetraploidalne — Tetraploid cultivars (2n=4x=28)								
20	Aubisque	55	3,0	2,5	53	77,5	14,6	5,5
21	Bocage	66	3,5	4,0	63	85,0	19,0	5,5
22	Condesa	66	3,5	3,5	68	85,0	18,9	5,5
23	Elgon	59	2,5	1,5	63	75,0	15,8	4,8
24	Gwendal	66	4,0	4,0	66	75,0	16,9	5,5
25	Helmer	57	4,0	3,5	55	77,5	20,6	6,0
26	Kentaur	59	4,0	3,5	60	80,0	17,5	5,8
27	Lacerta	56	3,5	3,0	56	82,5	18,1	6,0
28	Litempo	56	4,0	4,0	54	72,5	14,1	5,3
29	Pastoral	66	2,5	3,5	67	75,0	17,6	5,0
30	Roy	60	3,0	3,5	61	80,0	17,1	5,5
31	Sirocco	64	3,5	3,5	60	80,0	14,0	5,5
32	Terry	59	4,0	3,5	55	87,5	17,1	5,5
33	Tivoli	66	3,5	4,0	66	85,0	16,8	6,0
Średnia Mean		60	3,0	3,0	60	78,3	15,0	5,0
NIR <sub>(0,05)</sub> — LSD <sub>(0,05)</sub> Tukeya		9,1	2,6	2,4	7,3	11,2	2,1	1,5

Wykazano, że materiały wczesne gorzej regenerowały się po zimie. Dodatkowo stwierdzono, że materiały wczesne były bardziej podatne na zakażenie rdzą koronową w roku poprzednim (współczynnik korelacji 0,29\*\*) oraz wskazano na zależności pomiędzy morfologią liścia flagowego w stadium generatywnym z trwałością badanych materiałów (tab. 12, 13, 14).

Tabela 10

**Analiza czynnikowa cech charakteryzujących badane odmiany życicy trwałej**  
**Factor analysis of the characters of the tested perennial ryegrass cultivars**

Czynnik Factor	Wartość własna Eigen values	% zmienności badanych obiektów (ogółu wariancji) % of variance of tested genotypes	Skumulowana wartość własna Cumulative eigenvalues	Skumulowany % zmienności Cumulative % of variance
1	9,69	34,59	9,69	34,59
2	3,75	13,39	13,43	47,98
3	3,13	11,18	16,57	59,17
4	2,19	7,83	18,76	66,99
5	1,78	6,36	20,54	73,36
6	1,37	4,91	21,91	78,27
7	1,14	4,08	23,06	82,34
8	1,08	3,84	24,13	86,18

Tabela 11

**Macierz czynników rotowanych zmiennych charakteryzujących badane odmiany życicy trwałej**  
**Character rotation factor matrix of the tested perennial ryegrass cultivars**

Rok Year	Zmienna Variable	Czynnik 1 Factor 1	Czynnik 2 Factor 2	Czynnik 3 Factor 3	Czynnik 4 Factor 4	Czynnik 5 Factor 5	Czynnik 6 Factor 6	Czynnik 7 Factor 7	Czynnik 8 Factor 8
1	3	3	4	5	6	7	8	9	10
2004	rdza żdźbłowa i koronowa — sierpień crown and stem rust — August	-0,1	0,0	0,9	0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0
	rdza koronowa — wrzesień crown rust — September	0,5	0,0	0,7	0,2	-0,3	0,2	0,0	0,2
	szerokość liścia 1 leaf width 1	0,1	0,9	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0	0,2
	wysokość roślin 1 plant height 1	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,1	-0,1
	zielona masa 1 green mass 1	0,1	0,0	0,2	-0,1	0,9	0,0	0,2	-0,1
	szerokość liścia 2 leaf width 2	0,2	0,8	-0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2
	wysokość roślin 2 plant height 2	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9
	zielona masa 2 green mass 2	0,1	0,0	0,8	0,2	0,4	-0,1	0,1	0,0
	zielona masa 3 green mass 3	0,1	0,0	0,8	0,1	0,5	0,1	0,0	0,2
	pleśń śniegowa 1 snow mould 1	0,1	0,2	-0,2	0,2	0,1	0,8	-0,1	0,0
2005	stan po zimie 1 after winter performance 1	0,6	-0,2	0,2	-0,2	-0,2	0,7	0,0	-0,1
	ocena wiosenna 1 spring performance 1	0,4	0,0	0,1	-0,2	0,0	0,6	0,4	0,3
	wczesność 1 — maturity 1	0,0	0,1	0,2	0,9	-0,1	0,0	-0,1	0,0
	zbitość kłosa — spike dense	0,8	-0,1	0,1	0,1	0,2	-0,1	0,0	0,4
	długość kłosa — spike lenght	0,8	0,0	0,0	0,3	0,1	-0,1	-0,1	0,3
	wysokość roślin 3 plant height 3	0,8	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2
	zielona masa 4 — green mass 4	0,2	0,2	0,3	0,8	0,0	0,1	0,2	0,0
	stan przed zimą fall performance	0,8	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	-0,1	0,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	pleśń śniegowa 2 snow mould 2	0,9	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,3	0,2	-0,1
	stan po zimie 2 after winter performance 2	0,9	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,2	0,2	-0,1
	ocena wiosenna 2 spring performance 2	0,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,3	-0,1
	wczesność 2 — maturity 2	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
2006	wysokość roślin w stadium generatywnym plant height in the generative stage	0,2	-0,1	-0,2	0,1	0,1	-0,2	0,7	0,0
	szerokość liścia flagowego width of the flag leaf	0,8	0,1	0,1	-0,1	0,3	0,1	0,3	0,1
	długość liścia flagowego length of the flag leaf	0,5	0,1	0,3	0,0	0,4	0,2	0,4	0,5
	Wariancja wyjściowa Initial variance	7,4	2,7	3,2	2,9	2,0	2,1	2,1	1,9
	Udział — Share	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Ujemne wartości czynnika 1 przypisane wszystkim odmianom diploidalnym wskazują, że materiały te nie wykazują wysokiej wartości rolniczej pod względem cech przypisanych czynnikowi 1 (tab. 15). Charakteryzują się niską odpornością na pleśń śniegową, źle przechodzą przez okres spoczynku zimowego (niskie oceny stanu roślin o zimie i w okresie wczesnej wiosny). Większość z badanych odmian (oprócz Vincent, Sponsor i Foxtrot) charakteryzowały się kłosem luźnym i krótkim. Wszystkim odmianom tetraploidalnym zostały przypisane dodatkowo wartości czynnika 1, a najwyższe odmianom Aubisque, Bocage, Gwendal, Litempo, i Terry (powyżej 1,3). Odmiany te szybko kończyły okres spoczynku zimowego oraz posiadały kłos długi i zbity, rokujący wysoki plon nasion (tab. 16).

Czynnik 3, który wniósł ponad 11% zmienności wykazał wysoce istotny wpływ rdzy źdźbłowej i koronowej na szacunkowy plon zielonej masy w 2 i 3 pokosie (tab. 10, 11). Największe zróżnicowanie odmian pod względem odporności na rdzę koronową i źdźbłową uzyskano na podstawie wyników obserwacji przeprowadzonych w okresie letnim (sierpień) oraz jesiennym (tab. 7). Analiza mikroskopowa prób porażonych liści pobranych z pola pozwoliła stwierdzić występowanie w sierpniu zarówno rdzy źdźbłowej jak i koronowej a jesienią koronowej. Potwierdzone to zostało również w ramach współpracy w laboratorium Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, Zurich, Szwajcaria, które koordynuje badania w ramach programu „EUCARPIA multisite rust evaluation trial”. Występowanie obu gatunków rdzy miało uzasadnienie w przebiegu warunków pogodowych (tab. 6). Rdza źdźbłowa potrzebuje do rozwoju wyższych temperatur niż rdza koronowa. Ponieważ średnie temperatury w miesiącach letnich (lipiec, sierpień) nie były wysokie, rdza koronowa pojawiła się wcześniej i dominowała w populacji rdzy.

Tabela 12

**Współzależności zmiennych charakteryzujących odmiany życicy trwałej w stadium wegetatywnym w latach 2004, 2005 i 2006 ze zmiennymi opisującymi stadium wegetatywne roślin w roku 2004**  
**Relationships between the characters of perennial ryegrass cultivars in vegetative stage in 2004, 2005 and 2006 and the characters describing vegetative stage in 2004**

Rok Year	Zmienne Characters	Współczynniki korelacji Correlation coefficients								
		2004								
		rdza żdźbłowa i koronowa – sierpień / crown and stem rust - august	rdza koronowa – wrzesień crown rust - september	szerokość liścia 1 leaf width 1	wysokość roślin 1 plant height 1	zielona masa 1 green mass 1	szerokość liścia 2 leaf width 2	wysokość roślin 2 plant height 2	zielona masa 2 green mass 2	zielona masa 3 green mass 3
2004	rdza koronowa – wrzesień crown rust - september	0,47***	x							
	szerokość liścia 1 leaf width 1	x	0,23**	x						
	wysokość roślin 1 plant height 1	x	x	0,63***	x					
	zielona masa 1 green mass 1	x	x	0,55***	0,77***	x				
	szerokość liścia 2 leaf width 2	x	0,29***	0,56***	0,36***	0,27***	x			
	wysokość roślin 2 plant height 2	x	x	0,30***	0,43***	0,33***	0,37***	x		
	zielona masa 2 green mass 2	0,41***	0,26***	0,31***	0,53***	0,50***	0,38***	0,36***	x	
	zielona masa 3 green mass 3	0,38***	0,31***	0,27**	0,30***	0,33***	0,34***	0,34***	0,75***	x

c.d. Tabela 12

1	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2005	pleśń śniegowa 1 snow mould 1	x	0,18*	x	x	x	x	x	-0,19*	x
	stan po zimie 1 after winter performance 1	x	0,30***	x	x	x	x	x	x	x
	ocena wiosenna 1 spring performance 1	x	0,35***	0,18*	x	x	0,29***	x	x	0,23**
	wysokość roślin 4 plant height 4	x	0,34***	0,51***	0,29***	0,20**	0,63***	0,30***	0,21***	x
	zielona masa 4 green mass 4	0,26**	0,29**	x	x	x	x	x	0,33***	0,20*
	stan przed zimą fall performance	x	0,40***	0,47***	0,21**	x	0,52***	0,26**	x	0,33***
2006	pleśń śniegowa 2 snow mould 2	x	0,31***	0,40***	x	x	0,52***	x	x	x
	stan po zimie 2 after winter performance 2	x	0,29***	0,40***	x	x	0,49***	x	x	x
	ocena wiosenna 2 spring performance 2	x	0,31***	0,29***	x	x	0,48***	x	x	x

\*\*\* - Istotne przy  $P < 0,01$ ; Significant at  $P < 0,01$ 

x — Nieistotne; Not significant



Tabela 13

**Współzależności zmiennych charakteryzujących odmiany życicy trwałej w stadium wegetatywnym w latach 2005–2006**  
**Relationships between the characters of perennial ryegrass cultivars in vegetative stage in the years 2005–2006**

Rok Year	Zmienne Characters	Współczynniki korelacji Correlation coefficients							
		2005					2006		
		pleśń śniegowa 1 snow mould 1	stan po zimie 1 after winter performance 1	ocena wiosenna 1 spring performance 1	wysokość roślin 4 plant height 4	zielona masa 4 green mass 4	stan przed zimą fall performance	pleśń śniegowa 2 snow mould 2	stan po zimie 2 after winter performance 2
2005	ocena wiosenna 1 spring performance 1	0,28***	0,31***	x					
	wysokość roślin 4 plant height 4	x	x	0,31***	x	0,26**			
	zielona masa 4 green mass 4	x	x	x	x	x			
	zielona masa 5 green mass 5	0,20*	x	0,20*	x	x			
	stan przed zimą fall performance	0,29***	x	0,43***	0,55***	0,24**	x		
2006	pleśń śniegowa 2 snow mould 2	0,26**	0,32***	x	0,49***	x	0,60***	x	
	stan po zimie 2 after winter performance 2	0,23**	0,26**	x	0,53***	x	0,52***	0,90***	x
	ocena wiosenna 2 spring performance 2	0,18*	0,33***	x	x	x	0,46***	0,77***	0,82***

Tabela 14

**Współzależności zmiennych charakteryzujących odmianę życicy trwałej w stadium generatywnym oraz z wybranymi zmiennymi w stadium wegetatywnym latach 2004–2006**

**Relationships between perennial ryegrass characters in generative stage and some characters in vegetative stage in the years 2004–2006**

Rok Year	Zmienne Variables	Współczynniki korelacji Correlation coefficient											
		2004	2005			2006			2005		2006		
		rdza koronowa - wrzesień crown rust - august	stan po zimie after winter performance	ocena wiosenna spring performance	stan przed zimą fall performance	pleśń śniego wa snow mould	stan po zimie after winter performance	ocena wiosenna spring performance	wczesność maturity	zbitość kłosa spike density	długość kłosa spike length	długość liścia flagowego flag leaf length	
	wczesność maturity	0,29**	-0,24*	x	x	x	x	x	x				
2005	kłos spike	zbitość density	0,35***	x	0,44***	0,52***	0,30*	0,31*	0,40***	x	x		
		długość length	0,49***	x	0,47***	0,61***	0,44** *	0,41***	0,43***	0,38***	0,89***	x	
	wczesność maturity	x	x	x	x	x	x	x	0,70***	x	x		
2006	liść flagowy flag leaf	długość length	x	x	x	0,41***	0,34** *	0,30***	0,38***	x	0,38**	0,46***	x
		szerokość width	x	x	x	0,56***	0,53** *	0,54***	0,47***	x	0,60***	0,55***	0,54***

Tabela 15

**Macierz czynników rotowanych diploidalnych odmian życicy trwalej w stadium wegetatywnym i w stadium generatywnym w latach 2004–2006**  
**Rotation factor matrix of diploid perennial ryegrass cultivars in vegetative and generative stages in the years 2004–2006**

Lp. No.	Odmiana Cultivar	Czynnik 1 Factor 1	Czynnik 2 Factor 2	Czynnik 3 Factor 3	Czynnik 4 Factor 4	Czynnik 5 Factor 5	Czynnik 6 Factor 6	Czynnik 7 Factor 7	Czynnik 8 Factor 8
1	Aberdart	-1,7	-0,1	0,1	-1,1	0,2	0,0	1,1	-1,0
2	Arabella	-0,5	-0,2	0,9	-0,2	0,9	0,5	-0,1	-1,3
3	Aristo	-0,6	-2,4	0,9	1,0	0,1	1,0	-0,1	-0,6
4	Aurora	-1,0	-0,7	-3,4	-0,8	-0,3	0,8	-0,8	-1,3
5	Barnhem	-0,6	0,3	0,2	0,8	0,1	-0,7	1,0	-1,1
6	Carrera	-1,2	-0,3	1,0	1,9	1,3	1,9	-0,4	-0,7
7	Corbet	-0,2	-0,7	-0,5	0,6	-0,1	-0,5	-1,1	-1,0
8	Fennema	-0,4	0,3	0,0	-1,1	-1,4	0,0	-0,4	-0,7
9	Foxtrot	-0,2	-0,2	0,0	0,5	0,1	0,9	0,2	-0,3
10	Gladjo	-1,1	1,4	-0,6	1,3	0,7	-0,5	-0,3	0,2
11	Guru	-1,6	1,2	-0,7	-1,4	0,9	-1,1	-0,9	-0,4
12	Heraut	-0,6	-1,3	-0,2	0,2	-2,1	0,2	0,9	-0,1
13	Kells	-0,4	-0,7	0,5	-1,3	-0,1	-1,4	-1,9	0,7
14	Lipresso	-1,0	0,7	0,0	-1,6	1,5	-0,2	0,7	0,4
15	Option	-0,6	-0,8	0,9	-0,5	-1,4	-0,9	1,6	1,3
16	Orval	-0,8	0,6	0,5	1,4	-2,3	-0,8	-1,0	1,1
17	Sponsor	-0,6	-1,1	0,4	0,9	0,6	-0,5	-2,4	1,8
18	Vincent	-0,9	2,3	0,9	-0,1	-1,4	1,3	-0,3	1,0
19	Weigra	-0,8	-1,0	-0,2	-0,3	0,5	-0,7	1,9	1,9

Tabela 16

**Macierz czynników rotowanych tetraploidalnych odmian życicy trwalej w stadium wegetatywnym i w stadium generatywnym w latach 2004–2006**  
**Rotation factor matrix of tetraploid perennial ryegrass cultivars in vegetative and generative stages in the years 2004–2006**

Lp. No.	Odmiana Cultivar	Czynnik 1 Factor 1	Czynnik 2 Factor 2	Czynnik 3 Factor 3	Czynnik 4 Factor 4	Czynnik 5 Factor 5	Czynnik 6 Factor 6	Czynnik 7 Factor 7	Czynnik 8 Factor 8
1	Aubisque	1,5	0,1	0,8	-1,6	-0,5	-0,2	-0,6	0,2
2	Bocage	1,5	-1,0	0,3	0,9	-0,7	-0,7	0,1	1,1
3	Condesa	1,1	0,1	-2,3	1,7	-0,3	-0,1	1,1	-0,3
4	Elgon	0,2	1,2	0,6	-0,1	-0,5	-0,5	1,4	1,0
5	Gwendal	1,3	0,2	1,0	0,6	0,8	-2,5	-1,1	0,9
6	Helmer	1,1	-0,6	-1,5	-0,7	0,8	0,5	-0,5	0,7
7	Kentaur	1,0	0,6	0,1	-0,2	1,6	-0,8	0,6	1,2
8	Lacerta	0,8	-1,0	1,7	-1,3	0,7	1,6	0,8	0,2
9	Litempo	1,5	0,3	0,1	-1,2	-0,4	2,0	-1,1	-0,4
10	Pastoral	1,0	1,5	0,7	0,6	-0,5	0,3	0,1	-1,4
11	Roy	0,8	0,1	-0,5	0,2	0,4	1,3	-0,5	0,5
12	Sirocco	1,0	1,5	-0,7	0,2	-0,8	0,8	0,0	-1,9
13	Terry	1,3	-1,0	-0,8	-0,7	-0,2	-1,0	0,9	-1,2
14	Tivoli	0,5	0,9	-0,1	1,3	1,6	0,0	1,1	-0,6

Zakres zmienności odporności badanych odmian na rdzę wynosił w okresie letnim od 1,0 do 6,5 a w okresie jesiennym 2,5–7,0 (tab. 7). Dwie odmiany diploidalne, Carrera i Option, wykazały wysoką odporność na rdzę zarówno w okresie letnim jak i jesiennym.

Sześć innych odmian diploidalnych, Vincent, Aristo, Kells, Arabella i Sponsor, charakteryzowały się podwyższoną odpornością. Pozostałe odmiany diploidalne (11 odmian co stanowi 58% badanych) scharakteryzowano jako średnio podatne i podatne na zakażenie grzybami *P. coronata* i *P. graminis* spp. *graminicola*. Wśród odmian tetraploidalnych dwie odmiany Lacerta i Gwendal scharakteryzowano jako bardzo odporne. Trzy inne odmiany tetraploidalne, Bocage, Pastoral i Aubisque wykazały podwyższoną odporność przez cały okres wegetacyjny. Tylko jedna z badanych odmian tetraploidalnych, Condesa, nie wykazała odporności na rdzę, natomiast pozostałe odmiany zostały scharakteryzowane jako średnio podatne w okresie letnim i średnio odporne w okresie jesiennym. Wartości Czynnika 3 przypisane badanym odmianom, wykazały, że zarówno w grupie materiałów diploidalnych jak tetraploidalnych można wyodrębnić obiekty o podwyższonej odporności na rdze koronową i źdźbłowa oraz rokujące wysoki szacunkowy plon zielonej masy (tab. 15, 16). Najwyższą wartość rolniczą pod względem tych cech wykazały odmiany diploidalne Arabella, Aristo, Option i Gwendal (wartości czynnika 3 wyniosł 0,9) oraz odmiany tetraploidalne Aubisque, Gwendal, Lacerta, i Pastoral. Na szczególną uwagę zasługuje odmiana Lacerta (wartość czynnika 3 wynosi 1,7).

Czynnik 2 wskazał na zróżnicowanie badanych europejskich odmian życicy trwałej pod względem morfologii roślin w stadium wegetatywnym (szerokość liścia i tempo wzrostu) oraz na istotne współzależności pomiędzy tymi cechami, co potwierdzono metodą analizy korelacji (tab. 11, 12). Wysokość roślin w stadium generatywnym została scharakteryzowana jako cecha niezależna od innych opisanych zmiennych (czynnik 7). Czynniki 4 i 5 wskazały na ścisłą współzależność wczesności roślin w użytkowaniu nasiennym z szacunkowym plonem zielonej masy w pokosie zbieranym po zbiorze nasion. Do grupy odmian najwcześniejszych, charakteryzujących się równocześnie wysokim szacunkowym plonem zielonej masy po zbiorze nasion, włączone zostały 4 odmiany diploidalne: Aristo, Carrera, Gladio i Option. W grupie odmian tetraploidalnych najwyższym dodatkowym plonem zielonej masy po zbiorze nasion charakteryzowała się odmiana Tivoli, Condesa, Bocage, Elgon, i Pastoral..

#### DYSKUSJA

Życica trwała jest jednym z najważniejszych gatunków traw pastewnych ze względu na jej wysoką smakowitość (Balasko i in., 1995). O jej wartości użytkowej (rolniczej) w dużym stopniu decyduje odporność na stesy biotyczne i abiotyczne, z których najważniejsze to rdza źdźbłowa i koronowa, pleśń śniegowa oraz niskie temperatury w okresie zimowym (Lowe i in., 1983; Cagas, 1996, 2000; Cappelli i in., 1993; Rickaer, 1995; Thomas, Camps, 1996; Welty, Azevedo, 1994). Hodowla odmian o podwyższonej odporności na patogeny jest jedyną skuteczną metodą ich zwalczania.

Problem związany z rdza źdźbłową i koronową na życicy trwałej występuje na terenie całej Europy. Dlatego inicjatywa przedstawiona przez Beat Bollera prowadzenia wspólnych badań nad interakcją życicy trwałej i grzybami z rodzaju *Puccinia* spp. spotkała się z dużym zainteresowaniem. Podczas konferencji EUCARPIA „Breeding for stress

tolerance in fodder crops and amenity grasses” ustalono zestaw odmian o zróżnicowanej odporności na rdze i o zróżnicowanych pochodzeniu. W latach 2001–2002 materiał zróżnicowano pod względem odporności na rdzę źdźbłową i koronową w 17 miejscowościach, wykazując dużą powtarzalność wyników. Świadczyło to o braku zróżnicowania w europejskiej populacji grzybów z rodzaju *Puccinia* spp. pod względem patotypów wirulentnych w stosunku do genów odporności obecnych w wytypowanych do badań odmianach (Boller i in., 2002; Schubiger i in., 2003). Jedynie w Hof Steinke i Hohenheim, Niemcy nasilenie rdzy było niskie i nie zaobserwowano różnic w odporności odmian podatnych i odpornych (Boller, 2002). Do kolejnego cyklu badań „EUCARPIA multisite rust evaluation trial” została włączona również Polska, a badania prowadzono w IHAR Radzików (Schubiger i in., 2006). W Radzikowie średni stopień porażenia badanych odmian przez rdzę koronową w okresie jesiennym wynosił 5,1. Największe nasilenie choroby odnotowano w Niemczech (Gross Lüsewitz) oraz w Holandii (Roland) (średnie porażenie dla wszystkich odmian: 2, 0–4, 0). W 8 innych miejscowościach średnia odporność wahała na poziomie w zakresie 4,0–5,0 (Francja: Les Alleuds, Montours, Orchies; Wielka Brytania: Loughall; Holandia: Ottersum; Niemcy: Bornhof; Austria: Gumpenstein; Włochy: Lodi). W okresie letnim średni stopień porażenia badanych odmian przez *P. graminis* subsp. *graminicola*, będącej sprawcą rdzy źdźbłowej na życicy trwałej, na terenie Niemiec (2 lokalizacje), Republiki Czeskiej (3 lokalizacje), Francji (1 lokalizacja), Polski (1 lokalizacja), Szwajcarii (1 lokalizacja) i Włoch (2 lokalizacje) wynosił 6,1. W tym okresie nasilenie rdzy źdźbłowej w Polsce było najwyższe (i ocenione zostało na poziomie 4,6). W Radzikowie na 5 odmianach (Condesa, Foxtrot, Roy, Helmer i Elgon) silne porażenie rdzą źdźbłową odnotowano wcześniej niż w innych krajach i było ono zbieżne z ocenami jesiennymi w innych krajach. Wpływ na to miał fakt, że w okresie letnim temperatury nie były wysokie i wcześniej niż w innych lokalizacjach sprzyjały rdzy koronowej. Na podstawie wyników uzyskanych we wszystkich 20 lokalizacjach gdzie prowadzono badania stwierdzono, że najwyższą odporność na rdzę koronową w okresie jesiennym, ocenioną w przedziale 7,0–9,0 posiadało 6 odmian tetraploidalnych (Gwendal, Bocage, Pastoral, Lacerta, Aubisque, Elgon i Roy) oraz 5 odmian diploidalnych (Carrera, Orval, Vincent, Option i Heraut). Bardzo ciekawy jest fakt, że najbardziej odporne odmiany tetraploidalne Lacerta i Gwendal zostały ocenione w Polsce poniżej 7,0. W 2001 roku i 2004 roku, w innych krajach Europy, odporność ich była zawsze oceniana w zakresie 8,0–9,0. Na podstawie współpracy ze Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture w Zurich, Szwajcaria wykazano, że w populacji rdzy zebranej w Polsce z odmiany Lacerta znaleziono izolat wirulentny w stosunku do niektórych roślin tej odmiany. Z informacji ustnej wiadomo, że izolat taki znaleziono tylko w populacji polskiej (Schubiger, informacja ustna).

Dodatkowa charakterystyka cech morfologicznych i fizjologicznych w stadium wegetatywnym i generatywnym odmian włączonych do programu „EUCARPIA multisite rust evaluation trial” pozwoliła wstępnie wnioskować o ich wartości rolniczej w warunkach Polski. Materiały różniły się między sobą odpornością na pleśń śniegową, zdolnością do szybkiej regeneracji po zimie, morfologią w stadium wegetatywnym i generatywnym (wysokość rośliny, długość kłosa, zbitość kłosa, długość i szerokość liścia

flagowego). Wykazano istotną współzależność plonu zielonej masy w 2 i 3 pokosie od podatności na rdzę żdźbłową i koronową, potwierdzając wyniki uzyskane w innych badaniach (Lowe i in., 1983; Cagas, 1996, 2000; Cappelli i in., 1993; Rickaer, 1995; Thomas, Camps, 1996; Welty, Azevedo, 1994). Natomiast stan roślin przed zimą oraz dwukrotnie oceniany stan roślin po zimie łączył się z odpornością na pleśń śniegową oraz niektórymi cechami roślin w stadium generatywnym świadczącymi o plonowaniu nasiennym. Uzasadnieniem tego jest fakt, że zawiązki pędów generatywnych życica trwała tworzy wiosną i kondycja roślin w tym okresie ma duży wpływ na ich liczbę. Potwierdziło to wyniki przedstawione w innych pracach (Jamalainen, 1974; Skirde, 1980; Foss, 1983; Larsen, Årswoll, 1984; Prończuk i in., 1984; Schumann, Backhaus, 1988; Jung i in., 1996; Prończuk, 2000).

Wykazano, że w warunkach Polski na szczególną uwagę zasługuje odmiana Lacerta. Została ona wpisana do krajowego rejestru odmian w 2007 roku, jako odmiana plenna, dająca duży plon energii paszy w drugim i trzecim roku użytkowania, charakteryzująca się dobrą zimotrwałością i szybkim tempem odrastania (Anonim, 2007). Informacje te potwierdzono w bieżących badaniach przeprowadzonych w latach 2004–2006. Pod względem odporności na pleśń śniegową oraz zdolności do regeneracji po zimie odmiana ta nie różni się od znanych w Polsce odmian Tivoli oraz Pastoral, lecz znacznie przewyższa odmianę Tivoli pod względem odporności na rdzę koronową i żdźbłową.

Podsumowując należy stwierdzić, że ponieważ rdza koronowa i żdźbłowa na życicy trwałej stanowi podobnie duży problem jak w Europie Zachodniej, wszystkie polskie programy hodowlane powinny już w początkowej fazie uwzględniać selekcję badanych materiałów pod względem odporności na grzyby z rodzaju *Puccinia* spp. Wstępna selekcja prowadzona w warunkach kontrolowanych powinna być następnie prowadzona w warunkach polowych, co potwierdzają inne doniesienia literaturowe (Kopec i in., 1983; Reheul, Gesquire, 1996; Welty, Barker 1992 a; Jönsson, Eangqvist, 1998; Eangqvist, Jönsson, 2000; Lellbach, Wehling, 2000; Reheul i in., 2000). Uzasadnionym staje się również fakt konieczności prowadzenia badań nad strukturą populacji tych grzybów.

#### WNIOSKI

1. W warunkach Polski odmiany europejskie życicy trwałej wykazują istotne zróżnicowanie pod względem odporności na rdzę żdźbłową i koronową, zdolności do szybkiej regeneracji po okresie zimowym oraz morfologii i fizjologii roślin w stadium wegetatywnym i generatywnym
2. Rdza koronowa i żdźbłowa oraz zdolność roślin do szybkiej regeneracji po zimie mają istotny wpływ na wartość rolniczą życicy trwałej.
3. Europejskie odmiany diploidalne życicy trwałej wykazują niższą odporność na pleśń śniegową, wolniej regenerują się po zimie oraz wykazują niższą wartość rolniczą w użytkowaniu nasiennym w stosunku do odmian tetraploidalnych.
4. Najwyższą wartość rolniczą w użytkowaniu kośno-polowym i nasiennym oraz o podwyższoną odporność na rdzę koronową i rdzę żdźbłową oraz na pleśń śniegową wykazały 3 odmiany tetraploidalne: Lacerta, Aubisque i Pastoral.

## 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. 2007. Lista Opisowa Odmian. COBORU, Słupia Wielka: 1 — 145.
- Balasko J. A., Evers G. W., Duell R. W. 1995. Bluegrasses, ryegrasses and bentgrasses. In: Barnes R. F., Miller D. A., Nelson C. J. (eds.), Forages Vol. 1. An introduction to grassland agriculture. 5th ed. Iowa Stat Univ. Press. Ames, IA, USA: 357 — 372.
- Boller B., Schubiger F. X., Streckeisen P. 2002. The EUCARPIA multisite rust evaluation — results 2001. Votr. Pflanzenzüchtg. 59: 198 — 207.
- 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 2<sup>nd</sup> 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 3<sup>rd</sup> 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.
- Dracatos P. M., Dumsday J. L., Olle R.S., Cogan N. O. I., Dobrowolski M. P., Fujimori M., Roderick H. W., Stewart A. V., Smith K. F., Forster J. W. 2006. Development and characterization of EST — SSR markers for the crown rust pathogen of ryegrass (*Puccinia coronata* f. sp. *lolii*). Genome 49 (6): 572 — 583.
- 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 23<sup>rd</sup> 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 3<sup>rd</sup> 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 red canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) as related to hardening conditions and to carbohydrate store and consumption. Meld. Norg. LandbrHøgsk 62: 1 — 29.
- Hayward M. D. 1977. Genetic control of resistance to crown rust (*Puccinia coronata* Corda) in *Lolium perenne*. Resistenzforschung und Resistenzzüchtung in Kulturpflanzen, Votr. Pflanzenzüchtg. 46: 177 — 180.
- Hides D. H., Wilkins P. W. 1978. Selection for resistance to ryegrass mosaic virus and crown rust (*Puccinia coronata* Corda) in Italian ryegrass populations. Journal of the British Grassland Society 33: 253 — 260.
- 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 3<sup>th</sup> International Conference on Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Paul V.H and Dapprich P. D. (eds.), Germany. 77 — 86.
- Jamalainien 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.

- Jung G. A., van Wijk A. J. P., Hunt W. F., Watson C. E. 1996. Ryegrasses. In: Cool-season forage grasses. Moser L. E. (ed.). Agronomy Monograph 34: 605 — 641.
- Kimbeng C. A. 1999. Genetic basis of crown rust resistance in perennial ryegrass, breeding strategies, and genetic variation among populations: a review. *Austr. J. Exp. Agric.* 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.
- Kozłowski S. 1981. Węglowodany strukturalne w trawach. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.* 241: 189 — 199.
- 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. 10<sup>th</sup> 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 23<sup>rd</sup> 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.
- 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.
- 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 24<sup>th</sup> Meeting, "Grass for Food and Grass for Leisure", September 22 – 26 2002, FAL Braunschweig, Germany, 46.
- Mühle E., Frauenstein K., Schumann K., Wetzell T. 1975. Choroby i szkodniki traw pastewnych. PWRiL Warszawa: 1 — 412.
- Paul V.H., Daprich 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.
- Pflender W. F. 2003. Role of phenology in host susceptibility and within — plant spread of stem rust during reproductive development of perennial ryegrass. *Phytopathol.* 94: 308 — 316.
- Pflendr 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.
- Prończuk M. 2000. Choroby traw – występowanie i szkodliwość w uprawie na nasiona i w użytkowaniu trawnikowym. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR, Nr 4: 1 — 183.
- Prończuk M., Prończuk S., Góral S. 1984. Wpływ chorób fuzaryjnych na trwałość *Lolium perenne*. *Biul IHAR* 155: 187 — 192.
- 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., Vanbellinthen 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 3<sup>rd</sup> 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 ryegrass (*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 H. W., Thorogood D., Adamko B. 2000 b. Temperature-dependent resistance to crown rust infection in perennial ryegrass. *Plant Breed.* 119: 93 — 96.
- Rose-Fricker 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., Streckeisen P., Boller B. 2003. Pathogenicity of crown rust on cultivars of Italian and perennial ryegrass. *Vortr. Pflanzenzüchtg* 59: 208 — 216.
- Schubiger F. X., Streckeisen P., Boller B. 2006. The EUCARPIA Multisite Rust Evaluation Trial – results of the trials 2004. Proc. XXVI EUCARPIA Fodder Crop and Amenity Grasses Section and XVI Medicago spp. Group “Breeding and seed production for conventional and organic agriculture”, 3–7 September, 2006, Perugia, Italy: 154 — 156.
- Schumann K., Backhaus R. 1988. Untersuchungen zur Variabilität des Schneeschimmelerregers bei Futtergräsern. *Nachr. Bl. Pflanzenschutz DDR* 4: 75 — 78.
- Skirde W. 1980. Epidemisches auftreten von *Fusarium nivale* in winter 1978–1979. *Zeitschrift für Vegetationstechnik* 3: 42 — 46.
- 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 2<sup>nd</sup> 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 22<sup>nd</sup> 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.
- 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. 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. 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. 1996. Breeding amenity grasses: achievements and future prospects. In: Proc. of 20<sup>th</sup> EUCARPIA Crops and Amenity Grasses Meeting, October 7–10 1996, Radzikow, Poland, 1996, 137 — 138.
- Wilkins P. W. 1978. Specialisation of crown rust on highly and moderately resistant plants of perennial ryegrass. *Annals of Applied Biology* 88: 179 — 184.