

POCZĄTKOWY WZROST I ROZWÓJ *Festulolium* NA RÓŻNYCH PODŁOŻACH Z TERENÓW ZDEGRADOWANYCH

Maciej Rogalski, Sylwia Kardyńska, Anetta Wieczorek

Katedra Ekologii, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin

Wstęp

Wiele gatunków traw odgrywa ważną rolę w procesie rekultywacji terenów zdegradowanych. Z tego też powodu, obok oceny przydatności gatunków i odmian do produkcji łąkarskiej, coraz większego znaczenia nabiera ocena możliwości ich wykorzystania do zagospodarowania miejsc zdewastowanych, zwłaszcza przez przemysł [MACIAK 1999]. Na Pomorzu Zachodnim problem rekultywacji dotyczy między innymi składowisk popiołów i żużli z Elektrowni „Dolna Odra” [KOŁODZIEJ-NOWAKOWSKA 1995; MELLER i in. 1997; GOS 1999]. W takich warunkach, odpowiednio dobrane trawy, szybko zadarniając hałdy, ograniczają przede wszystkim emisję pyłów [KITCZAK i in. 1999]. Gatunki szybko rozwijające się i o krótszej trwałości, a do takich należy *Festulolium* (mieszaniec *F. pratensis* × *L. multiflorum*), można wtedy traktować jako rośliny ochronne dla właściwej mieszanki traw. Kolejnym problemem jest ochrona brzegu morskiego, a więc zapobieganie niszczeniu wydm nadmorskich. W tym przypadku wprowadzanie nietypowych dla tych siedlisk gatunków traw, nawet szybko ginących, może przyczynić się do poprawienia żyzności siedliska, przede wszystkim przez wprowadzenie materii organicznej.

Poszukując możliwości pozapaszowego wykorzystania, od kilku lat prowadzi się na Uniwersytecie Szczecińskim doświadczenia, głównie wazonowe, dotyczące początkowego wzrostu i rozwoju wybranych gatunków i odmian uprawowych traw, w stresowych warunkach siedliskowych. W badaniach uwzględniono też *Festulolium* odmiany Felopa, który to mieszaniec oceniano zarówno w warunkach jego uprawy na popiołach i wydmach, jak i też na podłożach wzbogacanych torfem i glebą mineralną. Wyniki tych prac, prowadzonych od niedawna, mają charakter wstępny, a ich celem jest określenie przydatności tego mieszańca do rekultywacji hałd popiołów i żużli oraz do zadarniania wydm nadmorskich.

Materiał i metody

W doświadczeniu wazonowym, trwającym od marca do października 2000 roku, prowadzono badania i pomiary dotyczące wzrostu i rozwoju siewek *Festulolium*, rosnących na popiele paleniskowym (PP) i piasku nadmorskim z wydmy białej (PN) oraz na tych podłożach z 30% dodatkiem torfu (PP/T i PN/T), gleby mineralnej lekkiej (PP/GL i PN/GL) i ciężkiej (PP/GC i PN/GC). Wypełnione

tymi podłożami wazony o głębokości 15 cm miały powierzchnię 200 cm². W każdej kombinacji było ich 130, a łącznie w doświadczeniu 1040.

Tabela 1; Table 1

Niektóre właściwości podłoży
Some properties of substrates

Podłoża Substrates	Gęstość Density g·cm ⁻³	pH w H ₂ O pH in H ₂ O	Zawartość masy organicznej Content of organic matter (%)
PP	1,11	8,78	4,0
PN	1,59	7,33	0,2
PP/T	0,80	8,29	12,2
PN/T	1,04	5,06	6,6
PP/GL	1,19	7,42	7,1
PN/GL	1,42	6,70	5,2
PP/GC	0,86	8,23	10,3
PN/GC	1,06	6,68	5,8

- PP – popiół paleniskowy; ashes from power plant
 PN – piasek nadmorski z wydmy białej; seashore sand from white dune
 PP/T – popiół wzbogacony torfem (30%); ashes enriched with peat (30%)
 PN/T – piasek nadmorski wzbogacony torfem (30%); seashore sand enriched with peat (30%)
 PP/GL – popiół wzbogacony glebą mineralną lekką (30%); ashes enriched with light mineral soil (30%)
 PN/GL – piasek nadmorski wzbogacony glebą mineralną lekką (30%); seashore sand enriched with light mineral soil (30%)
 PP/GC – popiół wzbogacony glebą mineralną ciężką (30%); ashes enriched with heavy mineral soil (30%)

Co tydzień, losowo, z czterech wazonów, z każdej kombinacji pobierano cały nadziemny materiał roślinny w celu określenia liczby wykształcających się pędów, plonu biomasy nadziemnej i udziału w niej martwych tkanek oraz wartości wskaźnika pokrycia liściowego – LAI. Rośliny były ścinane na wysokości 2 cm i natychmiast ważone. Powierzchnię asymilacyjną blaszek liściowych określono przy użyciu skanera. W ostatnim terminie pomiarów, po usunięciu z wazonów części nadziemnych *Festulolium*, określono masę korzeniową. Przez cały czas trwania doświadczenia kontrolowano wilgotność podłoży i utrzymywano ją na poziomie 60–70%. W każdym wazonie znajdowało się 5 siewek, co odpowiadało obsadzie wynoszącej 250 roślin na m². Badania prowadzono zgodnie z metodami proponowanymi do tego typu eksperymentów [VOIGTLANDER, VOSS 1979; HODGSON i in. 1993; ROGALSKI i in. 1998; ROGALSKI, KARDYŃSKA 1999]. Wybrane właściwości zastosowanych podłoży przedstawiono w tabeli 1.

Wyniki

Rośliny rosnące na samym popiele i na piasku wydmowym krzewiły się bardzo słabo. W takich warunkach liczba wykształcających się pędów, w przeliczeniu na m² wzrastała po 32 tygodniach z 250 do około 500 na kombinacji PN i do 730 na PP. Udowodnioną statystycznie, znacznie wyższą intensywność krzewienia się zaobserwowano u roślin rosnących na podłożach wzbogaconych glebą mineralną ciężką (tab. 2). W takich warunkach liczba wytworzonych pędów na kombinacji

PP/GC i PN/GC dochodziła pod koniec doświadczenia odpowiednio do 1740 i 2200 na m², powiększyła się więc siedmio- i dziesięciokrotnie. Na uwagę zasługuje też korzystny wpływ mieszaniny piasku i torfu (PN/T). Porównując dynamikę krzewienia się *Festulolium* w całym okresie badań można stwierdzić, że rośliny rosnące na piasku nadmorskim lub popiele paleniskowym z dodatkiem torfu lub gleby mineralnej ciężkiej już po czterech tygodniach podwajały liczbę pędów. W połowie trwania doświadczenia najsilniej były rozkrzewione siewki rosnące na kombinacji PN/T i PN/GC, najsłabiej na PP i PN. Należy podkreślić, że w podobnym, wcześniejszym doświadczeniu, w którym porównywano wzrost i rozwój kilku gatunków traw, także stwierdzono korzystny wpływ wzbogacenia popiołu materia organiczną na wschody i intensywność krzewienia się traw [ROGALSKI i in. 1998]. Na uwagę zasługuje fakt, że w takich warunkach intensywność krzewienia się *Festulolium* 'Felopa' była wyższa niż *Lolium perenne* 'Niva' [ROGALSKI, KARDYŃSKA 1999].

Tabela 2; Table 2

Liczba wykształconych pędów na m²
Number of developed shoots per m²

Termin pomiarów Date of measurements	Podłoża***; Substrates ***							
	PP	PN	PP/T	PN/T	PP/GL	PN/GL	PP/GC	PN/GC
18 III	250	250	250	250	250	250	250	250
15 IV	270	281	506	667	417	285	583	677
13 V	332	303	654	998	580	421	833	907
10 VI	415	343	750	1154	833	583	921	1167
8 VII	488	366	759	1258	910	760	1008	1417
5 VIII	552	403	823	1329	1079	835	1182	1764
2 IX	605	410	1080	1421	1261	917	1409	1917
30 IX	666	417	1333	1501	1407	1083	1667	2011
28 X	732	508	1479	1655	1519	1233	1741	2196
Średnia; Mean	479**	364**	848	1137**	917	707	1066*	1367**

* – NIR_{0,05}; LSD_{0,05}

** – NIR_{0,01}; LSD_{0,01}

*** – Objaśnienie jak w tab. 1; Explanations see Table 1

W trakcie badań określano udział martwych części roślin w masie nadziemnej. Wiadomo, że szybkość starzenia się traw zależy od rodzaju podłoża. Dla przykładu – nawet tak mało wymagające i odporne na niekorzystne warunki siedliskowe gatunki, jak: *Agrostis canina* i *Festuca rubra*, rosnąc przez trzy miesiące na samych popiołach paleniskowych, zamierały w 80% [ROGALSKI i in. 1998]. W niniejszym eksperymencie siewki *Festulolium* uprawiane na popiele lub piasku wydmowym także zamierały szybciej, a udział martwych części roślin w biomacie nadziemnej w końcowej fazie doświadczenia stanowił do 80% suchej masy roślin rosnących na PP i aż do 95% na PN. Dodanie do popiołu gleby mineralnej wpływało korzystnie na żywotność roślin, bowiem ograniczało procent martwych części roślinnych tylko do 20–25% (tab. 3). Analiza statystyczna wykazała, że w ciągu całego okresu badań siewki rosnące na kombinacji PP i PN charakteryzowały się istotnie niższą żywotnością od uprawianych na podłożach PP/GL i PP/GC.

Tabela 3; Table 3

Udział martwych części roślin w masie nadziemnej (w % suchej masy)
The proportion of dead material in canopy (% dry matter)

Termin pomiarów Date of measurements	Podłoża***; Substrates***							
	PP	PN	PP/T	PN/T	PP/GL	PN/GL	PP/GC	PN/GC
18 III	0	0	0	0	0	0	0	0
15 IV	2,1	2,2	3,4	1,8	1,9	2,6	2,1	3,1
13 V	2,9	4,7	4,0	2,9	3,5	5,2	4,3	4,9
10 VI	23,5	27,5	9,8	11,0	4,7	9,7	7,2	9,9
8 VII	24,5	32,0	11,8	15,2	5,5	11,2	7,8	12,4
5 VIII	26,9	38,5	16,2	31,8	9,0	19,1	9,7	15,5
2 IX	37,7	50,8	22,5	41,3	11,9	20,4	10,6	33,9
30 IX	67,2	77,3	41,0	50,6	15,1	29,3	13,5	40,6
28 X	78,1	95,1	63,4	67,9	25,9	42,3	20,2	49,2
Średnia; Mean	29,2**	36,5**	19,1	24,7	8,6**	15,5	8,4**	18,8

* - NIR_{0,05}; LSD_{0,05}** - NIR_{0,01}; LSD_{0,01}

*** - Objasnienia jak w tab. 1; Explanations see Table 1

Tabela 4; Table 4

Plon suchej masy (g·m⁻²)
Yield of dry matter (g·m⁻²)

Termin pomiarów Date of measurements	Podłoża***; Substrates***							
	PP	PN	PP/T	PN/T	PP/GL	PN/GL	PP/GC	PN/GC
18 III	22	22	22	22	22	22	22	22
15 IV	31	33	133	57	91	80	95	88
13 V	38	47	159	200	94	127	221	198
10 VI	54	55	174	371	95	136	278	211
8 VII	57	80	266	405	135	138	295	253
5 VIII	63	85	312	459	204	141	378	255
2 IX	89	97	353	592	218	165	514	358
30 IX	119	107	479	653	299	221	621	526
28 X	147	138	586	700	319	292	779	684
Średnia; Mean	69**	74**	276	384**	164	147*	356**	288*

* - NIR_{0,05}; LSD_{0,05}** - NIR_{0,01}; LSD_{0,01}

*** - Objasnienia jak w tab. 1; Explanations see Table 1

Rodzaj zastosowanego podłoża decydował też o produkcji masy nadziemnej siewek *Festulolium*. Pod względem plonów absolutnie suchej masy, najkorzystniejsze okazało się dodanie do popiołu lub piasku wydmowego torfu lub gleby mineralnej ciężkiej. W porównaniu do roślin rosnących na samym popiele i piasku,

wzbogacenie gleby torfem lub ciężką glebą mineralną powodowało cztero-, a nawet pięciokrotną zwyżkę plonów (tab. 4). Taka reakcja *Festulolium* nie zawsze jest typowa dla innych gatunków traw, bowiem na przykład w badaniach nad *Lolium perenne* nie udało się stwierdzić wyraźnej zwyżki plonów na skutek wzbogacenia podłoża z popiołu ciężką glebą mineralną [ROGALSKI, KARDYŃSKA 1999].

Tabela 5; Table 5

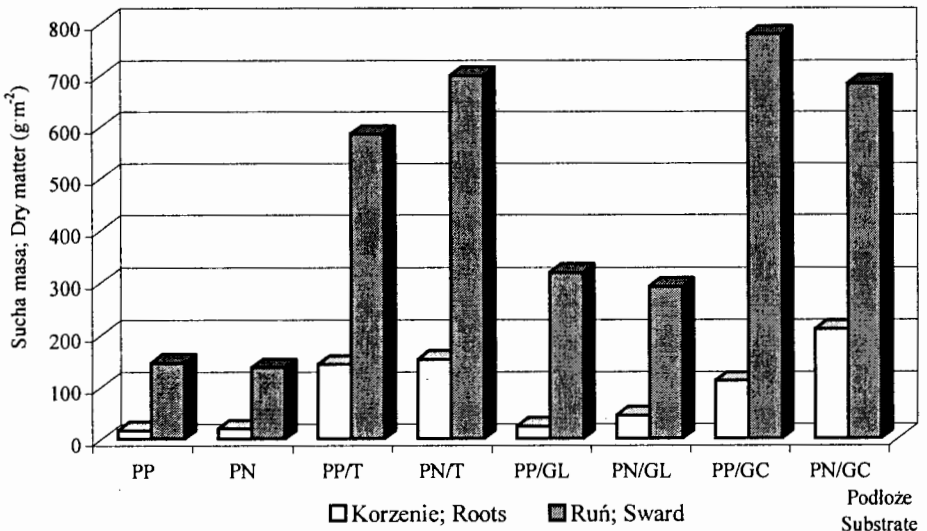
Wartość wskaźnika pokrycia liściowego – LAI ($m^2 \cdot m^{-2}$ podłoża)
Value of leaf area index – LAI ($m^2 \cdot m^{-2}$ substrate)

Termin pomiarów Date of measurements	Podłoża***; Substrates ***							
	PP	PN	PP/T	PN/T	PP/GL	PN/GL	PP/GC	PN/GC
18 III	0,15	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,11	0,14
15 IV	0,17	0,12	0,57	0,68	0,63	0,58	0,64	0,61
13 V	0,30	0,31	0,84	0,68	0,65	0,63	1,68	1,20
10 VI	0,30	0,41	1,46	2,77	0,88	1,01	2,12	1,43
8 VII	0,36	0,58	2,33	3,15	1,99	1,11	2,46	1,68
5 VIII	0,42	0,74	2,62	3,34	2,40	1,35	2,86	1,95
2 IX	0,59	0,75	2,75	3,41	2,77	1,41	3,66	2,77
30 IX	0,87	0,83	3,43	3,50	3,91	1,67	4,16	4,31
28 X	1,00	0,96	3,54	3,98	4,34	2,03	5,07	5,12
Średnia; Mean	0,46**	0,53**	1,96	2,40**	1,96	1,10*	2,53**	2,13*

* – $NIR_{0,05}$; $LSD_{0,05}$

** – $NIR_{0,01}$; $LSD_{0,01}$

*** – objaśnienia jak w tab. 1; Explanations see Table 1



Rys. 1. Stosunek suchej masy korzeni do masy nadziemnej siewek *Festulolium*
Fig. 1. The dry matter ratio of root to sward of *Festulolium* seedlings

Dodatek torfu lub gleby, zwłaszcza mineralnej ciężkiej, wpływał korzystnie na wielkość powierzchni asymilacyjnej, wyrażonej stosunkiem powierzchni blaszek liściowych do powierzchni gruntu, na którym rosły badane siewki. W takich warunkach wskaźnik pokrycia liściowego (LAI) osiągał wartość $5,0 \text{ m}^2\text{-m}^{-2}$ podłoża, podczas gdy dla roślin rosnących na PP i PN wynosił tylko około $1,0 \text{ m}^2\text{-m}^{-2}$ podłoża, (tab. 5). Dla porównania, we wcześniejszym, podobnym doświadczeniu [ROGALSKI i in. 1998], inne gatunki traw uprawiane na popiołach z dodatkiem torfu charakteryzowały się wartością LAI wynoszącą 6,5 dla życicy trwałej, 4,0 dla kostrzewy czerwonej i tylko $0,6 \text{ m}^2\text{-m}^{-2}$ podłoża dla mietlicy psiej.

Analiza masy korzeniowej *Festulolium* rosnącego na badanych podłożach wykazała, że najkorzystniej rozwijała się ona w wazonach, w których zastosowano dodatek torfu oraz gleby mineralnej ciężkiej (rys. 1). Stosunek suchej masy korzeni do suchej masy runi wahał się wtedy od 1 : 3 dla PN/GC do 1 : 13 dla PP/GL.

Wnioski

Na podstawie wstępnych wyników można stwierdzić, że początkowy wzrost i rozwój siewek *Festulolium* zależał od rodzaju zastosowanego podłoża. Takie grunty jak popiół paleniskowy lub piasek nadmorski nie sprzyjały intensywności krzewienia się roślin, przyspieszały ich zamieranie, co w konsekwencji powodowało słabą produkcję biomasy nadziemnej i podziemnej.

Wzbogacenie tych podłoży dodatkami poprawiającymi ich żyzność i właściwości fizykochemiczne, a zwłaszcza glebą ciężką, wyraźnie poprawiało wzrost i rozwój siewek tego mieszańca.

Literatura

- GOS A. 1999. *Wzrost i rozwój niektórych gatunków traw i roślin motylkowatych na popiele z dodatkiem biohumusu*. Zesz. Nauk. AR Szczecin, Agricultura 75: 75–80.
- HODGSON J., BAKER R.D., DAVIES A., LAIDLAW A.S., LEAVER J.D. 1993. *Sward measurement handbook*. British Grassland Society, Hurley: 277 ss.
- KITCZAK T., GOS A., CZYŻ H., TRZASKOŚ M. 1999. *Roślinność hałd popioło-żużli*. Zesz. Nauk. AR Szczecin, Agricultura 75: 179–187.
- KOŁODZIEJ-NOWAKOWSKA M. 1995. *Składowisko odpadów paleniskowych Elektrowni „Dolna Odra” w środowisku przyrodniczym*. Materiały konf. nauk.-techn. „Rekultywacja terenów zdegradowanych w województwie szczecińskim”. Nowe Czarnowo, 18–20 IX 1995: 33–48.
- MACIAK F. 1999. *Ochrona i rekultywacja środowiska*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa: 285–292.
- MELLER E., WOJCIESZCZUK T., NIEDŹWIECKI E. 1997. *Ocena przydatności rolniczej popiołów pochodzących ze spalania węgla kamiennego w Elektrowni Dolna Odra*. Materiały konf. nauk.-techn. „Gospodarze wykorzystanie popiołów i gipsu z cnergtyki”. Międzyzdroje, 6–8 XI 1997: 135–146.
- ROGALSKI M., KAPELA A., KARDYŃSKA S., WIECZOREK A., KRYSZAK J. 1998. *Badania nad początkowym wzrostem i rozwojem niektórych gatunków traw rosnących na popiołach z Elektrowni Dolna Odra*. Arch. Ochrony Środ. 24: 123–128.

ROGALSKI M., KARDYŃSKA S. 1999. *Początkowy wzrost i rozwój Festulolium i Lolium perenne na popiołach z Elektrociepłowni Dolna Odra*. Zesz. Nauk. AR Szczecin, Agricultura 75: 263–266.

VOIGTLANDER G., VOSS N. 1979. *Methoden der Grünlanduntersuchung und Bewertung*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart: 88–92.

Słowa kluczowe: *Festulolium*, doświadczenie wazonowe, wzrost, rozwój, popioły paleniskowe, piasek wydmy, dodatek torfu, dodatek gleby mineralnej lekkiej i ciężkiej

Streszczenie

W doświadczeniu wazonowym trwającym od marca do października 2000 roku określano w odstępach tygodniowych przyrosty biomasy, wielkość powierzchni asymilacyjnej i żywotność roślin *Festulolium* odmiany Felopa, rosnących na popiele paleniskowym (PP) i piasku nadmorskim z wydmy białej (PN) oraz na podłożach z 30% dodatkiem torfu (PP/T i PN/T), gleby mineralnej lekkiej (PP/GL i PN/GL) lub ciężkiej (PP/GC i PN/GC).

Wzbogacenie popiołu lub piasku glebą mineralną i torfem sprzyjało tworzeniu się pędów. Ich liczba w październiku była dwu- do trzykrotnie wyższa niż w kombinacjach bez dodatków. Rodzaj podłoża miał wpływ na szybkość starzenia się roślin. Siewki *Festulolium* rosnące na samym PP lub PN szybciej zamierały. W takich warunkach udział martwych części roślin w biomase nadziemnej, w końcowej fazie doświadczenia, wynosił odpowiednio 80 i 95% suchej masy. Dodatek gleby mineralnej ograniczał procent martwych części roślinnych. Także pod względem plonów suchej masy, najkorzystniejsze okazało wzbogacenie podłoża torfem lub glebą mineralną ciężką. W porównaniu do roślin rosnących na PP i PN, takie dodatki powodowały cztero-, a nawet pięciokrotną zwyżkę biomasy. Ponadto wpływały one korzystnie na wielkość powierzchni asymilacyjnej. W takich kombinacjach wskaźnik pokrycia liściowego (LAI) osiągał wartość 5,0 m²·m⁻² podłoża, podczas kiedy wskaźnik ten dla roślin rosnących na PP i PN wynosił tylko około 1,0 m²·m⁻² podłoża.

Analiza masy korzeniowej *Festulolium* rosnącego na różnych rodzajach podłoży wykazała, że najkorzystniej rozwijała się ona w wazonach, w których zastosowano dodatek torfu oraz gleby mineralnej ciężkiej. Stosunek suchej masy korzeni do suchej masy runi wahał się wtedy od 1 : 3 dla PN/GC do 1 : 13 dla PP/GL.

INITIAL GROWTH AND DEVELOPMENT OF *Festulolium* ON VARIOUS SUBSTRATES FROM DEGRADED LAND

Maciej Rogalski, Sylwia Kardyńska, Anetta Wieczorek
Department of Ecology, University of Szczecin

Key words: *Festulolium*, pot experiments, growth, development, ashes from power plant, seashore sand, substrates enriched with peat, light or heavy mineral soil

Summary

In a pot experiment lasting from March until October 2000, biomass increment, assimilation area and vitality of *Festulolium* plants cv. Felopa were estimated at weekly intervals. The experimental plants were grown on the following substrates: ashes from power plant (PP), seashore sand from white dune (PN) as well as the above mentioned substrates mixed with: 30% peat (PP/T and PN/T), light mineral soil (PP/GL and PN/GL) and heavy soil (PP/GC and PN/GC).

The enrichment of ash and sand with mineral soil or peat, encouraged tillering; the number of shoots in October was two to three time higher. The kind of substrate affected the rate of plant aging. *Festulolium* seedlings growing on ashes or sand alone died faster. Under such conditions the proportion of dead parts in above ground biomass amounted to 80 and 95% DM, respectively. The supplement of mineral soil reduced the percentage of dead plants. The type of applied substrate showed a decisive influence on the production of above ground mass of seedlings. Peat or mineral heavy soil added to either ashes or dune sand were found to have the most advantageous effect. In comparison to plants grown on ash or sand only, those grown on substrates enriched with peat or heavy soil obtained the biomass yield four- or five-fold higher. The addition of peat or soil positively influenced the leaf area index. In the latter treatments, the value of leaf area index – LAI ($\text{m}^2\cdot\text{m}^{-2}$ substrate) reached the value of 5.0, while in combination where the seedlings were grown on PP or PN only, this index was about 1.0.

Measuring the mass of roots in *Festulolium* plants grown on different substrates revealed that the root system was developed best in pots where PP and PN were mixed with peat or heavy mineral soil. Dry matter ratio of root to sward ranged in such cases from 1 : 3 for PN/GC to 1 : 13 for PP/GL.

Prof. dr hab. Maciej Rogalski

Katedra Ekologii

Uniwersytet Szczeciński

ul. Wąska 13

71-415 SZCZECIN