

**UTJECAJ TEMPERATURE I pH VRIJEDNOSTI NA
KLIJAVOST SJEMENA I DUŽINU KLIJANACA
BIJELE DJETELINE**Gordana BUKVIĆ¹, Marija RAVLIĆ¹, Sonja GRLJUŠIĆ², Vlatka ROZMAN¹,
Brigita POPOVIĆ¹, Monika TKALEC¹¹Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Faculty of Agriculture, Josip Juraj Strossmayer, University of Osijek²Poljoprivredni institut Osijek
Agricultural Institute Osijek**SAŽETAK**

Istraživanja su provedena u klima komori na dvije temperature (10 i 20°C), četiri razine pH vodene otopine (4, 5, 6 i 7) sa sjemenom tri kultivara bijele djeteline iste starosti i različitog podrijetla (Regal, Jura i Rivendel). Ispitivan je utjecaj temperature i pH vrijednosti na energiju klijanja, klijavost i dužinu klijanaca kultivara bijele djeteline. Dobiven je značajan utjecaj ($p=0,01$) svih tretmana na svojstva sjemena i klijanaca. Sva ispitivana svojstva imala su veću vrijednost na višoj temperaturi. Prosječna vrijednost ispitivanih svojstava bila je najveća na pH 5. Kultivar Regal imao je najmanje vrijednosti za sva svojstva. Jura i Rivendel nisu se razlikovali u energiji klijanja i klijavosti, ali je Rivendel imao duže klijance. Reakcija kultivara s obzirom na pH vrijednost imala je isti trend na nižoj temperaturi za sva svojstva. Na višoj temperaturi kultivari su različito reagirali na pH s obzirom na energiju klijanja i klijavost, a podjednako prema dužini klijanaca.

Ključne riječi: bijela djetelina, temperatura, pH, klijavost

UVOD

Prinos i kakvoća bijele djeteline ovise o agroekološkim uvjetima uzgoja i genotipu. Ona najbolje uspijeva u hladnijim i vlažnijim područjima, na glinovitim i ilovastim tlima pH vrijednosti od 5,5 do 7, no može biti tolerantna na zasjenjivanje, visoke temperature, poplave i sušu (Ayles i sur., 2002, Ayles i sur., 2007).

Kiselost tla je jedan od ograničavajućih činitelja njezina prinosa (Monaghan i sur., 1998, Ates i Tekeli, 2005). Unatoč dobroj tolerantnosti na stres zbog kiselosti tla, bijela djetelina ne može uspijevati na suviše kiselim tlima (Voigt i Staley, 2004). Hopkins i sur. (1990) kao donju granicu pH vrijednosti tla za uzgoj bijele djeteline navode 4,2 - 4,5. Smanjenje prinosa i kakvoće pri uzgoju na kiselim tlima posljedica su toksičnosti aluminijske (Zhang i sur., 2007) i mangana, deficita molibdena (McBride i Cherney, 2004), nedostataka kalcija (Graham, 1992) i magnezija, kao i smanjene pristupačnosti fosfora (Bouton i Sumner, 1983). Dodatno, kod leguminoza je

smanjena nodulacija odnosno simbiotska fiksacija dušika (Sparrow i sur., 1993, Brauer i sur., 2002).

Pored okolišnih uvjeta uzgoja, produkcija biomase biljaka zavisi i od kakvoće sjemena koje se koristi u sjetvi (Van Assche i Leuven, 1988, Rapčan i sur. 2006a, Rapčan i sur. 2006b). Prema Marcos-Filho i McDonald (1998) kakvoću sjemena čine njegova genetska, fizikalna, fiziološka i zdravstvena svojstva na što utječu kako agroekološki uvjeti tijekom vegetacije (Fowler i sur. 2006), tako i proces njegove dorade (Schaffer i Vanderlip, 1999), te uvjeti (Vieira i sur., 2001) i duljina skladištenja (Saxena i sur., 1987).

Kakvoća sjemena, između ostalog, određena je njegovom klijavašću.

Utvrđivanje klijavosti sjemena standardnom metodom naklijavanja (ISTA) 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) naročito kada su u pitanju niske pH vrijednosti tla. Međutim, u istraživanjima Kendall i sur. (1994) kod različitih leguminoza utvrđena je povezanost laboratorijskih i poljskih mjerenja klijavosti kod različitih temperatura, dostupnosti vode ili kiselosti tla.

Klijavost sjemena također ovisi o velikom broju čimbenika kao što su temperatura prilikom klijanja (Brar i sur., 1991, Nemeskeri, 2004) temperatura i vlaga zraka tijekom skladištenja sjemena (Lewis i sur., 1998), vlaga zrna i dužina skladištenja odnosno starost sjemena (Ellis i Hong, 2006), krupnoća sjemena (Sinck i sur., 2004) te pH vrijednosti sredine (Voig i sur., 1997, Bukvić i sur., 2007).

U agroekološkim uvjetima RH bijela djetelina se može sijati u proljetnom i kasno ljetnom terminu, pa se klijanje sjemena odvija pri različitim temperaturama.

Cilj istraživanja je bio utvrditi utjecaj različitih temperatura i pH vrijednosti vodene otopine na energiju klijanja, klijavost i dužinu klijanaca kultivara bijele djeteline radi eventualne rane procjene tolerantnosti kultivara na osnovi vrijednosti ispitivanih svojstava.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je provedeno 2006. godine u klima komori na dvije temperature 10 i 20°C, četiri razine pH vrijednosti vodene otopine (4, 5, 6 i 7) sa sjemenom tri kultivara bijele djeteline (Regal, Jura i Rivendel) različitog podrijetla iz proizvodnje 2004. godine. Na tablici 1. prikazana su neka svojstva sjemena i podrijetlo kultivara.

Tablica 1. Podrijetlo, masa 1000 sjemenki (g) i klijavost sjemena ispitivanih kultivara s deklaracije (%)
Table 1. Origin, mass of 1000 seeds (g) and seed germination of tested cultivars stated on declaration (%)

Kultivar <i>Cultivar</i>	Podrijetlo Origin	Masa 1000 sjemenki (g) <i>Mass of 1000 seeds (g)</i>	Klijavost s deklaracije (%) Germination on declaration (%)
Regal	SAD	0,7	79
Jura	Njemačka	0,6	85
Rivendel	Danska	0,6	89

Naklijavanje sjemena je provedeno metodom rolanog filter papira uz prethodno hlađenje kako je propisano pravilima ISTA. Prije sjetve sjemena obavljeno je namakanje filter papira vodenom otopinom različite pH vrijednosti. pH vrijednosti vodovodne vode usklađene su dodatkom 1M HCl. Po 100 sjemenki svakog kultivara zasijano je na filter papir u 4 ponavljanja za svaki tretman. Rolani filter papir sa zasijanim sjemenkama stavljen je u PVC vrećice, a zatim u klima komoru. Prethodno hlađenje obavljeno je tijekom 10 dana na temperaturi od 7°C, nakon čega je temperatura povećana na 10 odnosno 20°C. Energija klijanja očitana je 14. dana pokusa, a klijavost na kraju naklijavanja odnosno 20. dana pokusa. Nakon očitavanja klijavosti s klijanaca su odstranjeni kotiledoni, a zatim izmjerena dužina korijena i hipokotila.

Analiza varijance (ANOVA) provedena je u VVSTAT (Vukadinović, 1985).

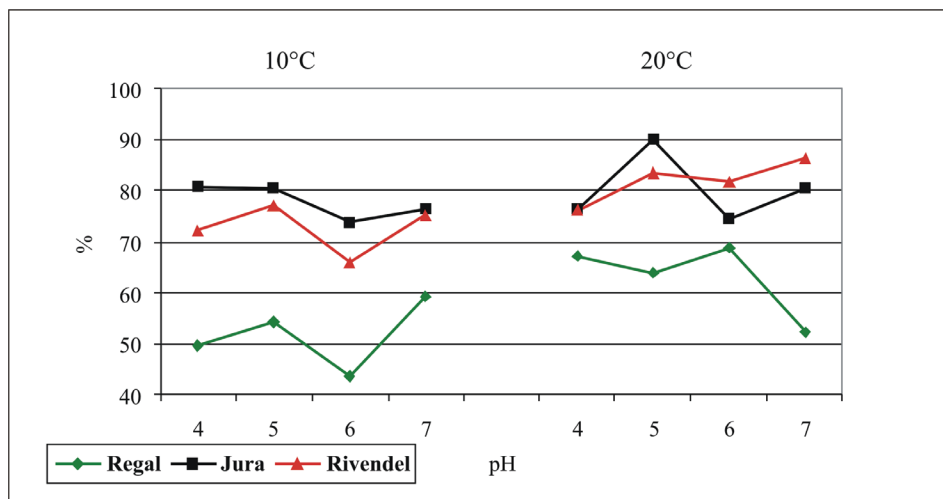
REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Energija klijanja i klijavost

U zavisnosti od temperature, pH vodene otopine i kultivara, vrijednosti energije klijanja kretale su se od 43,8 do 90,1% (Grafikon 1.).

Grafikon 1. Energija klijanja sjemena kultivara bijele djeteline (%) na različitim temperaturama i pH vrijednostima vodene otopine

Figure 1. Energy of germination of the seeds of white clover cultivars (%) at different temperatures and pH values of water solution



Energija klijanja sjemena kultivara bijele djeteline bila je pod značajnim utjecajem ($p=0,01$) svih ispitivanih tretmana kao i njihovih interakcija (Tablica 3.). Reakcija

G. Bukvić i sur.: Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i dužinu klijanaca bijele djeteline

kultivara na pH vrijednost vodene otopine na nižoj temperaturi bila je vrlo slična, naročito za Regal i Rivendel, dok se na višoj temperaturi razlikovala.

U prosjeku za pH i kultivare, vrijednost energije klijanja bila je veća na višoj temperaturi (Tablica 2.). Najveća prosječna vrijednost za pH bila je na pH 5, a najmanja na pH 6. Najveću prosječnu energiju klijanja imao je kultivar Jura, najmanju Regal, a razlika između Jure i Rivendela nije bila značajna.

Tablica 2. Prosječne vrijednosti ispitivanih svojstava sjemena i klijanaca bijele djeteline u zavisnosti od ispitivanih tretmana

Table 2. Mean values of tested traits of white clover seeds and seedlings depending on tested treatments

Svojstvo	Temperatura <i>Temperature</i>		pH <i>pH</i>				Kultivar <i>Cultivar</i>		
	10°C	20°C	4	5	6	7	Regal	Jura	Rivendel
EK (%)	67,4	75,1	70,4	74,8	68,1	71,6	57,38	79,11	77,20
GE (%)									
K (%)	67,2	75,4	68,0	76,0	69,7	71,4	59,30	77,86	76,71
G (%)									
DK (cm)	3,51	4,39	4,0	4,43	3,48	3,88	3,64	4,03	4,18
SL (cm)									

EK - Energija klijanja / GE - Germination energy

K - Klijavost / G - Germination

DK - Dužina klijanaca / SL - Seedling length

Tablica 3. Prikaz LSD vrijednosti za tretmane i ispitivana svojstva sjemena i klijanaca bijele djeteline

Table 3. LSD values for treatments and tested traits of white clover seeds and seedlings

LSD	T	pH	K	T x pH	T x K	pH x K	T x pH x K
<i>Energija klijanja / Germination energy</i>							
0,05	0,945	1,356	1,248	2,025	1,909	2,937	5,001
0,01	1,233	1,838	1,643	2,839	2,631	4,244	8,294
<i>Klijavost / Germination</i>							
0,05	2,153	3,100	2,177	4,629	3,330	5,122	8,720
0,01	2,835	4,201	2,865	6,490	4,588	ns	14,461
<i>Dužina klijanaca / Seedling length</i>							
0,05	0,059	0,133	0,114	0,199	0,174	ns	0,456
0,01	0,077	0,180	0,150	0,279	ns	ns	ns

T - temperatura - temperature, K - kultivar - cultivar

G. Bukvić i sur.: Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i dužinu klijanaca bijele djeteline

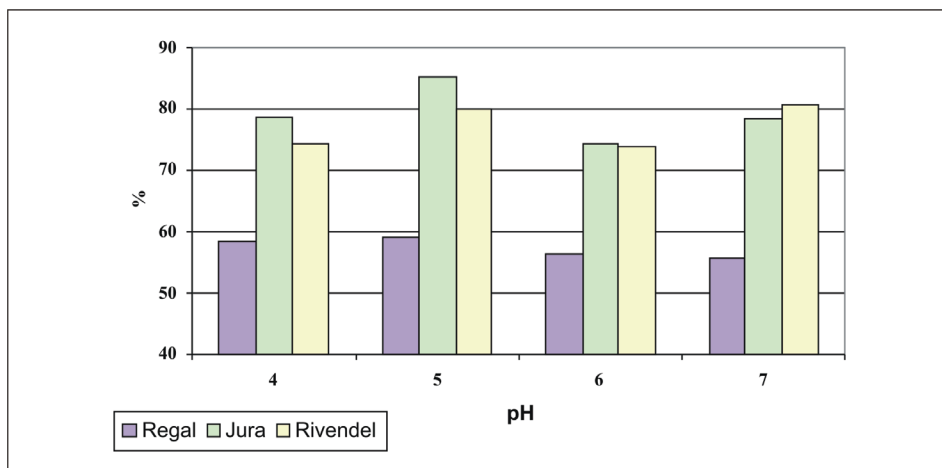
Najveće razlike u energiji klijanja između pH vrijednosti na različitim temperaturama dobivene su za pH 6 (13,8%), a najmanje za pH 7 (2,7%). Na višoj ispitivanoj temperaturi najveća prosječna energija klijanja bila je na pH 5, a razlike između ostalih pH vrijednosti u energiji klijanja nisu bile značajne. Na nižoj ispitivanoj temperaturi veće prosječne vrijednosti dobivene su na pH 5 i 7, a značajno manje ($p=0,01$) na pH 4 i 6.

Viša temperatura kod svih kultivara rezultirala je većom energijom klijanja, u najvećoj mjeri kod Regala (11,4%), manje kod Rivendela (9,3%), a najmanje kod Jure (2,6%). Na obje temperature kultivar Regal je imao najmanju vrijednost energije klijanja. Na višoj temperaturi razlika između Jure i Rivendela nije bila značajna, ali je na nižoj prosječna vrijednost za Juru bila značajno veća ($p=0,01$).

U prosjeku za temperature, kultivar Regal je na svim razinama pH vrijednosti imao najmanju energiju klijanja (Grafikon 2.). Istovremeno kultivar Jura je imao najveću energiju klijanja na pH 4, 5, i 6, ali je razlika prema Rivendelu bila značajna samo na pH 4 i 5.

Grafikon 2. Utjecaj pH vrijednosti na energiju klijanja sjemena bijele djeteline (%)

Figure 2. Influence of pH values on energy of germination of white clover seeds (%)

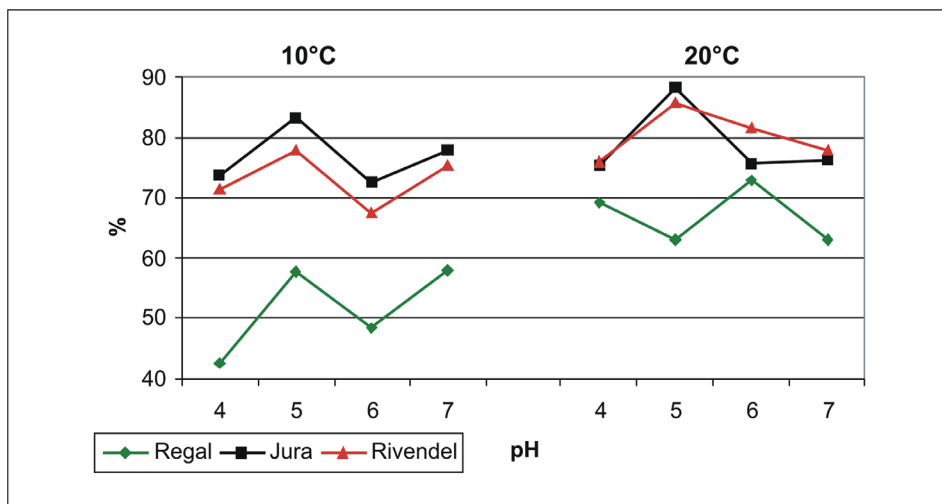


Klijavost sjemena bijele djeteline (Tablica 3.) značajno je ovisila o temperaturi, pH vodene otopine, kultivaru, inerakciji temperatura x pH, temperatura x kultivar, temperatura x pH x kultivar ($p=0,01$), kao i pH x kultivar ($p=0,05$). Reakcija kultivara na pH vrijednost vodene otopine s obzirom na vrijednosti klijanja sjemena na nižoj temperaturi imala je isti trend, ali se na višoj temperaturi razlikovala (Grafikon 3.).

G. Bukvić i sur.: Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i dužinu klijanaca bijele djeteline

Grafikon 3. Klijavost sjemena kultivara bijele djeteline (%) na različitim temperaturama i pH vrijednostima vodnene otopine

Figure 3. Seed germination of white clover cultivars (%) at different temperatures and pH values of water solution



Prosječna vrijednost klijavosti bila je za 8,2% veća na višoj ispitivanoj temperaturi. Najveća prosječna klijavost bila je na pH 5, a najmanja na pH 4. Grlijušić i sur. (2007) su kod 3 kultivara soje također dobili najveću klijavost na pH 5 vodene otopine. U prosjeku za temperature i pH, najmanju klijavost imao je kultivar Regal (59,3%), a razlika između Jure (77,9%) i Rivendela (76,7%) nije bila značajna.

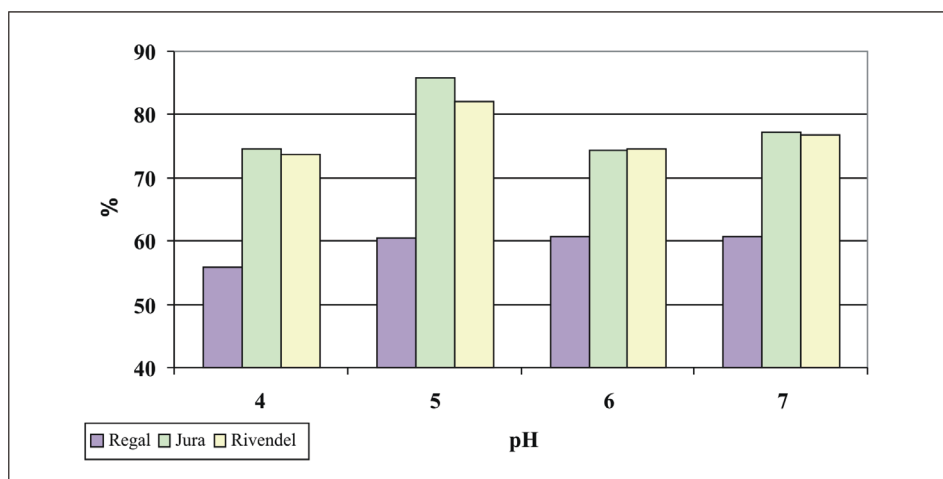
Na višoj temperaturi klijavost je bila veća na svim razinama pH u odnosu na nižu temperaturu. Najveća razlika između pH na različitim temperaturama dobivena je za pH 6 (13,9%), a najmanja za pH 7 (1,9%). Na nižoj ispitivanoj temperaturi prosječna klijavost je bila veća na pH 5 i 7, a manja na pH 4 i 6. Na višoj temperaturi najveća klijavost je bila na pH 5, a najmanja na pH 4 i 7.

Na temperaturi od 20°C prosječna vrijednost klijanja svih kultivara bila je veća nego na 10°C. Kultivar Regal je na obje temperature imao najmanju klijavost. Na nižoj temperaturi kultivar Jura je imao najveću klijavost, a na višoj nije bilo razlike između Jure i Rivendela. Razlika u klijavosti između temperatura bila je najveće kod kultivara Regal (15,4%), a najmanja kod kultivara Jure (2,1%).

Na svim pH vrijednostima vodene otopine prosječna vrijednost klijanja kultivara Regal bila je najmanja (Grafikon 4.), dok između Jure i Rivendela nije bilo statistički značajnih razlika. Oba prethodno navedena kultivara imala su najveću klijavost na pH 5. Regal je najmanju klijavost imao na pH 4, a vrijednosti između ostalih pH vrijednosti nisu se razlikovale.

Grafikon 4. Utjecaj pH vrijednosti na klijavost sjemena bijele djeteline (%)

Figure 4. Influence of pH values on seed germination of white clover cultivars (%)

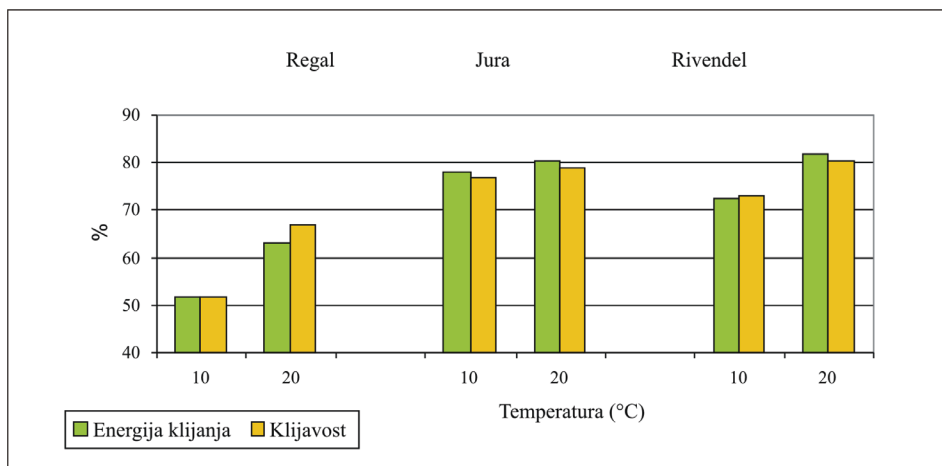


Klijavost sjemena kultivara bijele djeteline kretala se u rasponu od 42,5 do 88,4%. Nykänen-Kurki (1996.) je kod 6 sorata bijele djeteline utvrdio klijavost sjemena iz prve godine uzgoja od 69 do 76%, a Slepetyš (1996.) zavisno od godine proizvodnje od 70 do 87%. Vrijednosti za klijavost dobivene na 20°C i pH 7 (procedura po ISTA) bile su manje od vrijednosti navedene na deklaraciji i to kod Regala za 21%, kod Jure za 7,2% i Rivendela za 13,5%. S obzirom da je sjeme ispitivanih kultivara bilo staro dvije godine, starost sjemena nije bila uzrok niske dobivene klijavosti. Naime, istraživanja Slepetyš (1996.) su pokazala da se klijavost sjemena bijele djeteline nakon žetve, ovisno o terminu žetve, kretala u rasponu 83,5-89,5%, a nakon dvije godine skladištenja od 81,8 do 88,2%, te da tek nakon četiri godine skladištenja dolazi do značajnijeg pada klijavosti (od 62,2 do 72,5%). Stoga se može pretpostaviti da je smanjena klijavost, naročito kod kultivara Regal, posljedica neadekvatnog skladištenja. Dodatno, na osnovi manje klijavosti s deklaracije, kao i najnižih vrijednosti za ispitivana svojstva sjemena i klijanaca, sjeme ovog kultivara je bilo slabije kakvoće u odnosu na Juru i Rivendel.

Između energije klijanja i klijavosti sjemena dobivena je značajna korelacijska povezanost ($r=0,82^{**}$). Iako je prosječna vrijednost energije klijanja i klijavosti bila gotovo ista (71,2 odnosno 71,3%), kod pojedinih tretmana došlo je do propadanja klijanaca, odnosno vrijednosti energije klijanja bile su veće u odnosu na klijavost. S obzirom na temperaturu, propadanje klijanaca bilo je najizraženije kod kultivara Jure na obje temperature, te kod Rivendela na višoj temperaturi (Grafikon 5.).

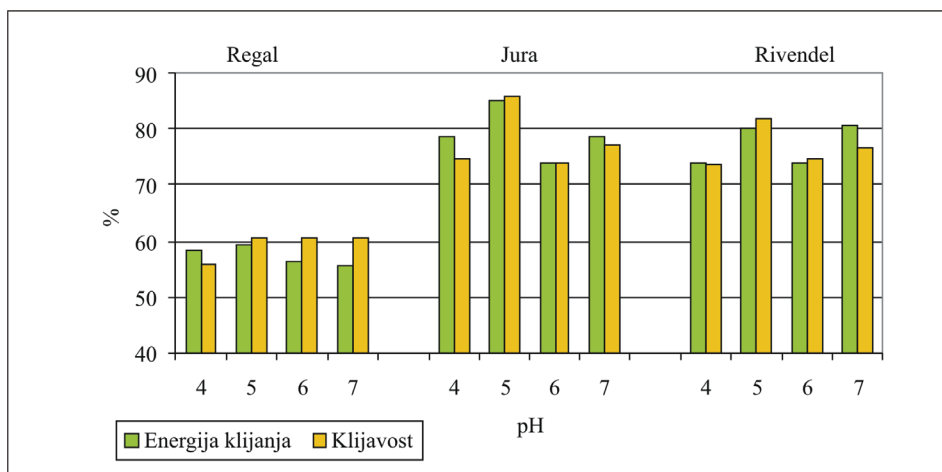
G. Bukvić i sur.: Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i dužinu klijanaca bijele djeteline

Grafikon 5. Utjecaj temperature na energiju klijanja i klijavost sjemena kultivara bijele djeteline (%)
Figure 5. Influence of temperature on energy of germination and seed germination of white clover cultivars



S obzirom na pH, propadanje klijanaca je dobiveno kod svih kultivara na pH 4, a kod Jure dodatno i na pH 7 (Grafikon 6.).

Grafikon 6. Utjecaj pH vrijednosti na energiju klijanja i klijavost sjemena kultivara bijele djeteline (%)
Figure 6. Influence of pH values on energy of germination and seed germination of white clover cultivars (%)



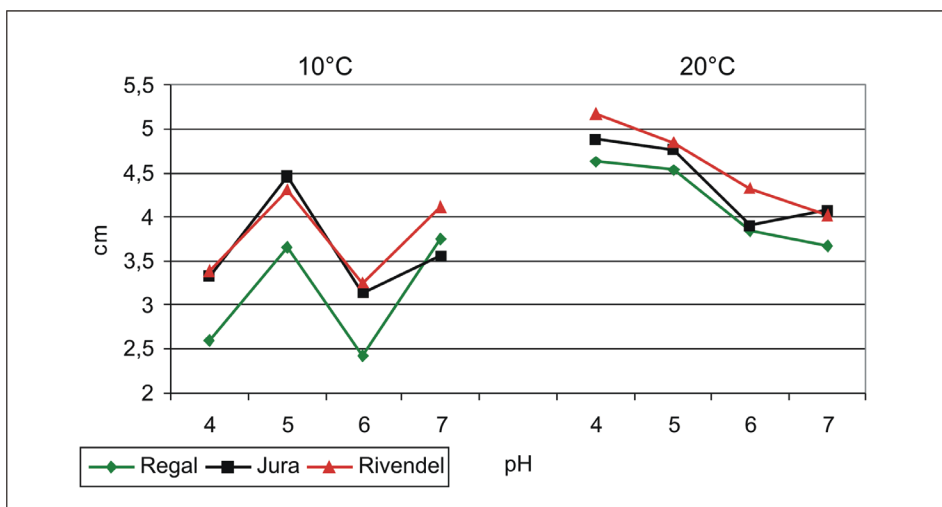
Može se pretpostaviti da je propadanje klijanaca u uvjetima niske pH vrijednosti posljedica intenzivnije aktivnosti enzima koji razgrađuju endosperm što je rezultiralo većim brojem proklijalih sjemenki u vrijeme očitavanja energije klijavosti. Propadanje određenog broja klijanaca do vremena očitavanja klijavosti mogla bi biti posljedica prerano „potrošenih“ rezervnih tvari endosperma pa u nedostatku svjetla vjerojatno sitnije sjeme nije moglo preći s autotrofne na heterotrofnu ishranu.

Dužina klijanaca

Dužina klijanaca kretala se od 2,43 do 4,88 cm (Grafikon 7.), te je bila pod značajnim utjecajem temperature, pH vrijednosti, kultivara, interakcije temperatura x pH ($p=0,01$), kao i interakcije temperatura x kultivar i temperatura x pH x kultivar ($p=0,05$). Na nižoj temperaturi reakcija kultivara pod utjecajem pH vrijednosti imala je isti trend. Na višoj temperaturi reakcija kultivara Regal i Rivendel je bila ista.

Grafikon 7. Dužina klijanaca kultivara bijele djeteline (%) na različitim temperaturama i pH vrijednostima vodenene otopine

Figure 7. White clover cultivars seedlings length (%) at different temperatures and pH values of water solution



Kultivar Jura imao je isti trend kao prethodno navedeni na pH 4, 5 i 6. Dužina klijanaca bila je u značajnoj korelacijskoj vezi s energijom klijanja ($r=0,661^{**}$) i klijavosti ($r=0,727^{**}$).

Veća dužina klijanaca dobivena je na višoj ispitivanoj temperaturi u odnosu na nižu. Najveća prosječna dužina klijanaca dobivena je na pH 5, najmanja na pH 6, a razlika između pH 4 i 7 nije bila značajna.

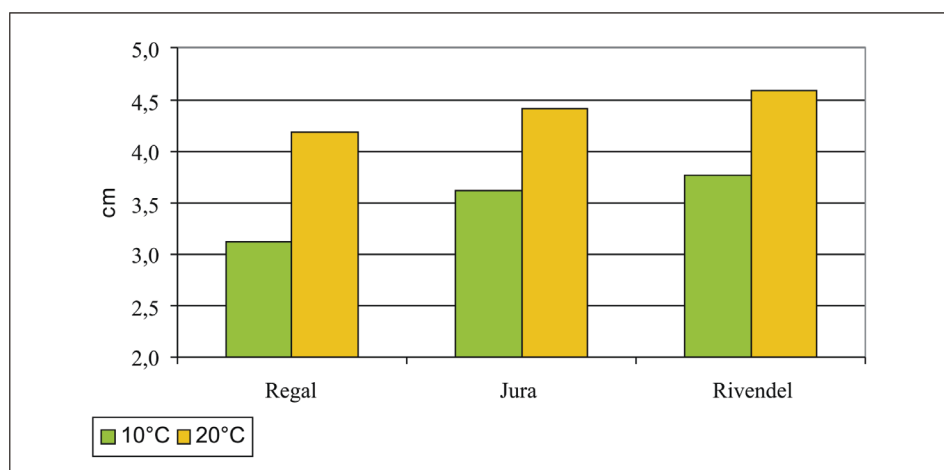
G. Bukvić i sur.: Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i dužinu klijanaca bijele djeteline

Kultivar Rivendel imao je najveću, a Regal najmanju prosječnu dužinu klijanaca. Na nižoj temperaturi najveća prosječna vrijednost za dužinu klijanca dobivena je na pH 5, a najmanja na pH 4 i 6. Na višoj temperaturi ukupna dužina klijanaca bila je veća na pH 4 i 5, manja na pH 6 i 7. Klijanca su bili duži na višoj temperaturi i to na svim razinama pH vrijednosti vodene otopine. Najveća razlika između pH vrijednosti na različitim temperaturama dobivena je na pH 4, a najmanja na pH 7.

Na obje temperature kultivar Regal imao je najmanju prosječnu vrijednost za dužinu klijanaca (Grafikon 8.). Na nižoj temperaturi razlika između Jure i Rivendela nije bila značajna, ali je na višoj temperaturi vrijednost Rivendela bila veća. Razlika u dužini klijanaca između ispitivanih temperatura bila je najveća kod kultivara Regal, a najmanja kod Jure.

Grafikon 8. Utjecaj temperature na dužinu klijanaca kultivara bijele djeteline (cm)

Figure 8. Influence of temperature on seedlings length of white clover cultivars (cm)

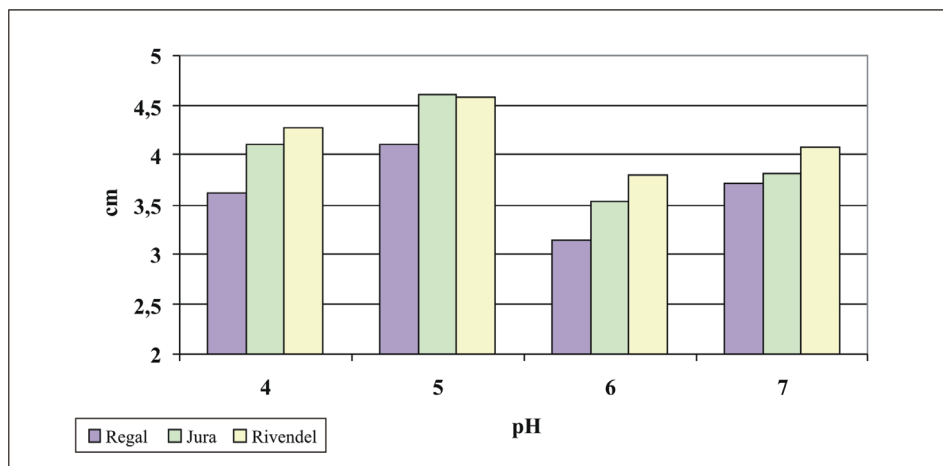


Iako nije dobivena značajna interakcija između kultivara i pH vrijednosti, u prosjeku za temperature, kultivar Regal je na svim razinama pH imao najkraće klijance (Grafikon 9.).

Voigt i sur. (1997) su kod klijanaca različitih kultivara bijele djeteline starih četiri dana uzgojenih sjetvom na agaru prekrivenom tankim slojem kiselog tla utvrdili da su kultivari koji razvijaju duži korijen tolerantiji na kiselu tla, te da je općenito intenzivnije prodiranje korijena u podlogu kod ladino nego kod uskolisnog tipa. Kultivar Regal pripada ladino tipu što je vjerojatno, pored slabije kakvoće sjemena, razlogom kraćih klijanaca ovog kultivara. U istraživanjima Grljušić i sur. (2008) s kultivarima Regal, Jura i Rivendel na supstratu (pH KCl 7,22) i dva tla različite pH vrijednosti (tlo 1 – pH KCl 5,4; tlo 2 – pH KCl 4,14), kultivar Regal je također imao najmanje vrijednosti za većinu ispitivanih svojstava.

Grafikon 9. Utjecaj pH vrijednosti na dužinu klijanaca bijele djeteline (cm)

Figure 9. Influence of pH values on the length of white clover seedlings (cm)



ZAKLJUČCI

Ispitivana svojstva sjemena i klijanaca bijele djeteline značajno ($p=0,01$) su ovisila o temperaturi, pH vrijednosti vodene otopine i kultivaru. Veće vrijednosti dobivene su na višoj ispitivanoj temperaturi. S obzirom na pH, najveće prosječne vrijednosti ispitivanih svojstava dobivene su na pH 5. Najniže vrijednosti za energiju klijanja i dužinu klijanaca dobivene su na pH 6, a za klijavost na pH 4. Kultivar Regal imao je najniže vrijednosti za sva ispitivana svojstva. Kultivari Jura i Rivendel nisu se razlikovali u energiji klijanja i klijavosti sjemena, ali je Rivendel imao najduže klijance.

Vrijednosti ispitivanih svojstava prvenstveno su ovisile o početnoj kakvoći odnosno klijavosti sjemena. Na nižoj temperaturi reakcija kultivara na pH vrijednost imala je isti trend. Na višoj temperaturi reakcija kultivara na pH vrijednost u energiji klijanja i klijavosti bila je različita, a prema dužini klijanaca slična.

INFLUENCE OF TEMPERATURE AND pH VALUES ON SEED GERMINATION AND SEEDLINGS LENGTH OF WHITE CLOVER

SUMMARY

The investigations were carried out in a climate chamber at two temperatures (10 and 20°C) and four pH values of water solution (4, 5, 6 and 7) with the seeds of three white clover cultivars of the same age and different in origin (Regal, Jura and Rivendel).

We studied the influence of temperature and pH values on energy of germination, germination and seedlings length of white clover cultivars. All the treatments showed significant influence ($p=0.01$) on the traits of seed and seedlings. All the traits showed higher values at higher temperatures. Mean value of investigated traits was the highest at pH 5. Regal cultivar had the lowest values in all traits. Jura and Rivendel showed no differences in energy of germination and germination, but Rivendel had longer seedlings. Reaction of cultivars in terms of pH values showed the same trend at the lowest temperature in all traits. Cultivars reacted differently to pH at higher temperatures in terms of energy of germination and germination, and about equally in terms of the seedlings length

LITERATURA

1. Ates, E., Tekeli, A.S. (2005): Forage quality and tetany potential of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) mixures. Cuban Journal of Agricultural Science, 39 (1): 97-102.
2. Ayres, J.F., Lane, L.A., Caradus, J.R., Clifford, P.T.P. (2002): Grasslands NuSiral white clover (*Trifolium repens* L.). Australian Journal of Experimental Agriculture, 42(7): 1023-1025.
3. Ayres, J.F., Caradus, J.R., Murison, R.D., Lane, L.A., Woodfield, D.R. (2007): Grasslands Trophy-a new white clover (*Trifolium repens* L.) cultivar with tolerance of summer moisture stress. Australian Journal of Experimental Agriculture, 47(1): 110-115.
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: 431-6.
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. Agron J 83:173-175.
6. Brauer, D., Ritchey, D., Belesky, D. (2002): Effects of lime and calcium root development and nodulation of clovers. Crop science 42: 1640-1646.
7. Bukvić, G., Grljušić, S., Liška, A., Antunović, M., Kiš, D., Bukvić, A. (2007): Klijavost sjemena soje i krmnog graška u zavisnosti od pH vrijednosti vodene otopine. Sjeminarstvo 24(2); 73-84.
8. 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.
9. 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.
10. Graham, P.H. (1992): Stress tolerance in Rhizobium and Bradyrhizobium, and nodulation under adverse soil conditions. Canadian Journal of Microbiology, 38 (6): 475-484.
11. Grljusic, S., Bukvic, G., Rapcan, I., Agic, D., Horvatic, J. (2008.): The effects of soil and temperature on early white clover growth. VII. Alps-Adria Scientific Workshop, Stara Lesna, Slovakia; 643-646.
12. Hamman, B., Egli, D.B., Koning, G. (2002): Seed vigour, soliborne pathogens, preemergent growth, and soybean seedling emergence, Crop Science, 42, 451-457.
13. Hopkins, D.W., Shiel, R.S., O'Donnell, A.G. (1990): Yield and nitrogen utilization by *Lolium perenne* and *Trifolium repens* on a limed staghomic-gley soil in a pot experiment. Grass and Forage Science, 45(1): 107-112.
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. Lewis, D.N., Marshall, A.H., Hides, D.H. (1998): Influence of storage conditions on seed germination and vigour of temperate forage species. Sees science and technology 26(3), 643-655.

G. Bukvić i sur.: Utjecaj temperature i pH vrijednosti na klijavost sjemena i dužinu klijanaca bijele djeteline

16. Marcos-Filho, J., McDonald, M.B.(1998): Sensitivity of RAPD analysis, germination and vigour testes to detect the intensity of deterioration of naturally and artificially aged soybean seeds. *Seed Sci. and Technol.* 26:141-157.
17. McBride, M.B., Cherney, J. (2004): Molybdenum, Sulfur, 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. McDonald, M.B. (1998): Seed quality. *Seed Science Research*. 8:265-275.
19. Monaghan, R. M., Morrison, J. D., Sinclair, A. G. (1998): Soil acidification through carbon cycling in legumes-a pot experiment examining the contributions from white clover, lotus, Caucasian clover, and lucerne. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 41(2): 243-250.
20. Nemeskeri, E. (2004): Heat tolerance in grain legumes. *Bodenkultur* 55 (1): 3-11.
21. Nykänen-Kurki, P. (1996): Possibilities of white clover seed production under extreme climatic conditions. Recent research and development on white clover in Europe, REU Technical Series 42. <http://www.fao.org/docrep/V9968e0c.htm>
22. Rapčan, I., Bukvić, G., Grljušić, S., Teklić, T., Jurišić, M. (2006a): Utjecaj agroekoloških uvjeta i starosti sjemena na prinose i kakvoću zrna stočnog graška (*Pisum sativum L.*). *Mljekarstvo* 56(4), 331-342.
23. 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.
24. Saxena, O.P., Singh, G., Pakeeraiah, T., Pandey, N. (1987): Seed deterioration studies in some vegetable seeds, *Acta Horticulturae*, 215, 39-44.
25. Schaffer, A.F., Vanderlip, R.L. (1999): The effect of conditioning on soybean seed quality, *Journal of Production Agriculture*, 12, 455-459.
26. 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.
27. Sinck, M., Bilgili, U., Uzun, A., Acikgoz, E. (2004): Effect of low temperatures on the germination of different field pea genotypes. *Seed Science & Technology*. 32 (2):331-339.
28. Slepetyš, J. (1996): White clover seed maturity and longevity. Recent research and development on white clover in Europe, REU Technical Series 42. <http://www.fao.org/docrep/V9968E/v9968e0d.htm>
29. 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.
30. TeKrony (1995): Seed vigour testing seminar. Copenhagen: ISTA
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. 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.
33. Voigt, P.W., Staley, T.E. (2004): Selection for aluminium and acid-soil resistance in white clover. *Crop Science*, 44(1):38-48.
34. 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.
35. Vukadinović, V. (1985): Primjena mikroracunara u regresijskoj analizi. *Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji*, 15: 279-298.
36. 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.

Adresa autora - Autor's address:

Prof. dr. sc. Gordana Bukvić
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Trg Svetog Trojstva 3
31000 Osijek
e-mail:gbukvic@pfos.hr

Primljeno – Received:

11. 09. 2008.

