

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 źdźbłową 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 źdźbłową 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 źdźbłową 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 źdźbłowa, 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 stropy 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 mieszankach 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 produkcja 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 stropy 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 stropy 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-Fricke 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-Fricke 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 śniegową może powodować zamieranie całych roślin i znaczne przerzedzanie darni.

Dotychczasowe badania wykazują, że istotny wpływ na rozwój rdzy żdźbłowej i koronowej mają uwarunkowania genetyczne (Wilkins, 1975; Hayward, 1977; Rose-Fricke 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 żdźbłowa 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 żdźbłową, 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 życi 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 źdźbłową i koronową, ponieważ choroba nie wystąpiła.

Tabela 2

Skala używana do wizualnych ocen odporności form gazonowych życicy trwalej na rdzę źdźbłową 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 źdźbłową 5% of leaf area infected by crown or stem rust
6	10% powierzchni liści pokryta rdzą koronową lub źdźbłową 10% of leaf area infected by crown or stem rust
5	25% powierzchni liści pokryta rdzą koronową lub źdźbłową, 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

1	2
8	pierwsze symptomy choroby (śląd 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

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							
	sierpień August	wrzesień September	lato summer		jesień autumn	Pleśń 1	stan po zimie 1 after winter performance 1	ocena wiosen- na 1 spring performance 1	wiosna spring		Pleśń 2	stan po zimie 2 after winter performance 2	ocena wiosen na 2 spring performance 2			
			S 1	W 1					W 2	W 3				W 4	S 3	
	rdza rust		stan przed zimą fall performance		lato summer		stan przed zimą fall performance		lato summer		stan przed zimą fall performance					
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
Barredo	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

Pleśń — Peśń 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
Stan przed zimą — Fall performance	0,3	0,3	0,5	0,2	
2006	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.

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

Rok Year	Zmienne Characters (N = 72)*	Współczynnik korelacji Correlation coefficient																	
		2004						2005											
		rdzka — rust sierpień August	wrzesień September	lato — summer Sz. 1	jesień — fall Wys. 1	St. 1	Wiosna — spring Sz. 2	lato — summer Sz. 3	St. przed zim.	Wiosna — spring Wys. 3	lato — summer Sz. 2	St. przed zim.							
	Rdzka (wrzesień)		0,70***																
	Rust (September)				x														
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)																		
	St. po 1		-0,40***		-0,37**				x										
	Oc. 1																		
	Wiosna Wys. 3																		
	Spring Sz. 2		-0,27*																
	Lato Wys. 4		-0,48***		-0,51***														
	Summer Sz. 3		-0,59***		-0,51***	0,30*	0,25*												
	St. przed zim.						0,26*												
	Pleśń śniegowa (marzec)																		
	Snow mould (March)		-0,28*																
2006	St. po 2		-0,32**		-0,23*														

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 żdźbłową 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 żdźbłowej 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).

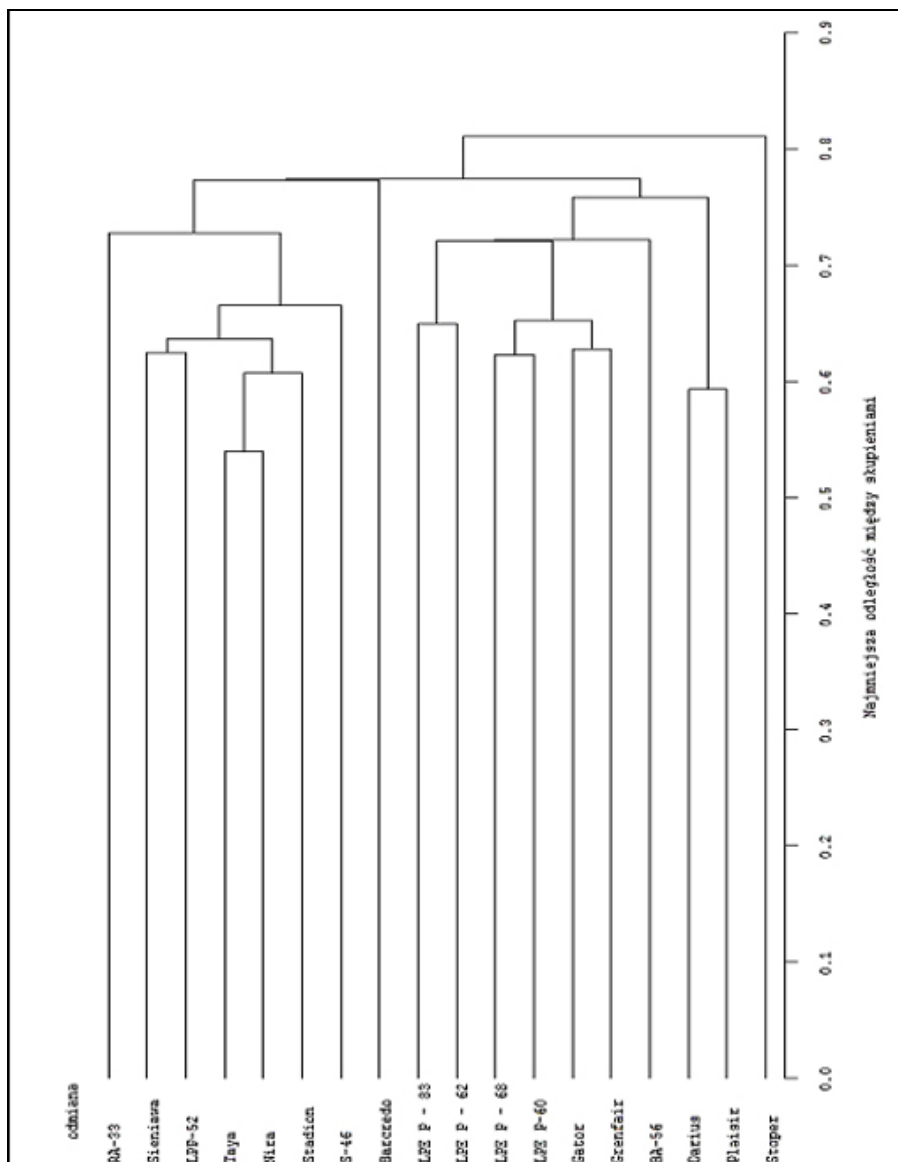
Tabela 9

Macierz czynników rotowanych form gazonowych życicy trwałej 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
Barredo	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 dodatkowo 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 uwzględnić selekcję materiałów wyjściowych pod względem odporności na rdze (Breese, Hayward, 1972; Meyer, 1982; Burpee, 1993; Wijk, 1993, 1997; Paul, Dapprich, 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. *Votr. 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. LandbrHögsk* 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 3rd 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 Radzików, Poland. 19 — 28.
- Pflender 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.
- 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.
- 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., 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 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 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 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.