

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

MAREK ĆWINTAL, PIOTR SOWA

### **Wpływ zapraw nasiennych i stymulacji laserowej na kiełkowanie nasion koniczyny czerwonej**

---

Influence of seed dressings and laser stimulation  
on red clover seeds germination

**Streszczenie.** W latach 2005–2006 przeprowadzono eksperyment laboratoryjny, w którym oceniano wartość siewną nasion koniczyny czerwonej – łąkowej, odmiany Dajana. Doświadczenie założono w czterech powtórzeniach, metodą kompletnej randomizacji. W badaniach uwzględniono dwa czynniki: 1. naświetlanie nasion przed kiełkowaniem rozbieżną wiązką światła lasera He-Ne, o gęstości powierzchniowej mocy 0, 4 i 8 mW·cm<sup>-2</sup> (R0, R4, R8), które stosowano 1-, 2- i 4-krotnie; 2. zaprawy nasienne: 0 (kontrola), Funaben T, Sarfun T 450 FS, Super Homai 70 DS. W materiale siewnym koniczyny czerwonej określono energię kiełkowania, procent nasion normalnie i nienormalnie kiełkujących, twardych, porażonych chorobami grzybowymi oraz ich zdolność kiełkowania. Stwierdzono, że badane zaprawy nasienne istotnie zwiększały zdolność kiełkowania koniczyny czerwonej, a także procentowy udział nasion normalnie kiełkujących. Zmniejszyły natomiast istotnie energię kiełkowania, procent nasion porażonych chorobami grzybowymi oraz nienormalnie kiełkujących i twardych. Laserowa stymulacja nasion koniczyny, szczególnie w większej dawce promieniowania, istotnie zwiększała energię kiełkowania i udział nasion normalnie kiełkujących, a zmniejszała procent nasion twardych.

**Słowa kluczowe:** koniczyna czerwona, nasiona, laser, zaprawy nasienne

#### WSTĘP

Koniczyna czerwona – łąkowa (*Trifolium pratense* L.) jest najważniejszym gatunkiem z wieloletnich roślin motylkowatych, uprawianym na paszę dla zwierząt. Jej nasiona przeznaczone do siewu powinny spełniać określone wymogi jakościowe [Rozporządzenie... 2005]. Charakterystyczną cechą materiału siewnego wieloletnich roślin motylkowatych jest obecność nasion twardych, anormalnie kiełkujących i porażonych patogenami grzybowymi [Starzycki 1981, Bochenek i in. 2000]. W celu poprawy wartości siewnej takich nasion stosuje się różne metody ich uszlachetniania. Są wśród nich czynniki fizyczne, takie jak np. światło laserowe, oraz chemiczne, takie jak zaprawy nasienne. W przypadku nasion koniczyny czerwonej stosowanie zapraw nasiennych może

budzić wrażliwości, ponieważ substancje czynne ochraniające nasiona przed patogenami mogą być szkodliwe dla rozwoju bakterii *Rhizobium* [Martyniuk i in. 1999, 2000, 2003]. W poszukiwaniu alternatywnych metod uszlachetniania nasion wiele uwagi poświęcono ostatnio stymulacji laserowej. Pod wpływem naświetlania nasion laserem uzyskiwano pozytywne efekty zarówno parametrów kiełkowania, jak i plonowania różnych gatunków roślin uprawnych [Li i Feng 1996, Podleśny 2002, Dziwulska i in. 2004, Wilczek i in. 2004, Aladjadjyan 2007].

Powyższe zagadnienia stanowiły inspirację do przeprowadzenia badań laboratoryjnych, których celem było określenie wpływu stymulacji laserowej i stosowania zapraw nasiennych na kiełkowanie i wartość siewną nasion koniczyny czerwonej.

#### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Eksperyment laboratoryjny nad oceną wartości siewnej nasion koniczyny czerwonej (łąkowej) odmiany Dajana przeprowadzono w latach 2005–2006 w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin UP w Lublinie. W badaniach uwzględniono dwa czynniki: 1. naświetlanie nasion przed kiełkowaniem rozbieżną wiązką światła lasera He-Ne, o gęstości powierzchniowej mocy 4 i 8 mW·cm<sup>-2</sup>. Nasiona poddano 1-, 2- i 4-krotnemu naświetlaniu. Obiekt kontrolny stanowiły nasiona niestymulowane światłem laserowym. Kombinacje naświetleń oznaczono następująco: R0 – kontrola, R4 × 1 – jednokrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 4 mW·cm<sup>-2</sup>, R4 × 2 – dwukrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 4 mW·cm<sup>-2</sup>, R4 × 4 – czterokrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 4 mW·cm<sup>-2</sup>, R8 × 1 – jednokrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 8 mW·cm<sup>-2</sup>, R8 × 2 – dwukrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 8 mW·cm<sup>-2</sup>, R8 × 4 – czterokrotne naświetlanie nasion laserem o mocy 8 mW·cm<sup>-2</sup>; 2. zaprawy nasienne: brak 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<sup>3</sup>), Super Homai 70 DS (s.a. – 35% tiofanat metylowy + 20% tiuram + 15% diazynon – insektycyd).

Nasiona koniczyny pochodziły z obiektu kontrolnego ścisłego doświadczenia polowego, przeprowadzonego w latach 2004–2005, w Polowej Stacji Doświadczalnej w Parczewie.

Naświetlanie laserem stosowano dzień przed wysiewem. Wykorzystano w tym celu urządzenie skonstruowane 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 swobodnego 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.

Eksperyment prowadzono metodą kompletnej randomizacji w czterech powtórzeniach na płytkach Petriego, w temperaturze 20°C. Podłoże stanowiła bibuła nasączona wodą. Na każdej płytce kiełkowano po 100 nasion, zgodnie z zaleceniami ISTA [1999] i Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań, dotyczących wytwarzania oraz jakości materiału siewnego [Rozporządzenie... 2005]. W nasionach poddanych kiełkowaniu określono energię kiełkowania (po 4 dniach) oraz procentowy udział nasion normalnie i nienormalnie kiełkujących, nasion twardych i porażonych chorobami (po 10 dniach). Do nasion normalnie kiełkujących

zaliczono takie, z których siewki osiągały prawidłowy rozwój podstawowych organów (korzonka, łodyżki, liścieni). Nasiona nienormalnie kiełkujące to te, których siewki nie wykazały cech zapewniających rozwój roślin w sprzyjających warunkach siedliskowych (krótka lub skarlłowaciały korzeń główny, uszkodzone korzenie boczne, krótka lub skręcona łodyżka podliścieniowa, brak liścieni itp.). Nasiona twarde to zdrowe nasiona koniczyny czerwonej, które ze względu na nieprzepuszczalność okrywy nasiennej nie napęczniały oraz nie wytworzyły kiełków i siewek w ciągu 10 dni. Zgodnie z polskimi przepisami do 20% nasion twardych dolicza się do nasion normalnie kiełkujących przy określaniu zdolności kiełkowania koniczyny czerwonej [Rozporządzenie... 2005]. Do nasion porażonych przez choroby grzybowe zalicza się częściowo pleśniejące, martwe, gnijące lub całkowicie pokryte pleśnią, niezdolne do skiełkowania. Pogodę podczas wegetacji odrostu nasiennego koniczyny czerwonej w latach 2004–2005 podano w pracy Ćwintal i in. [2010]. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując analizę wariancji i  $NIR_{0,05}$  według testu Tukeya.

#### WYNIKI

Ocenę wartości siewnej nasion koniczyny czerwonej w zależności od badanych czynników podano jako średnią z dwu lat badań, ze względu na brak istotnej interakcji z latami.

Energia kiełkowania nasion koniczyny czerwonej istotnie różniła się w zależności od badanych czynników oraz ich współdziałania (tab. 1). Wszystkie zastosowane zaprawy obniżyły energię kiełkowania nasion w porównaniu z obiektem kontrolnym. Największy spadek wystąpił w przypadku zaprawy Super Homai 70 DS, która istotnie obniżyła energię kiełkowania także w stosunku do pozostałych zapraw. Z kolei naświetlanie nasion laserem we wszystkich kombinacjach istotnie zwiększało ich energię kiełkowania na tle obiektu kontrolnego. Z dawek światła lasera najefektywniejsza okazała się kombinacja  $R8 \times 4$ . Współdziałanie zapraw i naświetlania wykazało, że stymulacja laserowa w większości przypadków istotnie zwiększała energię kiełkowania nasion zaprawianych zaprawami nasiennymi, z tym że zależność taka wyraźniej wystąpiła przy większej dawce światła lasera ( $R8$ ). Zwiększał się udział nasion normalnie kiełkujących, zarówno pod wpływem zapraw nasiennych, jak i stymulacji laserowej. Wszystkie zaprawy istotnie podnosiły procentowy udział takich nasion w porównaniu z kontrolą. Także stymulacja światłem laserowym, poza kombinacją  $R4 \times 1$ , istotnie zwiększała udział nasion normalnie kiełkujących. Nasiona nienormalnie kiełkujące zmniejszają wartość siewną koniczyny. Ich procentową zawartość istotnie obniżały badane zaprawy nasienne. W przypadku stymulacji laserowej również stwierdzono mniejszy udział nasion nienormalnie kiełkujących, a istotny spadek w stosunku do próby kontrolnej wystąpił w kombinacji  $R4 \times 1$  oraz przy wszystkich krotnościach większej dawki światła lasera ( $R8$ ). Istotną część materiału siewnego koniczyny czerwonej stanowią nasiona twarde (tab. 2). Ich udział zmniejszał się pod wpływem obu czynników. Wszystkie zaprawy istotnie obniżały występowanie takich nasion na zbliżonym poziomie w odniesieniu do kontroli. Stymulacja laserem powodowała podobny efekt, poza kombinacją  $R4 \times 1$ . Współdziałanie lasera i zapraw nasiennych powodowało istotny spadek udziału nasion twardych w materiale siewnym koniczyny czerwonej. Zastosowane zaprawy nasienne przyczyniły się do

istotnego spadku liczby nasion porażonych chorobami grzybowymi. Najskuteczniejsza była zaprawa Funaben T, w przypadku której zanotowano 0,1% takich nasion, a najmniej skuteczna Super Homai 70 DS (0,7%). Różnice w udziale nasion porażonych chorobami pomiędzy każdą z zapraw były istotne. Stymulacja laserem w większości przypadków nie miała większego wpływu na omawianą cechę. Jedynie przy dawce  $R4 \times 2$  stwierdzono istotnie mniej nasion porażonych chorobami grzybowymi. Zdolność kiełkowania koniczyny czerwonej była wysoka i wahała się od 89,3 do 97,9%. Wszystkie zaprawy istotnie zwiększały zdolność kiełkowania nasion, natomiast naświetlanie laserem nie różnicowało istotnie tej cechy. Istotny wzrost zdolności kiełkowania koniczyny czerwonej stwierdzono również pod wpływem współdziałania obu czynników.

Tabela 1. Kiełkowanie nasion koniczyny czerwonej w zależności od zapraw nasiennych i stymulacji laserowej

Table 1. Red clover seed germination depending on seed dressings and laser stimulation

Wyszczególnienie Specification		B. Dawki naświetlania – Radiation rates							$\bar{x}$
		R0	R4×1	R4×2	R4×4	R8×1	R8×2	R8×4	
Energia kiełkowania (%) – Germination energy (%)									
A. Zaprawy Seed dressings	kontrola – control	19,0	23,0	23,3	30,5	26,4	26,5	26,9	25,1
	Funaben T	18,7	20,5	26,6	24,0	26,8	24,7	24,9	23,7
	Sarfun T 450 FS	15,9	21,6	23,2	21,3	23,5	24,9	28,7	22,7
	Super Homai 70 DS	18,2	19,3	18,7	21,2	22,0	21,8	25,2	20,9
	$\bar{x}$	17,9	21,1	22,9	24,2	24,7	24,4	26,4	–
NIR – LSD <sub>0,05</sub>		1,92							1,36
A × B		5,03							
Nasiona normalnie kiełkujące (%) – Normally germinating seeds (%)									
Zaprawy Seed dressings	kontrola – control	69,3	75,6	74,8	74,9	74,7	76,0	73,5	74,1
	Funaben T	81,4	80,6	81,5	83,2	83,3	87,4	85,3	83,2
	Sarfun T 450 FS	77,9	79,7	82,0	83,3	84,5	85,5	83,4	82,3
	Super Homai 70 DS	79,1	78,0	81,1	84,3	80,8	83,3	85,9	81,8
	$\bar{x}$	76,9	78,5	79,8	81,4	80,8	83,0	82,0	–
NIR – LSD <sub>0,05</sub>		2,88							2,51
A × B		4,76							
Nasiona nienormalnie kiełkujące (%) – Abnormally germinating seeds (%)									
Zaprawy Seed dressings	kontrola – control	7,7	6,6	6,1	6,2	6,5	5,8	6,4	6,4
	Funaben T	3,8	2,5	3,2	2,5	2,9	3,4	2,1	2,9
	Sarfun T 450 FS	3,3	3,0	4,0	4,2	2,9	2,3	2,9	3,2
	Super Homai 70 DS	3,9	3,1	3,7	2,8	2,5	3,3	2,5	3,1
	$\bar{x}$	4,7	3,8	4,2	3,9	3,7	3,7	3,5	–
NIR – LSD <sub>0,05</sub>		0,97							0,82

R0 – kontrola, control;

R4 – gęstość powierzchniowa mocy lasera ( $4 \text{ mW} \cdot \text{cm}^2$ ) – laser power ( $4 \text{ mW cm}^2$ );

R8 – gęstość powierzchniowa mocy lasera ( $8 \text{ mW} \cdot \text{cm}^2$ ) – laser power ( $8 \text{ mW cm}^2$ );

1, 2, 4 – liczba naświetlań – number of radiations.

Tabela 2. Kiełkowanie nasion koniczyny czerwonej w zależności od zapraw nasiennych i stymulacji laserowej  
Table 2. Red clover seed germination depending on seeds dressings and laser stimulation

Wyszczególnienie Specification		B. Dawki naświetlania – Radiation rates							$\bar{x}$
		R0	R4×1	R4×2	R4×4	R8×1	R8×2	R8×4	
Nasiona twarde (%) – Hard seeds (%)									
A.	kontrola – control	20,1	15,0	16,8	16,0	15,3	14,5	16,2	16,2
Zaprawy Seed dressings	Funaben T	14,8	16,5	15,4	14,4	13,9	8,8	12,7	13,8
	Sarfun T 450 FS	18,3	16,8	13,5	12,1	12,7	12,3	13,8	14,2
	Super Homai 70 DS	16,1	18,5	14,8	12,0	15,8	13,0	11,2	14,5
$\bar{x}$			17,3	16,7	15,1	13,6	14,4	12,1	13,4
NIR – LSD <sub>0,05</sub>		1,84							1,29
A × B		5,88							
Nasiona porażone chorobami (%) Seeds attacked by disease-invoking pathogens (%)									
	kontrola – control	3,0	2,8	2,4	3,0	3,6	3,8	4,1	3,2
Zaprawy Seed dressings	Funaben T	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1
	Sarfun T 450 FS	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,3
	Super Homai 70 DS	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,7
$\bar{x}$			1,1	1,1	0,9	1,1	1,1	1,2	1,1
NIR – LSD <sub>0,05</sub>		0,17							0,12
Zdolność kiełkowania nasion (%) – Seed germination ability (%)									
	kontrola – control	89,3	90,6	91,6	90,9	90,0	90,5	89,6	90,3
Zaprawy Seed dressings	Funaben T	96,2	97,1	96,9	97,6	97,1	96,1	97,9	97,0
	Sarfun T 450 FS	96,2	96,5	95,5	95,4	97,2	97,8	97,1	96,5
	Super Homai 70 DS	95,1	96,5	95,9	96,2	96,6	96,3	97,0	96,2
$\bar{x}$			94,2	95,2	95,0	95,0	95,2	95,2	95,4
NIR – LSD <sub>0,05</sub>		r. n.							1,99
A × B		5,07							

Objaśnienia jak w tabeli 1.  
Explanations as in table 1.

Tabela 3. Kiełkowanie nasion koniczyny czerwonej w zależności od lat (%)  
Table 3. Red clover seed germination depending on years (%)

Wyszczególnienie Specification	Lata – Years		NIR – LSD <sub>0,05</sub>
	2005	2006	
Energia kiełkowania – Germination energy	25,5	20,7	2,73
Nasiona normalnie kiełkujące Normally germinating seeds	81,9	78,8	r.n.
Nasiona nienormalnie kiełkujące Abnormally germinating seeds	4,7	3,1	0,48
Nasiona twarde – Hard seeds	12,1	17,2	1,85
Nasiona porażone chorobami Seeds infected by disease-invoking pathogens	1,3	0,9	0,17
Zdolność kiełkowania nasion Seed germination ability	94,0	96,0	r.n.

W tabeli 3 podano parametry ocenianych nasion koniczyny czerwonej w zależności od lat zbioru. Różnice te są spowodowane przebiegiem warunków pogodowych w czasie wegetacji odrostu nasiennego. Nasiona kielkowane w roku 2006, a zbierane w poprzednim, charakteryzowały się istotnie mniejszą energią kielkowania i mniejszym udziałem nasion nienormalnie kielkujących oraz porażonych chorobami grzybowymi, większym zaś procentem nasion twardych w stosunku do kielkowanych w roku 2005 (ze zbioru w 2004 r.). Rok 2005 w porównaniu z 2004 charakteryzował się mniejszymi opadami i wyższą temperaturą powietrza podczas dojrzewania nasion.

#### DYSKUSJA

Jednym z podstawowych zabiegów w ochronie roślin uprawnych jest przedsięwzięcie zaprawianie nasion odpowiednimi preparatami chemicznymi. Do zaprawiania koniczyny czerwonej można stosować zaprawy zawierające w swoim składzie karbendazym i tiuram [Martyniuk i in. 2001]. Karbendazym należy do grupy związków benzimidazolowych i jest fungicydem systemicznym o szerokim działaniu grzybobójczym. Tiuram jest z grupy związków tiokarbamylowych i jako fungicyd daje dobre wyniki w zapobieganiu zgorzeli siewek oraz stosuje się go przeciwko grzybom glebowym [Borecki 1984]. Jak podają Strzelec i Martyniuk [1993, 1994], efekty zaprawiania nasion roślin motylkowatych zależą od rodzaju preparatu, terminu jego stosowania oraz właściwości szczepu bakterii symbiotycznych. Sprawia to, że w literaturze można spotkać 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 obniżały energię kielkowania koniczyny czerwonej. Spowodowały poza tym istotny wzrost udziału nasion normalnie kielkujących, a spadek nienormalnie kielkujących oraz porażonych chorobami grzybowymi i twardych. W badaniach z soczewicą jadalną zaprawianą zaprawą Funaben T nie stwierdzono chorych siewek, co świadczy o skutecznej ochronie nasion przed grzybami przenoszonymi z materiałem siewnym [Błażej 1991]. Słabszym działaniem grzybobójczym odznaczała się natomiast zaprawa Super Homai 70 DS [Błażej 1996]. Podobne efekty działania tych zapraw zanotowano w badaniach własnych. Dla nasion roślin motylkowatych wybór zaprawy nasiennej jest bardzo istotny w przypadku stosowania nitraginy. Według Martyniuka i in. [2001] karbendazym i tiuram mogą być polecane do zaprawiania nasion roślin strączkowych, które będą szczepione nitraginą, pod warunkiem, że wysieje się je możliwie szybko po zastosowaniu szczepionki. Z innych badań tego autora [Martyniuk i in. 2003] wynika, że również zaprawa Super Homai 70 DS nie obniża efektywności szczepionki bakteryjnej oraz procesu symbiozy bakterii brodawkowych z grochem i łubinem. W badaniach Wilczka i in. [2004, 2005a, 2005b] zaprawianie nasion roślin motylkowatych wieloletnich powodowało wzrost zdolności kielkowania oraz spadek procentowego udziału nasion twardych i porażonych chorobami grzybowymi. Z badanych zapraw największą efektywność w zwalczaniu chorób grzybowych wykazała zaprawa Funaben T, zaś najmniejszą Super Homai 70 DS.

Kolejnym czynnikiem modyfikującym parametry kielkowania nasion koniczyny czerwonej była stymulacja światłem laserowym. Zabieg ten powodował istotny wzrost energii kielkowania, co jest zgodne z wynikami Wilczka i in. [2004]. Poza tym wpływał

na wzrost udziału nasion normalnie kiełkujących i spadek udziału nasion twardych. Zbieżne wyniki uzyskali Dziwulska i in. [2004] z koniczyną białą oraz Wilczek i in. (2004, 2005a, 2005b) z koniczyną czerwoną oraz lucerną siewną i mieszańcową. Stymulacja laserem nie miała istotnego wpływu na zmienność nasion porażonych chorobami grzybowymi względem kontroli. Badania Wilczka i in. [2004, 2005a, 2005b] wykazały, że stymulacja światłem lasera różnie wpływa na nasiona porażone chorobami grzybowymi, ponieważ poszczególne rodzaje grzybów odmiennie reagują na ten zabieg. Światło lasera ograniczało rozwój grzybów z rodzaju *Penicillium* i *Phoma*, a wzmacniało rozwój z rodzaju *Alternaria*. Stymulacja laserowa nie różnicowała istotnie zdolności kiełkowania nasion koniczyny czerwonej. Podobną sytuację zanotowano w eksperymencie Wilczka i in. [2004] w przypadku wysokiej zdolności kiełkowania materiału siewnego. Należy podkreślić, że zgodnie z przepisami [Rozporządzenie... 2005] na zdolność kiełkowania nasion koniczyny czerwonej składa się procent nasion normalnie kiełkujących i do 20% nasion twardych. Tak obliczona zdolność kiełkowania była bardzo wysoka i znacznie przekraczała wartość 80%, stanowiącą granicę dla kwalifikowanego materiału siewnego. Na jakość nasion mają wpływ także warunki pogodowe podczas wegetacji odrostu nasiennego. Udział nasion twardych wzrastał, a porażonych chorobami grzybowymi malał w warunkach ograniczonych opadów i wyższej temperatury powietrza. O zależnościach tego typu informują szerzej prace Wilczka i Ćwintala [2008, 2009].

#### WNIOSKI

1. Warunki pogodowe w okresie wegetacji odrostu nasiennego, przedsięwzięta stymulacja nasion laserem oraz zaprawianie zaprawami nasiennymi istotnie wpływały na jakość materiału siewnego koniczyny czerwonej.

2. Zaprawy nasienne (Funaben T, Sarfun T 450 FS i Super Homai 70 DS) istotnie zwiększały procent nasion normalnie kiełkujących oraz zdolność kiełkowania koniczyny czerwonej. Ponadto obniżały istotnie energię kiełkowania, udział nasion porażonych chorobami grzybowymi oraz nienormalnie kiełkujących i twardych.

3. Przedsięwzięta stymulacja nasion laserem, szczególnie w większej dawce, istotnie zwiększała energię kiełkowania oraz procent nasion normalnie kiełkujących, natomiast obniżała udział nasion twardych.

4. Współdziałanie naświetlania laserem i zapraw nasiennych istotnie różnicowało procent nasion normalnie i nienormalnie kiełkujących, twardych i porażonych chorobami grzybowymi oraz ich zdolność kiełkowania.

#### PIŚMIENNICTWO

- Aladjadjian A., 2007. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. J. Cent. Eur. Agric, 8, 3, 369–380.
- Błażej J., 1991. Wpływ przedsięwziętego zaprawiania nasion na niektóre cechy morfologiczne i zdrowotność siewek soczewicy jadalnej (*Lens esculenta* mnch.). Mat. XXXI Sesji Nauk. IOR, Poznań. Cz. II, 284–289.
- Błażej J., 1996. Wpływ fungicydów na grzyby zasiedlające nasiona soczewicy jadalnej (*Lens esculenta* mnch.). Post. Ochr. Rośl., 36 (2), 174–176.

- Bochenek A., Górecki R.J., Grzesiuk S., 2000. Ogólne właściwości biologiczne nasion. [W:] Nasiennictwo, t. 1, red. Duczmal K.W., Tucholska H., PWRiL, Poznań, 116–170.
- Borecki Z. 1984. Fungicydy stosowane w ochronie roślin. PWN, Warszawa.
- Ćwintal M., Sowa P., Goliasz S., 2010. Wpływ mikroelementów (B, Mo) i stymulacji laserowej na wartość siewną nasion koniczyny czerwonej. *Acta Agrophysica*, 15(1), 65–76.
- 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.
- International Seed Testing Association (ISTA), 1999. International Rules for Seed Testing. Seed. Sci. Technol., supl. 24.
- Koper R., Dygdała Z., 1994. Urządzenie do obróbki przedsiewnej 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.
- 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 lasera na nasiona, wzrost i rozwój roślin oraz plonowanie łubinu białego (*Lupinus albus* L.). Monografie i Rozprawy Naukowe IUNG, Puławy, 3, 5–192.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 lutego 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań, dotyczących wytwarzania oraz jakości materiału siewnego. *Dz.U. z 2005 r.*, nr 41, poz. 388.
- 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., 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., 2009. Ocena możliwości poprawy wartości siewnej nasion koniczyny czerwonej poprzez zastosowanie przedsiewnej stymulacji laserowej. *Acta Agrophysica*, 14(1), 221–231.
- 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.
- Wilczek M., Koper R., Ćwintal M., Kornilowicz-Kowalska T., 2005a. Germination capacity and health status of alfalfa seeds after laser treatment. *Int. Agrophysics*, 19, 1, 85–89.



---

Wilczek M., Koper R., Cwintal M., Kornilowicz-Kowalska T., 2005b. Germination capacity and health status of hybrid alfalfa seeds after laser treatment. *Int. Agrophysics*, 19, 3, 257–261.

**Summary.** A laboratory experiment, whose aim was evaluation of the seeding value of meadow red clover seeds (Dajana cv.) was carried out in 2005–2006. The experiment was established in four replications, using the method of complete randomization. Two factors were taken into considerations in these studies: 1. seed irradiation before germination with divergent He-Ne laser beam with surface power density 0, 4, and 8 mW·cm<sup>-2</sup> (R0, R4, R8) which were applied 1, 2, and 4 times; 2. seed dressings: 0 (control), Funaben T, Sarfun T 450 FS, Super Homai 70 DS. The red clover seeding material was subjected to evaluation of: germination energy, percentage of normally and abnormally germinating seeds, shares of hard and fungal diseases, infected seeds number, as well as their germination ability. It was found that the examined seed dressings significantly improved the germination ability of red clover seeds, as well as increasing the percentage of normally germinating seeds. On the other hand, they considerably decreased germination energy, percentage of seeds infected by fungal diseases as well as abnormally germinating and hard seeds number. Laser stimulation of red clover seeds, particularly at higher rates of radiation, significantly improved the germination energy and share of normally germinating seeds, while decreasing the percentage of hard seeds.

**Key words:** red clover, seeds, laser, seed dressings