

¹Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czarotoryskich 8, 24-100 Puławy, e-mail: jp@iung.pulawy.pl

²Katedra Fizyki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

JANUSZ PODLEŚNY¹, STANISŁAW PIETRUSZEWSKI²

Wpływ wody uzdatnionej magnetycznie na wzrost, rozwój i plonowanie dwóch genotypów bobiku

The effect of magnetic water on the growth, development and yielding
of faba bean

Streszczenie. Badania prowadzono w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym w Puławach, w wazonach Mitscherlicha zawierających mieszaninę 5 kg ziemi ogrodowej i 2 kg piasku. Czynnikiem I rzędu były dwa genotypy bobiku: Nadwiślański – typ tradycyjny i Tim – typ samokończący, a czynnikiem II rzędu rodzaj wody stosowanej do podlewania roślin: woda zwykła i uzdatniona magnetycznie. Woda uzdatniana magnetycznie wpływała korzystnie na plonowanie obydwu odmian bobiku. Przyrost plonu nasion był konsekwencją większej liczby strąków na roślinie i większą liczbą nasion w strąku. Masa 1000 nasion nie ulegała bowiem istotnej zmianie.

Słowa kluczowe: bobik, woda uzdatniona magnetycznie, wschody roślin, rozwój roślin, plonowanie

WSTĘP

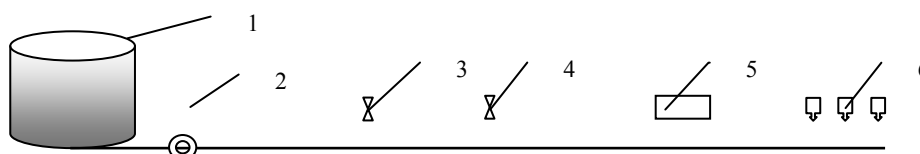
Dostępność wody dla roślin, uwarunkowana przede wszystkim ilością opadów atmosferycznych, jest jednym z najważniejszych czynników plonotwórczych. Nawadnianie jest zabiegiem kosztownym, dlatego stosowanie go jest uzasadnione w warunkach dużego niedoboru wody w glebie [Prokopowicz, Lipiński 2008]. Zabieg ten stosowany jest najczęściej w uprawie warzyw i owoców [Kaniszewski i in. 1987, Treder i in. 1998]. Jednak z literatury wynika, że badania dotyczące tej tematyki prowadzone są coraz częściej także w odniesieniu do roślin rolniczych [Borówczak i in. 2006, Jankowiak i in. 2006]. Wynika to prawdopodobnie z dużej niżki plonu powodowanej przez niedobór wody w glebie, będący konsekwencją coraz dłuższych i częściej występujących okresów suszy [Łabędzki i Leśny 2008]. Aby zwiększyć opłacalność nawadniania coraz większej

liczby gatunków roślin uprawnych, należy poszukiwać metod zwiększenia jego efektywności. Jedną z nich może być magnetyczna obróbka wody stosowanej do nawodnienia roślin. Woda uzdatniona magnetycznie może mieć znaczenie nie tylko jako czynnik mający wpływ na wzrost, rozwój i plonowanie roślin, ale także polepszający jakość pracy urządzeń nawadniających. Tego typu zabiegi stosowane są bowiem coraz częściej do polepszenia jakości wody wykorzystywanej w różnych procesach technologicznych [Tomaszek i Czerwieniec 1995, Szczypiorowski i Nowak 1995, Bogatin i in. 1999, Cody i Cass 1999, Botello-Zubiate i in. 2004, Biriukov i in. 2005]. Dotychczas wykonano niewiele badań dotyczących możliwości stosowania wody uzdatnionej magnetycznie w rolnictwie i dotyczą one najczęściej określenia jej przydatności w polepszaniu kiełkowania nasion [Alexander i Ganeshan 1990, Rokhinson i in. 1994, Assouline i in. 2002, Rochalska 2002, Kornarzyński i in. 2006, Morejon i in. 2007] oraz zabiegach ochrony roślin [Górski i Wachowiak 2004, Górski i Tomczak 2007]. W badaniach krajowych i zagranicznych stosowano najczęściej magnesy nakładkowe montowane na przewodach doprowadzających wodę. Nie ma natomiast badań dotyczących przydatności magnetyzerów przepływowych, w których woda przepływa przez odpowiednio wyprofilowane ich wnętrza.

Celem podjętych badań było określenie wpływu wody uzdatnionej magnetyzerami nakładkowym i przepływowym na kiełkowanie nasion oraz wzrost, rozwój i plonowanie bobiku.

METODY

Badania prowadzono w hali wegetacyjnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach, w wazonach Mitscherlicha zawierających mieszaninę 5 kg ziemi ogrodowej i 2 kg piasku. Czynnikiem I rzędu były dwa genotypy bobiku: Nadwiślański – typ tradycyjny i Tim – typ samokończący, a czynnikiem II rzędu rodzaj wody stosowanej do podlewania roślin: Wz – woda zwykła i Wn – woda uzdatniona magnetyzerem nakładkowym, Wp – woda uzdatniona magnetyzerem przepływowym. Zdolność kiełkowania nasion odmiany Nadwiślański wynosiła 98, a odmiany Tim 92%. W całym okresie wegetacji utrzymywano wilgotność podłoża wynoszącą 60% polowej pojemności wodnej (ppw). Do podlewania i nawożenia roślin zastosowano urządzenie do precyzyjnego nawadniania gleby z dołączonym dozownikiem nawozowym. Schemat układu nawadniającego z magnetyzerem przedstawiono schematycznie na rysunku 1.



1 – zbiornik z wodą; a – water reservoir, 2 – pompa – pump, 3 – zawór odcinający – cut-off valve, 4 – reduktor ciśnienia – pressure regulator, 5 – magnetyzer – magnetizer, 6 – kroplowniki – drop feeder

Rys. 1. Schemat instalacji do podlewania roślin wodą uzdatnioną magnetycznie
Fig. 1. Scheme of mechanism to plant irrigation by magnetic water

Do każdego wazonu wysiewano po 10 nasion, a następnie po wschodach dokonywano przerywki, pozostawiając po 5 roślin w wazonie. Zastosowano następujące nawożenie (g/wazon): N – 0,3 oraz P – 1,1 i K – 1,4. Nawozy podawano w formie płynnej podczas podlewania, w dwóch terminach – po wschodach i w fazie 1–2 liści. W okresie wegetacji prowadzono szczegółowe obserwacje wzrostu i rozwoju roślin. Aby oznaczyć dynamikę tworzenia plonu, przeprowadzono zbiór roślin w 3 terminach: T1, T2, T3, T4 (tab. 1). Dynamikę przyrostu masy określono na podstawie bezwzględnej i względnej szybkości wzrostu, wykorzystując wzory Evansa [1972]:

$$GR = (W_2 - W_1) (T_2 - T_1)^{-1} [g \cdot \text{doba}^{-1}]$$

$$RGR = (\ln W_2 - \ln W_1) (T_2 - T_1)^{-1} [g (g \cdot \text{doba}^{-1})^{-1}]$$

gdzie: GR – szybkość wzrostu roślin,
 RGR – względna szybkość wzrostu roślin,
 W_1 – sucha masa roślin na początku okresu pomiarowego,
 W_2 – sucha masa roślin na końcu okresu pomiarowego,
 T_1 – początek okresu pomiarowego,
 T_2 – koniec okresu pomiarowego.

Tabela 1. Zbiory i fazy rozwojowe roślin
 Table 1. Plant harvests and development stages

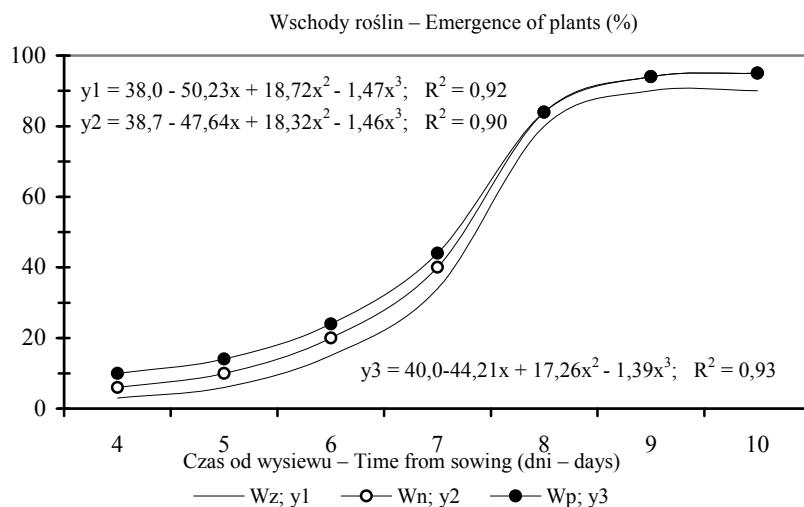
Zbiór Harvest	Dni po siewie Days after sowing	Fazy rozwojowe roślin Development stages of plants
T1	64	kwitnienie i początek zawiązywania strąków flowering and beginning of pod setting
T2	84	początek wypełniania nasion, wysokość roślin około 70 cm beginning of seeds filling, height of plants about 70 cm (BBA – 78)
T3	98	pełnia wypełniania nasion, zahamowanie wzrostu, rośliny osiągnęły wysokość około 75 cm full seed filling, growth retardation, height of plants about 75 cm (BBA – 78)
T4	120	dojrzałość pełna nasion, około 90–95 % strąków poczerń- łych, wilgotność nasion około 15% full maturity of seeds, about 90–95% of blackened pods, seeds moisture about 15% (BBA – 92)

W czasie każdego zbioru określano plon i cechy jego struktury: liczbę strąków, liczbę i masę nasion oraz ich wilgotność. Wyniki badań stanowiące średnie z 3 wazonów opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, posługując się półprzedziałem ufności Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Wschody bobiku wystąpiły po 8 dniach od wysiewu. Ich tempo zależało od rodzaju wody stosowanej do podlewania roślin, w mniejszym stopniu od odmiany bobiku. Woda uzdatniana magnetycznie polepszała wschody bobiku. Dotyczyło to zarówno terminu,

jak i dynamiki ukazywania się roślin. Nasiona bobiku wysiane do wazonów nawadnianych wodą magnetyczną kiełkowały około 12 godzin wcześniej niż nasiona wysiane do wazonów nawadnianych zwykłą wodą. Największa różnica w liczbie siewek między wazonami podlewanymi wodą namagnesowaną i zwykłą wystąpiła w początkowym etapie wschodów. Bobik odmiany Nadwiślański charakteryzowała nieco większa, choć nieudowodniona statystycznie, dynamika i równomierność wschodów niż bobik odmiany Tim. Wynikało to prawdopodobnie z różnicy w zdolności kiełkowania nasion obydwu odmian. Rodzaj wody nie miał wpływu na różnice w przebiegu kiełkowania między odmianami bobiku, dlatego przebieg wschodów przedstawiono na rysunku 2 wspólnie dla obydwu odmian. Korzystny wpływ wody magnetycznej na kiełkowanie nasion wykazano także w badaniach Kornarzyńskiego i in. [2006] dotyczących stosowania wody uzdatnionej magnetycznie w kiełkowaniu nasion ogórka i pomidora.



Rys. 2. Wschody roślin bobiku w zależności od rodzaju wody zastosowanej do podlewania
 Fig. 2. Emergence of faba bean plants in dependence on water type used to plant irrigation

Również z badań Dvorskiej [2007] wynika, że stosowanie wody namagnesowanej powoduje znaczne polepszenie wschodów cebuli, porów oraz niektórych roślin ozdobnych. Dotychczas przeprowadzone badania nie dają jednak jednoznacznych rozstrzygnięć dotyczących wpływu wody uzdatnionej magnetycznie na kiełkowanie i wschody roślin. Na przykład Górski i Tomczak [2007] nie stwierdzili dodatniego wpływu stosowania wody namagnesowanej na zdolność kiełkowania nasion rzeżuchy i fasoli. Można przypuszczać, że rozbieżność rezultatów może wynikać m.in. z różnych wartości stosowanych parametrów pola magnetycznego oraz natężenia przepływu wody podczas jej obróbki. Rodzaj wody zastosowanej do podlewania bobiku nie miał wyraźnego wpływu na wysokość roślin mierzoną w poszczególnych fazach ich wzrostu i rozwoju. Istotna różnica w wysokości roślin wystąpiła pomiędzy badanymi odmianami bobiku. Rośliny bobiku odmiany Nadwiślański były zdecydowanie wyższe niż odmiany Tim. Różnica ta była widoczna w ciągu całego okresu wegetacji, zwłaszcza w okresie od kwitnienia do dojrzewania.

Rodzaj wody zastosowanej do podlewania roślin nie miał wpływu na przebieg faz fenologicznych bobiku. W literaturze spotyka się jedynie wzmianki dotyczące tego zagadnienia. Na przykład Dvorska [2007] podaje, że podlewanie niektórych gatunków roślin ozdobnych powodowało kilkudniowe przyspieszenie ich zakwitania. Bobik odmiany Tim zakwitał w podobnym terminie jak bobik odmiany Nadwiślański, ale czas trwania kwitnienia obydwu odmian był różny. Rośliny bobiku odmiany Nadwiślański kwitły zdecydowanie dłużej niż odmiany Tim. Czas kwitnienia miał również wpływ na dojrzewanie roślin i długość okresu wegetacji, która dla odmiany Tim wynosiła 112 dni, a dla odmiany Nadwiślański 120 dni.

Bezwzględna szybkość wzrostu (GR), mała na początku wegetacji, zwiększała się w miarę postępującego rozwoju roślin i osiągnęła największą wartość w okresie kwitnienia oraz zawiązywania strąków, a zwłaszcza ich wypełniania (tab. 2). Po tym okresie absolutna szybkość wzrostu zmniejszała się bardzo wyraźnie. Względna szybkość wzrostu (RGR) była największa w okresie kwitnienia i zawiązywania strąków i malała począwszy od okresu wypełniania nasion. Rośliny podlewane wodą uzdatnianą magnetycznie osiągały większe wskaźniki szybkości wzrostu niż rośliny podlewane wodą zwykłą.

Tabela 2. Absolutna (GR) i względna szybkość wzrostu (RGR) roślin bobiku podlewanych wodą zwykłą i uzdatnioną magnetycznie (część nadziemna)

Table 2. Absolute (GR) and relative (RGR) growth rate of faba bean irrigated normal and magnetic water (aboveground part)

Zbiory Harvests	GR ($\text{g} \cdot \text{doba}^{-1}$) – ($\text{g} \cdot \text{day}^{-1}$)			RGR ($\text{g} (\text{g} \cdot \text{doba}^{-1})^{-1}$) – ($\text{g} (\text{g} \cdot \text{day}^{-1})^{-1}$)		
	Wz	Wn	Wp	Wz	Wn	Wp
T1 - T2	0,532	0,742	0,844	0,065	0,096	0,098
T2 - T3	3,124	3,442	3,812	0,094	0,124	0,165
T3 - T4	2,154	2,412	2,846	0,046	0,026	0,029

Tabela 3. Plon bobiku i cechy jego struktury
Table 3. Faba bean yield and features of its structure

Odmiana Variety	Rodzaj wody Type of water	Plon nasion ($\text{g} \cdot \text{wazon}^{-1}$) Seed yield ($\text{g} \cdot \text{pot}^{-1}$)	Liczba strąków na roślinie Number of pods per plant	Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	Masa 1000 nasion Weight of thou- sand seeds (g)
Nadwiślański	Wz	70,5a	4,0a	10,5a	445a
	Wn	75,4b	4,6b	12,1b	448a
	Wp	88,2c	4,8b	13,2c	448a
Tim	Wz	80,2a	5,4a	11,1a	421a
	Wn	88,1b	6,2b	13,2b	436a
	Wp	92,5c	6,6b	14,5b	442a

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

Bobik odmiany Nadwiślański plonował lepiej niż odmiany Tim (tab. 3). Szczególnie wyraźna różnica międzyodmianowa w plonowaniu tego gatunku wystąpiła między roślinami podlewanych wodą zwykłą i uzdatnioną magnetycznie. Zastosowanie wody nama-

gnesowanej spowodowało zwiększenie plonu nasion bobiku odmiany Nadwiślański i Tim odpowiednio o 16,0 i 12,5%. Przyrost plonu spowodowany był większą obsadą strąków na roślinie i większą liczbą nasion z rośliny. Na roślinach odmiany Tim stwierdzono większą obsadę strąków niż na roślinach odmiany Nadwiślański.

Podlewanie roślin wodą uzdatnioną magnetycznie powodowało zwiększenie liczby strąków na roślinie u obydwu odmian bobiku. Jednak lepsze efekty stosowania tej wody stwierdzono w przypadku odmiany Tim niż Nadwiślański. Podobny wpływ magnetycznego uzdatniania wody stwierdzono w odniesieniu do liczby nasion z rośliny, bowiem liczba nasion w strąku zmieniała się w niewielkim zakresie. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w wielkości nasion zebranych z roślin podlewanych wodą zwykłą i namagnesowaną. Wystąpiły jedynie tendencje korzystnego wpływu tego typu wody na kształtowanie się masy 1000 nasion bobiku. Rezultaty badań dotyczące wpływu wody magnetycznie uzdatnionej na wielkość plonu i cechy jego struktury znajdują potwierdzenie w pracach Lin i Yotvat [1989], Guy'1-Akhmedov i Seiidaliev [1991], Namba i in. [1995], Orłowskiego i Dobromilskiej [1998] oraz Assouline i in. [2002], w których wykazano, że stosując tego typu wodę można uzyskać znaczną wyżkę plonu także innych gatunków roślin uprawnych.

WNIOSKI

1. Woda uzdatniana magnetycznie przyspieszała wschody bobiku i polepszała ich dynamikę.

2. Rodzaj wody zastosowanej do podlewania nie miał wyraźnego wpływu na przebieg faz fenologicznych oraz wysokość roślin. Istotna różnica dotycząca tych wskaźników wystąpiła pomiędzy badanymi odmianami bobiku. Dłuższym okresem wegetacji i wyższymi roślinami charakteryzował się bobik odmiany Nadwiślański.

3. Rośliny bobiku podlewane wodą uzdatnianą magnetycznie osiągały większe wskaźniki bezwzględnej (GR) i względnej (RGR) szybkości wzrostu niż rośliny podlewane wodą zwykłą.

4. Zastosowanie wody namagnesowanej spowodowało istotną wyżkę plonu nasion obydwu odmian bobiku. Była ona konsekwencją większej obsady strąków na roślinie i większej liczby nasion z rośliny.

PIŚMIENNICTWO

- Alexander M.P., Ganeshan S., 1990. Electromagnetic field induced in vitro pollen germination and tube growth. *Current Sci.* 59(5), 276–277.
- 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.
- Biriukov A.S., Gavrikov V.F., Nikiforova L.O., Shcheglov V.A., 2005. New physical methods of disinfection of water. *J. Laser Res.*, 26, 1, 13–25.
- Bogatin J., Bondarenko N., Gak E., Rokhinson E., Ananyev I., 1999. Magnetic treatment of irrigation water: Experimental results and application conditions. *Environ. Sci. Technol.*, 33, 8, 1280–1285.
- Borówczak F., Grześ S., Rębarz K., Ratus K., 2006. Wpływ deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotem na plonowanie i efekty ekonomiczne uprawy jęczmienia jarego. *Zesz. AR Poznań, Rolnictwo* 66, 21–30.

- Botello-Zubiate M.E., Alvarez A., Martinez-Villafane A., Almeraya-Calderon F., Matutes-Aquino J.A., 2004. Influence of magnetic water treatment on the calcium carbonate phase formation and the electrochemical corrosion behavior of carbon steel. *J. Alloys Compounds* 369, 256–259.
- Coey J.M.D., Cass S., 1999. Magnetic water treatment. *J. Magnetism Magnetic Material* 209, 71–74.
- Dvorska L., 2007. Wie wirkt sich physikalische Wasseraufbereitung auf die Pflanzen. www.wasserfilter.org/giesswasser.php.
- Evans G.C., 1872. *The quantitative analysis of plant growth*. Univ. California Press, 734.
- Górski R., Tomczak M., 2007. Wpływ namagnetyzowanej wody na skuteczność wybranych środków ochrony roślin. VII Konf. Racjonalna technika ochrony roślin, 2–3 października 2007, IOR Poznań, 150–155.
- Górski R., Wachowiak M., 2004. Effect of magnetized water on the effectiveness of selected zoocides in the control of red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch.) and grain weevil (*Sitophilus granaries* L.). *J. Plant Prot. Res.* 44(1), 13–19.
- Guy'l-Akhmedov K.H., Seidaliev N., 1991. The effects of magnetically treated irrigation water on quality of onion seedlings growth in zeoponics. *Cultivos Tropicales* 17, 55–59.
- Jankowiak J., Bieńkowski J., Jankowiak S., 2006. Współczesne uwarunkowania stosowania nawodnień deszczownianych w rolnictwie. *Zesz. AR Poznań, Rolnictwo* 66, 121–129.
- Kaniszewski S., Knaflski M., Pacholak E. 1987. Efektywność produkcyjna nawadniania upraw ogrodniczych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 326, 9–25.
- Kornarzyński K., Pietruszewski S., Podleśny J., 2006. Próba oszacowania wpływu namagnesowanej wody na kiełkowanie nasion roślin uprawnych. *Mat. III Międzynar. Konf. Agrolaser 2006. Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na środowisko rolnicze*. IA PAN Lublin, AR Lublin, 131–133.
- Lin I., Yotvat Y., 1989. Electromagnetic treatment of drinking and irrigation water. *Water Irrig. Rev.* 8, 16–18.
- Łabędzki L., Leśny J., 2008. Skutki susz w rolnictwie – obecne i przewidywane w związku z globalnymi zmianami klimatycznymi. *Wiad. Mel. Łąk.* 1, 7–9.
- Morejon L.P., Palacio J.C., Abad L.V., Govea A.P., 2007. Stimulation of *Pinus tropicalis* M. seeds by magnetically treated water. *Inter. Agroph.* 21, 173–177.
- Namba K., Sasao A., Shibusawa S., 1995. Effect of magnetic field on germination and plant growth. *Acta Hort.* 399, 143–147.
- Orłowski M., Dobromilska R., 1998. Wpływ magnetycznego uzdatniania wody na plon i jakość pomidora szklarniowego. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* 333, 241–245.
- Prokopowicz J., Lipiński J., 2008. Opłacalność ekonomiczna stosowania nawodnień w rolnictwie w warunkach klimatycznych Polski (wybrane zagadnienia). *Wiad. Mel. Łąk.* 1, 24–28.
- Rochalska M., 2002. Pole magnetyczne jako środek poprawy wigoru nasion. *Acta Agroph.* 62, 103–111.
- Rokhinson E., Gak E., Klygina L., 1994. Agricultural magnetic treaters seeds and water. *Inter. Agroph.* 8, 305–310.
- Szczypiorowski A., Nowak W., 1995. Badania nad zastosowaniem pola magnetycznego do intensyfikacji procesów oczyszczania ścieków. *Gaz, Woda, Tech. Sanit.* 2, 31–36.
- Tomaszek J., Czerwieniec E., 1995. Analiza korozyjnej agresywności wody w aspekcie stosowania magnetyzerów. *Gaz, Woda, Tech. Sanit.* 11, 411–414.
- Treder W., Grzyb Z.S., Rozpara E., 1998. Influence of irrigation on growth, field and fruit quality of plum trees cv. Valor grafted on two rootstocks. *Acta Hort.* 478, 271–275.

Summary. The research was conducted at the Institute of Soil Science and Plant Cultivation – National Research Institute in Pulawy. Plants were cultivated in Mitscherlich pots containing a mixture of soil and sand: 5 and 2 kg/pot, respectively. The first row factor were two faba bean genotypes: Nadwiślański – traditional and Tim – determinate type, and the second row factor was the type the water used to water the plants: non-magnetized and magnetized water. Water conditioned by magnetization improved faba bean varieties seed yield. Yield increase was a consequence of a greater number of pods and a greater number of seeds per plant. However, a thousand seed weight did not change significantly.

Key words: faba bean, magnetic water, emergence of plant, development of plant, yielding