

WPLYW LASEROWEJ STYMULACJI NASION NA PŁONOWANIE
DI- I TETRAPLOIDALNEJ KONICZYNY CZERWONEJ W ROKU SIEWU*

Mieczysław Wilczek¹, Marek Cwintal¹, Barbara Kornas-Czuczwar², Roman Koper²

¹Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: marek.cwintal@ar.lublin.pl

²Katedra Fizyki, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Streszczenie. W latach 2002-2003 prowadzono eksperyment polowy z koniczyną czerwoną (*Trifolium pratense* L.), uprawianą na paszę, metodą bloków losowanych, w czterech powtórzeniach. W doświadczeniu uwzględniono dwa czynniki: 1. odmiany koniczyny (diploidalna Dajana i tetraploidalna Bona); 2. stymulację przedśiewną nasion światłem lasera o powierzchniowej gęstości mocy wiązki rozbieżnej w płaszczyźnie swobodnego spadania: R0 (bez naświetlania) oraz R3 i R6 mW·cm⁻², stosowaną 1, 3 i 5-krotnie. Nasiona naświetlano światłem lasera He-Ne, wykorzystując urządzenie Kopera i Dygały. Na każdym poletku określono: połowę zdolność wschodów, obsadę roślin po wschodach na 1 m², liczbę pędów na 1 m², średnią suchą masę pojedynczego pędu oraz plony zielonej i suchej masy. Światło lasera spowodowało w kombinacji R6x3 i R6x5 wzrost połowej zdolności wschodów o 13,3 i 14,4%. Istotnie wyższą zdolnością wschodów odznaczała się odmiana Bona. Liczba roślin koniczyny po wschodach była również istotnie zróżnicowana przez dawki naświetlania laserem oraz cechy odmianowe. Liczbę pędów na 1m² różnicowały istotnie tylko dawki naświetlania i lata. Najwyższą obsadę pędów stwierdzono w obiekcie R6x1 (344 szt·1 m⁻²) oraz w 2002 roku. Najwyższe plony zielonej i suchej masy otrzymano w obiekcie R6x5. Przewyższały one plony z wariantu kontrolnego odpowiednio o 23,8 i 20,2%.

Słowa kluczowe: koniczyna czerwona, rok siewu, naświetlanie nasion laserem

WSTĘP

Jednym z najważniejszych elementów w uprawie koniczyny czerwonej, w roku siewu, jest zdolność kiełkowania nasion, która wpływa na wschody roślin oraz przebieg ich ontogenezy. Z wielu sposobów podnoszących zdolność kiełkowania materiału siewnego i plonowanie roślin zasluguje na uwagę przedśiewna stymula-

*Praca wykonana w ramach projektu badawczego KBN 6 P06R 03521 (2001-2004).

cja światłem lasera. Zabieg ten stosowano głównie na nasiona roślin jednorocznych, u których obserwowano wzrost kiełkowania, plonowania i wskaźników biofizycznych [1,2,4,5,7,8]. Nie ma natomiast takich wyników badań z nasionami roślin wieloletnich. Wychodząc z tych przesłanek, przeprowadzono eksperyment polowy, którego celem było określenie wpływu laserowej stymulacji nasion di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej na ich polową zdolność wschodów, elementy struktury plonu i plonowanie w roku siewu. Badania te są w pełni uzasadnione, ponieważ kondycja i obsada roślin w roku siewu rzutuje na plonowanie roślin w drugim roku użytkowania [9].

MATERIAŁ I METODY

W latach 2002-2003 prowadzono ściśle doświadczenie polowe z koniczyną czerwoną – łąkową (*Trifolium pratense* L.). Eksperyment zlokalizowano na glebie kompleksu pszennego dobrego (klasa bonitacyjna IIIa), w Kolonii Spiczyn pow. łęczyński. Gleba charakteryzowała się lekko kwaśnym odczynem ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,1$), wysoką zawartością fosforu i magnezu, a średnią potasu. Zawartość próchnicy wynosiła 1,24%.

Eksperyment prowadzono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 20 m² każde. W doświadczeniu uwzględniono następujące czynniki: 1. odmiany koniczyny czerwonej – diploidalna Dajana i tetraploidalna Bona; 2. stymulację nasion promieniami lasera o powierzchniowej gęstości mocy wiązki rozbieżnej w płaszczyźnie swobodnego spadania: R0 (kontrola – bez naświetleń) oraz R3 i R6 mW·cm⁻², stosowaną 1-, 3- i 5-krotnie. Czas pojedynczego naświetlenia wynosił 0,1 s. Nasiona bezpośrednio przed wysiewem naświetlano światłem lasera He-Ne, wykorzystując urządzenie konstrukcji Kope-ra i Dyały [3].

Koniczynę wysiewano 6 maja 2002 roku oraz 29 kwietnia 2003 r. w siewie czystym, zapewniając 600 szt. nasion na 1m², w przeliczeniu na 100% zdolność kiełkowania. Nasiona wysiewano odpowiednio przystosowanym siewnikiem w rozstawie rzędów co 20 cm i na głębokość około 1 cm. Przed wysiewem koniczyny zastosowano 35 kg P i 100 kg K·ha⁻¹. W celu odchwaszczenia poletek z chwastów dwuliściennych zastosowano herbicyd Barox 460 SL, natomiast Fusilade super EC przeciwko chwastom jednoliściennym w zalecanych dawkach [13]. Podobne zabiegi wykonano w koniczynie wysianej w roku 2003. Efektywność herbicydów była w obydwu latach krótkotrwała, co spowodowało konieczność wykonania przykaszania odchwaszczającego roślin na wysokości 8-10 cm, w terminie 18.07. 2002 r. oraz 7.07.2003 r. Był to efektywny sposób odchwaszczania, ale ograniczył do jednego pokosu zbiór koniczyny w roku siewu. Podobną skuteczność przykaszania obserwowano w przypadku lucerny [11].

Na każdym poletku określono połowę zdolność wschodów, obsadę roślin na 1 m² po wschodach, liczbę pędów na 1m², masę pojedynczego pędu, plon zielonej i suchej masy, oraz procentowy udział liści w plonie. Koniczynę zbierano w początku kwitnienia.

Dane pogodowe pochodzą ze Stacji Meteorologicznej w Felinie, należącej do Katedry Agrometeorologii AR w Lublinie. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując analizę wariancji, oraz NIR_{0,05} według testu Tukey'a.

WYNIKI I DYSKUSJA

W latach siewu koniczyny czerwonej warunki pogodowe były zróżnicowane, co odbiło się na długości wegetacji. W roku 2002 wynosiła ona 143 dni, natomiast w 2003-127 (tab.1). W pierwszym z wymienionych lat zanotowano w okresie od siewu do przykaszania roślin wyższą temperaturę powietrza i znacznie większe opady, niż w roku 2003. Z kolei okres od przykaszania do zbioru odznaczał się wyższą temperaturą powietrza i nieco większymi opadami w roku 2003, w porównaniu z 2002.

Tabela 1. Charakterystyka warunków meteorologicznych w latach siewu koniczyny czerwonej
Table 1. Characteristics of meteorological conditions in the years of red clover sowing

Wyszczególnienie Specification	Rok Year	Czynność – Operation			Suma/ średnia Sum/ mean
		Siew Sowing	Przykaszanie Plant trimming	Zbiór Harvest	
Daty Dates	2002	6.05	18.07	26.09	–
	2003	29.04	7.07	2.09	–
Długość wegetacji w dniach Vegetation duration, days	2002	–	73	70	143
	2003	–	70	57	127
Średnia dobową temperatura powietrza Diurnal mean air temperature (°C)	2002	–	19,1	16,9	18,0
	2003	–	16,9	18,9	17,9
Suma opadów (mm) Rainfall sum (mm)	2002	–	244,0	91,2	335,2
	2003	–	135,9	102,2	238,1
Liczba dni z opadami Number of days with rainfalls	2002	–	23	17	40
	2003	–	24	14	38

Polowa zdolność wschodów była istotnie zróżnicowana przez moc dawek światła lasera i krotności ich stosowania, odmiany oraz lata (tab. 2). Światło lasera spowodowało w obiekcie R6x3 i R6x5 wzrost połowej zdolności wschodów o 13,3 i 14,4% w stosunku do kontroli. Istotnie wyższą zdolnością wschodów

odznaczała się odmiana Bona (60,0%) w porównaniu z Dajaną (44,1%). Znacznie lepsze wschody roślin zanotowano w roku 2003, które o prawie 22% przewyższały połowę zdolność wschodów z roku 2002. Powodem takiej różnicy była niższa temperatura powietrza i umiarkowane opady w okresie od siewu nasion do przykaszania w roku 2003. Zanotowano istotne, dodatnie współdziałanie pogody w roku 2003 z połową zdolnością wschodów odmiany Bona oraz pomiędzy dawkami mocy światła lasera R3x3, R6x3 i R6x5, a odmianą Bona.

Tabela 2. Połowa zdolność wschodów koniczyny czerwonej (%)

Table 2. Filed emergence ability of red clover (%)

Obiekt Treatment	2002			2003			Średnia Mean		Średnia Mean
	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	
R0	29,8	34,0	31,9	69,5	38,3	53,9	49,7	36,2	42,9
R3x1	32,7	41,7	37,2	78,5	40,2	59,4	55,6	41,0	48,3
R3x3	40,0	40,0	40,0	82,3	41,0	61,7	61,2	40,5	50,8
R3x5	37,5	50,3	43,9	89,2	46,0	67,6	63,4	48,2	55,8
R6x1	39,2	50,3	44,8	81,0	42,5	61,8	60,1	46,4	53,3
R6x3	40,8	47,7	44,3	90,7	45,7	68,2	65,8	46,7	56,2
R6x5	38,7	53,3	46,0	90,3	46,8	68,6	64,5	50,1	57,3
Średnia Mean	36,9	45,3	41,1	83,1	42,9	63,0	60,0	44,1	–

NIR_{0,05} pomiędzy: dawkami naświetlania = 6,3; odmianami = 5,8; latami = 5,8; we współdziałaniu lata x odmiany = 14,1; dawki naświetlania x odmiany = 20,1

LSD_{0,05} between radiation rates = 6.3; between cultivars = 5.8; between years = 5.8; in the interaction of years x cultivars = 14.1; in the interaction of radiation rate x cultivars = 20.1

R0 – kontrola – control,

R3 – Gęstość powierzchniowa mocy lasera – Laser power (3 mW·cm⁻²),

R6 – Gęstość powierzchniowa mocy lasera – Laser power (6 mW·cm⁻²),

1-3-5 – Liczba naświetlań – Number of irradiations,

Dajana – odmiana 2n – cultivar 2n,

Bona – odmiana 4n – cultivar 4n.

Liczba roślin koniczyny czerwonej po wschodach na 1m² istotnie zależała od dawek naświetlania laserem, odmian i lat (tab. 3). Lepsze wyniki otrzymano w obiektach R3x5, R6x3 i R6x5 w roku 2003. Odmiana Bona charakteryzowała się wyższą obsadą roślin (360 szt·m⁻²), w porównaniu z Dajaną (264 szt·m⁻²). Analizowana obsada roślin w roku siewu znajduje potwierdzenie w piśmiennictwie [6,10].

Tabela 3. Liczba roślin koniczyny czerwonej po wschodach na 1 m²
Table 3. Number of red clover plants per 1 m² after germination

Obiekt Treatment	2002			2003			Średnia Mean		Średnia Mean
	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	
R0	179	204	191	417	230	323	298	217	257
R3x1	196	250	223	471	241	356	333	245	289
R3x3	240	240	240	494	246	370	367	243	305
R3x5	225	302	263	535	276	405	380	289	334
R6x1	235	302	268	486	255	370	360	278	319
R6x3	245	286	265	544	274	409	394	280	337
R6x5	232	320	276	542	281	411	387	300	343
Średnia Mean	222	272	247	498	257	378	360	264	–

NIR_{0,05} pomiędzy: dawkami naświetlania = 33,2; odmianami = 29,1; latami = 29,1; we współdziałaniu dawki naświetlania x odmiany = 53,4,

LSD_{0,05} between radiation rates = 33.2; between cultivars = 29.1; between years = 29.1; in the interaction of radiation rate x cultivars = 53.4.

Objaśnienia jak w tabeli 2 – explanations as in Table 2.

Tabela 4. Liczba pędów koniczyny czerwonej na 1 m²
Table 4. Number of red clover shoots per 1 m²

Obiekt Treatment	2002			2003			Średnia Mean		Śred- nia Mean
	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	
R0	296	318	307	240	259	250	268	289	278
R3x1	334	340	337	318	343	331	326	342	334
R3x3	330	345	338	276	310	293	303	328	315
R3x5	302	355	329	270	293	282	286	324	305
R6x1	340	360	350	349	325	337	345	343	344
R6x3	329	363	346	330	319	325	330	341	335
R6x5	332	358	345	307	330	319	320	344	332
Średnia Mean	323	348	336	298	311	305	311	330	–

NIR_{0,05} pomiędzy: dawkami naświetlania = 22,8; odmianami = 15,8; latami = 15,8,

LSD_{0,05} between radiation rates = 22.8; between cultivars = 15.8; between years = 15.8.

Objaśnienia jak w tabeli 2 – explanations as in Table 2.

Liczba pędów koniczyny czerwonej na 1 m² kształtowała się inaczej niż obsada roślin (tab. 4). Otóż odmiana Dajana wytworzyła ich istotnie więcej (330 szt·m²), niż Bona (311 szt·m²). Potwierdziła się więc zasada podana przez Wilczka [12], że w miarę wzrostu obsady roślin maleje liczba wytworzonych pędów. Istotnie więcej pędów stwierdzono w obiektach R6x1, R6x3, R3x1 i R6x5, w porównaniu z wariantem kontrolnym. W roku 2002 zanotowano wyższą o 10,2% obsadę pędów na 1m² w stosunku do roku 2003.

Średnia masa pojedynczego pędu była istotnie zróżnicowana tylko przez pogodę w poszczególnych latach (tab. 5). Istotnie wyższą wartość tej cechy zanotowano w roku 2002, przy niższej obsadzie pędów, o czym wspomniano wcześniej. Podobne zależności stwierdziła Kościelecka [6]. Zaobserwowano pod wpływem naświetlania nieistotną tendencję spadkową suchej masy pojedynczego pędu.

Tabela 5. Średnia masa pojedynczego pędu (g s.m.)
Table 5. Mean unit weight of shoot (g d.m.)

Obiekt Treatment	2002			2003			Średnia Mean		Średnia Mean
	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	
R0	1,45	1,42	1,44	1,23	1,10	1,17	1,34	1,26	1,30
R3x1	1,32	1,49	1,41	1,05	0,98	1,02	1,19	1,24	1,21
R3x3	1,47	1,50	1,49	1,08	1,02	1,05	1,28	1,26	1,27
R3x5	1,48	1,47	1,48	1,13	1,04	1,09	1,31	1,26	1,28
R6x1	1,27	1,45	1,36	0,92	0,96	0,94	1,10	1,21	1,15
R6x3	1,51	1,58	1,55	0,95	0,93	0,94	1,23	1,26	1,24
R6x5	1,74	1,59	1,67	0,99	0,93	0,96	1,37	1,26	1,31
Średnia Mean	1,46	1,50	1,48	1,05	0,99	1,02	1,26	1,25	–

NIR_{0,05}: pomiędzy latami = 0,12

LSD_{0,05} between years = 0.12.

Objaśnienia jak w tabeli 2 – explanations as in Table 2.

Plony zielonej masy koniczyny czerwonej były istotnie zmienne pod wpływem dawek naświetlania i lat oraz współdziałania tych czynników (tab. 6). Były one stosunkowo niskie, ponieważ dotyczyły tylko jednego pokosu. Największą różnicę w plonach zanotowano między latami. Wynosiła ona aż 82% na korzyść roku 2002, który odznaczał się wyższą sumą opadów o 97,1 mm w okresie wegetacji koniczyny, w porównaniu z 2003. Tak duże zróżnicowanie plonów w roku siewu stwierdzono również w innych badaniach [10]. Największe plony zielonej masy, przewyższające istotnie kontro-

lę, zanotowano w obiektach R3x3, R6x3 i R6x5. Uzasadnione statystycznie współdziałanie plonotwórcze stwierdzono w obiektach R6x3 i R6x5 w 2002 roku.

Plony suchej masy koniczyny czerwonej były zróżnicowane przez te same czynniki co plony zielonej masy (tab. 7). Istotnie wyższe osiągnięto w roku 2002 w porównaniu z 2003, ale różnica ta była mniejsza niż w przypadku zielonej masy i wynosiła 61%. Taki rozkład wyników spowodowany został wyższą zawartością suchej masy w roślinach z 2002 roku. Największe plony, niezależnie od lat otrzymano w obiektach R6x3 i R6x5, które istotnie przewyższyły wariant kontrolny. Z przeprowadzonych badań jak i literatury przedmiotu [6,10] wynika, że na wydajność zielonej i suchej masy koniczyny czerwonej w większym stopniu wpływał rozkład opadów, niż uwzględnione czynniki badawcze.

Tabela 6. Plon zielonej masy koniczyny czerwonej ($t \cdot ha^{-1}$)

Table 6. Green matter yields of red clover ($t \cdot ha^{-1}$)

Obiekt Treatment	2002			2003			Średnia Mean		Średnia Mean
	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	
R0	18,2	18,4	18,3	7,2	6,7	7,0	12,7	12,6	12,6
R3x1	18,9	20,2	19,5	8,1	7,9	8,0	13,5	14,0	13,8
R3x3	20,6	20,7	20,7	7,2	7,4	7,3	13,9	14,0	13,9
R3x5	19,7	20,9	20,3	7,5	7,1	7,3	13,6	14,0	13,8
R6x1	18,9	20,9	19,9	7,9	7,2	7,5	13,4	14,1	13,7
R6x3	21,1	22,8	21,9	7,6	6,9	7,3	14,4	14,8	14,6
R6x5	24,9	23,0	23,9	7,4	7,1	7,2	16,1	15,1	15,6
Średnia Mean	20,3	21,0	20,6	7,5	7,2	7,3	13,9	14,1	–

$NIR_{0,05}$ pomiędzy: dawkami naświetlania = 1,28; latami = 1,09; we współdziałaniu dawki naświetlania x lata = 3,52,

$LSD_{0,05}$ between radiation rates = 1.28; between years = 1.09; in the interaction of radiation rate x years = 3.52.

Objaśnienia jak w tabeli 2 – explanations as in Table 2.

Procentowy udział liści w plonie suchej masy malał wraz ze wzrostem dawek światła lasera (tab. 8). W wariancie kontrolnym wynosił ponad 60%, natomiast w obiekcie R6x5 tylko 55,2%. Odmiana Bona odznaczała się wyższym o 6,7% udziałem liści w plonie suchej masy od Dajany. Omawiane różnice między latami wynosiły 2,1% na korzyść 2002 roku. Z paszowego punktu widzenia dawki naświetlania światłem lasera obniżały nieco jakość paszy. W liściach bowiem znajduje się największa zawartość białka ogólnego i właściwego, fosforu, magnezu, wapnia i niektórych mikroelementów [10,14].

Tabela 7. Plon suchej masy koniczyny czerwonej (t·ha⁻¹)
Table 7. Dry matter yields of red clover (t ha⁻¹)

Obiekt Treatment	2002			2003			Średnia Mean		Średnia Mean
	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	
R0	4,29	4,53	4,41	2,95	2,86	2,91	3,62	3,70	3,66
R3x1	4,42	5,07	4,75	3,34	3,37	3,36	3,88	4,22	4,05
R3x3	4,84	5,18	5,01	2,97	3,17	3,07	3,91	4,18	4,04
R3x5	4,48	5,21	4,85	3,06	3,05	3,06	3,77	4,13	3,95
R6x1	4,31	5,24	4,78	3,22	3,11	3,17	3,77	4,18	3,97
R6x3	4,97	5,75	5,36	3,16	2,97	3,07	4,07	4,36	4,21
R6x5	5,78	5,71	5,75	3,03	3,06	3,05	4,41	4,39	4,40
Średnia Mean	4,73	5,24	4,99	3,10	3,08	3,09	3,92	4,16	–

NIR_{0,05} pomiędzy: dawkami naświetlania = 0,49; latami = 0,43; we współdziałaniu dawki naświetlania x lata = 0,95

LSD_{0,05} between radiation rates = 0.49; between years = 0.43; in the interaction of radiation rate x years = 0.95

Objaśnienia jak w tabeli 2 – explanations as in Table 2.

Tabela 8. Procentowy udział liści w plonie suchej masy koniczyny czerwonej
Table 8. Percentage content of leaves in the yield of red clover

Obiekt Treatment	2002			2003			Średnia – Mean		Średnia Mean
	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	Średnia Mean	Bona	Dajana	
R0	64,8	56,2	60,5	65,2	54,2	59,7	65,0	55,2	60,1
R3x1	60,3	57,2	58,7	60,9	56,5	58,7	60,6	56,8	58,7
R3x3	62,2	55,3	58,7	60,9	54,5	57,7	61,5	54,9	58,2
R3x5	62,1	55,7	58,9	59,1	50,0	54,5	60,6	52,8	56,7
R6x1	60,8	54,2	57,5	60,9	52,2	56,5	60,8	53,2	57,0
R6x3	61,3	55,1	58,2	56,5	52,4	54,4	58,9	53,7	56,3
R6x5	60,2	54,3	57,2	56,5	50,0	53,2	58,3	52,1	55,2
Średnia Mean	61,7	55,4	58,5	60,0	52,8	56,4	60,8	54,1	–

Objaśnienia jak w tabeli 2 – explanations as in Table 2.

WNIOSKI

1. Światło lasera spowodowało w kombinacji R6x3 i R6x5 wzrost polowej zdolności wschodów o 13,3 i 14,4%. Istotnie wyższą zdolnością wschodów odznaczała się odmiana Bona. Liczba roślin koniczyny po wschodach była również istotnie zróżnicowana przez dawki naświetlania laserem oraz odmiany i lata.

2. Liczbę pędów na 1m² różnicowały istotnie dawki naświetlania, odmiany i lata. Najwyższą stwierdzono dla odmiany Dajana, w obiekcie R6x1 (344 szt.·1m⁻²) oraz w 2002 roku.

3. Największe plony zielonej i suchej masy otrzymano w obiekcie R6x5. Przewyższały one plony z wariantu kontrolnego odpowiednio o 23,8 i 20,2%. Zanotowano istotne współdziałanie plonotwórcze pomiędzy dawkami naświetlania i latami.

4. Zastosowane dawki naświetlania laserem zmniejszyły procentowy udział liści w plonie suchej masy koniczyny czerwonej. Wyższym ich udziałem odznaczała się odmiana Bona w porównaniu z Dajaną.

PIŚMIENNICTWO

1. **Drozd D., Szajsner H., Koper R.:** Wpływ przedsiewnego naświetlania laserem nasion pszenicy jarej na zdolność kiełkowania i długość koleoptyla. *Fragmenta Agronomica*, (XIII), 1 (49), 44-51, 1996.
2. **Dziamba Sz., Koper R.:** Wpływ naświetlania laserem nasion na plon ziarna pszenicy jarej. *Fragmenta Agronomica*, 1/33, 88-93, 1992.
3. **Koper R., Dygdała Z.:** Urządzenie do obróbki przedsiewnej nasion promieniowaniem laserowym. Patent RP, Nr 162598, 1994.
4. **Koper R., Dziwulska A.:** Biostymulacja laserowa nasion łubinu białego. *Acta Agrophysica*, 82, 99-106, 2003.
5. **Koper R., Wójcik S., Kornas-Czuczwar B., Bojarska U.:** Effect of the laser exposure of seeds on the yield and chemical composition of sugar beet roots. *Int. Agrophysics*, 10, 103- 108, 1996.
6. **Kościelecka D.:** Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na strukturę zagęszczenia łanu, plonowanie oraz jakość di- i tetraploidalnej koniczyny łąkowej (czerwonej). Rozpr. dokt., AR Lublin, 2002.
7. **Podleśny J.:** Studia nad oddziaływaniem światła lasera na nasiona, wzrost i rozwój roślin oraz plonowanie łubinu białego (*Lupinus albus* L.). Monografie i rozprawy naukowe IUNG, Puławy, 3, 5-192, 2002.
8. **Rybiński W., Garczyński S.:** Influence of laser light on leaf area and parameters of photosynthetic activity in DH lines of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Int. Agrophysics*, 18, 261-267, 2004.
9. **Starzycki S.:** Koniczyny, PWR i L, 1981.
10. **Wilczek M., Ćwintal M., Wilczek P.:** Plonowanie i jakość tetraploidalnej koniczyny łąkowej (czerwonej) w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Cz. I. Ściernianka, Cz. II. Plonowanie. Cz. III. Jakość. *Biul. IHAR*, 210, 101-129, 1999.
11. **Wilczek M., Ćwintal M.:** Plonowanie lucerny w zależności od rośliny ochronnej i różnych pielęgnacji w roku siewu. *Annales UMCS*, XLIX, 5, 31-36, 1994.
12. **Wilczek M.:** Wpływ terminu i gęstości wysiewu na plon nasion koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.) *Biul. IHAR*, 159, 57-63, 1986.
13. Zalecenia ochrony roślin na lata 1998/99 Cz. II. Rośliny rolnicze. IOR Poznań 1998.
14. **Ziolecka A., Kwidowicz M., Kielanowski J.:** Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz krajowych. PWN Warszawa, 1979.

INFLUENCE OF LASER STIMULATION OF SEEDS ON DIPLOID
AND TETRAPLOID RED CLOVER YIELDING IN SOWING YEARS

Mieczysław Wilczek¹, Marek Ćwintal¹, Barbara Kornas-Czuczwar², Roman Koper²

¹Department of Detailed Plant Cultivation, Agricultural University
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: marek.cwintal@ar.lublin.pl

²Department of Physics, Agricultural University, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Abstract. The field experiment involving red clover (*Trifolium pratense* L.) cultivated for fodder was carried out in 2002-2003 by means of randomized blocks in four replications. Two factors were studied in the experiment: 1. Clover cultivars (diploid Dajana cv. and tetraploid Bona cv.); 2. Pre-sowing seed stimulation with laser radiation with surface power density of divergent beam at the plane of free falling: R0 (with no radiation) and R3 and R6 mW cm⁻², applied 1, 3 and 5 times. Seeds were irradiated with a He-Ne laser using the device designed by R. Koper and Z. Dyla. Following items were evaluated on each plot: field emergence ability, plant density after emergence, per 1m², number of shoots per 1m², average dry matter of a single shoot, and the mean yields of green and dry matter. The laser radiation caused an increase of field emergence ability by 13.3% and 14.4%, respectively, in combinations R6x3 and R6x5. Bona cultivar was distinguished by significantly higher emergence ability. Radiation rates and cultivars also significantly differentiated the number of clover plants after emergence. Number of shoots per 1m² was influenced only by radiation rate and cultivation year. The highest shoot density was found in object R6x1 (344 shoots m⁻²) and in 2002. The highest yields of green and dry matter were achieved in object R6x5. It was higher than corresponding values for the control variant (by 23.8% and 20.2%, respectively).

Key words: red clover, sowing year, laser seeds radiation