

UTJECAJ pH VODENE OTOPINE NA KLIJAVOST SJEMENA SOJE

Sonja Grljušić⁽¹⁾, *Gordana Bukvić*⁽²⁾, *Marija Vratarić*⁽¹⁾, *Manda Antunović*⁽²⁾, *Aleksandra Sudarić*⁽¹⁾, *I. Prepelac*⁽³⁾

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

SAŽETAK

U laboratorijskim uvjetima, metodom rolanog filter papira, ispitivan je utjecaj četiri razine pH vrijednosti vodene otopine (5, 6, 7 i 8) na energiju klijanja, klijavost, dužinu korijena i dužinu hipokotila klijanaca te ukupnu masu klijanaca sjemena tri sorte soje (Anica, Ika i Kuna). Dobiven je značajan utjecaj sorte ($p=0,01$) za sva ispitivana svojstva. Najniže prosječne vrijednosti za sva svojstva imalo je sjeme sorte Kuna. Sorte Anica i Ika nisu se razlikovale u prosječnim vrijednostima energije klijanja, klijavosti i ukupne mase klijanaca. Klijanci sorte Ika razvili su najduži korijen i hipokotil. Vrijednost pH vodene otopine, uz izuzetak energije klijanja, značajno je utjecala na ispitivana svojstva ($p=0,01$ za klijavost, dužinu korijena i ukupnu masu klijanaca, $p=0,05$ za dužinu hipokotila). U prosjeku za sorte, klijavost je bila najveća na pH 5, a najmanja na pH 8. Korijen i hipokotil klijanaca bili su značajno duži na pH 5 i 6.

Ključne riječi: soja, sorte, sjeme, pH, klijavost

UVOD

Jedan od najznačajnijih čimbenika u formiranju prinosa i kvalitete ratarskih kultura je pH reakcija tla koja, prvenstveno u slučajevima kiselih i baznih tala, može limitirati usvajanje hraniva i tako utjecati na smanjenje prinosa i kvalitete. U uvjetima visokih pH vrijednosti (većih od 8) ograničeno je usvajanje mikroelemenata, prvenstveno željeza (Heitholt i sur., 2003.), ali i bakra, mangana i cinka (Heitholt i sur., 2002.), što kod soje dovodi do pojave simptoma kloroze. U uvjetima niske pH vrijednosti smanjuje se nodulacija, usvajanje dušika (Taylor i sur., 1991.), kalija, kalcija, mangana i cinka (Alva i sur., 1991.), a povećava usvajanje kationa elemenata u tragovima u listu i stabljici soje (Wang i sur., 2000.).

Optimalna pH reakcija tla za uzgoj soje je 7, ali se sorte razlikuju u tolerantnosti na više ili niže pH vrijednosti (Vratarić i Sudarić, 2000.). Sorte u različitim stadijima rasta i razvoja različito reagiraju na pH vrijednosti tla. Ritchey i Carter (1993.) utvrdili su da je pri nižim razinama pH vrijednosti tla kod mladih biljaka soje više reducirani rast korijena nego nadzemnog dijela, a u kasnijim stadijima obrnuto. I u istim uvjetima pH vrijednosti vodene otopine nađene su razlike između sorti već u klijanju sjemena (Vieira i sur., 1999.; Salinas i sur., 1998.; Teklić i sur., 2004.). Kako se klijavost sjemena utvrđuje standardnom metodom naklijavanja, odnosno u idealnim uvjetima vlage i temperature (TeKrony i sur., 1987.; Siddique i Wright, 2004.), vrijednosti standardne klijavosti često premašuju poljsko nicanje (Hamman i sur., 2002.), posebno kada su u pitanju ekstremne vrijednosti pH reakcije tla.

Cilj ovog istraživanja bio je analizirati razlike između sorti soje u energiji klijanja, klijavosti te dužini i masi klijanaca pri različitim pH vrijednostima, kako bi se procijenila tolerantnost sorti na stresne uvjete pH vrijednosti sredine u stadiju klijanja sjemena.

MATERIJAL I METODE

(1) Dr.sc. Sonja Grljušić, dr.sc. Marija Vratarić, dr.sc. Aleksandra Sudarić – Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31 000 Osijek, (2) Prof. dr. sc. Gordana Bukvić, prof.dr.sc. Manda Antunović – Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg sv. Trojstva 3, 31 000 Osijek, (3) Ivan Prepelac – apsolutno Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

Istraživanja su provedena u laboratoriju Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku tijekom travnja 2006. godine s netretiranim sjemenom tri domaće sorte soje (Anica, Ika i Kuna), kreirane u okviru oplemenjivačkog programa soje pri Poljoprivrednom institutu Osijek. Sorte su značajno zastupljene na oraničnim površinama pod proizvodnjom soje u RH. Sjeme sve tri sorte proizvedeno je 2003. godine, odnosno starost sjemena bila je 30 mjeseci. Prije postavljanja pokusa određena je apsolutna masa sjemena (Anica – 172,0 g; Ika -152,3 g; Kuna – 154,1 g).

Energija klijanja, klijavost, dužina korijena i hipokotila klijanaca te masa klijanaca (korijena i hipokotila) testirani su na četiri pH razine vodene otopine: 5, 6, 7 i 8. Na vlažni filter papir posijano je po 50 sjemenki svake sorte u 4 ponavljanja i za svaki pH vodene otopine. Za testiranje pH 7 vlaženje filter papira učinjeno je vodom iz gradskog vodovoda kojoj je izmjerena pH vrijednost iznosila 7,00. Vodene otopine pH vrijednosti 5 i 6 pripremljene su tako da je vodovodnoj vodi dodavana 1 M HCl do željenog pH. Otopina s pH 8 pripremljena je s vodovodnom vodom, uz dodavanje 1 M NaOH. Navlaženi filter papir uvijen je u role i stavljen u PVC vrećice te pohranjen u klima komoru na stalnu temperaturu od 20°C. Nakon četiri dana obavljeno je prvo očitavanje (energija klijanja), a nakon sedam dana drugo očitavanje (klijavost). Po završetku očitavanja klijavosti s klijanaca su ukonjeni kotiledoni, obavljeno je mjerenje dužine korijena i hipokotila te je izvagana njihova ukupna masa. Za analizu podataka korišten je SAS Software procedura PROC GLM (SAS Institute Inc., 1999.).

REZULTATI I RASPRAVA

Općenito su energija klijavosti i klijavost sjemena ispitivanih sorti soje bili relativno visoki, uzevši u obzir da je ispitivano sjeme bilo iz proizvodne 2003. godine, tj. 30 mjeseci starosti. Naime, kvaliteta sjemena i klijavost pod značajnim su utjecajem agroekoloških uvjeta tijekom formiranja i dozrijevanja zrna, uvjeta dorade i skladištenja te dužine skladištenja (Saxena i sur., 1987.; Gibson i Mullen, 1996.; Spears i sur., 1997.; McDonald, 1999.; Lopez i sur., 1998.; Guberac i sur., 2000.; Vratarić i Sudarić, 2000.; Vieira i sur., 2001.; Vinković i sur., 2007.). Andrić (2004.) u ispitivanju utjecaja starosti sjemena na energiju klijanja i klijavost pet hrvatskih sorti soje, među kojima su bile Ika i Kuna, dobiva značajan pad vrijednosti ispitivanih svojstava sa starošću. Tako se kod sorte Ika energija klijavosti s 84,50% (sjeme 6 mjeseci starosti) smanjila na 29,50% (sjeme 30 mjeseci starosti), a klijavost s 89 na 48%. Vanjski faktori koji utječu na vigor sjemena soje, prema McDonaldu (1998.), loša su agrotehnika, žetva nedozrelog ili prezrelog sjemena, fizička oštećenja sjemena tijekom žetve i transporta te neprikladno skladištenje sjemena. S obzirom na prethodno navedeno, a na osnovi dobivenih vrijednosti, može se pretpostaviti da su i proizvodni uvjeti i uvjeti skladištenja testiranih sorti bili zadovoljavajući.

Statističkom analizom podataka dobivene su značajne razlike ($p=0,01$) u energiji klijanja i klijavosti sjemena ispitivanih sorti soje (Tablica 1.). Klijavost sjemena također se značajno mijenjala ($p=0,01$), ovisno o pH vodene otopine. U prosjeku za ispitivane pH razine, najmanju energiju klijanja i klijavost, imala je sorta Kuna, dok se Ika i Anica nisu razlikovale. Reakcija sorti na pH vrijednosti, s obzirom na klijavost i energiju klijanja, bila je različita. Najveća vrijednost energije klijanja za sortu Anicu dobivena je na pH 8, za Iku na pH 6, a za sortu Kuna vrijednost su bile podjednake na pH 5, 6 i 7.

U prosjeku za tretmane, klijanici sorti Anica i Ika nešto su više razvili korijen (omjeri hipokotil:korijena=1:1,09 i 1:1,29), a sorte Kuna hipokotil (hipokotil:korijen=1,34:1). S obzirom na rast, odnosno dužinu korijena i hipokotila klijanaca, dobivene su značajne razlike ($p=0,01$) između sorti (Tablica 2.). U prosjeku najbolje su se razvijali klijanici sorte Ika, a najslabije sorte Kuna. Istodobno je rast hipokotila ($p=0,05$), a naročito korijena ($p=0,01$) ovisio i o pH vrijednosti vodene otopine. Značajno veće prosječne vrijednosti za sorte dobivene su na pH 5 i 6 u odnosu na pH 7 i 8, za dužinu korijena i za dužinu hipokotila. Rezultat je u skladu s navodom Custodio i sur. (2002.), koji utvrđuju najviše vrijednosti klijavosti, dužine i suhe tvari hipokotila te korijena četiri sorte soje pri pH 6. Pojedinačno gledajući, sorte su različito reagirale na ispitivane pH vrijednosti, pri čemu je sorta Anica najduži korijen imala pri pH 6, Ika pri pH 5, a Kuna pri pH 5 i 6. Najveće prosječne vrijednosti za hipokotil za sve tri sorte dobivene su pri pH 5 i 6.

Tablica 1. Energija klijanja i klijavost (%) sjemena soje za ispitivane sorte na različitim pH vrijednostima vodene otopine

Table 1. Germination energy and ability of germination (%) of soybean seed for investigated cultivars at different pH values of water solution

| pH vodene otopine (B) <i>pH of water solution (B)</i> | Sorta soje (A) - <i>Soybean cultivar (A)</i> | | | Prosjek (B) <i>Average (B)</i> |
|--|--|---------|-------|-----------------------------------|
| | Anica | Ika | Kuna | |
| Energija klijanja (%) - <i>Germination energy (%)</i> | | | | |
| 5 | 68 | 65,5 | 40 | 57,83 |
| 6 | 67 | 86 | 40 | 64,50 |
| 7 | 62 | 55 | 39,5 | 52,17 |
| 8 | 73 | 74 | 31 | 59,50 |
| Prosjek (A) - <i>Average (A)</i> | 67,75 | 70,13 | 37,63 | 58,50 |
| LSD | A | B | AxB | |
| 0,05 | 10,7700 | ns | ns | |
| 0,01 | 16,3157 | ns | ns | |
| Klijavost (%) - <i>Ability of germination (%)</i> | | | | |
| 5 | 82 | 89 | 65,5 | 78,83 |
| 6 | 80 | 71 | 43 | 64,67 |
| 7 | 74 | 70 | 52,5 | 65,50 |
| 8 | 84 | 64 | 37,5 | 62,00 |
| Prosjek (B) - <i>Average (B)</i> | 80 | 73,63 | 49,63 | 67,75 |
| LSD | A | B | AxB | |
| 0,05 | 7,0211 | 8,4399 | ns | |
| 0,01 | 10,6363 | 11,3971 | ns | |

ns - nije statistički značajno – *not significantly different*

Tablica 2. Dužina korijena i hipokotila (cm) klijanaca soje za sorte na različitim pH vrijednostima vodene otopine

Table 2. Root and hypocotyl length (cm) of soybean seedlings for investigated cultivars at different pH values of water solution

| pH vodene otopine (B) <i>pH of water solution (B)</i> | Sorta soje (A) - <i>Soybean cultivar (A)</i> | | | Prosjek (B) <i>Average (B)</i> |
|--|--|--------|-------|-----------------------------------|
| | Anica | Ika | Kuna | |
| Dužina korijena (cm) - <i>Root length (cm)</i> | | | | |
| 5 | 5,230 | 10,167 | 3,003 | 6,133 |
| 6 | 6,635 | 8,430 | 3,640 | 6,235 |
| 7 | 3,472 | 5,923 | 1,775 | 3,723 |
| 8 | 5,457 | 5,695 | 1,790 | 4,314 |
| Prosjek (B) - <i>Average (B)</i> | 5,199 | 7,554 | 2,552 | 5,102 |
| LSD | A | B | AxB | |
| 0,05 | 0,9216 | 0,7677 | ns | |
| 0,01 | 1,3962 | 1,0366 | ns | |
| Dužina hipokotila (cm) - <i>Hypocotyl length (cm)</i> | | | | |
| 5 | 4,955 | 6,043 | 4,120 | 5,039 |
| 6 | 5,215 | 6,405 | 3,820 | 5,147 |
| 7 | 4,128 | 5,780 | 3,155 | 4,354 |
| 8 | 4,810 | 5,247 | 2,830 | 4,296 |
| Prosjek (A) - <i>Average (A)</i> | 4,777 | 5,869 | 3,418 | 4,709 |
| LSD | A | B | AxB | |
| 0,05 | 0,7681 | 0,6642 | ns | |
| 0,01 | 1,1636 | ns | ns | |

ns - nije statistički značajno – *not significantly different*

Kako kod dužine korijena i hipokotila klijanaca, tako i kod ukupne mase, najveće vrijednosti ostvarila je sorta Ika (Tablica 3.). Međutim, razlika u odnosu na masu istih koju je razvila sorta Anica, nije bila

značajna. Značajno nižu ($p=0,01$) masu korijena i stabljike, u odnosu na prethodne dvije, imala je sorta Kuna.

Razlike u ukupnoj masi klijanaca u prosjeku za sorte na različitim pH vrijednostima također su bile statistički značajne ($p=0,01$). Najveća prosječna masa klijanaca dobivena je na pH 6 i 5, značajno manja na pH 7, a najmanja na pH 8 vodene otopine.

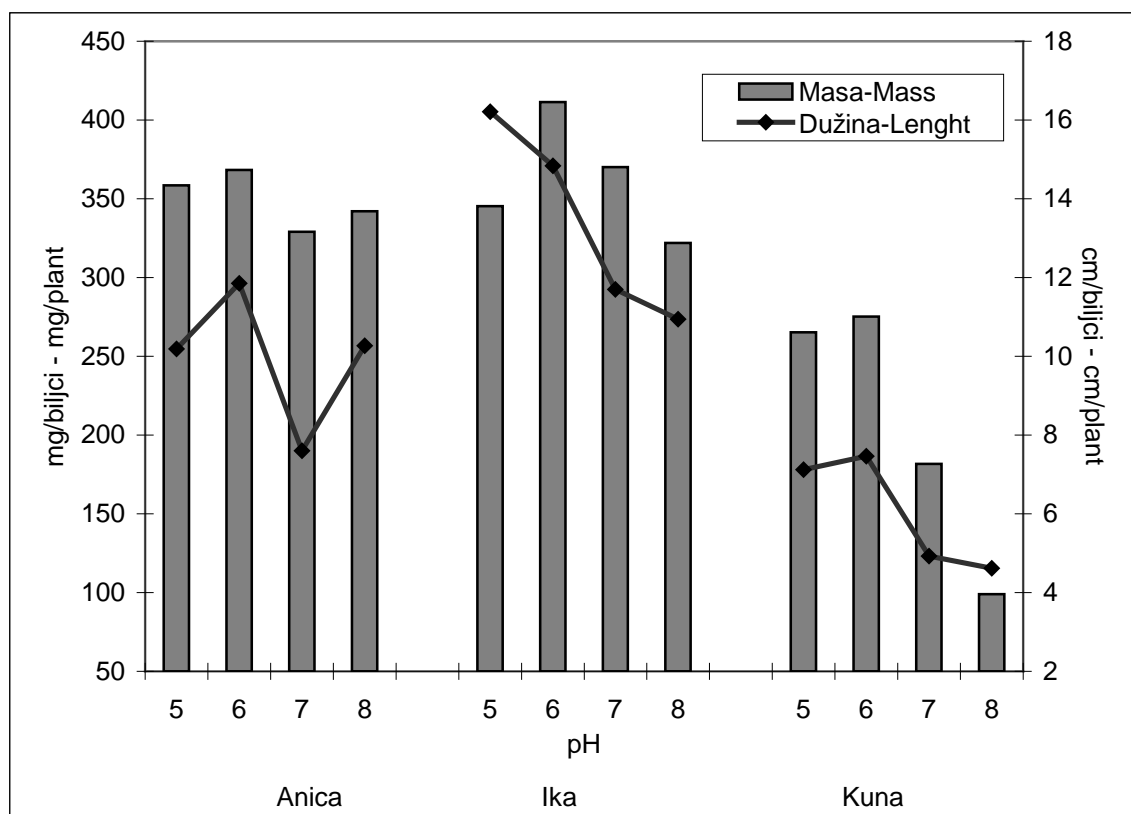
Tablica 3. Ukupna masa korijena i hipokotila (mg/biljci) klijanaca soje na različitim pH vrijednostima vodene otopine

Table 3. Total weight (mg/plant) of soybean seedlings' root and hypocotyl at different pH values of water solution

| pH vodene otopine (B) <i>pH of water solution (B)</i> | Sorta soje (A) - Soybean cultivar (A) | | | Prosjek (B) <i>Average (B)</i> |
|---|---------------------------------------|---------|---------|-----------------------------------|
| | Anica | Ika | Kuna | |
| <i>Masa korijena i hipokotila (mg/biljci) - Weight of root and hypocotyl (mg/plant)</i> | | | | |
| 5 | 358,622 | 345,330 | 265,172 | 323,042 |
| 6 | 368,330 | 411,345 | 275,233 | 351,636 |
| 7 | 329,158 | 370,165 | 181,770 | 293,698 |
| 8 | 341,975 | 321,883 | 98,935 | 254,264 |
| Prosjek (A) - Average (A) | 349,521 | 362,181 | 205,278 | 305,660 |
| LSD | A | B | AxB | |
| 0,05 | 49,8477 | 38,2515 | 66,2536 | |
| 0,01 | 75,5151 | 51,6545 | ns | |

ns - nije statistički značajno – *not significantly different*

Grafikonom 1. prikazano je kretanje ukupne mase i dužine klijanaca (hipokotil+korijen) na ispitivanim pH vrijednostima vodene otopine. Kod sorti Anica i Kuna navedena svojstva imala su isti trend, s obzirom na pH 5, 6 i 7. Sjeme sorte Ika razvilo je na pH 5 izuzetno dugačke korjenove, ali male mase. Na preostalim pH vrijednostima ukupna masa i dužina za navedenu sortu imale su isti trend.



Graf 1. Ukupna masa (mg/biljci) i ukupna dužina klijanaca sorti soje na različitim pH vrijednostima vodene otopine

Figure 1. Total weight (mg/plant) and total length of soybean seedlings at different pH values of water solution

ZAKLJUČAK

Dobiveni rezultati istraživanja utjecaja pH vrijednosti vodene otopine na klijavost, energiju klijanja, dužinu korijena i hipokotila te ukupnu masu korijena i hipokotila klijanaca ukazuju na značajnost utjecaja sorte za sva ispitivana svojstva. Sjeme sorte Kuna imalo značajno niže vrijednosti za sva ispitivana svojstva u odnosu na sjeme sorti Ika i Anica. Sorte Anica i Ika nisu se razlikovale u vrijednostima klijavosti, energije klijanja i ukupne mase klijanaca, ali je sjeme sorte Ika razvilo duži korijen i hipokotil.

Vrijednost pH otopine značajno je utjecala na sva ispitivana svojstva, osim na energiju klijanja. Klijavost je bila najveća na pH 5, a najmanja na pH 8. Hipokotil i korijen značajno su se brže razvijali na pH 5 i 6. Niže vrijednosti za svojstva klijavosti, dužine korijena i hipokotila klijanaca dobivene su na pH 7 i 8. Na razinama pH 7 i 8 razlike u klijavosti, dužini korijena i hipokotila klijanaca nisu bile značajne.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju da bi testiranje genotipova na različitim pH vrijednostima vodene otopine u fazi klijanja moglo poslužiti u procjeni tolerantnosti sorti na razinu kiselosti tla.

LITERATURA

1. Alva, A.K., Edwards, D.G., Asher, C.J. (1991.): Effects of acid soil infertility factors on mineral composition of soybean and cowpea tops. *Journal of Plant Nutrition* 14 (2): 187-203.
2. Andrić, L. (2004.): Seed vigour testing of some domestic soybean cultivars (*Glycine max.* (L) Merrill). Magistarsti rad, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku.
3. Custódio, C.C., Bomfim, D.C., Saturnino, S.M., Neto, N.B.M. (2002.): Aluminium and acidity stress on soybean cultivars. *Scientia Agricola* 59 (1): 145-153.
4. Gibson, L.R., Mullen, R.E. (1996.): Soybean seed quality reductions by high day and night temperature. *Crop Science* 36: 1615-1619.
5. Guberac, V., Martinčić, J., Maric, S., Banaj, Đ., Opačak, A., Horvat, D. (2000.): Quality of soybean (*Glycine max.* L.) and fodder pea (*Pisum arvense* L.) seeds after five years hermetic storage. *Arabian Gulf Journal of Scientific Research* 18: 151-156.
6. Hamman, B., Egli, D.B., Koning, G. (2002.): Seed vigour, soliborne pathogens, preemergent growth, and soybean seedling emergence. *Crop Science* 42: 451-457.
7. Heitholt, J.J., Sloan, J.J., MacKnow, C.T. (2002.): Copper, manganese, and zinc fertilisation effects on growth of soybean on a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition* 25 (8): 1727-1740.
8. Heitholt, J.J., Sloan, J.J., MacKnow, C.T., Cabrera, R.I. (2003.): Soybean growth on calcareous soil as affected by three iron sources. *Journal of Plant Nutrition* 26 (4): 935-948.
9. Lopez, E., Aguirre, R., Agudelo, O. (1998.): Effect of timely and late harvests on physical and physiological quality of soybean (*Glycine max.*) seeds. *Acta Agronomica, Universidad Nacional de Columbia* 48: 55-59.
10. McDonald, M.B. (1998.): Seed quality assessment. *Seed Science Research* 8: 265-275.
11. McDonald, M.B. (1999.): Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology* 27: 177-237.
12. Ritchey, K.D., Carter, T.E. (1993.): Emergence and growth of two non-nodulated soybean genotypes (*Glycine max.* (L.) Merr.) in response to soil acidity. *Plant and Soil* 151 (2): 175-183.
13. Salinas, A.R., Santos, D.S.B., Villela, F.A., Santos Filho, B.G., Soares, L.A.S., Oliveira, M.F. (1998.): Quality of soybean seed during storage in Pelotas, Rio Grande do Sul. *Revista Científica Rural Argentina* 3: 57-69.
14. SAS Institute Inc. (1999.): SAS/STAT Software, Version 8. SAS Institute, Cary, NC.
15. Saxena, O.P., Singh, G., Pakeeraiah, T., Pandey, N. (1987.): Seed deterioration studies in some vegetable seeds. *Acta Horticulturae* 215: 39-44.
16. Siddique, A.B., Wright, D. (2004.): Effects of date of sowing on seed yield, seed germination and vigour of peas and flax. *Seed Science and Technology* 32(2): 455-472.
17. Spears, J.F., TeKrony, D.M., Egli, D.B. (1997.): Temperature during seed filling and soybean seed germination and vigour. *Seed Science and Technology* 25: 233-244.

18. Taylor, R.W., Williams, M.L., Sistani, K.R. (1991.): N₂ fixation by soybean-Bradyrhizobium combinations under acidity, low P and high Al stresses. *Plant and Soil* 131 (2): 293-300.
19. Teklić, T., Andrić, L., Jug, I., Parađikovic, N., Pavleković, B. (2004.): The efficacy of soybean seed treatment with Vitavax in the laboratory and field evaluation of seed vigour. Abstracts of contributed papers and posters of VII World Soybean Research Conference, IV International Soybean Processing and Utilization Conference, III Congress Brasileiro e Soja, February 29 - March 5 2004, Foz do Iguassu, PR, Brazil: 157.
20. TeKrony, D.M., Egli, D.B., White, G.M. (1987.): Seed Production and Technology. *Agronomy Monograph (Soybeans: Improvement, Production and Uses)* 16: 295-353.
21. Vieira, R.D., Paiva-Aguero, J.A., Perecin, D., Bittencourt, S.R.M. (1999.): Correlation of electrical conductivity and other vigour testes with field emergence of soybean seedlings. *Seed Science and Technology* 27: 67-75.
22. Vieira, R.D., TeKrony, D.M., Egli, D.B., Rucker, M. (2001.): Electrical conductivity of soybean seeds after storage in several environments. *Seed Science and Technology* 29: 599-608.
23. Vinković, T., Paradjiković, N, Plavšić, H., Guberac, V., Levai, L. (2007.): Maize and soybean seed vigour under influence of seed age, seed treatment and temperature in cold stress test. *Cereal Research Communications* 35 (2): 1213-1216.
24. Vratarić, M., Sudarić, A. (2000): Soja. Poljoprivredni institut Osijek, 2000.
25. Wang, H.F., Takematsu, N., Ambe, S. (2000.): Effects of soil acidity on the uptake of trace elements in soybean and tomato plants. *Applied Radiation and Isotopes* 52 (4): 803-811.

INFLUENCE OF WATER SOLUTION pH ON GERMINATION OF SOYBEAN SEED

SUMMARY

Influence of four pH levels (5, 6, 7 and 8) of water solution on germination energy, germination, root and hypocotyl length and total seedlings weight of three soybean cultivars (Anica, Ika and Kuna) was investigated in laboratory conditions using filter paper. Significant influence of cultivar ($p=0.01$) for all investigated traits was found. The lowest average values for all traits had cultivar Kuna. The average values of germination energy, germination and total seedlings weight were not significantly different for cultivars Anica and Ika. Seedlings of cultivar Ika had the longest root and hypocotyl. The pH values of water solution significantly influenced all investigated traits ($p=0.01$ for germination, root length and total weight of seedlings, $p=0.05$ for hypocotyls length), with exception of germination energy. On the average for cultivars, the highest germination was at pH 5, and the lowest at pH 8. Seedlings root and hypocotyl were significantly longer at pH 5 and 6.

Key-words: soybean, cultivars, seed, pH, germination

(Primljeno 10. listopada 2007.; prihvaćeno 15. studenog 2007. - Received on 10 October 2007; accepted on 15 November 2007)