



dłowego rozwoju i wysokiej produktywności zwierząt gospodarskich, głównie przeżuwaczy [Ziołocka i in. 1987; Gehrke i in. 1994; Wilczek i in. 1999]. Zawartość składników organicznych i mineralnych zależy od właściwości genetycznych odmiany, poziomu nawożenia mineralnego, liczby zbieranych pokosów w roku oraz warunków pogodowych. Ze względu na wielokość omawianej rośliny niezbędna jest znajomość składu chemicznego roślin z poszczególnych odrostów, które stanowią rzeczywistą paszę dla zwierząt. Dotychczas przeprowadzane badania nad nawożeniem koniczyny czerwonej wskazują na to, że wysokie dawki fosforu i potasu modyfikują nie tylko ich zawartość, ale także zawartość innych makro- i mikroelementów w suchej masie roślin [Graham 1991; Wilczek i in. 1999].

W niniejszej pracy przedstawiono jakość di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej. Zagadnienie to jest mało opracowane, ponieważ poza wynikami COBORU, przedstawionymi przez Broniarza [2002], a dotyczącymi tylko białka ogólnego i włókna w suchej masie różnych odmian, nie ma bardziej szczegółowych opracowań. Wychodząc z tych przesłanek, podjęto niniejsze badania.

Celem ich było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia fosforem i potasem oraz odmian koniczyny czerwonej (diploidalna Dajana i tetraploidalna Karo) na zawartość: suchej masy, białka ogólnego i właściwego, włókna surowego oraz fosforu, potasu, wapnia, magnezu, boru, miedzi, manganu, molibdenu i cynku w roślinach z trzech kolejnych pokosów.

#### METODY

Doświadczenie polowe nad jakością koniczyny czerwonej prowadzono w trzech dwuletnich seriach (1999–2000; 2000–2001; 2001–2002). Eksperyment dwuczynnikowy realizowano metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 18 m<sup>2</sup> do zbioru, w Kolonii Spiczyn pow. łęczyński. W doświadczeniu uwzględniono następujące czynniki: trzy poziomy nawożenia fosforem i potasem (21,8 P + 62,2 K; 32,7 P + 93,4 K; 43,6 P + 124,4 K kg ha<sup>-1</sup>), stosowane w formie superfosfatu pojedynczego oraz soli potasowej 60%, i dwie odmiany (diploidalna Dajana i tetraploidalna Karo). Nasiona koniczyny czerwonej w ilości 12 kg ha<sup>-1</sup> wysiewano w jęczmień jary (odmiana Rataj – 90 kg ha<sup>-1</sup>) w trzeciej dekadzie kwietnia w latach 1999, 2000 i 2001. W latach siewu stosowano dodatkowo nawożenie azotem w ilości 60 N kg ha<sup>-1</sup>. Eksperyment zlokalizowano na glebie kompleksu pszennego dobrego, bonitowanej w klasie III b. Gleba ta miała zawartość próchnicy 1,38–1,51% i pH<sub>KCl</sub> 5,9–6,2. W 1 kg gleby znajdowały się następujące ilości składników przyswajalnych w mg: 48–55 P; 123–141 K; 52–58 Mg; 1,1–1,3 B; 4,5–5,2 Cu;

98–109 Mn; 0,02–0,03 Mo i 49–58 Zn. W latach siewu zbierano jęczmień jary w pierwszej dekadzie sierpnia, a ścierniankę w trzeciej dekadzie września. Z kolei w latach pełnego użytkowania (2000, 2001, 2002) zbierano trzy pokosy zielonej masy koniczyny, każdy w fazie pąkowania, z których pobrano próbki do analiz chemicznych. Oznaczono w nich zawartość suchej masy (met. suszarkową), białka ogólnego (met. Kiejdahla), białka właściwego (met. Motehsa i Engela), włókna surowego (met. wagową), P (met. spektrofotometrii przepływowej), K (met. emisyjnej spektrometrii płomieniowej), Ca, Mg, Cu, Mn i Zn (met. spektrometrii absorpcji atomowej – AAS), B i Mo (met. elektrotermicznej spektrometrii absorpcji atomowej – kuweta). Wyniki opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji i NIR<sub>0,05</sub> według Tukeya.

#### WYNIKI

Przeciętna zawartość suchej masy w koniczynie czerwonej wahała się od 15,1 (2000) do 18,1% (2002) i była istotnie zróżnicowana (tab. 1). Największy wpływ na ten składnik miały temperatura powietrza i opady. Z porównywanych odmian istotnie wyższą zawartością suchej masy 17,6% odznaczała się Dajana. Zróżnicowane nawożenie P, K nie spowodowało istotnych zmian w koncentracji suchej masy. Najmniej suchej masy stwierdzono w roślinach z pierwszego pokosu (13,4%), a istotnie więcej z drugiego (16,2%) i trzeciego – 19,6%. Podobne wyniki dotyczące suchej masy w koniczynie czerwonej zanotowano w pracach Broniarza [2002], Wilczka i in. [1999] oraz Pisulewskiej i in. [2003].

Najwyższą koncentrację białka ogólnego (18,6%) i właściwego (14,1%) stwierdzono w koniczynie w r. 2002. Wartości te przewyższyły istotnie odpowiednie z roku 2000. Zróżnicowanie zawartości omawianych składników wynikało z przebiegu pogody. W latach o wyższej temperaturze powietrza koniczyna czerwona zawierała więcej białka. Na taką zależność zwrócił również uwagę Minson [1990]. Odmiana tetraploidalna Karo charakteryzowała się istotnie wyższą zawartością białka ogólnego i właściwego w porównaniu z ‘Dajaną’. Takie wyniki są potwierdzone w pracy Broniarza [2002]. Ze względu na wczesny zbiór (faza pąkowania) koniczyny czerwonej użytkowanej 3-kośnie nie stwierdzono istotnej zmienności w koncentracji włókna w zależności od lat, odmian i poziomów nawożenia. Otrzymane wyniki mają częściowe potwierdzenie w literaturze [Martyniak i in. 1981; Wilczek i in. 1999].

Uwzględnione w eksperymencie trzy poziomy nawożenia fosforem i potasem wpłynęły znacząco tylko na zawartość białka właściwego. Najwięcej (13,6%) było go w koniczynie na średnim nawożeniu (32,7 P + 93,4 K kg ha<sup>-1</sup>) w porównaniu z najniższym. Nie stwierdzono takich różnic pomiędzy drugim i trzecim

Tabela 1. Zawartość suchej masy, białka ogólnego, białka właściwego i włókna surowego w koniczynie czerwonej (% s.m.)

Table 1. Content of dry matter, total and specific protein, as well as crude fibre in red clover (% of d.m.)

Badane czynniki Research factors	Obiekt Object	Sucha masa Dry matter %	Białko ogólne Crude protein	Białko właściwe True protein	Włókno surowe Crude fibre
A. Rok Year	2000	15,1	17,0	12,0	22,2
	2001	16,0	17,8	12,9	21,6
	2002	18,1	18,6	14,1	20,8
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		1,3	1,5	1,0	ni ns
B. Odmiana Cultivar	Dajana (2n)	17,6	17,2	12,1	21,8
	Karo (4n)	15,3	18,4	13,9	21,3
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		1,1	1,2	0,9	ni ns
C. Nawożenie (P+K kg ha <sup>-1</sup> ) Fertilization (P+K kg ha <sup>-1</sup> )	21,8 + 62,2	16,2	17,8	12,6	21,9
	32,7 + 93,4	17,0	17,9	13,6	21,5
	43,6 + 124,4	16,0	17,6	12,8	21,2
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		ni ns	ni ns	1,0	ni ns
D. Pokos Cut	1	13,4	16,4	11,1	24,2
	2	16,2	17,9	13,7	21,6
	3	19,6	19,1	14,2	18,7
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		1,3	1,5	1,0	1,9
Interakcja Interaction	A × D	2,8	2,4	2,0	4,9

ni nieistotne

ns not significant

poziomem nawożenia. W literaturze przedmiotu istnieje pogląd, że wysoką zawartość białka otrzymuje się w warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w potas, który jest aktywatorem enzymów katalizujących syntezę białka [Lanyon i Griffith 1988]. Nasze wyniki częściowo potwierdzają ten punkt widzenia. Największą zmienność białka ogólnego i właściwego oraz włókna surowego wywoływały pokosy. Koncentracja omawianych białek w koniczynie rosła istotnie od pierwszego do trzeciego pokosu, a włókna surowego malała. Potwierdziła się więc znana reguła o odwrotnych zawartościach białka i włókna w roślinach motylkowych wieloletnich [Martyniak 1981; Ćwintal 1993; Wilczek i in. 1996; Wilczek i in. 1999; Ćwintal 2000].

Pogoda w poszczególnych latach istotnie modyfikowała zawartość fosforu, potasu, wapnia i magnezu w suchej masie koniczyny czerwonej (tab. 2). W roku 2002, najcieplejszym i o umiarkowanych opadach, stwierdzono w roślinach największy udział P i Ca. Z kolei w roku 2001 (odznaczającym się wysokimi

opadami) zarejestrowano w koniczynie czerwonej najwięcej potasu, a w 2000 – magnezu. Porównywane odmiany (Dajana – 2n i Karo – 4n) nie różniły się istotnie zawartością makroelementów.

Wzrastające nawożenie P, K powodowało istotne zwiększenie zawartości fosforu i potasu. Ponadto na trzecim poziomie nawożenia rośliny wykazywały się istotnie mniejszą zawartością wapnia i magnezu. Opisane zależności znajdują potwierdzenie w literaturze [Gehrke i in. 1994; Wilczek i in. 1999; Ćwintal 2000]. W kolejnych pokosach, od pierwszego do trzeciego, malała istotnie zawartość fosforu i potasu, a rosła magnezu i wapnia. Przedstawiony udział makroelementów w koniczynie czerwonej należy ocenić jako właściwy pod względem żywieniowym [Falkowski i in. 2000]. Wysoka zawartość wapnia w koniczynie czerwonej, w porównaniu z sianem łąkowym, podwyższyła stosunek wagowy Ca : P, a obniżyła wyrażony w milirównoważnikach stosunek K : (Ca + Mg). Pierwszy nie powinien przekraczać wartości 2,0, natomiast drugi 2,2 [Falkowski i in. 2000]. Niniejsze badania, jak i wcześniejsze z lucerną [Ćwintal, Wilczek 2002], sugerują zmianę liczb granicznych dla omawianych proporcji w przypadku roślin motylkowych wieloletnich.

Tabela 2. Zawartość fosforu, potasu, wapnia i magnezu w koniczynie czerwonej (% s.m.) oraz ich proporcje

Table 2. Content of phosphorus, potassium, calcium and magnesium in red clover (% of d.m.) and their ratios

Badane czynniki Research factors	Obiekt Object	P	K	Ca	Mg	Ca : P	K : (Ca+Mg)
A. Rok Year	2000	0,29	2,59	0,88	0,38	3,03	0,88
	2001	0,35	2,99	0,92	0,33	2,63	1,05
	2002	0,38	2,93	0,97	0,35	2,55	0,97
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		0,03	0,22	0,08	0,03	-	-
B. Odmiana Cultivar	Dajana (2n)	0,36	2,78	0,94	0,35	2,61	0,94
	Karo (4n)	0,34	2,90	0,88	0,36	2,59	1,01
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		ni ns	ni ns	ni ns	ni ns	-	-
C. Nawożenie (P+K kg ha <sup>-1</sup> ) Fertilization (P+K kg ha <sup>-1</sup> )	21,8 + 62,2	0,31	2,59	0,86	0,35	2,77	0,92
	32,7 + 93,4	0,35	2,86	0,98	0,37	2,80	0,92
	43,6 + 124,4	0,36	3,08	0,91	0,34	2,53	1,08
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		0,03	0,22	0,08	0,03	-	-
D. Pokos Cut	1	0,35	2,98	0,86	0,34	2,46	1,07
	2	0,31	2,90	0,96	0,36	3,10	0,96
	3	0,26	2,64	0,94	0,36	3,61	0,88
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		0,03	0,22	0,08	ni ns	-	-
Interakcja Interaction	A × C	0,07	0,37	ni ns	ni ns	-	-
	A × D	0,07	0,37	ni ns	ni ns	-	-

ni nieistotne  
ns not significant

Tabela 3. Zawartość boru, miedzi, manganu, molibdenu i cynku w koniczynie czerwonej  
 Table 3. Content of boron, copper, manganese, molybdenum and zinc in red clover

Badane czynniki Research factors	Obiekt Object	B	Cu	Mn	Mo	Zn
		mg kg <sup>-1</sup> s.m. d.m.				
A. Rok Year	2000	18,9	5,84	48,4	0,84	28,1
	2001	28,6	6,47	64,2	0,70	35,4
	2002	22,4	6,32	56,0	0,74	32,2
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		2,4	0,53	5,8	0,09	3,1
B. Odmiana Cultivar	Dajana (2n)	23,0	6,31	58,2	0,72	32,2
	Karo (4n)	23,6	6,11	54,2	0,80	31,6
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		ni ns	ni ns	4,0	0,06	ni ns
C. Nawożenie (P+K kg ha <sup>-1</sup> ) Fertilization (P+K kg ha <sup>-1</sup> )	21,8 + 62,2	20,8	5,64	44,0	0,70	30,2
	32,7 + 93,4	22,6	6,42	56,2	0,76	30,8
	43,6 + 124,4	26,4	6,58	68,4	0,82	34,6
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		2,4	0,53	5,8	0,09	3,1
D. Pokos Cut	1	20,8	5,87	46,2	0,64	28,5
	2	24,2	6,12	64,0	0,86	34,2
	3	24,9	6,64	58,4	0,78	33,0
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>		2,4	0,53	5,8	0,09	3,1
Interakcja Interaction	A × C	5,5	ni ns	15,1	ni ns	ni ns
	A × D	ni ns	ni ns	15,1	0,14	6,8

ni nieistotne

ns not significant

Największą zmienność zawartości boru, miedzi, molibdenu i cynku w koniczynie czerwonej powodowały lata, nawożenie mineralne oraz pokosy (tab. 3). Najwięcej boru, miedzi, manganu i cynku stwierdzono w roku 2001, odznaczającym się wyższymi opadami i umiarkowaną temperaturą, natomiast najmniej tych mikroelementów było w koniczynie z roku 2000, kiedy to wystąpiły umiarkowane opady i najniższa temperatura. Odmiana Dajana zawierała istotnie więcej manganu, a mniej molibdenu niż odmiana Karo. Pozostałe występowały w podobnej koncentracji u porównywanych odmian. Wzrastające nawożenie fosforem i potasem istotnie podwyższało zawartość wszystkich rozpatrywanych mikroelementów. Wyniki te należy tłumaczyć zakwaszającym oddziaływaniem soli potasowej na glebę, co z kolei wzmagало aktywność pobierania boru, manganu, miedzi i cynku. Na tę zależność zwróciła uwagę Zawartka i in. [1992]. Z kolei wzrost zawartości molibdenu w koniczynie należy łączyć ze zwiększającym się nawożeniem fosforowym. Takie zależności uzyskała Stanisławska-Głubiak [1989]. Ponadto autorka ta stwierdziła, że warunkiem dodatniej reakcji koniczyny czerwonej na nawożenie molibdenem była odpowiednia zawartość w glebach górskich niektórych mikroelementów (B, Cu, Zn), a także potasu. Najwięcej B i Cu oznaczono w roślinach z trzeciego pokosu, natomiast Mn, Mo

i Zn z – drugiego. Wyniki te nie potwierdzają w pełni wcześniejszych, na co prawdopodobnie miał wpływ inny przebieg pogody oraz bardziej zróżnicowany udział pokosów w rocznym plonie [Wilczek, Ćwintal 1996].

Zawartość omawianych mikroelementów w suchej masie koniczyny czerwonej ukształtowała się na średnim (B, Cu, Mn, Zn) i niskim (Mo) poziomie w świetle dostępnego piśmiennictwa [Stanisławska-Głubiak 1989; Wilczek, Ćwintal 1996; Falkowski i in. 2000].

#### WNIOSKI

1. Zawartości suchej masy, białka ogólnego i właściwego w koniczynie czerwonej były istotnie zróżnicowane przez pogodę w latach badań, odmiany i pokosy. Wyższy udział suchej masy stwierdzono w roślinach z roku 2002 i diploidalnej odmianie Dajana, a białka ogólnego i właściwego w odmianie tetraploidalnej Karo. Koniczyna czerwona z trzeciego pokosu odznaczała się najwyższą koncentracją suchej masy, białka ogólnego i właściwego, a najniższą włókna surowego.

2. Zróżnicowane nawożenie fosforem i potasem wpłynęło istotnie tylko na zawartość białka właściwego. Najlepsze rezultaty otrzymano na dawce 32,7 P + 93,4 K kg ha<sup>-1</sup>.

3. Zawartości P, K, Ca i Mg w suchej masie koniczyny czerwonej były istotnie zróżnicowane przez pogodę w poszczególnych latach, nawożenie oraz pokosy. Największą koncentrację w roślinach fosforu i potasu stwierdzono na najwyższym (43,6 P + 124,4 K kg ha<sup>-1</sup>) nawożeniu, a wapnia i magnezu na średnim (32,7 P + 93,4 K kg ha<sup>-1</sup>). Najwięcej P i K było w roślinach z pierwszego pokosu, a Ca i Mg z drugiego.

4. Lata, odmiany, nawożenie i pokosy istotnie różnicowały zawartość mikroelementów w koniczynie czerwonej. Wzrastające dawki nawożenia P, K powodowały większą koncentrację w suchej masie boru, miedzi, manganu, cynku i molibdenu. Najwięcej B i Cu było w roślinach z trzeciego odrostu, a Mn, Mo i Zn – z drugiego. Odmiana Dajana – 2n odznaczała się istotnie wyższą zawartością Mn oraz istotnie niższym udziałem Mo w porównaniu z ‘Karo’ – 4n.

5. Zawartość składników organicznych oraz makro- i mikroelementów w suchej masie badanych odmian koniczyny czerwonej świadczy o ich wysokiej wartości paszowej.

## PIŚMIENICTWO

- Broniarz J. 2002. Motylkowate drobnonasienne. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. COBORU, 1193, 5–11.
- Ćwintal M. 1993. Plonowanie i jakość lucerny mieszańcowej w zależności od nawożenia oraz liczby pokosów w roku. *Fragm. Agron.* 3, 21–34.
- Ćwintal M. 2000. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na samoregulację zagęszczenia, strukturę oraz jakość plonu lucerny mieszańcowej użytkowanej 3- i 4-kośnie. Wyd. AR w Lublinie. *Rozprawy naukowe* 233.
- Ćwintal M., Wilczek M. 2002. Wpływ liczby pokosów i odmian różnego pochodzenia na plonowanie oraz jakość lucerny. Część II. Zawartość składników organicznych i mineralnych. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 1, 141–152.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Wyd. AR w Poznaniu.
- Gehrke M., Lachowski A., Kuczyńska I., Włodarczyk A. 1994. Wpływ podaży składników mineralnych w zielonkach z lucerny na stan zaopatrzenia mineralnego krów. *Mat. Konf. Związki mineralne w żywieniu zwierząt. Poznań*, 127–133.
- Graham T. W. 1991. Trace element deficiencies in cattle. *Food Anim. Pract.* 7, 1, 153–215.
- Lanyon L. E., Griffith W. K. 1988. Nutrition and fertilizer use alfalfa and alfalfaimprovement. Ed. A.A. Hansona, Madison, 333–372.
- Martyniak J. 1981. Wpływ częstego koszenia na plon suchej masy i białka odmian diploidalnych i tetraploidalnych koniczyny łąkowej. *Biul. Oceny Odmian* 9, 217–225.
- Minson D. J. 1990. Crude de protein In forage. In: *Forage in Ruminant Nutrition* (ed. T. J. Cunha) Acad. Press, Inc. San Diego, N. Y., Boston, 178–190.
- Pisulewska E., Maciejewicz-Ryś J., Góral H., 2003. Plonowanie, zawartość składników organicznych i jakość białka długogłówkowych form koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.). *Biul. IHAR* 228, 323–333.
- Stanisławska-Głubiak E. 1989. Potrzeby nawożenia molibdenem koniczyny czerwonej uprawianej na glebach górskich, IUNG, Puławy.
- Wilczek M., Ćwintal M. 1996. Wpływ nawożenia (P, K) i liczby pokosów na zawartość Mn, Cu i Zn w tetraploidalnej koniczynie czerwonej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 434, 145–149.
- Wilczek M., Ćwintal M., Greguła A. 1996. Wpływ nawożenia na zawartość podstawowych składników organicznych i mineralnych w lucernie mieszańcowej zbieranej 3- i 4-kośnie. Cz. II. Składniki mineralne. *Biul. IHAR* 197, 195–204.
- Wilczek M., Ćwintal M., Andruszczyszyn K. 1999. Plonowanie i jakość tetraploidalnej koniczyny łąkowej (czerwonej) w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Część III. Jakość. *Biul. IHAR* 210, 119–129.
- Ziołocka A., Kuźdowicz M., Chomyszyn M. 1987. Tabele składu mineralnego pasz krajowych. PWN Warszawa.