Studium porównawcze cech morfologicznych i produktywności lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers) uprawianej w czystym siewie i w mieszankach z roślinami motylkowatymi i trawami

Cz. II. Współzależność cech morfologicznych roślin motylkowatych w I pokosie

TADEUSZ ZAJĄC

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

Academy of Agriculture in Cracow, Department of Plant Cultivation, al. Mickiewicza 21, 31-120 Cracow, Poland. Comparative study of morphological traits and productivity of alfalfa (*Medicago media* Pers) cultivated in pure sowing and in mixture with papilionaceous plants and grasses. Part

II. Relationship between morphological traits of papilionaceous in 1-st cutting

(Otrzymano dn. 03.02.1999)

Summary

Plant samples at the end of 1-st cutting were collected from field experiment or from teaching collection in order to determine the degree of relationship of in pairs of traits. The degree of the relationship between investigated was estimated by linear or curvilinear regression and only equations for which coefficient of determination R^2 was greater than 0.5 were reported in the paper.

Leaf surface area from steams of compared species of papilionaceous depended to small degree on the shape of small leaves in this feature ($<1/4 \bar{x}$). The magnitude of the total leaf surface area depended on large, and mainly average leaves. Increasing number of leaves on the steam had a positive effect on total leaf surface area, and moderate linear relation between features was observed ($R^2=0.70$). The order of species according to their decreasing number of leaves on the steam is following: alfalfa-33.4 > bird's foot trefoil-15.2 > red clover-7.9 > sainfoin-5.1.

Between the mass of the steam of single species and its length curvilinear relation was observed, which informs about above average influence of longer steams (>70 cm) on yield.

Plant mass was poorly correlated with the total steam length. Among single plants (small, average, large) significant differences were observed in the mass of single steams. Share of separated groups of steams in the mass of tops varied greatly and was following: 25% of largest steams decided about the half of its yield. In turn 50% of steams (small and very small) formed only 25% of top yield.

WSTĘP

Cechy morfologiczne roślin motylkowatych poprzez swoje wymiary decydują o wysokości plonu. Pomimo, że plonowanie gatunków i reprezentujących je odmian było przedmiotem badań prowadzonych od dawna, sporadycznie analizowano wysokość plonu masy roślinnej na tle wymiarów cech morfologicznych roślin (Skrzy-niarz, 1981, Binderova, 1983). Przekształcanie energii promieniowania fotosyntetycznego w energię związków chemicznych zależy od wielkości powierzchni liściowej i szybkości jej tworzenia przez łan roślin (Mazijew, 1973, Bowley i in., 1984).

Optymalne zagęszczenie pędów na jednostce powierzchni determinuje zarówno indeks powierzchni liści, jak i plon masy roślinnej. Z uwagi na fakt, że wysokość i zagęszczenie pędów może stanowić podstawę plonowania, te cechy były najczęściej obiektem badań (Zajac, 1987, Wilczek i Ćwintal, 1993, Ćwintal, 1997, Šantrůček i Svobodová, 1998).

Częściej badano cechy morfologiczne lucern - siewnej i mieszańcowej oraz koniczyny czerwonej, a sporadycznie komonicy zwyczajnej i esparcety siewnej, co bezpośrednio koresponduje ze znaczeniem gospodarczym wymienionych gatunków. W badaniach rolniczych cechy morfologiczne odnoszono do jednostki powierzchni, najczęściej 1 m², a wzmiankują o nich: Kühbauch i Voigtländer (1981), Hrabe (1984), Lichner i Khazim (1986), Juan i in. (1993).

Rozszerzenie badań o analizę roślin w warunkach typowej uprawy polowej może dostarczyć danych odnośnie cech morfologicznych, a zwłaszcza ich wymiarów i współzależności. Falińska (1990) postuluje, aby w badaniach nad populacjami roślin (w tym również uprawnych) respektować podstawową zasadę, czyli samodzielność i odrębność morfologiczną osobnika. Stańko-Bródkowa (1996) uważa, że badania demograficzne roślin powinny się opierać głównie na analizie struktury populacji powiązanej z jej liczebnością. Szwaagrzyk i Ptak (1991) podkreślają, że w szeroko rozumianej ekologii rozwijają się badania określające zróżnicowanie osobników w fitocenozach, jak i ich wzajemny wpływ na różne procesy. Na podstawie badań młodocianych roślin koniczyny czerwonej uzyskano wyniki świadczące o dużym zróżnicowaniu różnych cech morfologicznych osobników (Zajac i in. 1995). Rzadko obiektem badań było ulistnienie, uwzględniające pojedyncze liście, a mianowicie ich powierzchnię i liczbę (Hrabe i Palat, 1977, Juan i in., 1993).

Celem przeprowadzonych badań była ocena współzależności pomiędzy parami cech morfologicznych roślin i pędów pod koniec wegetacji pierwszego pokosu. Prześledzono również kształtowanie się wymiarów wybranych cech w zależności od wielkości roślin podstawowych gatunków motylkowatych drobnonasiennych.

MATERIAŁY I METODY

Nazwy odmian i warunki prowadzenia doświadczenia podano w I części pracy. Materiał roślinny (lucerna mieszańcowa i koniczyna czerwona) pochodził z doświadczenia polowego, a z kolekcji dydaktycznej ZSZUR esparceta siewna i komonica zwyczajna, bowiem doświadczenie i kolekcja zostały założone w tym samym czasie i przy wykorzystaniu tego samego materiału siewnego oraz były identycznie pielęgnowane i użytkowane. Ponadto były w bezpośrednim sąsiedztwie. W fazie początku kwitnienia

lucerny mieszańcowej i koniczyny czerwonej oraz pełni kwitnienia pozostałych gatunków, w tym samym terminie kalendarzowym wykopano monolity glebowe o powierzchni kwadratu (50×50 cm) i głębokości 25 cm. Rośliny wymyto wodą i ustalono ich zagęszczenie wraz z liczbą pędów. Na 10 roślinach z każdego gatunku zmierzono wysokość wszystkich pędów i określono ich świeżą masę. Dla pojedynczych pędów ustalono liczbę liści i ich indywidualną powierzchnię oraz zbiorczą powierzchnię liści pędu; należy dodać, że ten sposób analizy uniemożliwił ustalenie suchej masy pędu.

Stopień współzależności pomiędzy badanymi cechami morfologicznymi oszacowano przy pomocy regresji prostoliniowej względnie krzywoliniowej. W pracy zamieszczono tylko te, w których współczynnik determinacji (R^2) był większy od 0.5. Dla lepszego zrozumienia zróżnicowania badanego materiału roślinnego przedstawiono liczbę i wysokość pędów oraz ich masę w obrębie roślin: małej, średniej i dużej. Dla pokazania indywidualnego (wg) i względnego (%) wkładu pędów o różnej wielkości w masę nadziemną roślin porównywanych gatunków wyróżniono 4 klasy pędów: duże, średnie, małe i bardzo małe. Poszczególne klasy obejmowały po 25% z ogólnej liczby pędów każdej rośliny. Podobnie postąpiono z indywidualną powierzchnią liści, które odniesiono do średniej powierzchni liścia gatunku, a później ustalono wkład poszczególnych grup wielkości w zbiorczą powierzchnię liści pędu. Wydzielono cztery klasy powierzchni liści. Liście bardzo małe posiadały powierzchnię mniejszą od $1/4$ średniej ($< 1/4 \bar{x}$) obliczonej dla każdego gatunku. Liście małe zamykają się w przedziale ($1/4 < \bar{x}$), dalsze frakcje liści, a więc liście średnie można opisać jako równe średniej względnie przewyższające ją do 50% ($\bar{x} < 1,5 \bar{x}$). Największe pod względem powierzchni liście określone jako duże przewyższały średnią o 50% ($> 1,5 \bar{x}$). Obliczenia statystyczne i rysunki wykonano z wykorzystaniem programu statystycznego „Statistica”, wersja 5,1 (1997).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Spośród porównywanych gatunków wieloletnich roślin motylkowatych lucerna mieszańcowa posiadała największą powierzchnię liści na pędzie. Uwzględniając indywidualną powierzchnię pojedynczych liści można zauważyć podobny i zarazem nikły wkład liści najmniejszych w powierzchnię zbiorczą pędu, niezależnie od gatunku (rys. 1). Liście o bardzo małej powierzchni ($< 1/4 \bar{x}$) miały u wszystkich gatunków niewielki wkład w wykształcaniu ogólnej powierzchni liści pędu. Liście o większej powierzchni wyodrębnione w klasach liści małych i średnich, w odniesieniu do lucerny mieszańcowej, koniczyny czerwonej i komonicy zwyczajnej miały podobny udział w tworzeniu całkowitej powierzchni liści pędu, przy czym pędy lucerny miały powierzchnię liści największą, a komonicy najmniejszą. Udział liści o największej powierzchni ($> 1,5 \bar{x}$) miał odmienny wpływ na wykształcanie zbiorowej powierzchni liści pędu koniczyny czerwonej i esparcety siewnej. Największe liście (powierzchnia) miały w przypadku koniczyny czerwonej prawie połowę udziału w zbiorczej powierzchni liści pędu. U obu gatunków liście największe wyrastają z dolnych węzłów łodygi i lepiej na ogół ulistniona koniczyna czerwona w porównaniu do esparcety siewnej posiada ich więcej. Lucerna mieszańcowa i komonica zwyczajna wykształcały liście największe na węzłach łodygi, a później (początek pąkowania) z kątów tych liści wyrastały liście drugiego rzędu, jednak o mniejszej powierzchni.

Rys. 1. Udział liści różnej wielkości w powierzchni liściowej pędu roślin motylkowych

Fig. 1. Proportion of various size leaves in total leaf surface on legume shoot

Rys. 2. Zależność pomiędzy liczbą liści na pędzie a powierzchnią liści

Fig. 2. Relationship between number of leaves on shoot and leaf surface

Wzrastająca liczba liści na pędzie korzystnie wpłynęła na ich sumaryczną powierzchnię (rys. 2). Pomiędzy tymi cechami wystąpiła liniowa zależność, o umiarkowanej sile związku ($R^2=0,70$). Należy podkreślić, że pędy posiadające więcej niż 20 liści, miały powierzchnię mocno zróżnicowaną, na co wskazuje położenie punktów, dosyć odległych od krzywej. Liczba liści na pędzie wykazała duże zróżnicowanie, a porównywane pod względem tej cechy gatunki można uszereżować następująco: lucerna mieszańcowa > komonica zwyczajna > koniczyna czerwona > esparceta siewna (tab.1).

Tabela 1
 Różnica w ulistnieniu pędów między gatunkami roślin

Table 1
 Difference in shoot foliage among plant species

Gatunek Species	Liczba liści na pędzie Number of leaves per stem		Zakres Range	
	$\bar{x}$	SD	najmniejszy smallest	największy largest
<i>Medicago media</i> Pers.	33,4	9,66	20	45
<i>Trifolium pratense</i> L.	7,9	4,84	2	18
<i>Onobrychis sativa</i> Lam.	5,1	2,18	2	8
<i>Lotus corniculatus</i> L.	15,2	6,12	6	28

$\bar{x}$ = średnia – mean; SD = odchylenie standardowe – standard deviation

Pomiędzy masą pojedynczego pędu a jego długością wystąpiła zależność krzywo-
 liniowa (rys. 3), a zależności gatunkowe w tym związku cech nie ujawniły się, dlatego
 wykreślono zależność ogólną dla całej grupy wieloletnich roślin motylkowatych. W
 pierwszym pokosie wszystkie gatunki z tej grupy tworzą wyłącznie pędy generatywne w
 wyniku podobnie zdeterminowanego wzrostu i rozwoju, natomiast w kolejnych poko-
 sach, niektóre spośród nich, zwłaszcza dotyczy to esparcety siewnej, wykształcają rozetę
 liści, złożoną głównie z pędów wegetatywnych i sporadycznie generatywnych. Podobne
 zależności ujawniają się w odniesieniu do koniczyny czerwonej i komonicy zwyczajnej,
 chociaż nie przebiegają one tak wyraziście jak ma to miejsce w przypadku esparcety
 siewnej. Dlatego ze względów merytorycznych i edytorskich zaniechano porównań dal-
 szych pokosów.

Rys. 3. Zależność pomiędzy długością pędu roślin motylkowatych a jego świeżą masą
 Fig. 3. Relationship between legume shoot length and its fresh mass

Rys. 4 Zróżnicowanie masy indywidualnych pędów rośliny w zależności od jej wielkości
 Fig. 4 Differentiation of individual weights of shoots depending on the plant size

Stopień zróżnicowania masy pędu roślin badanych gatunków w pierwszym pokosie przedstawia rys. 4. Uwzględniono dodatkowo wielkość rośliny (mała, średnia i duża). Analiza danych odnoszących się do masy pojedynczego pędu rośliny pozwala na wyodrębnienie dużych różnic w masie poszczególnych pędów pojedynczych roślin. Z reguły masa pojedynczego pędu wykształconego przez rośliny o małej ich liczności była mniejsza w porównaniu do wymiarów pędów wyrastających z szyjki korzeniowej lucerny mieszańcowej i koniczyny zwyczajnej. U obu tych gatunków pędy o małej masie stanowiły istotny udział, co prawdopodobnie wiązać można z ich miejscem wyrastania na roślinie, względnie z kolejnością wykształcania (wcześniej założone-poprzedni pokos, mogłyby osiągać większą masę). Szczególnie w obrębie roślin dużych widoczne było zróżnicowanie masy pędów. Pozostałe gatunki - koniczyna czerwona i esparceta siewna posiadały mniej pędów, a ich masa była bardziej wyrównana. Należy podkreślić, że najwyższą masę osiągały nieliczne pędy wykształcane przez rośliny duże.

Celem zbadania wkładu pędów w nadziemną masę rośliny, podzielono je na 4 klasy, z których każda obejmowała po 25% pędów z ich ogólnej liczby (tab.2). Niezależnie od gatunku rośliny motylkowatej przemożny wkład w kształtowanie jej masy miały pędy o największej masie (duże), a ich wkład oscylował około 50%. Należy dodać, że takiego oddziaływania spodziewały się Skrzyniarz (1981) i Binderova (1983), lecz poza wysunięciem hipotezy nie potwierdziły jej doświadczalnie, w stosunku do lucern - siewnej i mieszańcowej, stanowiących obiekty badań obu autorek. Sumaryczny wkład pędów dużych i średnich, obejmujących połowę z całkowitej liczby pędów wykształconych przez rośliny można ocenić jako ponadprzeciętny. Szczególnie widoczny był, sięgający około 75% udział tych dwóch kategorii pędów w przypadku wszystkich roślin lucerny mieszańcowej, esparcety siewnej, komonicy zwyczajnej. Jedynie u koniczyny czerwonej te kategorie pędów decydowały o 2/3 plonu pojedynczej rośliny, wyjątek stanowiły rośliny małe. Wkład pędów określonych jako małe i bardzo małe nie miał wielkiego znaczenia dla produktywności pojedynczej rośliny. Na marginesie omawiania wkładu różnych grup pędów w masę rośliny trzeba zauważyć, że porównywane gatunki różniły się znacznie pod względem tej cechy. Należy podkreślić fakt, że populacje porównywanych gatunków posiadały odmienne relacje pomiędzy roślinami o zróżnicowanej wielkości. Stosunek masy rośliny dużej do małej był najszerszy w przypadku komonicy zwyczajnej, gdzie wynosił 16,8. Gatunki: lucerna mieszańcowa i koniczyna czerwona poddane dłuższej selekcji związanej z pracą hodowlaną nad nowymi odmianami, miały te stosunki wynoszące odpowiednio: 3,9 i 4,7.

Tabela 2
 Udział pędów wielkości w masie nadziemnej roślin

Table 2
 Proportion of various size shoot in the above ground parts mass

Gatunek Species	Roślina Plants	Jednostki Units	Klasyfikacja pędów według wielkości Classification of shoots according to size				
			Duże Large	Średnie Medium	Małe Small	Bardzo małe Very small	Σ
<i>Medicago media</i> Pers.	x	g	80,2	40,7	16,8	5,2	142,9
		%	56,1	28,5	11,8	3,6	100
	y	g	36,9	16,1	6,2	1,6	60,8
		%	60,6	26,5	10,3	2,6	100
	z	g	18,9	13,0	3,5	1,0	36,4
		%	51,8	35,8	9,5	2,9	100
<i>Trifolium pratense</i> L.	x	g	28,7	20,0	13,4	9,8	71,9
		%	39,9	27,8	18,7	13,6	100
	y	g	15,7	13,3	11,3	2,5	42,8
		%	36,7	31,1	26,3	5,9	100
	z	g	7,8	4,3	2,3	0,9	15,3
		%	51,2	28,0	15,0	5,8	100

Gatunek Species	Roślina Plants	Jednostki Units	Klasyfikacja pędów według wielkości Classification of shoots according to size				
			Duże Large	Średnie Medium	Małe Small	Bardzo małe Very small	Σ
<i>Onobrychis sativa</i> Lam.	x	g	73,6	60,2	34,7	8,4	176,9
		%	41,6	34,0	19,6	4,8	100
	y	g	20,5	16,4	9,8	1,9	48,7
		%	42,14	33,84	20,1	3,9	100
	z	g	6,8	6,2	2,4	1,9	17,3
		%	39,3	35,7	13,8	11,2	100
<i>Lotus corniculatus</i> L.	x	g	52,1	35,6	17,5	7,5	112,7
		%	46,2	31,6	15,6	6,6	100
	y	g	29,7	16,3	8,6	4,2	58,8
		%	50,5	27,8	14,5	7,2	100
	z	g	3,5	1,8	1,3	0,2	6,8
		%	52,1	26,3	18,8	2,8	100

*Rośliny: x – duża, y – średnia, z – mała

*Plants: x – large, y – medium, z – small

Masa rośliny stanowiąca sumę mas poszczególnych pędów była słabiej skorelowana z sumą długości pędów, w porównaniu do wcześniej omówionego związku, zachodzącego pomiędzy masą a długością pojedynczego pędu. Takie ułożenie się wyników świadczy, że prostsze podejście, obejmujące analizę tych cech w odniesieniu do pędu jest lepsze w porównaniu do bardziej złożonej oceny, polegającej na sumowaniu mas i długości pędów konkretnych roślin (rys. 5).

Dość dobrym uzupełnieniem zależności związanych z sumą długości pędów pojedynczej rośliny jest powiązanie tej cechy z liczbą pędów przez nią wykształconych (rys. 6). Związek ten wykazują silną i liniową zależność, a determinacja współzależności zachodzących pomiędzy korelowanymi cechami była wysoka, o czym świadczy wysoka wartość współczynnika determinacji ($R^2=0,85$).

Rys. 5. Zależność pomiędzy sumaryczną długością pędów rośliny a jej świeżą masą

Fig. 5. Relationship between summary length of shoots and fresh mass of the plant

Rys. 6. Zależność pomiędzy liczbą pędów wyrastających z rośliny a ich sumaryczną długością

Fig. 6. Relationship between number of shoots per plant and their total length

Lepsze poznanie procesów zachodzących w czasie wzrostu roślin badanych gatunków jest możliwe dzięki przedstawieniu wysokości poszczególnych pędów (analogicznie jak uczyniono to w przedstawieniu ich masy) (rys. 7). Podobnie jak w przypadku masy, także wysokość pędów poszczególnych roślin porównywanych gatunków odznaczała się dużym zróżnicowaniem, chociaż było ono mniejsze jak w odniesieniu do masy. Szczególnie duże różnice w wysokości pędów stwierdzono w odniesieniu do komonicy zwyczajnej, niezależnie od liczby pędów wyrastających z rośliny. Pozostałe gatunki posiadały mniejsze zróżnicowanie wysokości pędów, a zaistniałe różnice należy wiązać z pokrojem roślin. Gatunki, poza komonicą zwyczajną, odznaczały się wyprostowanymi pędami, które posiadały podobną wysokość, chociaż we wszystkich roślinach zdarzały się pędy niskie. Komonica zwyczajna posiadająca rośliny o pokroju rozestanym, miała pędy zewnętrzne dłuższe, a położone centralnie były niższe, co niewątpliwie wiązać należy ze strategią rozwojową gatunku, dążącego do opanowania powierzchni w wyniku współzawodnictwa z innymi roślinami o przestrzeń. Rośliny duże (posiadające najwięcej pędów) wykształciły również pędy wysokie, tak więc wkład tej grupy w tworzenie plonu był większy w porównaniu do roślin określonych mianem - małe lub średnie. Świadczą o tym wcześniej omówione współzależności, pokazane na rysunku 3, a konkretnie nachylenie krzywej, począwszy od miejsca gdzie wysokość pędów przekroczyła 70 cm.

Rys. 7. Zróżnicowanie wysokości poszczególnych pędów w zależności od wielkości rośliny
 Fig. 7. Differentiation in heights of individual shoots depending on the plant size

DYSKUSJA

Wyniki przeprowadzonych badań dostarczają dowodów świadczących o występowaniu w łanie bardzo zróżnicowanych roślin jak i liczby pędów wyrastających z pojedynczej rośliny. W identycznych warunkach uprawy, w łanie znajdowały się rośliny o bardzo zróżnicowanym rozwoju osobniczym, co dotychczas było słabo akcentowane w opublikowanych pracach (Skrzyniarz, 1981, Wawilow i in., 1981), przypuszczalnie z uwagi na wizualną ocenę runi, a nie wykopywanie roślin z powierzchni próbnich. We wcześniej opublikowanej pracy wykazano, że młodociane rośliny koniżyny czerwonej pod koniec jesiennej wegetacji są pod względem rozwojowym bardzo

zróżnicowane, niezależnie od warunków siedliska i agrotechniki (Zajęc i in. 1995). Wskazuje to na fakt, że od początku ontogenezy poszczególne rośliny runi łąnu wykazują różne zaawansowanie rozwoju, a świadczy o tym masa części nadziemnych, ściśle powiązana z wysokością pędów i ich obsadą (Binderova 1983). W każdym gatunku widoczne były trzy frakcje roślin (małe, średnie i duże), ale szczególnie duże różnice w tym zakresie zaznaczyły się w odniesieniu do komonicy zwyczajnej. Muchina (1968) podaje, że proveniencje komonicy rozkowej (odmiany hodowlane i populacje miejscowe) zgromadzone w kolekcji światowej (Sankt Petersburg) oceniane są w oparciu o 12 cech empirycznych. W obrębie najważniejszego z rolniczego punktu widzenia podgatunku *vulgare* rośliny wykształcały od 5 do 70 pędów, których wysokość (cm) sięgała od 15 do 40 (formy dzikie) i od 50 do 80 (uprawne). Pomimo prowadzenia tak obszernych studiów odmian i ekotypów komonicy zwyczajnej, nie określono współzależności cech roślin i charakterystyki łąnu.

Dotychczas piśmiennictwo poświęcone tej grupie roślin uprawnych nie dostarcza zbyt wielu informacji odnośnie zróżnicowania wzrostu i rozwoju poszczególnych osobników w łąnie, chociaż Smurygin i Kozlov (1985) poszukując cech rokujących dobre plonowanie di- i tetraploidalnych odmian koniczyny czerwonej uwzględnili tylko zagęszczenie roślin oraz średnią masę korzenia i szyjki korzeniowej z warstwy ornej, podkreślając że należy dążyć do uzyskania obsady roślin na 1 m² w granicach 500-600 sztuk. Szczegółowa analiza danych odnoszących się do relacji pomiędzy zagęszczeniem roślin a wysokością plonu, wskazuje na możliwość dobrego plonowania koniczyny czerwonej przy znacznie niższej obsadzie w granicach 120-200 sztuk na 1 m², co wykazali Zajęc (1989), Hnilica i in. (1984). Wyniki podane przez Hrabę (1984) i Zajęcą (1989) informują, że zagęszczenie pędów koniczyny czerwonej w przedziale 300-400 sztuk na 1 m² w pierwszym pokosie wystarcza do osiągnięcia wysokiego plonu masy roślinnej, a to z kolei pozwala na wysunięcie stwierdzenia, że faktyczna obsada roślin kształtuje się w granicach 100-200 sztuk na 1 m². Należy podkreślić za Mazijewem (1973), że w każdym roku liczba roślin i pędów jest różna, lecz w latach o dostatecznej wilgotności gleby dochodzi do znacznej samoregulacji łąnu i wówczas LAI pierwszego pokosu osiąga znaczną wartość wynoszącą 6,89 m² · m⁻², co umożliwia, że docierająca do łąnu energia promieniowania fotosyntetycznie czynnego, w roku korzystnym i niekorzystnym dla rozwoju koniczyny czerwonej, jest absorbowana przez plony - biologiczny i rolniczy odpowiednio w: 0,96 - 2,46 i 0,34 - 1,72%. Warto przytoczyć fakt, że dobrze zagęszczone łąny roślin motylkowatych (koniczyna i lucerna) już w dwa tygodnie po zbiorze poprzedniego pokosu pochłaniają, jak podaje Bowley i in. (1984) 95% padającej energii PAR.

Wobec wykazanych w pracy znacznych różnic w wymiarze cech morfologicznych roślin i pędów, współzależności pomiędzy parami cech były powiązane w sposób umiarkowany jedynie w odniesieniu do masy rośliny oraz łącznej długości jej pędów, chociaż wystąpiły również zależności o liniowym i silnym charakterze (wartości R² od 0,6 do 0,9). Dotychczas najlepiej poznano współzależności zachodzące pomiędzy plonem a cechami morfologicznymi koniczyny czerwonej, które stosunkowo najlepiej zostały wyrażone we wcześniej opublikowanej pracy Zajęcą (1989), a z danych tam ogłoszonych wynika, że z porównywanych cech morfologicznych roślin koniczyny czerwonej najsilniej na wysokość plonu suchej masy I pokosu wpłynęło zagęszczenie pędów ($r=0,96^{**}$), warunkowane obsadą roślin i ich zdolnością do krzewienia,

modyfikowane ilością opadów w czasie wegetacji pierwszego pokosu oraz liczbą roślin na 1 m² ($r=0,76^{**}$), długość pędu ($r=0,94^{**}$), a także obsadą młodocianych roślin bezpośrednio po zbiorze rośliny ochronnej ($r=0,56^{**}$), a współczynnik determinacji opisujący wpływ wyszczególnionych powyżej 4 cech był wysoki ($R^2=0,98$). Podobnie ułożyły się współzależności wyliczone przez Wawiłova i in. (1981), którzy podają, że plon suchej masy był skorelowany umiarkowanie z liczbą roślin na 1 m² ($r=0,75^*$), a silnie z liczbą pędów ($r=0,87^{**}$) i ich długością ($r=0,82^{**}$).

Analiza elementów składowych plonu koniczyny czerwonej w fazie początku kwitnienia dla dwóch pokosów, dokonana przez Faracka i Boto (1982) wykazała, że plon I-szego pokosu składał się z (w %): łodygi - 56, blaszki liściowe - 28 i ogonki liściowe - 16. W drugim pokosie zależności te wynosiły odpowiednio: łodygi - 44, blaszki - 21, ogonki - 17 i kwiatostany - 18. Lichner i Khazim (1986) wykazali, że plon suchej masy lucerny siewnej (*Medicago sativa* L.) był dodatnio i silnie powiązany z zagęszczeniem pędów w I-szym pokosie ($r=0,96^{**}$), a w następnych pokosach zmieniła się współzależność tych cech na ujemną i zarazem umiarkowaną. Skrzyniarz (1981) przytacza dane, że wpływ niskiego koszenia (3 cm) łąnu lucerny mieszańcowej spowodował nieznaczny choć zarazem istotny wzrost zagęszczenia pędów i znaczny przyrost plonu s.m. w porównaniu do koszenia wysokiego (15 cm). Autorka podaje, że pojedyncza roślina wytwarzała od 11 do 17 pędów (średnio 12), a przy niskim koszeniu większość pędów wyrastała z szyjki korzeniowej i zarazem były masywniejsze. Wcześniej wytworzone pędy (w ciągu 10-15 dni po zbiorze poprzedniego pokosu) decydowały o wysokości plonu masy roślinnej następnego pokosu. Wilczek i Ćwintal (1993) zwracają uwagę na dużą zdolność lucerny mieszańcowej do samoregulacji zagęszczenia łąnu, w wyniku której z różnych ilości wysiewu uzyskuje się zbliżone zagęszczenie pędów na jednostce powierzchni. Šantrůček i Svobodová (1993) wykazali że liczba pędów wyrastających z rośliny jak i wykształconych na jednostce powierzchni były najwyższe gdy zagęszczenie gleby wahało się w przedziale 1,2 - 1,28 g . cm⁻³, i rekomendują bronowanie jako zabieg pratotechniczny zwiększający obsadę pędów. Ćwintal (1997) wykazał że porównywane ilości wysiewu nasion od 12 do 18 kg . ha⁻¹, nie różnicowały istotnie zagęszczenia pędów oraz plonu suchej masy z 1 m², co wskazuje na silne powiązanie tych cech, potwierdzone także w badaniach Šimko i Kečkeméthego (1984) oraz Šantrůčka i Svobodovej (1998). Dotychczas nie analizowano współzależności pomiędzy+ sumaryczną długością pędów rośliny, a jej plonem, względnie odniesionym do jednostki powierzchni. Również rozeznanie powierzchni liściowej pędu gatunków było niewielkie, sądząc po ilości danych odnośnie tej cechy w dotychczasowym piśmiennictwie, co w pierwszym rzędzie ograniczają techniczne warunki jej wykonania.

WNIOSKI

Wykazano, że wszystkie wieloletnie gatunki roślin motylkowatych drobnosiennych cechuje znaczny polimorfizm liści, odnoszący się do kształtu i powierzchni, co powoduje, że wkład liści małych w całkowitą powierzchnię liści pędu był niewielki. Należy podkreślić fakt silnego związku zachodzącego pomiędzy liczebnością liści na pędzie a ich powierzchnią.

Udowodniono że pomiędzy masą pędu a jego długością występuje krzywoliniowa zależność, a praktyczne wykorzystanie tych wyników umożliwi prognozowanie z dość dużym prawdopodobieństwem wysokości plonu zielonej masy łanu roślin motylkowatych. Postępujący zanik roślin motylkowatych z pokosu na pokos jak i w kolejnych latach uprawy jest poznany Wilczek i Ćwintal (1993), lecz mechanizm tego zjawiska jak i wkład grup roślin o różnym potencjale życiowym i produkcyjnym w wysokość plonu masy roślinnej nie był dotąd opisany. Należy podkreślić że frakcje roślin (duże, średnie i małe) wykształcały bardzo zróżnicowaną liczbę pędów. Duże zróżnicowanie masy jak i wysokości pędów w obrębie roślin należy wiązać głównie z istnieniem konkurencji wewnątrzgatunkowej. Wydzielenie 4 grup pędów pod względem ich masy (duże, średnie, małe i bardzo małe) umożliwiło ocenę ich wkładu w masę nadziemnej części rośliny. Niezależnie od masy rośliny i gatunku 25% pędów (duże) z ich całkowitej liczby decydowało o połowie plonu rośliny. Dla całej masy rośliny pędy bardzo małe miały nikłe znaczenie. Pomiedzy cechami występującymi głównie zależności liniowe. Wykazano jednak, że występują zależności, które można opisać za pomocą funkcji krzywoliniowej, co świadczyć może o ponadprzeciętnym udziale wysokich i masywnych pędów w tworzeniu plonu masy rośliny. Potwierdzeniem słuszności tego stwierdzenia jest charakter związku zachodzący pomiędzy masą pędów pojedynczej rośliny, a sumaryczną długością jej pędów.

Konieczne jest podjęcie i przeprowadzenie prac nad współzależnością cech morfologicznych i rolniczych lucern - siewnej i mieszańcowej oraz di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej, ponieważ są to gatunki gospodarczo najważniejsze.

LITERATURA

- Binderova A. 1983. Produkce zelenne pice a sušiny voješky sete (*Medicago sativa* L.) ve vztahu k výšce porostu. Rostl.Vyr., 29 (11): 1179-1183.
- Bowley S.R., Taylor N.L., Dougherty C.T. 1984. Physiology and morphology of red clover. Adv.Agron., vol. 37 : 317-347.
- Ćwintal M. 1997. Zageszczenie roślin w łanie i plon lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.) w zależności od terminów oraz ilości wysiewu. Biul. Oceny Odm., Z. 29: 111-114.
- Falińska K. 1990. Osobnik, populacja, fitocenoza. PWN, Warszawa.
- Farack M., Boto M. 1982. Untersuchungen zur Ertragsbildung und zu Veränderungen des Rohprotein- und Rohzellulosegehaltes in den oberirdischen Orangen des Rotklee (*Trifolium pratense* L.). Arch. Acker-u. Pflanzenbau u. Bodenkd., 26 (2): 101-110.
- Hnilica P., Strafelda J., Vrnak M. 1984. Porovnani dvou matematických modelu pro vyhodnoceni optimalni hustoty porostu jetele lučního z udaju biologické kontroly. Sb. VSZ v Praze, k. 85 Nar.Akad. A. Klečky: 191-208.
- Hrabe F. 1984. Zavislost produkce zelene pice na delce, hmotnosti a poctu lodyh druhu *Trifolium pratense* L. Rostl.Vyr. 30 (2): 161-167.
- Hrabe F., Palat M. 1977. Prispivek ke studiu nekterych faktoru analyzy druhu *Medicago sativa* L. a *Trifolium pratense* L. I. Zavislost produkce zelene biomasy na rozsachu asimilacniho aparatu. Acta Univ. Agric. (Brno) fac.agron. 25 (3): 63-76.
- Juan N.A., Sheaffer C.C., Barnes D.K., Swanson D.R., Halgerson J.H. 1993. Leaf and stem traits and herbage quality of multifoliate alfalfa. Agron.J. 85:1121-1127.
- Kühbauch W., Voigtländer G. 1981. Ertragsbildung und Futterqualit(t bei Rotklee und Luzerne unter besonder Berücksichtigung der Morphologischen Differenzierung. Z. Acker-u. Pflbau 150 (5): 339-348.
- Lichner S., Khazim H. 1986. Vztah medzi počtom stoniek a ich hmotnostou na urodu lucerny sietej (*Medicago sativa* L.). Polnohospodarstvo, 30 (9): 799-806.

- Mazijew W.D. 1973. Zawisimost urożaja kliewieria krasnogo ot intensiwnosti fotosinteza i fotosinteticeskowo potencjała. Diss. TSCHA ss.149. Moskwa.
- Muchina N. A. 1968. Katalog mirowej kolekcji WIR. Nr 37 Ljadnienie rogatyj ss.23.
- Šimko J. Kečkeméthy A. 1984. Sledovanie rastu nadzemnej a podzemnej hmoty lucerny siatej v rôznych ekologicznych podmienkach. Rostl. Vyr., 30, (2): 139-144.
- Skrzyniarz H. 1981. Badania nad wpływem wysokości koszenia na odrastanie lucerny i strukturę morfologiczną szyjki korzeniowej. Pam. puł., z.75:117-129.
- Smurygin M.A., Kozlov N.N. 1985. Osobiennosti wesennego otrastanija kliewieria lugo-vo v svjazi s ego produktivnostju. S-ch. biologija 5: 53-56.
- Šantrůček J., Svobodová M. 1998. Suitable soil conditions for alfalfa and yield creation. Zesz. Nauk AR w Krakowie, Sesja Naukowa Nr 62: 265-272.
- Szwagrzyk J., Ptak J. 1991. Analizy struktury przestrzennej populacji i zbiorowisk oparte na znajomości rozmieszczenia osobników. Wiadomości Ekologiczne, t. XXXVII z. 2: 107-123.
- Wawilov P.P., Kabysz W.A., Putnikow Ł.I. 1981. Produktivnost pozdniespielego tetraploidnego kliewieria krasnogo sorta Timirjazevec. Dokłady TSCHA: 61-65.
- Wilczek M., Ćwintal M., 1993. Plonowanie lucerny mieszańcowej (*Medicago media Pers*) w zależności od terminu i ilości wysiewu. Cz. I. Obsada i masa jednostkowa pędów. Cz. II. Plonowanie, Biuleyn IHAR, 185: 63-70.
- Zając T. 1987. Wpływ różnych terminów zbioru na wysokość i strukturę plonu suchej masy czterech odmian lucerny mieszańcowej (*Medicago media Pers.*). Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rolnictwo, z. 27: 205-221.
- Zając T. 1989. Zależności korelacyjne pomiędzy cechami morfologicznymi roślin koniczyny czerwonej a plonem suchej masy z uwzględnieniem oddziaływania jęczmienia jarego jako rośliny ochronnej. Acta Agr. et Silv., ser. Agr., vol. XXVII: 197-208.
- Zając T., Bieniek J., Witkiewicz R., Jagusiak W. 1995. Kształtowanie się cech morfologicznych młodocianych roślin koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense L.*) w zależności od czynników siedliska i agrotechniki. Acta Agrobotanica, vol.48, z.2: 6-16.
- Zając T. 1998. Studium porównawcze cech morfologicznych i produktywności lucerny mieszańcowej (*Medicago media Pers*) uprawianej w czystym siewie i w mieszkach z roślinami motylkowatymi i trawami. Cz. I. Cechy morfologiczne roślin i struktura łanu w zależności od sposobu siewu. Acta Agrobotanica, vol.51, z. 1/2: 101-117.

Streszczenie

Z doświadczenia polowego, względnie kolekcji dydaktycznej pobrano rośliny pod koniec I-szego pokosu celem oszacowania stopnia współzależności par cech. Stopień współzależności pomiędzy badanymi cechami oszacowano przy pomocy regresji prostoliniowej względnie krzywoliniowej, a w pracy zamieszczono tylko te równania, w których współczynnik determinacji (R^2) był większy od 0,5.

Powierzchnia liści pędu porównywanych gatunków roślin motylkowatych w niewielkim stopniu zależała od wkładu w tę cechę liści najmniejszych ($<1/4 x$). O wielkości sumarycznej powierzchni liściowej pędów decydowały liście większe, głównie średnie. Wzrastająca liczba liści na pędzie korzystnie wpłynęła na ich sumaryczną powierzchnię, a pomiędzy cechami wystąpiła liniowa zależność o umiarkowanej sile związku ($R^2=0.70$). Uszeregowanie gatunków pod względem liczby liści na pędzie: lucerna mieszańcowa – 33,4 > komonica zwyczajna – 15,2 > koniczyna czerwona – 7,9 > esparceta siewna – 5,1.

Pomiędzy masą pędu pojedynczego gatunku a jego długością wystąpiła zależność krzywoliniowa, która informuje o ponadprzeciętnym wpływie na plon masy roślinnej pędów wyższych >70 cm.

Masa rośliny była słabo skorelowana z sumaryczną długością jej pędów. W obrębie pojedynczych roślin (mała, średnia, duża) zaznaczyły się duże różnice w masie

pojedynczych pędów. Wkład wydzielonych grup pędów w masę nadziemną roślin był mocno zróżnicowany i tak 25% pędów największych decydowało o połowie jej plonu. Z kolei 50% pędów (małe i bardzo małe) determinowało jedynie do 25 % masy rośliny.