

KLIJAVOST SJEMENA SOJE I KRMNOG GRAŠKA U ZAVISNOSTI OD pH VRIJEDNOSTI VODENE OTOPINE

Gordana BUKVIĆ¹, Sonja GRLJUŠIĆ², Anita LIŠKA¹, Manda ANTUNOVIĆ¹,
D. KIŠ¹ i Aleta BUKVIĆ³

¹Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer, University of Osijek

²Poljoprivredni institut Osijek
Agricultural Institute Osijek

³Student Poljoprivrednog fakulteta, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Graduate student of the Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer, University of Osijek

SAŽETAK

U laboratorijskim uvjetima ispitan je utjecaj različitih pH vrijednosti vodene otopine na energiju klijanja, klijavost, dužinu korjenova i izdanaka klijanaca dvije jednogodišnje krmne leguminoze s ciljem procjene tolerantnosti vrsta i kultivara na stresne uvjete nižeg ili višeg pH u najranijim fazama rasta. Po dva kultivara soje (Anica i Ika) i dva kultivara krmnog graška (Zekon i Timo) različite krupnoće sjemena testirana su na četiri razine pH vodene otopine (5, 6, 7 i 8). Sjeme svih ispitivanih kultivara proizvedeno je 2003. godine. Energija klijanja i klijavost nisu se značajno mijenjali zavisno od pH vodene otopine. Dužina korjenova i izdanaka klijanaca obje vrste bila je pod značajnim utjecajem pH vrijednosti vodene otopine ($p=0,01$). Najveće vrijednosti za dužinu korijena (8,01 cm) dobivene su pri pH=6. Izdanci su bili najduži pri pH=6 i 7 gdje je njihova dužina iznosila 7,53 cm, odnosno 7,07 cm. Najniža prosječna vrijednost za korijen (5,72 cm) utvrđena je pri pH=7, a za izdanak pri pH=5 i 8 (6,02 cm i 6,07 cm). U prosjeku za pH vrijednosti razlike između kultivara su bile značajne ($p=0,01$) za sva ispitivana svojstva. Kultivar soje Ika imao je najveću energiju klijanja (70,1%), a Anica najveću klijavost (80,8%). Najveće prosječne vrijednosti za dužinu korijena (8,17 cm) i izdanaka (10,18 cm) imao je kultivar krmnog graška Timo.

Ključne riječi: pH, soja, krmni grašak, klijavost

UVOD

Jedan od limitirajućih čimbenika prinosa i kakvoće leguminoza kao i većine ratarskih kultura je nepovoljna odnosno visoka ili niska pH vrijednost tla. Sposobnost

usvajanja hraniva u nepovoljnim uvjetima reakcije tla je različita za različite vrste, ali i za genotipove (hibride, kultivare) unutar vrste (Bukvić i sur., 1998; Vratarić i Sudarić, 2000). Tako je za uzgoj soje optimalna pH vrijednost tla 7, ali se kultivari razlikuju u tolerantnosti na više ili niže pH vrijednosti (Vratarić i Sudarić, 2000). Prema istraživanjima Mahler i McDole (1987) minimalna pH vrijednost u USA (Idaho) za uzgoj graška je 5,52. Mengel i Kirkby (1987) kao optimalne vrijednosti za grašak navode pH od 5,3 do 7,4. Tijekom dvogodišnjih istraživanja s graškom na području istočne Hrvatske Brkić i sur. (2004) utvrđuju veće prinose sjemena graška na pH=7,12 nego na pH=6,62.

Proizvodnja biomase ratarskih kultura, pored uvjeta uzgoja i kultivara, zavisna je i od kakvoće sjemena korištenog u sjetvi (Rapčan i sur., 2006a; 2006b). Kakvoća sjemena je kompleksno svojstvo koje ovisi o velikom broju čimbenika. Prema Marcos-Filho i McDonald (1998) kakvoću sjemena čine njegova genetska, fizikalna, fiziološka i zdravstvena svojstva na što utječu kako agroekološki uvjeti tijekom njegova formiranja i dozrijevanja (McDonald, 1998; Siddique i Wright, 2004; Nemeskeri, 2004; Fallon i sur., 2006; Flower i sur., 2006), tako i proces njegove dorade (Schaffer i Vanderlip, 1999) te uvjeti skladištenja (Vieira i sur., 2001), pri čemu povećanjem razdoblja skladištenja dolazi do smanjenja kljavosti (Saxena i sur., 1987; Vinković i sur., 2007).

Od agroekoloških uvjeta tijekom formiranja i dozrijevanja sjemena koji utječu na njegovu kakvoću od naročite su važnosti temperatura i voda. Gibson i Mullen (1996) utvrdili su značajan utjecaj lokacije i godine te dnevnih i noćnih temperatura na vigor sjemena soje. Visoke temperature (>28°C) tijekom formiranja sjemena soje umanjuju njegov vigor (Spears i sur., 1997). McDonald (1999) ukazuje na važnost vode tijekom formiranja sjemena, a Lopez i sur. (1998) u svojim istraživanjima utvrđuju veći vigor sjemena soje požetog u optimalnom roku u odnosu na zakašnjelu žetvu.

S obzirom na uvjete skladištenja, Vratarić i Sudarić (2000) navode nasljedna svojstva sjemena, početnu kvalitetu sjemena prije ulaska u skladište, temperaturu skladišnog prostora te vlagu sjemena i skladišnog prostora kao čimbenike koji utječu na kvalitetu sjemena soje. Tako su Guberac i sur. (2000) nakon 5 godina skladištenja sjemena soje pri temperaturi od 20°C i vlazi 65% dobili smanjenje energije klijanja s 90,5 na 13,25% i kljavosti s 95,75 na 15,50%.

Intenzitet propadanja sjemena bit će veći kod onih partija sjemena čija je ulazna kvaliteta bila niža (Vieira i sur., 2001). Kvaliteta sjemena određena je prvenstveno njegovom kljavošću. Kljavost sjemena soje u istim uvjetima značajno se razlikuje između kultivara (Vieira i sur., 1999; Salinas i sur., 1998; Teklić i sur., 2004).

Utvrđivanje kljavosti sjemena provodi se standardnom metodom naklijavanja odnosno u idealnim uvjetima vlage i temperature (Siddique i Wright, 2004). Stoga vrijednosti standardne kljavosti često premašuje poljsko nicanje (Hamman i sur., 2002), naročito kada su u pitanju ekstremne vrijednosti reakcije tla.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitih pH vrijednosti vodene otopine i kultivara soje i graška u laboratorijskim uvjetima na energiju klijanja, kljavost

te dužinu korjenova i izdanaka klijanaca radi procjene tolerantnosti vrsta i kultivara na stresne uvjete niskog ili višeg pH sredine u stadiju klijanja sjemena.

MATERIJAL I METODE RADA

Laboratorijska istraživanja provedena su tijekom travnja 2006. godine sa sjemenom dva kultivara soje (Anica i Ika) i dva kultivara krmnog graška (Zekon i Timo). Sjeme sva četiri kultivara proizvedeno je 2003. godine. Sjeme kultivara soje bilo je staro 30 mjeseci, a krmnog graška 33 mjeseca. Odabir kultivara unutar vrste obavljen je na osnovi mase 1000 zrna i to tako da je od svake vrste odabran kultivar s krupnijim i sitnijim sjemenom. Masa 1000 zrna ispitivanih kultivara bila je:

1. Anica – 172,0 g
2. Ika -152,3 g
3. Zekon - 243,0 g.
4. Timo – 182,0 g

Energija klijanja, kljivost, dužina korjenova i izdanaka klijanaca ispitivani su na četiri pH vrijednosti vodene otopine: 5, 6, 7 i 8. Močenje filter papira obavljeno je s vodovodnom vodom (pH=7) te vodenim otopinama s pH vrijednošću 5, 6 i 8. Vodene otopine pH vrijednosti 5 i 6 pripremljene su tako da je vodovodnoj vodi dodana 1 M HCl, a otopini pH=8 1 M NaOH do željenog pH. Na namočeni filter papir posijano je po 50 sjemenki u 4 ponavljanja za svaki kultivar. Namočeni filter papir uvijen je u role i stavljen u PVC vrećice te pohranjen u klima komoru sa stalnom temperaturom od 20°C. Nakon četiri dana obavljeno je prvo očitavanje (energija klijanja), a nakon sedam dana izloženosti stalnoj temperaturi, obavljeno je drugo očitavanje (kljivost). Po završetku očitavanja kljivosti na 20 klijanaca iz svakog ponavljanja odvojeni su korijen i izdanak, te je obavljeno mjerenje njihove dužine, a zbrajanjem je dobivena ukupna dužina klijanaca.

Za analiza varijance (ANOVA) korišten je SAS Software (SAS Institute Inc., 1999).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Statističkom analizom dobivenih podataka nije utvrđen utjecaj pH vrijednosti na energiju klijanja sjemena soje i graška, ali je dobivena značajna ($p=0,01$) interakcija pH vrijednosti i kultivara (Tablica 1). U prosjeku za pH vrijednosti vodene otopine dobivene su značajne razlike ($p=0,01$) između ispitivanih kultivara. Značajno veća ($p=0,01$) prosječna vrijednost energije klijanja dobivena je kod sjemena oba kultivara soje u odnosu na kultivare graška. U prosjeku za pH vrijednosti vodene otopine i kultivare, sjeme soje je imalo veću energiju klijanja (68,8%) i kljivost (77,4%) od sjemena graška (energija klijanja 54,4%, kljivost 67,15%). Između kultivara unutar vrsta u prosjeku za pH vrijednosti nije bilo značajnih razlika u energiji klijanja.

G. Bukvić i sur.: Kljajavost sjemena soje i krmnog graška u zavisnosti od pH vrijednosti vodene otopine

Tablica 1. Energija klijanja i kljajavost (%) kultivara soje i krmnog graška na različitim pH vrijednostima vodene otopine

Table 1. Germination energy and germination (%) of soybean and forage pea cultivars at different pH values of water solution

pH vodene otopine (A) <i>pH of water solution (A)</i>	Sorta (B) <i>Cultivar (B)</i>				Prosjek (A) <i>Average (A)</i>
	Soja <i>Soybean</i>		Krmni grašak <i>Forage pea</i>		
	Anica	Ika	Zekon	Timo	
Energija klijanja (%) / Germination energy (%)					
5	68,0	65,5	55,5	54,5	60,9
6	67,5	86,0	45,0	52,5	62,8
7	60,5	55,0	74,0	55,5	61,3
8	73,5	74,0	55,0	43,0	61,4
Prosjek (B) <i>Average (B)</i>	67,4	70,1	57,4	51,4	61,6
LSD	A:	B:	AxB:		
0,05	ns	6,305	11,438		
0,01	ns	8,300	15,199		
Kljajavost (%) / Germination (%)					
5	85,0	89,0	61,5	58,5	73,5
6	80,0	71,0	73,5	64,5	72,3
7	74,0	71,5	78,0	60,0	70,9
8	84,0	64,5	77,5	63,0	72,3
Prosjek (B) <i>Average (B)</i>	80,8	74,0	72,6	61,5	72,3
LSD	A:	B:	AxB:		
0,05	ns	5,766	11,278		
0,01	ns	7,589	15,184		

ns – nije statistički značajno

ns – non-significant difference

Kao i na energiju klijanja, pH vodene sredine nije utjecao na kljajavost sjemena kultivara. Razlike između vrsta i između kultivara bile su značajne ($p=0,01$) što je sukladno rezultatima drugih istraživača (Vieira i sur., 1999; Salinas i sur., 1998; Teklic i sur. 2004). U odnosu na druge ispitivane kultivare značajno ($p=0,01$) veću kljajavost imao je kultivar soje Anica, a najmanju kultivar graška Timo. Razlike između kultivara soje Ika i graška Zekon nisu bile značajne. Oba kultivara soje imala su najveću kljajavost na $pH=5$, dok su pri istoj razini pH kultivari graška imali najniže vrijednosti klijanja.

S obzirom na starost sjemena soje (30 mjeseci) prosječna energija kljajivosti i kljajavost bili su relativno visoki. Naime, u ispitivanjima utjecaja starosti sjemena na energiju klijanja i kljajavost 5 hrvatskih kultivara soje među kojima je bila Ika, Andrić (2004) je dobio značajno smanjenje ispitivanih svojstava sjemena s dužinom

skladištenja. Kod kultivara Ika energija kljivosti se s 84,50% (sjeme 6 mjeseci starosti) smanjila na 29,50% (sjeme 30 mjeseci starosti), a kljivost sa 89 na 48%. Pri tome treba uzeti u obzir da je u ispitivanjima navedenog autora korištena standardna metoda utvrđivanja kljivosti odnosno neutralna sredina. Pri ispitivanju utjecaja različitih pH vodene otopine, upravo u neutralnom mediju je energija kljivosti kultivara Ika bila najmanja, a kljivost manja nego u kiseloj sredini (pH=5).

S obzirom na vrijednosti koje za grašak iznose Fowler i sur. (2006), standardna kljivost graška u zavisnosti od kultivara kreće se od 82 do 95%, Dobivena prosječna kljivost graška od 67,15% posljedica je prvenstveno starosti sjemena (Saxena i sur., 1987). Smanjenje energije klijanja i kljivosti kao posljedicu starosti sjemena kod kultivara graška Timo dobila je i Rapčan (2006c). Standardnom metodom određivanja kljivosti za sjemenje staro 9 mjeseci dobila je vrijednosti za energiju klijanja 93%, a za kljivost 94,5%. Za sjeme staro 21 mjesec energija klijanja iznosila je 88%, a kljivost 90%.

Dužina korijena klijanaca značajno se razlikovala ($p=0,01$) kako između pH vrijednosti vodene otopine, tako i između kultivara (Tablica 2). Na istoj razini statističke značajnosti ($p=0,01$) dobivena je i interakcija pH vrijednosti i kultivara. U prosjeku za kultivare, dužina korjenova klijanaca bila je značajno ($p=0,01$) veća na pH=6 u odnosu na druge pH vrijednosti. Oba kultivara graška razvila su najduži korijen na pH=6, a najkraći na pH=5. Kultivarima soje za razvoj korijena više je odgovarala kisela sredina (Anica na pH=6, Ika na pH=5). Najkraći korijen Anica je razvila na pH=7, a Ika na pH=8. U prosjeku za pH vrijednosti i kultivare sjeme soje razvilo je nešto kraći korijen (6,38 cm) od sjemena graška (6,94 cm). U prosjeku za pH vrijednosti, najduži korijen ($p=0,01$) imali su klijanci kultivara graška Timo i soje Ika u odnosu na Anicu i Zekona između kojih nije bilo razlika.

U prosjeku za pH vrijednosti vodene otopine i kultivare, sjeme soje je razvilo kraće izdanke (5,33 cm) od sjemena graška (8,02 cm). Dužina izdanaka klijanaca sjemena soje i graška značajno je ($p=0,01$) ovisila o pH vrijednosti vodene otopine i sorti kao i o njihovoj interakciji. S obzirom na prosječne vrijednosti za kultivare, izdanci su bili duži ($p=0,01$) na pH=6 i 7 u odnosu na pH=5 i 8. Kultivari soje i kultivar graška Timo su najduže izdanke imali pri pH=6, a Zekon pri pH=7. Najkraći izdanci za ispitivane kultivare dobiveni su na različitim pH vrijednostima vodene otopine. Kultivar soje Anica imao je najkraće izdanke kao i za korijen na pH=7, Ika također kao i kod korijena u baznoj sredini (pH=8). Najkraći izdanci kultivara graška dobiveni su na pH=5 za Zekon, dakle kao i kod korijena, a za Timo pri pH=8. Najduže izdanke u prosjeku za pH vrijednosti vodene otopine ($p=0,01$) imao je kultivar graška Timo, gotovo dvostruko veće od ostalih ispitivanih kultivara. Najkraće izdanke ($p=0,01$) je imao kultivar soje Anica, a razlika između Ike i Zekona nije bila značajna.

S obzirom na ukupnu dužinu klijanaca (dužina korijena + dužina izdanka) kultivara soje i graška utjecaj ispitivanih pH vrijednosti je bio različit (Graf. 1). Oba kultivara graška imala su najkraće klijance na pH=5, a najduže pri pH=6. Porastom pH vrijednosti vodene otopine od 6 prema 8, ukupna dužina klijanaca se smanjivala. Kultivar soje Ika najveću ukupnu dužinu imao je na pH=5, a daljim povećanjem pH

G. Bukvić i sur.: Kljivost sjemena soje i krmnog graška u zavisnosti od pH vrijednosti vodene otopine

Tablica 2. Dužina korijena i izdanaka (cm) klijanaca kultivara soje i krmnog graška na različitim pH vrijednostima vodene otopine

Table 2. Root length and stem height (cm) of seedlings of soybean and forage pea cultivars at different pH values of water solution

pH vodene otopine (A) <i>pH of water solution (A)</i>	Sorta (B) / Cultivar (B)				Prosjek (A) <i>Average (A)</i>
	Soja <i>Soybean</i>		Krmni grašak <i>Forage pea</i>		
	Anica	Ika	Zekon	Timo	
Dužina korjena (cm) / <i>Root length (cm)</i>					
5	5,23	10,17	3,26	6,25	6,23
6	6,64	8,43	7,14	9,84	8,01
7	3,47	5,92	5,63	7,87	5,72
8	5,45	5,70	6,79	8,71	6,66
Prosjek (B) <i>Average (B)</i>	5,20	7,55	5,71	8,17	6,66
LSD	A:	B:	AxB:		
	0,05	1,065	0,908	1,920	
	0,01	1,531	1,196	2,613	
Dužina izdanaka (cm) / <i>Stem height (cm)</i>					
5	4,96	6,04	3,27	9,82	6,02
6	5,22	6,41	6,69	11,80	7,53
7	4,13	5,78	7,75	10,61	7,07
8	4,82	5,24	5,71	8,51	6,07
Prosjek (B) <i>Average (B)</i>	4,78	5,87	5,86	10,18	6,67
LSD	A:	B:	AxB:		
	0,05	0,5579	0,3831	0,8770	
	0,01	0,8016	0,5042	1,2050	

vodene sredine vrijednost se ukupne dužine klijanaca smanjivala, te je bila najmanja pri pH=8. Kultivar soje Anica je najmanju dužinu imao pri pH= 7, nižu pri 5 i 8, a najveću pri pH=6.

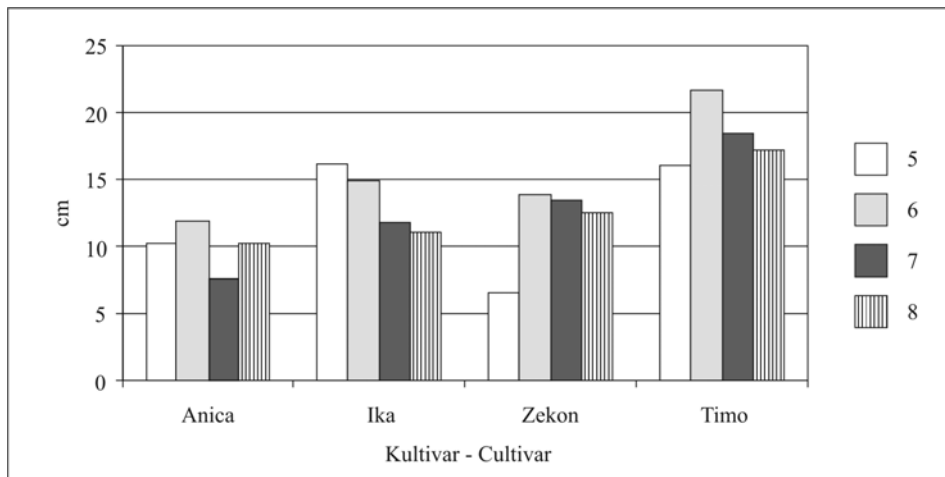
Najveću ukupnu dužinu klijanaca (izdanak+korijen) u prosjeku za sve ispitivane pH vrijednosti imalo je sjeme kultivara graška Timo, a najmanju sjeme kultivara soje Anica (Graf 2.). Izdanak i korijen sjemena kultivara soje bolje su se razvijali pri pH vodene otopine 5 i 6 (Graf 3.). Uzevši u obzir te dobivene vrijednosti, da nije bilo značajnih razlika u energiji klijanja i kljivosti, s obzirom na pH vrijednost, može se pretpostaviti da je u ovom stadiju razvoja za soju bolja pH vrijednost 5 i 6.

Za razliku od soje rast klijanaca graška (Graf 4.) je bio najslabiji pri pH=5. Međutim, najveće vrijednosti korijena i stabljike dobivene su pri pH=6. Porastom pH vrijednosti vodene otopine na 7 više se smanjio rast korijena graška nego izdanaka. Pri pH=8 korijen je bolje rastao nego pri pH=7, a stabljika lošije. Općenito, za rast klijanaca graška povoljnije vrijednosti pH vodene otopine bile su 6 i 7, dakle, nešto više nego za

G. Bukvić i sur.: Klijavost sjemena soje i krmnog graška u zavisnosti od pH vrijednosti vodene otopine

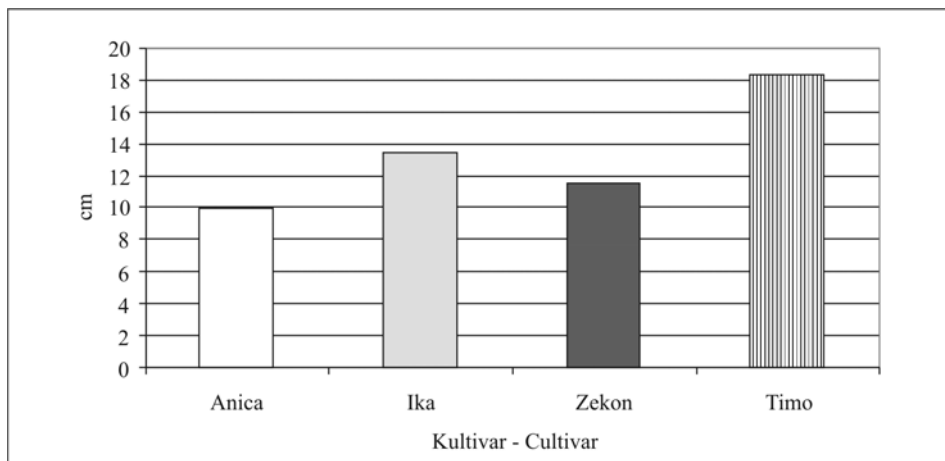
Graf. 1. Ukupna dužina (cm) klijanaca kultivara soje i krmnog graška (cm) na različitim pH vrijednostima vodene otopine

Figure 1. Total seedling length of soybean and forage pea cultivars (cm) at different pH values of water solution



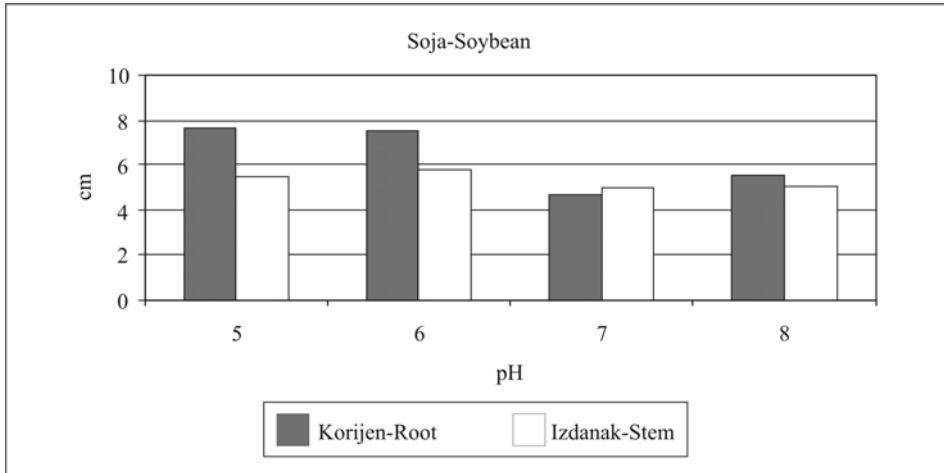
Graf. 2. Ukupna dužina (cm) klijanaca kultivara soje i krmnog graška (cm) u prosjeku za pH vrijednosti vodene otopine

Figure 2. Total seedling length of soybean and forage pea cultivars (cm) for average pH value of water solution



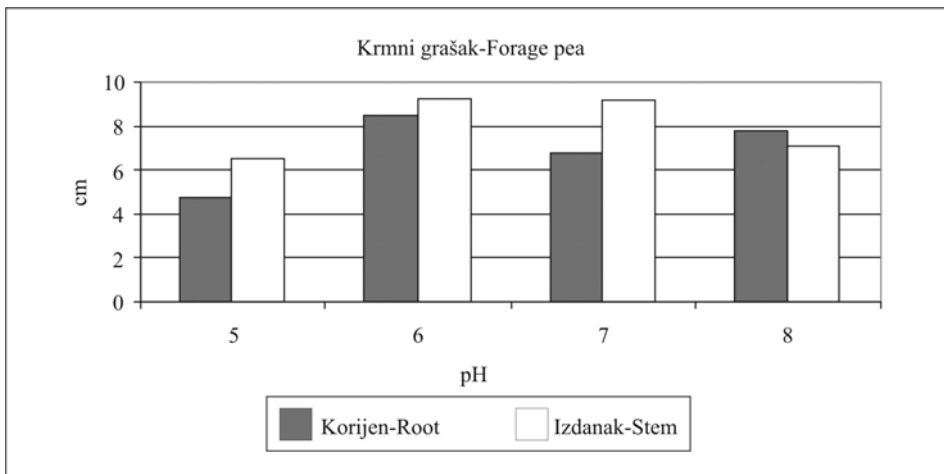
Graf. 3. Dužina korijena i izdanka (cm) klijanaca na različitim pH vrijednostima u prosjeku za kultivare soje Anica i Ika

Figure 3. Average root length and stem height (cm) of seedlings at different pH values for Anica and Ika soybean cultivars

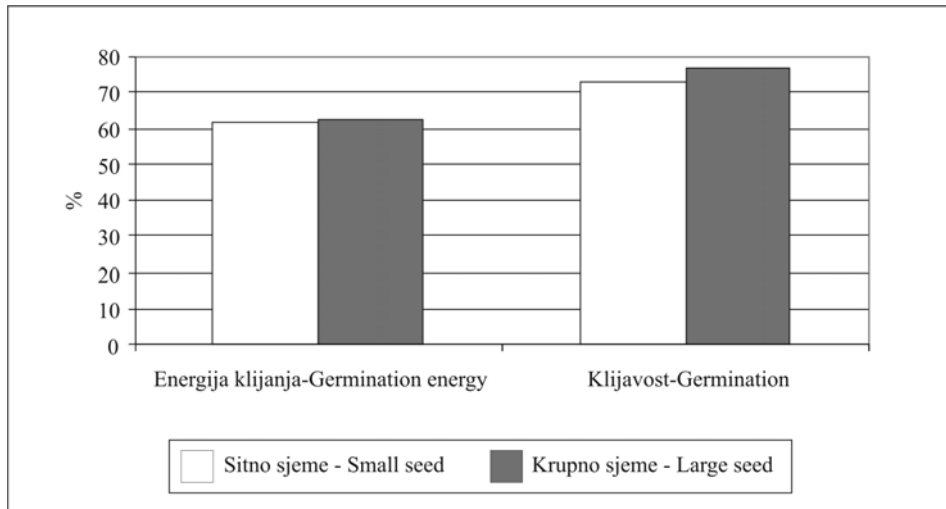


Graf. 4. Dužina korijena i izdanka (cm) klijanaca na različitim pH vrijednostima u prosjeku za kultivare krmnog graška Zekon i Timo

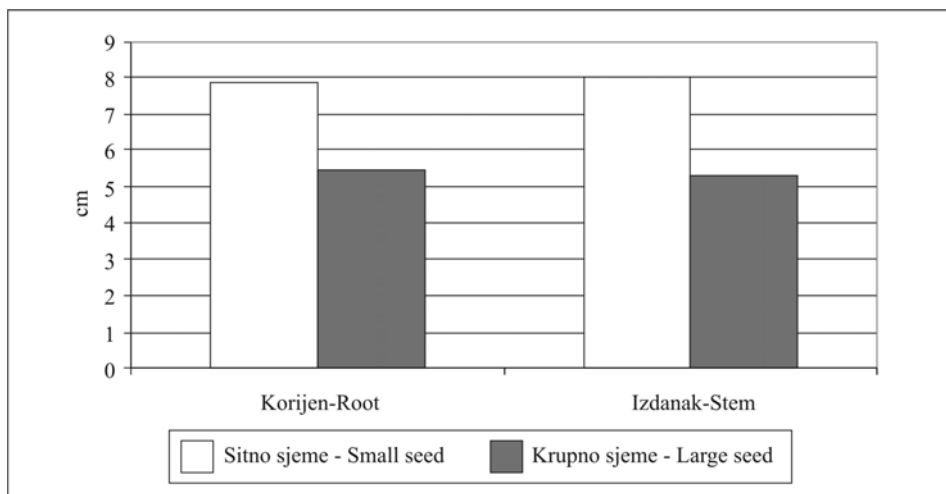
Figure 4. Average root length and stem height (cm) of seedlings at different pH values for Zekon and Timo forage pea cultivars



Graf. 5. Energija klijanja i kljajavost (%) zavisno o krupnoći sjemena kultivara soje i graška
Figure 5. Germination energy and germination (%) related to seed size of soybean and forage pea cultivars



Graf. 6. Dužina korijena i izdanka klijanaca (cm) zavisno o krupnoći sjemena kultivara soje i graška
Figure 6. Root length and stem height of seedlings (cm) related to seed size of soybean and forage pea cultivars



soju. Mengel and Kirkby (1987) kao optimalne vrijednosti za uzgoj graška u poljskim uvjetima navode pH=5,3-7,4 što je djelomično sukladno dobivenim rezultatima u laboratorijskim uvjetima.

Grafikonom 5 prikazani su prosječna energija kljivosti i kljivost sitnog (Ika i Timo) i krupnog (Anica i Zekon) sjemena ispitivanih kultivara. Energija kljivosti u prosjeku za sve pH vrijednosti vodene otopine bila je podjednaka kod sjemena različite krupnoće, dok je krupnije sjeme imalo veću kljivost. Sitno sjeme formiralo je duže izdanke i korijen (Graf. 6). Dobiveni rezultati su djelomično sukladni rezultatima Sincik i sur. (2004) koji su dobili značajnu pozitivnu povezanost krupnoće sjemena različitih genotipova graška s energijom klijanja, kljivošću i rastom biljaka.

ZAKLJUČCI

Ispitivane razine pH vrijednost vodene otopine nisu utjecale na energiju klijanja i kljivost sjemena ispitivanih kultivara soje i graška, ali su se dužina korijena i izdanaka značajno ($p=0,01$) mijenjali. U prosjeku za sve ispitivane kultivare najveće vrijednosti za korijen bile su pri pH=6, a za izdanak pri pH= 6 i 7. Najmanje vrijednosti za korijen dobivene su pri pH=7, a za stabljiku pri pH=5 i 8.

Krupno sjeme imalo je veću energiju klijanja i kljivost, ali je formiralo kraći korijen i izdanke u odnosu na sitno sjeme

Najveću dužinu korijena i izdanaka kao i ukupnu dužinu klijanaca u prosjeku za pH vrijednosti imao je kultivar graška Timo.

Najmanja dužina korijena i izdanaka utvrđena je kod kultivara soje Anica.

Neosporna je činjenica da su za uzgoj soje i graška s obzirom na pH vrijednost najpogodnija neutralna tla (za grašak i nešto kiselija). Međutim istraživanja utjecaja različitih pH vrijednosti na kljivost i dužinu klijanaca mogla bi poslužiti za procjenu tolerantnosti kultivara na razinu kiselosti tla sa svrhom izbora kultivara za određenu lokaciju.

GERMINATION OF SOYBEAN AND FORAGE PEA SEED UNDER DIFFERENT pH OF WATER SOLUTIONS

SUMMARY

Influence of different pH values of water solution on germination energy, germination, seedlings root length and stem height of two annual forage legumes was tested in laboratory conditions in order to evaluate tolerance of species and cultivars to stress conditions caused by lower or higher pH in the earliest phases of growth. Two soybean cultivars (Anica and Ika) and two forage pea cultivars (Zekon and Timo), which differentiated in seed size were tested at four pH levels of water solution (5, 6, 7

and 8). Seed of all investigated cultivars was produced in 2003. Germination energy and germination were not significantly affected by the pH of water solution. Root length and stem height of seedlings of both species were significantly affected ($p=0.01$) by the pH of water solution. The highest values for root length were found at pH=6 (8.01 cm). Stem was highest in both species at pH=6 and 7 (7.53 and 7.07 cm). The lowest average root length value (5.72) was found at pH=7. The lowest average stem height (6.02 and 6.07 cm) was at pH=5 and 8. Differences among all investigated traits of cultivars for pH values in average were significant ($p=0.01$). Soybean cultivar Ika had the highest germination energy (70.1%), and soybean cultivar Anica had the highest germination (80.8%). Forage pea cultivar Timo had the highest average value of root length and stem height (8.17 and 10.18 cm, respectively).

Key words: pH, soybean, forage pea, germination

LITERATURA

1. Andrić, L. (2004): Seed vigour testing of some domestic soybean cultivars (*Glycine max (L) Merrill*). Magistarsti rad, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J.Strossmayera u Osijeku.
2. Brkić, S., Milaković, Z., Kristek, A., Antunović, M. (2004): Pea yield and its quality depending on inoculation, nitrogen and molybdenum fertilization. *Plant Soil Environ.*, 50 (1): 39-45.
3. Bukvić, G., Stjepanović, M., Popović, S., Grljušić S., Horvat, D. (1998): Influence of location and genotype on the N, P and K concentration in the above ground part of alfalfa. *Agriculture*, 4 (1): 17-23.
4. Fallon, E., Tremblay, N., Desjardins, Y. (2006): Relationships among growing degree-days, tenderness, other harvest attributes and market value of processing pea (*Pisum sativum L.*) cultivars grown in Quebec. *Can. J. Plant Sci.*, 86 (2): 525-537.
5. Fowler, C.J.F., Turner, D.W., Siddique, K.H.M. (2006): Selection of field pea (*Pisum sativum L.*) cultivar and growing site improves germination and uniformity for sprout production. *Aust. J. Agr. Res.*, 57: 1249-1257.
6. Gibson, L. R., Mullen, R. E. (1996): Soybean seed quality reductions by high day and night temperature. *Crop Sci.*, 36: 1615-1619.
7. Guberac, V., Martinčić, J., Marić, 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. *Arab Gulf J. Sci. Res.*, 18: 151-156.
8. Hamman, B., Egli, D.B., Koning, G. (2002): Seed vigour, soliborne pathogens, pre-emergent growth and soybean seedling emergence. *Crop Sci.*, 42: 451-457.
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. Mahler, R.L., McDole, R.E. (1987): Effect of soil pH on crop yield in Northern Idaho. *Agron. J.* 79: 751-755.
11. Marcos-Filho, J., McDonald, M.B. (1998): Sensitivity of RAPD analysis, germination and vigour tests to detect the intensity of deterioration of naturally and artificially aged soybean seeds. *Seed Sci. Technol.* 26: 141-157.
12. McDonald, M. B. (1998): Seed quality. *Seed Sci. Res.*, 8: 265-275.
13. McDonald, M. B. (1999): Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Sci. Technol.* 27: 177-237.
14. Mengel, K., Kirkby, E.A. (1987): Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Bern.
15. Nemeskeri, E. (2004): Heat tolerance in grain legumes. *Bodenkultur*. 55 (1): 3-11.

G. Bukvić i sur.: Kljavost sjemena soje i krmnog graška u zavisnosti od pH vrijednosti vodene otopine

16. Rapčan, I., Bukvić, G., Grljušić, S., Teklić, T., Jurišić, M. (2006a): The influence of agroecological conditions and seed maturity on the grain yield and quality of field pea (*Pisum sativum* L.). Dairy, 56 (4): 331-342.
17. Rapčan, I., Bukvić, G., Grljušić, S., Teklić, T., Jurišić, M. (2006b): Produkcija biomase krmnog graška (*Pisum sativum* L.) u zavisnosti od starosti sjemena i agroekoloških uvjeta uzgoja. Poljoprivreda, 12(2):29-35.
18. Rapčan, I. (2006c): Laboratorijska kakvoća kultivara graška i njezin utjecaj na prinos zrna i zelene mase. Disertacija. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
19. 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.
20. SAS Institute Inc. (1999): SAS/STAT Software, Version 8, SAS Institute, Cary, NC.
21. Saxena, O.P., Singh, G., Pakeeraiah, T., Pandey, N. (1987): Seed deterioration studies in some vegetable seeds. Acta Horticulturae, 215: 39-44.
22. Schaffer, A.F., Vanderlip, R.L. (1999): The effect of conditioning on soybean seed quality. J. Prod. Agric. 12: 455-459.
23. Siddique, A.B., Wright, D. (2004): Effects of date of sowing on seed yield, seed germination and vigour of peas and flax. Seed Sci. Technol. 32 (2): 455-472.
24. Sincik, M., Bilgili, U., Uzun, A., Acikgoz, E. (2004): Effect of low temperatures on the germination of different field pea genotypes. Seed Sci. Technol. 32 (2): 331-339.
25. Spears, J. F., TeKrony, D. M., Egli, D. B. (1997): Temperature during seed filling and soybean seed germination and vigour. Seed Sci. Technol. 25: 233-244.
26. Teklić, T., Andrić, L., Jug, I., Paradiković, N., Pavleković, B. (2004): The efficiency of soybean seed treatment with Vitavax in the laboratory and field evaluation of seed vigour. Abstracts of contributed papers and posters. VII World Soybean Research Conference. IV International Soybean Processing and Utilization Conference, III Congress Brasileiro e Soja. February 29 to March 5, 2004. Foz do Iguassu, PR, Brazil: 157.
27. 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 Sci. Technol. 27: 67-75.
28. Vieira, R. D., TeKrony, D. M., Egli, D. B., Rucker, M. (2001): Electrical conductivity of soybean seeds after storage in several environments. Seed Sci. Technol. 29: 599-608.
29. Vinković, T., Paradiković, 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 Res. Comm., 35 (Part 2): 1213-1217.
30. Vratarić, M., Sudarić, A. (2000): Soja. Poljoprivredni institut Osijek.

Adresa autora Author's address:

Prof. dr. sc. Gordana Bukvić
Anita Liška, dipl. ing.
Prof. dr. sc. Manda Antunović
Doc. dr. sc. Darko Kiš
Aleta Bukvić, student
Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Trg Sv. Trojstva 3
HR - 31 000 Osijek
E-mail: gbukvic@pfos.hr

Primljeno – Received: 30. 10. 2007.

Dr. sc. Sonja Grljušić
Poljoprivredni institut Osijek
Južno predgrađe 17
HR - 31 000 Osijek