

OCENA MOŻLIWOŚCI POPRAWY WARTOŚCI SIEWNEJ NASION  
KONICZYNY CZERWONEJ POPRZEZ ZASTOSOWANIE PRZEDSIEWNEJ  
STYMULACJI LASEROWEJ

*Mieczysław Wilczek, Marek Ćwintal*

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

**Streszczenie.** W latach 2005-2007 przeprowadzono badania nad wartością siewną nasion koniczyiny czerwonej (łąkowej) odmiany Dajana. Eksperyment prowadzono metodą kompletnej randomizacji w czterech powtórzeniach. W badaniach uwzględniono dwa czynniki: 1. jakość materiału siewnego koniczyiny czerwonej w latach badań; 2. naświetlanie nasion przed kiełkowaniem rozbieżną wiązką światła lasera He-Ne, o gęstości powierzchniowej mocy 0, 3 i 6 mW·cm<sup>-2</sup>. Nasiona poddano 1, 3 i 5-krotnemu naświetlaniu. Warunki pogodowe podczas dojrzewania koniczyiny czerwonej wpływały istotnie na wartość siewną nasion. Najlepsze rezultaty otrzymano wówczas, gdy średnia dobowa temperatura powietrza wynosiła około 17°C, a opady mieściły się w przedziale 50,0-62,0 mm. Bardzo wysokie opady w tym okresie (275,9 mm) wpływały negatywnie na wartość siewną materiału nasiennego, podwyższając procent nasion kiełkujących nienormalnie i porażonych przez patogeny grzybowe. Stymulacja nasion światłem lasera podwyższała w stosunku do próby kontrolnej energię kiełkowania i udział nasion normalnie kiełkujących, obniżała zaś procent nasion nienormalnie kiełkujących i twardych. Wysoką zdolność kiełkowania zanotowano w latach 2005 i 2007, co kwalifikuje te nasiona jako materiał siewny. Nasiona zebrane w 2006 roku nie nadawały się do tego celu.

Słowa kluczowe: koniczyina czerwona, wartość siewna, laser, pogoda, dojrzewanie

## WSTĘP

Z dotychczas przeprowadzonych badań nad laserową stymulacją nasion roślin rolniczych i ogrodniczych wynika, że może wpływać ona na układ enzymatyczny, przyspieszający rozkład skrobi i kiełkowanie nasion (Dziwulska i in. 2004, Li i Feng 1996, Milberg i in. 1996, Wilczek i in. 2004), efektywność fotosyntezy i transpiracji (Ćwintal i Olszewski 2007, Wilczek i Fordoński 2007, Chen i in. 2005), przebieg wzrostu i rozwoju roślin (Ćwintal i Sowa 2006, Podleśny 2002, Wilczek i in. 2006),

plon biomasy (Dziwulska i in. 2004, Podleśny 2002, Wilczek i in. 2006, Chen i in. 2005) i jej jakość (Ćwintal i Wilczek 2007, Cai i in. 2000, Qi i in. 2000).

Światło lasera wykorzystywane w stymulacji nasion wywołuje efekty biologiczne zarówno w krótkim jak i dłuższym okresie wegetacji różnych gatunków i odmian roślin. O jakości siewnej nasion decyduje pogoda podczas dojrzewania roślin (Górski i Bawolski 1979, Wilczek 1984, Wilczek i Ćwintal 2003, Wilczek i Ćwintal 2008). Wpływa ona bowiem na wykształcenie nasion, zawartość w nich substancji energetycznych, budowę siewki, okrywy nasiennej itp. (Bochenek i in. 2000, Wilczek i Ćwintal 2008). Nasiona otrzymane w warunkach suszy lub nadmiernych opadów podczas ich wykształcania i dojrzewania, kiełkują słabo, a często nie nadają się na materiał siewny (Wilczek 1984, Wilczek i Ćwintal 2008). Powstają więc pytania – w jakich warunkach pogodowych można otrzymać dobry materiał siewny?; czy stymulacja laserowa może podwyższyć wartość siewną nasion uzyskanych przy niesprzyjającej pogodzie ?. Wychodząc z tych przesłanek podjęto badania nad wartością siewną nasion koniczyny czerwonej. Pod tym terminem należy rozumieć zdolność kiełkowania, udział nasion normalnie i nienormalnie kiełkujących, zawartość nasion twardych oraz porażonych chorobami. Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanych dawek naświetlania laserem, na nasiona otrzymane w sprzyjających (2005, 2007) i niesprzyjających (2006) warunkach pogodowych, podczas dojrzewania koniczyny czerwonej, w aspekcie ich wartości siewnej. Aktualność podjętego tematu wydaje się nie podlegać wątpliwości, ponieważ poza ogólnymi stwierdzeniami, nie spotkano w literaturze takiego ujęcia problemu.

#### MATERIAŁ I METODY

W latach 2005-2007 przeprowadzono badania nad wartością siewną nasion koniczyny czerwonej (łąkowej), odmiany Dajana. W badaniach uwzględniono dwa czynniki: 1. jakość materiału siewnego koniczyny czerwonej w latach badań; 2. naświetlanie nasion przed kiełkowaniem rozbieżną wiązką światła lasera He-Ne, o gęstości powierzchniowej mocy 3 i 6 mW·cm<sup>-2</sup>. Nasiona poddano 1, 3 i 5-krotnemu naświetlaniu. Obiekt kontrolny stanowiły nasiona nie stymulowane światłem laserowym. Kombinacje naświetleń oznaczono następująco: R0 – próba kontrolna; R3x1 – jednokrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 3 mW·cm<sup>-2</sup>; R3x3 – trzykrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 3 mW·cm<sup>-2</sup>; R3x5 – pięciokrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 3 mW·cm<sup>-2</sup>; R6x1 – jednokrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 6 mW·cm<sup>-2</sup>; R6x3 – trzykrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 6 mW·cm<sup>-2</sup>; R6x5 – pięciokrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 6 mW·cm<sup>-2</sup>.

Eksperyment prowadzono metodą kompletnej randomizacji w czterech powtórzeniach i określono w nim energię kiełkowania nasion (po 4 dniach) oraz procentowy udział nasion normalnie i nienormalnie kiełkujących, nasion twardych i porażonych chorobami (po 10 dniach). Dla każdego wariantu naświetlania laserem i pogody podczas dojrzewania koniczyny kiełkowano po 100 nasion w temperaturze 20°C, na płytce Petriego, wyłożonej bibułą nasączoną wodą, zgodnie z zaleceniami ISTA (1999) i Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań, dotyczących wytwarzania oraz jakości materiału siewnego (Dz. U. z dn. 15. 03. 2005 r.). Kiełkowanie przeprowadzono każdego roku, około 3 miesiące po zbiorze koniczyny w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Do naświetlania nasion laserem wykorzystano urządzenie skonstruowane przez Kopera i Dygdałę (1994), z laserem He-Ne o mocy 40 mW i długości fali 632,4 nm. Czas naświetlania swobodnie spadających nasion wynosił 0,1 s.

Z nasion poddanych kiełkowaniu wyodrębniono: normalnie kiełkujące, nienormalnie kiełkujące, twarde i porażone chorobami, zgodnie z przepisami ISTA (1999). Do nasion normalnie kiełkujących zaliczono takie, z których siewki osiągały prawidłowy rozwój podstawowych organów (korzonek, łodyżka, liścienie). Za nasiona nienormalnie kiełkujące uważa się te, których siewki nie wykazały cech zapewniających rozwój roślin w sprzyjających warunkach siedliskowych (krótki lub skarlłowaciały korzeń główny, uszkodzone korzenie boczne, krótka lub skręcona łodyżka podliścieniowa, brak liścieni itp.). Do twardych zalicza się zdrowe nasiona koniczyny czerwonej, które ze względu na dużą zwartość komórek okrywy nasiennej, nie pobrały dostatecznej ilości wody do napełnienia oraz nie wytworzyły kiełków i siewek w ciągu 10 dni. Zgodnie z polskimi przepisami, gdy udział nasion twardych nie przekracza 20% dolicza się je do nasion normalnie kiełkujących przy określaniu zdolności kiełkowania koniczyny czerwonej (Dz. U. 2005). Nasiona porażone przez choroby grzybowe to częściowo pleśniejące, martwe, gnijące lub całkowicie pokryte pleśnią, niezdolne do kiełkowania.

Masa 1000 nasion wynosiła 1,90 g w 2005, 1,69 g w 2006 i 1,93 g w 2007 roku. Nasiona wykorzystane w eksperymencie otrzymano z Polowej Stacji Doświadczalnej w Parczewie, a pogodę podczas dojrzewania koniczyny czerwonej określono w latach 2005-2007, na podstawie danych ze Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Uhninie.

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie wykorzystując analizę wariancji i  $NIR_{0,05}$  według testu Tukeya.

## WYNIKI

Charakterystykę warunków meteorologicznych podczas dojrzewania koniczyny czerwonej przedstawiono w tabeli 1. Długość podokresu dojrzewania trwa-

ła od 29 w 2005 do 44 dni w 2006 roku. Najwcześniej rozpoczęło się dojrzewanie w roku 2006 (2 sierpnia), a najpóźniej w 2005 (8 sierpnia). Średnia dobową temperatura powietrza podczas dojrzewania koniczyny była mało zróżnicowana w latach, bo od 17,0 do 17,3°C. Warunki termiczne podczas dojrzewania koniczyny były korzystne w latach badań (Górski i Bawolski 1979, Wilczek 1984). Elementem bardziej zróżnicowanym w tym podokresie były opady. Wahały się one od 50,4 (2005) do 275,9 mm (2006). O ile opady w latach 2005 i 2007 były zbliżone, to w 2006 roku były bardzo wysokie i przedłużyły okres dojrzewania koniczyny oraz wpłynęły na 12-14% obniżkę masy 1000 nasion. Podobne nadmierne opady podczas dojrzewania koniczyny zarejestrowano w roku 1974 (209 – 275 mm), które przy stosunkowo niskiej temperaturze powietrza 8,2-9,3°C wpłynęły zdecydowanie na obniżenie masy 1000 nasion do 1,11 g, które praktycznie były pośladem (Wilczek 1984). W roku 2006 obniżka masy 1000 nasion była znacznie niższa, ponieważ stosunkowo wysoka temperatura podczas dojrzewania roślin (17,3°C), wpłynęła prawdopodobnie na większe odparowanie wody i obniżyła częściowo negatywny efekt nadmiernych opadów. Opady zanotowane podczas dojrzewania koniczyny w latach 2005 i 2007 należy uznać za odpowiednie do dobrego wykształcenia nasion (Wilczek 1984, Wilczek i Ćwintal 2008). Duża liczba dni z opadami (24) w 2006 roku, była elementem meteorologicznym niesprzyjającym dojrzewaniu nasion koniczyny czerwonej, ponieważ powodowała nadmierną wilgotność strąków w główce. Z kolei liczbę dni z deszczem w latach 2005 i 2007 należy uznać za sprzyjającą dojrzewaniu koniczyny (Górski i Bawolski 1979, Wilczek 1984).

**Tabela 1.** Charakterystyka warunków meteorologicznych podczas dojrzewania koniczyny czerwonej uprawianej na nasiona

**Table 1.** Characteristics of weather conditions during ripening of red clover grown for seeds

Wyszczególnienie Specification	Lata – Years		
	2005	2006	2007
Długość podokresu (dni) Subperiod duration (days)	08. 08-05. 09 29	02. 08-14.09 44	06. 08-07.09 33
Średnia dobową temperatura powietrza w podokresie Daily mean air temperature (°C)	17,0	17,3	17,1
Suma opadów w podokresie Rainfall sum in subperiod (mm)	50,4	275,9	62,0
Liczba dni z opadami Number of days with rainfall	7	24	9

W tabeli 2 przedstawiono energię kiełkowania nasion koniczyny czerwonej w zależności od lat i dawek naświetlania laserem. Istotnie niższą energię kiełkowania koniczyny stwierdzono w 2006 roku, natomiast w pozostałych latach zanotowano zbliżone wyniki. Wszystkie dawki naświetlania laserem, z wyjątkiem R3x3, istotnie podwyższyły energię kiełkowania nasion w stosunku do wariantu kontrolnego. Największy jej wzrost wyniósł 9,4% w obiekcie R3x5.

**Tabela 2.** Energia kiełkowania nasion koniczyny czerwonej (%)

**Table 2.** Germination energy (%)

A. Dawki naświetlania Irradiation rates	B. Lata – Years			$\bar{X}$
	2005	2006	2007	
R0	32,0	23,5	33,5	29,7
R3x1	34,1	33,7	35,6	34,4
R3x3	36,0	25,2	37,8	33,0
R3x5	42,3	31,9	44,0	39,1
R6x1	39,0	22,7	42,5	34,7
R6x3	41,8	26,3	44,0	37,4
R6x5	43,9	27,2	43,5	38,2
$\bar{X}$	38,4	27,1	40,1	–

NIR<sub>0,05</sub> – LSD<sub>0,05</sub> pomiędzy – between: latami – years = 2,9; dawkami naświetlania – irradiation rates = 3,5; we współdziałaniu – at interaction A x B = 6,2

Wysoki procentowy udział nasion normalnie kiełkujących zanotowano w latach 2005 i 2007 (tab. 3). Średnie wartości tego parametru wynosiły odpowiednio 81,3% i 82,2%, istotnie przewyższając średnią z roku 2006. Zastosowane do stymulacji nasion dawki naświetlania laserem (R3x5 i R6x5) istotnie podwyższyły procent nasion normalnie kiełkujących. W pozostałych wariantach naświetlania zanotowano tylko tendencję wzrostową. Wystąpiło również istotne współdziałanie między pogodą podczas dojrzewania koniczyny a dawkami lasera wykorzystanymi w stymulacji. Na podkreślenie zasługuje fakt, że procent nasion normalnie kiełkujących znacznie wzrósł w roku 2006 pod wpływem naświetlania laserem (od R3x3 do R6x5). Zwyżka ta była największa w wariantcie R6x5 i wynosiła 16,0% w stosunku do próby kontrolnej. Wyniki otrzymane w roku 2005 i 2007 mają swoje potwierdzenie w innych badaniach (Dziwulska i in. 2004, Milberg i in. 1996, Podleśny 2002, Wilczek i in. 2004).

**Tabela 3.** Udział nasion normalnie kiełkujących (%)  
**Table 3.** Normally germinating seeds (%)

A. Dawki naświetlania Irradiation rates	B. Lata – Years			$\bar{X}$
	2005	2006	2007	
R0	78,6	40,5	79,2	66,1
R3x1	80,7	40,2	81,4	67,4
R3x3	80,3	48,7	80,6	69,9
R3x5	81,4	55,0	85,3	73,9
R6x1	80,8	52,4	81,9	71,7
R6x3	83,5	50,0	83,4	72,3
R6x5	84,1	56,5	83,9	74,8
$\bar{X}$	81,3	49,0	82,2	-

NIR<sub>0,05</sub> – LSD<sub>0,05</sub> pomiędzy – between: latami – years = 5,8; dawkami naświetlania – irradiation rates = 7,4; we współdziałaniu – at interaction A x B = 15,1.

Bardzo wysoki procent (31,9-44,8) nasion nienormalnie kiełkujących stwierdzono w roku 2006 (tab. 4). Ich udział wynosił średnio 37,8% i istotnie przewyższał odpowiednie wyniki z roku 2005 (6,4%) i 2007 (4,4%). Prawdopodobnie nadmierne opady podczas dojrzewania roślin spowodowały słabsze wykształcenie nasion oraz zakłócenia w łańcuchu reakcji enzymatycznych dostarczających energii z rozkładu skrobi i białka (Bochenek i in. 2000). Zastosowane dawki światła laserowego obniżyły udział nasion nienormalnie kiełkujących o 12,1% w wariancie R6x5. Nasiona nienormalnie kiełkujące wytworzyły najczęściej tylko korzonek lub korzonek i część łodyżki w ciągu 10 dni kiełkowania. Stymulacja laserowa nasion wpłynęła na istotne obniżenie udziału nasion nienormalnie kiełkujących w materiale siewnym koniczyny. Wyniki te mają potwierdzenie w innych badaniach (Aladjadjiyan 2007, Dziwulska i in. 2004, Pastore i in. 1996, Cai 2000, Wilczek i in. 2004).

Udział nasion twardych był najniższy (1,8%) w 2006, natomiast istotnie większy w 2005 (7,7%) i w 2007 (8,3%) roku (tab. 5). Duża ilość opadów podczas dojrzewania była czynnikiem ograniczającym powstawanie nasion twardych. Promienie lasera spowodowały istotne obniżenie zawartości nasion twardych we wszystkich obiektach w stosunku do próby kontrolnej. Dzieje się tak dlatego, ponieważ promienie lasera rozluźniają zwartość komórek w okrywie nasiennej (Dziwulska i in. 2004, Podleśny 2002, Wilczek i in. 2004).

**Tabela 4.** Udział nasion nienormalnie kiełkujących (%)  
**Table 4.** Abnormally germinating seeds (%)

A. Dawki naświetlania Irradiation rates	B. Lata – Years			$\bar{X}$
	2005	2006	2007	
R0	7,3	44,0	4,8	18,7
R3x1	6,9	44,8	4,1	18,6
R3x3	8,0	38,5	6,4	17,6
R3x5	6,1	34,7	0,7	13,7
R6x1	6,4	35,4	6,5	16,1
R6x3	5,2	35,1	4,9	15,1
R6x5	5,2	31,9	4,1	13,7
$\bar{X}$	6,4	37,8	4,4	-

$NIR_{0,05} - LSD_{0,05}$  pomiędzy – between: latami – years = 1,8; dawkami naświetlania – irradiation rates = 2,4.

**Tabela 5.** Udział nasion twardych (%)  
**Table 5.** Hard seeds (%)

A. Dawki naświetlania Irradiation rates	B. Lata – Years			$\bar{X}$
	2005	2006	2007	
R0	9,5	3,2	10,8	7,8
R3x1	8,3	3,0	9,5	6,9
R3x3	7,0	1,8	9,0	5,9
R3x5	7,5	0,7	7,0	5,1
R6x1	8,0	1,9	7,5	5,8
R6x3	7,2	1,1	8,0	5,4
R6x5	6,4	1,0	6,5	4,6
$\bar{X}$	7,7	1,8	8,3	-

$NIR_{0,05} - LSD_{0,05}$  pomiędzy – between: latami – years = 0,49; dawkami naświetlania – irradiation rates = 0,63; we współdziałaniu – at interaction A x B = 1,38.

Ponad 11% nasion było porażonych patogenami chorobowymi w 2006 (tab. 6), natomiast istotnie mniej w 2005 (4,5%) i 2007 (4,9%) roku. Prawdopodobnie

duża ilość opadów w połączeniu z wysoką temperaturą były czynnikami stymulującymi porażenie nasion przez choroby grzybowe (Narkiewicz-Jodko 1986, Wilczek i Ćwintal 2008, Wilczek i in. 2004). Promienie lasera istotnie obniżyły udział nasion porażonych patogenami chorobowymi w porównaniu z próbą kontrolną, ale dotyczyło to tylko niektórych dawek (R3x3, R6x1). Wpływ stymulacji laserowej na patogenny grzybowe zasiedlające okrywę nasienną nie jest jednoznaczny. Zależy to bowiem od występujących szczepów grzybów. Grzyby z rodzaju *Phoma*, a przede wszystkim *Penicillium* są ograniczane przez promienie lasera, natomiast grzyby z rodzaju *Alternaria* wzmagają swój rozwój pod wpływem tego czynnika (Wilczek i in. 2004).

**Tabela 6.** Udział nasion porażonych patogenami chorobowymi (%)  
**Table 6.** Seeds infested by disease-invoking pathogens (%)

A. Dawki naświetlania Irradiation rates	B. Lata – Years			$\bar{X}$
	2005	2006	2007	
R0	4,6	12,3	5,2	7,4
R3x1	4,1	12,0	5,0	7,0
R3x3	4,7	11,0	4,0	6,6
R3x5	5,0	9,6	7,0	7,2
R6x1	4,8	10,3	4,1	6,4
R6x3	4,1	13,8	3,7	7,2
R6x5	4,3	10,6	5,5	6,8
$\bar{X}$	4,5	11,4	4,9	-

NIR<sub>0,05</sub> – LSD<sub>0,05</sub> pomiędzy – between: latami – years = 0,58; dawkami naświetlania – irradiation rates = 0,72.

Zdolność kiełkowania nasion koniczyny czerwonej w zależności od badanych czynników przedstawiono w tabeli 7. Zgodnie z obowiązującymi przepisami na zdolność kiełkowania składa się suma nasion kiełkujących normalnie i nasion twardych w ilości do 20%. Wymagana zdolność kiełkowania dla materiału siewnego koniczyny czerwonej wynosi co najmniej 80% (Dz. U. 2005). Wysoką zdolność kiełkowania stwierdzono w 2005 (89%) oraz w 2007 (90,6%) roku. Nie nadawały się natomiast na materiał siewny nasiona otrzymane w 2006 roku. Wprawdzie stymulacja laserowa podwyższyła ich zdolność kiełkowania o kilka procent, ale nie zapewniła osiągnięcia wymaganej 80% zdolności kiełkowania. Dawki naświetlania laserem nie różnicowały znacząco zdolności kiełko-



wania nasion. Wystąpiło natomiast istotne współdziałanie pogody podczas dojrzewania nasion z naświetlaniem. Podsumowując należy stwierdzić, że nasiona otrzymane w latach 2005 i 2007 nadawały się w pełni na materiał siewny, natomiast uzyskane w roku 2006 były nieprzydatne do tego celu.

**Tabela 7.** Zdolność kiełkowania nasion koniczyny czerwonej (%)

**Table 7.** Red clover seed germination ability (%)

A. Dawki naświetlania Irradiation rates	B. Lata – Years			$\bar{X}$
	2005	2006	2007	
R0	88,1	43,7	90,0	73,9
R3x1	89,0	43,2	90,9	74,4
R3x3	87,3	50,5	89,6	75,8
R3x5	88,9	55,7	92,3	79,0
R6x1	88,8	54,3	89,4	77,5
R6x3	90,7	51,1	91,4	77,7
R6x5	90,5	57,5	90,4	79,4
$\bar{X}$	89,0	50,8	90,6	-

NIR<sub>0,05</sub> – LSD<sub>0,05</sub> pomiędzy – between: latami – years = 6,8; dawkami naświetlania – irradiation rates = r. n. – n. s; we współdziałaniu – at interaction A x B = 18,3.

## WNIOSKI

1. Warunki pogodowe podczas dojrzewania koniczyny czerwonej wpływają istotnie na wartość siewną nasion. Najlepsze rezultaty otrzymano wówczas, gdy średnia dobowa temperatura powietrza wynosiła około 17°C, a opady mieściły się w przedziale 50,0 – 62,0 mm. Bardzo wysokie opady w tym okresie (275,9 mm) wpływały negatywnie na wartość materiału siewnego, podwyższając procent nasion kiełkujących nienormalnie i porażonych przez patogenny grzybowe.

2. Stymulacja nasion światłem lasera podwyższała w stosunku do próby kontrolnej energię kiełkowania i udział nasion normalnie kiełkujących, obniżała zaś procent nasion nienormalnie kiełkujących i twardych.

3. Wysoką zdolność kiełkowania zanotowano w latach 2005 i 2007 co kwalifikuje te nasiona jako materiał siewny. Nasiona zebrane w 2006 roku nie nadawały się do tego celu.

## PIŚMIENNICTWO

- Aladjadjiyan A., 2007. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. J. Cent. Eur. Agric, 8, 3, 369-380.
- Bochenek A., Górecki R.J., Grzesiuk S., 2000. Ogólne właściwości biologiczne nasion. Nasiennictwo (pod red. Duczmal K.W., Tucholska H.), PWR i L Poznań, t. 1, 116-170.
- Cai S.W., Qi Z., Ma X.L., 2000. The effects of He-Ne laser irradiation on soluble protein synthesis of corn seedling. Chin. J. Lasers, 27, 284-288.
- Chen Y.-P., Yue M., Wang X.-L., 2005. Influence of He-Ne laser irradiation on seeds thermodynamic parameters and seedlings growth of *Isatis indogotica*. Plant Science, 168, 601-606.
- Ćwintal M., Olszewski J., 2007. Wpływ przedświejnej laserowej stymulacji nasion na intensywność fotosyntezy i transpiracji oraz plonowanie lucerny. Acta Agrophysica, 9(2), 345-352.
- Ćwintal M., Sowa P., 2006. Efekty przedświejnej stymulacji nasion lucerny światłem lasera w roku siewu i latach pełnego użytkowania. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura, 5(1), 11-23.
- Ćwintal M., Wilczek M., 2007. Jakość di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w zależności od przedświejnej laserowej stymulacji nasion. Acta Agrophysica, 10(1), 31-46.
- 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.
- Górski T., Bawolski S., 1979. Agroklimatyczne podstawy rejonizacji upraw koniczyny czerwonej na nasiona. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 224, 285-289.
- International Seed Testing Association (ISTA), 1999. International Rules for Seed Testing. Seed. Sci. Technol., suplement 24.
- Koper R., Dygdała Z., 1994. Urządzenie do obróbki przedświejnej nasion promieniowaniem laserowym. Patent RP. Nr 162598.
- 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.
- Milberg P., Andersson L., Noronha A., 1996. Seed germination after short-duration light exposure: implications for the photocontrol of weeds. J. Appl. Ecol., 33, 1469-1478.
- Narkiewicz - Jodko M., 1986. Wartość siewna przechowywanego ziarna zbóż w aspekcie fitopatologicznym. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, 55, 56-68.
- 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., 2002. 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.
- Qi Z., Cai S.W., Wang X.L., 2000. The effect of He-Ne laser irradiation on soluble protein synthesis, Chin. J. Northwest Univ., 30, 45-48.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań, dotyczących wytwarzania oraz jakości materiału siewnego. Dz. U. z dn. 15. 03. 2005r.
- Wilczek M., 1984. Agroekologiczne aspekty rejonizacji plantacji nasiennych koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.) na terenie lubelszczyzny. Cz. I. Rejony produkcji a struktura plonów nasion. Cz. II. Plony nasion. Biul. IHAR, 154, 93-109.
- Wilczek M., Ćwintal M., 2003. Wpływ warunków pogodowych i glebowych na długość kwitnienia nasiennej koniczyny czerwonej. Ann. Univ. Marie Curie-Skłodowska, vol. XIII, sec. EEE, 263-269.
- Wilczek M., Ćwintal M., 2008. Wpływ anomalii pogodowych podczas kwitnienia i dojrzewania koniczyny czerwonej w 2006 roku na wielkość i strukturę plonu nasion. Acta Agrophysica, 12(1), 235-243.

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

POSSIBILITIES OF IMPROVING THE SEEDING VALUE OF RED CLOVER SEEDS BY APPLYING PRE-SOWING LASER STIMULATION.

*Marek Ćwintal, Mieczysław Wilczek*

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

**Abstract.** Studies upon sowing value of red (meadow) clover seeds of Dajana cv. were carried out in 2005-2007. The experiment was conducted by means of complete randomisation in four replications. Studies included two factors: 1. quality of red clover seeding value in study years; 2. seed irradiation before germination, using divergent He-Ne laser beam at power surface densities of 0, 3, and 6 mW cm<sup>-2</sup>. Seeds were also subjected to 1, 3, or 5-fold laser stimulations. Weather conditions during red clover ripening significantly affected the seed sowing value. The best results were achieved when mean daily air temperature was about 17°C, while precipitation sums ranged between 50.0 and 62.0 mm. Very high rainfalls in that period (275.9 mm) had a negative influence on the value of sowing material by increasing the percentage of seeds abnormally germinating and infected by fungal pathogens. The seed stimulation with laser elevated the germination energy – in reference to the control – as well as the share of germinating seeds, while decreasing the percentage of abnormally germinating and hard seeds. High germination ability was recorded in 2005 and 2007, which qualified these seeds as sowing material. Seeds harvested in 2006 appeared to be unsuitable for that.

**Key words:** red clover, sowing value, laser, weather, ripening