

JAKOŚĆ DI- I TETRAPLOIDALNEJ KONICZYNY CZERWONEJ
W ZALEŻNOŚCI OD PRZEDSIĘWNEJ LASEROWEJ
STYMULACJI NASION

Marek Ćwintal, Mieczysław Wilczek

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: marek.cwintal@ar.lublin.pl

Streszczenie. W latach 2002-2004 badano wpływ przedsięwnej stymulacji nasion światłem lasera na zawartość składników organicznych oraz makro- i mikroelementów w di- i tetraploidalnej koniczynie czerwonej. W pobranych próbkach roślin określono zawartość suchej masy, białka ogólnego i właściwego, włókna surowego i jego frakcji oraz P, K, Ca i Mg. Próbki pochodziły z jednego pokosu w roku siewu i z dwóch pokosów w latach pełnego użytkowania. Warunki pogodowe w latach badań kształtowały w największym stopniu jakość koniczyny czerwonej. Ich przebieg spowodował istotne różnice w zawartości suchej masy, białka właściwego, hemicelulozy, ligniny, popiołu mineralnego, Ca i Mg oraz wydajności białka ogólnego i właściwego z 1 ha. Odmiana diploidalna Dajana w porównaniu z tetraploidalną Boną odznaczała się istotnie wyższą koncentracją suchej masy, NDF (włókna neutralno-detergentowego), hemicelulozy i ligniny oraz wydajnością białka ogólnego i właściwego (w latach pełnego użytkowania). Koniczyna z II odrostu charakteryzowała się wyższą zawartością suchej masy, białka ogólnego i właściwego, Ca i Mg, natomiast w roślinach z pierwszego odrostu było więcej włókna, a w nim frakcji NDF i ADF (włókna kwaśno-detergentowego), hemicelulozy, celulozy, ligniny, popiołu mineralnego oraz P i K. Stymulacja nasion światłem lasera spowodowała wzrost koncentracji ligniny we włóknie oraz potasu, zmniejszyła natomiast zawartość popiołu mineralnego we włóknie oraz udział włókna surowego w roślinach. Światło lasera oddziaływało intensywniej na rośliny w roku siewu, niż w latach pełnego użytkowania.

Słowa kluczowe: koniczyna czerwona, jakość, naświetlanie laserem, odmiany

WSTĘP

Koniczyna czerwona – łąkowa (*Trifolium pratense* L.) reprezentowana jest przez odmiany di- i tetraploidalne, które różnią się plonami zielonej i suchej masy oraz ich jakością (Borowiecki i in. 1996, Broniarz 2006, Ćwintal i Wilczek 2004, Wilczek i in. 1999 b). W ostatnich latach przeprowadzono badania nad plonowaniem wymienionych odmian w powiązaniu z przedsięwną stymulacją nasion

światłem lasera. Wyniki z tych badań wykazały, że stymulacja laserowa spowodowała w roku siewu koniczyny wzrost połowej zdolności wschodów o 13-14%, liczby roślin na 1m² do 33%, liczby pędów na 1 m² do 23% oraz plonu suchej masy do 20% (Wilczek i in. 2006 a).

Rośliny w drugim roku po zasiewie wytwarzały również istotnie większą liczbę pędów w obiektach ze stymulacją laserową niż bez stymulacji, ale o niższej masie jednostkowej. W sumie naświetlanie laserem przyczyniło się do zwiększenia plonów o 11%. W najlepszym wariantcie ze stymulacją (R3x5) plon suchej masy osiągnął 10,9 t · ha⁻¹ (Wilczek i in. 2006 b).

Niniejsza praca jest kontynuacją wymienionych dwóch publikacji w zakresie jakości koniczyny czerwonej. Uwzględnione w eksperymencie odmiany i dawki mocy światła lasera wywołały istotną zmienność w obsadzie pędów i ich masie oraz zmieniły stosunek masy liści do łodyg, co sugeruje, iż mogły mieć wpływ na zawartość składników mineralnych i organicznych w suchej masie roślin (Ćwintal 2000, Wilczek i in. 2006 a i b). Zmieniający się stosunek masy liści do łodyg w obiektach z laserem, może wpłynąć na skład chemiczny koniczyny, albowiem w liściach znajduje się najwięcej białka ogólnego, i właściwego oraz wapnia, magnezu i fosforu (Falkowski i in. 1990, Graham 1991, Wilczek i in. 1999 b).

Wychodząc z takiego założenia podjęto badania nad jakością koniczyny czerwonej. Celem ich było określenie wpływu odmian di- i tetraploidalnych oraz przedsewnej stymulacji nasion światłem lasera na zawartość składników organicznych oraz makroelementów w suchej masie roślin.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Próbki koniczyny do badań chemicznych pochodziły z lat 2002-2004, z dwuczynnikowego doświadczenia ściśłego, prowadzonego metodą bloków losowanych, w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 20 m² każde. Eksperyment zlokalizowano w Kolonii Spiczyn pow. łęczyński na glebie kompleksu pszennego dobrego (klasa bonitacyjna IIIa). Gleba ta charakteryzowała się lekko kwaśnym odczynem (pH_{KCl} = 6,1), wysoką zawartością fosforu (75 mg P·1 kg gleby) i magnezu (44 mg Mg·1kg gleby), a średnią potasu (139 mg K·1kg gleby) i zawierała 1,24% próchnicy. Nawożenie mineralne każdego roku stosowano jednorazowo wczesną wiosną, przed ruszeniem wegetacji roślin w dawce 35 kg P i 100 kg K·ha⁻¹. Czynniki badanymi były: odmiany (Bona – tetraploidalna i Dajana - diploidalna) oraz dawki światła lasera o mocy 0, 3 i 6 mW·cm⁻², (oznaczone jako R0, R3, R6), stosowane 1, 3 i 5-krotnie. Do naświetlania nasion wykorzystano urządzenie Kopera i Dygdały (1994) oraz laser He-Ne o mocy 40 mW i długości fali 632,4 nm. Czas naświetlania swobodnie spadających nasion wynosił 0,1 s.

Nasiona koniczyny wysiano w czystym siewie, dlatego też wschodzące rośliny były silnie zachwaszczone. Zastosowane herbicydy wykazały krótkotrwałą skuteczność, dlatego wykonano przykaszanie odchwaszczające w połowie lipca, a odrost ten pominięto w badaniach jakościowych. W latach siewu (2002 i 2003) zebrano tylko jeden pokos w fazie początku kwitnienia roślin, natomiast w latach pełnego użytkowania (2003 i 2004) po dwa pokosy w tej samej fazie. Z każdego poletka pobrano próbki roślin o masie 1kg, w których określono zawartość: suchej masy – metodą wagową w 105°C, białka ogólnego – metodą Kiejdahla, białka właściwego – metodą Motehsa i Engela, włókna surowego – metodą wagową oraz jego frakcji metodą Van Soest'a, fosforu – metodą spektrofotometrii przepływowej, a potasu – metodą emisyjnej spektrometrii płomieniowej, wapnia i magnezu – metodą spektrometrii absorpcji atomowej. Analizy przeprowadzono w Głównym Laboratorium Analiz Chemicznych Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach.

Dane pogodowe pochodzą ze Stacji Agrometeorologicznej AR w Lublinie. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie wykorzystując analizę wariancji i NIR_{0,05} według testu Tukeya.

WYNIKI

Lata siewu

Warunki pogodowe podczas wegetacji koniczyny czerwonej, w latach siewu były bardzo zróżnicowane, w okresie od siewu do przykaszania oraz od przykaszania do zbioru (tab. 1). Dużym wahaniom podlegała temperatura powietrza i opady pomiędzy latami 2002-2003.

Zawartość suchej masy w koniczynie była istotnie zróżnicowana tylko przez pogodę w poszczególnych latach i odmiany (tab. 2). Istotnie więcej suchej masy zawierała odmiana Dajana (17,2%) w porównaniu z Boną (14,3%). Wyższą zawartością suchej masy odznaczały się rośliny w roku 2003, który charakteryzował się niższą sumą opadów, przede wszystkim w okresie od siewu do przykaszania (tab. 1) oraz wyższą temperaturą powietrza podczas wegetacji koniczyny po przykoszeniu.

Istotne zróżnicowanie zawartości białka ogólnego wystąpiło tylko pomiędzy odmianami. Więcej tego składnika zawierała Bona (18,2%), a mniej Dajana (16,9%). Statystycznie wyższą zawartość białka właściwego stwierdzono tylko w 2003 roku, kiedy to zanotowano wyższą średnią temperaturę powietrza o 2°C i umiarkowane opady (tab. 1). Nie zanotowano istotnego zróżnicowania włókna surowego w suchej masie roślin, w zależności od badanych czynników. Światło

lasera nie wywołało uzasadnionych statystycznie zmian koncentracji składników organicznych w koniczynie czerwonej.

Wydajności białka ogólnego wahały się od 0,555 do 0,858, natomiast białka właściwego od 0,392 do 0,554 t· ha⁻¹ (tab.3). Stymulacja laserowa i pogoda wywołały istotne zmiany zarówno w wydajności białka ogólnego jak i właściwego. Najlepsze rezultaty otrzymano w 2002 roku, który odznaczał się wysokimi opadami i umiarkowaną temperaturą powietrza. Istotnie wyższą wydajność białka ogólnego i właściwego stwierdzono w obiektach R6x5 i R6x3.

Tabela 1. Charakterystyka warunków meteorologicznych (2002-2004)

Table 1. Characteristics of meteorological conditions (2002-2004)

Lata siewu koniczyny czerwonej – Sowing years of red clover					
Wyszczególnienie Specification	Rok Year	Czynność – Operation			Σ / \bar{X}
		Siew Sowing	Przykaszanie Trimming	Zbiór Harvest	
Daty Dates	2002 2003	6.05 29.04	18.07 7.07	26.09 2.09	– –
Długość wegetacji w dniach Duration of vegetation in days	2002 2003	– –	73 70	70 57	143 127
Średnia dobowa temperatura powietrza (°C) Daily mean air temperature (°C)	2002 2003	– –	19,1 16,9	16,9 18,9	18,0 17,9
Suma opadów (mm) Rainfall sum (mm)	2002 2003	– –	244,0 135,9	91,2 102,2	335,2 238,1
Liczba dni z opadami Number of days with rainfalls	2002 2003	– –	23 24	17 14	40 38
Lata pełnego użytkowania – Years of full performance					
Wyszczególnienie Specification	Rok Year	Pokos – Cut		Σ / \bar{X}	
		I	II		
Daty Dates	2003 2004	15.04-29.05 2.04-2.06	30.05-9.07 3.06-16.07	– –	
Długość wegetacji w dniach Duration of vegetation in days	2003 2004	45 62	41 44	86 106	
Średnia dobowa temperatura powietrza (°C) Daily mean air temperature (°C)	2003 2004	12,2 9,9	17,5 15,9	14,8 12,9	
Suma opadów (mm) Rainfall sum (mm)	2003 2004	91,6 74,1	62,5 68,2	154,1 142,3	
Liczba dni z opadami Number of days with rainfalls	2003 2004	12 11	15 10	27 21	

Tabela 2. Zawartość składników organicznych w koniczynie czerwonej (lata siewu)
Table 2. Content of organic elements in red clover (sowing years)

Obiekt Object	Sucha masa Dry matter (%)	Białko ogólne Crude protein (% s.m. – d.m.)	Białko właściwe True protein (% s.m. – d.m.)	Włókno surowe Fibre (% s.m. – d.m.)
A.				
Dawki naświetlania Radiation rates				
R0	15,5	17,6	12,1	26,6
R3x1	15,7	17,5	11,8	26,4
R3x3	15,9	17,4	11,7	26,7
R3x5	15,6	17,4	12,0	26,4
R6x1	16,0	17,2	11,9	26,0
R6x3	15,7	17,6	11,8	26,5
R6x5	16,0	17,7	11,6	26,7
NIR – LSD _{0,05}	r. n	r. n.	r. n	r. n
B.				
Lata Years				
2002	14,8	17,2	11,1	26,1
2003	16,7	17,9	12,7	27,0
NIR – LSD _{0,05}	1,4	r. n	1,1	r. n
C.				
Odmiany Cultivars				
Bona	14,3	18,2	12,1	25,7
Dajana	17,2	16,9	11,8	27,3
NIR – LSD _{0,05}	1,4	1,2	r. n	r. n

Brak istotnych różnic pomiędzy wydajnościami białka z odmiany Bona i Dajana należy tłumaczyć tym, że pierwsza zawierała więcej białka ogólnego i właściwego, druga zaś odznaczała się wyższym plonem suchej masy, co doprowadziło do wyrównania wyników. W sumie wydajności białka ogólnego i właściwego ukształtowały się na średnim poziomie, ponieważ pochodziły tylko z jednego pokosu w roku siewu.

Frakcje włókna NDF i ADF kształtowały się na podobnym poziomie (tab. 4). Badane czynniki nie różnicowały ich znacząco. Podobnie przedstawia się rozkład wyników obrazujących koncentrację celulozy w koniczynie. Z kolei istotnie więcej hemicelulozy wystąpiło w odmianie Dajana (9,80%), a mniej w Bonie (8,54%). Zawartości ligniny i popiołu mineralnego były istotnie zróżnicowane przez dawki światła lasera, pogodę w poszczególnych latach oraz odmiany. Najwyższą koncentrację ligniny stwierdzono w obiektach R6x5, w roku 2002 oraz

w odmianie Dajana. Stymulacja nasion światłem lasera spowodowała istotny spadek koncentracji popiołu mineralnego.

Tabela 3. Plon białka ogólnego i właściwego ($t \cdot ha^{-1}$) – lata siewu

Table 3. Yields of crude and true protein ($t \cdot ha^{-1}$) – sowing years

Obiekt – Object	Białko ogólne – Crude protein	Białko właściwe – True protein
A.		
Dawki naświetlania		
Radiation rates		
R0	0,644	0,443
R3x1	0,709	0,478
R3x3	0,703	0,473
R3x5	0,687	0,474
R6x1	0,683	0,472
R6x3	0,741	0,497
R6x5	0,779	0,510
NIR – LSD _{0,05}	0,079	0,050
B.		
Lata Years		
2002	0,858	0,554
2003	0,555	0,392
NIR – LSD _{0,05}	0,066	0,041
C.		
Odmiany		
Cultivars		
Bona	0,713	0,474
Dajana	0,703	0,490
NIR – LSD _{0,05}	r. n.	r. n.
Interakcja AxB		
Interaction AxB	0,092	0,072

Z rozpatrywanych czterech makroelementów (P, K, Ca, Mg) zawartość wapnia w suchej masie była istotnie zróżnicowana przez pogodę w poszczególnych latach i odmiany, natomiast potasu – przez pogodę i stymulację laserową. W roku 2002, o zdecydowanie wyższych opadach, zawartość potasu w koniczynie była istotnie niższa, a wapnia istotnie wyższa. Z kolei w roku 2003 było odwrotnie (tab. 5). Takie zależności mogą być związane z większym wymywaniem potasu w 2002 roku, który wniesiono do gleby wczesną wiosną.

Największy wpływ na jakość koniczyny w roku siewu miała pogoda w poszczególnych latach oraz odmiany.

Tabela 4. Frakcje włókna w koniczynie czerwonej (lata siewu)

Table 4. Fiber fractions in red clover (sowing years)

Obiekt Object	NDF (% s.m.– d.m.)	ADF	Hemiceluloza Hemicellulose	Celuloza Cellulose	Lignina Lignin	Popiół mineralny Mineral ash
A.						
Dawki na- świetlania Radiation rates						
R0	39,88	30,72	9,16	26,16	4,56	0,20
R3x1	39,76	30,52	9,24	25,87	4,65	0,18
R3x3	39,82	30,69	9,13	25,90	4,79	0,19
R3x5	39,66	30,53	9,13	25,85	4,68	0,18
R6x1	39,68	30,47	9,21	25,79	4,68	0,18
R6x3	39,63	30,46	9,17	25,88	4,58	0,17
R6x5	39,65	30,45	9,20	25,77	4,98	0,17
NIR – LSD _{0,05}	r. n	r. n	r. n	r. n	0,40	0,016
B.						
Lata Years						
2002	40,37	30,93	9,44	26,00	4,93	0,19
2003	39,07	30,17	8,90	25,72	4,45	0,17
NIR – LSD _{0,05}	r. n	r. n	r. n	r. n	0,34	0,014
C.						
Odmiany Cultivars						
Bona	38,26	29,72	8,54	25,24	4,48	0,20
Dajana	41,18	31,38	9,80	26,48	4,90	0,16
NIR – LSD _{0,05}	r. n	r. n	0,95	r. n	0,34	0,014

NDF – włókno neutralno-detergentowe – Neutral Detergent Fibre

ADF – włókno kwaśno-detergentowe – Acid Detergent Fibre

Tabela 5. Zawartość P, K, Ca, Mg w koniczynie czerwonej (lata siewu)
Table 5. Content of P, K, Ca, Mg in red clover (sowing years)

Obiekt – Object	P (% s.m.– d.m.)	K (% s.m.– d.m.)	Ca (% s.m.– d.m.)	Mg (% s.m.– d.m.)
A.				
Dawki naświetlania				
Radiation rates				
R0	0,29	2,87	1,23	0,38
R3x1	0,30	3,04	1,27	0,40
R3x3	0,29	3,11	1,25	0,39
R3x5	0,31	3,08	1,22	0,41
R6x1	0,30	2,97	1,26	0,38
R6x3	0,30	3,11	1,24	0,38
R6x5	0,31	3,20	1,23	0,40
NIR – LSD _{0,05}	r. n	0,23	r.n	r.n
B.				
Lata – Years				
2002	0,30	2,87	1,38	0,40
2003	0,30	3,25	1,12	0,39
NIR – LSD _{0,05}	r. n	0,29	0,12	r.n
C.				
Odmiany – Cultivars				
Bona	0,30	3,17	1,14	0,39
Dajana	0,29	2,95	1,33	0,38
NIR – LSD _{0,05}	r. n	r.n	0,12	r.n

Lata pełnego użytkowania

Pokosy istotnie wpłynęły na zawartość suchej masy, białka ogólnego i właściwego oraz włókna (tab. 6). Pierwszych trzech składników było więcej w roślinach z II pokosu, natomiast włókna surowego w I odroście. Pogoda w poszczególnych latach była podobna pod względem opadów, natomiast okres wegetacji w roku 2003 odznaczał się wyższą średnią temperaturą powietrza o 1,9°C (tab. 1). W tym też roku stwierdzono większy udział białka właściwego w suchej masie. Istotnie wyższą zawartością suchej masy odznaczała się diploidalna odmiana Dajana (15,6%), w porównaniu z tetraploidalną Bona (13,0%). Laserowa stymulacja nasion nie wpłynęła istotnie na udział składników organicznych w suchej masie. Wydajności białka ogólnego i właściwego z 1 ha były istotnie zróżnicowane.

wane przez laserową stymulację nasion, pokosy, pogodę w poszczególnych latach i odmiany (tab. 7).

Tabela 6. Zawartość składników organicznych w koniczynie czerwonej (lata pełnego użytkowania)
Table 6. Content of organic elements in red clover (years of full performance)

Obiekt Object	Sucha masa Dry matter (%)	Białko ogólne Crude protein (% s.m.– d.m.)	Białko właściwe True protein (% s.m.– d.m.)	Włókno surowe Crude fibre (% s.m.– d.m.)
A.				
Dawki naświetlania Radiation rates				
R0	14,2	18,4	12,3	28,9
R3x1	14,3	18,3	12,4	28,1
R3x3	14,4	18,5	12,7	27,8
R3x5	14,3	18,2	12,3	27,7
R6x1	14,4	18,4	12,2	27,5
R6x3	14,2	18,5	12,6	26,6
R6x5	14,3	18,3	12,8	26,8
NIR – LSD _{0,05}	r. n	r. n	r. n	2,1
B.				
Pokos – Cut				
I	13,1	16,6	11,2	29,2
II	15,5	20,0	13,6	26,2
NIR – LSD _{0,05}	1,5	1,7	1,1	2,6
C.				
Rok – Year				
2003	14,4	18,2	13,2	28,3
2004	14,2	18,5	11,6	27,1
NIR – LSD _{0,05}	r. n	r. n	1,1	r. n
D.				
Odmiana – Cultivar				
Bona	13,0	18,5	12,5	27,5
Dajana	15,6	18,1	12,4	28,0
NIR – LSD _{0,05}	1,5	r. n	r. n	r. n
Interakcja B x C Interaction BxC				
	r. n	r. n	2,3	r. n

Tabela 7. Plon białka ogólnego i właściwego ($t \cdot ha^{-1}$) – lata pełnego użytkowania
Table 7. Yields of crude and true protein ($t \cdot ha^{-1}$) – years of full performance

Obiekt – Object	Białko ogólne Crude protein	Białko właściwe True protein
A.		
Dawki naświetlania Radiation rates		
R0	1,794	1,199
R3x1	1,826	1,234
R3x3	1,981	1,360
R3x5	1,980	1,400
R6x1	1,848	1,232
R6x3	1,904	1,296
R6x5	1,953	1,312
NIR – LSD _{0,05}	0,179	0,131
B.		
Pokos – Cut		
I	1,074	0,724
II	0,820	0,564
NIR – LSD _{0,05}	0,087	0,057
C.		
Lata – Years		
2003	2,084	1,511
2004	1,707	1,071
NIR – LSD _{0,05}	0,160	0,118
D. Odmiany – Cultivars		
Bona	1,682	1,136
Dajana	2,100	1,438
NIR – LSD _{0,05}	0,160	0,118
Interakcja CxD Interaction CxD		
	0,253	0,185

Stwierdzono także dodatnie współdziałanie pomiędzy latami i odmianami, kształtujące omawiane wydajności. Istotnie wyższą masę białka ogólnego i właściwego otrzymano w następujących obiektach: R3x3, R3x5, z pierwszego odrostu, w 2003 roku i z odmiany Dajana. Ze względu na podobne zawartości charakteryzowanych składników w koniczynie obydwu odmian, wydajności białka ogólnego i właściwego z 1 ha były uzależnione przede wszystkim od plonów suchej masy.

Tabela 8. Frakcje włókna w koniczynie czerwonej (lata pełnego użytkowania)
Table 8. Fiber fractions in red clover (years of full performance)

Obiekt Object	NDF (% s.m.– d.m.)	ADF (% s.m.– d.m.)	Hemiceluloza Hemicellulose (% s.m.– d.m.)	Celuloza Cellulose (% s.m.– d.m.)	Lignina Lignin (% s.m.– d.m.)	Popiół mineralny Mineral ash (% s.m.– d.m.)
A.						
Dawki naświetlania Radiation rates						
R0	40,43	30,94	9,49	26,64	4,30	0,22
R3x1	40,24	30,82	9,42	26,43	4,39	0,22
R3x3	40,19	31,10	9,09	26,34	4,76	0,20
R3x5	40,16	31,14	9,02	26,33	4,81	0,21
R6x1	40,16	31,11	9,05	26,38	4,73	0,19
R6x3	40,15	31,12	9,03	26,37	4,75	0,20
R6x5	40,14	31,17	8,97	26,32	4,85	0,20
NIR – LSD _{0,05}	r. n	r. n	r. n	r. n	0,45	0,02
B.						
Pokos – Cut						
I	41,98	32,35	9,63	27,47	4,88	0,26
II	38,43	29,77	8,66	25,33	4,44	0,16
NIR – LSD _{0,05}	3,24	2,40	0,88	2,01	0,39	0,017
C.						
Rok – Year						
2003	41,36	31,22	10,14	27,12	4,10	0,23
2004	39,07	30,90	8,16	25,68	5,22	0,19
NIR – LSD _{0,05}	r. n	r. n	0,88	r. n	0,39	0,017
D. Odmiana						
Cultivar						
Bona	38,48	30,15	8,33	25,69	4,46	0,24
Dajana	41,95	31,98	9,97	27,11	4,87	0,18
NIR – LSD _{0,05}	3,24	r. n	0,88	r. n	0,39	0,017
Interakcja BxC Interaction BxC						
	r. n	r. n	1,62	r. n	0,98	r. n

NDF – włókno neutralno-detergentowe – Neutral Detergent Fibre,
 ADF – włókno kwaśno-detergentowe – Acid Detergent Fibre.

Tabela 9. Zawartość P, K, Ca, Mg w koniczynie czerwonej (lata pełnego użytkowania)
Table 9. Content of P, K, Ca, Mg in red clover (years of full performance)

Obiekt – Object	P	K	Ca	Mg
	(% s.m.– d.m.)	(% s.m.– d.m.)	(% s.m.– d.m.)	(% s.m.– d.m.)
A.				
Dawki naświetlania				
Radiation rates				
R0	0,31	3,14	1,44	0,44
R3x1	0,30	3,11	1,43	0,43
R3x3	0,31	3,15	1,45	0,43
R3x5	0,30	3,17	1,43	0,44
R6x1	0,31	3,12	1,44	0,44
R6x3	0,30	3,14	1,42	0,43
R6x5	0,29	3,15	1,45	0,43
NIR – LSD _{0,05}	r. n	r. n	r. n	r. n
B.				
Pokos – Cut				
I	0,32	3,48	1,29	0,36
II	0,29	2,78	1,59	0,50
NIR – LSD _{0,05}	0,026	0,29	0,12	0,04
C.				
Rok – Year				
2003	0,31	3,22	1,38	0,41
2004	0,29	3,04	1,50	0,46
NIR – LSD _{0,05}	r. n	r. n	0,12	0,04
D. Odmiana – Cultivar				
Bona	0,31	3,29	1,39	0,42
Dajana	0,30	2,97	1,49	0,44
NIR – LSD _{0,05}	r. n	0,29	r. n	r. n
Interakcja B x D				
Interaction B x D	r. n	0,52	r. n	r. n

Udział frakcji włókna NDF, ADF, hemicelulozy, ligniny i popiołu mineralnego był istotnie niższy w roślinach z II pokosu (tab. 8). Więcej hemicelulozy i popiołu mineralnego stwierdzono w 2003 roku, natomiast ligniny w 2004. Odmiana Dajana odznaczała się istotnie wyższą zawartością frakcji NDF, hemicelulozy oraz ligniny, a niższą popiołu mineralnego we włóknie w porównaniu z Boną.

Koncentrację makroelementów (P, K, Ca, Mg) w suchej masie koniczyny najbardziej różnicowały pokosy (tab. 9). Koniczyna z I pokosu odznaczała się istotnie wyższą zawartością fosforu i potasu, natomiast wapnia i magnezu więcej

było w roślinach z II odrostu. Stymulacja nasion laserem nie wpłynęła istotnie na zmianę zawartości P, K, Ca, i Mg.

DYSKUSJA

W warunkach przyrodniczych Polski koniczyna czerwona (łąkowa) jest rośliną dwuletnią. Ze względu na wolny wzrost i rozwój w pierwszym roku uprawiana jest jako wsiewka w rośliny ochronne, a rzadziej w siewie czystym. Eksperymenty dotyczące plonowania i jakości koniczyny czerwonej w roku siewu są rzadkie (Ćwintal i Kościelecka 2005) i najczęściej dotyczą ściernianki (Wilczek i in. 1999 a).

W niniejszej rozprawie określiliśmy skład chemiczny koniczyny w roku siewu z jednego pokosu i w latach pełnego użytkowania (drugi rok uprawy) z dwóch odrostów, na tle laserowej stymulacji nasion, warunków pogodowych oraz di- i tetraploidalnych odmian.

O ile przed rozpoczęciem eksperymentu wiadomo było, że pokosy, nawożenie i odmiany różnicują zawartość składników organicznych i mineralnych w koniczynie (Broniarz 2004, Fordoński i in. 1988, Wilczek i in. 1999 b), o tyle trudno było przewidzieć wpływ stymulacji laserowej nasion na jakość koniczyny.

Otóż stymulacja laserowa spowodowała istotne zwiększenie liczby roślin i pędów na 1m², większe w roku siewu, a mniejsze w latach pełnego użytkowania (Wilczek i in. 2006 a, Wilczek i in. 2006 b). Zabieg ten wpłynął jednak na obniżenie jednostkowej masy pędu z tym, że istotnie tylko w drugim roku uprawy (Wilczek i in. 2006b). Zmniejszenie masy pojedynczego pędu spowodowało istotne obniżenie zawartości włókna surowego w obiektach R6x3 i R6x5. Stwierdzenie to jest zgodne z opinią Ćwintala i Kościeleckiej (2005), że koncentracja włókna surowego zwiększała się w miarę wzrostu masy jednostkowej pędu koniczyny.

Ponadto w obiektach ze stymulacją laserową zanotowano w roku siewu wzrost zawartości potasu (R6x3, R6x5), ligniny (R6x5) oraz zmniejszenie popiołu mineralnego (R6x3, R6x5). W drugim roku użytkowania koniczyny zarejestrowano zaś zmniejszenie udziału włókna surowego i popiołu mineralnego oraz wzrost zawartości ligniny w suchej masie, podobnie jak w roku siewu. Dane te są trudne do zinterpretowania, ponieważ nie znaleziono odpowiednich informacji w literaturze przedmiotu.

Ze wstępnych badań nad stymulacją laserową koniczyny czerwonej wynika, iż światło lasera oddziałuje głównie w roku siewu zwiększając liczbę pędów i roślin na 1m² oraz modyfikując intensywność fotosyntezy i transpiracji wpływających na masę pędu (Wilczek i in. 2006a, Wilczek i Fordoński 2007). Natomiast o obsadzie pędów w drugim roku decyduje rozmieszczenie roślin w roku siewu, których jest więcej w obiektach z laserem. Poza tym o plonach i jakości roślin

motylkowych wieloletnich (koniczyna i lucerna) decyduje samoregulacja ładu, która jest swoistą kompensacją liczby roślin, pędów i ich masy (Ćwintal 2000, Ćwintal i Kościelecka 2005).

Wyniki z niniejszego eksperymentu potwierdziły rezultaty badań Broniarza (2004) oraz Wilczka i in. (1999 b) wskazujące na istotnie wyższą zawartość suchej masy w odmianach diploidalnych (Dajana) niż tetraploidalnych.

Czynnikiem znacznie różnicującym skład chemiczny koniczyny były pokosy w latach pełnego użytkowania. Istotnie więcej suchej masy, białka ogólnego i właściwego, Ca i Mg stwierdzono w roślinach z drugiego pokosu, podobnie jak w innych pracach (Ćwintal i Wilczek 2004, Wilczek i in. 2006 b). Z kolei włókna surowego, a w nim frakcji NDF i ADF, hemicelulozy, celulozy, ligniny i popiołu mineralnego było więcej w suchej masie z pierwszego odrostu. Wyniki te znajdują potwierdzenie w literaturze (Fordoński i in. 1988, Sowiński i in. 1998, Krzywiecki 2003, Graham 1991, Wilczek i in. 1999b). Przedłużający się okres wegetacji pokosu oraz umiarkowana temperatura i opady sprzyjały większej koncentracji ligniny (Krzywiecki 2003).

Wydajności białka ogólnego i właściwego z 1 ha zależały głównie od plonów suchej masy, ponieważ zawartości tych składników w roślinach były zbliżone. Osiągnięte rezultaty w latach pełnego użytkowania były zadowalające. Umiarkowane opady i wyższa temperatura powietrza w 2003 r., podczas wegetacji poszczególnych pokosów, to czynniki zwiększające wydajność białka ogólnego i właściwego. Potwierdzają te zależności badania innych autorów (Falkowski i in. 1990, Fordoński i in. 1988, Wilczek i in. 1999 b).

W niektórych obiektach zanotowano ponad 3% zawartości potasu w suchej masie, która obniżała jakość paszy (Falkowski i in. 1990, Graham 1991, Zajac i in. 1999). Taką sytuację stwierdzono zarówno w roku siewu (R6x3, R6x5, w 2003 roku, w odmianie Bona) jak i latach pełnego użytkowania (wszystkie kombinacje z laserem, I pokos, 2003r, odmiana Bona). Odmiany tetraploidalne gromadziły potas w większym stopniu niż diploidalne, co potwierdziły również badania Ćwintala i Wilczka (2004). Korzystnie rozłożone opady i umiarkowana temperatura powietrza wzmogły prawdopodobnie pobieranie potasu przez koniczynę. Ponadto laserowa stymulacja nasion zwiększała transpirację roślin (Wilczek i Fordoński 2007).

Z przeprowadzonej charakterystyki zawartości składników organicznych i makroelementów w suchej masie koniczyny i danych w piśmiennictwie (Falkowski i in. 1990, Graham 1991, Wilczek i in. 1999 a, b, Ćwintal i Wilczek 2004, Ziółka i in. 1979) wynika, że uzyskano wartościową paszę. Niewielkie przekroczenie zawartości granicznej potasu można korygować odpowiednim nawożeniem, szczególnie w przypadku uprawy odmiany Bona.

WNIOSKI

1. Jakość koniczyny czerwonej w największym stopniu kształtowały warunki pogodowe w latach badań. Ich przebieg spowodował istotne różnice w zawartości suchej masy, białka właściwego, hemicelulozy, ligniny, popiołu mineralnego, Ca i Mg, oraz wydajności białka ogólnego i właściwego z 1 ha.

2. Odmiana diploidalna Dajana w porównaniu z tetraploidalna Boną odznaczała się istotnie wyższą koncentracją suchej masy, NDF, hemicelulozy, ligniny oraz wydajnością białka ogólnego i właściwego (w latach pełnego użytkowania), natomiast niższą zawartością potasu.

3. Duże zróżnicowanie w zawartości składników organicznych i mineralnych wystąpiło pomiędzy roślinami z I i II pokosu. Koniczyna z II odrostu charakteryzowała się wyższą zawartością suchej masy, białka ogólnego i właściwego, Ca i Mg. Natomiast w pierwszym odroście było więcej włókna, a w nim frakcji NDF, ADF, hemicelulozy, celulozy, ligniny, popiołu mineralnego oraz fosforu i potasu.

4. Stymulacja nasion światłem lasera spowodowała wzrost koncentracji ligniny we włóknie oraz potasu, zmniejszyła natomiast zawartość popiołu mineralnego we włóknie oraz udział włókna surowego w roślinach, głównie w latach pełnego użytkowania.

PIŚMIENNICTWO

- Borowiecki J., Małysiak B., Maczuga A. 1996. Plonowanie odmian koniczyny czerwonej w zależności od częstotliwości koszenia w dwuletnim użytkowaniu częstotliwości koszenia w dwuletnim użytkowaniu. *Pam. Puł.*, 108, 50-58.
- Broniarz J. 2004. Motylkowate drobnonasienne. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. COBORU, 1198, 5-35.
- Ćwintal M., 2000. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na samoregulację zagęszczenia, strukturę oraz jakość plonu lucerny mieszańcowej użytkowanej 3 i 4-kośnie. *Rozpr. hab. Wyd. AR w Lublinie.*
- Ćwintal M., Kościelecka D. 2005. Wpływ sposobu i ilości wysiewu nasion na strukturę zagęszczenia, plonowanie oraz jakość di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu. *Cz. II. Plonowanie oraz jakość. Biul. IHAR*, 237/238, 249-258.
- Ćwintal M., Wilczek M. 2004. Jakość di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej na tle zróżnicowanego nawożenia mineralnego. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 2, 613-620.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 1990. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. *AR Poznań.*
- 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*, 168, 87-95.
- Graham T. W. 1991. Traces of element deficiencies in cattle. *Ford. Anim. Pract.*, 7, 1, 153-215.
- Koper R., Dygdała Z. 1994. Urządzenie do obróbki przedsewnej nasion promieniowaniem laserowym. *Patent RP. Nr 162598.*
- Krzywiecki S. 2003. Wartość pokarmowa pasz z łąk i pastwisk oraz ich wykorzystanie w żywieniu zwierząt przeżuwających. *Wiad. Mel. i Łąk.*, 3, 123-127.

- Sowiński J., Nowak W., Gospodarczyk F., Szyszkowska A., Krzywiecki S. 1998. Zależność składu chemicznego zielonek od udziału koniczyny czerwonej i traw. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 462, 191-198.
- Wilczek M., Ćwintal M., Andruszczyszyn K. 1999b. Plonowanie i jakość tetraploidalnej koniczyny łąkowej (czerwonej) w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Cz. III. Jakość. Biul. IHAR., 210, 119-129.
- Wilczek M., Ćwintal M., Kornas-Czuczwar B., **Koper R.**: 2006a. Wpływ laserowej stymulacji nasion na plonowanie di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu. Acta Agrophysica, 8(2), 527-536.
- Wilczek M., Ćwintal M., Kornas-Czuczwar B., **Koper R.**: 2006b. Wpływ laserowej stymulacji nasion na plonowanie di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w latach pełnego użytkowania. Acta Agrophysica, 8(3), 735-743.
- Wilczek M., Ćwintal M., Wilczek P. 1999a. Plonowanie i jakość tetraploidalnej koniczyny łąkowej (czerwonej) w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Cz. I. Ściernianka. Biul. IHAR, 210, 101-108.
- Wilczek M., Fordoński G., 2007. Wpływ stymulacji nasion światłem lasera na intensywność fotosyntezy i transpiracji oraz plonowanie koniczyny czerwonej. Acta Agrophysica, 9(2), 517-524.
- Zajac T., Borowiec F., Kolodziejczyk M. 1999. Evaluation of macro- and microelement contents in plants and silage of *Trifolium pratense* L. and *Lolium multiflorum* L. depending on the year, method of cultivation and cut. Scientia Agriculturae Bohemica, 30, 159-170.
- Ziolecka A., Kwidowicz M., Kielanowski J., 1979. Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz krajowych. PWN Warszawa.

QUALITY OF DIPLOID AND TETRAPLOID RED CLOVER DEPENDING ON PRE-SOWING LASER STIMULATION OF SEEDS

Marek Ćwintal, Mieczysław Wilczek

Department of Detailed Plant Cultivation, Agricultural University,
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: marek.cwintal@ar.lublin.pl

Abstract. The influence of pre-sowing seed stimulation with laser radiation on organic substance as well as macro- and microelements content in diploid and tetraploid red clover was examined in 2002-2004. Dry matter, crude and true protein, crude fibre and its fractions, as well as P, K, Ca, Mg content were determined in plant samples. Samples were collected from a single cut in a sowing year and from two cuts in full-performance years. The weather conditions during the study were the primary factor that determined the red clover quality. The course of weather invoked significant differences in dry matter, true protein, hemicellulose, lignin, mineral ash, Ca and Mg content, as well as crude and true protein efficiencies per 1 hectare. Dajana cv. diploid, as compared to Bona cv. tetraploid, was characterized by significantly higher concentrations of dry matter, NDF, hemicellulose, lignin and crude and true protein efficiencies in full-performance years. Clover from the second cut was characterized by higher content of dry matter, crude and true protein, Ca and Mg; plants from the first cut contained more fibre, including NDF, ADF, hemicellulose, cellulose, lignin fractions, mineral ash, P, K, Fe, and Mo. Seed stimulation with laser radiation caused an increase of lignin concentration in fibre along with potassium; mineral ash in fibre and content of crude fibre in plants were decreased. Laser radiation had more intensive effects on plants in sowing year than in full-performance years.

Keywords: red clover, quality, laser radiation, varieties