

## WPLYW WODY UZDATNIANEJ MAGNETYCZNIE NA KIELKOWANIE NASION GROCHU I ŁUBINU

*Krzysztof Kornarzyński, Stanisław Pietruszewski*

Katedra Fizyki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Akademicka 13, 20-950  
e-mail: krzysztof.kornarzynski@up.lublin.pl

**Streszczenie.** Przeprowadzono badania oddziaływania wody uzdatnianej magnetycznie na kiełkowanie i końcowe masy siewek oraz zawartość suchej masy w siewkach grochu odm. "Brutus" i łubinu odm. „Baron”. Uzdatnianie magnetyczne wody przeprowadzono na stanowisku pomiarowym, gdzie woda przepływała przez teflonową rurkę umieszczoną pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu prądu stałego. Wodę przepuszczano pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu 1, 3 i 10 razy dla indukcji stałego pola magnetycznego  $B = 75$  mT, 150 mT, 300 mT, 600 mT i 900 mT. Badania przeprowadzono na płytkach Petriego w komorze klimatycznej, bez dostępu światła w całkowitej ciemności, w temperaturze 20°C. Woda uzdatniana magnetycznie nie posiadała istotnego wpływu na zdolność kiełkowania nasion grochu. Nasiona łubinu najwyższą zdolność kiełkowania osiągnęły dla 3-krotnego przepływu dla indukcji 75 mT oraz dla 10-krotnego i indukcji 300 mT. Najwyższe masy końcowe dla siewek grochu i zawartości suchej masy uzyskano dla indukcji 75 mT i 300 mT dla wszystkich krotności przepływu. Pozytywny wpływ pojawił się również dla niektórych krotności przepływu dla indukcji 150 mT i 900 mT. W przypadku łubinu najwyższe końcowe masy siewek uzyskano dla indukcji 75 mT i 900 mT, dla 3 i 10-krotnego przepływu. Najniższe dla 300 mT, dla wszystkich krotności przepływu. Największą zawartość suchej masy w siewkach łubinu zaobserwowano również dla wody 3 i 10-krotnie uzdatnianej magnetycznie dla indukcji 75 mT i 900 mT.

**Słowa kluczowe:** kiełkowanie nasion, woda uzdatniana magnetycznie, masy siewek, zawartość suchej masy

### WSTĘP

Jednym z ważnych aspektów badań skutków oddziaływania pól magnetycznych na organizmy żywe jest ich wpływ na fizykochemiczne właściwości wody. Wyniki eksperymentów wykazują, że woda poddana działaniu stałego pola magnetycznego posiada zmienione właściwości fizyczne, do których należy obniżenie napięcia powierzchniowego, wzrost lepkości, zmiana stałej dielektrycznej

i przewodnictwa elektrycznego (Presman 1971, Amiri i Dadkhah 2006, Fathi i in. 2006). Próbkę wody poddanej działaniu pól magnetycznych posiadają inne widmo NMR, UV oraz IR (Kney i Parsons 2006).

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. Badania wykazały, że uzyskane efekty posiadają wartości optymalne dla określonych parametrów magnetycznego uzdatniania wody, gdzie np. zmiana zawartości jonów wapnia w wodzie zależy od długości drogi w polu i szybkości przepływu (Gabrielli i in. 2001). I tak w przypadku zastosowania stałego pola magnetycznego o indukcji 0,16 T, wytwarzanego przez magnesy stałe, dla prędkości przepływu wody twardej (wodociągowej) wynoszącej 6,3 m/s, uzyskuje się strącanie cząstek węgla wapnia przy liczbie cykli przepływowych pomiędzy 10-30.

W celu badania oddziaływania pól magnetycznych na rośliny, ich kiełkowanie i wzrost, stosowane są cztery rodzaje pól: słabe statyczne, jednorodne pola magnetyczne (do około 100  $\mu$ T) uwzględniające pole geomagnetyczne, silne homogeniczne pola magnetyczne (do 1 Tesli), silne niejednorodne pola magnetyczne oraz pola magnetyczne niskiej częstotliwości (ELF) rzędu militesli (Galland i Pazur 2005). Prowadzone od lat badania, dotyczące możliwości stosowania wody uzdatnionej magnetycznie w rolnictwie, obejmują zazwyczaj określenie jej przydatności do polepszenia kiełkowania nasion i wzrostu roślin (Assouline i in. 2002, Kornarzyński i in. 2006, Morejon i in. 2007, Rochalska 2002, Rokhinson i in. 1994).

Uzdatniana woda, krążąca w obwodzie zamkniętym składającym się z sześciu magnesów stałych o indukcji 40 mT, dla czasu od 10 do 180 min, którą podlewano trawę, umożliwiła wzrost szybkości kiełkowania o ok. 10% w stosunku do próby kontrolnej (nie poddanej działaniu pola), dla wszystkich czasów uzdatniania, natomiast 18% wzrost w przypadku obiegu wody przez 60 minut (Carbonell i in. 2004).

Dla nasion pomidora gruntowego odmiany „Hermes” można uzyskać około 10% wzrost zdolności kiełkowania, w badaniach na płytkach Petriego. Dla nasion ogórka odmiany „Hermes Skierniewicki F1”, podczas prób wazonowych, wzrost zdolności kiełkowania wynosił około 15% (Pietruszewski i in. 2007).

Woda uzdatniana magnetycznie może zostać wykorzystana do poprawienia warunków plonowania w glebie pustynnej w Egipcie o dużym zasoleniu i nawapnieniu (Hilal i Helal 2003). Podobnie stosując uzdatnianą magnetycznie wodę pitną i wodę o różnym zasoleniu, można uzyskać wzrost plonów dla selera i grochu białego (Maheshwari i Rewal 2009). Przez uzdatnianie wody przy wykorzystaniu magnetyzera nakładkowego i przepływowego o indukcji magnetycznej odpowiednio: 0,2 i 1,0 T i natężeniu przepływu wody 1 l·min<sup>-1</sup>, można uzyskać

polepszenie wschodów, istotną zwyżkę plonu nasion grochu siewnego (Podleśny i Gendarz 2008).

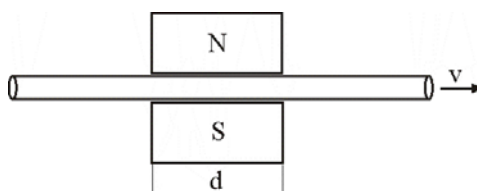
Celem badań było oszacowanie wpływu wody uzdatnianej magnetycznie na kiełkowanie nasion grochu siewnego i łubinu wąskolistnego w warunkach laboratoryjnych.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Katedrze Fizyki UP w Lublinie. Do badań wykorzystano nasiona grochu odmiany Brutus i łubinu wąskolistnego odmiany Baron o wilgotności 12%.

Pęczniące i kiełkujące nasiona podlewano wodą uzdatnianą stałym polem magnetycznym o indukcji:  $B = 75$  mT, 150 mT, 300 mT, 600 mT i 900 mT, poddaną działaniu pola magnetycznego, poprzez przepuszczenie wody 1, 3 i 10 krotnie (1x, 3x, 10x), pomiędzy nabiegownikami elektromagnesu. Magnetyczne uzdatnianie wody przeprowadzono na stanowisku, którego ogólną koncepcję przedstawia rysunek 1. Woda przepływała przez teflonową rurkę umieszczoną pomiędzy nabiegownikami elektromagnesu przez odcinek o długości  $d = 0,15$  m, ze stałą prędkością  $v = 0,5-0,6$  m·s<sup>-1</sup> (około 7 ml·s<sup>-1</sup>). Do badań wykorzystano wodę o znanym składzie mineralnym wg normy HU-94/2005 (PZH Poznań).

Badania kiełkowania przeprowadzono dla 25 nasion grochu i łubinu w trzech powtórzeniach, które zostały wysiane na płytkach Petriego, umieszczonych w komorze klimatycznej, w temperaturze 20°C. Nasiona pobierały wodę i kiełkowały w całkowitej ciemności. Istotność różnic wyznaczono za pomocą testu Tukeya dla poziomu istotności  $p \leq 0,05$  w stosunku do próby kontrolnej.



**Rys. 1.** Ogólna koncepcja magnetycznego uzdatniania wody

**Fig. 1.** General concept of the magnetic treatment of water

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki badań zdolności kiełkowania nasion, masy wykiełkowanych nasion grochu i łubinu oraz zawartości suchej masy w siewkach przedstawione zostały w tabelach 1, 2 i 3. Masę siewek badanych nasion określono po 168 godzinach

kiełkowania (7 dniach). Zawartość suchej masy w siewkach wyznaczono po ich wysuszeniu w piecu w temperaturze 130°C.

W tabeli 1 przedstawiono zdolność kiełkowania nasion grochu i łubinu po 168 godzinach kiełkowania w wodzie uzdatnianej magnetycznie, dla różnych indukcji pola magnetycznego i krotności przepływu wody pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu.

**Tabela 1.** Kiełkowanie nasion grochu odmiany „Brutus” i łubinu odm. „Baron” w wodzie uzdatnianej magnetycznie uzyskane po siedmiu dniach kiełkowania

**Table 1.** Germination of seeds of pea var. “Brutus” and seeds of lupine var. “Baron” in magnetically treated water after of seven days germination

| Krotność przepływu wody<br>Multiplication of water<br>flow  | Indukcja pola magnetycznego – Induction of magnetic field (mT) |       |        |       |       |
|---|--|-------|--------|-------|-------|
|   | 75   | 150   | 300    | 600   | 900   |
| Kiełkowanie nasion grochu – Germination of pea seeds (%)    |  |       |        |       |       |
| 1x  | 100,0  | 98,6  | 100,0  | 96,0  | 100,0 |
| 3x  | 97,3   | 100,0 | 100,0  | 100,0 | 98,6  |
| 10x   | 98,6   | 100,0 | 96,0   | 97,3  | 98,6  |
| Próba kontrolna<br>Control sample                           | 96,0   | 98,6  | 98,6   | 100,0 | 97,3  |
| Kiełkowanie nasion łubinu – Germination of lupine seeds (%) |  |       |        |       |       |
| 1x  | 80,3*  | 88,0* | 92,3   | 68,3* | 92,6  |
| 3x  | 92,6*  | 88,6* | 92,6   | 80,0* | 88,3* |
| 10x   | 88,0   | 92,0  | 100,0* | 72,6* | 96,3  |
| Próba kontrolna<br>Control sample                           | 84,3   | 92,3  | 92,6   | 88,0  | 96,0  |

Odchylenie standardowe dla wszystkich próbek wynosiło około  $\sigma = \pm 1,5\%$  – Standard deviation for all samples was about  $\sigma = \pm 1,5\%$ . Próbkki istotne statystycznie oznaczono \* – Samples of statistical significance are marked with \*

Zdolność kiełkowania, uzyskana po siedmiu dniach badanych nasion grochu, zawierała się w granicach 96-100%, a łubinu w granicach 73-100%. W przypadku grochu stwierdzono, iż woda uzdatniana magnetycznie nie wpływała istotnie na zdolność kiełkowania nasion. Nasiona łubinu najwyższą zdolność kiełkowania osiągnęły dla 3-krotnego przepływu wody pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu dla indukcji 75 mT dla 3-krotnego przepływu i dla 300 mT dla 10-krotnego przepływu. Dla pozostałych próbek wpływ wody uzdatnianej magnetycznie był negatywny osiągając wartości istotne statystycznie dla indukcji 75 mT i 150 mT i dla 1 i 3-krotnego przepływu oraz dla indukcji 600 mT dla wszystkich krotności przepływów.

Masa siewek grochu zawierała się w granicach 8,3-12,1 g, zawartość suchej masy w przedziale 1,7 -2,4 g, co przedstawia tabela 2. Masa siewek grochu pokrywa się z dużą dokładnością z zawartością suchej masy w siewkach, dla tych samych indukcji pola magnetycznego zastosowanego do uzdatniania wody oraz krotności przepływu pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu.

Najwyższą masę siewki grochu uzyskały dla wody uzdatnianej magnetycznie dla indukcji 150 mT. Najwyższe masy i zawartości suchej masy w stosunku do próbek kontrolnych siewki grochu osiągnęły dla indukcji 75 mT i 300 mT dla wszystkich krotności przepływu. Pozytywny istotny statystycznie wpływ pojawił się również dla wybranych krotności przepływu dla indukcji 150 mT i 900 mT. Dla indukcji 600 mT nie stwierdzono wpływu wody uzdatnianej magnetycznie – tabela 2.

Masa siewek łubinu zawierała się w granicach 3,9-11 g, a zawartość suchej masy w przedziale 0,9-2,4 g. W przypadku siewek łubinu masy pokrywają się z zawartością suchej masy w siewkach tylko dla kilku przypadków indukcji pola magnetycznego i krotności przepływu w próbkach, dla których wpływ wody był pozytywny istotny statystycznie. Może to świadczyć o zróżnicowanym wpływie czynnika stymulującego na przyrost mas siewek.

Najwyższe masy w stosunku do próbki kontrolnej uzyskały siewki łubinu podlewane wodą uzdatnianą polem magnetycznym o indukcji 75 mT i 900 mT, dla 3 i 10 krotnego przepływu pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu, najniższe dla 300 mT dla wszystkich krotności przepływu. Największą zawartość suchej masy w siewkach łubinu zaobserwowano również dla wody 3 i 10 krotnie uzdatnianej magnetycznie, dla indukcji 75 mT i 900 mT, co przedstawia tabela 3.

Dotychczas nie ma spójnej teorii wyjaśniającej efekty oddziaływania pola magnetycznego na zmianę właściwości fizycznych wody. Hipotetyczne mechanizmy wyjaśniające to zjawisko mówią, iż pod wpływem pola magnetycznego następuje polaryzacja zewnętrznych powłok elektronowych cząsteczek wody i jonów, co zmienia warunki hydratacji jonów, które przy naruszonej otoczce hydratacyjnej mogą służyć jako zarodki krystalizacji. Ta koncepcja dotyczy skutków działania siły Lorentza na jony zawarte w wodzie, która powoduje chwilową ich polaryzację zgodną z zewnętrznym polem magnetycznym (Goldsworthy i in. 1999), co w konsekwencji wpływa na transport jonów przez błony komórkowe – zachwianie równowagi koncentracji jonów w komórce oraz zmianę wewnątrzkomórkowego pH (Newman i Watson 1999).

Woda uzdatniana magnetycznie posiada wyższą przewodność elektryczną oraz niższe napięcie powierzchniowe. Wyjaśnia to model 'wolnych dipoli', na które oddziałuje siła Lorentza w polu magnetycznym powodując polaryzację cząstek wody.

**Tabela 2.** Masa siewek i zawartość suchej masy w siewkach grochu  
**Table. 2.** Mass of seedlings and content of dry matter in seedlings of pea

| Krotność przepływu wody<br>Multiplication<br>of water flow                              | Indukcja pola magnetycznego<br>Induction of magnetic field (mT) |       |         |       |       |
|---|---|-------|---------|-------|-------|
|   | 75  | 150   | 300     | 600   | 900   |
| Masa siewek grochu – Mass of pea seedlings (g)  |   |       |         |       |       |
| 1x  | 9,72  | 12,07 | 10,23   | 9,26  | 8,26  |
| 3x  | 10,46 *   | 11,17 | 11,68 * | 9,97  | 11,43 |
| 10x   | 9,31  | 12,08 | 11,96 * | 8,98  | 12,1  |
| Próba kontrolna<br>Control sample   | 8,36  | 11,42 | 9,38    | 10,02 | 10,51 |
| Zawartość suchej masy w siewkach grochu – Content of dry matter in seedlings of pea (g) |   |       |         |       |       |
| 1x  | 1,944   | 2,415 | 2,045   | 1,857 | 1,652 |
| 3x  | 2,093 *   | 2,235 | 2,335 * | 1,995 | 2,285 |
| 10x   | 1,866   | 2,415 | 2,391 * | 1,795 | 2,421 |
| Próba kontrolna<br>Control sample   | 1,673   | 2,285 | 1,875   | 2,005 | 2,106 |

Odchylenie standardowe dla końcowych mas siewek zawarte było w granicach  $\sigma = 0,41-0,64$  g, dla zawartości suchej substancji w siewkach w granicach  $\sigma = 0,08-0,11$  g – The standard deviation for the final mass of seedlings fell within the range of  $\sigma = 0,41-0,64$  g, for the content of dry matter in seedlings in the range of  $\sigma = 0,08-0,11$  g. Próbkki istotnie statystycznie oznaczono\* – Samples of statistical significance are marked with\*

W ten sposób można wyjaśnić zmiany własności wody i zawartych w niej nieczystości oraz zachowanie drobnoustrojów obecnych w wodzie mających wpływ na kiełkowanie nasion i rozwój roślin (Biryukov i in. 2005). Dzięki temu woda uzdatniana magnetycznie może posiadać wpływ na zwiększenie przepuszczalności błon komórkowych oraz na hamowanie wzrostu drobnoustrojów szkodliwych dla procesu kiełkowania.

Inny możliwy efekt oddziaływania pola magnetycznego na wodę dotyczy powstawania wolnych rodników w komórkach, na skutek oddziaływania pola. Stałe i zmienne pole magnetyczne może wpływać na biologiczne funkcje organizmów przez zmiany koncentracji hormonów, przez zmiany działalności enzymów, transportu jonów przez błony komórkowe oraz przez zmiany w syntezie lub przekazie DNA (Piacentini i in. 2001, Strasak i in. 2002).

Podlewanie kiełkujących nasion wodą uzdatnianą magnetycznie przyspiesza wyraźnie wzrost kiełków (Pietruszewski i in. 2007). Świadczy to o tym, że należy kontynuować badania wpływu podlewania roślin wodą uzdatnianą polem magnetycznym stosując różne wartości indukcji, szybkości i krotności jej przepływu przez elektromagnes.

**Tabela 3.** Masa i zawartość suchej masy w siewkach łubinu

**Table 3.** Mass and content of dry matter in lupine seedlings

| Krotność przepływu wody<br>Multiplication of water flow                                    | Indukcja pola magnetycznego – Induction of magnetic field (mT) |         |         |         |         |
|--|--|---------|---------|---------|---------|
|  | 75   | 150     | 300     | 600     | 900     |
| Masa siewek łubinu – Mass of lupine seedlings (g)  |  |         |         |         |         |
| 1x   | 8,36   | 6,56 *  | 4,175   | 4,91 *  | 8,56    |
| 3x   | 11,09 *  | 8,61 *  | 3,9     | 5,46 *  | 9,94    |
| 10x  | 9,27   | 8,46 *  | 4,525   | 5,09 *  | 10,96 * |
| Próba kontrolna<br>Control sample  | 8,89   | 7,46    | 4,238   | 6,69    | 9,17    |
| Zawartość suchej masy w siewkach łubinu – Content of dry matter in seedlings of lupine (g) |  |         |         |         |         |
| 1x   | 2,091  | 1,494 * | 0,933   | 1,445 * | 1,864   |
| 3x   | 2,413 *  | 1,955 * | 0,865 * | 1,365 * | 2,365 * |
| 10x  | 2,105  | 1,842 * | 0,905   | 1,415 * | 2,285 * |
| Próba kontrolna<br>Control sample  | 2,115  | 1,623   | 0,941   | 1,527   | 1,912   |

Odchylenie standardowe dla końcowych mas siewek zawarte było w granicach  $\sigma = 0,38-0,56$  g, dla zawartości suchej substancji w siewkach w granicach  $\sigma = 0,071-0,102$  g – The standard deviation for the final mass of the seedlings fell within the range of  $\sigma = 0,38-0,56$  g, for the content of dry matter in seedlings in the range of  $\sigma = 0,071-0,102$  g. Próbki istotne statystycznie oznaczono \* – Samples of statistical significance are marked with \*

Podsumowując można stwierdzić, iż pozytywny wpływ wody uzdatnianej magnetycznie, obejmujący kiełkowanie i początkową fazę wzrostu siewek trwającą siedem dni przebiegał w komorze klimatycznej, czyli w warunkach laboratoryjnych bardzo różniących się od warunków polowych. Można zaryzykować twierdzenie, iż woda uzdatniana magnetycznie posiadałaby istotny, pozytywny wpływ na wzrost i plon badanych gatunków w warunkach polowych, gdzie zdolność i szybkość kiełkowania nasion mają duży wpływ na dalszy wzrost roślin i ich plonowanie. Woda uzdatniana polem magnetycznym może również znaleźć praktyczne zastosowanie w uprawach szklarniowych, w gospodarstwach ekolo-

gicznych, gdzie stosowane są nawozy naturalne, i gdzie może być tanią metodą uzyskania wyższych plonów.

#### WNIOSKI

1. Woda uzdatniana magnetycznie nie wpływała istotnie na kiełkowanie grochu i w niewielkim stopniu oddziaływała na kiełkowanie łubinu. Masa siewek i zawartość suchej masy wahały się w szerokich granicach dla obu badanych gatunków.

2. Istotny statystycznie pozytywny wpływ na masy siewek grochu i zawartość suchej masy miał miejsce dla większości parametrów wody uzdatnianej magnetycznie. Wpływ negatywny pojawił się jedynie dla indukcji 600 mT.

3. Pozytywny istotny statystycznie wpływ na względne masy końcowe siewek łubinu i zawartość suchej substancji miał miejsce dla wybranych parametrów wody uzdatnianej magnetycznie (75 mT i 900 mT). Wpływ negatywny pojawił się dla indukcji 300 mT.

4. Wpływ wody uzdatnianej magnetycznie na kiełkowanie i początkową fazę wzrostu siewek przebiegał w komorze klimatycznej, czyli w warunkach laboratoryjnych. Należy przeprowadzić dalsze badania oddziaływania wody uzdatnianej magnetycznie na wzrost i plony nasion w warunkach polowych, gdzie duży wpływ na wzrost roślin i ich plonowanie ma zdolność i szybkość kiełkowania nasion.

#### PIŚMIENNICTWO

- Amiri M. C., Dadkhah A. A., 2006. On reduction in the surface tension of water due to magnetic treatment. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, 278, 252-255.
- Assouline S., Cohen S., Meerbach D., Harodi T., Rosner M., 2002. Microdrip irrigation of field crop. Effect on yield, water uptake and drainage of sweet corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66, 228-235.
- Biryukov A.S., Gavrikov V.F., Nikiforova L.O., Shcheglov V.A., 2005. New physical methods of disinfection of water. *Journal of Russian Laser Research*, Vol. 26, No. 1, 13-25.
- Carbonell M.W., Martinez E., Diaz J.E., Florez M., 2004. Influence of magnetically treated water on germination of signalgrass seeds. *Seeds Sci. & Technol.*, 32, 617-619.
- Fathi A., Mohamed T., Claude G., Maurin G., Mohamed B. A., 2006. Effect of a magnetic water treatment on homogeneous and heterogeneous precipitation of calcium carbonate. *Water Research*, 40, 1941-1950.
- Gabrielli C., Jaouhari R., Maurin G., Keddami M., 2001. Magnetic water treatment for scale prevention. *Water Research*, 35, No. 13, 3249-3259.
- Galland P., Pazur A., 2005. Magnetoreception in plants. *J. Plant. Res.* 118, 371-389.
- Goldsworthy A., Whitney H., Morris E. 1999. Biological effects of physically conditioned water. *Wat. Res.*, Vol. 33, No. 7, 1618-1626.
- Hilal M.H., Helal M.M., 2003. Application of magnetic technologies in desert agriculture. Seed germination and seedling emergence of some crops in a saline calcareous soil. II Miedzynaro-



- dowa Konferencja Naukowa „Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na środowisko rolnicze”, Agrolaser 2003, Referaty i doniesienia, Lublin 2003, 112.
- Kney A. D., Parsons S. A., 2006. A spectrophotometer-based study of magnetic water treatment: Assessment of ionic vs. surface mechanisms. *Water Research*, 40, 517 - 524.
- 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.
- Maheshwari B. L., Rewal H. S., 2009. Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. *Agricultural Water Management*, 96, 1229-236.
- 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.
- Newman J. R., Watson R. C., 1999. Preliminary observations on the control of algal growth by magnetic treatment of water. *Hydrobiologia*, 415, 319 - 322.
- Piacentini M. P., Fraternali D., Piatti E., Ricci D., Vetrano F., Dacha M., Accorsi A., 2001. Senescence delay and change of antioxidant enzyme levels in *Cucumis sativus* L. etiolated seedlings by ELF magnetic fields. *Plant Science*, 161, 45-53.
- Pietruszewski S., Kornarzyński K., Łopucki M., 2007. Woda magnetyczna, jej niektóre właściwości fizyczne i zastosowanie. *Przegląd Telekomunikacyjny*, LXXX, 8-9, 675-682.
- Podleśny J., Gendarz M., 2008. Wpływ wody uzdatnianej magnetycznie na wzrost, rozwój i plonowanie dwóch genotypów grochu siewnego. *Acta Agrophysica*, 12(3), 767-776.
- Presman A.S., 1971. Pola elektromagnetyczne a żywa przyroda. Warszawa PWN.
- Rochalska M., 2002. Pole magnetyczne jako środek poprawy wigoru nasion. *Acta Agrophysica*, 62, 103-111.
- Rokhinson E., Gak E., Klygina L., 1994. Agricultural magnetic treatment of seeds and water. *Int. Agrophysics*, 8, 305-310.
- Strasak L., Vetterl V., Smarda J., 2002. Effects of low-frequency magnetic fields on bacteria *Escherichia coli*. *Bioelectrochemistry*, 55, 161-164.

## INFLUENCE OF MAGNETICALLY TREATED WATER ON GERMINATION OF PEA AND LUPINE SEEDS

*Krzysztof Kornarzyński, Stanisław Pietruszewski*

Department of Physics, University of Life Sciences  
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, Poland  
e.mail: krzysztof.kornarzynski@up.lublin.pl

**Abstract.** Studies have been conducted on the impact of magnetically treated water on the germination of seeds and the final mass of seedlings, as well as on the content of dry matter in seedlings of lupine var. “Baron” and pea var. “Brutus” seeds. 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 1, 3 and 10 times, for induction of direct current electromagnet field pieces  $B = 75$  mT, 150 mT, 300 mT, 600 mT and 900 mT. The investigations were conducted on Petri plates in controlled climate chamber without access of light, in total darkness, at temperature of 20°C. Magnetically treated water had no significant influence on the germination capacity of pea seeds. The high-

est germination capacity of lupine seeds was noted for 3 times flow at induction of 75 mT as well as for 10 times flow and induction of 300 mT. The highest final mass of pea seedlings and content of dry matter were obtained for induction of 75 mT and 300 mT, for all multiplication factors of flow. The positive influence appeared for some multiplication factors of flow for induction 150 mT and 900 mT also. In the case of lupine seedlings the highest final mass was found for induction of 75 mT and 900 mT, for 3 and 10-fold flows; the lowest for 300 mT, for all multiplication factors of flow. The highest content of dry matter of lupine seedlings was observed for water magnetically treated 3 and 10 times, for induction values of 75 mT and 900 mT.

**Key words:** seed stimulation, magnetic field, magnetically treated water, dry matter