

EFEKTY PRZEDSIĘWNEJ STYMULACJI NASION LUCERNY ŚWIATŁEM LASERA W ROKU SIEWU I LATACH PEŁNEGO UŻYTKOWANIA

Marek Ćwintal, Piotr Sowa
Akademia Rolnicza w Lublinie

Streszczenie. W latach 2002-2004 przeprowadzono doświadczenie polowe metodą bloków losowanych z laserową stymulacją nasion lucerny siewnej (odmiany Legend) oraz lucerny mieszańcowej (odmiany Radius). Stosowano dwie dawki gęstości powierzchniowej mocy wiązki rozbieżnej światła lasera: 3 i 6 mW·cm⁻² (oznaczone jako R3 i R6). Ich efekt porównano z obiektem kontrolnym, nie napromieniowanym (0), oznaczonym jako R0. Naświetlanie nasion stosowano 1-, 3- i 5-krotnie, bezpośrednio przed wysiewem. Największe plony zielonej i suchej masy lucerny w roku siewu (2002) otrzymano w obiekcie R3x5 (odpowiednio 27,8 i 6,62 t·ha⁻¹) i R6x5 (27,2 i 6,41 t·ha⁻¹). Naświetlanie zwiększyło istotnie obsadę pędów na m², a zmniejszyło masę pojedynczego pędu. W latach pełnego użytkowania (2003-2004), w obiektach R6x5, R6x1, R6x3 i R3x3 naświetlanie nasion istotnie zwiększało obsadę pędów lucerny na m², a w R6x3 i R6x5 plony zielonej i suchej masy w stosunku do kontroli. Poza tym stymulacja nasion laserem w dawce R6x1, R6x3 i R6x5 zwiększała udział pierwszego pokosu (o 4,6-5,5%) w plonie rocznym, a zmniejszała głównie trzeciego i czwartego pokosu w porównaniu z obiektem kontrolnym.

Słowa kluczowe: lucerna, odmiany, naświetlanie laserem, pokosy, plony

WSTĘP

Jednym ze sposobów uszlachetniania nasion jest ich naświetlanie rozbieżną wiązką światła lasera, które dostarcza energii do modyfikacji procesów fizjologicznych i biochemicznych, powodujących wzrost polowej zdolności wschodów i plonowania roślin [Pastore i in. 1996, Podleśny 2002].

Dotychczasowe efekty przedsięwziętej stymulacji nasion światłem lasera dotyczyły przede wszystkim roślin jednorocznych [Koper i Woźniak 1995, Podleśny 1997, Podleśny 2002, Koper i Dziwulska 2003]. Brak jest natomiast odpowiednich informacji

o roślinach motylkowych wieloletnich. Odnznaczają się one wielokością w okresie wegetacji, wysokimi plonami suchej masy i białka oraz pozytywnym oddziaływaniem na strukturę gleby. Do zalet motylkowych należy, między innymi, symbioza z bakteriami brodawkowymi, które mają zdolność wiązania azotu atmosferycznego. Do ważniejszych gospodarczo roślin motylkowych wieloletnich należy lucerna siewna i mieszańcowa. W roku siewu odznaczają się one wolniejszym wzrostem i rozwojem niż w latach następnych [Staszewski 1975, Ćwintal 2000]. Są użytkowane przez 3-4 lata, a w każdym roku wydają 3-4 pokosy zielonej masy [Staszewski 1975, Borowiecki i in. 1997].

Niniejsze badania podjęto w celu określenia wpływu laserowej stymulacji nasion lucerny siewnej i mieszańcowej na elementy struktury plonu i plonowanie w roku siewu oraz w latach pełnego użytkowania (w 2. i 3. roku uprawy). Przeprowadzone doświadczenia miały wykazać, czy w kolejnych latach przedsiewna stymulacja oddziałuje na wzrost i rozwój roślin oraz na wydajność lucerny z poszczególnych pokosów.

MATERIAŁ I METODY

W roku 2002 założono ściśle doświadczenie polowe z lucerną w Kolonii Spiczyn (powiat łęczyński). W badaniach uwzględniono dwa gatunki lucerny: siewną (*Medicago sativa* L. ssp. *sativa*) odmiany Legend i mieszańcową (*Medicago sativa* L. ssp. *sativa* x ssp. *falcata*) odmiany Radius. Lucerna 'Legend' jest odmianą amerykańską, średnio wczesną, dobrze plonującą i odporną na choroby uwiądowe. Odnacza się większą liczbą listków w liściu właściwym (od 3 do 7). Z kolei odmiana Radius jest polską odmianą średnio wczesną, wysoko plonującą [Lista odmian roślin... 1999].

Tuż przed siewem nasiona poddano stymulacji światłem lasera He-Ne, wykorzystując do tego celu urządzenie Kopera i Dygdały [1993]. Badania polowe przeprowadzono na glebie kompleksu pszennego dobrego (klasy bonitacyjnej IIIa), metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach. Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 25 m². Czynnikiem badanym były gatunki lucerny (siewna i mieszańcowa) oraz dawki gęstości powierzchniowej mocy wiązki rozbieżnej światła lasera, wynoszące: 0 (kontrola), 3 i 6 mW·cm⁻² (oznaczone jako R0, R3 i R6), stosowane 1-, 3- i 5-krotnie. Czas jednego naświetlania wynosił 0,1 sekundy.

Przed siewem oraz w drugim i trzecim roku uprawy zastosowano nawożenie fosforowe w ilości 35 kg P·ha⁻¹ i potasowe w dawce 100 kg K·ha⁻¹. Nasiona lucerny wysiano 29 kwietnia 2002 roku w ilości 12 kg·ha⁻¹ (600 szt.·m⁻² w przeliczeniu na 100% zdolności kiełkowania), w rozstawie rzędów co 20 cm i na głębokość około 1 cm. Zachwaszczenie lucerny, które wystąpiło głównie podczas wegetacji roślin w pierwszym odroście, zwalczano herbicydami Barox 460 SL (przeciw chwastom dwuliściennym) i Fusilade Super EC (przeciwko chwastom jednoliściennym).

W roku siewu zebrano dwa pokosy lucerny w fazie początku kwitnienia oraz określono połowę zdolność wschodów i liczbę roślin lucerny na m². W każdym roku pełnego użytkowania zebrano po 4 pokosy w fazie pąkowania. Na każdym poletku w poszczególnych odrostach lucerny określono: liczbę pędów na m², średnią masę jednego pędu, plony zielonej i suchej masy, procentowy udział pokosów w rocznym plonie zielonej i suchej masy oraz procentowy udział liści w suchej masie. Wymienione elementy składowe plonu oraz proporcje liści do łodyg w plonie określono na podstawie próbek o masie 1 kg, pobranych z każdego poletka i pokosu. Próbkę te w części wyko-

rzystano także do oznaczenia suchej masy metodą wagową, po wysuszeniu roślin w temperaturze 105°C.

Dane pogodowe pochodzą ze Stacji Meteorologicznej w Felinie, należącej do Katedry Agrometeorologii AR w Lublinie. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie stosując analizę wariancji oraz $NIR_{0,05}$ według testu Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rok siewu

W roku 2002 wegetacja pierwszego odrostu trwała 85 dni, natomiast drugiego 65 dni (tab. 1). Średnia temperatura powietrza i opady były znacznie wyższe podczas wegetacji pierwszego pokosu. Zanotowano wówczas średnią temperaturę powietrza na poziomie 18,7°C oraz bardzo wysokie opady (247,3 mm). W okresie wegetacji drugiego odrostu temperatura była niższa (16,9°C), a opady znacznie niższe (87,4 mm). W sumie okres wegetacji lucerny w roku 2002 trwał 150 dni.

Tabela 1. Charakterystyka warunków meteorologicznych
Table 1. Characteristics of meteorological conditions

Wyszczególnienie Specification	Rok Year	Siew Sowing	Zbiór – Harvest				Σ / \bar{x}
			Pokos – Cut				
			I	II	III	IV	
Data	2002	29.04	23.07	26.09	–	–	–
Date	2003	–	23.05	01.07	07.08	02.10	–
	2004	–	26.05	09.07	12.08	06.10	–
Długość wegetacji, dni	2002	–	85	65	–	–	150
Number of vegetation period days	2003	–	38	39	38	56	171
	2004	–	55	44	34	55	188
Średnia dobowa temperatura powietrza, °C	2002	–	18,7	16,9	–	–	17,8
Mean daily air temperature	2003	–	12,7	17,9	19,1	13,2	15,7
	2004	–	9,2	15,2	15,7	12,6	13,2
Suma opadów, mm	2002	–	247,3	87,4	–	–	334,7
Total rainfall	2003	–	86,4	66,5	89,2	53,1	295,2
	2004	–	78,3	61,2	91,7	47,3	278,5
Liczba dni z opadami	2002	–	27	18	–	–	45
Number of rainfall days	2003	–	13	14	11	12	50
	2004	–	11	8	14	12	45

Polowa zdolność wschodów dla odmiany Legend wynosiła 41,7%, natomiast dla odmiany Radius 38,5% (tab. 2). Istotne różnice w polowej zdolności wschodów lucerny powodowały tylko dawki naświetlania laserem. Najlepsze rezultaty otrzymano w obiekcie R3x3 (44,7%) oraz w R6x1 (44,5%). Wszystkie obiekty naświetlane, z wyjątkiem R3x1, istotnie przewyższyły wariant kontrolny. Stosunkowo niska polowa zdolność wschodów lucerny znajduje potwierdzenie w literaturze [Skrzyniarz 1987, Vuckovic i in. 1997, Ćwintal 2000] i zależy głównie od warunków wilgotnościowo-termicznych gleby oraz wartości siewnej nasion.

Tabela 2. Polowa zdolność wschodów lucerny, %
Table 2. Alfalfa field emergence capacity, %

Odmiana Cultivar	Obiekt – Object							\bar{x}
	R0	R3x1	R3x3	R3x5	R6x1	R6x3	R6x5	
Legend	34,8	39,8	46,0	42,4	46,3	39,8	42,5	41,7
Radius	32,7	35,0	43,5	37,6	42,7	37,3	41,1	38,5
\bar{x}	33,7	37,4	44,7	40,0	44,5	38,5	41,8	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} pomiędzy dawkami naświetlania – between irradiation doses						4,6		

R0 – kontrola – control

R3 – gęstość powierzchniowa mocy lasera (3 mW·cm⁻²) – laser power (3 mW·cm⁻²)

R6 – gęstość powierzchniowa mocy lasera (6 mW·cm⁻²) – laser power (6 mW·cm⁻²)

1-3-5 – dawka naświetlania – irradiation dose

Odmiany nie różnicowały istotnie liczby roślin na m² po wschodach (tab. 3). Z kolei dawki naświetlania laserem wywołały istotną zmienność. Największą obsadę roślin zanotowano w obiektach R3x3 (268 szt.·m⁻²) i R6x1 (267 szt.·m⁻²). Podane liczby istotnie przewyższały pozostałe wyniki z wyjątkiem uzyskanych w obiekcie R6x5 (251 szt.·m⁻²). Wzrost liczby roślin na jednostce powierzchni w obiektach naświetlanych laserem zanotowali także inni autorzy [Podleśny 2002].

Tabela 3. Liczba roślin na 1 m² po wschodach
Table 3. Number of plants per 1 m² after emergence

Odmiana Cultivars	Obiekt – Object							\bar{x}
	R0	R3x1	R3x3	R3x5	R6x1	R6x3	R6x5	
Legend	209	239	276	254	278	239	255	250
Radius	196	210	261	226	256	224	247	231
\bar{x}	202	224	268	240	267	231	251	-
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} pomiędzy dawkami naświetlania – between irradiation doses						28,0		

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

Obsadę pędów lucerny na m² przedstawiono w tabeli 4. Zanotowano istotne różnice pomiędzy odmianami, pokosami i dawkami naświetlania. Wyższą liczbą pędów odznaczała się odmiana Legend oraz pierwszy odrost. Najwyższe zagęszczenie pędów na m² stwierdzono w obiektach R6x5 (537 szt.·m⁻²) oraz R6x3 (530 szt.·m⁻²). Zanotowano również istotne współdziałanie odmian z dawkami naświetlania laserem, kształtujące omawiany element struktury plonu.

Masa pędu lucerny była istotnie zróżnicowana przez odmiany, dawki naświetlania oraz współdziałanie tych czynników (tab. 5). Wyższą masę pojedynczego pędu zanotowano u odmiany Radius. Promienie lasera istotnie obniżały masę pojedynczego pędu w stosunku do obiektu kontrolnego, z wyjątkiem kombinacji R3x1 i R3x5. Z zamieszczonych w tabeli 4 i 5 danych wynika, iż stymulacja laserowa nasion zwiększała obsadę pędów na m², a zmniejszała ich średnią masę. Podobne rezultaty zanotowano w przypadku koniczyny czerwonej [Wilczek i in. 2005]. Prawdopodobnie pod wpływem stymulacji laserowej rośliny wykształcały więcej pączków na szyjce korzeniowej, z których wyrastało więcej pędów. Jednocześnie zadziałał mechanizm samoregulacji ładu,

ograniczający masę jednostkową pędów przy większym ich zagęszczeniu [Ćwintal 2000].

Tabela 4. Liczba pędów lucerny na 1m²
Table 4. Number of alfalfa shoots per 1m²

Obiekt Object	I pokos – First cut			II pokos – Second cut			\bar{x}		\bar{x}
	Legend	Radius	\bar{x}	Legend	Radius	\bar{x}	Legend	Radius	
R0	438	382	410	396	367	381	417	374	395
R3x1	527	456	491	483	398	440	505	427	466
R3x3	533	492	512	485	442	463	509	467	488
R3x5	551	483	517	505	437	471	528	460	494
R6x1	570	507	538	522	453	487	546	480	513
R6x3	568	542	555	511	462	486	539	502	520
R6x5	579	552	565	533	485	509	556	518	537
\bar{x}	538	488	512	491	435	462	514	461	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} pomiędzy – between:									
odmianami – cultivars				42,7					
pokosami – cuts				39,7					
dawkami naświetlania – irradiation doses						48,2			
we współdziałaniu odmiany x dawki naświetlania – interaction: cultivars x irradiation doses									60,6

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

Tabela 5. Masa pojedynczego pędu, g s.m.
Table 5. Weight of a single shoot, g of d.m.

Obiekt Object	I pokos – First cut			II pokos – Second cut			\bar{x}		\bar{x}
	Legend	Radius	\bar{x}	Legend	Radius	\bar{x}	Legend	Radius	
R0	0,61	0,79	0,70	0,64	0,78	0,71	0,62	0,78	0,70
R3x1	0,57	0,70	0,63	0,56	0,77	0,66	0,56	0,73	0,64
R3x3	0,60	0,65	0,62	0,59	0,64	0,61	0,59	0,64	0,61
R3x5	0,61	0,78	0,69	0,58	0,73	0,65	0,59	0,75	0,67
R6x1	0,59	0,73	0,66	0,52	0,65	0,58	0,55	0,69	0,62
R6x3	0,57	0,67	0,62	0,54	0,66	0,60	0,55	0,66	0,60
R6x5	0,60	0,63	0,61	0,51	0,65	0,58	0,55	0,64	0,59
\bar{x}	0,59	0,71	0,65	0,56	0,70	0,63	0,57	0,70	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} pomiędzy – between:									
odmianami – cultivars				0,055					
dawkami naświetlania – irradiation doses						0,069			
we współdziałaniu odmiany x dawki naświetlania – interaction: cultivars x irradiation doses									0,097

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

W tabeli 6 przedstawiono plony zielonej i suchej masy w zależności od odmian i obiektów z naświetlaniem laserem. Zarówno w przypadku zielonej, jak i suchej masy istotne zróżnicowanie dotyczyło tylko wariantów ze stymulacją laserową nasion. Największe plony zielonej masy, wynoszące ponad 27 t·ha⁻¹ i istotnie przewyższające obiekt kontrolny, otrzymano w obiektach R3x5, R6x3 i R6x5.

Największe plony suchej masy zanotowano w obiektach R3x5 (6,62 t·ha⁻¹) i R6x5 (6,41 t·ha⁻¹). Zależały one głównie od liczby pędów na m², natomiast w mniejszym stopniu od masy pojedynczego pędu. Uzyskane plony suchej i zielonej masy należy

ocenić jako zadowolające w świetle piśmiennictwa i praktyki rolniczej, ponieważ zostały osiągnięte w roku siewu lucerny i tylko z dwu pokosów [Kitczak i Pawlus 1993, Wilczek i Ćwintal 1994, Borowiecki i in. 1997, Domański 1997, Harasimowicz-Herman i in. 1997, Ćwintal 2000].

Tabela 6. Plon zielonej i suchej masy, t·ha⁻¹
Table 6. Green and dry matter yields, t·ha⁻¹

Obiekt Object	Zielona masa – Green matter			Sucha masa – Dry matter		
	Legend	Radius	\bar{x}	Legend	Radius	\bar{x}
R0	22,3	25,0	23,6	5,22	5,89	5,55
R3x1	25,7	26,7	26,2	5,73	6,23	5,98
R3x3	25,9	25,7	25,8	6,04	6,03	6,03
R3x5	26,2	29,4	27,8	6,31	6,94	6,62
R6x1	25,6	28,3	26,9	6,08	6,69	6,38
R6x3	25,8	28,3	27,0	6,03	6,69	6,36
R6x5	26,4	28,1	27,2	6,19	6,64	6,41
\bar{x}	25,4	27,3	–	5,94	6,44	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} pomiędzy – between: dawkami naświetlania – irradiation doses			2,87			
odmianami – cultivars			1,96	0,68 –		

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

Dane dotyczące udziału pokosów w rocznym plonie zielonej i suchej masy zamieszczono w tabeli 7. Pierwszy odrost stanowił 58,7-58,9% rocznego plonu zielonej masy, natomiast drugi 41,1-41,3%. Na taki rozkład wydajności pokosów wpłynęły również warunki pogodowe, głównie podczas wegetacji lucerny z pierwszego odrostu.

Tabela 7. Procentowy udział pokosów w rocznym plonie zielonej i suchej masy lucerny
Table 7. Percentage share of cuts in the annual alfalfa yield of green and dry matter

Obiekt Object	Zielona masa – Green matter				Sucha masa – Dry matter			
	I pokos – First cut		II pokos – Second cut		I pokos – First cut		II pokos – Second cut	
	Legend	Radius	Legend	Radius	Legend	Radius	Legend	Radius
R0	57,2	57,5	42,8	42,5	51,5	51,3	48,5	48,7
R3x1	55,3	57,5	44,7	42,5	52,9	51,0	47,1	49,0
R3x3	58,7	59,3	41,3	40,7	52,6	53,2	47,4	46,8
R3x5	58,5	59,8	41,5	40,2	53,4	54,2	46,6	45,8
R6x1	60,3	60,8	39,7	39,2	55,1	55,6	44,9	44,4
R6x3	59,0	59,6	41,0	40,4	53,6	54,3	46,4	45,7
R6x5	61,7	58,1	38,3	41,9	56,1	52,4	43,9	47,6
\bar{x}	58,7	58,9	41,3	41,1	53,6	53,1	46,4	46,9

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

W przypadku procentowego udziału pokosów w plonach suchej masy wyniki są bardziej zbliżone. Pierwszy pokos w rocznym plonie suchej masy stanowił 53,1-53,6%, natomiast drugi 46,4-46,9%. Laserowa stymulacja nasion w większym stopniu decydowała o rozkładzie plonowania niż czynnik odmianowy. Procentowy udział liści w plonie suchej masy był mało zróżnicowany pod wpływem badanych czynników (tab. 8).

W obydwu pokosach nieco większym udziałem liści charakteryzowała się odmiana Legend, co wynika z ich morfologii [Harasimowicz-Herman i in. 1997].

Tabela 8. Procentowy udział liści w plonie suchej masy
Table 8. Percentage share of leaves in the dry matter yield

Obiekt Object	I pokos – First cut		II pokos – Second cut	
	Legend	Radius	Legend	Radius
R0	50,6	48,8	53,6	51,3
R3x1	49,3	47,2	53,1	50,5
R3x3	49,2	47,4	52,8	50,2
R3x5	48,9	46,9	52,5	49,7
R6x1	49,0	46,6	51,9	49,3
R6x3	48,2	46,1	52,0	48,8
R6x5	48,4	46,2	51,8	49,0
\bar{x}	49,1	47,0	52,5	49,8

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

Lata pełnego użytkowania

Okres wegetacji lucerny zbieranej 4-kośnie (tab. 1) wahał się od 171 (2003) do 188 dni (2004). Korzystniejszy przebieg warunków pogodowych podczas wegetacji lucerny zanotowano w 2003 roku. Rok ten w stosunku do 2004 odznaczał się dużo wyższą średnią temperaturą powietrza podczas wegetacji (15,7°C) oraz nieco wyższymi opadami (295,2 mm). Najlepsze warunki do wzrostu i rozwoju lucerny zanotowano w 3. odroście, w 2003 roku, kiedy to średnia temperatura powietrza wynosiła 19,1°C, a opady 89,2 mm. Najniższą temperaturę podczas wegetacji poszczególnych odrostów zarejestrowano w pierwszym pokosie (9,2°C), a opady w 4. odroście (47,3 mm) w 2004 roku. Wegetacja roślin w poszczególnych odrostach trwała od 34 dni (3. odrost 2004 roku) do 56 dni (4. pokos w 2003 r.).

Liczba pędów lucerny na m² była istotnie zróżnicowana przez warunki pogodowe w poszczególnych latach, dawki naświetlania laserem, pokosy oraz współdziałanie pokosów z naświetlaniem (tab. 9). Istotnie wyższą obsadę pędów zanotowano średnio dla czynnika naświetlania w 2003 roku oraz w 2. i 1. pokosie. Pod wpływem naświetlania najlepsze wyniki otrzymano w obiektach R6x5, R6x1, R6x3 i R3x3, które istotnie przewyższały wariant kontrolny. Najniższą obsadę pędów zarejestrowano w 4. odroście. Podobny rozkład wyników dotyczył lucerny zbieranej 3-kośnie [Ćwintal 1993, Klicka i in. 1995, Borowiecki i in. 1996, Skrzyniarz 1998, Wilczek i in. 1999]. Współdziałanie pokosów z dawkami naświetlania wpłynęło na wytworzenie największej liczby pędów w roślinach z drugiego pokosu w obiektach R6x5, R6x1, R3x3 i R3x5. Masę pojedynczego pędu różnicowały istotnie lata, odmiany i pokosy (tab. 10). Jego wyższą masę zanotowano w 2004 roku, u odmiany Radius oraz w pierwszym pokosie. Istotnie mniejszą masę pędu odznaczały się rośliny z czwartego odrostu w porównaniu z pozostałymi. Laserowa stymulacja nasion nie spowodowała istotnej zmienności badanego elementu struktury plonów, natomiast zaznaczyła się lekka tendencja zniżkowa w stosunku do obiektu kontrolnego.

Tabela 9. Liczba pędów lucerny na 1 m²
 Table 9. Number of alfalfa shoots per 1 m²

Wyszczególnienie Specification		R0	R3x1	R3x3	R3x5	R6x1	R6x3	R6x5	\bar{x}
Odmiana	Legend	594	621	636	633	653	638	642	631
Cultivar	Radius	542	595	612	599	613	624	632	602
Rok	2003	608	675	692	682	711	697	703	681
Year	2004	528	541	556	550	555	565	571	552
Pokos Cut	1	612	641	649	635	657	669	646	644
	2	684	719	732	727	734	712	743	721
	3	503	581	605	592	616	623	615	591
	4	472	492	509	511	525	519	543	510
\bar{x}		568	608	624	616	633	631	637	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} pomiędzy – between:									
latami – years				40,3					
dawkami naświetlania – irradiation doses				53,7					
pokosami – cuts				48,1					
we współdziałaniu pokosy x naświetlanie – interaction: cuts x irradiation								102,4	

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

Tabela 10. Masa pojedynczego pędu, g s.m.
 Table 10. Weight of a single shoot, g of d.m.

Wyszczególnienie Specification		R0	R3x1	R3x3	R3x5	R6x1	R6x3	R6x5	\bar{x}
Odmiana	Legend	0,60	0,60	0,58	0,61	0,57	0,60	0,60	0,59
Cultivar	Radius	0,72	0,64	0,68	0,70	0,69	0,69	0,67	0,68
Rok	2003	0,64	0,59	0,60	0,60	0,58	0,60	0,58	0,60
Year	2004	0,68	0,66	0,67	0,71	0,68	0,70	0,69	0,68
Pokos Cut	1	0,90	0,93	0,93	1,03	1,02	1,03	1,05	0,98
	2	0,67	0,60	0,64	0,65	0,61	0,64	0,62	0,63
	3	0,73	0,67	0,66	0,62	0,60	0,62	0,59	0,64
	4	0,33	0,26	0,27	0,28	0,27	0,28	0,25	0,28
\bar{x}		0,66	0,62	0,63	0,65	0,63	0,65	0,63	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} pomiędzy – between:									
odmianami – cultivars				0,043					
latami – years				0,043					
pokosami – cuts				0,057					

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

Plony zielonej masy w zależności od badanych czynników przedstawiono w tabeli 11. Były one istotnie zróżnicowane tylko przez lata i dawki naświetlania światłem lasera. Wyższe plony otrzymano w 2003 roku, który odznaczał się lepszym rozkładem elementów meteorologicznych w porównaniu z rokiem 2004. Tylko plony z obiektów R6x3 i R6x5 istotnie przewyższały wariant kontrolny. Uzyskane w doświadczeniu plony zielonej masy lucerny należy ocenić jako wysokie w porównaniu z otrzymanymi przez innych autorów [Borowiecki i in. 1996, Broniarz 1997, Wilczek i in. 1999].

Tabela 11. Roczny plon zielonej masy, t·ha⁻¹
Table 11. Annual green matter yield, t·ha⁻¹

Wyszczególnienie Specification		R0	R3x1	R3x3	R3x5	R6x1	R6x3	R6x5	\bar{x}
Odmiana	Legend	66,8	68,4	70,3	72,1	71,9	75,2	74,7	71,3
Cultivar	Radius	69,5	70,7	74,5	72,8	73,2	73,6	74,9	72,7
Rok	2003	71,1	73,3	78,4	77,5	75,3	78,7	79,5	76,2
Year	2004	65,2	65,7	66,4	67,3	69,7	70,2	70,1	67,8
\bar{x}		68,1	69,5	72,4	72,4	72,5	74,4	74,8	72,0
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} pomiędzy – between:									
latami – years				5,1					
dawkami – irradiation doses				5,9					

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

Plony suchej masy były istotnie zróżnicowane pomiędzy latami, odmianami i dawkami naświetlania laserem (tab. 12). Podobnie jak w przypadku zielonej masy istotnie wyższe plony otrzymano w 2003 roku oraz w obiektach R6x3 i R6x5. Z porównywalnych odmian istotnie wyższe plony suchej masy wydała 'Radius'. W świetle piśmiennictwa osiągnięte plony suchej masy należy uznać za bardzo wysokie [Borowiecki i in. 1997, Broniarz 1997, Wilczek i Ćwintal 2002].

Tabela 12. Roczny plon suchej masy, t·ha⁻¹
Table 12. Annual dry matter yield, t·ha⁻¹

Wyszczególnienie Specification		R0	R3x1	R3x3	R3x5	R6x1	R6x3	R6x5	\bar{x}
Odmiana	Legend	14,20	14,90	14,80	15,36	14,92	15,41	15,38	15,00
Cultivar	Radius	15,60	15,32	16,68	16,80	16,86	17,15	17,02	16,49
Rok	2003	15,52	15,90	16,50	16,36	16,52	16,81	16,70	16,33
Year	2004	14,28	14,30	14,98	15,80	15,20	15,75	15,70	15,15
\bar{x}		14,90	15,11	15,74	16,08	15,89	16,28	16,20	15,74
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} pomiędzy – between:									
latami – years				1,15					
odmianami – cultivars				1,15					
dawkami naświetlania – irradiation doses				1,28					

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

Dane dotyczące procentowego udziału pokosów w rocznym plonie zielonej masy przedstawiono w tabeli 13. Pod względem paszowym najlepszy wynik uzyskano w obiekcie R0, ponieważ pierwszy pokos stanowił mniej, a drugi, trzeci i czwarty więcej od wartości średnich.

Podobnie przedstawia się rozkład pokosów w rocznym plonie suchej masy, z tym że spadł nieco udział pierwszego pokosu, a wzrósł trzeciego i czwartego (tab. 14). Naświetlanie światłem lasera powodowało we wszystkich obiektach wzrost udziału pierwszego pokosu oraz zmniejszenie trzeciego i czwartego. Odmiany nie miały większego wpływu na różnicowanie się wydajności z poszczególnych pokosów.

Tabela 13. Procentowy udział pokosów w rocznym plonie zielonej masy

Table 13. Percentage share of cuts in the annual yield of green matter

Obiekt Object	I pokos – First cut		II pokos – Second cut		III pokos – Third cut		IV pokos – Fourth cut	
	Legend	Radius	Legend	Radius	Legend	Radius	Legend	Radius
R0	40,7	40,4	27,9	28,7	23,1	21,6	8,3	9,3
R3x1	41,9	42,1	27,0	27,2	23,2	23,6	8,6	7,1
R3x3	42,7	43,0	28,1	28,3	23,0	22,0	6,2	6,7
R3x5	43,0	43,3	28,8	29,4	20,3	19,9	7,9	7,4
R6x1	43,2	43,8	27,7	26,8	20,4	20,8	8,2	8,6
R6x3	42,8	43,2	27,4	27,2	21,9	21,2	7,9	8,4
R6x5	45,0	44,1	27,1	27,5	20,7	20,5	7,2	7,9
\bar{x}	42,7	42,8	27,7	27,9	21,8	21,4	7,8	7,9

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

Tabela 14. Procentowy udział pokosów w rocznym plonie suchej masy

Table 14. Percentage share of cuts in the annual yield of dry matter

Obiekt Object	I pokos – First cut		II pokos – Second cut		III pokos – Third cut		IV pokos – Fourth cut	
	Legend	Radius	Legend	Radius	Legend	Radius	Legend	Radius
R0	37,2	36,9	27,6	28,4	24,6	25,0	10,6	9,7
R3x1	39,2	39,4	26,0	26,6	25,7	25,9	9,1	8,1
R3x3	38,1	38,3	27,7	28,5	24,5	25,5	9,7	7,7
R3x5	40,0	40,8	29,8	29,4	22,1	22,4	8,1	7,4
R6x1	42,2	41,8	26,7	27,3	22,4	22,0	8,7	8,9
R6x3	42,0	42,4	26,8	27,4	22,3	22,2	8,9	8,0
R6x5	41,8	42,0	27,1	27,5	22,1	21,8	9,0	8,7
\bar{x}	40,1	40,2	27,4	27,9	23,4	23,5	9,1	8,4

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

Procentowy udział liści w plonie suchej masy lucerny był najwyższy w obiekcie kontrolnym, niezależnie od badanych czynników (tab. 15). Jest to zrozumiałe, ponieważ stymulacja nasion światłem lasera powoduje wzrost obsady pędów na m², które są słabiej ulistnione. Najniższy udział liści w plonie suchej masy stwierdzono w obiektach R6x3 i R6x5. Odmiana Legend charakteryzowała się nieco wyższym udziałem liści w suchej masie lucerny (odpowiednio w kolejnych pokosach o 0,6; 1,0; 1,5; 2,5%). Podobne zależności znajdują potwierdzenie w literaturze [Wilczek i Ćwintal 2002].

Badania nad efektami laserowej stymulacji nasion lucerny siewnej i mieszańcowej należą do nielicznych w piśmiennictwie krajowym i zagranicznym, co stwarza trudności w konfrontacji osiągniętych wyników z rezultatami innych autorów.

Tabela 15. Procentowy udział liści w plonie suchej masy
Table 15. Percentage share of leaves in the dry matter yield

Objekt Object	I pokos – First cut		II pokos – Second cut		III pokos – Third cut		IV pokos – Fourth cut	
	Legend	Radius	Legend	Radius	Legend	Radius	Legend	Radius
R0	42,3	41,6	51,6	50,8	58,2	57,4	64,8	62,0
R3x1	42,0	41,4	51,4	50,0	57,9	55,5	64,4	61,7
R3x3	41,8	40,9	51,1	50,2	57,5	55,8	63,4	60,8
R3x5	41,4	41,1	50,9	49,7	57,7	55,6	64,0	61,5
R6x1	40,8	40,2	50,4	49,8	56,1	55,1	68,9	61,2
R6x3	40,6	40,0	50,5	49,6	56,0	54,9	62,1	60,9
R6x5	40,3	39,7	50,3	49,4	56,2	55,0	63,3	60,5
\bar{x}	41,3	40,7	50,9	49,9	57,1	55,6	63,7	61,2
\bar{x}	41,0		50,4		56,3		62,4	

objaśnienia jak w tabeli 2 – for explanations, see Table 2

WNIOSKI

1. Połowa zdolność wschodów lucerny i obsada roślin były istotnie zróżnicowane tylko przez dawki naświetlania. Najlepsze wyniki otrzymano w obiektach naświetlanych trzykrotnie laserem o mocy wiązki rozbieżnej $3 \text{ mW}\cdot\text{cm}^{-2}$ i jednokrotnie o mocy $6 \text{ mW}\cdot\text{cm}^{-2}$.

2. Obsada pędów lucerny była istotnie zróżnicowana przez dawki naświetlania, pokosy, odmiany i lata użytkowania. W roku siewu i latach pełnego użytkowania największe zagęszczenie pędów otrzymano w obiektach o największej dawce naświetlania. Istotnie więcej pędów na m^2 w roku siewu wytworzyła lucerna z pierwszego odrostu, natomiast w kolejnych latach użytkowania – z drugiego.

3. Stymulacja nasion światłem lasera istotnie zmniejszała suchą masę pojedynczego pędu lucerny, ale tylko w roku siewu. W kolejnych latach uprawy stwierdzono wpływ odmiany, pokosu i warunków pogodowych na tę cechę. Wyższą suchą masą pędu charakteryzowała się odmiana Radius i rośliny z pierwszego pokosu.

4. Największe plony zielonej i suchej masy w roku siewu otrzymano w obiektach o najwyższych dawkach promieni lasera – R3x5 i R6x5, natomiast w latach pełnego użytkowania w obiektach o najwyższej dawce mocy światła lasera stosowanej 3-krotnie: R6x3 i 5-krotnie: R6x5.

5. Odmiana Radius okazała się plenniejsza w porównaniu z odmianą Legend.

6. Procentowy udział pokosów w rocznym plonie zielonej i suchej masy był w niewielkim stopniu zróżnicowany przez odmiany i dawki promieniowania laserem, a zależał głównie od warunków pogodowych.

PIŚMIENNICTWO

- Borowiecki J., Gawęł E., Guy P., 1997. Wzrost i plonowanie oraz jakość masy roślinnej krajowych i zagranicznych odmian lucerny. I. Tempo wzrostu i plonowanie. Pam. Puł. 111, 35-50.
Borowiecki J., Małysiak B., Lipski S., Maczuga A., 1996. Plonowanie odmian lucerny mieszańcowej w zależności od częstotliwości koszenia. Pam. Puł. 107, 53-60.

- Broniarz J., 1997. Syntezya wyników doświadczeń odmianowych. Motylkowate drobnonasienne. COBORU, 1114, 27-40.
- Ćwintal M., 1993. Plonowanie i jakość lucerny mieszańcowej w zależności od nawożenia oraz liczby pokosów w roku. *Fragm. Agron.* 3(39), 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, Rozpr. hab.
- Domański P., 1997. Osiągnięcia krajowej hodowli wieloletnich roślin pastewnych straconym czynnikiem intensyfikacji produkcji pasz. *Biul. Oceny Odm.* 29, 47-52.
- Harasimowicz-Herman G., Andrzejewska J., Nowak W., Sowiński J., Waniorek W., 1997. Ocena przydatności amerykańskiej wielolistnej odmiany lucerny do uprawy w warunkach agroklimatycznych Polski. *Biul. Oceny Odm.* 29, 115-119.
- Kiteczak T., Pawlus M., 1993. Plenność lucerny i koniczyny czerwonej oraz ich mieszanek w pierwszym roku pełnego użytkowania. I Kongres PTNA Biologia plonowania i użytkowanie wieloletnich roślin pastewnych i prazosystemów. *Fragm. Agron.* 4, 211-212.
- Klicka I., Fordoński G., Grochot G., Seredyn Z., 1995. Wpływ sposobu siewu, częstotliwości i wysokości koszenia na wzrost i plon lucerny mieszańcowej. *Acta Acad. Agric. Tech. Olstenensis, Agricultura* 60, 43-53.
- Koper R., Dygdała Z., 1993. Urządzenie do obróbki przedsewnej nasion promieniem laserowym. Patent UP RP nr 162598.
- Koper R., Dziwulska A., 2003. Biostymulacja laserowa nasion łubinu białego. *Acta Agrophysica* 82, 99-106.
- Koper R., Woźniak Z., 1995. Metody przedsewnej laserowej biostymulacji nasion roślin uprawnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 424, 65-70.
- Lista odmian roślin rolniczych, 1999. COBORU Słupia Wielka.
- Pastore D., Martino C., Bosco G., Passarella S., 1996. Stimulation of ATP synthesis via oxidative phosphorylation in wheat mitochondria irradiated with helium-neon laser. *Biochemistry and Molecular Biology International* 39(1), 149-157.
- Podleśny J., 1997. Wpływ przedsewnego traktowania nasion światłem laserowym na kształtowanie cech morfologicznych i plonowanie bobiku. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 446, 435-439.
- Podleśny J., 2002., *Studia nad oddziaływaniem światła laserowego na nasiona, wzrost i rozwój roślin oraz plonowanie łubinu białego (Lupinus albus L.)*. Wyd. IUNG Puławy, Rozpr. hab.
- Skrzyniarz H., 1987. Wschody i plonowanie lucerny zależnie od jakości nasion oraz głębokości i gęstości siewu. Cz. I. Wpływ głębokości siewu i twardości nasion na kiełkowanie i wschody lucerny. Cz. II. Wpływ głębokości oraz gęstości siewu na wschody i plonowanie lucerny. *Pam. Puł.* 90, 159-182.
- Skrzyniarz H., 1998. Wpływ wysokości koszenia i częstotliwości zbioru na plonowanie i trwałość porostu lucerny. *Biul. Inf. Przem. Pasz.* 1, 13-20.
- Staszewski Z., 1975. *Lucerny*. PWRiL Warszawa.
- Vuckovic S., Pavesic-Popovic J., Nedic M., Zaric D., Radovic J., 1997. Influence of row spacing and sowing rates on lucerne (*Medicago sativa* L.) seed yield and quality. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LXX* (316), 243-249.
- Wilczek M., Ćwintal M., 1994. Plonowanie lucerny w zależności od różnych pielęgnacji w roku siewu. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect E, Agricultura XLIX* (5), 31-36.
- Wilczek M., Ćwintal M., 2002. Wpływ liczby pokosów i odmian różnego pochodzenia na plonowanie oraz jakość lucerny. Część I. Plon, jego struktura i wydajność białka. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 1(2), 131-140.
- Wilczek M., Ćwintal M., Kornas-Czuwar B., Koper R., 2005. Wpływ laserowej stymulacji nasion na plonowanie di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu. *Mat. Konf. Nauki rolnicze dla regionu. Stan aktualny oraz przyszłość w działaniach wspólnej polityki rolnej Unii Europejskiej*, Zamość, 76.
- Wilczek M., Ćwintal M., Michałowski C., 1999. Plonowanie lucern różnego pochodzenia w warunkach 3- i 4-kośnego zbioru. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rolnictwo* 62, 363-368.

EFFECTS OF PRE-SOWING ALFALFA SEED STIMULATION USING LASER IRRADIATION IN THE SOWING YEAR AND FULL PERFORMANCE YEARS

Abstract. The field experiment which involved the alfalfa seed laser bio-stimulation (*M. sativa*: 'Legend' and *M. medea*: 'Radius') was performed over 2002-2004 by means of randomized blocks. The divergent laser beam power surface density doses were 0 (control) as well as 3 and 6 mW·cm⁻² (R0, R3 and R6, respectively). Seeds were irradiated once, three and five times, directly before sowing. The highest green and dry matter yields in the alfalfa sowing year (2002) were recorded for R3x5 (27.8 and 6.62 t·ha⁻¹, respectively) and for R6x5 (27.2 and 6.41 t·ha⁻¹). The laser irradiation significantly increased the shoot density per 1 m², and decreased the weight of a single shoot. For R6x5, R6x1, R6x3 and R3x3 (2003-2004 full performance years) the seed irradiation significantly increased the alfalfa shoot density per 1 m² and for R6x3 and R6x5 – the green and dry matter yields, as compared with the control. Besides the R6x1, R6x3 and R6x5 seed laser stimulation increased the share of the first cut (by 4.6-5.5%) in the annual yield, and decreased – of the third and fourth cut mostly, as compared with the control.

Keywords: alfalfa, cultivars, laser irradiation, cuts, yields

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 03.06.2006