

ISSN 1330-7142

UDK = 633.31:631.415.8+631.425.6

UTJECAJ pH I TEMPERATURE NA ENERGIJU KLIJANJA, KLIJAVOST, DUŽINU KORIJENA I HIPOKOTILA KLIJANACA RAZLIČITIH KULTIVARA LUCERNE (*Medicago sativa* L.)

Gordana Bukvić⁽¹⁾, Sonja Grljušić⁽²⁾, Vlatka Rozman⁽¹⁾, Anita Liška⁽¹⁾, I. Lović⁽¹⁾

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

SAŽETAK

Istraživanja su provedena u klima komori na temperaturama 10 i 20°C i pH razinama 4,00 i 6,00 sa sjemenom domaćih kultivara lucerne Slavonka, Stela i Vuka, metodom rolanoga filter papira. Istraživana su svojstva energije klijanja i klijavosti sjemena te dužina korijena i hipokotila klijanaca. Značajna razlika između kultivara utvrđena je za svojstva energije klijanja, klijavosti i dužine hipokotila ($p=0,01$ i $p=0,05$). Kultivar Slavonka imao je najveću prosječnu energiju klijanja i klijavosti, a najmanju dužinu hipokotila. Kultivar Vuka imao je najnižu energiju klijanja, po klijavosti se nije razlikovao od Stele, ali je imao najduži hipokotil. Klijavost, dužina korijena i hipokotila značajno su ovisili o pH vrijednosti vodene otopine ($p=0,01$). Osim energije klijanja, sva ispitivana svojstva sjemena i klijanaca imala su više prosječne vrijednosti na pH 4. Temperatura je značajno utjecala na sva ispitivana svojstva ($p=0,01$), pri čemu su veće vrijednosti dobivene na višoj temperaturi. Interakcije kultivar \times pH i kultivar \times temperatura bile su značajne za sva proučavana svojstva ($p=0,01$), a pH \times temperatura za sva svojstva osim klijavosti sjemena ($p=0,01$).

Ključne riječi: lucerna, kultivar, klijavost, pH, temperatura

UVOD

Lucerna je višegodišnja krmna leguminoza, koja se u povoljnim agroekološkim uvjetima može kositi 3-5 puta u vegetaciji tijekom 3-5 godina. Prinos i kakvoća nadzemne mase lucerne, kao i trajanje lucerišta, u velikoj mjeri ovise o pH reakciji tla. Iako je raspon pH vrijednosti za uzgoj te kulture širok i kreće se od 4,3 do 8,7 (Duke, 1983.), optimum se kreće u granici 6,5 - 7 (Peters i sur., 2005.), odnosno 6,5 - 7,5 (Grewal i Williams, 2003.), a donja kritična granica, prema Hojito (1998.), je 5,4. Manji prinos i kakvoća lucerne u uvjetima nižih pH vrijednosti poslije dica su toksičnosti aluminija (Zhang, 2007.) i mangana, deficita molibdena (McBride i Cherney, 2004.), smanjene nodulacije (Sparrow i sur., 1993.), nedostatka kalcija (Graham, 1992.) i magnezija, kao i smanjenja pristupačnosti fosfora (Bouton i Sumner, 1983.). Kod sitnozrnih leguminoza povećanje prinosa i kvalitete krme na kiselim tlima moguće je postići kalcifikacijom tla radi povećanja pH reakcije (Pijnenborg i sur., 1991.; Sparrow i sur., 1993.), inokulacijom sjemena autohtonim bakterijama (Del Papa i sur., 1999.) i izborom kultivara manje osjetljivih na stresne uvjete zbog kiselosti tla (Bukvić i sur., 1998.; Bukvić i sur., 2002.). Lucerna se u agroekoloških uvjetima Republike Hrvatske može sijati u kasno-ljetnom (jesenskom) ili proljetnom terminu. Pri sjetvi u rano proljeće, klijavost sjemena odvija se pri niskim temperaturama. Minimalna temperatura za klijanje sjemena lucerne je između 2-3°C (Stjepanović, 1998.), a optimalna između 15-25°C (Brar i sur., 1991.).

Dr.sc. Gordana Bukvić, dr.sc. Vlatka Rozman, Anita Liška, dipl. inž., Ivan Lović, apsolvent - Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, (2) Dr.sc. Sonja Grljušić - Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek

S obzirom na to da su između genotipova lucerne prisutne razlike u tolerantnosti na niske temperature u stadiju klijanja, otvara se mogućnost selekcije na to svojstvo (Klos i Brummer, 2000.a, 2000.b).

Također, svojstvo sjemena lucerne je da pri čuvanju pod određenim uvjetima može dugo očuvati klijavost. Ellis i Hong (2006.) utvrdili su da sjeme lucerne ne gubi klijavost čak ni nakon 14,5 godina u hermetički zatvorenim posudama, na temperaturi od -20°C i pri vlazi zraka 2,0-12,0%, odnosno da kod lucerne dolazi do značajnoga gubitka klijavosti sjemena na temperaturama od 30 do 60°C već pri vlazi zraka od 4,2 do 5,5%.

Budući da je kod različitih leguminoza utvrđena povezanost laboratorijskih i poljskih mjerenja klijavosti kod različitih temperatura, dostupnosti vode ili kiselosti tla (Kendall i sur., 1994.; Voigt i sur., 1997.), cilj ovoga rada bio je utvrditi utjecaj kultivara, pH vrijednosti otopine i temperature na klijavost i rast klijanaca lucerne te procijeniti mogućnost izbora kultivara u stadiju klijanja za sjetvu na tlima s različitim pH i pri različitim temperaturama.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno 2006. godine u klima komori sa sjemenom tri kultivara lucerne iz proizvodne 2003. godine, podjednake mase 1000 sjemenki, kreiranih na Poljoprivrednom institutu Osijek: 1. Slavonka (masa 1000 sjemenki 2,1 g), 2. Stela (masa 1000 sjemenki 2,2 g), 3. Vuka (masa 1000 sjemenki 2,0 g). Močenje filter papira obavljeno je vodovodnom vodom, čija je pH vrijednost smanjena na 4,00, odnosno 6,00, dodatkom 1 M HCl. Namočeni filter papir sa sjemenom uvijen je u role i stavljen u PVC vrećice te pohranjen u klima komoru. Istraživanje je provedeno na temperaturama 10 i 20°C . Pokus je postavljen u četiri ponavljanja za svaki kultivar, temperaturu i pH. Svojstva energije klijanja i klijavosti određena su metodom rolanoga filter papira uz prethodno hlađenje, sukladno pravilima ISTA (2003.). Po završetku naklijavanja, s klijanaca su uklonjeni kotiledoni te razdvojeni korijen i hipokotil. Dužina korijena i hipokotila izmjerena je na 25 slučajno izabranih klijanaca.

Analiza varijance (ANOVA) provedena je pomoću SAS Software (SAS Institute Inc., 2002.-2003.).

REZULTATI I RASPRAVA

Energija klijanja sjemena lucerne bila je pod značajnim ($p=0,01$) utjecajem kultivara, temperature te interakcije svih ispitivanih tretmana (Tablica 1.). Dobivene vrijednosti kretale su se u rasponu 50,50 do 68,75 % te su bile niže od vrijednosti koje su utvrdili Popović i sur. (2002.). Navedeni autori dobili su energiju klijanja u zavisnosti o frakciji sjemena i godini istraživanja od 70,36% za Stelu i 71,83% za Vuku. Smanjena energija klijanja može biti posljedica uvjeta prije žetve, zatim tijekom žetve, privremenoga skladištenja, transporta i obrade, kao i nakon obrade, prije i tijekom skladištenja (Hampton i Hill, 2002.). Proizvodna 2003. godina bila je sušna, s visokim temperaturama u cijeloj Republici Hrvatskoj, što bi moglo biti uzrokom smanjene energije klijanja ispitivanih kultivara. Najmanju prosječnu energiju klijanja ($p=0,01$) imao je kultivar Stela, a najveću Slavonka. Razlika između Slavonke i Vuke bila je na razini $p=0,05$. U prosjeku za kultivare i pH vrijednosti, energija klijanja bila je veća ($p=0,01$) na višoj temperaturi (61,38%) u odnosu na nižu (54,29%). Najmanje razlike u prosječnoj vrijednosti energije klijanja između ispitivanih temperatura bile su kod kultivara Vuka. Razlike u reakciji kultivara na ispitivanim pH vrijednostima i temperaturama, s obzirom na energiju klijanja, bile su puno veće nego za ostala ispitivana svojstva. Kod obje ispitivane temperature Slavonka je imala veće vrijednosti na pH 4, a Stela na pH 6. Kod kultivara Vuka energija klijanja je na nižoj temperaturi bila veća na pH 4, a na višoj temperaturi na pH 6. Najveće promjene u vrijednosti energije klijanja, s obzirom pH vrijednost vodene otopine, dobivene su kod kultivara Vuka na obje temperature. Energija klijanja bila je u značajnoj korelacijskoj vezi s klijavošću sjemena ($r=0,852^{**}$). Klijavost sjemena ispitivanih kultivara lucerne značajno je ovisila o kultivaru ($p=0,05$), a na razini $p=0,01$ o pH vrijednosti, temperaturi, interakcijama kultivara i pH vrijednosti, kultivara i temperature, odnosno sva tri tretmana (Tablica 1.). Najveću prosječnu klijavost imao je kultivar Slavonka, dok se Stela i Vuka nisu razlikovali. Veća prosječna klijavost sjemena kultivara lucerne dobivena je na pH 4 (59,38 %) nego na pH 6 (57,38%). S obzirom na temperaturu, dobivene vrijednosti klijavosti bile su veće na 20°C (62,59%) nego na 10°C (54,17%), budući da je i optimalna temperatura za klijanje

sjemena lucerne od 15- 25°C (Brar i sur., 1991.). Kljivost sjemena lucerne u zavisnosti o temperaturi specifično je svojstvo genotipa, odnosno kultivara (Klos i Brummer, 2000.a, 2000.b). Najmanje razlike u prosječnoj vrijednosti kljivosti na različitim temperaturama dobivene su kod kultivara Vuka. Sva tri kultivara lucerne različito su kljali, ovisno o pH vrijednosti i temperaturi. Na višoj temperaturi kljivost je kod svih kultivara bila veća na pH 4. Na nižoj temperaturi kod kultivara Slavonke i Stele kljivost je bila veća na pH 6, a kod Vuke na pH 4. Najveće promjene u vrijednosti kljivosti pod utjecajem pH vrijednosti dobivene su kod kultivara Vuka na temperaturi 10°C.

Tablica 1. Utjecaj kultivara (K), pH vrijednosti vodene otopine (pH) i temperature (T) na energiju klijanja (%), kljivost (%), dužinu korijena i hipokotila (cm) klijanaca lucerne

Table 1. Influence of cultivars (K), pH values of water solution (pH) and temperature (T) on germination energy (%), seed germination (%), root and hypocotyls length (cm) of alfalfa seedlings

Kultivar (K) <i>Cultivar</i>	10°C			20°C			Prosjek <i>Average</i>
	pH 4	pH 6	Prosjek <i>Average</i>	pH 4	pH 6	Prosjek <i>Average</i>	
Energija klijanja (%) – Germination energy (%)							
Slavonka	54,50	53,00	53,75	68,75	61,75	65,25	59,50
Stela	50,50	53,25	51,88	59,00	60,00	59,50	55,69
Vuka	63,25	51,25	57,25	54,50	64,25	59,38	58,31
Prosjek <i>Average</i>	56,08	52,50	54,29	60,75	62,00	61,38	57,83
LSD	K	pH	T	KxpH	KxT	pHxT	KxpHxT
0,01	1,4001	ns	1,3591	3,2424	2,8237	2,0994	5,4799
0,05	1,0166	ns	1,0029	2,2286	1,9408	1,4974	3,3041
Kljivost (%) – Germination (%)							
Slavonka	53,25	55,75	54,50	67,00	64,00	65,50	60,00
Stela	50,00	53,75	51,88	64,75	62,50	63,63	57,75
Vuka	62,00	50,25	56,13	59,25	58,00	58,63	57,38
Prosjek <i>Average</i>	55,08	53,25	54,17	63,67	61,50	62,59	58,38
LSD	K	pH	T	KxpH	KxT	pHxT	KxpHxT
0,01	ns	1,1576	1,8080	2,4051	3,7562	ns	7,2897
0,05	1,836	0,8542	1,3342	1,6531	2,5818	ns	4,3953
Dužina korijena (cm) – Root length (cm)							
Slavonka	1,97	1,66	1,81	3,56	2,63	3,09	2,45
Stela	1,90	1,59	1,74	3,39	2,72	3,05	2,40
Vuka	2,29	1,69	1,99	3,38	2,51	2,94	2,47
Prosjek <i>Average</i>	2,05	1,64	1,85	3,44	2,62	3,03	2,44
LSD	K	pH	T	KxpH	KxT	pHxT	KxpHxT
0,01	ns	0,20337	0,20134	ns	ns	0,31100	ns
0,05	ns	0,15008	0,14858	ns	ns	0,22183	ns
Dužina hipokotila (cm) – Hypocotyls length (cm)							
Slavonka	3,79	3,79	3,79	5,66	4,41	5,03	4,41
Stela	3,86	3,87	3,86	6,19	5,23	5,71	4,79
Vuka	3,81	4,04	3,92	5,87	4,92	5,39	4,66
Prosjek <i>Average</i>	3,82	3,90	3,86	5,91	4,85	5,38	4,62
LSD	K	pH	T	KxpH	KxT	pHxT	KxpHxT
0,01	0,1614	0,3515	0,1790	ns	0,3718	0,2764	ns
0,05	0,1171	0,2594	0,1321	ns	0,2556	0,1972	ns

Dužina korijena klijanaca sorata lucerne značajno je ($p=0,01$) zavisila o pH vrijednosti vodene otopine, temperaturi te interakciji pH i temperature (Tablica 1.). U prosjeku za kultivare i temperature, veće vrijednosti za dužinu korijena klijanaca bile su na pH 4 (2,75 cm) nego na pH 6 (2,13 cm).

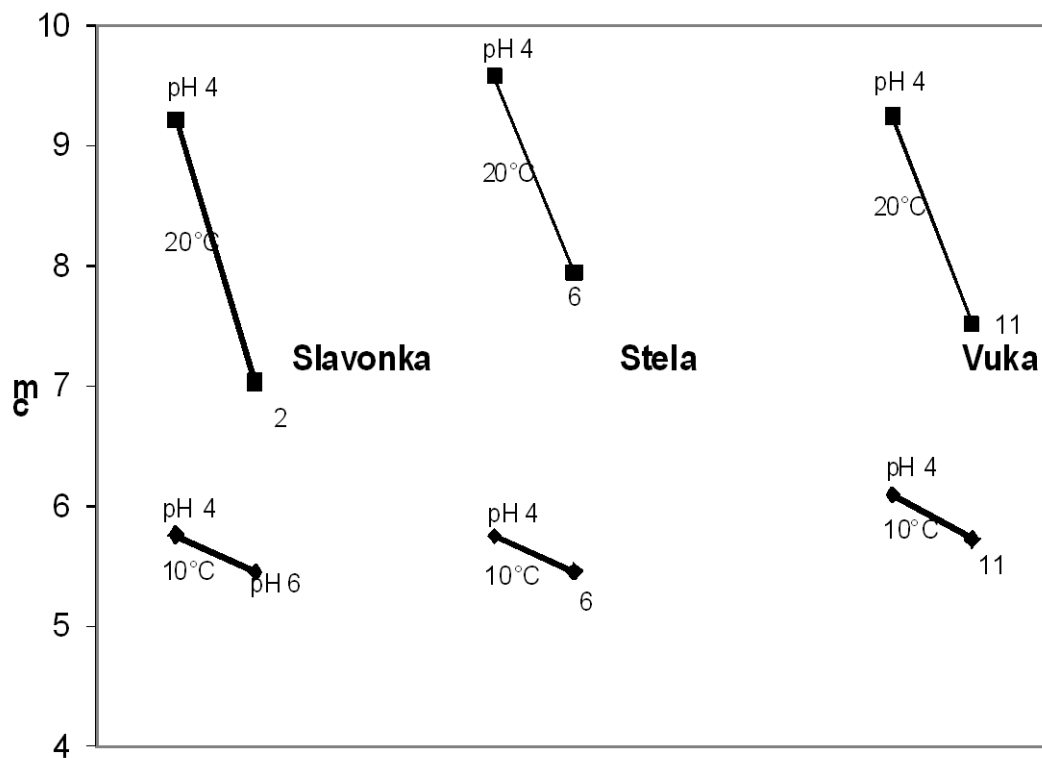
Prema istraživanjima Peters i sur. (2005.), optimalna pH vrijednost tla za uzgoj lucerne kreće se od 6,5-7, a pri manjim vrijednostima dolazi prvenstveno do smanjenoga rasta korijena, što ima za posljedicu i smanjen rast nadzemne mase. Hojito (1998.) kao kritičnu granicu za uzgoj lucerne navodi pH 5,4. Međutim, dobiveni rezultati dužine korijena na pH 4 i 6 vodene otopine imali su sasvim suprotan trend kod svih kultivara i temperatura. Stoga se može pretpostaviti da niža pH vrijednost sama po sebi ne utječe na smanjeni rast biljaka, odnosno da je smanjena produkcija biomase u uvjetima nižih pH vrijednosti tla posljedica promjene u pristupačnosti hraniva u tlu.

S obzirom na temperaturu, korijen je bio duži na višoj ispitivanoj temperaturi (3,03 cm) u odnosu na nižu (1,85 cm), što je u skladu s navodima Frame (2005.), prema kojima je optimalna temperatura za rast korijena lucerne između 21-25°C. Pored optimalne temperature, za rast korijena značajan je i režim dnevnih i noćnih temperatura, čiji je najpovoljniji odnos prema Safaa i Glenn (1990.) 21/8°C. Sva tri ispitivana kultivara imala su duži korijen na pH 4 na obje temperature. Veće smanjenje dužine korijena povećanjem pH vrijednosti dobiveno je na višoj temperaturi (prosječno 0,82 cm), pri čemu je razlika u dužini korijena bila najveća kod kultivara Slavonka (0,93 cm). Na nižoj temperaturi dužina korijena je u prosjeku za kultivare bila manja za 0,21 cm, a najveće smanjenje bilo je kod kultivara Vuka (0,30 cm). Između dužine korijena i energije klijanja utvrđena je značajna korelacijska povezanost ($r=0,679^*$).

Dužina hipokotila značajno je zavisila ($p=0,01$) o kultivaru, pH vrijednosti vodene otopine, kao i interakcije kultivara i temperature te pH vrijednosti i temperature (Tablica 1.). Duži hipokotil, kao i korijen, u prosjeku za temperature, kultivari su razvili na pH 4 (4,86 cm), a kraći na pH 6 (4,37 cm). Na temperaturi od 10°C prosječna dužina hipokotila iznosila je 3,85 cm, a na 20°C 5,38 cm. S obzirom na interakciju kultivara i temperature, veće razlike između kultivara bile su na temperaturi od 20°C nego na 10°C. Kultivar Stela imao je najveće vrijednosti, a kultivar Slavonka najmanje na obje temperature.

Veće razlike u dužini hipokotila bile su pri temperaturi od 20°C, gdje je na pH 4 hipokotil bio duži nego na pH 6. Na višoj temperaturi, kao i kod korijena, utjecaj pH vrijednosti na dužinu hipokotila bio je izraženiji (Graf 1.). Svi su kultivari imali duži hipokotil na pH 4 (prosječno 1,06 cm), a najveća razlika bila je kod kultivara Slavonka (1,25 cm). Na nižoj temperaturi, za razliku od korijena, povećanjem pH vrijednosti kod kultivara Slavonka i Stela nije se značajno mijenjala dužina hipokotila, ali je kod Vuke hipokotil bio duži za 0,23 cm. Dužina hipokotila bila je u značajnoj korelacijskoj vezi s klijavosti sjemena ($r=0,684^*$), kao i s dužinom korijena ($r=0,936^{**}$).

Neosporno je da u uvjetima niže pH vrijednosti dolazi do poremećaja u rastu i razvoju lucerne, što rezultira smanjenjem prinosa i kakvoće krme (Bukvić i sur., 1998.; Bukvić i sur., 2002.; Grewal i Williams, 2003.). Međutim, dobiveni rezultati istraživanja ukazuju na činjenicu da niže pH vrijednosti «stimuliraju» rast klijanaca. Stoga se može pretpostaviti da do poremećaja u rastu i razvoju, kako korijena, tako i nadzemnoga dijela lucerne, pri nižim pH vrijednostima vjerojatno dolazi u kasnijim stadijima razvoja, kada biljka koristi hraniva iz tla.



Graf 1. Ukupna dužina klijanca (cm) kultivara lucerne na različitim pH vrijednostima vodene otopine i temperaturama

Figure 1. Total length of seedlings (cm) of alfalfa cultivars at different pH values of water solution and temperatures

ZAKLJUČAK

Ispitivani kultivari lucerne značajno su se razlikovali u energiji klijanja, klijavosti i dužini hipokotila. Veće prosječne vrijednosti na pH 4 dobivene su za svojstva klijavost, dužinu korijena i hipokotila, dok razlike u energiji klijanja u zavisnosti o pH vrijednosti nisu bile značajne. Temperatura je značajno utjecala na sva ispitivana svojstva, a veće vrijednosti dobivene su na višoj temperaturi. Kultivar Vuka je prema klijavosti i energiji klijanja bio najmanje osjetljiv na promjenu temperature, a najviše na promjenu pH vrijednosti. S obzirom na dužinu korijena i hipokotila, kultivar Slavonka bio je najosjetljiviji na promjenu, odnosno povećanje pH vrijednosti. Značajne korelacijske veze utvrđene su za dužinu hipokotila s energijom klijavosti sjemena i dužinom korijena klijanaca. Energija klijanja bila je u značajnoj korelacijskoj vezi s klijavosti i dužinom korijena klijanaca.

Rezultati ukazuju na to da interakcija genotipa i temperature u najvećoj mjeri utječe na fazu klijanja lucerne. Premda je razina pH utjecala na rast klijanca, potrebna su dodatna istraživanja da bi se moglo procijeniti postoji li mogućnost izbora genotipova za sjetvu na tlima s različitim pH, u fazi klijanja sjemena.

LITERATURA

1. Brar, G.S., Gomez, J.F., McMichael, B.L., Matches, A.G., Taylor, H.M. (1991): Germination of twenty forage legumes as influenced by temperature. *Agronomy Journal*, 83(1): 173-175.

2. Bouton, J. H., Sumner, M. E. (1983): Alfalfa, *Medicago sativa* L., in highly weathered, acid soils. V. Field performance of alfalfa selected for acid tolerance. *Plant and Soil* 74: 431-6.
3. Bukvic, G., Stjepanovic, M., Popovic, S., Grljusic S., Horvat, D. (1998): Influence of location and genotype on the N, P and K concentration in the above ground part of alfalfa. *Poljoprivreda*, 4(1): 17-23.
4. Bukvic, G., Stjepanovic, M., Antunovic, M. (2002): Effect of soil pH on P and Ca uptake to the above ground biomass of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Poljoprivreda*, 8(1): 25-32.
5. Del Papa, M.F., Balagué, L.J., Sowinski, S.C., Wegener, C., Segundo, E., Abarca, F.M., Toro, N., Niehaus, K., Pühler, A., Aguilar, O.M., Martínez-Drets, G., Lagares, A. (1999): Isolation and characterization of alfalfa-nodulating rhizobia present in acidic soils of central Argentina and Uruguay. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(4), 1420-1427.
6. Duke, J.A. (1983): *Medicago sativa* L. Handbook of energy crops. Unpublished. Purdue University. Centre for New Crops & Plant Products.
7. Ellis, R.H., Hong, T.D. (2006): Temperature sensitivity of the low-moisture-content limit to negative seed longevity–moisture content relationships in hermetic storage. *Annals of Botany*, 97(5):785-791.
8. Frame, J. (2005): Forage legumes for temperate grasslands. FAO/Science Publishers, Inc.
9. Graham, P.H. (1992): Stress tolerance in *Rhizobium* and *Bradyrhizobium*, and nodulation under adverse soil conditions. *Canadian Journal of Microbiology*, 38 (6): 475-484.
10. Grewal, H.S., Williams, R. (2003): Liming and cultivars affect root growth, nodulation, leaf to stem ratio, herbage yield, and elemental composition of alfalfa on an acid soil. *Journal of Plant Nutrition*, 26(8): 1683-1696.
11. Hampton, J.G., Hill, M.J. (2002): Seed quality and New Zealand 's native plants:an unexplored relationship? *New Zealand Journal of Botany*, 40: 357–364.
12. Hojito, M. (1998): Productivity of acidified grassland caused by acidic nitrogen-fertilizer and aluminium tolerance of grasses and legumes. *JARQ-Japan Agricultural Research Quarterly*, 32(2): 87-96.
13. ISTA (2003): Handbook on seedling evaluation, 3rd edition.
14. Kendall W.A., Shaffer J.A., Hill, R.R. (1994): Effect of temperature and water variables on the juvenile growth of lucerne and red clover. *Grass and Forage Science*, 49 (3): 264-269.
15. Klos, K.L.E., Brummer C.E. (2000a): Field response to selection in alfalfa for germination rate and seedling vigour at low temperatures. *Crop Science*, 40:1227-1232.
16. Klos, K.L.E., Brummer E.Ch. (2000b): Response of six alfalfa populations to selection under laboratory conditions for germination and seedling vigour at low temperatures. *Crop Science*, 40: 959-964.
17. McBride, M.B., Cherney, J. (2004): Molybdenum, sulphur, and other trace elements in farm soils and forages after sewage sludge application. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 35 (3-4): 517-535.
18. Peters, J.B., Kelling, K.A., Speth P.E., Offer S.M. (2005): Alfalfa yield and nutrient uptake as affected by pH and applied K. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36 (4-6); 583 – 596.
19. Pijnenborg, J.W.M., Lie, T.A., Zehnder, A.J.B. (1991): Nodulation of lucerne (*Medicago sativa* L.) in an acid soil: effects on inoculum size and lime-pelleting. *Plant and Soil*, 131:1-10.
20. Popović, S., Stjepanović, M., Grljušić, S., Čupić, T., Tucak, M., Bukvić, G. (2002.): Varijabilnost sorti lucerne u nekim svojstvima sjemena. *Poljoprivreda*, 8: 5.-10.
21. Safaa Al-Hamdan, Glenn W.T. (1990): Effect of temperature regimes on photosynthesis, respiration, and growth in alfalfa. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*, 70: 1-4.
22. SAS Software 9.1 Release, Copyright © 2002.-2003., SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
23. Sparrow, S.D., Cochran, V.L., Sparrow, E.B. (1993): Herbage yield and nitrogen accumulation by 7 legume crops on acid and neutral soils in a subarctic environment. *Canadian Journal of Plant Science*, 73(4): 1037-1045.
24. Stjepanović, M. (1998.): Lucerna. Nova zemlja. Osijek.
25. Voigt P.W., Morris D.R., Godwin H.W. (1997): A soil-on-agar method to evaluate acid-soil resistance in white clover. *Crop Science*, 37(5): 1493-1496.

26. Zhang, X.G., Humphries, A., Auricht, G. (2007): Genetic variability and inheritance of aluminium tolerance as indicated by long root regrowth in lucerne (*Medicago sativa L.*). *Euphytica*, 157(1-2): 177-184.

INFLUENCE OF pH AND TEMPERATURE ON GERMINATION ENERGY, GERMINATION, ROOT AND SEEDLINGS HYPOCOTIL LENGTH OF VARIOUS ALFALFA CULTIVARS (*Medicago sativa L.*)

SUMMARY

The traits of germination energy, seed germination, as well as root and hypocotyls length of domestic alfalfa cultivars (Slavonka, Stela, Vuka) were investigated in a climate chamber. The experiment was set up at two pH levels of water solution (4.00 and 6.00) and temperature levels of 10°C and 20°C using rolled filter paper method. Significant difference between cultivars ($p=0.01$, $p=0.05$) was determined for germination energy, seed germination and hypocotyls length. Cultivar Slavonka had the highest average values for germination energy and seed germination, and the lowest for hypocotyls length. Cultivar Vuka had the lowest germination energy (but with the same germination as Stela) and the longest hypocotyls. Seed germination as well as root and hypocotyl length significantly depended ($p=0.01$) on pH of water solution. The higher average values of all traits were found at pH 4.00, except for germination energy. Temperature also significantly affected on all investigated traits ($p=0.01$), whilst the higher values were attained at higher temperature. Interactions cultivar x pH and cultivar x temperature were significant ($p=0.01$) for all traits, while pH x temperature interaction was not significant only for seed germination.

Key-words: alfalfa, cultivar, germination, pH, temperature

(Primljeno 21. travnja 2008.; prihvaćeno 20. svibnja 2008. - Received on 21 April 2008; accepted on 20 May 2008)