ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LXV (4) SECTIO EE 2010

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin,
e-mail: marek.cwintal@up.lublin.pl

MAREK ĆWINTAL

Wpływ zapraw nasiennych i stymulacji laserowej nasion na wschody oraz strukturę łanu i plonowanie koniczyny czerwonej w roku siewu

Influence of seed dressings and seeds laser stimulation on emergence, canopy structure, and yielding of red clover in the sowing year

Streszczenie. Eksperyment polowy z koniczyną czerwoną – łąkową, odmiany Dajana, realizowano w latach 2005–2006 metodą kompletnej randomizacji, w czterech powtórzeniach. Uwzględniono w nim dwa czynniki: I – przedsiewne naświetlanie nasion rozbieżną wiązką światła lasera He-Ne, o gęstości powierzchniowej mocy 0, 4 i 8 $mW \cdot cm^{-2}$ (R0, R4, R8), które stosowano 1-, 2- i 4-krotnie (×1, ×2, ×4); II – zaprawy nasienne: 0 (kontrola), Funaben T, Sarfun T 450 FS, Super Homai 70 DS. W badaniach oceniano polową zdolność wschodów oraz elementy struktury łanu i plonowanie koniczyny w roku siewu. Stwierdzono, że zaprawy nasienne istotnie różnicowały liczbę pędów na 1 m^2 i masę pojedynczego pędu oraz plony zielonej i suchej masy koniczyny. Na wzrost wartości wymienionych parametrów wpływały zaprawy Sarfun T 450 FS i Super Homai 70 DS. Stymulacja nasion światłem lasera w większości kombinacji istotnie zwiększała polową zdolność wschodów koniczyny i liczbę pędów na 1 m^2, a zmniejszała suchą masę pojedynczego pędu. W roku siewu większą obsadą pędów, masą pojedynczego pędu oraz plonem zielonej i suchej masy charakteryzowała się koniczyna z drugiego odrostu w porównaniu z pierwszym.

Słowa kluczowe: koniczyna czerwona, laser, zaprawy nasienne, wschody, plonowanie

WSTĘP

Koniczyna czerwona – łąkowa (*Trifolium pratense* L.) jest wartościową rośliną pastewną, uprawianą zarówno w warunkach polowych, jak i na trwałych użytkach zielonych. W ostatnich latach jej znaczenie wzrasta również w aspekcie naturalnej poprawy jakości gleby, szczególnie w rolnictwie zintegrowanym i ekologicznym, gdzie stanowi naturalne źródło dopływu azotu i materii organicznej do gleby oraz podnosi jej aktywność enzymatyczną [Starzycki 1981, Kostuch i Janowski 1999, Bielińska i in. 2008].

Plonowanie koniczyny czerwonej uzależnione jest od wielu czynników, w tym od jakości materiału siewnego i warunków uprawy [Wilczek i in. 1999, Zając i in. 1999, Ćwintal i Kościelecka 2005b]. Wielu autorów podkreśla, iż pomimo dużej laboratoryjnej zdolności kiełkowania nasion, ich polowe wschody są znacznie mniejsze [Zając i in. 1997, Wilczek i in. 2006]. Ma to bezpośredni wpływ na strukturę zagęszczenia łanu, która kształtuje się głównie w roku siewu i decyduje o wydajności oraz trwałości plantacji w latach pełnego użytkowania [Zając i in. 1997, Wilczek i in. 1999, Ćwintal i Kościelecka 2005a, b]. W celu poprawy polowej zdolności wschodów roślin uprawnych stosuje się różne metody uszlachetniania nasion. Powszechnie znane jest ich zaprawianie preparatami chemicznymi przeciwko chorobom grzybowym i szkodnikom. W przypadku roślin bobowatych, dawniej motylkowatych, zabieg ten może budzić wątpliwości ze względu na szkodliwość dla bakterii *Rhizobium* [Martyniuk i in. 1999, 2000, 2003]. Z czynników fizycznych, jako alternatywne, wykorzystuje się w tym celu światło lasera, które w licznych eksperymentach wpływało pozytywnie na efekty kiełkowania, wschody oraz plonowanie różnych roślin uprawnych [Li i Feng 1996, Podleśny 2002, Dziwulska i in. 2004, Wilczek i in. 2004, 2006, Aladjadjiyan 2007, Wilczek i Ćwintal 2009]. W pracy założono, że zaprawianie nasion preparatami chemicznymi i stymulacja światłem laserowym zwiększą polowe wschody koniczyny czerwonej oraz korzystnie wpłyną na jej plonowanie.

Poruszone zagadnienia stanowiły inspirację do przeprowadzenia badań polowych, których celem było określenie wpływu zapraw nasiennych i stymulacji laserowej nasion na polową zdolność wschodów oraz strukturę łanu i plonowanie koniczyny czerwonej w roku siewu.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy nad oceną wschodów oraz strukturą i plonowaniem koniczyny czerwonej (łąkowej), odmiany Dajana, przeprowadzono w latach 2005–2006, w Gospodarstwie Doświadczalnym w Felinie. W badaniach uwzględniono dwa czynniki:

1. Przedsiewne naświetlanie nasion rozbieżną wiązką światła lasera He-Ne, o gęstości powierzchniowej mocy 4 i 8 $mW \cdot cm^{-2}$. Nasiona poddano 1-, 2- i 4-krotnemu naświetlaniu. Obiektem kontrolnym były nasiona niestymulowane światłem laserowym. Kombinacje naświetleń oznaczono jako: R0 – kontrola, R4×1 – jednokrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 4 $mW \cdot cm^{-2}$, R4×2 – dwukrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 4 $mW \cdot cm^{-2}$, R4×4 – czterokrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 4 $mW \cdot cm^{-2}$, R8×1 – jednokrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 8 $mW \cdot cm^{-2}$, R8×2 – dwukrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 8 $mW \cdot cm^{-2}$, R8×4 – czterokrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 8 $mW \cdot cm^{-2}$;

2. Zaprawy nasienne: bez zaprawiania (kontrola), Funaben T (s.a. – 20% karbendazym + 45% tiuram), Sarfun T 450 FS (s.a. – 138,5 g karbendazym + 311,5 g tiuram w 1 dm^3), Super Homai 70 DS (s.a. – 35% tiofanat metylowy + 20% tiuram +15% diazynon – insektycyd).

Naświetlanie laserem stosowano dzień przed wysiewem. Wykorzystano w tym celu urządzenie opatentowane przez Kopera i Dygdałę [1994] z laserem He-Ne o mocy 40 mW i długości fali 632,4 nm. Nasiona naświetlano przez 0,1 s w czasie ich swobod-

nego spadania. Preparaty Funaben T i Super Homai 70 DS zastosowano w dawce 2 g na 1 kg nasion, natomiast Sarfun T 450 FS w dawce 4 ml na 1 kg nasion z dodatkiem 8 ml wody. Nasiona były zaprawiane dzień przed siewem, po naświetleniu laserem.

Doświadczenie prowadzono na glebie kompleksu pszennego dobrego (klasa IIIa), metodą kompletnej randomizacji, w czterech powtórzeniach, na mikropoletkach o powierzchni 1 m^2 do zbioru. Przedplonem koniczyny były ziemniaki. Przedsiewnie zastosowano nawożenie mineralne w dawce 35,2 kg $P \cdot ha^{-1}$ i 99,6 kg $K \cdot ha^{-1}$. Nasiona wysiewano w trzeciej dekadzie kwietnia w ilości 10 kg $\cdot ha^{-1}$, w rzędy co 20 cm, bez rośliny ochronnej.

Po siewie określono polowe wschody i obsadę roślin na 1 m^2 oraz ręcznie odchwaszczono koniczynę.

W roku siewu zbierano dwa pokosy koniczyny, każdy w fazie początku kwitnienia roślin. Podczas zbioru kolejnych odrostów określono liczbę pędów na 1 m^2, masę pojedynczego pędu, plon zielonej i suchej masy oraz procentowy udział liści w masie plonu. Poza tym z każdej kombinacji pobrano próbki roślin, w których oznaczono zawartość suchej masy (metodą wagową w 105°C), a wyniki wykorzystano do obliczenia suchej masy pędu oraz suchej masy plonu koniczyny z poszczególnych pokosów i lat.

Dane pogodowe pochodzą ze Stacji Meteorologicznej w Felinie, należącej do Katedry Agrometeorologii UP w Lublinie.

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując do analizy wariancji test Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Warunki pogodowe podczas wegetacji pierwszego i drugiego odrostu koniczyny czerwonej były zróżnicowane w poszczególnych latach siewu, zarówno pod względem temperatury powietrza, jak i opadów (tab. 1). W roku 2006 zanotowano wyższą temperaturę w całym okresie wegetacji, średnio o 1,4°C oraz mniejszą sumę opadów o 100 mm, w porównaniu z rokiem 2005. Szczególnie mała ilość opadów w 2006 r. wystąpiła podczas wegetacji pierwszego odrostu.

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

Wyszczególnienie Specification	Rok Year	Siew Sowing	Zbiór – Harvest pokos – cut		$\sum$	$\bar{X}$
			I	II		
Daty Dates	2005 2006	27. 04. 28. 04.	19. 07. 19. 07.	01. 09. 29. 08.	-	-
Długość wegetacji w dniach Duration of in days	2005 2006	- -	84 83	45 42	129 125	- -
Średnia dobowa temperatura powietrza (°C) Daily mean air temperature (°C)	2005 2006	- -	14,8 16,2	18.0 19.3	- -	16,4 17,8
Suma opadów (mm) Rainfall sum (mm)	2005 2006	- -	190,7 104,2	218,5 205,1	409,2 309,3	- -

Tabela 2. Wschody i liczba pędów koniczyny czerwonej na 1 m^2
Table 2. Emergence and number of red clover shoots per 1 m^2

Wyszczególnienie Specification		B. Dawki naświetlania Radiation rates							$\bar{x}$
		R0	R4×1	R4×2	R4×4	R8×1	R8×2	R8×4	
Wschody (%) – Emergence (%)									
A. Zaprawy Seed dressings	kontrola – control	66,2	74,7	75,9	75,1	76,5	75,7	77,9	74,5
	Funaben T	67,9	72,3	77,9	77,0	77,5	79,5	75,8	75,4
	Sarfun T 450 FS	70,7	72,9	74,9	82,0	75,1	77,0	76,8	75,6
	Super Homai 70 DS	72,0	79,7	82,0	76,1	74,8	73,7	71,8	75,7
$\bar{x}$		69,2	74,9	77,7	77,5	76,0	76,4	75,5	-
NIR $_{0,05}$ – $LSD_{0,05}$ A × B		5,9							r. n.
		8,2							
Liczba pędów na 1 m^2 – Number of shoots per 1 m^2									
A. Zaprawy Seed dressings	kontrola – control	167	217	206	185	200	210	196	197
	Funaben T	168	189	190	210	210	212	204	198
	Sarfun T 450 FS	211	208	203	210	191	245	222	213
	Super Homai 70 DS	209	217	224	253	210	215	202	218
$\bar{x}$		188	207	206	214	203	220	206	-
NIR $_{0,05}$ – $LSD_{0,05}$ A × B		11,4							10,4
		21,4							

Polowa zdolność wschodów koniczyny czerwonej nie różniła się w zależności od zastosowanych zapraw nasiennych (tab. 2). Z kolei przedsiewna stymulacja nasion światłem lasera, poza kombinacją R4×1, istotnie zwiększała wschody koniczyny, ale tylko w porównaniu z obiektem kontrolnym. Podobna zależność wystąpiła w przypadku interakcji zapraw nasiennych i stymulacji laserowej nasion.

Analizowane czynniki istotnie różnicowały liczbę pędów koniczyny czerwonej na 1 m^2 (tab. 2). Zaprawy Sarfun T 450 FS oraz Super Homai 70 DS zwiększały ich liczbę w stosunku do obiektu kontrolnego i kombinacji z zaprawą Funaben T. Wszystkie kombinacje stymulacji nasion światłem lasera istotnie zwiększały obsadę pędów koniczyny czerwonej na 1 m^2 w porównaniu z wariantem kontrolnym, a największą (220 szt · 1 m^{-2}) zanotowano w obiekcie R8×2.

Masa jednostkowa pędu jest kolejnym ważnym elementem kształtującym plonowanie koniczyny czerwonej. Wpływ zapraw nasiennych na zieloną masę pędu był zróżnicowany (tab. 3). Zaprawy Funaben T oraz Sarfun T 450 FS powodowały istotny wzrost średniej masy pędu w porównaniu z obiektem kontrolnym, natomiast zaprawa Super Homai 70 DS nie miała wpływu na omawianą cechę. Największą masą zielonego pędu charakteryzowała się koniczyna zaprawiana zaprawą Sarfun T 450 FS.

Naświetlanie laserem nie różnicowało zielonej masy pędu w stosunku do kontroli, ale powodowało takie zmiany w obrębie kombinacji naświetleń. Przy dawce R8×4 uzyskano pędy koniczyny o największej zielonej masie, istotnie różniące się od pędów w kombinacjach R4×1, R4×2 i R8×2.

Tabela 3. Zielona i sucha masa pędu koniczyny czerwonej (g)
Table 3. Green and dry matter of shoot of red clover (g)

Wyszczególnienie Specification		B. Dawki naświetlania – Radiation rates							$\bar{x}$
		R0	R4×1	R4×2	R4×4	R8×1	R8×2	R8×4	
Zielona masa pędu – Green matter of shoot									
A. Zaprawy Seed dressings	kontrola – control	10,02	10,64	10,00	10,40	10,79	10,58	11,08	10,50
	Funaben T	12,13	11,44	12,30	11,08	11,00	11,04	12,20	11,60
	Sarfun T 450 FS	12,37	11,51	10,19	12,63	13,95	11,78	12,19	12,09
	Super Homai 70 DS	11,76	10,34	11,00	9,88	11,62	10,49	12,08	11,02
$\bar{x}$		11,57	10,98	10,87	11,00	11,84	10,97	11,89	-
NIR $_{0,05}$ – $LSD_{0,05}$ A × B		0,89 1,62							0,71
Sucha masa pędu – Dry matter of shoot									
A. Zaprawy Seed dressings	kontrola – control	2,79	2,12	2,20	2,31	2,42	2,31	2,44	2,37
	Funaben T	2,60	2,32	2,03	1,88	1,98	2,12	2,03	2,14
	Sarfun T 450 FS	2,39	2,26	2,08	2,35	2,61	2,32	2,41	2,34
	Super Homai 70DS	2,30	2,21	2,31	2,02	2,44	2,30	2,31	2,27
$\bar{x}$		2,52	2,23	2,15	2,14	2,36	2,26	2,30	-
NIR $_{0,05}$ – $LSD_{0,05}$ A × B		0,25 0,58							0,20

Tabela 4. Roczny plon zielonej i suchej masy koniczyny czerwonej (kg · m^{-2})
Table 4. Yearly yield of red clover green and dry matter (kg · m^{-2})

Wyszczególnienie Specification		B. Dawki naświetlania – Radiation rates							$\bar{x}$
		R0	R4×1	R4×2	R4×4	R8×1	R8×2	R8×4	
Roczny plon zielonej masy – Yearly yield green matter									
A. Zaprawy Seed dressings	kontrola – control	4,66	4,72	4,63	4,72	5,36	5,59	5,29	4,99
	Funaben T	4,25	4,88	4,45	4,34	4,54	4,71	4,40	4,51
	Sarfun T 450 FS	4,86	5,06	5,33	5,46	5,61	5,89	5,33	5,36
	Super Homai 70 DS	4,99	4,59	5,11	4,90	4,70	4,54	4,88	4,81
$\bar{x}$		4,69	4,81	4,88	4,85	5,05	5,18	4,97	-
NIR $_{0,05}$ – $LSD_{0,05}$		0,34							0,29
Roczny plon suchej masy – Yearly yield dry matter									
A. Zaprawy Seed dressings	kontrola – control	0,94	0,94	0,90	0,87	0,98	1,03	0,98	0,95
	Funaben T	0,82	0,90	0,82	0,81	0,85	0,91	0,85	0,85
	Sarfun T 450 FS	1,01	0,96	1,05	1,00	1,02	1,14	1,08	1,04
	Super Homai 70 DS	0,98	0,97	1,05	1,04	1,03	0,99	0,96	1,00
$\bar{x}$		0,94	0,94	0,95	0,93	0,97	1,02	0,96	-
NIR $_{0,05}$ – $LSD_{0,05}$		0,06							0,04

Tabela 5. Elementy struktury plonu oraz plon zielonej i suchej masy w zależności od pokosów i lat
Table 5. Yield structure elements as well as green and dry matter yields depending on cuts and years

Cecha Characteristic	2005			2006			$NIR_{0,05}$ $LSD_{0,05}$ A. lata years	Średnia – Mean		$NIR_{0,05}$ $LSD_{0,05}$ B. pokosy cuts
	pokos – cut			pokos – cut				pokos – cut		
	I	II	$\bar{x}$	I	II	$\bar{x}$		I	II	
Wschody (%) Emergence (%)	76,6		-	74,0		-	2,50	-	-	-
Liczba pędów na 1 m^2 Number of shoots per 1 m^2	254	216	235	138	217	178	8,90	196	217	8,90
$NIR_{0,05} - LSD_{0,05}$ A × B	12,3						-	-	-	-
Zielona masa pędu (g) Green matter of shoot (g)	14,1	12,1	13,1	6,89	12,0	9,47	0,54	10,5	12,1	0,54
$NIR_{0,05} - LSD_{0,05}$ A × B	1,23						-	-	-	-
Sucha masa pędu (g) Dry matter of shoot (g)	2,24	3,09	2,67	1,98	1,88	1,93	0,16	2,11	2,49	0,16
$NIR_{0,05} - LSD_{0,05}$ A × B	0,30						-	-	-	-
Plony ($kg \cdot m^{-2}$) – Yields ($kg \cdot m^{-2}$)										
Zielona masa Green matter	3,62	2,75	3,18	0,94	2,54	1,74	0,22	2,28	2,65	0,22
$NIR_{0,05} - SD_{0,05}$ A × B	0,29						-	-	-	-
Sucha masa Dry matter	0,57	0,67	0,62	0,27	0,42	0,34	0,02	0,42	0,55	0,02
$NIR_{0,05} - LSD_{0,05}$ A × B	0,04						-	-	-	-
Udział liści (% s.m.) Content of leaves (% d.m.)	79,6	75,0	77,3	77,6	65,5	71,5	-	78,6	70,2	-

W odniesieniu do suchej masy pędu stwierdzono, że tylko zaprawa Funaben T obniżała istotnie wartość tej cechy w stosunku do kontroli. Naświetlanie laserem istotnie zmniejszało suchą masę pędu w obiektach R4×1, R4×2, R4×4 i R8×2. Zanotowano również istotny wpływ współdziałania badanych czynników na omawianą cechę.

Z badanych w doświadczeniu zapraw tylko Sarfun T 450 FS istotnie wpływał na wzrost plonu zielonej masy (tab. 4). Koniczyna zaprawiana Funabenem T plonowała istotnie niżej niż w obiekcie kontrolnym i z zaprawą Sarfun T 450 FS, natomiast zaprawa Super Homai 70 DS nie różnicowała plonu. Przedsiewna stymulacja nasion laserem zwiększała istotnie plon zielonej masy tylko w dwóch kombinacjach: R8×2 i R8×1, natomiast suchej masy jedynie w obiekcie R8×2. Korzystny wpływ na wydajność plonu suchej masy miały zaprawy Sarfun T 450 FS i Super Homai 70 DS, natomiast zaprawa Funaben T obniżała go w porównaniu z kontrolą.

Zmienność poszczególnych elementów struktury plonu oraz plonowanie koniczyny czerwonej w zależności od warunków pogodowych w poszczególnych latach i pokosach przedstawiono w tabeli 5. Rok 2005 w porównaniu z 2006 był korzystniejszy dla wschodów koniczyny, obsady pędów na 1 m^2 oraz zielonej i suchej masy pędu. W roku tym zebrano także większe plony zielonej i suchej masy o większym udziale liści. Współdziałanie pokosy × lata wykazało istotne zróżnicowanie analizowanych parametrów, wyraźnie korespondujące z przebiegiem warunków pogodowych podczas wegetacji koniczyny (tab. 1).

Porównując zmienność omawianych elementów struktury plonu oraz plony zielonej i suchej masy koniczyny w poszczególnych pokosach, należy stwierdzić, że w każdym przypadku istotnie większą ich wartość uzyskiwano w drugim odroście. Z kolei procentowy udział liści był większy w suchej masie plonu z pierwszego odrostu.

DYSKUSJA

W uprawie roślin polowych ważnym zabiegiem ochronnym jest przedsiewne zaprawianie nasion preparatami chemicznymi przeciwko chorobom i szkodnikom. Dla nasion koniczyny czerwonej przydatne są zaprawy posiadające w swoim składzie karbendazym i tiuram [Martyniuk i in. 2001]. Karbendazym jest zaliczany do związków benzimidazolowych i jako fungicyd systemiczny ma szerokie działanie grzybobójcze. Tiuram natomiast jest związkiem tiokarbamylowym i jako fungicyd daje dobre wyniki w zapobieganiu zgorzeli siewek i zwalczaniu grzybów glebowych [Borecki 1984]. Według Strzelec i Martyniuka [1993, 1994] efekty zaprawiania nasion roślin motylkowatych zależą od rodzaju preparatu, terminu jego stosowania oraz właściwości szczepu bakterii symbiotycznych. Zależności te sprawiają, że w piśmiennictwie spotyka się wyniki świadczące zarówno o pozytywnym, jak i negatywnym oddziaływaniu zapraw nasiennych na rozwój i plonowanie roślin [Narkiewicz-Jodko 1990, Pastucha i Patkowska 2004]. W niniejszym doświadczeniu zastosowane zaprawy nie różnicowały polowych wschodów koniczyny czerwonej. Wpłynęły natomiast istotnie na obsadę pędów oraz masę jednostkową pędu i plonowanie koniczyny. Istotny wzrost obsady i masy pędu oraz plonu suchej masy koniczyny zanotowano w przypadku zapraw Sarfun T 450 FS i Super Homai 70 DS, natomiast zaprawa Funaben T obniżała wartości charakteryzowanych parametrów. Podobne efekty zanotowano w przypadku roślin strączkowych, gdzie po zastosowaniu zaprawy Funaben T malała o 5% liczba pędów bobiku przed zbiorem [Filipowicz i Soczyński 1997] oraz wysokość i masa części nadziemnej roślin łubinu żółtego [Strzelec i Martynik 1993, Filoda i Horoszkiewicz 2001]. Z kolei pozytywne efekty działania zaprawy Sarfun T na rośliny łubinu żółtego zanotowali Bieniaszewski i Szwejkowski [2001].

W badaniach własnych czynnikiem istotnie różnicującym wschody koniczyny czerwonej oraz elementy jej struktury plonu i plonowanie w latach siewu była stymulacja laserowa nasion. Zabieg ten w większości kombinacji powodował wzrost polowej zdolności wschodów i obsady pędów na 1 m^2, natomiast obniżał suchą masę pędu. Podobne zależności w odniesieniu do koniczyny czerwonej wykazano w badaniach Wilczka i in. [2006] oraz Wilczka i Fordońskiego [2007]. Stymulacja nasion światłem lasera w dawce R8×2 powodowała istotny wzrost plonu zielonej i suchej masy, a w dawce R8×1 – tylko

zielonej masy w pierwszym roku uprawy koniczyny. Zbliżone efekty można spotkać w innych pracach z roślinami motylkowatymi drobnonasiennymi [Ćwintal i Sowa 2006, Wilczek i in. 2006]. Duże zróżnicowanie wartości poszczególnych elementów struktury plonu i plonowania koniczyny wystąpiło pod wpływem warunków pogodowych i pokosów. Korzystniejsze warunki wilgotnościowe w 2005 r. sprzyjały wzrostowi tych wartości, co jest powszechnie znane w piśmiennictwie [Wilczek i in. 1999, 2006, Zając i in. 1999, Ćwintal i Kościelecka 2005a, b]. Plony zielonej i suchej masy koniczyny czerwonej w roku siewu oraz procentowy udział liści w masie plonu określany w pierwszym i drugim odroście był porównywalny z przedstawionym w innych pracach [Ćwintal i Kościelecka 2005a, Wilczek i in. 2006].

WNIOSKI

1. Zaprawy nasienne różnicowały istotnie liczbę i masę pędów oraz plony zielonej i suchej masy koniczyny czerwonej w roku siewu, natomiast nie wpływały na polową zdolność wschodów. Istotny wzrost obsady i masy pędu oraz plonu suchej masy koniczyny zanotowano w przypadku zapraw Sarfun T 450 FS i Super-Homai 70 DS, natomiast zaprawa Funaben T obniżała wartości charakteryzowanych parametrów.

2. Przedsiewna stymulacja nasion laserem w większości kombinacji zwiększała istotnie polową zdolność wschodów koniczyny i liczbę pędów na 1 m^2, a zmniejszała suchą masę pojedynczego pędu.

3. Współdziałanie naświetlania laserem i zapraw nasiennych istotnie różnicowało wschody koniczyny, liczbę pędów na 1 m^2 oraz zieloną i suchą masę pędu.

4. Średnio istotnie większą obsadę pędów, masę pędu i wydajność plonu uzyskano z drugiego odrostu koniczyny w roku siewu. Z kolei więcej liści w suchej masie plonu było w pierwszym odroście.

PIŚMIENNICTWO

Aladjadjiyan A., 2007. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. J. Cent. Eur. Agric, 8, 3, 369–380.

Bielińska E.J., Ćwintal M., Wilczek M., 2008. Aktywność enzymatyczna gleby jako wskaźnik proekologicznych walorów uprawy koniczyny czerwonej. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, t. 5. PIMR, Poznań, 188–194.

Bieniaszewski T., Szwejkowski Z., 2001. Wpływ różnych poziomów wilgotności gleby i stosowanej zaprawy nasiennej na wzrost, rozwój i plonowanie dwóch genotypów łubinu żółtego. Zesz. Nauk. AR. we Wrocławiu, Rolnictwo, 81, 426, 53–67.

Borecki Z., 1984**.** Fungicydy stosowane w ochronie roślin. PWN. Warszawa.

Ćwintal M., Kościelecka D., 2005a. Wpływ sposobu i ilości wysiewu nasion na strukturę zagęszczenia, plonowanie oraz jakość di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu. Cz. I. Struktura zagęszczenia roślin i pędów. Biuletyn IHAR, 237/238, 237–248.

Ćwintal M., Kościelecka D. 2005b. 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. Biuletyn IHAR, 237/238, 249–258.

Ćwintal M., Sowa P. 2006. Efekty przedsiewnej stymulacji nasion lucerny światłem lasera w roku siewu i latach pełnego użytkowania. Acta Sci. Pol., Agricultura, 5(1), 11–23.

Dziwulska A., Koper R., Wilczek M., 2004. Ocena wpływu światła lasera He-Ne na zdolność kiełkowania nasion koniczyny białej odmiany Anda. Acta Agrophysica, 3(3), 435–441.

Filipowicz A., Soczyński G. 1997. Wpływ przedsiewnego zaprawiania nasion na plonowanie i wzrost bobiku (*Vicia Faba* L. var. *minor* harz.). Progr. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 37 (2), 269–272.

Filoda G., Horoszkiewicz J., 2001. Wpływ zapraw fungicydowych na rozwój, zdrowotność i plon nasion łubinu żółtego. Zesz. Nauk. AR. we Wrocławiu, 427, 165–173.

Koper R., Dygdała Z., 1994. Urządzenie do obróbki przedsiewnej nasion promieniowaniem laserowym. Patent RP, nr 162598.

Kostuch R., Janowski B., 1999. Ekologiczna rola roślin motylkowatych. Zesz. Nauk. AR. w Krakowie, 347, 203–212.

Li Y.W., Feng W.X., 1996. The effects of He-Ne laser treatment on seeds germination and growth of atractylodes macrocephala, Chin. J. Appl. Laser, 16, 37–41.

Martyniuk M., Oroń J., Woźniakowska A., Martyniuk S. 2000. Oddziaływanie zapraw chemicznych na przeżywalność bakterii brodawkowych na nasionach bobiku oraz na proces symbiozy. Pam. Puł., 121, 41–47.

Martyniuk S., Martyniuk M., Oroń J., Woźniakowska A., 2001. Oddziaływanie chemicznych zapraw nasiennych na efektywność szczepienia nasion roślin strączkowych bakteriami symbiotycznymi. Post. Ochr. Rośl., 41 (1), 320–324.

Martyniuk S., Oroń J., Woźniakowska A., Martyniuk M., 2003. Oddziaływanie zaprawy fungicydowo-insektycydowej na przeżywalność rizobiów na nasionach roślin strączkowych. Post. Ochr. Rośl., 43 (1), 259–263.

Martyniuk S., Woźniakowska A., Martyniuk M., Oroń J., 1999. Interakcje pomiędzy zaprawami chemicznymi i szczepionką *Rhizobium* na nasionach grochu. Post. Ochr. Rośl., 39 (1), 120–125.

Narkiewicz-Jodko M., 1990. Wpływ zapraw nasiennych na wartość siewną i mikroflorę przechowywanych nasion grochu. Biul. IHAR, 173–174, 201–203.

Pastucha A., Patkowska E., 2004**.** Skuteczność biopreparatów w ochronie grochu (*Pisum sativum* L.) przed grzybami chorobotwórczymi. Folia Univ. Agric. Stetin., Agricultura, 239 (95), 289–294.

Podleśny J., 2002. Studia nad oddziaływaniem światła laserowego na nasiona, wzrost i rozwój roślin oraz plonowanie łubinu białego (*Lupinus albus* L.). Monografie i Rozprawy Naukowe IUNG, Puławy, 3, 5–192.

Starzycki S., 1981. Koniczyny, PWRiL, Warszawa, 294.

Strzelec A., Martyniuk M., 1993. Wpływ zapraw nasiennych na rozwój *Rhizobium* i *Bradyrhizobium* oraz na plonowanie szczepionych nimi roślin. Pam. Puł., 103, 195–208.

Strzelec A., Martyniuk M. 1994. Uboczne działanie fungicydów tiuramowych na rozwój szczepów *Rhizobium*, ich przeżywalność na nasionach i aktywność symbiozy z koniczyną i lucerną. Pam. Puł., 104, 101–115.

Wilczek M., Ćwintal M., 2009. Ocena możliwości poprawy wartości siewnej nasion koniczyny czerwonej poprzez zastosowanie przedsiewnej stymulacji laserowej. Acta Agrophysica, 14(1), 221–231.

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.

Wilczek M., Ćwintal M., Kornas-Czuczwar B., Koper R., 2006. Wpływ laserowej stymulacji nasion na plonowanie di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu. Acta Agrophysica, 8(2), 527–536.

Wilczek M., Koper R., Ćwintal M., Korniłłowicz-Kowalska T., 2004. Germination capacity and the health status of red clover seeds following laser treatment. Int. Agrophysics, 18, 3, 289–293.

Wilczek M., Ćwintal M., Wilczek P., 1999. Plonowanie i jakość tetraploidalnej koniczyny łąkowej (czerwonej) w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Cz. I. Ściernianka, Biul. IHAR, 210, 101–108.

Zając T., Bieniek J., Gierdziewicz M., Witkowicz R., 1999. Wpływ roku uprawy i sposobu siewu na wymiary i zależności między cechami morfologicznymi młodocianych roślin koniczyny czerwonej. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 347. Mat. Sesji Nauk., 62, 375–383.

Zając T., Bieniek J., Witkowicz R., Jagusiak W., 1997. Sezonowe i środowiskowe zmiany obsady roślin koniczyny czerwonej w końcu jesiennej wegetacji. Biul. IHAR 203, 200–207.

Summary. The field experiment involving meadow red clover (Dajana cv.) was performed in 2005–2006 by means of complete randomization in 4 replicates. Two factors were considered: I. pre-sowing seed radiation using divergent beam of He-Ne laser with surface power densities of 0, 4, and 8 $mW \cdot cm^{-2}$ (R0, R4, R8) applied once, twice, and four times (×1, ×2, ×4); II. seed dressings: 0 (control), Funaben T, Sarfun T 450 FS, and Super Homai 70 DS. The field emergence ability as well as canopy structure elements and red clover yielding in sowing year were evaluated in the study. It was found that seed dressings significantly differentiated the number of shoots per 1 m^2 and the weight of a single shoot, as well as green and dry matter yields. Sarfun T 450 FS and Super Homai 70 DS had the most considerable impacts on the increase of the above parameters values. Laser stimulation of seeds – in the majority of experimental combinations – contributed to the increase of the field emergence ability at clover and number of shoots per 1 m^2, while it decreased the dry matter of a single shoot. Clover grown from the second cut was characterized by larger shoot number density, single shoot weight, as well as green and dry matter yields as compared to that from the first cut.

Key words: red clover, laser, seed dressings, emergence, yielding