

WPŁYW MIKROELEMENTÓW (B, Mo) I STYMULACJI LASEROWEJ NA WARTOŚĆ SIEWNĄ NASION KONICZYNY CZERWONEJ

Marek Ćwintal, Piotr Sowa, Sylwester Goliasz

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

Streszczenie. W latach 2005-2006 przeprowadzono laboratoryjną ocenę wartości siewnej nasion koniczyny czerwonej – łąkowej, odmiany Dajana. Eksperyment prowadzono metodą kompletnej randomizacji w czterech powtórzeniach. W badaniach uwzględniono dwa czynniki: 1. dolistne dokarmianie borem i molibdenem nasiennej koniczyny czerwonej w następujących dawkach: 0; B-0,3; Mo-0,01; B-0,3 + Mo-0,01; B-0,45; Mo-0,015; B-0,45 + Mo-0,015 kg·ha⁻¹; 2. naświetlanie nasion przed kiełkowaniem rozbieżną wiązką światła lasera He-Ne, o gęstości powierzchniowej mocy 0, 4 i 8 mW·cm⁻² (R0, R4, R8), stosowane 1, 2 i 4-krotnie (x1, x2, x4). W materiale siewnym koniczyny czerwonej określono energię kiełkowania, udział nasion normalnie i nienormalnie kiełkujących, twardych, porażonych chorobami grzybowymi oraz ich zdolność kiełkowania. Stwierdzono, że bor w dawce 0,3 kg·ha⁻¹ oraz molibden w dawce 0,01 i 0,015 kg·ha⁻¹ istotnie zwiększały energię i zdolność kiełkowania koniczyny oraz udział nasion normalnie kiełkujących, a zmniejszały - nienormalnie kiełkujących. Molibden, niezależnie od dawki, obniżał udział nasion porażonych chorobami grzybowymi, bor nie miał wpływu na tą cechę, natomiast łączne stosowanie boru z molibdenem zwiększało ich udział. Stymulacja nasion laserem, głównie w wyższej dawce, istotnie zwiększała energię kiełkowania koniczyny czerwonej i udział nasion normalnie kiełkujących oraz obniżała udział nasion twardych, natomiast nie różnicowała zdolności kiełkowania.

Słowa kluczowe: koniczyna czerwona, nasiona, laser, mikroelementy

WSTĘP

Nasiona koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.) jako materiał siewny powinny spełniać określone normy jakości (Dz. U. z dn. 15. 03. 2005 r.). Takie nasiona dają gwarancję wyrównanych wschodów oraz prawidłowego rozwoju roślin i wysokich plonów (Bochenek i in. 2000, Ćwintal i Kościelecka 2005). Laboratoryjna ocena wartości siewnej nasion koniczyny czerwonej obejmuje charakterystykę kilku cech (procent nasion normalnie i nienormalnie kiełkujących,

twardych oraz porażonych chorobami), wpływających ostatecznie na ich zdolność kiełkowania. W celu poprawy jakości nasion roślin uprawnych stosowane są różne metody, w tym fizyczne i agrotechniczne. Z fizycznych sposobów uszlachetniania nasion wiele uwagi poświęcono w ostatnich latach stymulacji laserowej (Aladjadjiyan 2007, Podleśny 2002). Zabieg ten może powodować zmiany enzymatyczne w nasionach, przyspieszające rozkład skrobi i kiełkowanie, rozluźniać okrywą nasienną i zmniejszać udział nasion twardych oraz oddziaływać na patogeny grzybowe zasiedlające nasiona (Dziwulska i in. 2004, Li i Feng 1996, Milberg i in. 1996, Podleśny 2002, Wilczek i in. 2004). Z kolei w agrotechnice nasiennej koniczyny czerwonej wykazano pozytywne efekty plonotwórcze nawożenia borem i molibdenem (Ćwintal i Wilczek 2008, Grzyś 2004, Wilczek i Ćwintal 2008b, Wilczek i Wilczek 2002). Mikroelementy te powodują również zmiany w składzie chemicznym nasion, co może mieć wpływ następczy na ich wartość siewną (Górecki 1983, Grzyś 2004, Kotecki i Janeczek 2000). Powyższe zagadnienia stanowiły inspirację do przeprowadzenia badań, których celem było określenie wpływu dolistnego nawożenia borem i molibdenem nasiennej koniczyny czerwonej oraz stymulacji uzyskanych nasion światłem lasera na ich wartość siewną.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania laboratoryjne określające wartość siewną nasion diploidalnej koniczyny czerwonej (łąkowej), odmiany Dajana, przeprowadzono w latach 2005-2006. Eksperyment obejmował dwa czynniki: 1. dokarmianie borem i molibdenem nasiennej koniczyny czerwonej w następujących dawkach: 0; B-0,3; Mo-0,01; B-0,3 + Mo-0,01; B-0,45; Mo-0,015; B-0,45 + Mo-0,015 kg·ha⁻¹; 2. naświetlanie nasion przed kiełkowaniem rozbieżną wiązką światła lasera He-Ne, o gęstości powierzchniowej mocy 0, 4 i 8 mW·cm⁻² (oznaczone jako R0, R4, R8). Nasiona poddano 1, 2 i 4-krotnemu naświetlaniu (oznaczonemu: x1, x2, x4).

Nasiona koniczyny dokarmianej mikroelementami pochodziły ze ściśłego doświadczenia polowego, przeprowadzonego w latach 2004-2005 w Polowej Stacji Doświadczalnej w Parczewie. W doświadczeniu tym rośliny z drugiego odrostu (nasiennego) dokarmiano dolistnie borem i molibdenem w wymienionych wyżej dawkach. Mikroelementy stosowano w formie oprysku, gdy liście zakryły międzyrzędzia (przed pąkowaniem). Bor i molibden wnoszono w formie roztworu wodnego przygotowanego z preparatów Borvit i Molibdenit w ilości 300 dm³·ha⁻¹. W nasionach użytych do kiełkowania oznaczono zawartość boru i molibdenu – metodą elektrotermicznej spektrometrii absorpcji atomowej (kuweta), w Głównym

nym Laboratorium Analiz Chemicznych Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach.

Naświetlanie laserem stosowano dzień przed wysiewem. Do tego celu wykorzystano urządzenie skonstruowane przez Kopera i Dygdałę (1994) z laserem o mocy 40 mW i długości fali 632,4 nm. Nasiona naświetlano przez 0,1 s w czasie ich swobodnego spadania.

Eksperyment prowadzono metodą kompletnej randomizacji w czterech powtórzeniach na płytkach Petriego, wyłożonych bibułą nasączoną wodą, w temperaturze 20 °C. 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 (Dz. U. z dn. 15. 03. 2005 r.). 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 pobrały wody niezbędnej do napęcznienia 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 (Dz. U. z dn. 15. 03. 2005). Do nasion porażonych przez choroby grzybowe zalicza się częściowo pleśniejące, martwe, gnijące lub całkowicie pokryte pleśnią, niezdolne do skiełkowania. Pogodę podczas dojrzewania koniczyny czerwonej w latach 2004-2005 określono na podstawie danych Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Uhninie. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie wykorzystując analizę wariancji i $NIR_{0,05}$ według testu Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Warunki termiczne i wilgotnościowe podczas wegetacji odrostu nasiennego koniczyny czerwonej w latach 2004-2005 przedstawiono w tabeli 1. Wyższą temperaturą powietrza o 0,7°C i większymi opadami o 89,3 mm, charakteryzował się rok 2005. W roku tym opady były nierównomiernie rozłożone i stosunkowo wy-

sokie w czasie kwitnienia koniczyny, natomiast niskie podczas jej dojrzewania. Korzystniejszy pod tym względem był rok 2004.

Tabela 1. Średnie dekadowe temperatury powietrza i sumy opadów atmosferycznych podczas wegetacji pokosu nasiennego koniczyny czerwonej w latach badań

Table 1. 10-day mean air temperatures and atmospheric precipitation sums during seeding red clover vegetation in experimental years

Miesiąc Month	Dekada Decade	Temperatura powietrza Air temperature (°C)		Suma opadów Rainfall sum (mm)	
		2004	2005	2004	2005
VI	I	15,7	13,5	3,7	47,1
	II	15,8	17,2	25,9	7,4
	III	16,1	17,4	20,3	1,4
VII	I	17,1	19,0	4,7	0,0
	II	17,3	19,9	27,5	22,4
	III	19,7	20,4	58,3	87,4
VIII	I	18,8	16,5	14,7	103,9
	II	19,2	16,4	9,1	3,2
	III	16,9	17,8	24,7	1,6
IX	I	13,8	16,8	1,2	0,0
	II	14,3	14,4	0,4	8,9
	III	10,4	13,5	12,6	9,1
Średnia / Suma Mean/Sum		16,2	16,9	203,1	292,4

Nasiona zebrane z poletek nawożonych dolistnie borem i molibdenem charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością tych pierwiastków w swoim składzie (tab. 2). Pochodzące z kombinacji nawożonych samym borem oraz borem i molibdenem zawierały istotnie więcej tego składnika w porównaniu z obiektem kontrolnym oraz obiektami nawożonymi tylko molibdenem. W przypadku zawartości molibdenu istotnie więcej stwierdzono go w nasionach koniczyny dokarmianej tym mikroelementem w porównaniu z kontrolą i obiektami nawożonymi samym borem. Zawartości obu pierwiastków w nasionach koniczyny czerwonej kształtowały się na dobrym poziomie, notowanym w roślinach pastewnych (Gembarzewski 2000, Kabata-Pendias 1999).

Tabela 2. Zawartość B i Mo w nasionach koniczyny czerwonej w zależności od dokarmiania mikroelementami ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s. m.)**Table 2.** Contents of B and Mo in red clover seeds depending on microelements nutrition (mg kg^{-1} d. m.)

Mikroelementy – Microelements	B	Mo
0	10,41	1,21
B	12,50	1,18
Mo	10,60	1,44
B + Mo	12,15	1,49
1,5B	13,80	1,22
1,5Mo	10,32	1,51
1,5B + 1,5Mo	13,14	1,54
NIR – $\text{LSD}_{0,05}$	1,46	0,17

O tym, że nawożenie roślin mikroelementami wpływa na wzrost ich zawartości w różnych organach, także i w nasionach dowodzą Kotecki i Janeczek (2000) w badaniach z fasolą dokarmianą molibdenem oraz molibdenem łącznie z borem oraz Wilczek i Ćwintal (1994) w eksperymencie z łubinem żółtym.

Energia kiełkowania nasion z obiektów dokarmianych mikroelementami była wyższa od stwierdzonej w obiekcie kontrolnym, a istotny wzrost zanotowano w przypadku dokarmiania molibdenem w dawce zwiększonej i podstawowej oraz borem w dawce podstawowej (tab. 3). Wynik taki jest zgodny z opinią Koteckiego i Janeczka (2000), że odpowiednie zaopatrzenie roślin uprawnych w mikroelementy może wpływać na polepszenie wigoru ich nasion. Również Burkin (1976) podaje, że zaprawianie nasion koniczyny czerwonej roztworem molibdenianu amonowego powodowało wzrost energii kiełkowania o 13,0%. Naświetlanie nasion laserem, oprócz kombinacji R4x1 i R4x2, także zwiększało ich energię kiełkowania. Podobną reakcję nasion roślin motylkowatych na stymulację laserem wykazano w innych pracach (Dziwulska i in. 2004, Dziwulska i Koper 2003, Podleśny 2002, Wilczek i in. 2004, 2005a, 2005b).

Mikroelementy istotnie różnicowały udział nasion normalnie kiełkujących w stosunku do obiektu kontrolnego. Pozytywny wpływ miało stosowanie molibdenu w dawce zwiększonej i podstawowej oraz samego boru w dawce podstawowej, podobnie jak w przypadku energii kiełkowania. Niekorzystny efekt wystąpił natomiast przy łącznym nawożeniu koniczyny borem i molibdenem w zwiększonej dawce. Stymulacja laserem tylko w kombinacjach R4x4 i R8x2 istotnie zwiększała udział nasion normalnie kiełkujących. Zbliżone wyniki uzyskał Wilczek i in. (2004). Nasiona nienormalnie kiełkujące stanowiły od 6,0 do 12,3% w testowanym materiale siewnym. Na ich udział wpływało istotnie zarówno nawożenie mikroelementami jak i stymulacja laserem. Mniej nasion nienormalnie kiełkujące stwierdzono w obiektach z podstawową dawką B; Mo oraz B+Mo

Tabela 3. Kielkowanie nasion koniczyny czerwonej w zależności od dokarmiania mikroelementami i stymulacji laserowej**Table 3.** Red clover seed germination depending on microelements nutrition and laser stimulation

Wyszczególnienie Specification	B. Dawki naświetlania Radiation doses							Średnia Mean	
	R0	R4x1	R4x2	R4x4	R8x1	R8x2	R8x4		
Energia kiełkowania – Germination energy (%)									
A. Mikroelementy Microelements	0	24,0	26,3	29,1	32,9	33,7	34,6	34,7	30,7
	B	27,5	34,2	31,3	37,6	39,7	35,8	38,0	34,9
	Mo	29,4	34,1	33,0	34,8	36,6	38,4	34,9	34,4
	B+ Mo	30,5	29,6	33,3	35,5	36,5	37,7	33,5	33,8
	1,5B	30,8	28,6	31,3	32,2	34,6	37,0	34,7	32,7
	1,5Mo	30,2	36,7	33,6	31,8	39,9	36,4	32,6	34,4
	1,5B+1,5Mo	32,0	32,5	36,0	34,4	35,5	33,1	30,4	33,4
Średnia – Mean	29,2	31,7	32,5	34,2	36,6	36,1	34,1	–	
NIR – LSD _{0,05}	3,53							3,53	
Nasiona normalnie kiełkujące – Normally germinating seeds (%)									
A. Mikroelementy Microelements	0	65,7	70,6	70,5	70,2	73,1	70,6	68,7	69,9
	B	70,3	69,6	67,9	72,6	74,4	77,6	74,2	72,3
	Mo	70,9	71,1	70,1	72,0	73,8	74,1	73,4	72,2
	B+ Mo	70,1	65,5	66,3	70,3	71,3	72,7	72,2	69,8
	1,5B	67,9	69,2	64,8	67,4	68,8	73,9	67,7	68,5
	1,5Mo	73,8	74,0	71,9	76,6	70,9	76,5	77,2	74,4
	1,5B+1,5Mo	67,7	65,2	66,8	68,3	64,2	63,8	61,9	65,4
Średnia – Mean	69,5	69,3	68,3	71,0	70,9	72,7	70,7	–	
NIR – LSD _{0,05}	1,50							1,50	
A x B	5,46								
Nasiona nienormalnie kiełkujące – Abnormally germinating seeds (%)									
A. Mikroelementy Microelements	0	10,4	10,9	10,7	11,2	10,5	10,7	10,6	10,7
	B	8,0	9,3	11,4	6,7	7,9	7,2	7,4	8,2
	Mo	8,3	8,0	8,3	7,9	7,4	7,9	8,4	8,0
	B+ Mo	8,8	9,9	9,5	7,4	10,2	9,1	9,3	9,1
	1,5B	10,2	9,7	10,5	10,4	10,0	9,5	9,9	10,0
	1,5Mo	7,4	7,9	9,3	6,0	8,6	6,2	7,0	7,5
	1,5B+1,5Mo	10,5	10,8	10,4	11,6	11,6	11,7	12,3	11,2
Średnia – Mean	9,1	9,5	10,0	8,7	9,4	8,9	9,3	–	
NIR – LSD _{0,05}	1,18							1,18	

R0 – kontrola – control;

R4 – gęstość powierzchniowa mocy lasera (4 mW·cm⁻²) – laser power (4 mW cm⁻²),R8 – gęstość powierzchniowa mocy lasera (8 mW·cm⁻²) – laser power (8 mW cm⁻²),

1-2-4 – liczba naświetlań – number of radiation treatments.

Tabela 4. Kielkowanie nasion koniczyny czerwonej w zależności od dokarmiania mikroelementami i stymulacji laserowej**Table 4.** Red clover seed germination depending on microelements nutrition and laser stimulation

Wyszczególnienie Specification	B. Dawki naświetlania– Radiation doses							Średnia Mean	
	R0	R4x1	R4x2	R4x4	R8x1	R8x2	R8x4		
Nasiona twarde – Hard seeds (%)									
	0	19,7	12,6	15,2	15,8	12,0	13,9	17,4	15,2
	B	18,0	17,3	17,1	18,0	14,6	10,9	15,2	15,9
A.	Mo	16,9	17,5	18,5	16,6	16,9	15,9	15,1	16,8
Mikroelementy Microelements	B+ Mo	15,7	19,4	20,0	15,9	14,0	13,0	13,6	15,9
	1,5B	18,4	18,8	19,6	18,6	17,5	13,2	17,9	17,7
	1,5Mo	14,9	14,1	16,1	14,9	16,9	15,1	13,6	15,1
	1,5B+1,5Mo	14,1	17,0	14,1	13,8	14,3	15,2	17,9	15,2
Średnia – Mean		16,8	16,6	17,2	16,2	15,2	13,9	15,8	–
NIR – LSD _{0,05}		1,0				1,0			
Nasiona porażone patogenami chorobowymi Seeds attacked by disease-invoking pathogens (%)									
	0	4,3	6,0	3,7	2,9	4,5	4,9	3,4	4,2
	B	3,8	3,9	3,7	2,8	3,2	4,4	3,3	3,6
A.	Mo	4,0	3,5	3,2	3,5	1,9	2,2	3,2	3,1
Mikroelementy Microelements	B+ Mo	5,5	5,3	4,3	6,5	4,6	5,3	5,0	5,2
	1,5B	3,6	2,4	5,2	3,7	3,8	3,4	4,6	3,8
	1,5Mo	3,9	4,1	2,8	2,6	3,7	2,3	2,2	3,1
	1,5B+1,5Mo	7,9	7,1	8,8	6,4	10,0	9,4	7,9	8,2
Średnia – Mean		4,7	4,6	4,5	4,1	4,5	4,6	4,2	–
NIR – LSD _{0,05}		0,69				0,69			
AxB		2,37							
Zdolność kiełkowania nasion – Seed germination ability (%)									
	0	85,3	83,2	85,7	86,0	85,0	84,5	86,1	85,1
	B	88,3	86,9	85,0	90,5	89,0	88,5	89,4	88,2
A.	Mo	87,8	88,6	88,6	88,6	90,7	90,0	88,5	88,9
Mikroelementy Microelements	B+ Mo	85,8	84,9	86,3	86,2	85,3	85,7	85,8	85,7
	1,5B	86,3	87,9	84,4	86,0	86,3	87,1	85,6	86,2
	1,5Mo	88,7	88,1	88,0	91,5	87,8	91,6	90,8	89,5
	1,5B+1,5Mo	81,7	82,2	80,9	82,1	78,5	78,9	79,8	80,6
Średnia – Mean		86,3	85,9	85,5	87,2	86,1	86,6	86,5	–
NIR – LSD _{0,05}		1,54				1,54			
AxB		4,89							

Objaśnienia jak w tabeli 3 – Explanations as in Table 3.

i zwiększoną dawką samego Mo. Stymulacja laserem nie modyfikowała zasadniczo omawianego parametru w porównaniu z próbą kontrolną, natomiast wystąpiła taka różnica pomiędzy kombinacją R4x4 – o najmniejszym udziale takich nasion w stosunku do R4x2 – o największym. Istotny wzrost nasion twardych zanotowano w obiektach, gdzie zastosowano bor w zwiększonej dawce i molibden w podstawowej (tab. 4). Naświetlanie nasion laserem istotnie zmniejszało udział nasion twardych w stosunku do kontroli, ale tylko w obiektach o większej dawce (R8), przy wszystkich krotnościach jej aplikacji. W badaniach Wilczka i in. (2004) nad kiełkowaniem nasion koniczyny czerwonej odnotowano istotny wzrost udziału nasion normalnie kiełkujących po naświetleniu laserem i jednocześnie obniżenie liczby nasion twardych. Podobne efekty zanotowała Dziwulska i in. (2004) w badaniach z koniczyną białą oraz Dziwulska i Koper (2003) z lucerną. W materiale siewnym koniczyny czerwonej stwierdzono, w zależności od badanych czynników, zróżnicowane porażenie nasion patogenami grzybowymi od 1,9 do 10,0%. Większe różnice wystąpiły pod wpływem mikroelementów, niż stymulacji laserowej. Istotnie najmniej nasion porażonych grzybami było w kombinacjach z samym molibdenem, niezależnie od dawki. Dokarmianie koniczyny samym borem nie miało istotnego wpływu na omawianą cechę, natomiast łączne stosowanie boru z molibdenem, zarówno w dawce podstawowej jak i zwiększonej skutkowało istotnym wzrostem ich udziału w stosunku do próby kontrolnej oraz pozostałych kombinacji z dokarmianiem. O tym, że dolistne stosowanie molibdenu powoduje wzrost odporności roślin na choroby grzybowe informuje Boligłowa i Gleń (2003). Światło lasera tylko w dawce R4x4 istotnie zmniejszało udział nasion porażonych chorobami grzybowymi w porównaniu z obiektem kontrolnym. Pozostałe kombinacje nie miały wpływu na tą cechę, natomiast stwierdzono taką reakcję w przypadku współdziałania obu czynników. Eksperymenty przeprowadzone przez Wilczka i in. (2004, 2005a, 2005b) wykazały, że stymulacja nasion koniczyny czerwonej i lucerny siewnej oraz mieszańcowej nie ma jednoznacznego wpływu na udział nasion porażonych chorobami grzybowymi, ponieważ grzyby z rodzaju *Penicillium* i *Phoma* były ograniczane przez laser, natomiast *Alternaria* wzmagają swój rozwój pod jego wpływem.

Na zdolność kiełkowania koniczyny czerwonej według obowiązujących przepisów składa się udział nasion normalnie kiełkujących i do 20% nasion twardych. Wyliczona w ten sposób zdolność kiełkowania koniczyny czerwonej była wysoka i w każdym przypadku przekraczała 80%, zaliczając je do kwalifikowanego materiału siewnego (Dz. U. z dn. 15. 03. 2005 r.). Dokarmianie mikroelementami, poza kombinacją (1,5B +1,5Mo), wpływało pozytywnie na zdolność kiełkowania z tym, że istotny wzrost stwierdzono w obiektach z samym molibdenem w dawce zwiększonej i podstawowej oraz borem w dawce podstawowej. Stymulacja laserowa w stosunku do obiektu kontrolnego nie różnicowała istotnie zdolności kiełkowania nasion koniczyny czerwonej. Podobną sytuację zanotowali Wilczek i in.

(2004, 2005a, 2005b) w przypadku lucern oraz koniczyny czerwonej przy wysokiej zdolności kiełkowania materiału siewnego. W badaniach własnych wystąpiło współdziałanie mikroelementów i stymulacji laserowej, które wykazało, że najlepszy wynik uzyskano stosując dokarmianie koniczyny czerwonej samym molibdenem w zwiększonej dawce i naświetlając nasiona laserem w kombinacji R8x2 i R4x4.

W tabeli 5 porównano charakteryzowane parametry kiełkowanych nasion w zależności od lat zbioru. Nasiona kiełkowane w roku 2006, a zbierane w 2005, charakteryzowały się istotnie mniejszą energią kiełkowania i większym udziałem nasion twardych w stosunku do kiełkowatych w roku 2005, ze zbioru w 2004. Wykazane różnice są następstwem wpływu warunków pogodowych podczas wegetacji pokosu nasiennego koniczyny (tab. 1). W świetle piśmiennictwa (Wilczek i Ćwintal 2008a, 2009) zróżnicowanie to jest stosunkowo małe.

Tabela 5. Kiełkowanie nasion koniczyny czerwonej w zależności od lat (%)

Table 5. Red clover seed germination depending on years (%)

Wyszczególnienie Specification	Lata – Years		NIR – LSD _{0,05}
	2005	2006	
Energia kiełkowania Germination energy	34,2	32,8	1,31
Nasiona normalnie kiełkujące Normally germinating seeds	71,6	69,1	r. n.
Nasiona nienormalnie kiełkujące Abnormally germinating seeds	9,6	8,9	r. n.
Nasiona twarde Hard seeds	14,1	17,8	0,74
Nasiona porażone patogenami chorobowymi Seeds attacked by disease-invoking pathogens	4,6	4,3	r. n.
Zdolność kiełkowania nasion Seed germination ability	85,7	86,9	r. n.

r. n. – n. s.; różnice nieistotne – non-significant differences.

WNIOSKI

1. Dokarmianie mikroelementami, przedsiewna stymulacja nasion laserem oraz współdziałanie tych czynników wpływało istotnie na jakość materiału siewnego.

2. Bor w dawce podstawowej (B) oraz molibden w podstawowej (Mo) i zwiększonej (1,5Mo) podnosiły energię i zdolność kiełkowania koniczyny czerwonej oraz udział nasion normalnie kiełkujących, a zmniejszały – nienormalnie kiełkujących.

3. Zwiększona dawka boru i podstawowa molibdenu wpływały na wzrost udziału nasion twardych w materiale siewnym koniczyny czerwonej.

4. Molibden istotnie obniżał udział nasion porażonych chorobami grzybowymi, bor nie miał wpływu na tą cechę, natomiast łączne stosowanie boru z molibdem zwiększało udział takich nasion.

5. Przedsewna stymulacja nasion laserem, głównie w wyższej dawce (R8), zwiększała energię kiełkowania koniczyny czerwonej i udział nasion normalnie kiełkujących oraz obniżała procent nasion twardych.

PIŚMIENNICTWO

- Aladjadjyan 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.
- Boligłowa E., Gleń K., 2003. Wpływ nawozów dolistnych na wzrost i zarodnikowanie wybranych grzybów patogenicznych z rodzaju *Fusarium* w warunkach *in vitro*. *Acta Agrophysica*, 85, 107-115.
- Burkin I., 1976. Znaczenie molibdenu w produkcji rolniczej. PWR i L, Warszawa.
- Ćwintal M., Kościelecka D., 2005. Wpływ sposobu i ilości wysiewu nasion na strukturę zagęszczenia, plonowanie oraz jakość di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu. Cz. I. Struktura zagęszczenia roślin i pędów. *Biul. IHAR*, 237/238, 237-248.
- Ćwintal M., Wilczek M., 2008. Wpływ terminów dokarmiania i dawek mikroelementów na plony nasion koniczyny czerwonej. *Annales UMCS, Agricultura*, 63, 2, 74-80.
- Dziwulska A., Koper R., 2003. Wpływ przedsewnej biostymulacji laserowej na kiełkowanie nasion lucerny siewnej. *Acta Agrophysica*, 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 Agrophysica*, 3(3), 435-441.
- Gembarzewski H., 2000. Stan i tendencje zmian zawartości mikroelementów w glebach i roślinach z pól produkcyjnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 471, 171-179.
- Górecki R.J., 1983. Przyczyny zmienności fizjologicznych właściwości nasion. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 258, 61-73.
- Grzyś E., 2004. Rola i znaczenie mikroelementów w żywieniu roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 502, 89-99.
- International Seed Testing Association (ISTA), 1999. *International Rules for Seed Testing*. Seed. Sci. Technol., suplement 24.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN, Warszawa.
- Koper R., Dygdała Z., 1994. Urządzenie do obróbki przedsewnej nasion promieniowaniem laserowym. Patent RP. Nr 162598.
- Kotecki A., Janeczek E., 2000. Wpływ nawożenia mikroelementami na gromadzenie składników mineralnych przez fasolę zwyczajną. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 471, 353-360.
- 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.

- 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 w sprawie szczegółowych wymagań, dotyczących wytwarzania oraz jakości materiału siewnego. Dz. U. z dn. 15. 03. 2005r.
- Wilczek M., Ćwintal M., 1994. Wpływ nawożenia azotem i molibdenem na plony nasion łubinu żółtego oraz ich zdolność kiełkowania. Uszlachetnianie materiałów nasiennych. PAN, ART. Olsztyn: 111-114.
- Wilczek M., Ćwintal M., 2008a. 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., 2008b. Effect of the methods of additional feeding with microelements (B, Mo) on the yield structure and seed yield of red clover. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Vol. 11, 4, 1-8.
- Wilczek M., Ćwintal M., 2009. Ocena możliwości poprawy wartości siewnej nasion koniczyny czerwonej poprzez zastosowanie przedsewnej 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., Ćwintal M., Kornilowicz - Kowalska T., 2005b. Germination capacity and health status of hybrid alfalfa seeds after laser treatment. Int. Agrophysics, 19, 3, 257-261.
- Wilczek M., Wilczek P., 2002. Wpływ terminu zbioru pierwszego pokosu oraz nawożenia makro- i mikroelementami na plon nasion tetraploidalnej koniczyny czerwonej (łąkowej). Biul. IHAR, 223/224, 237-248.

INFLUENCE OF MICROELEMENTS (B, Mo) AND LASER STIMULATION ON SOWING VALUE OF RED CLOVER SEEDS

Marek Ćwintal, Piotr Sowa, Sylwester Goliasz

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

Abstract. A laboratory evaluation of the sowing value of meadow red clover (Dajana cv.) was carried out in 2005-2006. The experiment was performed by means of complete randomisation in 4 replications and included two factors: 1. foliar nutrition of seeding red clover with boron and molybdenum at the following rates: 0; B-0.3; Mo-0.01; B-0.3 + Mo-0.01; B-0.45; Mo-0.015; B-0.45 + Mo-0.015 kg ha⁻¹; 2. seed irradiation before germination using divergent He-Ne laser beam with surface power densities of 0, 4, and 8 mW cm⁻² (R0, R4, R8), applied once, twice and 4 fold (x1, x2, x4). The germination energy shares of normally and abnormally germinating seeds, percentage of hard seeds, as well as of seeds infected with fungal diseases, along with their germination ability were determined. It was found that boron at the rate of 0.3 kg ha⁻¹ and molybdenum at rates of 0.01 and 0.015 kg ha⁻¹ significantly increased the germination energy and capacity of red clover, as well

as the share of normally germinating seeds. Whereas, it considerably decreased the percentage of abnormally germinating ones. Molybdenum, regardless of the dose, significantly decreased the share of seeds infected by fungal diseases; boron had no considerable effect on that feature, while combined application of boron with molybdenum elevated that percentage. Seed stimulation with laser, mainly at higher doses, significantly increased the germination energy of red clover and the share of normally germinating seeds, while decreasing the percentage of hard seeds. It had no significant influence on germinating ability.

Key words: red clover, seeds, laser, microelements