Kształtowanie się cech morfologicznych młodocianych roślin koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.) w zależności od czynników siedliska i agrotechniki

TADEUSZ ZAJĄC¹, JÓZEF BIENIEK²,
ROBERT WITKOWICZ¹, WOJCIECH JAGUSIAK²

¹ Zakład Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza, Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

² Katedra Genetyki i Metod Doskonalenia Zwierząt, Akademia Rolnicza, Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

(Otrzymano dn. 28.08.1995 r.)

T. Zając¹, J. Bieniek², R. Witkowiec¹, W. Jagusiak² (Academy of Agriculture in Cracow, ¹Department of Plant Cultivation, Al. Mickiewicza 21, 31-120 Cracow, Poland, ²Department of Genetics and Animal Breeding, Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Cracow, Poland). Acta Agrobotanica 48 (2): 5-16, 1995. Morphological features of young red clover (*Trifolium pratense* L.) plants depending on habitat cultivation (agrotechnic) factors.

Abstract

In experiments located in Prusy (Kraków voivodship) at Wierzbica (Katowice voivodship) at the end of vegetative growth in the fall 6 empirically determined features characterizing young red clover plants grown in pure stand and undersown in spring barley were analysed. These were following features referring to a single plant: fresh and dry weight, the length of tops and roots, diameter of the root crown and number of shoots. Based on these features 4 indirect indicators were constructed. In 1993-1994 total of 420 plants were analysed. For direct and indirect indicators means and standard deviations were calculated taking into account the influence of given year, location and method of sowing. Least squares and phenotypic correlations between investigated features were also evaluated. In 1994 average values for analysed plant features of red clover were higher than in 1993. The effect of location (of the experiment) was not visible. Better plants were formed when red clover was undersown in spring barley than when grown in pure stand (without the cover crop). All features measured directly showed very high variability between these features were observed. Correlation between the fresh and dry weight need to be emphasized. Also interactions between years and method of sowing, and between location and method of sowing turned out to be significant.

WSTĘP

Ontogeneza koniczyny czerwonej w warunkach uprawy polowej trwa dwa lata, w których zabiegi agrotechniczne skierowane na rozwój tej rośliny prowadzone są

odmieniu. Tradycyjny i dotąd najczęściej przyjęty sposób uprawy koniczyny czerwonej, uwzględniający jej wolny rozwój i niewielką wrażliwość na zacinienie polega na wsiewaniu jej wiosną w jęczmień jary, jako roślinę ochronną. Pomimo od dawna prowadzonych badań z zakresu agrotechniki koniczyny czerwonej jako najważniejszej rośliny motylkowej w kraju, nie podjęto oceny różnych cech morfologicznych, uwzględniających ich bezpośrednie wymiary oraz zmienność wywołaną sposobem siewu. Dotychczas jedynie F o r d o ŋ s k i i wsp. (1988) prześledzili związek występujący pomiędzy średnicą szyjki korzeniowej odmian koniczyny czerwonej wsiewanej w roślinę ochronną lub bez. Więcej cech koniczyny wsiewanej w jęczmień i bez rośliny ochronnej analizował Z a j ą c (1993).

Celem przeprowadzonych badań była analiza 6 określonych empirycznie cech, charakteryzujących młodociane rośliny koniczyny czerwonej. Były to, w odniesieniu do pojedynczej rośliny: świeża i sucha masa rośliny, długość części nadziemnych i podziemnych oraz średnica szyjki korzeniowej i liczba wykształconych pędów. W oparciu o te cechy, skonstruowano 4 wskaźniki, przy pomocy których możliwa była bardziej wnikliwa ocena zebranego materiału.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe przeprowadzono w dwóch miejscowościach: Prusy (woj. krakowskie) i Wierzbica (woj. katowickie) w latach 1993-1994. W każdym roku i miejscowości koniczynę czerwoną (odmiana Nike) wysiewano w siewie czystym lub wsiewano w jęczmień jary (odm. Edgar) (w dalszej części opracowania używać będziemy również nazw skróconych: koniczyna i jęczmień). Ilość wysiewu nasion koniczyny wynosiła 12 kg/ha, a jęczmienia 126 kg/ha. Nawożenie przedsiewne było identyczne i wynosiło: N – 30, P₂O₅ – 60 i K₂O – 80 kg/ha. Pozostałe zabiegi agrotechniczne wykonywano zgodnie z przyjętymi zasadami.

Pod koniec jesiennej vegetacji (październik) wykopano monolity glebowe o wymiarach 50 x 50 x 50 cm, z których wodą wymywano rośliny koniczyny. Po wstępnym osuszeniu z każdego monolitu pobierano próbkę losową złożoną z 50 lub 60 roślin. Łącznie pobrano do badań 420 rośliny.

Dokonano następujących pomiarów: długości pędów i korzenia głównego (cm), średnicy szyjki korzeniowej (mm) i liczby pędów (szt) oraz określono świeżą masę roślin (g). Po zakończeniu tych pomiarów rośliny etykietowano i suszono przez 72 godziny w suszarce z przepływem powietrza o temperaturze 70°C, a następnie ważono i oznaczano powietrznie suchą masę (g).

Na podstawie opisanych 6 cech młodocianych roślin koniczyny skonstruowano następujące wskaźniki pośrednie:

A – suma długości dominującego pędu i korzenia palowego;

B – (długość korzenia : A) x 100 %;

C – (długość dominującego pędu : A) x 100 %;

D – (sucha masa rośliny : świeża masa rośliny) x 100 %.

Dla wszystkich wyżej opisanych wskaźników (cech) obliczono średnie i odchylenia standardowe z uwzględnieniem roku wysiewu, miejscowości oraz rodzaju siewu (czysty i wsiewka). Ponadto obliczono średnie i odchylenia standardowe dla rodzaju wysiewu w obrębie roku oraz miejscowości. Zestawienie to obejmuje także dane o zakresie wahanía powyższych cech (minimum i maksimum).

W drugim podejściu wykonano analizę wariancji według poniższego modelu liniowego:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + M_j + S_k + (RS)_{ik} + (MS)_{jk} + e_{ijkl}$$

gdzie:

Y_{ijkl} – wartość obserwowana cechy

μ – średnia ogólna

R_i – efekt i-tego roku wysiewu ($i = 93, 94$)

M_j – efekt j-tej miejscowości ($j = 1, 2$)

S_k – efekt k-tego sposobu siewu ($k = 1, 2$)

$(RS)_{ik}$ – interakcja między i-tym rokiem wysiewu a k-tym sposobem siewu

$(MS)_{jk}$ – interakcja między j-tą miejscowością a k-tym sposobem wysiewu

e_{ijkl} – błąd losowy

Dla cech empirycznych i pośrednich sprawdzono charakter rozkładu, stosując metodę Shapiro-Wilka (SAS Procedures Guide for Personal Computers Ver. 6 Edition). Rozkład cech empirycznych wykazał istotne odchylenia od rozkładu normalnego. Dla oceny istotności wpływu porównywanych czynników na te cechy wykorzystano nieparametryczne testy Wilcozona i Kruskal-Wallisa. Cechy pośrednie przed analizą poddano transformacji logarytmicznej. Wpływ badanych czynników na te cechy oraz istotność ich interakcji analizowano przy pomocy testu „F”, przyjmując dwa poziomy istotności: $p = 0,05$ (różnice istotne), względnie $p = 0,01$ (różnice wysoko istotne). Ponadto oszacowano korelacje fenotypowe z błędami pomiędzy badanymi wskaźnikami. Współczynniki korelacji fenotypowych podano w tabelach 3 i 4. Oszacowano także średnie najmniejszych kwadratów dla badanych wskaźników, które zamieszczono w tabeli 2.

WYNIKI

Wymiary średnie, odchylenia standardowe i rozstęp wartości cech młodocianych roślin koniczyny czerwonej wykazywały wyraźne zróżnicowanie w zależności od roku, miejscowości i sposobu siewu (tabela 1). W 1994 roku cechy roślin posiadały wyższe wartości w porównaniu z rokiem 1993, z wyjątkiem liczby pędów wykształconych przez pojedynczą roślinę. Wpływ miejscowości na wartości cech tak empirycznych jak i średnich pozostawał nieukierunkowany. W Wierzbicy rośliny miały wyższą masę i długość w porównaniu do rosnących w Prusach, gdzie (warunki glebowo-klimatyczne) klasa bonitacyjna i suma opadów były wyższe, a w świetle obecnego stanu wiedzy rolniczej, korzystniejsze dla vegetacji koniczyny czerwonej w drugiej połowie sezonu vegetacyjnego.

Tabela 1 – Table 1

Wartości średnie cech młodocianych roślin koniczyny czerwonej w zależności od roku, miejscowości i sposobu siewu
 Mean values for features of young red clever plants depending on the year, location and method of sowing

Cechy Features	Rok Year						Miejscowość Location						Sposób siewu Method of sowing						Liczebność, średnia i odch. stand. Number, mean, standard deviation			Rozstęp Spread	
	1993			1994			Wierzbica			Prusy			czysty pure stand			wsiewka w jęczmień jary undersown in spring barley							
	n	$\bar{x}$	δ	n	$\bar{x}$	δ	n	$\bar{x}$	δ	n	$\bar{x}$	δ	n	$\bar{x}$	δ	n	$\bar{x}$	δ	n	$\bar{x}$	δ	min.	max.
1 Świeża masa (g) Fresh weight (g)	220	6,31	6,98	200	8,41	7,15	200	8,97	8,53	220	5,81	5,13	210	6,71	7,15	210	7,92	7,07	420	7,31	7,13	0,20	54,54
2 Sucha masa (g) Dry weight (g)	220	1,30	1,41	200	1,83	1,56	200	1,88	1,78	220	1,25	1,13	210	1,40	1,52	210	1,70	1,48	420	1,55	1,51	0,04	10,48
3 Dł. korzenia palowego (cm) Length of toproot (cm)	154	14,33	6,58	200	17,62	4,97	200	16,82	6,43	154	15,37	5,51	179	15,09	6,30	175	17,31	5,64	354	16,19	6,08	1,00	65,00
4 Dł. części nadziemnej (cm) Length of shoot (cm)	153	15,81	4,88	200	32,71	9,37	200	27,63	13,36	153	22,45	7,25	178	25,70	12,54	175	25,06	10,16	353	25,38	11,41	5,50	66,50
5 Liczba pędów (szt) Number of shoots	220	6,27	5,22	200	4,21	2,10	200	4,78	3,02	220	5,75	4,96	210	5,05	5,12	210	5,52	2,94	420	5,29	4,17	0,00	41,00
6 Ø szyjki korzeniowej (mm) Ø diameter of root crown (mm)	220	6,35	2,97	200	8,14	2,66	200	7,01	3,00	220	7,37	2,93	210	6,92	2,94	210	7,48	2,97	420	7,20	2,96	1,00	17,00
7 A (cm)	153	30,23	9,38	200	50,33	12,23	200	44,45	16,95	153	37,92	10,68	178	40,88	16,20	175	42,37	13,47	353	41,62	14,90	12,00	91,80
8 B (%)	153	46,58	11,05	200	35,20	6,90	200	39,35	11,14	153	41,16	9,69	178	38,59	10,52	175	41,70	10,40	353	40,13	10,56	13,04	77,38
9 C (%)	153	53,42	11,05	200	64,80	6,90	200	60,65	11,14	153	58,84	9,69	178	61,41	10,52	175	58,30	10,40	353	59,87	10,56	22,62	86,96
10 D (%)	220	20,62	3,81	200	21,40	4,24	220	20,57	2,97	220	21,38	4,78	210	20,23	3,02	210	21,76	4,73	420	20,99	4,04	11,11	52,83

A – suma długości dominującego pędu i korzenia palowego [sum of the length of dominating shoot and top root]

B – (długość korzenia : A) x 100 % [(root-length : A) x 100%]

C – (długość dominującego pędu : A) x 100 % [(length of dominating shoot : A) x 100%]

D – (sucha masa rośliny : świeża masa rośliny) x 100% [(dry weight : fresh weight of the plant) x 100%]

n = liczebność (number)

$\bar{x}$ = średnia (mean)

δ = odchylenie standardowe
(standard deviation)

Tabela 2 – Table 2

Średnie najmniejszych kwadratów dla cech charakteryzujących koniczynę z uwzględnieniem roku wysiewu, miejscowości i rodzaju siewu

Mean squares for feature characterizing red clever considering the year, location and method of sowing

Numer cechy* Feature's number	Rok Year		Miejscowość Location		Sposób siewu Method of sowing	
	1993	1994	Wierzbica	Prusy	czysty pure stand	wsiewka w jęczmień jary undersown in spring barley
1	6,49 ^A	8,41 ^B	9,05 ^A	5,86 ^B	6,96 ^A	7,95 ^B
2	1,30 ^A	1,83 ^B	1,90 ^A	1,23 ^B	1,43 ^A	1,70 ^B
3	13,88 ^A	17,62 ^B	16,56 ^A	14,93 ^B	14,45 ^A	17,05 ^B
4	14,71 ^A	32,71 ^B	27,70 ^A	19,73 ^B	23,91	23,52
5	6,32 ^A	4,20 ^B	4,78	5,66	5,03 ^A	5,49 ^B
6	6,42 ^A	8,13 ^B	7,03	7,52	6,92	7,63
7	28,60 ^A	50,33 ^B	4,27 ^A	34,66 ^B	38,36	40,57
8	46,88 ^A	35,20 ^B	39,08 ^A	42,99 ^B	39,23 ^A	42,84 ^B
9	53,12 ^A	64,80 ^B	60,91 ^A	57,01 ^B	60,76 ^A	57,16 ^B
10	20,00 ^a	21,40 ^b	20,57	20,83	19,71 ^A	21,69 ^B

* Opis cech jak w tabeli 1 (Explanation of features as in Table 1)

Uwaga: Cechy oznaczone różnymi literami w obrębie danego czynnika (tj. roku wysiewu, miejscowości lub rodzaju siewu) różnią się od siebie istotnie, $p = 0,05$ (małe litery), względnie wysoko istotnie, $p = 0,01$ (duże litery). [Feature indicated by different letters withing given factor (year of sowing, location or method of saving) are significantly different, $p = 0,05$ (small letters) or higly significantly different, $p = 0,01$ (capital letters)].

Tabela 3 – Table 3

Korelacje fenotypowe między cechami koniczyny
Phenotypic correlations between red clever features

Numer cechy* Feature's number	Numer cechy (Feature's number)					
	1	2	3	4	5	6
1	–	0,9819	0,4372	0,5928	0,6389	0,7684
2		–	0,4532	0,7167	0,6497	0,7988
3			–	0,3233	0,3387	0,4161
4				–	0,3669	0,5765
5					–	0,6804
6						–
7	0,6433	0,6691	0,7518	0,8671	0,4341	0,6208
8	- 0,0192	- 0,0142	- 0,7143	- 0,3187	0,0168	- 0,0491
9	0,0192	0,0142	- 0,7143	0,3187	- 0,0168	0,0491
10	0,0306	- 0,2071	- 0,1423	- 0,2361	- 0,1587	0,2088

*Opis cech jak w tabeli 1 (Explanation of features as in Table 1)

Uwaga: Wartości wyróżnione kursywą są nieistotne, pozostałe współczynniki korelacji są wysoko istotne ($p = 0,01$). [Values in italics are not significant, the other correlation coefficients are highly significant].

Tabela 4 – Table 4

Korelacje fenotypowe między wskaźnikami pośrednimi
Phenotypic correlations between indirect indicator

Numer cechy* Feature's number	Numer cechy (Feature's number)		
	8	9	10
7	0,1972	- 0,1972	0,1682
8	–	- 1,0000	0,0185
9		–	- 0,0184
10			–

*Opis cech jak w tabeli 1 (Explanation of features as in Table 1)

Lepiej rozwinięte rośliny zdołała wykształcić koniczyna wsiewana w jęczmieniu jary, niż uprawiana w siewie czystym (bez rośliny ochronnej). Na podstawie tych wyników, nieoczekiwanych z biologicznego punktu widzenia, można potwierdzić, że dotychczasowa technologia uprawy koniczyny czerwonej jest zasadna.

Dla rolników praktyków jest to bardzo cenna informacja, albowiem pozwala na uprawę tej rośliny w dość odmiennych warunkach. Natomiast dla hodowców roślin informacja ta ma charakter wskazówki co do celów i kierunków pracy hodowlanej bazującej głównie na metodach selekcyjnych, których powodzenie może być w znacznym stopniu przewidywalne, albowiem zmienność genetyczna jest warunkiem podstawowym skutecznej i owocnej selekcji.

Cechy mierzone bezpośrednio wykazywały bardzo dużą zmienność wyrażoną odchyleniem standardowym. Potwierdzała to w każdym przypadku wielkość rozstępu. W przypadku świeżej masy rośliny rozstęg wynosił około 54 g przy średniej w granicach 7,3. Odpowiednie wartości średniej i rozstępu dla suchej masy wynoszą: 10,4 g i 1,55 g; dla długości korzenia palowego 64 cm i 16,2 cm; dla długości części nadziemnej 61,5 cm i 5,38 cm; liczby pędów: 41 i 5,29 oraz dla średnicy szyjki korzeniowej: 16 mm i 7,20 mm. Gdyby zmienność wielkości tych cech wyrazić współczynnikiem zmienności (V %) to przyjmuje on wartości od około 50 % do prawie 95 %. Ponieważ omawiane wyniki obejmują wszystkie źródła zmienności, tj. rok, miejscowość oraz sposób siewu, świadczy to o bardzo dużym zróżnicowaniu indywidualnym młodocianych roślin koniczyny w zależności od tych czynników, które działają na ich rozwój preferująco względnie dyskryminująco. Na podstawie tych wyników można wysnuć wnioski dwojakiego rodzaju:

1. Koniczyna czerwona posiada bardzo duże (a nawet olbrzymie) zdolności adaptacyjne do warunków siedliska,

2. Koniczyna czerwona jako gatunek charakteryzuje się dużą i pożądaną, ze względu na stwierdzenie 1. zmiennością genetyczną zapewniającą jej taką olbrzymią plastyczność.

Nieco odmiennie zachowują się wprowadzone do analizy wskaźniki pośrednie, które w większym stopniu informują o właściwościach gatunkowych koniczyny. Pierwszy z wymienionych wskaźników (A) informuje o całkowitej długości roślin.

W tym przypadku rozstęp wynosi około 80 cm przy znacznym jeszcze odchyleniu standardowym i wysokim $V\%$ (około 80 %). Wskaźnik B przedstawiający procentowy udział długości korzenia w całkowitej długości rośliny wykazuje rozstęp w granicach 64 %, mniejsze znacznie odchylenie standardowe i współczynnik zmienności ($V\%$), wynoszący około 25 %. Wskaźnik C obrazujący procentowy stosunek długości dominującego pędu do całkowitej dł. rośliny wykazuje także rozstęp w granicach 64 %, jeszcze mniejsze niż w przypadku wskaźnika B odchylenie standardowe i współczynnik zmienności wynoszący około 17 %. Procentowy udział suchej masy w całkowitej masie rośliny (wskaźnik D) ma rozstęp wynoszący około 40 %, odchylenie standardowe bardzo małe i współczynnik zmienności około 18 %.

Gdy wskaźniki względne potraktujemy jako cechy charakteryzujące właściwości gatunkowe koniczyny możemy stwierdzić, iż mimo opisanej na podstawie wymienionych wskaźników bezpośrednich bardzo dużej zmienności młodocianych roślin koniczyny zmienność cech charakteryzujących właściwości gatunkowe, ujęte w formie pośredniej (pewnych proporcji) jest mniejsza i wskazuje na zachowywanie przez nie proporcji właściwych gatunkowi.

Przedstawione wyżej omówienie wyników zbiorczych dla całej badanej próbki można jeszcze skonfrontować z wynikami charakteryzującymi wpływ poszczególnych czynników, tj. roku, miejscowości i sposobu siewu, pod kątem ich indywidualnego oddziaływania na badany obiekt. Analiza taka dokonana została na podstawie zamieszczonych w tabeli 2 średnich najmniejszych kwadratów i określenia istotności wpływu uwzględnionych czynników na badane cechy. Dodatkowym źródłem informacji są zamieszczone wykresy istotnych interakcji (rok x sposób siewu oraz miejsce x sposób siewu).

Korelacje fenotypowe obliczone z błędu informują natomiast o współzależnościach między badanymi cechami. Znacząc ich wielkość można na ich podstawie dokonać zmian w metodyce dalszych badań, wprowadzając nowe, względnie eliminując badane już cechy.

Czynniki doświadczalne (miejscowość, rok wysiewu i rodzaj siewu określany też jako stanowisko) poddane zostały analizie statystycznej zgodnie z modelem liniowym przedstawionym w metodyce. W modelu uwzględniono także interakcje między rokiem wysiewu a rodzajem siewu oraz między miejscowością a rodzajem wysiewu. Znalazło to odzwierciedlenie w prezentowanych wynikach.

Dla potrzeb analizy statystycznej oszacowano średnie najmniejszych kwadratów i na tych danych dokonano interpretacji. W tabeli 2 podano średnie najmniejszych kwadratów dla cech charakteryzujących młodociane rośliny koniczyny, określanych bezpośrednio (cechy 1-6) oraz wskaźników pośrednich (cechy 7-10).

Zgodnie z podanym modelem liniowym określano wpływ roku wysiewu (1993 lub 1994), miejsca wysiewu (Wierzbica lub Prusy) oraz rodzaju siewu (siew czysty lub wsiewka w jęczmień jary). Omówienie wyników dokonane zostanie w tej samej kolejności.

W odniesieniu do następujących cech rośliny uprawiane w 1994 roku osiągały wyższe wartości: świeża i sucha masa roślin, długość korzenia palowego, długość

pędów nadziemnych i średnica szyjki korzeniowej. Natomiast istotnie mniejsza była u nich liczba pędów.

W odniesieniu do wskaźników pośrednich, w 1994 roku, istotnie wyższe ich wartości stwierdzono w przypadku wskaźnika A (suma długości dominującego pędu i korzenia palowego) oraz wskaźnika C (procentowy udział długości dominującego pędu w stosunku do całkowitej długości rośliny) i D (procentowa zawartość suchej masy w roślinie). Istotnie mniejszy był procentowy udział korzenia w całkowitej długości rośliny (wskaźnik C).

Drugi z badanych czynników, miejsce wysiewu (uprawy) wywarł istotny wpływ na prawie wszystkie cechy (z dwoma wyjątkami, gdzie różnice były nieistotne). Rośliny uprawiane w Wierzbicy wykazywały istotnie wyższe wartości takich cech jak: świeża i sucha masa rośliny, długość korzenia palowego, długość części nadziemnej (wiodącego pędu) oraz wskaźników A i C. Mniejsza była u nich liczba pędów oraz procentowy udział korzenia w całkowitej długości rośliny (wskaźnik B).

Wpływ rodzaju siewu (czysty lub wsiewka w jęczmień jary) okazał się istotny tylko w 3 spośród 6 określanych bezpośrednio i w 3 z 4 określanych pośrednio wskaźników.

Jak chodzi o wskaźniki bezpośrednie, to rośliny uprawiane jako wsiewka cechowały się istotnie wyższym poziomem suchej masy, dłuższym korzeniem i większą średnicą szyjki korzeniowej. Wyższy był też u nich procentowy udział korzenia palowego (wskaźnik B) oraz procentowy udział suchej masy w roślinie (wskaźnik D). Istotnie niższy był procentowy udział dominującego pędu (wskaźnik C).

Korelacje fenotypowe oszacowane z błędem, zamieszczono w tabelach 3 i 4. Można je ująć w trzy grupy:

1. Korelacje między wskaźnikami określonymi bezpośrednio na roślinie;
2. Korelacje wskaźników określanych na roślinie ze wskaźnikami pośrednimi;
3. Korelacje między wskaźnikami pośrednimi.

Jak chodzi o wskaźniki wymienione w pkt. 1, to są one bez wyjątku wysoko istotne. Świeża masa rośliny wykazuje bardzo wysoką korelację z suchą masą, nieco niższą ze średnicą szyjki korzeniowej i liczbą pędów, stosunkowo najniższą z długością korzenia palowego ($r < 0,5$).

Współczynnik korelacji suchej masy rośliny z pozostałymi wskaźnikami określonymi bezpośrednio osiąga, za wyjątkiem długości korzenia palowego, wysokie wartości. Najwyższą korelację wykazuje ona ze średnicą szyjki korzeniowej i długością pędów, nieco niższą z liczbą pędów ($r = 0,5$).

Korelacje między długością korzenia palowego a długością pędów, liczbą pędów oraz średnicą szyjki korzeniowej są stosunkowo niskie (między 0,3 a 0,4) ale wysoko istotne.

Długość pędów wykazuje dość niską korelację z liczbą pędów, nieco wyższą ze średnicą szyjki korzeniowej (około 0,6), natomiast sama średnica szyjki korzeniowej jest skorelowana dość wysoko z liczbą pędów (około 0,7).

Całkowita długość rośliny (wskaźnik A) wykazuje najwyższe korelacje z długością korzenia palowego oraz długością pędów, nieco niższe z suchą i świeżą masą rośliny oraz średnicą szyjki korzeniowej. Najśłabsza korelacja występuje z liczbą pędów.

Ze wszystkimi wskaźnikami pośrednimi istotne korelacje wykazuje długość korzenia palowego i długość pędów.

Zaliczone do grupy trzeciej korelacje między wskaźnikami pośrednimi okazały się w większości niskie i nieistotne.

Odrębnego omówienia wymagają oszacowane interakcje. W modelu uwzględniono dwie interakcje: rok wysiewu x rodzaj wysiewu oraz miejsce wysiewu x rodzaj wysiewu.

Pierwsza z wymienionych interakcji okazała się istotna w odniesieniu do wskaźnika pośredniego D. Bardzo wyraźną różnicę w reakcji na rok wysiewu widać w przypadku procentowej zawartości suchej masy w roślinie (rys. 1). Dla koniczyny w siewie czystym w obu latach jest ona na tym samym poziomie, natomiast u koniczyny we wsiewce obserwujemy znaczny jej wzrost w 1994 roku.

Drugą z badanych interakcji była interakcja miejsca wysiewu ze sposobem wysiewu. Cechą, u której wystąpiła omawiana interakcja była suma długości korzenia i pędu (wskaźnik A). W Wierzbicy wartość tego wskaźnika była wyższa dla koniczyny w siewie czystym, niższa dla wsiewki. Natomiast w Prusach obserwujemy odwrotną tendencję (rys. 2).

Rys. 1. Istotna interakcja pomiędzy sposobem i latami siewu dla cechy D [(sucha masa rośliny : świeża masa rośliny) x 100%]
Significant interactions between the method and date of sowing for feature D [(dry weight : fresh weight of the plant) x 100%]

Rys. 2. Istotna interakcja pomiędzy miejscem i sposobem siewu dla cechy A (suma długości dominującego pędu i korzenia palowego)

Significant interactions between the place and method of sowing for feature A (Sum of the length of dominating shoot and top root)

DYSKUSJA

Dotychczas podjęte i wykonane opracowania poświęcone koniczyne czerwonej koncentrowały się na zagadnieniach agrotechnicznych, pomijając rozwój wsiewki tej rośliny w pierwszym roku wegetacji (rok siewu), zwłaszcza po zbiorze roślin ochronnych. Jest interesującym faktem, że tradycyjnie wszystkie gatunki roślin motylkowych drobnonasiennych wysiewane są w dużej ilości, wynoszącej 1000 nasion na 1 m² powierzchni, chociaż dla dobrego plonowania koniczyne czerwonej w danym roku wegetacji wystarczy 150-250 roślin na 1 m², co dla wielu odmian tego gatunku wykazali S m u r y g i n i K o z l o v (1985) w warunkach nieczarnoziemnej strefy Rosji. Ponadprzeciętna ilość wysiewu jest jakby ubezpieczeniem słabej przeżywalności siewek i młodocianych roślin wyrastających z drobnych nasion. Poprawna agrotechnika, zapewniająca dobre warunki dla wzrostu i rozwoju roślin wsiewki koniczyne czerwonej w łanie rośliny ochronnej, w następstwie ograniczenia konkurencji pomiędzy wspólnie uprawianymi roślinami o zasoby siedliska (przestrzeń, światło i woda), stwarza warunki do osiągnięcia wysokiego zagęszczenia osobników. Konkretnie wartości liczbowe podane przez B i n d e r o v á (1984) informują, że w 4-6 tygodniu, licząc od kalendarzowej daty wysiewu, obsada roślin koniczyne wynosiła od 301 do 699 sztuk na 1 m² i zależała od odmiany, roku i przyjętej ilości wysiewu. Badane przez tę autorkę ilości wysiewu w przedziale 5-9 mln nasion na 1 ha, nie różnicowały zupełnie wysokości plonu zielonej i suchej masy w drugim roku wegetacji. Bardziej wyraziście zachowywała się lucerna mieszańcowa, bowiem przy zmienionej ilości wykształcała rośliny różniące się masą jednostkową, które w warunkach dużego zagęszczenia osobników zbadali S k r z y n i a r z (1977) oraz Š i m k o i K e č k e m ě t h y (1984).

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono bardzo dużą zmienność cech, pozwalającą na ścisłą adaptację koniczyne czerwonej do zastanych warunków siedliska. Informują o tym: istotne współdziałanie lat ze sposobem siewu dla świeżej i suchej masy pojedynczej rośliny, długości nadziemnej części roślin oraz liczby pędów i średnicy szyjki korzeniowej. Wyniki przeprowadzonych badań unaocznily odmienność zasięgu systemu korzeniowego w poszczególnych miejscowościach. Mniejszy zasięg korzeni roślin uprawianych na czarnoziemie zdegradowanym w Prusach, wynikał z lepszych właściwości agrotechnicznych gleby, w porównaniu do Wierzbicy.

Praktyczne rolnictwo jesienny rozwój koniczyne czerwonej ocenia poprzez plon „ściernianki”. W warunkach naszego kraju plon ściernianki zbierany jesienią waha się od 10 do 30 t zielonej masy z 1 ha. Wysokość plonu warunkuje liczba roślin i ich jednostkowa masa. Wartość drugiej cechy zależy od warunków siedliskowych, zwłaszcza opadów atmosferycznych, bowiem koniczyzna czerwona jest rośliną o dużym zapotrzebowaniu na wodę co potwierdza lokalizacja uprawy tej rośliny w Polsce (południe i północ kraju). Należy podkreślić często występujące użytkowanie pastwiskowe koniczyne jako następstwo zbyt małych wymiarów roślin, nie przekraczających 15 cm, uważanych jako minimalna granica do koszenia.

Protas (1980) i Zając (1993) wykazali, że lepszymi roślinami ochronnymi dla wzrostu i rozwoju koniczyny czerwonej w I i II roku wegetacji są rośliny zbierane na zieloną masę, w porównaniu do sprzątaných później na ziarno. Wcześniejsze zebranie rośliny ochronnej umożliwia koniczynie wzrost w czasie lata (lipiec), co prowadzi do jej kośnego użytkowania jesienią w następstwie osiągnięcia znacznej wysokości przez rośliny. Niemniej, podstawowym rozwiązaniem agrotechnicznym, dominującym do tej pory, jest uprawa i zbiór roślin ochronnych w czasie pełnej dojrzałości ziarna. Należy dążyć do wysiewu odmian wczesnych jako roślin ochronnych bowiem jak wykazali Gricenko i Filatov (1975) sprzyja to produktywności koniczyny czerwonej w drugim roku użytkowania.

Kształtowanie się cech morfologicznych młodocianych roślin koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.) w zależności od czynników siedliska i agrotechniki

Streszczenie

W doświadczeniach zlokalizowanych w Prusach (woj. krakowskie) i Wierzbicy (woj. katowickie) analizowano pod koniec jesiennej wegetacji 6 określanych empirycznie cech charakteryzujących, pochodzące z siewu czystego i uprawiane jako wsiewka w jęczmień jary, młodociane rośliny koniczyny czerwonej. Były to w odniesieniu do pojedynczej rośliny: świeża i sucha masa, długość części nadziemnych i podziemnych oraz średnica szyjki korzeniowej i liczba wykształconych pędów. W oparciu o te cechy skonstruowano 4 wskaźniki pośrednie. Łącznie, w latach 1993 i 1994, analizie poddano 420 roślin. Dla wskaźników bezpośrednich i pośrednich obliczono średnie i odchylenia standardowe z uwzględnieniem wpływu roku, miejscowości i sposobu siewu. Oszacowano też średnie najmniejszych kwadratów i korelacje fenotypowe między badanymi cechami.

W 1994 roku wartości średnie analizowanych cech roślin koniczyny czerwonej były wyższe niż w 1993 r. Wpływ miejscowości na wartości cech pozostawał nieukierunkowany. Lepiej rośliny zdołały wykształcić koniczyna czerwona wsiewana w jęczmień jary, niż uprawiana w siewie czystym (bez rośliny ochronnej). Wszystkie cechy mierzone bezpośrednio wykazywały bardzo dużą zmienność (odchylenie standardowe), niemniej wystąpiły między nimi istotne współzależności. Szczególnego podkreślenia wymaga związek pomiędzy świeżą i suchą masą rośliny. Istotnymi okazały się również interakcje zachodzące między latami a sposobem siewu oraz między miejscowością a sposobem siewu.

LITERATURA

- Binderova A., 1984. Vscházení semen u nekterých odrůd jetele lučnicko při různých vesevech. Rostl. Vyr. 30 (2): 121-128
- Fordoński G., Kowalik K., Klicka J., Góral S., 1988. Wpływ sposobu siewu na plon i wartość pastewną jedno i dwukośnych odmian koniczyny czerwonej. Biul. IHAR 5: 53-56.
- Gricenko A. V., Filatov J. J., 1975. Osobennosti rosta i uroжайnost mнogeletnich trav pod pokrovom jarovych zernovych kultur. Izv. TSCHA 4: 32-37
- Protas K., 1980. Wyniki badań nad doborem rośliny ochronnej dla koniczyny czerwonej uprawianej na zieloną masę. Nowe roln. 20: 13-14.
- Skrzyniarz H., 1977. Wpływ poziomu nawożenia azotem i sposobu użytkowania rośliny ochronnej na wsiewkę lucerny. Pam. puł. z. 58: 29-44

- Smurugin M. A., Kozlov N. N., 1985. Osobiennosti wesennogo otrastanija kleviera ługovogo v svjazi s ego prokuktivnostju. S.-ch. biologia 5: 53-56.
- Šimko J., Kečkežthy A., 1984. Sledovanie rastu nadzemnej a podzemnej hmoty lucerny siatej v różnych ekologicznych podmienkach. Rostl. Vyr. 30 (2): 139-144.
- Zając T., 1993. Wpływ doboru i agrotechniki roślin ochronnych na wzrost i plonowanie wsiewanej koniczyny czerwonej w różnych warunkach siedliska. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozpr. hab. Nr 182: 95.