

Sjemenarstvo 24 (2007) 2

UDK: 631.547.1(045)=862
Izvorni znanstveni rad**UTJECAJ TEMPERATURE NA KLIJAVOST I NICANJE SALATE (*Lactuca sativa* L.) I MRKVE (*Daucus carota* L.)**Nada PARAĐIKOVIĆ, Tihana TEKLIĆ, V. GUBERAC,
T. VINKOVIĆPoljoprivredni fakultet Osijek
Agricultural Faculty Osijek**SAŽETAK**

Od abiotskih čimbenika koji utječu na klijavost sjemena, jedna od najvažnijih je toplina. Visoka ili niska temperatura zraka mogu značajno smanjiti klijavost sjemena većine poljoprivrednih kultura. Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi utjecaj temperature zraka na klijavost i nicanje deklariranog sjemena salate i mrkve. Klijavost i nicanje sjemena obje kulture ispitana je u uvjetima optimalne (20°C) i povišene temperature (30°C) u kontroliranim uvjetima te niskih temperatura zraka tijekom ranih rokova sjetve na otvorenom. Značajno smanjenje klijavosti primijećeno je na povišenoj temperaturi kod mrkve (16%), dok je nicanje bilo značajno manje kod obje kulture u uvjetima niskih temperatura tijekom poljskih pokusa, i to do 41% kod mrkve i do 57% kod salate u usporedbi sa laboratorijskom klijavošću. Iz rezultata ovog istraživanja, može se zaključiti da je stres zbog niskih temperatura značajno utjecao na smanjenje sklopa kod obje kulture u vrijeme sjetve i nicanja.

Cljučne riječi: klijavost, mrkva, nicanje, salata, temperaturni stres

UVOD

Salata i mrkva su značajne povrćarske kulture koje u svijetu zauzimaju vrlo velike proizvodne površine, a cijenjene su zbog svog nutritivnog sastava (Matotan, 2004). U uzgoju ovih kultura na otvorenom klijanje i nicanje sjemena je pod utjecajem različitih agroekoloških čimbenika kao što su toplina, vlaga, pH vrijednost tla i prisutnost različitih organskih i anorganskih komponenata u otopini tla (Kastori, 1984.), što može utjecati na smanjenje klijavosti sjemena. Iako mrkva i salata spadaju u skupinu povrća manje osjetljivog na niske temperature tijekom klijanja (Matotan, 2004; Parađiković, 2002), optimalne temperature tijekom klijanja i nicanja za obje kulture su između 15-20°C (Lešić i sur., 2002). Minimalne temperature klijanja za obje kulture su 2-5°C, ali u takvim uvjetima klijanje se odvija jako sporo. To je preduvjet za infekciju sjemena patogenima u fazi klijanja koja može dovesti do propadanja sjemena (Lešić i sur., 2002;

N. Parađiković i sur.: Utjecaj temperature na klijavost i nicanje salate
(*Lactuca sativa* L.) i mrkve (*Daucus carota* L.)

Parađiković, 2002). Temperature više od 25°C kod salate i 30°C kod mrkve mogu izazvati sekundarnu dormantnost sjemena i tako odgoditi klijanje i nicanje sjemena (Lešić i sur., 2002).

Toplina ne utječe samo direktno na sjeme u klijanju nego i na dostupnost vode, koja je optimalna pri temperaturama u rasponu od 15-25°C. Tako npr. već pri temperaturi vode od 25°C mrkva sporije klija nego pri temperaturi vode od 20°C (Rowse i Finch-Savage, 2003.), a pri temperaturi vode od 35°C klijanje salate je smanjeno ili potpuno inhibirano (Bertagnolli i sur., 2003.). Klijanje sjemena salate strogo je ovisno o temperaturnom režimu, te u uvjetima visokih temperatura okoline klijanje može biti potpuno prekinuto (Nascimento, 2003^a), bilo da se radi o stakleniku ili polju (Nascimento i sur., 2001.). Isto tako, klijanje se može nesmetano nastaviti, ako je prekinuto u ranoj fazi, kada sjeme dođe u uvjete povoljnih temperatura (Hills, van Staden, 2003.). Visoke temperature mogu smanjiti energiju klijanja salate i postotak iskljalih sjemenki salate (Cantliffe i sur., 2000.), međutim različite sorte različito reaguju na visoke temperature u fazi klijanja (Thompson i sur., 1979.). Klijavost sjemena mrkve i daljnji rast klice i korijena također su strogo ovisni o temperaturi i vodnom potencijalu (Finch-Savage i sur., 2001). Visoka temperatura negativno utječe na klijavost sjemena salate, ali se može poboljšati tretmanom sa etilenom (Nascimento, 2003^b).

Cilj ovog istraživanja je bio utvrditi utjecaj temperature na klijavost sjemena salate i mrkve te usporediti rezultate sa deklariranim postotkom klijavosti. Isto tako, cilj je bio utvrditi utjecaj moguće pojave nižih temperatura od minimalnih ili blizu minimalnih za klijanje na postotak nicanja salate i mrkve.

MATERIJAL I METODE

Klijavost sjemena je ispitana laboratorijski na dvije temperature, a postavljena su i dva poljska pokusa kako bi se utvrdile eventualne razlike između klijavosti i nicanja u poljskim uvjetima. Kao materijal korišteno je prirodno sjeme salate i mrkve od nasumce odabrana dva proizvođača (Proizvođač I i II) i to salata majska kraljica i mrkva nantes.

Tablica 1. Podaci o klijavosti iz deklaracija o kvaliteti sjemena salate majska kraljica i mrkve nantes
Table 1. Germination data from seed quality declaration of lettuce May queen and carrot Nantes

Kultura <i>Crop</i>	Proizvođač <i>Producer</i>	Datum testa <i>Testing date</i>	Vrijedi do <i>Expiry date</i>	Klijavost minimalno <i>Germination minimum</i>
Salata <i>Lettuce</i>	I	21.05.2003.	31.12.2006.	80%
Salata <i>Lettuce</i>	II	28.12.2004.	15.10.2007.	93%
Mrkva <i>Carrot</i>	I	18.05.2003.	31.12.2006.	80%
Mrkva <i>Carrot</i>	II	15.05.2004.	15.10.2007.	78%

Metoda određivanja klijavosti sjemena

Ova metoda je određena Pravilnikom o temeljnim zahtjevima kakvoće, načinu ispitivanja, pakiranju i deklariranju sjemena poljoprivrednog bilja (Anonim, 2005). Klijavost je određena na dvije temperature, propisanoj na 20°C i višoj na 30°C u cilju da se utvrdi utjecaj više temperature zraka na klijavost sjemena salate i mrkve, te je u tu svrhu korištena klima komora (RUMED, Rubarth aparate GmbH, Njemačka), u svjetlosnom režimu 12 sati svjetlo, 12 sati tama. Pokus se sastojao od 8 varijanata (varijanta = proizvođač-kultura-temperatura). Svaka varijanta se sastojala od 4 ponavljanja sa 100 sjemenki po ponavljanju. Sjeme je stavljeno na klijanje u Petrijeve zdjelice između dva filter papira po metodi 1 Petrijeva zdjelica - 1 ponavljanje. Sjeme salate je prethodno hlađeno na 7-8°C u trajanju od 7 dana, dok je sjeme mrkve stavljeno na naklijavanje bez prethodnog hlađenja. Tijekom pokusa bilježena je energija klijanja (1. ocjenjivanje) i klijavost (završno ocjenjivanje). Za podmirivanje potrebne vlage korištena je destilirana voda, koja je po potrebi dodana tijekom ispitivanja.

Određivanje nicanja salate i mrkve

Postavljena su dva poljska pokusa u 2006. godini na OPG-u Vinković, Livana, Istočna Hrvatska u različito vrijeme u okviru prvih tehnoloških rokova sjetve za obje kulture. Pokus se također sastojao od 8 varijanata po istoj shemi kao kod određivanja klijavosti sjemena. Za pokus je korišteno vrtno tlo kojim su napunjeni plastični kontejneri dimenzija 60 cm x 15 cm x 15 cm radi lakšeg zasijavanja i kontrole pokusa, a nalazili su se 1,6 m iznad tla. Sjeme je posijano na dubinu 1-1,5 cm. Ovako zasijano sjeme nalazilo se u poljskim uvjetima tijekom cijelog ispitivanja, a po potrebi je dodana voda iz vodovodnog sustava. Tijekom oba pokusa bilježene su srednje dnevne temperature zraka (meteorološki zaklon, 2 m iznad tla) i oborine na mjestu ispitivanja te su zbog vjerodostojnosti podaci uspoređeni sa podacima Meteorološke postaje Klisa. Između podataka nije bilo značajnih odstupanja te su korišteni podaci Meteorološke postaje Klisa - Osijek, Hrvatska, koja je se nalazi 2,7 km zračne udaljenosti od mjesta ispitivanja.

Prvi poljski pokus je postavljen 28.02.2006., a drugi 20.03.2006. Oba pokusa trajala su od sjetve do utvrđivanja poljskog nicanja 30 dana nakon čega su zabilježeni završni rezultati kao i početak nicanja kod svake varijante.

Korišteno vrtno tlo je analizirano i utvrđen je $pH_{(H_2O)}=7,02$ i $pH_{(KCl)}=7,62$.

Obje metode, određivanje klijavosti i nicanja, postavljene su po slučajnom bloknom rasporedu, a dobiveni rezultati statistički su obrađeni dvofaktorijalnom (proizvođač x temperatura tj. rok sjetve) analizom varijance te su razlike između tretmana određene F-testom koristeći računalni program VVSTAT (Vukadinović, 1994).

REZULTATI I RASPRAVA

Laboratorijska klijavost sjemena salate i mrkve

Klijavost sjemena salate oba proizvođača pri obje temperature bila je viša od klijavosti na deklaraciji. Klijavost sjemena mrkve pri obje temperature bila je niža od klijavosti na deklaraciji, osim klijavosti sjemena mrkve proizvođača I. koja je određivana pri 20°C (tablica 2.).

Što se tiče klijavosti ispitivane pri 30°C, iz rezultata se vidi kako je klijavost sjemena smanjena u usporedbi s klijavošću ispitivanom pri 20°C te je kod mrkve manja i do 16%, a kod salate samo 2-3% (tablica 2.). Značajno smanjenje klijavosti sjemena salate u uvjetima visoke temperature primijetili su Hegarty i Ross (1979), ali se stopa klijavosti povećala kada su sjeme tretirali s kinetinom i giberelinskom kiselinom.

Statističkom obradom podataka utvrđeno je kako postoji statistički značajna razlika ($P \leq 0,01$) u klijavosti sjemena salate između proizvođača I i II. Kod ispitivanja klijavosti sjemena mrkve postoji statistički značajna razlika ($P \leq 0,05$) između proizvođača I i II. Također, postoji statistički značajna razlika u klijavosti sjemena mrkve između temperaturnih režima ($P \leq 0,01$) i u interakciji Proizvođači x temperaturni režimi ($P \leq 0,05$).

Tablica 2. Prosjek laboratorijske klijavosti salate majska kraljica i mrkve nantes

Table 2. Laboratory germination average of lettuce may queen and carrot nantes

Proizvođač <i>Producer</i>	Vrsta povrća <i>Vegetable species</i>	Klijavost na deklaraciji, % <i>Declared germination, %</i>	Temperatura, °C <i>Temperature, °C</i>	Laboratorijska klijavost, % <i>Laboratory germination, %</i>	Odstupanje klijavosti od vrijednosti na deklaraciji, % <i>Deviation from declared germination, %</i>
I	Salata <i>Lettuce</i>	80	20	92,75	+15,9
I	Salata <i>Lettuce</i>	80	30	89,75	+12,2
I	Mrkva <i>Carrot</i>	80	20	73,75	-7,8
I	Mrkva <i>Carrot</i>	80	30	68,50	-14,4
II	Salata <i>Lettuce</i>	93	20	98	+5,4
II	Salata <i>Lettuce</i>	93	30	95,75	+3,0
II	Mrkva <i>Carrot</i>	78	20	85,25	+9,3
II	Mrkva <i>Carrot</i>	78	30	69	-11,5

Nicanje salate i mrkve

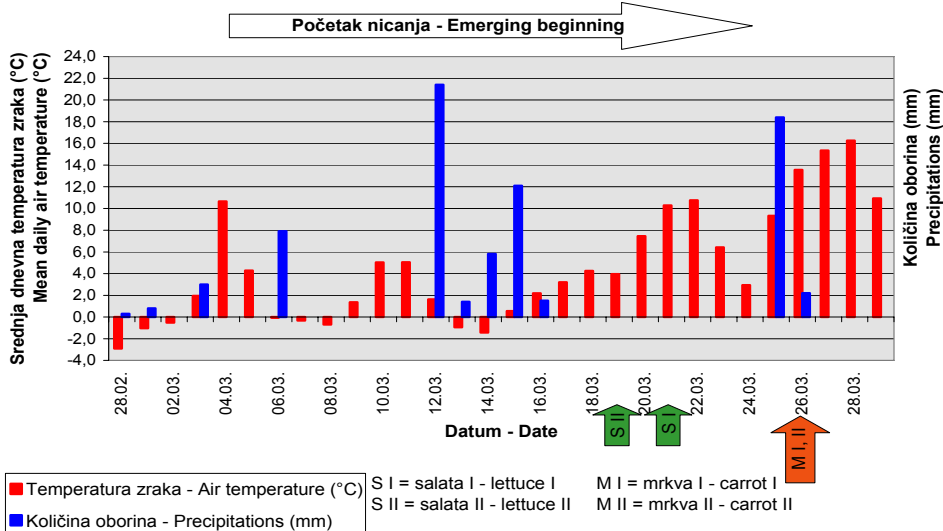
Oba poljska pokusa, osim prvog poljskog pokusa koji je postavljen jedan dan prije tehnološkog roka prema datumu sjetve za salatu, postavljeni su u vrijeme optimalnih tehnoloških rokova sjetve za obje kulture (Lešić i sur., 2002). Tjedan dana prije sjetve temperature zraka i jutarnja temperatura zraka na dan sjetve kretale su se između 2-5°C. Za narednih nekoliko dana, prema vremenskoj prognozi za područje istočne Slavonije, Osijek, očekivane temperature nisu trebale pasti ispod 0°C. Ipak, tijekom gotovo cijelog prvog pokusa javljale su se srednje temperature zraka ispod 0°C, što je produžilo vrijeme do početka nicanja (grafikon 1.), a nicanje je bilo smanjeno u usporedbi s drugim poljskim pokusom (tablica 3.).

Tijekom drugog poljskog pokusa temperaturni režim bio je donekle povoljniji, a više se ne javljaju temperature zraka ispod 0°C. Vrijeme do nicanja bilo je kraće u ovom pokusu (grafikon 2.). Međutim, srednja dnevna temperatura zraka nikad nije prelazila 18°C, a noći su bile hladnije, što također treba uzeti u obzir. Optimalne temperature za klijanje i nicanje za obje kulture iznose oko 20°C, što nije bio slučaj niti u jednom pokusu.

Na klijavost i nicanje sjemena utječe pH vrijednost otopine tla, a za gotovo sve kulture je optimalna neutralna pH vrijednost u fazi klijanja i nicanja (Kastori, 1984) te je vidljivo kako pH vrijednost tla korištenog u ovom pokusu nije negativno utjecala na klijavost i nicanje obje kulture.

Grafikon 1. Srednje dnevne temperature zraka, oborine i početak nicanja tijekom prvog poljskog pokusa

Figure 1. Mean daily air temperatures, precipitations and emergence in first field trial

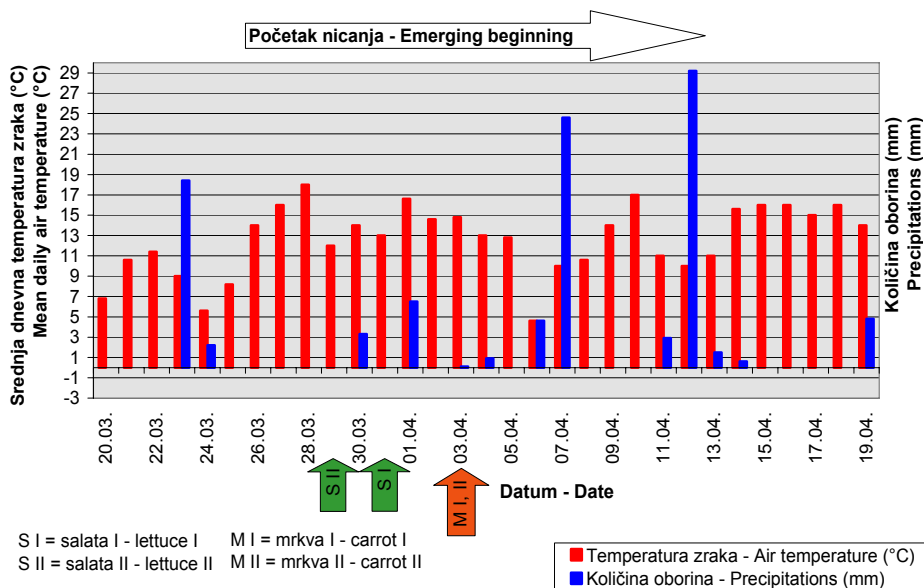


N. Parađiković i sur.: Utjecaj temperature na klijavost i nicanje salate (*Lactuca sativa* L.) i mrkve (*Daucus carota* L.)

Okolišni faktori (toplina, vlaga, svjetlost i dr.) su često u međusobnoj interakciji te na taj način reguliraju klijanje sjemena (Kebreab i Murdoch, 1999), što je bio slučaj i u ovom istraživanju. Iz rezultata je vidljivo da je niska temperatura uzrokovala stres, što je rezultiralo smanjenjem postotka nicanja i kod salate i kod mrkve u poljskim pokusima u usporedbi s idealnim uvjetima.

Grafikon 2. Srednje dnevne temperature zraka, oborine i početak nicanja tijekom drugog poljskog pokusa

Figure 2. Mean daily air temperatures, precipitations and emergence in second field trial



Statističkom obradom podataka utvrđeno je kako postoji statistički značajna razlika ($P \leq 0,01$) u nicanju sjemena salate između proizvođača I i II, statistički značajna razlika ($P \leq 0,05$) u nicanju između 1. i 2. poljskog pokusa te statistički vrlo značajna razlika ($P \leq 0,01$) u klijavosti i nicanju. Također, kod ispitivanja poljskog nicanja sjemena mrkve postojala je statistički značajna razlika ($P \leq 0,05$) između proizvođača I i II te statistički značajna razlika ($P \leq 0,01$) u klijavosti i nicanju.

N. Parađiković i sur.: Utjecaj temperature na klijavost i nicanje salate (*Lactuca sativa* L.) i mrkve (*Daucus carota* L.)

Tablica 3. Nicanje salate majska kraljica i mrkve nantes iz dva roka sjetve na otvorenom, %
Table 3. Emergence of lettuce May queen and carrot Nantes from two sowing terms in open field, %

Proizvođač <i>Producer</i>	Biljna vrsta <i>Plant species</i>	Datum sjetve <i>Sowing date</i>	Prosjek nicanja (%) <i>Emergence average (%)</i>
I	Salata / <i>Lettuce</i>	28.02.	35,25
I	Salata / <i>Lettuce</i>	20.03.	45,25
I	Mrkva / <i>Carrot</i>	28.02.	32
I	Mrkva / <i>Carrot</i>	20.03.	39
II	Salata / <i>Lettuce</i>	28.02.	74,25
II	Salata / <i>Lettuce</i>	20.03.	79,50
II	Mrkva / <i>Carrot</i>	28.02.	43
II	Mrkva / <i>Carrot</i>	20.03.	46,25

Statističkom obradom podataka utvrđeno je kako postoji statistički značajna razlika ($P \leq 0,01$) u nicanju sjemena salate između proizvođača I i II, statistički značajna razlika ($P \leq 0,05$) u nicanju između 1. i 2. poljskog pokusa te statistički vrlo značajna razlika ($P \leq 0,01$) u klijavosti i nicanju između standardne laboratorijske metode i poljskih pokusa. Također, kod ispitivanja poljskog nicanja sjemena mrkve postojala je statistički značajna razlika ($P \leq 0,05$) između proizvođača I i II te statistički značajna razlika ($P \leq 0,01$) između klijavosti pri 20 i 30°C i postotka nicanja kod oba poljska pokusa.

ZAKLJUČAK

Klijavost salate i mrkve u ovom istraživanju bila je pod značajnim utjecajem topline. Uspoređujući postotak klijavosti na deklaraciji sjemena s rezultatima ispitivanja klijavosti (na isti način klijavost ispituju proizvođači sjemena) zaključuje se da je sjeme pravilno deklarirano, te da nema značajnijih odstupanja u klijavosti sjemena. Manju klijavost imala je mrkva proizvođača I i to za 8% u odnosu na deklarirani postotak. Klijavost salate ispitana pri 30°C bila je niža u usporedbi sa klijavošću pri 20°C za 3% kod proizvođača I te za 2,25% kod proizvođača II, ali ne i od deklariranog postotka. Klijavost mrkve ispitana pri 30°C bila je značajno niža od klijavosti pri 20°C za 5,25% kod proizvođača I te za 16,25% kod proizvođača II.

U uvjetima temperatura zraka nižih od optimalnih za klijanje i nicanje, tijekom određivanja nicanja salate i mrkve utvrđen je manji postotak izniklih biljaka obje kulture. Nizak postotak nicanja u usporedbi s klijavošću pri 20°C bio je osobito izražen

kod salate te je kod proizvođača I bio manji i do 57%, a kod proizvođača II za 24%. Isto tako, kod mrkve je postotak nicanja bio smanjen u usporedbi s klijavošću pri 20°C i to za 42% kod oba proizvođača.

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) AND CARROT (*Daucus carota* L.) SEED GERMINATION AND EMERGENCE

SUMMARY

Among different abiotic factors that influence seed germination, one of the most important is warmth. Either high or low temperature can significantly decrease seed germination of different agricultural crops. The aim of this investigation was to determine the influence of temperature and sowing time on germination of declared lettuce and carrot seeds. Seed germination and emergence of both crops was tested in conditions of optimal (20°C) and high temperature (30°C) in controlled environment and low temperature during early sowing periods in open field. Carrot seed germination significantly decreased (16%) in high temperature conditions. Moreover, emergence percentage significantly decreased in both species during field trials by about 41% for carrot and up to 57% for lettuce compared to laboratory germination. It can be concluded that stress caused by low temperatures during sowing time and emergence significantly decreases emergence percentage that resulting in low plant density.

Key words: carrot, lettuce, emergence, germination, temperature stress

LITERATURA - REFERENCES

1. Anonimus, 2005. Pravilnik o temeljnim zahtjevima kakvoće, načinu ispitivanja, pakiranju i deklariranju sjemena poljoprivrednog bilja. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva Republike Hrvatske. Narodne novine 4/05.
2. Bertagnolli, C. M., Menezes, N. L., Storck, L., 2003. Performance of bare and pelleted lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeds exposed to hydric and thermal stresses, Re. Bras. Sementes 25(1): 7-13.
3. Cantliffe, D. J., Sung, Y., Nascimento W. M., 2000. Lettuce seed germination. Horticultural Reviews 24: 229-275.
4. Finch - Savage, W. E., Phelps, K., Steckel, J. R. A., Whalley, W. R., Rowse, H. R., 2001. Seed reserve-dependent growth responses to temperature and water potential in carrot (*Daucus carota* L.). Journal of Experimental Botany 52(364): 2187-2197.
5. Foolad, M. R., Subbiah, P., Kramer, C., Hargrave, G., Lin, G. Y., 2003. Genetic relationships among cold, salt and drought tolerance during seed germination in an interspecific cross of tomato. Euphytica 130: 199-206.
6. Hegarty, T. W., Ross, H. A., 1979. Effects of Light and Growth Regulators on Germination and Radicle Growth of Lettuce Seeds Held Under High-Temperature Stress and Water Stress. New Phytologist 82(1): 49-57.
7. Hills, P. N., van Staden, J. 2003. Thermoinhibition of seed germination. South African Journal of Botany 69(4): 455-461.

N. Parađiković i sur.: Utjecaj temperature na klijavost i nicanje salate
(*Lactuca sativa* L.) i mrkve (*Daucus carota* L.)

8. K a s t o r i, R. Fiziologija semena. Matica Srpska, Novi Sad, 1984.
9. K e b r e a b, E., M u r d o c h, A. J., 1999. A model of effects of a wider range of constant and alternating temperatures on seed germination of four *Orobanches* species. *Annals of Botany* 84: 549-557.
10. L e š i ć, R., B o r o š i ć, J., B u t u r a c, I., Č u s t i ć, M., P o l j a k, M., R o m i ć, D., 2002. Povrćarstvo. Zrinski d.d., Čakovec.
11. M a t o t a n, Z., 2004. Suvremeno povrćarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
12. N a s c i m e n t o, W. M., 2003^a. Preventing thermoinhibition in a thermosensitive lettuce genotype by seed inhibition at low temperature. *Scientia Agricola* 60(3), Piracicaba, Brasil.
13. N a s c i m e n t o, W. M., 2003^b. Ethylene and lettuce seed germination. *Scientia Agricola* 60(3), Piracicaba, Brasil.
14. N a s c i m e n t o, W. M., C a n t l i f f e, D. J., H u b e r, D. J., 2001. Endo- β -mannanase activity and seed germination of thermosensitive and thermotolerant lettuce genotypes in response to seed priming. *Seed Science Research* 11: 225-264.
15. P a r a đ i k o v i ć, N., 2002. Osnove proizvodnje povrća. *Katava d.o.o.*, Osijek.
16. R o w s e, H.R., F i n c h - S a v a g e, W. E., 2003. Hydrothermal threshold models can describe the germination response of carrot (*Daucus carota* L.) and onion (*Allium cepa* L.) seed populations across both sub- and supra-optimal temperatures. *New Phytologist* 158: 101-108.
17. T h o m p s o n, P. A., C o x, S. A., S a n d e r s o n, R. H., 1979. Characterization of the germination responses to temperature of lettuce (*Lactuca sativa* L.) achenes. *Annals of Botany* 43: 319-334.
18. V u k a d i n o v i ć, V., 1994. VVSTAT - računalni program za statističku obradu podataka. Poljoprivredni fakultet Osijek.

Adresa autora - Authors' address:

Prof. dr. sc. Nada Parađiković
Prof. dr. sc. Tihana Teklić
Prof. dr. sc. Vlado Guberac
Dipl. ing. Tomislav Vinković
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Trg Svetog Trojstva 3
31000 Osijek
Tel: ++385 31 224 289
Fax: ++385 31 207 017
E-mail: nparadj@pfos.hr

Primljeno – Received: 15. 10. 2007.