

PIOTR JULIAN DOMAŃSKIPracownia Roślin Motylkowatych i Traw
COBORU Słupia Wielka

Analiza zmienności plonowania wybranych gatunków i odmian traw

Analysis of yield variances of selected grass species and varieties

W zwiększaniu produkcji pasz z ekosystemów *prataecos* i *agroecos* niebagatelną rolę odgrywają plenne, wyspecjalizowane odmiany traw. W pracy zaprezentowano wyniki analizy zmienności plonowania odmian kostrzewy łąkowej, tymotki łąkowej, życicy trwałej i życicy wielokwiatowej w kilkunastu środowiskach (w Stacjach Doświadczalnych Oceny Odmian), w latach badań 1995–1999. Na podstawie wyników odrzucono hipotezę o braku różnic między efektami środowisk oraz hipotezę o braku interakcji odmianowo-środowiskowej. Zweryfikowano także hipotezę o braku odchylenia od regresji interakcji względem efektów środowiska. Zwrócono uwagę na odmiany, których odchylenia od średniej ogólnej dla badanych gatunków były istotnie większe. Współdziałanie odmian ze środowiskami w dużym stopniu było uwarunkowane sposobem użytkowania. Istotne wartości współczynników regresji i determinacji pozwoliły wyłonić odmiany intensywne, np. Limosa w trzyletnim użytkowaniu wielokośnym oraz ekstensywne — Skra w dwuletnim trójkośnym użytkowaniu łąkowym.

Słowa kluczowe: odmiany traw, plenność odmian, współdziałanie odmianowo-środowiskowe

Possibilities of increasing fodder production from *prataecos* and *agroecos* ecosystems depend primarily on prolific, specialized grass varieties. This study presents results of the analysis of yields for varieties of the following grasses: meadow fescue, timothy, perennial ryegrass and italian ryegrass grown in several different environments (in Experimental Stations for Variety Testing) in the years 1995–1999. The hypothesis of the lack of significant differences among the effects of environments has been discarded on the basis of the results. Moreover, the hypothesis of the lack of variety-environment interaction has also been proven wrong. In addition, the assumed lack of deviation from regression of interaction with regard to environment has been verified. The varieties, which deviations from the overall average for the tested species were particularly significant, have received special attention. The interaction of species with their environments has been largely conditioned by the method of management. Significant coefficients of regression and determination have brought to light the intensive varieties, e.g. Limosa in three-year multi-cutting management and the extensive ones — Skra in two-year, three-cutting meadow management.

Keywords: varieties of grasses, yielding, variety-environment interaction

WSTĘP

Głównym celem w hodowli traw pastewnych jest wykreowanie odmian o wysokiej produktywności i jakości (Pawlak, 1987). Oczekiwania praktyki w kwestii intensyfikacji produkcji pasz z wieloletnich łąk i pastwisk raczej przekraczają możliwości hodowli. Odmiany uprawne, jako jeden z ważnych czynników zwiększania produktywności *prataekos*, wykorzystuje się w tym celu, jednak przy założeniu zoptymalizowanych warunków środowiska (zapewnienie odpowiedniej troficzności i warunków powietrzno-wodnych gleb). Wyniki badań wskazują, że wyhodowane odmiany plennością przewyższają ekotypy traw o 10–15% (Domański, 1994; Lutyńska, 1987; Prończuk, 1987; Reheul, Ghesquière, 1994; Hayward, 1997). Podstawowym celem uprawy odmian traw w ekosystemie polowym (*agroekos*) jest maksymalizacja produkcji zielonek o dobrej jakości, toteż obiektem zainteresowania tak praktyki, jak i hodowli są głównie życice o krótkim okresie użytkowania (wielokwiatowa, mieszańcowa i westerwoldzka).

Wyhodowane i zarejestrowane w Polsce w latach 50. i 60. XX wieku odmiany traw można scharakteryzować jako populacyjne, stosunkowo dobrze adaptujące się do niestabilnych warunków siedliskowych i o uniwersalnych możliwościach użytkowania. Przez wiele lat były one w doświadczeniach albo pojedynczymi odmianami wzorcowymi, albo wchodziły w skład wzorców tworzonych z kilku odmian zarejestrowanych. W ostatnich pięciu latach zarejestrowano kilkadziesiąt pastewnych, w przewadze zagranicznych odmian, tj. tyle ile w ciągu 45 lat urzędowego funkcjonowania Rejestru Odmian (od roku 1956). W ocenie wartości gospodarczej odmian traw, prócz określenia ich możliwości plonotwórczych, ważnym kryterium jest zbadanie reakcji odmian na zróżnicowane warunki środowiskowe. Na podstawie analizy zmienności plonowania i wyników interakcji odmianowo-środowiskowej można określić stabilność plonowania oraz wyodrębnić odmiany intensywne i ekstensywne.

W niniejszej pracy, ocenie zmienności plonowania poddano odmiany kostrzewy łąkowej, tymotki łąkowej i życicy trwałej, gatunków będących najważniejszymi składnikami mieszanek na trwałe użytki zielone i decydujących o ich produktywności (Martyniak, 1997). Analizowano też zmienność plonowania odmian życicy wielokwiatowej, które w Polsce są uprawiane alternatywnie — jeden lub dwa pełne sezony wegetacyjne.

MATERIAŁ I METODY

W pracy wykorzystano wyniki odmianowych doświadczeń ścisłych z lat 1995–1999. Obiektami badań były pastewne odmiany czterech gospodarczo ważnych gatunków traw: — kostrzewy łąkowej (Skra, Skrzyszowicka, Skawa, Limosa, AND 294); — tymotka łąkowa (Skala, Bartovia, Kaba, Bilbo, DP 94-86, POB 794, BAH 394); — życica trwała (Argona, Arka, Anna, Solen, Canasta, Husky, Pimpernel, Sampo, Anduril, Tivoli, Fanda, Napoleon, Baristra, Barylou, Barezane, Hercules, Bravo, Heraut, Kelibia); — życicy wielokwiatowej (Lotos, Gracja, Ligrande, Jeanne).

Doświadczenia wieloletnie usytuowano w stacjach doświadczalnych COBORU w taki sposób, by stanowiły próbę pobraną z różnorodnego zespołu warunków środowiskowych (Machnik, 1973; Pilarczyk, 1977). Doświadczenia polowe zakładano wyłącznie na glebach mineralnych, w układzie losowanych bloków, w czterech powtórzeniach i na powierzchni pojedynczego poletka 10 m² do zbioru. Prowadzono je według określonych zasad metodycznych (Domański i in., 1998; Rogalski, Mejza, 1996). Doświadczenia z kostrzewą łąkową, tymotką łąkową i życicą trwały w pierwszej serii trwały przez trzy lata pełnych zbiorów, natomiast w drugiej serii krócej — przez dwa lata. Doświadczenia z kostrzewą łąkową zakładano i prowadzono w 10 stacjach doświadczalnych. Doświadczenia z odmianami tymotki łąkowej zakładano w dwóch kolejnych latach, w 13 miejscowościach, w tym w 11 powtarzających się. Odmiany życicy trwałej badano w trzyletniej serii w 12 miejscowościach, a w dwuletniej serii w 10 miejscowościach. W użytkowaniu wielokośnym w sezonie wegetacji zbierano po pięć pokosów w każdej miejscowości. Okres prowadzenia doświadczeń z odmianami życicy wielokwiatowej był krótszy o rok w porównaniu z gatunkami trwałymi, tak w pierwszej, jak i drugiej serii.

Analizy wariancji sumarycznych (łącznych) plonów suchej masy odmian z lat użytkowania (badań) dla serii doświadczeń wykonano w Słupi Wielkiej według oprogramowania COBORU (Pilarczyk, 1984). Testowano hipotezy o braku różnic między: efektami głównymi odmian, efektami głównymi środowisk oraz interakcji odmian ze środowiskami. Efektem głównym określono odchylenia plonu poszczególnych odmian od średniego plonu w danej serii. W celu uzyskania informacji o zachowaniu się odmian poszczególnych gatunków traw, wykonano testowania odpowiednich hipotez szczegółowych (Caliński i in., 1977, 1980). Oceniano efekty główne odmian i ich interakcję ze środowiskami, podając wartości statystyki F i jej istotność. Aby określić zależność liniową efektów interakcyjnych poszczególnych odmian od efektów środowiska, obliczono dla każdej odmiany współczynniki regresji i determinacji, a także podano wartość F dla regresji. Istotne współczynniki regresji dla odmian określają interakcję odmian ze środowiskami, natomiast obliczone współczynniki determinacji wskazują, jaką część interakcji można objaśnić regresją liniową jej efektów interakcyjnych względem średniej z doświadczeń.

W latach badań wystąpiła w Polsce duża zmienność warunków hydrotermicznych. Pod względem ilości opadów w okresie wegetacji, wyraźnie od pozostałych lat różnił się rok 1997. Poza obszarem północno-wschodniej części kraju wystąpiły obfite opady. Najsilniej padało w południowej Polsce. Lata 1995 i 1999 cechowały się mniejszą ilością i podobnym rozkładem opadów w sezonie wegetacji. W tych latach odnotowano też wyższe niż w latach 1996 i 1997 średnie temperatury powietrza.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wśród badanych odmian kostrzewy łąkowej uwagę zwracają niskie, ujemne odchylenia efektów głównych odmian Skra i Skawa, zarówno w użytkowaniu wielokośnym, jak i trójkośnym łąkowym. Niezależnie od sposobu użytkowania, stwierdzono wysokie, istotne odchylenia efektów głównych odmiany Limosa (tab. 1, 2).

Tabela 1

Analiza serii doświadczeń odmianowych z kostrzewą łąkową w użytkowaniu wielokośnym
Analysis of experimental series of meadow fescue varieties in multi-cutting utilization

Odmiana Variety	Plon łączny Total yield (dt·ha ⁻¹)	Efekt główny Main effect	Statystyka F dla interakcji Statistics F for interaction O × M	Współczynnik Coefficient of	
				regresji regression	determinacji determination %
Użytkowanie dwuletnie Two years utilization (1996–1998)					
Limosa	226,9	11,6**	8,98**	0,059	11,80
Skrzeszowicka	216,6	1,3	4,80**	0,091	50,22
Skawa	209,1	-6,1	7,52**	-0,104	42,47
Skra	208,4	-6,8*	6,59**	-0,045	9,05
Użytkowanie trzyletnie Three years utilization (1996–1999)					
Limosa	331,3	17,5**	13,64**	0,109*	39,98
Skrzeszowicka	315,4	1,7	5,28**	0,069	40,92
Skawa	304,5	-9,3	11,85**	-0,118	53,55
Skra	303,9	-9,9**	6,82**	-0,060	24,27
Wyniki analizy wariancji Results of the analysis of variance					
Źródło zmienności Source of variation	Użytkowanie dwuletnie (1996–1998) Two years utilization		Użytkowanie trzyletnie (1996–1999) Three years utilization		
	liczba stopni swobody degrees of freedom	s ²	liczba stopni swobody degrees of freedom	s ²	
Odmiany (O) Varieties	3	2940,42**	3	6593,37*	
Miejscowości (M) Sites	9	33147,88**	9	70262,13**	
Interakcja (O × M) Interaction	27	262,01**	27	480,41**	
Regresja względem miejscowości Regression on sites	3	609,96	3	1796,01	
Odchylenia od regresji Deviation from regression	24	218,51**	24	315,96**	

Plonowała ona około 5,5% lepiej od średniej z doświadczeń, zarówno w użytkowaniu wielokośnym, jak i w użytkowaniu trójkośnym łąkowym. Wszystkie badane odmiany wykazały interakcję ze środowiskami (miejscowościami). W użytkowaniu wielokośnym dwu- i trzyletnim najsilniej na środowiska zareagowały Skawa i Limosa. Tylko odmiana Limosa wykazała istotny współczynnik regresji dla trzyletniego okresu użytkowania. Dodatnia wartość wskazuje, że jest ona odmianą intensywną, a więc relatywnie lepiej plonującą w tych środowiskach, w których średni poziom plonowania był wyższy (Caliński i in., 1988). Obliczona wartość współczynnika determinacji wskazuje, że współdziałanie odmiany Limosa ze środowiskami w około 40% można wyjaśnić regresją liniową efektów interakcyjnych względem średniej z doświadczeń. Wraz z wydłużeniem okresu badań (z dwóch do trzech lat), zwiększyła się interakcja odmian ze środowiskami. W dwuletnim, trójkośnym użytkowaniu łąkowym, odmiany Skra i Skrzeszowicka wykazały istotną interakcję ze środowiskami. Ujemna wartość współczynnika regresji odmiany Skra świadczy o tym, że jest ona odmianą ekstensywną, czyli relatywnie lepiej plonuje

w gorszych środowiskach łąkowych. Jej współdziałanie ze środowiskami można w 60% wyjaśnić regresją liniową odchyleń interakcyjnych względem średniej z doświadczeń. Dodatnią, istotną wartością współczynnika regresji cechowała się odmiana Skrzyszowicka. Należy oczekiwać, że jej efekty interakcyjne będą wzrastać w miarę polepszania się warunków środowiska. Obie odmiany podobne tendencje zachowały w trzyletnim okresie użytkowania, chociaż ich współczynniki regresji były nieistotne. W trójkośnym użytkowaniu łąkowym przedłużanie okresu użytkowania nie miało wpływu na zwiększenie interakcji odmian ze środowiskami.

Tabela 2

Analiza serii doświadczeń odmianowych z kustrzewą łąkową w użytkowaniu trójkośnym łąkowym
Analysis of experimental series of meadow fescue varieties in three cutting utilization

Odmiana Variety	Plon łączny Total yield (t·ha ⁻¹)	Efekt główny Main effect	Statystyka F dla interakcji Statistics F for interaction O × M	Współczynnik Coefficient of	
				regresji regression	determinacji determination %
Użytkowanie dwuletnie Two years utilization (1996–1998)					
Limosa	235,9	9,9	11,47**	0,096	17,37
Skrzeszowicka	228,2	2,2	5,22**	0,133**	73,11
AND 294	228,0	2,0	8,21**	0,003	0,03
Skra	222,1	-3,9	15,79**	-0,210**	60,54
Skawa	215,9	-10,1**	7,05**	-0,022	1,46
Użytkowanie trzyletnie Three years utilization (1996–1999)					
Limosa	331,5	15,6**	4,41**	0,071	10,24
Skrzeszowicka	319,1	3,2	6,37**	0,119	41,58
AND 294	316,2	0,3	4,54**	-0,015	0,86
Skra	310,2	-5,8	6,75**	-0,133	48,53
Skawa	302,7	-13,2**	3,22**	-0,021	2,63
Wyniki analizy wariancji Results of the analysis of variance					
Źródło zmienności Source of variation	Użytkowanie dwuletnie (1996–1998) Two years utilization		Użytkowanie trzyletnie (1996–1999) Three years utilization		
	liczba stopni swobody degrees of freedom	s ²	liczba stopni swobody degrees of freedom	s ²	
Odmiany (O) Varieties	4	2236,34	4	4624,29*	
Miejscowości (M) Sites	9	36901,58**	9	67906,76**	
Interakcja (O × M) Interaction	36	407,68**	36	461,71**	
Regresja względem miejscowości Regression as on sites	4	1189,18	4	1067,64	
Odchylenia od regresji Deviation from regression	32	309,99**	32	385,97**	

Odmiany tymotki łąkowej w trzyletnim użytkowaniu wielokośnym przejawiały silną interakcję ze środowiskami (tab. 3). Niezależnie od długości okresu użytkowania, istotnie lepiej od średniej plonowała odmiana BAH 394, w przeciwieństwie do DP 94-86. W trzyletnim, trójkośnym użytkowaniu łąkowym, charakterystycznie zachowały się

odmiany Skala, Kaba, BAH 394 i Bilbo. Brak interakcji tych odmian ze środowiskami daje możliwości ich uprawy na łąkach mineralnych na obszarze całego kraju. Znajduje to potwierdzenie w wynikach wierniejszego plonowania tymotki w latach użytkowania (Domański, 1984, Martyniak, 1997). W trójkośnym użytkowaniu dwuletnim odmiana BAH 394, chociaż plonowała zaledwie o 2,5% lepiej od średniej ogólnej, jej efekty główne były istotnie większe (tab. 4). Na podstawie analizy wyników serii doświadczeń, stwierdzono słabe i niestabilne w latach plonowanie odmiany DP 94-86 (istotne F dla efektu głównego i wysokie, istotne wartości F dla interakcji $O \times M$). Przesądziło to o odmowie wpisania jej do polskiego Rejestru Odmian.

Tabela 3

Analiza serii doświadczeń odmianowych z tymotką łąkową w użytkowaniu wielokrotnym
Analysis of experimental series of timothy grass varieties in the multi-cutting utilization

Odmiana Variety	Plon łączny Total yield (dt·ha ⁻¹)	Efekt główny Main effect	Statystyka F dla interakcji Statistics F for interaction O × M	Współczynnik Coefficient of	
				regresji regression	determinacji determination %
Użytkowanie dwuletnie Two years utilization (1996–1998)					
BAH 394	245,2	10,0**	2,93**	0,003	0,15
Bilbo	239,7	4,4	4,86**	0,029	6,73
Skala	237,2	1,9	2,47**	0,031	14,85
Kaba	233,7	-1,6	4,26**	0,017	2,49
DP 94-86	228,0	-7,2	6,38**	-0,028	4,80
Bartovia	227,7	-7,5**	8,84**	-0,052	11,68
Użytkowanie trzyletnie Three years utilization (1995–1998)					
BAH 394	343,2	9,1*	66,09**	0,018	1,59
Bilbo	338,7	4,7	46,41**	0,022	3,60
Kaba	334,4	0,4	47,45**	0,036	9,36
Skala	334,1	0,1	19,63**	-0,010	1,72
Bartovia	331,3	-2,7	90,09**	-0,059	13,24
DP 94-86	322,4	-11,6*	74,59**	-0,007	0,20
Wyniki analizy wariancji Results of the analysis of variance					
Źródło zmienności Source of variation	Użytkowanie dwuletnie (1996–1998) Two years utilization		Użytkowanie trzyletnie (1995–1998) Three years utilization		
	liczba stopni swobody degrees of freedom	s ²	liczba stopni swobody degrees of freedom	s ²	
Odmiany (O) Varieties	5	2440,58**	5	2578,38*	
Miejscowości (M) Sites	12	84746,53**	12	148554,14**	
Interakcja (O × M) Interaction	60	221,55**	60	498,29**	
Regresja względem miejscowości Regression as regards sites	5	191,58	5	340,04	
Odchylenia od regresji Deviation from regression	55	224,28**	55	512,68**	

Tabela 4

Analiza serii doświadczeń odmianowych z tymotką łąkową w użytkowaniu trójkośnym łąkowym
Analysis of experimental series of timothy grass varieties in three cuts utilization

Odmiana Variety	Plon łączny Total yield (dt·ha ⁻¹)	Efekt główny Main effect	Statystyka F dla interakcji Statistics F for interaction O × M	Współczynnik Coefficient of	
				regresji regression	determinacji determination %
Użytkowanie dwuletnie Two years utilization (1996–1998)					
POB 794	249,1	8,4**	5,40**	0,049	17,59
BAH 394	246,9	6,2**	3,84**	-0,010	1,10
Kaba	243,6	2,9	6,21**	0,038	8,98
Skala	242,4	1,7	5,31**	0,035	9,05
Bilbo	241,1	0,4	5,61**	0,075	39,52
Bartovia	235,6	-5,1	6,43**	-0,092*	52,10
DP 94-86	226,2	-14,5**	16,71**	-0,094	20,87
Użytkowanie trzyletnie Three years utilization (1995–1998)					
POB 794	346,5	7,8	5,63**	0,044	6,39
BAH 394	343,2	4,5	2,29	0,026	5,31
Kaba	341,7	3,0	4,22	-0,014	0,87
Bilbo	340,3	1,6	1,50	-0,009	1,02
Skala	340,1	1,4	1,69	-0,010	1,00
Bartovia	333,5	-5,2	3,69**	-0,060	17,65
DP 94-86	325,6	-13,1**	5,83**	0,022	1,58
Wyniki analizy wariancji Results of the analysis of variance					
Źródło zmienności Source of variation	Użytkowanie dwuletnie (1996–1998) Two years utilization		Użytkowanie trzyletnie (1995–1998) Three years utilization		
	liczba stopni swobody degrees of freedom	s ²	liczba stopni swobody degrees of freedom	s ²	
Odmiany (O) Varieties	6	3078,63**	6	2542,06	
Miejscowości (M) Sites	12	83413,99**	12	115453,75**	
Interakcja (O × M) Interaction	72	249,74**	72	372,69**	
Regresja względem miejscowości Regression as on sites	6	671,04	6	232,74	
Odchylenia od regresji Deviation from regression	66	211,45**	66	385,4**	

W obrębie życicy trwałej, w badaniach przeważały odmiany pochodzenia zagranicznego, ukierunkowane na użytkowanie wielokośne (pastwiskowe). Wyniki badania interakcji odmian ze środowiskami wskazują na ich duże zróżnicowanie genetyczne. Niektóre odmiany życicy trwałej pochodzenia zachodnioeuropejskiego silnie reagują na sposób użytkowania (Falkowski i in., 1994). Zwiększona liczba koszeń (wypasów) powoduje silniejsze rozkrzewianie się roślin i przyrost liczby pędów (Davies, Evans, 1983). Dzięki temu, niezależnie od środowisk, stabilizuje się poziom plonowania w sezonie wegetacji. Dla przykładu odmianą tego typu jest Baristra, którą zarejestrowano w Polsce w roku 1999. Jej efekty główne, niezależnie od długości okresu użytkowania, były istotnie większe od średnich plonów dla badanych odmian, o 5–6,5% (tab. 5).

W dwuletnim użytkowaniu jedynie odmiany Argona i Solen wykazały istotnie ujemne efekty główne. Potwierdziły się też ujemne wartości w użytkowaniu trzyletnim, chociaż były one istotne tylko w przypadku odmiany Solen.

Tabela 5

Analiza serii doświadczeń odmianowych z życią trwałą w użytkowaniu wielokośnym
Analysis of experimental series of perennial ryegrass varieties in the multi-cutting utilization

Odmiana Variety	Plon łączny Total yield (dt·ha ⁻¹)	Efekt główny Main effect	Statystyka F dla interakcji Statistics F for interaction O × M	Współczynnik Coefficient of	
				regresji regression	determinacji determination %
Użytkowanie dwuletnie Two years utilization (1996–1998)					
Baristra 4x	231,3	14,2**	4,41**	-0,045	3,73
Tivoli 4x	229,2	12,1	8,49**	-0,133	16,75
Husky 4x	227,3	10,2	8,28	0,092	8,18
Barylou	224,6	7,4	12,91**	0,093	5,46
Napoleon	222,6	5,5	3,43**	-0,103	25,20
Pimpernel	221,8	4,7	2,23	-0,042	6,36
Hercules	220,1	3,0	4,22**	0,025	1,17
Heraut	218,3	1,2	3,34**	0,154*	57,64
Kelibia	217,4	0,3	1,79	0,127	22,41
Canasta	216,6	-0,5	2,39	-0,082	22,66
Bravo	215,2	-1,9	5,82**	0,112	17,28
Sampo	214,3	-2,8	10,96**	-0,089	5,84
Anduril	214,1	-3,0	2,31	-0,037	4,72
Arka	213,7	-3,4	3,38**	0,075	13,49
Fanda	212,5	-4,6	6,02**	-0,146	28,42
Anna	211,9	-5,2	6,82**	-0,057	3,84
Barezane	208,7	-8,4	6,66**	0,086	8,99
Argona	207,3	-9,8**	2,09	0,056	12,27
Solen 4x	198,1	-19,0**	4,30**	-0,087	14,11
Użytkowanie trzyletnie Three years utilization (1995–1998)					
Baristra 4x	318,3	15,1**	2,03	0,001	0,00
Husky 4x	310,7	7,6	3,10**	-0,098	18,90
Pimpernel	308,4	5,2	1,79	0,027	2,44
Hercules	308,0	4,9	3,11**	0,087	14,68
Kelibia	307,6	4,4	6,69**	-0,022	0,42
Bravo	307,3	4,1	1,06	-0,019	1,99
Heraut	306,1	2,9	1,05	0,030	5,05
Canasta	305,8	2,6	2,34	0,109	30,99
Napoleon	305,2	2,1	2,66*	-0,112	28,66
Anduril	304,5	1,4	2,72*	-0,084	15,62
Tivoli 4x	303,2	0,0	27,36**	-0,240	12,79
Barylou	302,3	-0,9	9,95**	0,323*	63,33
Arka	300,7	-2,4	2,05	0,113	37,55
Barezane	299,3	-3,9	6,56**	0,174	27,89
Sampo	298,6	-4,6	1,45	0,001	0,00
Fanda	296,8	-6,3	4,29**	-0,138	26,70
Argona	296,1	-7,1	2,95*	0,153	47,79
Anna	292,4	-10,8**	6,28**	-0,147	20,70
Solen 4x	288,9	-14,3**	5,42**	-0,157	27,60

c.d. Tabela 5

Wyniki analizy wariancji Results of the analysis of variance				
Źródło zmienności Source of variation	Użytkowanie dwuletnie (1996–1998) Two years utilization		Użytkowanie trzyletnie (1995–1998) Three years utilization	
	liczba stopni swobody degrees of freedom	s^2	liczba stopni swobody degrees of freedom	s^2
Odmiany (O) Varieties	18	2620,02**	18	2264,06**
Miejscowości (M) Sites	9	113267,25**	11	199580,02**
Interakcja (O × M) Interaction	162	409,68**	198	895,39**
Regresja względem miejscowości Regression as on sites	18	496,11	18	2212,07
Odchylenia od regresji Deviation from regression	144	398,88**	180	763,72**

Tabela 6

Analiza serii doświadczeń odmianowych z życią wielokwiatową w użytkowaniu wielokośnym
Analysis of experimental series of Italian ryegrass varieties in the multi- cutting utilization

Odmiana Variety	Plon łączny Total yield (dt·ha ⁻¹)	Efekt główny Main effect	Statystyka F dla interakcji Statistics F for interaction O × M	Współczynnik Coefficient of	
				regresji regression	determinacji determination %
Użytkowanie jednoroczne One year utilization (1998–1999)					
Jeanne 4x	190,8	7,0*	3,56**	0,035	4,56
Ligrande	185,6	1,8	4,15**	-0,048	7,55
Lotos 4x	185,0	1,2	2,42	0,033	5,90
Gracja	173,7	-10,0**	4,77**	-0,019	1,03
Użytkowanie dwuletnie Two years utilization (1997–1999)					
Ligrande	322,4	21,0	30,91**	0,141	9,81
Jeanne 4x	313,5	12,1	22,93**	0,175	20,33
Lotos 4x	291,6	-9,8	26,24**	0,018	0,19
Gracja	278,1	-23,3	42,48**	-0,334	40,09
Wyniki analizy wariancji Results of the analysis of variance					
Źródło zmienności Source of change ability	Użytkowanie jednoroczne (1998–1999) One year utilization		Użytkowanie dwuletnie (1997–1999) Two years utilization		
	liczba stopni swobody degrees of freedom	s ²	liczba stopni swobody degrees of freedom	s ²	
Odmiany (O) Varieties	3	1652,21*	3	13051,75	
Miejscowości (M) Sites	7	19213,78**	7	29709,51	
Interakcja (O × M) Interaction	21	176,53**	21	1986,20*	
Regresja względem miejscowości Regression on sites	3	55,40	3	2811,03	
Odchylenia od regresji Deviation from regression	18	196,72**	18	1848,72**	

Dwie spośród badanych odmian (Canasta, Pimpernel), niezależnie od długości okresu użytkowania, nie wykazywały istotnej interakcji ze środowiskami. W przypadku odmiany Heraut (w użytkowaniu dwuletnim) i Barylou (w użytkowaniu trzyletnim) współczynniki regresji okazały się istotne. Dodatnie wartości współczynników regresji sugerują, że odmiany te plonują szczególnie dobrze w tych środowiskach, w których plonowanie jest przeciętnie wyższe. Obliczona dla odmiany Heraut wartość współczynnika determinacji świadczy, że współdziałanie odmiany Heraut ze środowiskami w 58% można objaśnić regresją liniową efektów interakcyjnych względem średniej z doświadczeń. Podobnie, pozytywną reakcję odmiany Barylou w lepszych środowiskach w 63% tłumaczy się regresją liniową efektów interakcyjnych. Dla niektórych odmian wraz z wydłużaniem okresu użytkowania, interakcja ze środowiskami okazała się istotna, np. Argona, Anduril, Husky, Kelibia, natomiast dla innych utraciła istotność, np. Arka, Sampo, Baristra, Bravo, Heraut.

Efekty główne odmian życicy wielokwiatowej w dużym stopniu zależały od długości okresu badań. W użytkowaniu jednorocznym istotne efekty główne dotyczyły dwóch odmian — Gracja i Jeanne. Plony odmiany Gracja w pierwszym i drugim roku użytkowania były wyraźnie niższe od średniej ogólnej (tab. 6). W przypadku wszystkich badanych odmian stwierdzono istotne współdziałanie ze środowiskami. Tylko w pierwszym roku użytkowania interakcja odmiany Lotos ze środowiskami była nieistotna, chociaż w użytkowaniu jednorocznym życica wielokwiatowa jako gatunek, silnie reaguje na warunki glebowe (Gonet, Stadejek, 1990). Charakterystyczne były wysokie wartości interakcji odmian z miejscowościami. Wydłużenie okresu użytkowania do dwóch lat zwiększyło współdziałanie odmian ze środowiskami. Wysokie i istotne wartości odchyleń od regresji wywołane były prawdopodobnie efektem reakcji odmian na warunki zimowania.

WNIOSKI

1. Badane w serii doświadczeń uprawne odmiany kostrzewy łąkowej, tymotki łąkowej i życicy trwałej różnią się możliwościami plonotwórczymi, o czym świadczą istotnie większe lub mniejsze odchylenia dla odmian od średniej plonowania danego gatunku; różnice najczęściej nie przekraczają $\pm 5\%$, niezależnie od sposobu użytkowania.
2. Stwierdzono współdziałanie odmian ze środowiskami, które w dużym stopniu może być uwarunkowane sposobem użytkowania odmian; istnieją też mniej liczne przypadki odmian, np. życicy trwałej (Canasta, Pimpernel), które niezależnie od długości okresu użytkowania nie wykazują interakcji odmianowo-środowiskowej.
3. W oparciu o istotne wartości współczynników regresji i determinacji można wyodrębnić odmiany intensywne, czyli bardzo dobrze plonujące w środowiskach, w których plonowanie jest przeciętnie wyższe oraz odmiany ekstensywne, o dużej zdolności adaptacyjnej do środowisk; przykładem intensywnej odmiany jest kostrzewa łąkowa Limosa w trzyletnim użytkowaniu wielokośnym, a przykładem odmiany ekstensywnej — tymotka łąkowa Bartovia w dwuletnim użytkowaniu łąkowym.

4. Wraz z wydłużaniem okresu użytkowania życicy wielokwiatowej do dwóch lat, zwiększa się ogólnie interakcja odmian ze środowiskami, najprawdopodobniej wskutek reakcji odmian na warunki zimowania.

LITERATURA

- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z. 1977. Analiza interakcji genotypowo-środowiskowej: I. Model analizy wariancji dla serii doświadczeń. Siódme Colloquium Metodologiczne z Agrobiometrii. PAN i PTB: 138 — 157.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z. 1980. Analiza jednorocznej serii ortogonalnej doświadczeń odmianowych ze szczególnym uwzględnieniem interakcji odmianowo-środowiskowej. I. Analiza ogólna. Biul. Oc. Odm., z. 2 (12): 67 — 81.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z. 1988. Analiza jednorocznej serii ortogonalnej doświadczeń odmianowych ze szczególnym uwzględnieniem interakcji odmianowo-środowiskowej. III. Interpretacja wyników. Biul. Oc. Odm., z. 19: 67 — 84.
- Davies A., Evans E. M. 1983. Simulated swards experiments on factors influencing tiller production in perennial ryegrass genotypes. Welsh Plant Breed. Stn. Report for 1982: 154 — 155.
- Domański P. 1984. Zmienność plonowania odmian traw pastewnych w okresie wegetacji i w kolejnych latach użytkowania na terenie Polski. Wiadomości Odmianoznawcze z. 1 (12): 37 ss.
- Domański P. 1994. Ocena postępu w hodowli odmian ważniejszych gatunków traw. Mat. konf. SITWM, MRiGŻ, IMUZ: 49 — 70.
- Domański P., Urbaniak K., Czeladzka M. 1998. Metodyka badania wartości gospodarczej odmian roślin uprawnych; 1.4. Trawy pastewne. Wyd. I., COBORU Słupia Wielka: 38 ss.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 1994. Właściwości biologiczne roślin łąkowych. Wyd. AR w Poznaniu: 82 ss.
- Gonet Z., Stadejek H. 1990. Porównanie form i odmian życicy wielokwiatowej z żytem i owsem uprawianym na zielonkę pod względem plonowania i wartości paszowej. Pam. Puł., 97: 117 — 130.
- Hayward M. D. 1997. To make two blades of grass grow where one grew before. Proc. of the 20th Meeting of Eucarpia Fodder Crops and Amenity Grasses Section. IHAR Radzików: 3 — 7.
- Lutyńska R. 1987. Prace badawczo-hodowlane nad gatunkami traw, koniczyną i lucerną. Biul. IHAR, 162: 5 — 14.
- Machnik R. 1973. Przyrodnicza reprezentatywność Stacji Doświadczalnych Oceny Odmian. Biul. Oc. Odm., z. 4: 23 — 86.
- Martyniak J. 1997. Rola gatunków i odmian traw w procesie deintensyfikacji produkcji pasz. Biul. Oc. Odm., z. 30: 39 — 45.
- Pawlak T. 1987. Metody oceny i porównywania wartości gatunków i odmian traw pastewnych. Biul. IHAR 162: 41 — 51.
- Pilarczyk W. 1977. Optymalizacja wielkości serii doświadczeń w czasie i przestrzeni. Siódme Colloquium Metodologiczne z Agrobiometrii: 272 — 282.
- Pilarczyk W. 1984. Analiza jednorocznej, ortogonalnej serii doświadczeń ze szczególnym badaniem interakcji odmian ze środowiskiem. Instrukcja dla użytkownika. COBORU. Słupia Wielka: 18 ss.
- Prończuk S. 1987. Postęp biologiczny w hodowli traw oraz perspektywiczne kierunki rozwoju nasiennictwa. Mat. Konf. „Hodowla a nasiennictwo traw i motylkowych dla potrzeb łąkarstwa. SITWM. Lublin: 23 — 44.
- Reheul D., Ghesquière A. 1994. Progress in forage grass breeding. Acta Horticulturae, 355: 135 — 141.
- Rogalski M., Mejza S. 1996. Eksperyment polowy jako element rozwiązywania zagadnień badawczych w zakresie pratotechniki. Fragm. Agron. XIII, nr 3 (51): 118 — 128.
- Van Vijk A. J. P., Reheul D. 1991. Achievements in fodder crop breeding in maritime Europe. In: Fodder crops breeding; Achievements, novel strategies and biotechnology. Proc. of the 16th Meeting of the Eucarpia Fodder Crops Section. A. P. M. den Nijs, A. Elgersma (eds.), Wageningen: 13 — 18.