

## **WPLYW WODY UZDATNIANEJ MAGNETYCZNIE NA KIELKOWANIE I WZROST SIEWEK ŁUBINU WĄSKOLISTNEGO (*Lupinus angustifolius* L.)**

Tomasz Stankiewicz<sup>1</sup>, Kamila Kozak<sup>2</sup>, Janusz Podleśny<sup>3</sup>,  
Stanisław Pietruszewski<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>2</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

<sup>3</sup>Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących wpływu zastosowania wody uzdatnianej magnetycznie na zdolność kiełkowania nasion łubinu wąskolistnego, a następnie zróżnicowanie morfologiczne siewek we wczesnych fazach rozwojowych roślin. Uzdatnianie magnetyczne wody przeprowadzono na stanowisku pomiarowym, gdzie woda przepływała przez teflonową rurkę umieszczoną pomiędzy nabiegownikami elektromagnesu prądu stałego. Wodę przepuszczano pomiędzy nabiegownikami elektromagnesu dla indukcji stałego pola magnetycznego  $B = 100$  mT, 300 mT, 600 mT i 900 mT. Nasiona łubinu najwyższą zdolność kiełkowania osiągnęły po zastosowaniu indukcji 300 mT. Woda o tej samej indukcji magnetycznej dodatkowo wpłynęła na poprawę wartości współczynnika długości korzeni/hypokotyl (root/shoot ratio), stymulowała zwiększenie masy siewek oraz liczby liści. Uzyskane wyniki doświadczeń laboratoryjnych mogą mieć duże znaczenie również dla późniejszych faz rozwojowych roślin, dlatego należy kontynuować badania wpływu oddziaływania wody uzdatnianej magnetycznie na wzrost i plony roślin w warunkach polowych.

**Słowa kluczowe:** woda uzdatniana magnetycznie, zdolność kiełkowania, rozwój siewek, uszlachetnianie materiału siewnego, łubin wąskolistny

### **WSTĘP**

Rozwój rolnictwa i związane z tym racjonalne wykorzystanie zasobów środowiska przyrodniczego zmusza rolników do poszukiwania bezpiecznych metod podwyższania wielkości i jakości plonów roślin uprawnych. Materiał siewny bardzo dobrej jakości to jeden z najważniejszych środków produkcji, a jego jakość wpływa na agrotechnikę oraz w dużym stopniu jest jednym z ważniejszych czynników plonotwórczych.

---

Corresponding author – Adres do korespondencji: Tomasz Stankiewicz, Katedra Fizyki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, e-mail: stanektom@wp.pl

Zainicjowane w latach 90. XX w. przemiany gospodarcze w Polsce spowodowały powstanie wolnego rynku, a tym samym pojawienie się konkurencji również w branży nasiennej. Sytuacja ta zmusza przedsiębiorstwa m.in. do wprowadzania dodatkowych zabiegów poprawiających jakość biologiczną nasion. Najbardziej poznane i najczęściej stosowane w praktyce techniki uszlachetniania nasion (podnoszące zdolność i energię kiełkowania) to metody chemiczne związane z zaprawianiem różnymi substancjami (zaprawy nasienne, regulatory wzrostu itp.) oraz inkrustowaniem i otoczkowaniem. Jednak stosowane środki chemiczne, mimo ich dużej skuteczności, stanowią zagrożenie dla środowiska. Wiele substancji aktywnych może przenikać do wnętrza nasion i modyfikować ich skład chemiczny oraz zanieczyszczać środowisko glebowe. Dlatego też w ostatnich latach większą wagę zaczęto przywiązywać do niektórych fizycznych czynników wpływających korzystnie na materiał siewny roślin uprawnych [Ling i in. 1992, Phirke i Umbarkar 1998, Apasheva i in. 2006]. Stosowane jest naświetlanie nasion promieniowaniem laserowym, jonizującym, mikrofalowym, a także działanie polami: elektrycznym i magnetycznym. Przeważa pogląd, że fizyczne metody przedsięwziętej obróbki nasion stymulują jedynie przebieg zmian fizjologicznych i biochemicznych w nasionach, są zatem bezpieczne dla środowiska [Goldsworthy 2006, Khristyuk 2009, Chen i in. 2005]. Metody fizyczne nie zastąpią skutecznych metod chemicznych, ale mogą być dobrym ich uzupełnieniem. Ponadto w dobie propagowania rolnictwa ekologicznego można się spodziewać, że w miarę zwiększania się konkurencji na rynku nasiennym materiał siewny będzie poddawany coraz to nowszym zabiegom uszlachetniającym, tym bardziej że większość rolników chce kupować nasiona nie tylko o bardzo dobrej zdolności kiełkowania, ale również zapewniające wyrównane i szybkie wschody – także w warunkach odbiegających od optymalnych. Już teraz polskie przedsiębiorstwa nasienne zaczynają stosować zabiegi, które jeszcze do niedawna były domeną firm zagranicznych, i usługowo zajmują się w szerokim zakresie uszlachetnianiem nasion.

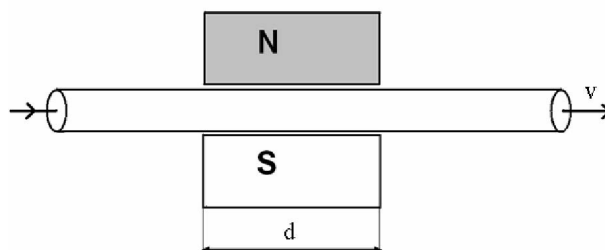
Jedną z metod fizycznych mogących mieć zastosowanie w ulepszaniu materiału siewnego jest stymulacja nasion stałym lub zmiennym polem magnetycznym [Khristyuk 2009]. Stosowane są różne sposoby magnetycznego uzdatniania wody uzyskiwane za pomocą magnesów stałych lub elektromagnesów, różne konfiguracje pól jednorodnych i niejednorodnych oraz różna liczba powtórzeń procesu (krotność przepływu) i natężenia przepływu wody [Rochalska 2003].

Celem pracy było określenie wpływu wody uzdatnianej magnetycznie na zdolność kiełkowania i zróżnicowanie morfologiczne siewek we wczesnych fazach rozwojowych roślin łubinu wąskolistnego przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Katedrze Fizyki Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Do badań wykorzystano nasiona łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.) odmiany Graf o tradycyjnym typie wzrostu. Nasiona podlewano wodą uzdatnianą stałym polem magnetycznym o indukcji: 0 mT (kontrola), 100 mT, 300 mT, 600 mT i 900 mT, poddanej działaniu pola magnetycznego poprzez przepuszczenie wody 5- i 10-krotne ( $\times 5$  i  $\times 10$ ) pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu. Magnetyczne

uzdatnianie wody przeprowadzono na stanowisku, którego ogólną koncepcję przedstawia rysunek 1. Woda przepływała przez teflonową rurkę umieszczoną pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu przez odcinek o długości  $d = 0,15$  m ze stałą prędkością  $v = 0,5-0,6$  m·s<sup>-1</sup> ( $\approx 7$  ml·s<sup>-1</sup>). Do badań wykorzystano wodę o znanym składzie mineralnym wg norm HU-94/2005 (PZH Poznań). Wysiewano po 40 sztuk nasion na szalkę Petriego o średnicy 10 cm w trzech powtórzeniach. Nasiona kiełkowano na podłożu złożonym z trzech warstw bibuły filtracyjnej. Bibułę nasączono 20 ml wody o odpowiednim stopniu indukcji magnetycznej, a następnie podlewano codziennie 10 ml wody o tej samej indukcji. Nasiona pobierały wodę i kiełkowały w całkowitej ciemności umieszczone w fitotronie w temp. 5°C na okres 5 dni. Po tym czasie wykonano pierwsze pomiary zdolności kiełkowania nasion (liczby kiełkujących nasion i liczby uszkodzonych siewek). Za uszkodzone traktowano siewki, których część hypokotylowa lub/i korzeniowa uległa złamaniu, a uszkodzona siewka nie rozwijała się dalej. Ponadto dokonano pomiaru długości korzeni i osi hypokotylowej oraz ich stosunku wyrażonego jako współczynnik długości korzeń/hypokotyl (root/shoot ratio). Następnie wszystkie skiełkowane i prawidłowo rozwijające się rośliny, przeniesiono do komory klimatycznej o temperaturze 20°C i fotoperiodzie 12/8 h, w której pozostały aż do zakończenia eksperymentu. Kolejne pomiary wykonano po 8 i 12 dniach prowadzenia doświadczenia. Podobnie jak po 5 dobach dotyczyły one oszacowania współczynnika długości korzeń/hypokotyl oraz dodatkowo w dniu 12 liczby liści i świeżej masy siewek. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ , oraz zastosowano test Duncana w celu wyodrębnienia grup jednorodnych.



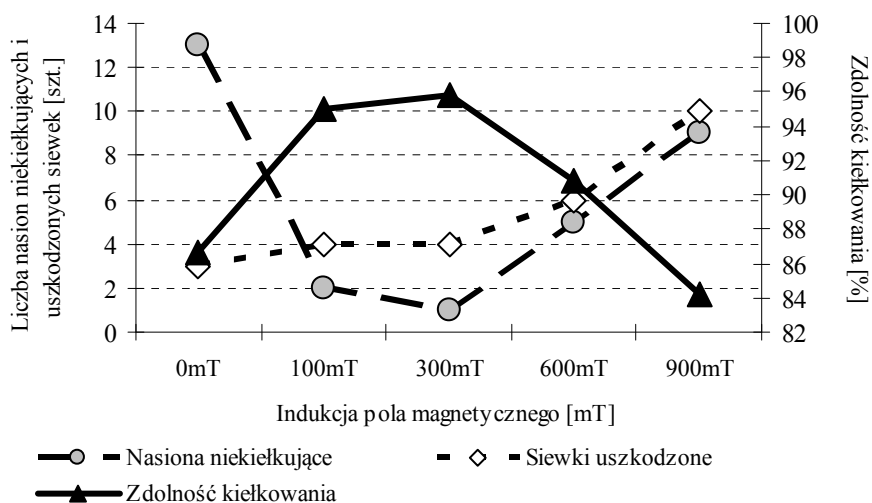
Rys. 1. Ogólna koncepcja magnetycznego uzdatniania wody  
Fig. 1. General concept of the magnetic treatment of water

## WYNIKI I DISKUSJA

### Zdolność kiełkowania

Zdolność kiełkowania, określona w 5 dniu prowadzenia eksperymentu, zawierała się w granicach 84–96%. Woda uzdatniona magnetycznie bardzo wyraźnie pobudzała nasiona do kiełkowania, a w szczególności po zastosowaniu pola magnetycznego o indukcji 100 mT i 300 mT (rys. 2). W konsekwencji obserwowano nawet 10% wzrost zdolności kiełkowania nasion podlewanych wodą uzyskaną z przepływu pomiędzy nabie-

gunnikami elektromagnesu dla indukcji 300 mT (96%) w porównaniu z nasionami kontroli (86%). Wyniki wykazały również, że wysokie wartości indukcji pola magnetycznego na poziomie 900 mT powodowały spadek zdolności kiełkowania nasion. Obok nasion niekiełkujących obserwowano wyraźny wzrost liczby uszkodzeń w postaci złamań części hypokotylowej lub/i korzeniowej siewek (rys. 2). W przypadku krotności przepływu wody pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu nie stwierdzono jego wpływu na zdolność kiełkowania nasion.



Rys. 2. Wpływ wody uzdatnianej magnetycznie na zdolność kiełkowania nasion łubinu wąskolistnego

Fig. 2. Influence of magnetically treated water on seeds germination capacity of narrow-leaf lupine

Prowadzone od lat badania, dotyczące możliwości stosowania wody uzdatnianej magnetycznie w rolnictwie, często obejmowały określenie jej przydatności do polepszenia kiełkowania nasion i wzrostu roślin [Kornarzyński i in. 2006, Morejon i in. 2007, Rochalska 2002, Rokhinson i in. 1994]. Z danych literaturowych wynika, że szczególnie dobre efekty stosowania niektórych czynników fizycznych w celu polepszenia wschodów roślin obserwuje się zazwyczaj wtedy, gdy wysiewane nasiona charakteryzuje słaba jakość siewna. Dzięki stosowaniu stymulacji można uzyskać wówczas zwiększenie zdolności kiełkowania nasion nawet o kilkanaście procent w przypadku roślin zbożowych [Drozd i Szajsner 1997]. Wśród roślin ogrodniczych m.in. pomidora gruntowego odmiany 'Hermes', uzyskano około 10% wzrost zdolności kiełkowania, a w przypadku nasion ogórka odmiany 'Hermes Skierniewicki F1', podczas prób wazonowych wzrost zdolności kiełkowania wynosił około 15% [Pietruszewski i in. 2007]. Korzystny wpływ pola magnetycznego na kiełkowanie nasion innych gatunków roślin obserwowali także Phirke i in. [1996], oraz w przypadku roślin strączkowych Podleśny

i Pietruszewski [2009], w tym u łubinu [Podleśny 2000, Kornarzyński i Pietruszewski 2011]. Obserwowano również różnice w wysokości roślin wyrosłych z nasion stymulowanych polem magnetycznym i kontrolnych, które były szczególnie widoczne w okresie wschodów i utrzymywały się do fazy początku kwitnienia. Podleśny i Gendarz [2008] wykazali, że przez uzdatnianie wody przy wykorzystaniu magnetyzera nakładkowego i przepływowego o indukcji magnetycznej odpowiednio: 0,2 i 1,0 T i natężeniu przepływu wody  $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ , można uzyskać polepszenie wschodów, a w konsekwencji istotną zwyżkę plonu nasion grochu siewnego.

### Zróźnicowanie morfologicznie siewek

**Długość siewek, współczynnik długości korzeń/hipokotyl.** W tabeli 1 i 2 przedstawiono średnie długości siewek łubinu oraz stosunek długości korzenia do hypokotyłu (współczynnik długości korzeń/hypokotył) po 5, 8 i 12 dniach prowadzenia doświadczenia.

Tabela 1. Średnie długości siewek u łubinu wąskolistnego podlewanych wodą uzdatnianą magnetycznie

Table 1. Average length of narrow-leaf lupine seedlings irrigated with magnetically treated water

Indukcja pola magnetycznego × krotność przepływu wody Induction of magnetic field × multiplication of water flow	Długość siewek – Seedlings length, cm								
	dzień (day) 5		dzień (day) 8		dzień (day) 12				
	x	σ	x	σ	x	σ			
0 mT (kontrola)	4,58	C	± 2,07	7,74	BCD	± 2,09	9,14	AB	± 1,76
100 mT × 5	5,27	AB	± 1,68	8,09	BC	± 1,93	9,69	AB	± 2,92
100 mT × 10	5,43	A	± 2,19	8,48	AB	± 2,16	9,71	AB	± 3,09
300 mT × 5	5,44	A	± 1,68	9,05	A	± 1,93	9,57	AB	± 2,04
300 mT × 10	5,73	A	± 1,56	9,15	A	± 1,63	10,30	A	± 2,73
600 mT × 5	5,04	ABC	± 1,28	7,73	BCD	± 1,68	9,34	AB	± 2,48
600 mT × 10	5,20	ABC	± 1,85	7,89	BCD	± 1,34	9,55	AB	± 1,87
900 mT × 5	3,03	D	± 1,93	7,09	D	± 1,98	8,72	B	± 2,47
900 mT × 10	3,09	D	± 1,60	7,44	CD	± 2,46	8,90	B	± 2,56

\* Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – Numbers in columns denoted with the same letters do not differ significantly

Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotne zróźnicowanie długości siewek (tab. 1) oraz współczynnika korzeń/hypokotył (tab. 2) dla różnych indukcji pola magnetycznego. Dla badanych cech nie wykazano natomiast istotnego wpływu krotności przepływu wody pomiędzy nabiegownikami elektromagnesu ( $\times 5$  i  $\times 10$ ).

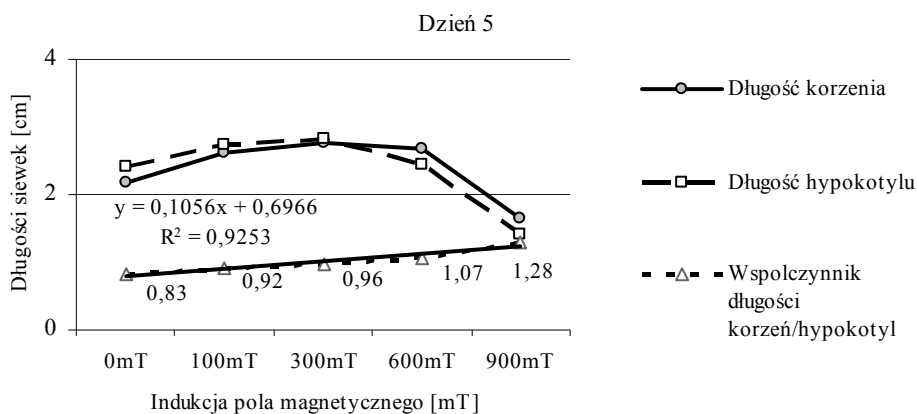
Tabela 2. Średnie współczynnika długości korzeń/hypokotyl u siewek łubinu wąskolistnego podlewanych wodą uzdatnianą magnetycznie

Table 2. Average values of root/shoot ratio of narrow-leaf lupine seedlings irrigated with magnetically treated water

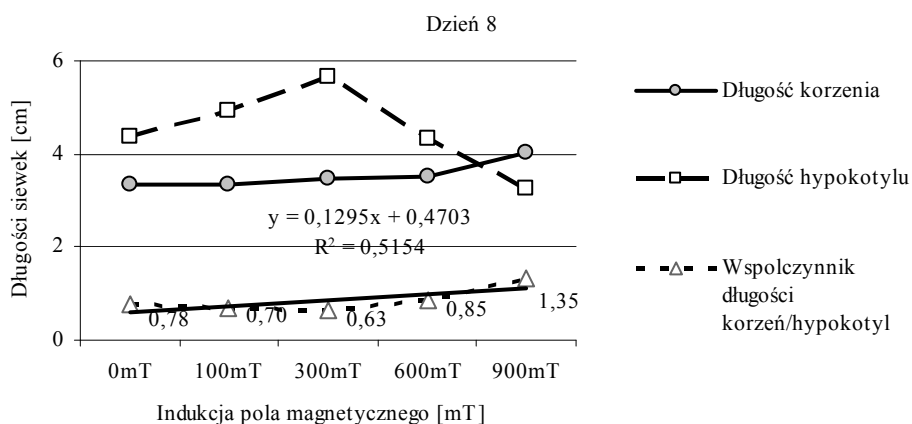
Indukcja pola magnetycznego × krotność przepływu wody Induction of magnetic field × multiplication of water flow	Współczynnik długości korzeń/hypokotyl – Root/shoot ratio, cm							
	dzień (day) 5		dzień (day) 8		dzień (day) 12			
	x	σ	x	σ	x	σ		
0 mT (kontrola)	0,83	C ± 0,42	0,78	BC ± 0,26	0,71	BC ± 0,27		
100 mT × 5	0,97	BC ± 0,36	0,69	CDE ± 0,22	0,69	C ± 0,20		
100 mT × 10	0,88	BC ± 0,33	0,70	CDE ± 0,20	0,68	C ± 0,16		
300 mT × 5	0,97	BC ± 0,33	0,62	E ± 0,19	0,62	C ± 0,16		
300 mT × 10	0,95	BC ± 0,23	0,63	DE ± 0,16	0,58	C ± 0,18		
600 mT × 5	1,15	AB ± 0,55	0,80	BC ± 0,21	0,91	B ± 0,34		
600 mT × 10	0,99	BC ± 0,47	0,90	B ± 0,39	0,90	B ± 0,44		
900 mT × 5	1,29	A ± 1,56	1,29	A ± 0,21	1,42	A ± 0,40		
900 mT × 10	1,28	A ± 1,00	1,40	A ± 0,71	1,58	A ± 0,89		

\* Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – Numbers in columns denoted with the same letters do not differ significantly

W porównaniu z roślinami kontroli oraz po zastosowaniu wody uzdatnianej magnetycznie o indukcji 600–900 mT, rośliny podlewane wodą o indukcji 100–300 mT tworzyły istotnie najdłuższe siewki (tab. 1). Ich oś hypokotylowa, we wszystkich terminach pomiarów, była charakterystycznie wydłużona (szczególnie przy indukcji 300 mT), a korzeń ulegał skróceniu (rys. 3–5). Odwrotną zależność obserwowano wśród roślin podlewanych wodą uzdatnianą magnetycznie o indukcji 900 mT. Siewki te formowały wyraźnie wydłużone korzenie, kosztem skróconego hypokotyłu. Począwszy od 5 dnia prowadzenia eksperymentu wraz ze wzrostem zastosowanej indukcji magnetycznej wody współczynnik długości korzeń/hypokotyl wykazywał tendencję wzrostową o wyraźnej liniowości dla tego zjawiska (rys. 3). W kolejnych dniach doświadczenia tendencja ta pozostała niezmienną i ostatecznie w dniu 12 obserwowano młode rośliny łubinu o nadmiernie wydłużonych korzeniach. Powszechnie u większości roślin współczynnik długości korzeń/hypokotyl maleje wraz ze wzrostem roślin, wyjątek stanowią gatunki roślin rosnących w warunkach suszy, gdzie korzenie penetrują glebę w poszukiwaniu wody [Monk 1966]. Według Harris'a [1992] redukcja współczynnika korzeń/hypokotyl jest niemal zawsze związana z odpowiedzią rośliny na wzrost w dogodnych warunkach środowiska. Z kolei sytuacja odwrotna ma miejsce, gdy rośliny narażone są na stres. W naszym doświadczeniu najniższe wartości współczynnika obserwowano w 12 dniu eksperymentu, wśród siewek podlewanych wodą o indukcji 300 mT (rys. 5).



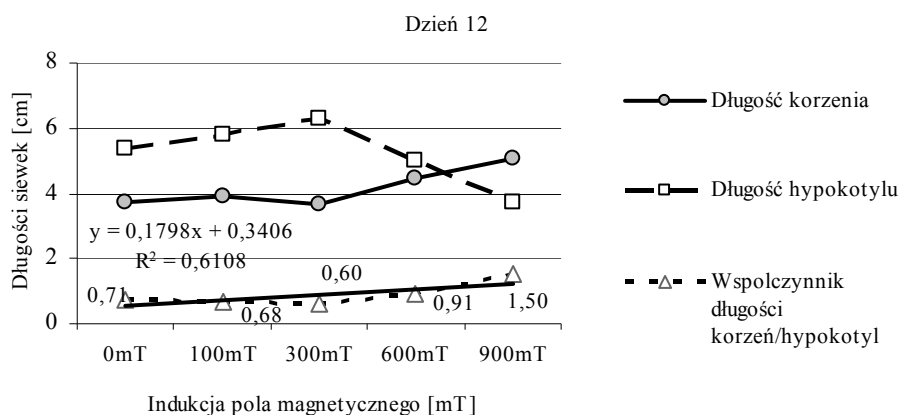
Rys. 3. Wpływ wody uzdatnianej magnetycznie w 5 dniu eksperymentu na długości korzenia i hypocotyłu siewek oraz współczynnika korzeń/hypocotyl u łubinu wąskolistnego  
 Fig. 3. Influence of magnetically treated water in 5<sup>th</sup> day of experiment on root length, hypocotyl length and root/shoot ratio of narrow-leaf lupine seedlings



Rys. 4. Wpływ wody uzdatnianej magnetycznie w 8 dniu prowadzenia eksperymentu na długości korzenia i hypocotyłu siewek oraz ich współczynnika u łubinu wąskolistnego  
 Fig. 4. Influence of magnetically treated water in 8<sup>th</sup> day of experiment on root length, hypocotyl length and root/shoot ratio of narrow-leaf lupine seedlings

Siewki podlewane wodą uzdatnianą magnetycznie o przedziale indukcji 300–600 mT charakteryzowały się zwiększonym wyrównaniem pod względem długości. Cecha zwiększonego wyrównania wschodów jest szczególnie cenna z punktu widzenia rolnic-

twą. Przebieg kiełkowania i wschodów decyduje bowiem w dużym stopniu o wigorze siewek, ich podatności na choroby oraz o dalszym wzroście, rozwoju i plonowaniu roślin.



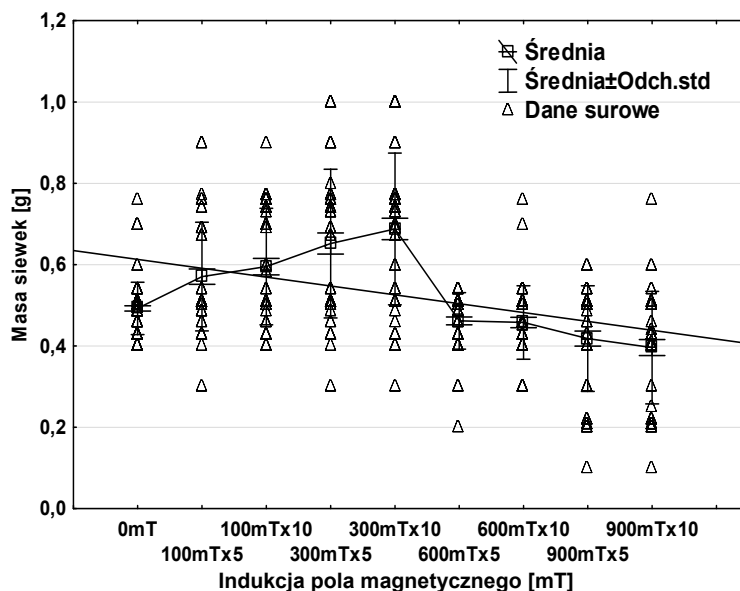
Rys. 5. Wpływ wody uzdatnianej magnetycznie w 12 dniu prowadzenia eksperymentu na długości korzenia i hypocotyłu siewek oraz ich współczynnika u łubinu wąskolistnego  
 Fig. 5. Influence of magnetically treated water in 12<sup>th</sup> day of experiment on root length, hypocotyl length and root/shoot ratio of narrow-leaf lupine seedlings

Tabela 3. Średnie wartości świeżej masy i liczby liści siewek łubinu wąskolistnego podlewanych wodą uzdatnianą magnetycznie  
 Table 3. Average values of fresh weight and leaves number of narrow-leaf lupine seedlings irrigated with magnetically treated water

Indukcja pola magnetycznego Induction of magnetic field mT	Masa siewek Fresh weight of seedlings g	Liczba liści Leaves number szt.
0	0,49 C	3,58 C
100	0,58 B	4,34 B
300	0,67 A	5,01 A
600	0,46 C	4,00 BC
900	0,41 D	3,08 D

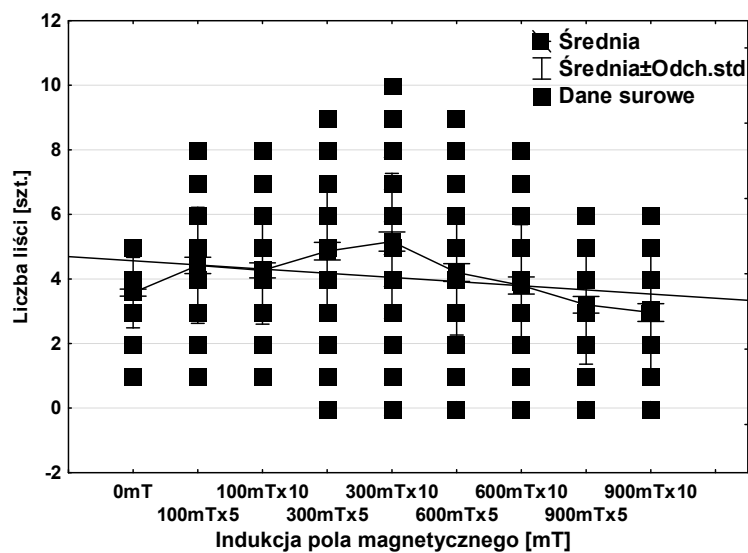
\*Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – Numbers in columns denoted with the same letters do not differ significantly





Rys. 6. Wpływ wody uzdatnianej magnetycznie na gromadzenie świeżej masy przez siewki łubinu wąskolistnego

Fig. 6. Influence of magnetically treated water on fresh weight accumulation of narrow-leaf lupine seedlings



Rys. 7. Wpływ wody uzdatnianej magnetycznie na formowanie liści przez siewki łubinu wąskolistnego

Fig. 7. Influence of magnetically treated water on leaves number of narrow-leaf lupine seedlings

**Masa siewek i liczba liści.** Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie dla świeżej masy siewek i liczby liści w zależności od zastosowania wody o różnej indukcji (tab. 3). Dla krotności przepływu pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu w próbkach wpływ wody nie był istotny statystycznie.

Masa pojedynczych siewek łubinu określona w 12 dniu eksperymentu zawierała się w granicach 0,1–1,1 g, co przedstawia rysunek 6. Najwyższe średnie masy siewek obserwowano po zastosowaniu wody uzdatnianej magnetycznie dla indukcji 300 mT (0,67 g), najniższe przy 900 mT (0,41 g). Dla indukcji 600 mT nie stwierdzono wpływu wody uzdatnianej magnetycznie (tab. 3). Podobne zależności zanotowali Kornarzyński i Pietruszewski [2011], którzy w swoich badaniach na nasionach grochu uzyskali najwyższe masy i zawartości suchej masy siewek, stosując wodę uzdatnianą magnetycznie o indukcji w zakresie 75–300 mT.

Na istotne zwiększenie wytworzonej przez rośliny liczby liści w porównaniu z kontrolą oddziaływała woda o indukcji 300 mT (tab. 3; rys. 7). Badania wykazały również pozytywny stymulujący wpływ po zastosowaniu 100 mT. W przypadku zastosowania wody uzdatnianej magnetycznie o indukcji 900 mT stwierdzono istotne zmniejszenie liczby liści.

## WNIOSKI

1. Zastosowanie wody uzdatnianej magnetycznie istotnie oddziaływało na zdolność kiełkowania nasion i wzrost siewek łubinu wąskolistnego.

2. Woda uzdatniana magnetyzerem o niższych wartościach indukcji w przedziale od 100 mT do 300 mT stymulowała zdolność kiełkowania, obniżając liczbę nasion niekiełkujących oraz siewek uszkodzonych, poprawiała wartość współczynnika długości korzeń/hypokotyl, wpływała na zwiększenie masy siewek oraz liczby liści.

3. Magnetyczne uzdatnianie wody z zastosowaniem indukcji sięgającej 900 mT oddziaływało inhibicyjnie na zdolność kiełkowania nasion, wpływając na zwiększenie liczby uszkodzonych siewek. Ponadto obserwowano wyraźne skrócenie osi hypokotylowej młodych roślin na korzyść charakterystycznie wydłużonego korzenia. Wyższe wartości indukcji magnetycznej hamowały również tempo gromadzenia świeżej masy siewek oraz formowanie liści.

4. Zastosowanie wody uzdatnianej magnetycznie o odpowiednim dla gatunku stopniu indukcji można potraktować jako alternatywną wobec metod chemicznych metodę poprawiającą jakości materiału siewnego. Ponieważ kiełkowanie i początkową fazę wzrostu siewek analizowano w warunkach laboratoryjnych, należy przeprowadzić dalsze badania oddziaływania wody uzdatnianej magnetycznie na wzrost i plony roślin w warunkach polowych.

## PIŚMIENNICTWO

Apasheva L.M., Lobanov A.V., Kamissarov G.G., 2006. Effect of alternating electromagnetic field on Elary stages of plant development, Dokl. Biochem. Biophys. 406, 1–3.

- Chen Y., Yuea M., Wanga X., 2005. Influence of He–Ne laser irradiation on seeds thermodynamic parameters and seedlings growth of *Isatis indogotica*. *Plant Sci.* 168, 601–606.
- Drozd D., Szajsner H., 1997. Laboratoryjna ocena wczesnych faz rozwojowych pszenicy jarej poddanej działaniu promieniowania laserowego. *Biul. IHAR*, 204, 187–190.
- Goldsworthy A., 2006. Effects of electrical and electromagnetic fields on plants and related topics. In: Volkov, A.G. (ed.), *Plant electrophysiology – theory and methods*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2006, 247–267.
- Harris R.W., 1992. Root shoot ratios. *J. Arboricult.* 18(1), January, 39–42.
- Khristyuk V.T., 2009. *Effect of a Low-Frequency Electromagnetic Field on Growth and Malt quality of brewer's barley*. *Russ. Agric. Sci.*, 35 (6), 429–431.
- Kornarzyński K., Pietruszewski S., Podleśny J., 2006. Próba oszacowania wpływu namagnesowanej wody na kiełkowanie nasion roślin uprawnych. W: *Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na środowisko rolnicze*. AR Lublin, 131–133.
- Kornarzyński K., Pietruszewski S., 2011. Wpływ wody uzdatnianej magnetycznie na kiełkowanie nasion grochu i łubinu. *Acta Agrophysica*, 18 (1), 101–110.
- Ling T.G., Liu L., Yang Z.Q., Shao S.X., Wang S.S., Sirigina M.T., Simakina L.V., 1992. The effect of gradient magnetic fields on crop yield and studies on its mechanism. *Acta Agriculturae Univ. Pekin.* 18, 357–362.
- Monk C.D., 1966. *Ecological importance of root/shoot ratios*. *Bull. Ton-ey Botanical Club* 93, 402–406.
- Morejon L.P., Castro Palacio J.C., Velazquez Abad L., Govea A.P., 2007. Simulation of *Pinus Tropicalis M.* seeds by magnetically treated water. *Int. Agrophysics*, 21, 173–177.
- Phirke P.S., Patil M.N., Umbarkar S.P., Dudhe Y.H., 1996. The application of magnetic treatment to seeds: methods and responses. *Seed Sci. & Technol.*, 24, 365–374.
- Phirke P.S., Umbarkar S.P., 1998. Influence of magnetic treatment of oilseed on yield and dry matter. *PKV – Res. J.* 22, 130–132.
- Pietruszewski S., Kornarzyński K., Łopucki M., 2007. Woda magnetyczna, jej niektóre właściwości fizyczne i zastosowanie. *Przegląd Telekomun.*, 80, 8–9, 675–682.
- Podleśny J., 2000. Wpływ światła laserowego na niektóre zmiany biochemiczne i fizjologiczne w nasionach i roślinach łubinu białego (*Lupinus albus L.*). *Pam., Puł.*, 121, 171–191.
- Podleśny J., Gendarz M., 2008. Wpływ wody uzdatnianej magnetycznie na wzrost, rozwój i plonowanie dwóch genotypów grochu siewnego. *Acta Agrophysica*, 12(3), 767–776.
- Podleśny J., Pietruszewski S., 2009. Wpływ wody uzdatnionej magnetycznie na wzrost, rozwój i plonowanie dwóch genotypów bobiku. *Annales UMCS, Sec. E, Agricultura*, 64, 1, 52–58.
- Rochalska M., 2002. Pole magnetyczne jako środek poprawy wigoru nasion. *Acta Agrophysica*, 62, 103–111.
- Rochalska M., 2003. Wpływ pola magnetycznego na nasiona i rośliny. *Post. Nauk Roln.* 1, 31–46.
- Rokhinson E., Gak E., Klygina L., 1994. Agricultural magnetic treatment of seeds and water. *Int. Agrophysics*, 8, 305–310.

**INFLUENCE OF MAGNETICALLY TREATED WATER  
ON GERMINATION AND SEEDLINGS DEVELOPMENT  
OF NARROW-LEAF LUPINE (*Lupinus angustifolius* L.)**

**Abstract.** The research in this paper were conducted to presents the impact of magnetically treated water on the seeds germination of narrow-leaf lupine, and next on morphological diversity of seedlings in their *early stages of development*. *The magnetic water treatment was conducted by means of a measuring system where the water flowed through a teflon tube placed between direct current electromagnet pole pieces*. Water was passed between the electromagnet pole pieces for induction of direct current electromagnet field pieces  $B = 100 \text{ mT}$ ,  $300 \text{ mT}$ ,  $600 \text{ mT}$  i  $900 \text{ mT}$ . The highest germination capacity of lupine seeds was reached after using induction of  $300 \text{ mT}$ . This same induction of magnetically treated water additionally improved the values of root/shoot ratio, stimulated seedling weight and number of leaves. The obtained results for the laboratory experiments may also have importance for the later development stages of plant, so it important to continue resarches with influence of magnetically treated water for growth and yield of plant on the field condition.

**Key words:** magnetically treated water, seed germination capacity, magnetic field, seedlings development, narrow-leaf lupine

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 28.06.2012