

## UTJECAJ TEMPERATURE I pH VRIJEDNOSTI NA KLIJAVOST SJEMENA I SVOJSTVA KLIJANACA KULTIVARA CRVENE DJETELINE

Gordana BUKVIĆ<sup>1</sup>, Sonja GRLJUŠIĆ<sup>2</sup>, A. STANISAVLJEVIĆ<sup>1</sup>, Ivana VARGA<sup>1</sup>,  
Antonela MRKULJ<sup>1</sup> i Anita JOZIĆ<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Poljoprivredni institut Osijek  
Agricultural Institute Osijek

### SAŽETAK

Istraživanje utjecaja temperature (10 i 20°C) i pH vrijednosti vodene otopine (pH 4, 5, 6 i 7) na klijavost sjemena i svojstva klijanaca (dužina radikule, hipokotila i klijanaca) provedeno je u klima komori sa sjemenom dva kultivara crvene djeteline (danski Rajah i poljski Viola). Naklijavanje sjemena izvršeno je metodom rolanog filter papira tijekom 10 dana. Dobiven je značajan utjecaj ( $p=0,01$ ) temperature i pH vrijednosti za sva ispitivana svojstva. Razlike između kultivara bile su također značajne ( $p=0,01$ ) za sva svojstva osim za dužinu radikule. Veće prosječne vrijednosti ispitivanih svojstava dobivene su na višoj temperaturi. S obzirom na pH vrijednost, u prosjeku najveća klijavost utvrđena je na pH 4 i 6, a najmanja na pH 5. Prosječna dužina radikule je bila najveća na pH 4, a najmanja na pH 7. Vrijednosti prosječne dužine hipokotila i ukupne dužine klijanaca su bile najveće na pH 4, a najmanje na pH 5. Kultivar Rajah je imao veću prosječnu klijavost, dužinu hipokotila, kao i ukupnu dužinu klijanaca.

Ključne riječi: crvena djetelina, sjeme, temperatura, pH

### UVOD

Crvena djetelina (*Trifolium pratense* L.) je dvogodišnja do trogodišnja krmna leguminoza koja se u agroekološkim uvjetima Republike Hrvatske može sijati u proljetnom i kasno ljetnom /jesenskom terminu. Stoga se, ovisno o vremenu sjetve, klijanje sjemena odvija u različitim uvjetima temperature i vlage tla. Minimalna temperatura za klijanje sjemena crvene djeteline, kao i drugih sitnozrnih leguminoza te trava kreće se između 0 i 1°C (Arakeri i Schmid, 1949.), a optimalna između 15 i 25 °C (Brar i sur., 1991.). Istraživanja Moot i sur. (2000.) pokazala su da klijavost

sjemena sitnozrnih leguminoza i trava raste linearno prema optimalnim temperaturama. Međutim, Klos i Brummer (2000.) utvrdili su razlike u energiji klijanja i klijavosti sjemena između kultivara iste vrste na istim temperaturama.

Klijavost sjemena kao jedna od komponenti kakvoće sjemena je svojstvo koje, zajedno s okolišnim uvjetima uzgoja i genotipom, u velikoj mjeri utječe na produkciju biomase uzgajane vrste (Van Assche i Leuven, 1988.). Utvrđivanje klijavosti sjemena standardnom metodom naklijavanja (ISTA, 2003.) provodi se u idealnim uvjetima, pa rezultati ovog testa vrijede samo za optimalne uvjete u polju (TeKrony, 1995.; Siddique i Wright, 2004.), a standardna klijavost često premašuje poljsko nicanje (Hamman i sur., 2002.).

Od okolišnih uvjeta na prinos i kakvoću ratarskih kultura značajno utječu pH vrijednosti tla. S obzirom na reakciju tla, crvena djetelina može se uzgajati u širokom rasponu od 4,5 do 8,2 (Duke, 1983.). Prema istraživanjima Hojito (1998.) donja kritična granica pH vrijednosti tla za uzgoj crvene djeteline je 5,2. Pri uzgoju na kiselim tlima prinos i kakvoća ratarskih kultura limitirani su zbog toksičnosti aluminija (Zhang i sur., 2007., Baligar i sur., 1987.) i mangana, deficita molibdena (McBride i Cherney, 2004.), kalcija (Graham, 1992.) i magnezija, kao i slabije pristupačnosti fosfora (Bouton i Sumner, 1983.). Tanaka i sur. (1984.), Yokota i Ojima (1995.) navode da pH okoline može utjecati na rast i razvoj leguminoza neovisno o drugim okolišnim čimbenicima.

Općenito, crvena djetelina ima svojstvo dobre adaptabilnosti na uvjete uzgoja (Smith i sur., 1985.), ali se pri uzgoju na kiselim tlima genotipovi crvene djeteline razlikuju u prinosu kao posljedici razlika u sposobnosti usvajanja hraniva iz tla (Bukvić i sur., 2008.a).

Procjena tolerantnosti genotipova na niske pH vrijednosti tla uglavnom se provodi u poljskim uvjetima tijekom više godina. Međutim, u istraživanjima Kendall i sur. (1994.), Voigt i sur. (1997.), Voigt i Mosjidis (2002.), Grljušić i sur. (2008.) kod različitih leguminoza utvrđena je povezanost laboratorijskih i poljskih mjerenja klijavosti kod različitih temperatura, dostupnosti vode ili kiselosti tla.

S obzirom na značaj utjecaja različitih temperatura na klijavost sjemena crvene djeteline ovisno o terminu sjetve i veliku prostornu zastupljenost kiselih tala u Republici Hrvatskoj (Kisić i sur., 2002.) cilj ovog istraživanja bio je u laboratorijskim uvjetima ispitati utjecaj različitih temperatura i pH vrijednosti vodene otopine na klijavost sjemena i svojstva klijanaca kod dva kultivara crvene djeteline radi procjene mogućnosti njihova uzgoja na tlu određene pH vrijednosti u različitim temperaturnim uvjetima.

## MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je provedeno u klima komori sa sjemenom dva kultivara crvene djeteline različitog podrijetla: Rajah (Danska) i Viola (Poljska). Naklijavanje sjemena

obavljeno je metodom rolanog filter papira. Na navlaženi filter papir zasijano je po 100 sjemenki u 4 ponavljanja za svaki istraživani kultivar, pH vrijednost vodene otopine i temperaturu. Vlaženje filter papira obavljeno je s vodenom otopinom pH vrijednosti 4, 5, 6 i 7. Vodene otopine pripremljene su tako da je vodovodnoj vodi dodana 0,1 M HCl do željene pH vrijednosti. Sjeme zasijano na navlaženom filter papiru stavljeno je u PVC vrećice i pohranjeno u klima komoru. Naklijavanje sjemena provedeno je na temperaturama 10 i 20°C. Nakon 10 dana određena je klijavost sjemena. Dužina radikule i hipokotila klijanaca izmjereni su na 25 slučajno odabranih klijanaca, a izračunata je i ukupna dužina klijanaca. Statistička obrada dobivenih rezultata izvršena je pomoću SAS Software-a (SAS Institute Inc., 2002.-2003.).

## REZULTATI RADA S RASPRAVOM

### Klijavost sjemena

Vrijednosti za klijavost sjemena crvene djeteline kretale su se od 52 do 82% te su značajno zavisile ( $p=0,01$ ) od ispitivanih tretmana kao i njihovih interakcija (Tablica 1.).

**Tablica 1. Značajnost utjecaja temperature (T), pH vrijednosti vodene otopine (pH) i kultivara (C) na ispitivana svojstva sjemena i klijanaca crvene djeteline**

*Table 1 Significance of temperature (T), pH value of water solution (pH) and cultivar (C) influence on investigated red clover seed and seedling traits*

Tretman <i>Treatment</i>	Klijavost sjemena <i>Seed germination</i>	Dužina radikule <i>Radicle length</i>	Dužina hipokotila <i>Hypocotil length</i>	Dužina klijanaca <i>Seedling length</i>
T	**	**	**	**
pH	**	**	**	**
C	**	ns	**	**
T x pH	**	**	**	**
T x C	**	**	**	**
pH x C	**	ns	**	**
T x pH x C	**	**	**	**

\*\* – statistički značajno kod  $p=0,01$  (*statistical significance at  $p=0.01$* )

ns – nije statistički značajno (*non statistical significance*)

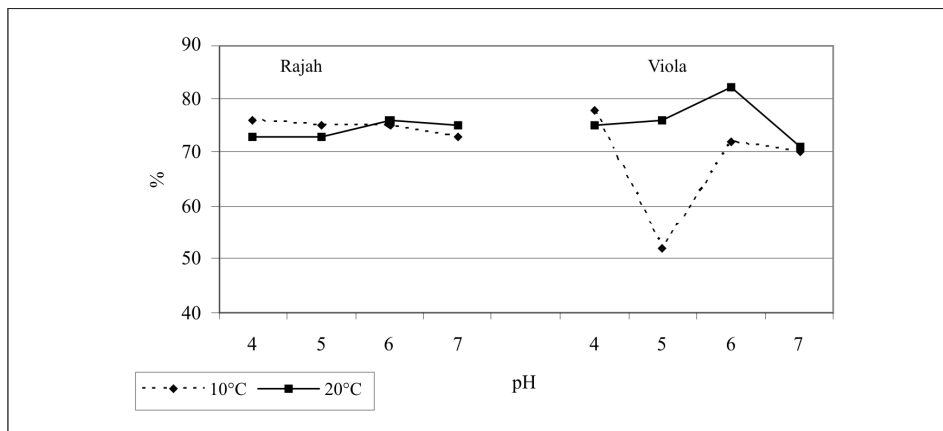
Dobiveni raspon vrijednosti za klijavost nešto je niži od rezultata Hampton i Hill (2002.) u čijem se istraživanju ovisno o vigoru sjemena klijavost sjemena crvene djeteline kretala od 66 do 90%. Klijavost sjemena kultivara Rajah se u manjoj mjeri mijenjala ovisno o promjeni temperature i pH vrijednosti vodene otopine (Grafikon 1.). U prosjeku, klijavost je bila veća za 4% na višoj ispitivanoj temperaturi (Grafikon 2.).

Na istim ispitivanim temperaturama Bukvić i sur. (2009.a) su u prosjeku za tri kultivara crvene djeteline također dobili veću klijavost sjemena na višoj temperaturi.

S obzirom na pH vrijednost vodene otopine, prosječna klijavost sjemena ispitivanih kultivara bila je najveća na pH 4 i 6, najmanja na pH 5. U istraživanju utjecaja starosti sjemena i različitih pH vrijednosti vodene otopine na svojstva sjemena i klijanaca crvene djeteline provedenom po protokolu ISTA (2003.) Bukvić i sur. (2009.b) također su dobili najveću prosječnu klijavost na pH 4 (76,9%).

**Grafikon 1. Klijavost sjemena kultivara crvene djeteline na različitim temperaturama i pH vrijednostima vodene otopine (%)**

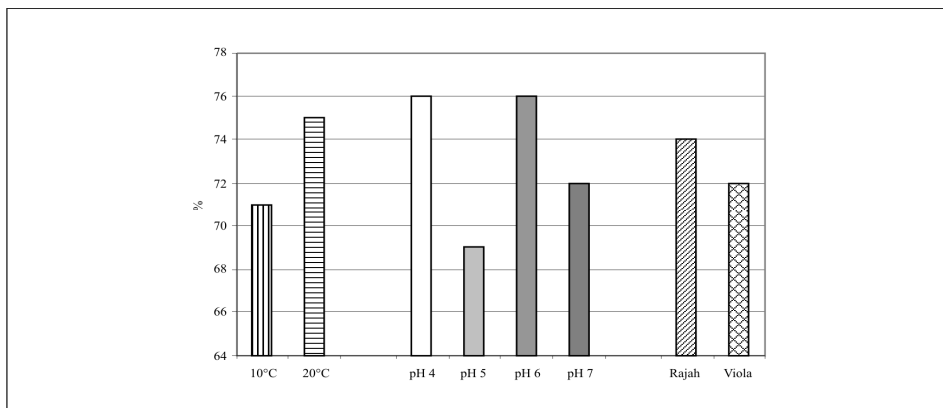
Figure 1 Seed germination of red clover cultivars at different temperatures and pH values of water solution (%)



Kultivar Rajah imao je za 2,7% veću prosječnu klijavost od Viole (Grafikon 2.). U prosjeku za kultivare, na nižoj ispitivanoj temperaturi najveća klijavost dobivena je na pH 4 (77%), najniža na pH 5 (64%). Na višoj ispitivanoj temperaturi najveća klijavost dobivena je na pH 6 (79%), a najniža na pH 7 (73%). Najveća razlika u prosječnim vrijednostima klijavosti sjemena između ispitivanih temperatura (10%) dobivene su na pH 5, manje na pH 6 (6%), zatim na pH 4 (3%), najmanje na pH 7 (2%). Prosječna klijavost sjemena kultivara Rajah bila je gotovo ista na obje temperature, dok je Viola imala za 8% veću klijavost na višoj temperaturi. U prosjeku za temperature, vrijednosti za klijavost sjemena kultivara Rajah nisu se značajno mijenjale u zavisnosti od pH vodene otopine. Istodobno kultivar Viola je imao najveću klijavost na pH 6 (77%), najmanju na pH 5 (64%).

**Grafikon 2. Prosječne vrijednosti klijavosti sjemena crvene djeteline na različitim temperaturama, pH vrijednostima vodene otopine i za kultivare (%)**

*Figure 2 Average values of red clover seed germination at different temperatures, pH values of water solution and for cultivars (%)*

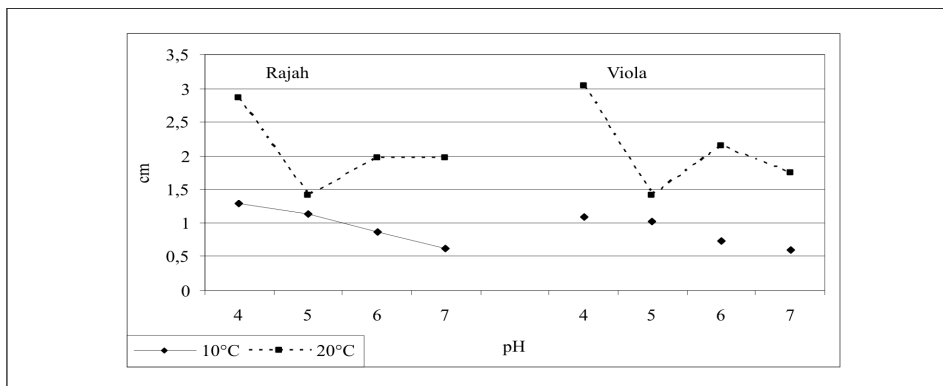


### Dužina radikule klijanaca

Dužina radikule klijanaca crvene djeteline se u zavisnosti od ispitivanih temperatura, pH vrijednosti i kultivara kretala u rasponu od 0,594 do 3,041 cm (Grafikon 3.), a značajno ( $p=0,01$ ) je ovisila o temperaturi i pH vrijednosti dok razlike između kultivara nisu utvrđene (Tablica 1.). Oba kultivara imala su vrlo sličan trend kako s obzirom na temperaturu tako i na pH vrijednost vodene otopine.

**Grafikon 3. Dužina radikule klijanaca kultivara crvene djeteline na različitim temperaturama i pH vrijednostima vodene otopine (cm)**

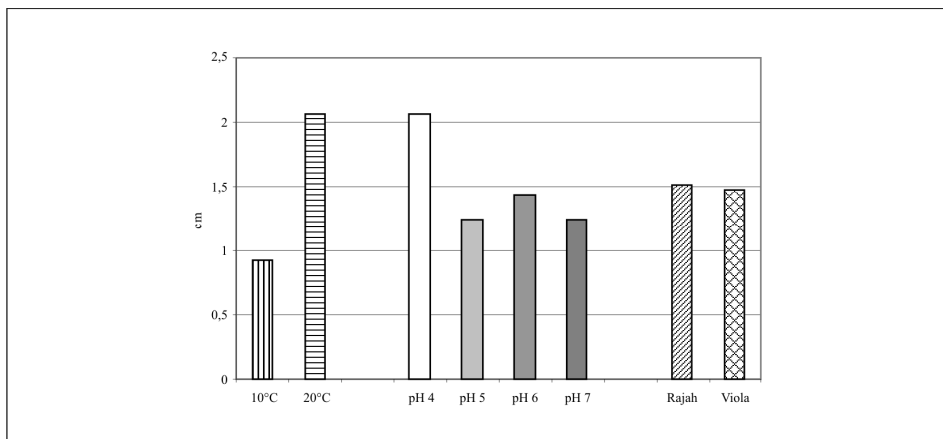
*Figure 3 Radicle length of red clover seedlings at different temperatures and pH values of water solution (cm)*



Prosječna vrijednost dužine radikule bila je za 1,152 cm veća na višoj ispitivanoj temperaturi (Grafikon 4.). U prosjeku za temperature i kultivare dužina radikule bila je najveća na pH 4, značajno manja na pH 6, a najmanja na pH 5 i 7. Bukvić i sur. (2009.b) su kod klijanaca crvene djeteline različite starosti također dobili prosječno veću dužinu radikule na pH 4.

**Grafikon 4. Prosječne vrijednosti dužine radikule crvene djeteline na različitim temperaturama, pH vrijednostima vodene otopine i za kultivare (cm)**

*Figure 4 Average values of red clover radicle length at different temperatures, pH values of water solution and for cultivars (cm)*



Na nižoj temperaturi kako za svaki kultivar, tako i u prosjeku, dužina radikule smanjivala se povećanjem pH vrijednosti vodene otopine te se s 1,186 cm (pH 4) smanjila na 0,609 (pH 7). Najveća prosječna vrijednost za kultivare na višoj temperaturi dobivena je na pH 4 (2,953 cm), a najniža na pH 5 (1,415 cm). Najveća razlika u utvrđenim prosječnim vrijednostima dužine radikule između temperatura dobivena je na pH 4 (1,767 cm), najmanja na pH 5 (0,35 cm).

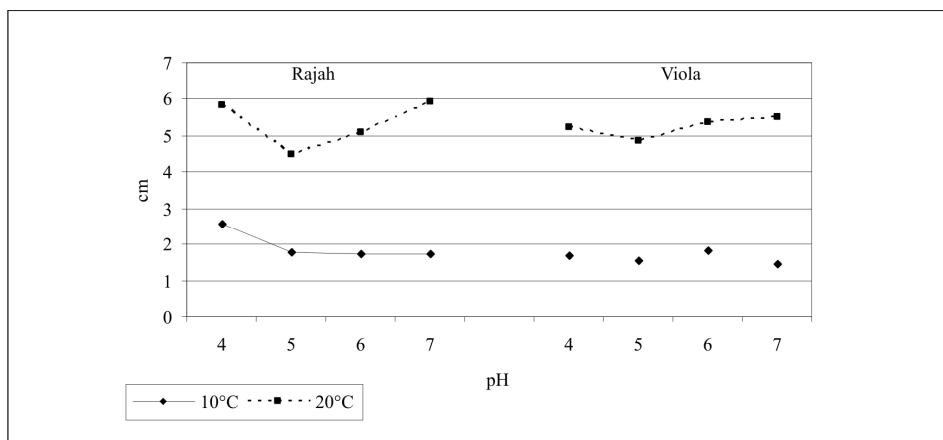
U prosjeku za pH vrijednosti, kod kultivara Viole razlika u dužini radikule između ispitivanih temperatura bila je veća (1,229 cm) nego kod Rajaha (1,075 cm).

#### Dužina hipokotila klijanaca

Dužina hipokotila klijanaca crvene djeteline kretala se od 1,465 do 5,944 cm (Grafikon 5.), a značajno je ovisila o svim ispitivanim tretmanima kao i o njihovim interakcijama (Tablica 1.).

**Grafikon 5. Dužina hipokotila klijanaca kultivara crvene djeteline na različitim temperaturama i pH vrijednostima vodene otopine (cm)**

*Figure 5 Hypocotyls length of red clover cultivars at different temperatures and pH values of water solution (cm)*

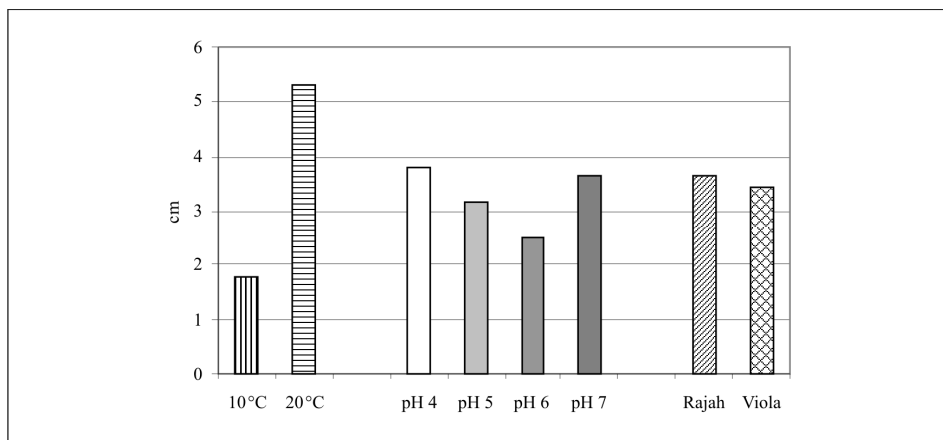


Značajno veća prosječna vrijednost dobivena je na višoj ispitivanoj temperaturi u odnosu na nižu (Grafikon 6.). S obzirom na pH vrijednost vodene otopine, dobivene su značajne razlike u prosječnim vrijednostima za ispitivane temperature i kultivare. Hipokotil je bio najduži na pH 4, najkraći na pH 5. Bukvić i sur. (2009.b) su u zavisnosti od starosti sjemena crvene djeteline i istih pH vrijednosti vodene otopine dobili dužinu hipokotila klijanaca od 4,32 do 8,04 cm, a prosječna vrijednost je također bila najveća na pH 4 (8,04 cm). Razlog većim vrijednostima dužine hipokotila, kao i ostalih svojstava u istraživanju navedenih autora je što su isti proveli naklijavanje po protokolu ISTA (2003.) prema kojem se naklijavanje sjemena sitnozrnih leguminoza provodi tijekom 20 dana.

Prosječna vrijednost za dužinu hipokotila kultivara Rajah bila je veća u odnosu na kultivar Viola (Grafikon 6.). Na nižoj temperaturi, prosječna vrijednost dužine hipokotila za kultivare bila je najveća na pH 4 (2,116 cm), najmanja na pH 7 (1,599 cm). Na višoj ispitivanoj temperaturi prosječna dužina hipokotila bila je najveća na pH 7 (5,720 cm), a najmanja na pH 5 (4,678 cm). Najveća razlika u prosječnoj dužini hipokotila između temperatura dobivena je na pH 7 (4,121 cm), najmanja na pH 5 (3,03 cm).

**Grafikon 6. Prosječne vrijednosti dužine hipokotila klijanaca crvene djeteline na različitim temperaturama, pH vrijednostima vodene otopine i za kultivare (cm)**

*Figure 6 Average values of red clover hypocotyls length at different temperatures, pH values of water solution and for cultivars (cm)*



Na obje temperature kultivar Rajah je imao veću prosječnu vrijednost dužine hipokotila s tim što je razlika u odnosu na Violu bila veća na nižoj temperaturi. U prosjeku za temperature, kultivar Rajah imao je duži hipokotil na pH 4 i 7, a razlika prema vrijednosti kultivara Virole bila je najveća na pH 4 (0,749 cm).

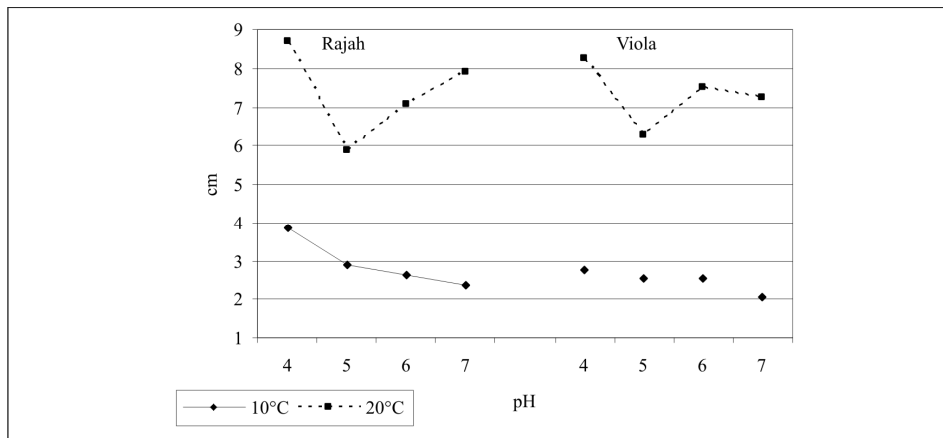
### Dužina klijanaca

Dužina klijanaca crvene djeteline kretala se od 2,059 do 8,677 cm (Grafikon 7.) te je bila pod značajnim utjecajem svih ispitivanih tretmana kao i njihovih interakcija (Tablica 1.). U sličnim istraživanjima Bukvić i sur. (2008.b) sa sjemenom bijele djeteline također je dobiven značajan utjecaj temperature, pH vrijednosti i kultivara na dužinu klijanaca pri čemu su klijanci u prosjeku bili najduži na pH 5 vodene otopine dok su kod crvene djeteline (Bukvić i sur., 2009.b) najveće vrijednosti dobivene na pH 4.



**Grafikon 7. Dužina klijanaca kultivara crvene djeteline na različitim temperaturama i pH vrijednostima vodene otopine (cm)**

Figure 7 Seedling length of red clover cultivars at different temperatures and pH values of water solution (cm)

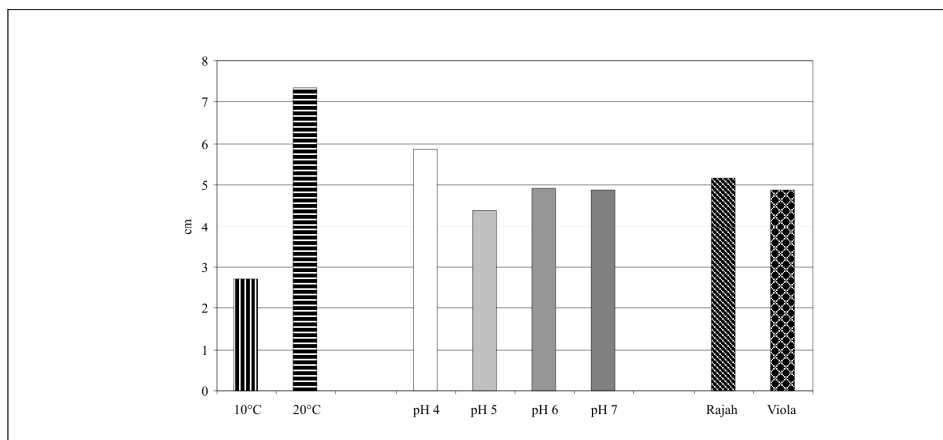


U prosjeku, klijanci su bili duži na višoj (7,352 cm) u odnosu na nižu ispitivanu temperaturu (2,701 cm). Prosječna dužina klijanaca bila je značajno veća na pH 4 (5,885 cm), zatim manja ali bez statistički značajne razlike između pH 6 i 7 (4,925 i 4,892 cm), a najmanja na pH 5 (4,406 cm). Kultivar Rajah je imao prosječno duže klijance (5,155 cm) u odnosu na Viola (4,899 cm).

Pri uzgoju u poljskim uvjetima na tlima niže pH vrijednosti kako kod drugih krmnih leguminoza (Bukvić i sur., 1998., Bukvić i sur., 2002., Grewal i Williams, 2003.) tako i kod crvene djeteline (Horvatić i sur., 2009.) dolazi do poremećaja u rastu i razvoju biljaka što rezultira smanjenjem prinosa i kakvoće krme. Međutim, dobiveni rezultati istraživanja u laboratorijskim uvjetima ukazuju na činjenicu da niže pH vrijednosti različito «stimuliraju» rast klijanaca u zavisnosti od temperature. Agić i sur. (2009.) ovu pojavu povezuju s aktivnošću  $\alpha$ -amilaze. Stoga se može pretpostaviti da do poremećaja u rastu i razvoju kako korijena, tako i nadzemnog dijela crvene djeteline, pri nižim pH vrijednostima vjerojatno dolazi u kasnijim stadijima razvoja kada biljka koristi hraniva iz tla. Rezultati ovog kao i prethodnih istraživanja s drugim kulturama bi mogla poslužiti za procjenu tolerantnosti vrsta odnosno kultivara na razinu kiselosti tla sa svrhom pravilnog izbora kultivara za određenu lokaciju.

**Grafikon 8. Prosječne vrijednosti dužine klijanaca crvene djeteline na različitim temperaturama, pH vrijednostima vodene otopine i za kultivare (cm)**

*Figure 8 Average values of red clover seedlings at different temperatures, pH values of water solution and for cultivars (cm)*



## ZAKLJUČCI

Ispitivana svojstva sjemena i klijanaca kultivara crvene djeteline Rajah i Viola su značajno ( $p=0,01$ ) ovisila o temperaturi i pH vrijednosti vodene otopine. Razlike između kultivara nisu utvrđene samo za svojstvo dužina radikule. Između ispitivanih tretmana utvrđene su značajne interakcije ( $p=0,01$ ) za sva svojstva osim utjecaja pH x C na dužinu radikule. Veće prosječne vrijednosti za sva ispitivana svojstva dobivena su na višoj temperaturi. Najveća prosječna klijavost sjemena utvrđena je kod pH vrijednosti 4 i 6. Dužina radikule je u prosjeku bila najveća na pH 4 a najmanja na pH 7. Prosječna dužina hipokotila i klijanaca bila je najveća na pH 4 najmanja na pH 5. Kultivar Rajah je imao veće vrijednosti za sva ispitivana svojstva osim dužinu radikule gdje se nije razlikovao od Virole. Klijavost sjemena kultivara Rajah nije se značajnije mijenjala pod utjecajem temperature i pH vrijednosti. Dužina radikule, hipokotila i klijanaca u manjoj mjeri je varirala pod utjecajem pH vrijednosti vodene otopine na nižoj nego na višoj temperaturi.

## THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND pH VALUES ON SEED GERMINATION AND SEEDLING TRAITS OF RED CLOVER CULTIVARS

### SUMMARY

Investigation of temperature (10 and 20°C) and pH values of water solution (pH 4, 5, 6 and 7) influence on seed germination and seedling traits (radicle, hypocotyls and seedling length) of two red clover cultivars (Danish Rajah and Polish Viola) seeds was carried out in growth chamber. Seed was germinated by the rolled filter paper method during 10 days. Significant influence ( $p=0.01$ ) of temperature and pH values on all investigated traits was found. Differences between cultivars were also significant ( $p=0.01$ ) for all traits with exception of radicle length. Higher average values of investigated traits were obtained at higher temperature. Regarding pH values, the highest average germination was found at pH 4 and 6, and the lowest at pH 5. The average radicle length was highest at 4 and the lowest at pH 7. Values of average hypocotyls and seedling length were highest at pH 4 and the lowest at pH 5. Cultivar Rajah obtained higher average germination, hypocotyls and total seedling length.

Key words: red clover, seed, temperature, pH

### LITERATURA – REFERENCES

1. Agić, D., Bukvić, G., Grljušić, S., Bešlo, D., Horvatić, J., Novoselović, D. (2009): Effect of pH on  $\alpha$ -amylase activity and early seedling growth of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37 (2): 77-80.
2. Arakeri, H.R., Schmid, A. R. (1949): Cold resistance of various legumes and grasses in early stages of growth. *Agronomy Journal*, 41: 182-185.
3. Baligar, V. C., Wright, R. J., Kinraide T. B., Foy, C. D., Elgin, J. H. Jr. (1987): Aluminium effects on growth, mineral uptake, and efficiency ratios in red clover cultivars. *Agronomy Journal*, 79: 1038-1044.
4. Bouton, J. H. and 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: 431-436.
5. 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: 173-175.
6. 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. *Poljoprivreda*, 4(1): 17-23.
7. Bukvić, G., Stjepanović, M., Antunović, 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.
8. Bukvić, G., Grljušić, S., Antunović, M., Horvatić, J., Špoljarević, M. (2008a): Differences among red clover (*Trifolium pratense* L.) genotypes in yield, germination and proline concentration. *Cereal Research Communications* 36 (Part 3 Suppl S): 1507-1510.

## Gordana Bukvić i sur.: Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i svojstva klijanaca kultivara crvene djeteline

---

9. Bukvić, G., Ravlić, M., Grljušić S., Rozman, V., Popović, B., Tkalec, M. (2008b): Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i dužinu klijanaca bijele djeteline. *Sjemenarstvo*, (3-4): 179-191.
10. Bukvić, G., Grljušić, S., Rozman, V., Liška, A., Eded, A., Križan, L. (2009a): Utjecaj temperature na svojstva sjemena i klijanaca kultivara crvene djeteline. *Zbornik radova*, 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma, Opatija, 16-20 veljače 2009.: 294-296.
11. Bukvić, G., Grljušić, S., Josipović, A., Greger, Ž., Marijanović, M., Bilušić, Lj. (2009b): Klijanje sjemena crvene djeteline (cv. Viola) u zavisnosti o pH vrijednosti vodene otopine i starosti sjemena. *Poljoprivreda*, 15 (1): 23-28.
12. Duke, J.A. (1983): *Medicago sativa* L. Handbook of energy crops. Unpublished. Purdue University. Centre for New Crops & Plant Products.
13. Graham, P.H. (1992): Stress tolerance in Rhizobium and Bradyrhizobium, and nodulation under adverse soil conditions. *Canadian Journal of Microbiology*, 38 (6): 475-484.
14. 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.
15. Grljušić, S., Bukvić, G., Rapčan, I., Agić, D., Horvatić, J. (2008): The effects of soil and temperature on early white clover growth. *Cereal Research Communications* 36(Part 1 S): 643-646.
16. Hamman, B., Egli, D.B., Koning, G. (2002): Seed vigour, soliborne pathogens, pre-emergent growth and soybean seedling emergence. *Crop Science*, 42: 451-457.
17. 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.
18. Hojito (1998): Productivity of acidified grassland caused by acidic nitrogen-fertilizer and aluminium tolerance of grasses and legumes. *Jaro-Japan Agricultural Research Quarterly*, 32(2): 87-96.
19. Horvatić, J., Bukvić, G., Grljušić, J., Peršić, V., Perkov, V., Agić, D. (2009): Utjecaj agroekoloških uvjeta na sadržaj fotosintetskih pigmenata genotipova crvene djeteline (*Trifolium pratense* L.). *Zbornik sažetaka*, 10. hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, Osijek, 14.-20. rujna 2009: 155.
20. ISTA (2003): Handbook on seedling evaluation, 3rd edition
21. 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.
22. Moot, D. J., Scott, W.R., Roy, A.M., Nicholls, A.C. (2000): Base temperature and thermal time requirements for germination and emergence of temperate pasture species. *New Zealand Journal of Agricultural Research* (43): 15-25.
23. 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.
24. Kisić, I., Bašić, F., Mesić, M., Butorac, A. (2002): Učinkovitost kalcifikacije i gnojidbe na kemijske značajke tla i prinos zrna kukuruza i ozime pšenice. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 67(1): 25-33.
25. Klos, K.L.E., Brummer, E.C. (2000): Response of six alfalfa populations to selection under laboratory conditions for germination and seedling vigor at low temperatures. *Crop Science*, (40): 959-964.
26. SAS Software, 9.1.3. Service Pack 3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA (2002.-2003.)
27. 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.
28. Smith, R.R., Taylor, N.L., Boweley, S.R. (1985): Red clover. *Clover Science and Technology*. N.L.Taylor (ed), American Society of Agronomy, Pub. 25: 457-470.
29. Tanaka, A., Hitsuda, K., Tsuchihashi, Y. (1984): Tolerance to low pH and low available phosphorus of various field and forage crops. *Soil Science of Plant Nutrition*, 30: 39-49.

## Gordana Bukvić i sur.: Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i svojstva klijanaca kultivara crvene djeteline

---

30. TeKrony, D.M. (1995): Accelerated aging. Seed vigor testing seminar. H.A. Van de Venter, (ed), ISTA, Copenhagen: 53-72.
31. Van Assche, C., Leuven, K.U. (1988): The importance of seed control and seed treatment for a guaranteed plant production. Acta Horticulturae, 220: 391-396.
32. 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.
33. Voigt, P. W., Mosjidis, J. A. (2002): Acid-soil resistance of forage legumes as assessed by a soil-on-agar method. Crop Science, 42: 1631-1639.
34. 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.
35. Yokota, S., K. Ojima, K. (1995): Physiological response of root tip of alfalfa to low pH and aluminium stress in water culture. Plant and Soil, 171(1): 163-165.

### Adrese autora - Autor's adress:

Prof. dr.sc. Gordana Bukvić  
Doc.dr.sc. Aleksandar Stanisavljević  
Ivana Varga, prvostupnik poljoprivrede smjera Bilinogojstvo  
Antonela Mrkulj, prvostupnik poljoprivrede smjera Bilinogojstvo  
Anita Jozić, prvostupnik poljoprivrede smjera Bilinogojstvo  
Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku  
Poljoprivredni fakultet u Osijeku  
Trg Sveto Trojstva 3  
31000 Osijek

E-mail: [Gordana.Bukvic@pfos.hr](mailto:Gordana.Bukvic@pfos.hr)

### Primljeno – Received:

21. 01. 2010.

Doc.dr.sc. Sonja Grljušić  
Poljoprivredni institut Osijek  
Južno predgrađe 17  
31000Osijek

**Napomena:** U radu je prezentiran dio rezultata istraživanja koji su bili tema završnog rada Ivane Varga, prvostupnice poljoprivrede Poljoprivrednog Fakulteta u Osijeku smjera Bilinogojstvo. Istraživanje je provedeno u sklopu projekta MZOS broj 079-0730489-0272.

