

WPŁYW LASEROWEJ STYMULACJI NASION NA PŁONOWANIE LUCERNY SIEWNEJ I MIESZAŃCOWEJ W ROKU SIEWU

Agata Dziwulska, Mieczysław Wilczek, Marek Ćwintal
Akademia Rolnicza w Lublinie

Streszczenie. Nasiona lucerny siewnej odmiany Legend i mieszańcowej Radius naświetlono wiązką rozbieżną lasera He-Ne, bezpośrednio przed siewem. W eksperymencie polowym uwzględniono sześć dawek mocy wiązki rozbieżnej światła lasera i kontrolę. Doświadczenie polowe przeprowadzono w Spiczynie powiat łączyński, metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach na poletkach 20 m². Określono połowę zdolność wschodów, obsadę roślin na 1 m², liczbę pędów lucerny, suchą masę pojedynczego pędu, plon zielonej i suchej masy oraz procentowy udział liści w plonie suchej masy. Naświetlanie światłem lasera powodowało istotny wzrost połowej zdolności kiełkowania, liczby pędów na 1 m² oraz plonu zielonej i suchej masy.

Słowa kluczowe: stymulacja laserowa, plon, nasiona lucerny

WSTĘP

Lucerna jest wartościową rośliną pastewną w strefie umiarkowanej, uprawianą na paszę w postaci zielonki, siana, sianokiszonki lub suszu [Staszewski 1975, Jelinowska i Skrzyniarz 1994]. Lucerna odznacza się wysoką plennością, wielokością, zdolnością do szybkiego odrastania, odpornością na wymarzenie i suszę, długością użytkowania oraz dużą zawartością białka [Wilczek 2003]. Roślina ta wpływa również korzystnie na polepszenie właściwości fizycznych i chemicznych gleby [Domżał i in. 1997]. Plon lucerny w dużym stopniu zależy od czynników klimatycznych, glebowych, agrotechnicznych oraz użytkowania [Wilczek 2003].

W uprawie roślin ważne są metody uszlachetniania materiału siewnego. Stosuje się zazwyczaj metody chemiczne oraz fizyczne. Do tych ostatnich należy stymulacja nasion światłem lasera [Podleśny i Koper 1998, Koper i in. 2000, Dziwulska i Koper 2003, Dziwulska i in. 2004].

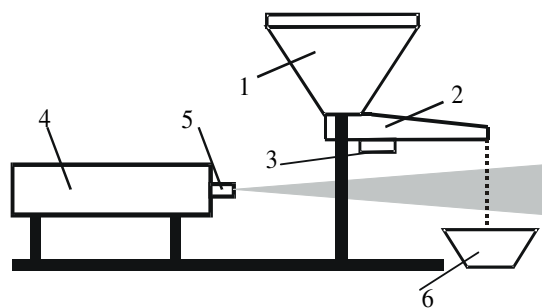
Adres do korespondencji – Corresponding Author: Agata Dziwulska, Katedra Fizyki, Akademia Rolnicza w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, e-mail: agata.dziwulska@ar.lublin.pl; Mieczysław Wilczek, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin; Marek Ćwintal, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin.

W dotychczas przeprowadzonych badaniach nad przedśiewną stymulacją nasion określono tylko jej wpływ na zdolność kiełkowania i zdrowotność nasion lucerny siewnej [Wilczek i in. 2005a] i lucerny mieszańcowej [Wilczek i in. 2005b]. Nie było natomiast eksperymentów oceniających wpływ tej stymulacji na plonowanie roślin motylkowych wieloletnich (drobnonasiennych). Wychodząc z takiego stanu wiedzy podjęliśmy niniejsze badania. Celem ich było określenie wpływu naświetlania światłem lasera He-Ne nasion lucerny siewnej i mieszańcowej na plon i jego elementy struktury w roku siewu.

MATERIAŁ I METODY

W roku 2002 założono ściśle doświadczenie polowe z lucerną. Uwzględniono w tych badaniach lucernę siewną (*Medicago sativa* L. ssp. *sativa*) odmiany Legend i mieszańcową (*Medicago sativa* L. ssp. *sativa* × ssp. *falcata*) odmiany Radius. Odmiana Legend pochodzi ze Stanów Zjednoczonych i wpisana została do rejestru COBORU w 1999 roku [COBORU 2004]. Oprócz większej liczby listków charakteryzuje się większym udziałem białka, niższym włókna oraz odpornością na choroby uwiądowe, takie jak: wertycylioza oraz fuzarioza [Wilczek 2003]. Odmiana Radius została wyhodowana w IHAR i wpisana do rejestru COBORU w 1988 [2004]. Jest to odmiana średnio wczesna, dobrze plonująca i odrastająca.

Bezpośrednio przed siewem w Katedrze Fizyki Akademii Rolniczej w Lublinie naświetlano nasiona lucerny wiązką rozbieżną lasera He-Ne. Do tego celu zastosowano urządzenie do przedśiewnej stymulacji laserowej nasion Kopera i Dygdały [1993] (rys. 1).



Rys. 1. Urządzenie do przedśiewnej laserowej stymulacji nasion metodą wiązki rozbieżnej: 1 – kosz zasypowy z dozownikiem, 2 – rynienka, 3 – wibrator rynienki, 4 – laser, 5 – obiektyw mikroskopowy, 6 – naczynie na nasiona

Fig. 1. A stand for presowing laser treatment of seeds: 1 – charging hopper with metering device, 2 – chute, 3 – vibrator, 4 – laser, 5 – microscopic lense, 6 – seed dish

Eksperyment polowy realizowano na glebie kompleksu pszennego dobrego (klasa bonitacyjna IIIa) w Spiczynie, powiat łęczyński, metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach na poletkach 20 m² każde. Pierwszym czynnikiem doświadczenia były gatunki lucerny (siewna i mieszańcowa), a drugim – dawki gęstości powierzchniowej

mocy wiązki rozbieżnej lasera wynoszące 0 (kontrola), 3 i 6 mW·cm⁻² (oznaczone: R0, R3 i R6), naświetlane 1-, 3- i 5-krotnie (oznaczone jako: ×1, ×3, ×5). Czas naświetlania podczas swobodnego spadku nasion wynosił 0,1 s.

W eksperymencie polowym określono połowę zdolność wschodów, obsadę roślin na 1 m², liczbę pędów lucerny, suchą masę pojedynczego pędu, plon zielonej i suchej masy oraz procentowy udział liści w plonie suchej masy.

Ze względu na duże zachwaszczenie lucerny zastosowano przykaszanie odchwaszczające, dlatego też w roku siewu zebrano tylko jeden pokos zielonki.

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując w tym celu analizę wariancji oraz najmniejszą istotną różnicę (NIR_{0,05}), według testu Tukeya [Oktaba 1994]. Wnioskowanie statystyczne przeprowadzono z 95% prawdopodobieństwem.

Tabela 1. Średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacji w porównaniu z wieloleciem

Table 1. Mean monthly temperature and total rainfall during vegetation period as compared to corresponding perennial values

Miesiąc Month	Średnie miesięczne temperatury Mean monthly temperatures (°C)		Suma opadów Total rainfall (mm)	
	wielolecie – period 1951–2000 lata – years	2002 rok – year	wielolecie – period 1951–2000 lata – years	2002 rok – year
	IV	7,4	8,6	40,6
V	13,0	17,3	58,3	28,6
VI	17,9	17,8	65,8	116,8
VII	17,3	21,6	78,0	131,8
VIII	17,2	20,5	69,7	18,7
IX	7,9	12,9	52,1	42,5
Średnia – Mean/ Suma – Total	13,5	16,4	364,5	356,7

Tabela 2. Dane meteorologiczne w roku siewu podczas wegetacji lucerny

Table 2. Meteorological profile for year of sowing

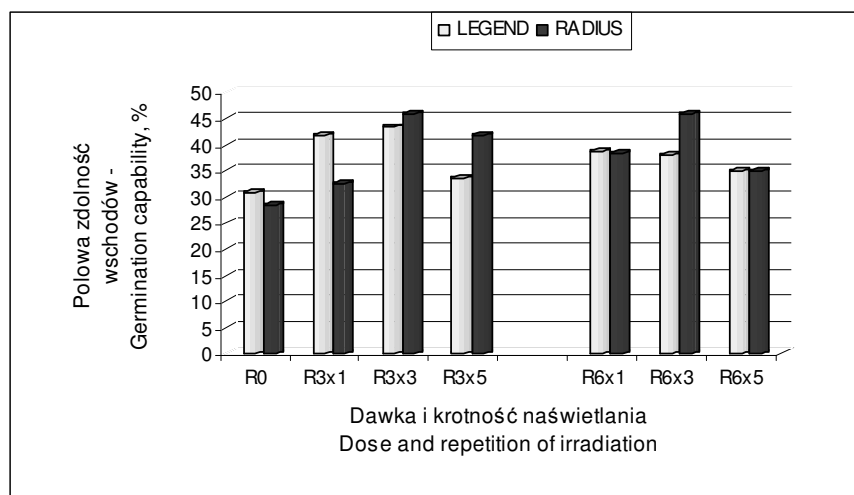
Wyszczególnienie Specification	Rok siewu – Sowing year (2002)			
	siew sowing	przykaszanie cut down	zbiór pierwszego pokosu first cut harvest	suma – total/ średnia – mean
Daty – Termes	7.05	15.07	27.09	7.05–27.09
Okres wegetacji – Vegetation period (dni – days)	-	69	75	144
Średnia dobową temperaturę powietrza Mean twenty-four hours temperature (°C)	-	19,3	16,8	18,0
Suma opadów Total rainfall (mm)	-	244,0	93,4	337,4
Liczba dni z opadami Number of rainy days	-	24	18	42

Warunki klimatyczne w okresie realizacji badań opracowano na podstawie danych ze Stacji Agrometeorologicznej w Felinie. W okresie eksperymentu zestawiono rozkład średnich miesięcznych temperatur i sumy opadów atmosferycznych w porównaniu do danych z wielolecia i przedstawiono w tabeli 1. Oprócz tego podano warunki meteorologiczne podczas wegetacji lucerny w roku siewu (tab. 2).

WYNIKI I DISKUSJA

W okresie wegetacji lucerny zanotowano znacznie wyższą temperaturę powietrza i podobne opady, jak w wieloleciu 1951–2000. W roku 2002 szczególnie wysokie temperatury zanotowano w lipcu i sierpniu, a opady w lipcu i czerwcu. Wegetacja roślin z jednego pokosu wynosiła 75 dni od przykaszania odchwaszczającego do zbioru, w tym czasie zarejestrowano umiarkowane temperatury powietrza (16,8°C) oraz średnie opady (93,4 mm).

Na podstawie analizy wyników badań polowych można stwierdzić, że stymulacja laserowa nasion lucerny siewnej odmiany Legend i mieszańcowej Radius wpłynęła na wzrost polowej zdolności wschodów (rys. 2). Odmiany Legend i Radius, pomimo że zaliczane są do różnych gatunków, odznaczały się podobną polową zdolnością wschodów, która wyniosła odpowiednio 34,6 i 34,1%. Na tak niskie wschody wpłynęły duże opady w czerwcu (tab. 1), które spowodowały zaskorupienie górnej warstwy gleby. Najlepszy efekt zanotowano w obiekcie R3x3 dla odmiany Legend, zaś dla Radius w R6x3. Był on wyższy o odpowiednio 43,3 i 46,0%, w stosunku do kontroli.



Rys. 2. Polowa zdolność wschodów lucerny siewnej i mieszańcowej w zależności od wariantów naświetlania światłem lasera

Fig. 2. Field germination capability of alfalfa and hybrid alfalfa versus laser irradiation pattern

W tabeli 3 przedstawiono istotne różnice obsady roślin na 1 m² po wschodach pomiędzy dawkami naświetlania i odmianami. Obie odmiany charakteryzowały się podobną obsadą roślin (196–200 szt.·m⁻²). Najlepsze efekty otrzymano dla Legend w wariantcie R3×3, zaś dla Radius w obiekcie R6×3. Przewyższały one kontrolę o 40,5 i 62,3%.

Tabela 3. Obsada roślin po wschodach, liczba · m⁻²
Table 3. Growing pattern after germination, number · m⁻²

Obiekt Sample	Odmiana – Variety		Średnia Mean
	Legend	Radius	
R0	185	170	177
R3×1	250	195	222
R3×3	260	275	267
R3×5	202	250	226
R6×1	232	230	231
R6×3	228	276	252
R6×5	210	210	210
Średnia – Mean	196	200	-
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	pomiędzy dawkami naświetlania between dose of irradiation		24,9

Liczba pędów lucerny na 1 m² była istotnie zróżnicowana przez odmiany, dawki naświetlania (tab. 4). Dla obu odmian uzyskano najlepszy efekt w obiekcie R6×5, który przewyższał obiekt kontrolny o 26,0%. Istotnie więcej pędów na 1 m² wytwarzała odmiana Legend w porównaniu z Radius. Ujawniły się istotny efekt kombinacji odmian z dawkami naświetlania, lucerna Legend z obiektem R3×5 i R6×5 oraz Radius z R6×5.

Tabela 4. Liczba pędów lucerny, liczba · m⁻²
Table 4. Number of lucerne shoots, number · m⁻²

Obiekt Sample	Odmiana – Variety		Średnia – Mean
	Legend	Radius	
R0	329	287	308
R3×1	359	344	351
R3×3	336	311	323
R3×5	382	377	379
R6×1	363	351	357
R6×3	348	320	334
R6×5	387	389	388
Średnia – Mean	358	340	-
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	pomiędzy odmianami – between variety: pomiędzy dawkami naświetlania – between dose of irradiation we współdziałaniu odmiany × dawki naświetlania at interaction varieties × doses irradiation		27,0 34,2 44,1

Suchą masę pojedynczego pędu przedstawiono w zależności od odmian i dawek światła lasera w tabeli 5. Istotnie wyższą masę stwierdzono dla pędów odmiany Radius w porównaniu z Legend. Najlepiej oddziaływało na rośliny światło lasera w dawce R3×1, niezależnie od odmian. Masa pędu z tego obiektu istotnie przewyższała pozostałe warianty.

Tabela 5. Sucha masa pojedynczego pędu, g
Table 5. Dry matter of single shoot, g

Obiekt Sample	Odmiana – Variety		Średnia Mean
	Legend	Radius	
R0	0,93	1,24	1,08
R3×1	1,20	1,45	1,32
R3×3	1,00	1,20	1,10
R3×5	0,91	1,13	1,02
R6×1	0,98	1,25	1,11
R6×3	0,89	1,08	0,98
R6×5	0,97	1,15	1,06
Średnia – Mean	0,86	1,06	-
NIR _{0,05}	pomiędzy odmianami – between variety		0,12
LSD _{0,05}	pomiędzy dawkami naświetlania – between dose of irradiation		0,16

Odmiany, dawki naświetlania światłem lasera oraz interakcja wymienionych czynników wpłynęły istotnie na plon zielonej masy (tab. 6). Najlepsze rezultaty dla odmiany Legend otrzymano w obiekcie R3×1 (16,40 t·ha⁻¹), natomiast dla Radius w obiektach R3×1 (18,60 t·ha⁻¹) i R6×5 (17,18 t·ha⁻¹). Wymienione plony istotnie przewyższały otrzymane z pozostałych obiektów. Istotnie wyższe plony wydała odmiana Radius (13,32 t·ha⁻¹) w stosunku do Legend (11,52 t·ha⁻¹).

Tabela 6. Plon zielonej masy, t·ha⁻¹
Table 6. Green matter yield, t·ha⁻¹

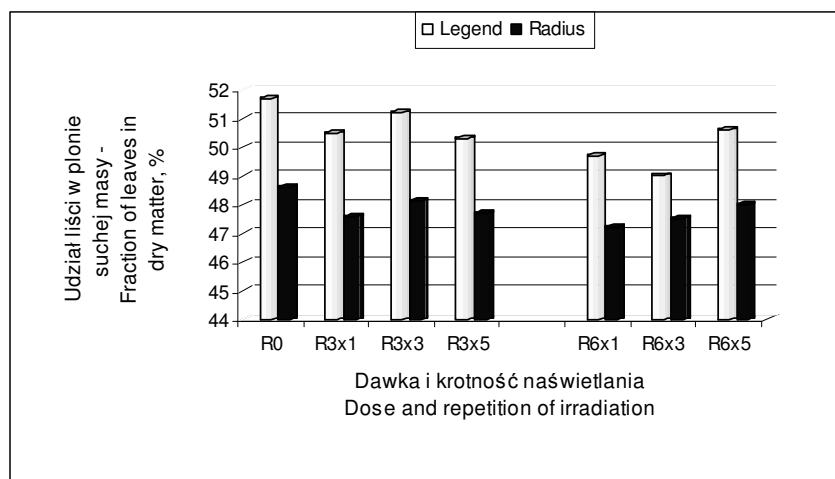
Obiekt Sample	Odmiana – Variety		Średnia Mean
	Legend	Radius	
R0	11,52	13,04	12,28
R3×1	16,40	18,60	17,50
R3×3	12,72	13,91	13,31
R3×5	12,88	15,85	14,36
R6×1	13,04	15,52	14,28
R6×3	11,46	12,48	11,97
R6×5	14,17	17,18	15,67
Średnia – Mean	11,52	13,32	-
NIR _{0,05}	pomiędzy odmianami – between variety		1,67
LSD _{0,05}	pomiędzy dawkami naświetlania – between dose of irradiation		2,17
	we współdziałaniu odmiany × dawki naświetlania at interaction varieties × doses irradiation		3,10

Jedną z najbardziej obiektywnych ocen roślin pastewnych jest plon suchej masy. W naszym eksperymencie zależał on głównie od odmian, dawek naświetlania (tab. 7). Istotnie wyższym plonem suchej masy odznaczała się odmiana Radius (3,55 t·ha⁻¹) w porównaniu z Legend (3,08 t·ha⁻¹). Największe plony suchej masy zanotowano w obiekcie R3×1, które wynosiły odpowiednio 4,98 t·ha⁻¹ dla Radius, natomiast dla odmiany Legend 4,31 t·ha⁻¹.

Otrzymane plony zielonej i suchej masy są stosunkowo niskie, ponieważ uzyskano je w roku siewu tylko z jednego pokosu. Są jednak porównywalne z wynikami uzyskanymi przez innych autorów [Wilczek i Ćwintal 1994].

Tabela 7. Plon suchej masy, t · ha⁻¹
Table 7. Dry matter yield, t · ha⁻¹

Obiekt Sample	Odmiana – Variety		Średnia Mean
	Legend	Radius	
R0	3,07	3,55	3,31
R3×1	4,31	4,98	4,64
R3×3	3,38	3,75	3,56
R3×5	3,49	4,26	3,87
R6×1	3,56	4,38	3,97
R6×3	3,04	3,46	3,25
R6×5	3,77	4,05	3,91
Średnia – Mean	3,08	3,55	-
NIR _{0,05}	pomiędzy odmianami – between variety		0,32
LSD _{0,05}	pomiędzy dawkami naświetlania – between dose of irradiation		0,40
	we współdziałaniu odmiany × dawki naświetlania at interaction varieties × doses irradiation		0,89



Rys. 3. Procentowy udział liści w plonie suchej masy lucerny
Fig. 3. Percentage of leaves as compared to dry matter

Z rysunku 3 wynika, że największy udział liści w plonie suchej masy uzyskano w obiekcie kontrolnym. Szczególnie wysoki, osiągający prawie 52%, dotyczył odmiany Legend. We wszystkich wariantach naświetlania odmiana Legend odznaczała się znacznie wyższą partycypacją liści w porównaniu z odmianą Radius. Naświetlanie nasion wiązką rozbieżną lasera o mocy $6 \text{ mW}\cdot\text{cm}^{-2}$ powodowało zmniejszenie udziału liści w plonie w stosunku do obiektów z dawką $3 \text{ mW}\cdot\text{cm}^{-2}$. Takie wyniki należy tłumaczyć wzrostem długości i masy pędów pod wpływem naświetlania światłem lasera. Podobne zależności stwierdzono w innych badaniach [Sawicki 1995].

W podsumowaniu należy podkreślić, że otrzymane wyniki z efektami stymulacji laserowej nasion, dotyczącymi elementów struktury plonu i plonowania lucerny siewnej i mieszańcowej są w dużym stopniu oryginalne. Nie znaleźliśmy bowiem tego typu wyników zarówno w piśmiennictwie krajowym, jak i zagranicznym.

WNIOSKI

1. Przewidywana stymulacja laserowa wpłynęła istotnie na wzrost liczby roślin lucerny siewnej i mieszańcowej na 1 m^2 . Średnia polowa zdolność wschodów wyniosła w obiekcie kontrolnym 29,5%, w wariantach naświetlanych zaś 38,5 i 39,8%.

2. Liczba pędów na 1 m^2 była istotnie zróżnicowana przez odmiany, dawki naświetlania laserem. Najlepsze rezultaty otrzymano dla odmiany Legend i Radius w obiekcie R6x5.

3. Najwyższą masę pojedynczego pędu zanotowano w obiekcie R3x1 obu badanych odmian. Lucerna Radius wytworzyła pędy o istotnie wyższej masie w porównaniu z Legend.

4. Plony zielonej i suchej masy były istotnie zróżnicowane przez odmiany i dawki naświetlania laserem. Największymi plonami odznaczały się odmiana Radius i Legend w obiekcie R3x1, w którym plon suchej masy wahał się od $4,31 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Legend) do $4,98 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Radius) i przewyższał w obu przypadkach wariant kontrolny o ponad 40%.

PIŚMIENICTWO

- COBORU 2004. Lista odmian roślin rolniczych i warzywnych wpisanych do rejestru w Polsce. Słupia Wielka.
- Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A., Pranagal J., 1997. Wpływ korzeni lucerny (*Medicago varia Martin*) na strukturę gleby silnie zagęszczonej. Cz. I. Analiza Morfologiczna. *Fragm. Agromom.* 4(56), 57–67.
- Dziwulska A., Koper R., 2003. Wpływ przewidzianej biostymulacji laserowej na kiełkowanie nasion lucerny siewnej. *Acta Agroph.* 82, 33–39.
- Dziwulska A., Koper R., Wilczek M., 2004. Ocena wpływu światła lasera He-Ne na zdolność kiełkowania nasion koniczyny białej odmiany Anda. *Acta Agroph.* 3(3), 435–441.
- Jelinowska A., Skrzyński H., 1994. Technologia uprawy roślin – lucerna. Wyd. IUNG Puławy.
- Koper R., Dygdała Z., 1993. Urządzenie do przewidzianej biostymulacji nasion światłem laserowym. Patent UPRP, nr 162598.

- Koper R., Mikos-Bielak M., Próchniak T., Podleśny J., 2000. Wpływ przedśiewnej biostymulacji laserowej nasion łubinu białego na właściwości chemiczne plonów. *Inż. Roln.* 4 (15), 43–52.
- Oktała W., 1994. *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna*. WAR Lublin.
- Podleśny J., Koper R., 1998. Efektywność stosowania przedśiewnej obróbki nasion łubinu białego światłem laserowym. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.* 454, 255–262.
- Sawicki B., 1995. Plonowanie niektórych traw pod wpływem naświetlania materiału siewnego laserem helowo-neonowym. *Annales UMCS*, vol. L, Sect. E, Agricultura, 59–63.
- Staszewski Z., 1975. *Lucerny*. PWRiL Warszawa.
- Wilczek M., 2003. Lucerna mieszańcowa i siewna. [w:] *Szczegółowa uprawa roślin*. Z. Jasińska i A. Kotecki (red.) t. 2, 197–214, WAR Wrocław.
- Wilczek M., Ćwintal M., 1994. Plonowanie lucerny w zależności od rośliny ochronnej i różnych pielęgnacji w roku siewu. *Annales UMCS*, vol. XLIX, 5 Sect. E, Agricultura, 31–36.
- Wilczek M., Koper R., Ćwintal M., Kornilowicz-Kowalska T., 2005a. Germination capacity and health status of alfalfa seeds after. *Intern. Agrophysic* 19, 85–89.
- Wilczek M., Koper R., Ćwintal M., Kornilowicz-Kowalska T., 2005b. Germination capacity and health status of hybrid alfalfa seeds after laser treatment. *Intern. Agrophysic* 19, 257–261.

EFFECT OF LASER STIMULATION ON CROPPING YIELD OF ALFALFA AND HYBRID ALFALFA STUDIED IN SOWING YEAR

Abstract. The seeds of alfalfa cv Legend as well as hybrid alfalfa cv Radius have been irradiated with divergent He-Ne laser beam directly prior sowing. In the field experiment a different varieties of lucerne as well as the six different energy doses of the divergent laser beams as compared to control were considered. The field experiments have been done in Spiczyn administrative district łączyński by using the method of the land random square (20 m²) and four repetitions. The following parameters have been estimated from field experiments: germination ability, growing pattern per 1 m², a number of shoots of lucerne, dry matter of single shoot, cropping yields of green and dry matter, the percentage of leaves in dry matter. The laser irradiation resulted in the growth of the germination ability, number of shoots per 1 m² and the yields of green and dry matter.

Key words: laser stimulation, yield, lucerne seeds

Praca wykonana w ramach projektu badawczego 6P06R 03521.

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 14.06.2006