

## OPTIMALNO VREME POTAPANJA SEMENA SOJE I NJEGOV EFEKAT NA KLIJANJE U USLOVIMA SONOG STRESA

**Zlatica J. Miladinov\***, **Svetlana N. Balešević-Tubić**, **Vuk B. Đorđević**,  
**Vojin H. Đukić**, **Aleksandar D. Ilić** i **Lazar M. Čobanović**

<sup>1</sup>Institut za ratarstvo i povrtarstvo,  
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

**Rezime:** Cilj rada bio je da se ispita optimalno vreme potapanja semena soje i njegov efekat u uslovima sonog stresa. Testiranje je sprovedeno u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu na semenu sorte Galina. Optimalno vreme utvrđeno je potapanjem semena u prajmere:  $\text{KNO}_3$  (1%),  $\text{H}_2\text{O}_2$  (0,1%) i  $\text{H}_2\text{O}$  u trajanju od 6 h, 12 h, 18 h i 24 h. Posle sušenja do prvobitne vlage, seme je stavljeno na naklijavanje, a nakon 8 dana utvrđena je klijavost. U drugom ogledu seme je potapano u prajmere:  $\text{KNO}_3$  (1%),  $\text{H}_2\text{O}_2$  (0,1%) i  $\text{H}_2\text{O}$ , a nakon toga ispitivan je njihov efekat na energiju klijanja i klijavost semena u uslovima simulirane zaslanjenosti. Simulirane uslove zaslanjenosti predstavljale su podloge za naklijavanje kojima je dodat rastvor NaCl u različitim koncentracijama (0, 50, 100, 150, 200 mM). Rezultati istraživanja su pokazali da je najbolje šestočasovno potapanje semena kod svih prajmera. Sa povećanjem vremena potapanja linearno se smanjuje procenat klijavosti semena. Istraživanja su pokazala i da potapanje semena predstavlja povoljnu tehniku za smanjenje negativnog uticaja NaCl na energiju klijanja i klijavost semena soje, a najbolji efekat ostvaren je upotrebom  $\text{KNO}_3$ .

**Ključne reči:** prajmeri, zaslanjenost, soja, energija klijanja, klijavost.

### Uvod

Zaslanjenost zemljišta predstavlja jedan od najznačajnijih faktora koji ograničavaju uspešnu proizvodnju gajenih biljaka (Joshi et al. 2009) i može dovesti do smanjenja prinosa za preko 50% (Bray, 2000). Salinizacija se sve više širi zbog upotrebe neadekvatne vode za navodnjavanje, ali i loše drenaže zemljišta (Khajeh-Hosseini, 2003). Povećana koncentracija soli u zemljišnom rastvoru kod biljaka može dovesti do vodnog i oksidativnog stresa, toksičnog dejstva jona, poremećaja u ishrani, promena u metabolitičkim procesima, usporavanja ćelijske deobe i drugo (Zhu, 2001). Iako zaslanjenost utiče na sve faze rasta biljaka, klijanje semena i

---

\*Autor za kontakt: e-mail: zlatica.miladinov@nsseme.com

početni porast su najosetljiviji za većinu biljnih vrsta (Cuartero et al, 2006). Salinitet odlaže pojavu klijanja, smanjuje brzinu i povećava disperziju, a sve to utiče na konačan prinos useva (Ashraf and Foolad, 2005). Sposobnost semena za klijanje pri višim koncentracijama soli je od ključnog značaja za proizvodnju na ovakvim terenima (Živković et al., 2007). Zbog toga, u procesu oplemenjivanja, stvaranje sorata čija je klijavost semena otporna prema većim koncentracijama soli predstavlja jedan od najvažnijih zadataka (Bojović et al., 2010). Još jedan metod za povećanje klijavosti semena u uslovima stresa je njegovo potapanje (Ansari and Sharif-Zadeh, 2012). Potapanje semena predstavlja metod kojim se poboljšavaju performanse semena i omogućuje brže i ujednačenije klijanje i nicanje (Berhanu and Gebremedhn, 2013). Čak i u nepovoljnim uslovima spoljašnje sredine, potapanjem se stimulišu metabolitički procesi u ranim fazama klijanja, a to dovodi do bržeg klijanja i nicanja (Cramer, 2002). Potapanjem se seme delimično hidrira do tačke u kome su procesi klijanja pokrenuti, ali nisu završeni (Basra et al. 2005). Cilj rada je bio da se utvrdi optimalno vreme potapanja semena i kako prajmeri utiču na energiju klijanja i klijavost semena u uslovima sonog stresa.

### Materijal i metode

Da bi potapanje semena moglo da se koristi bez negativnih posledica, neophodno je utvrditi optimalno vreme koje će dovesti do pokretanja metabolitičkih procesa, ali u nedovoljnoj meri da bi klicin koren probio semenjaču. Ogled je izveden 2014. godine na Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Istraživanja su sprovedena na semenu sorte soje Galina.

#### Utvrđivanje optimalnog vremena potapanja

Seme soje je potopljeno u različite rastvore u trajanju od: 6 h, 12 h, 18 h i 24 h. Posle toga je prirodnim putem sušeno do prvobitne vlage, a onda je iz svake varijante semena uzeto 4x100 semena i stavljeno u filter papir na naklijavanje na temperaturi od 25°C u trajanju od 8 dana (ISTA, 2009). Nakon toga je očitana klijavost.

U ovom ogledu seme je potapano u:

1. Kalijum-nitrat u koncentraciji 1% (KNO<sub>3</sub>);
2. Vodonik-peroksid u koncentraciji 0,1% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>);
3. Destilovana voda (H<sub>2</sub>O);
4. Kontrola-netretirano seme (K).

#### Utvrđivanje efekta potapanja na klijanje u uslovima sonog stresa

Seme soje je potopljeno u prajmer i nakon 6 h izvađeno i prirodnim putem sušeno do prvobitne vlage odnosno do vlage koja je bila pre potapanja. U ovom

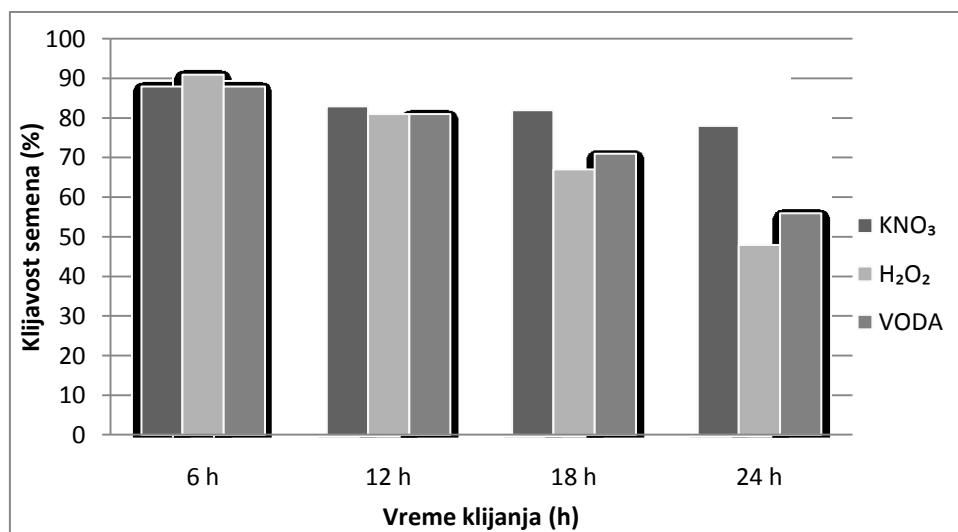
ogledu upotrebljeni su prajmeri kao kod utvrđivanja optimalnog vremena potapanja. Seme je posle potapanja prirodnim putem sušeno do prvobitne vlage. Simulirane uslove zaslanjenosti predstavljale su podloge za naklijavanje kojima je dodat rastvor NaCl u različitim koncentracijama (0, 50, 100, 150, 200 mM). Iz svake varijante semena, za određenu koncentraciju zaslanjenosti podloge, uzeto je 4x100 semena. Seme je stavljeno na naklijavanje na temperaturi od 25°C u trajanju od 8 dana (ISTA, 2009).

Posle 5 dana očitavana je energija klijanja, nakon 8 dana klijavost semena. Rezultati su obrađeni primenom analize varijanse upotrebom programa STATISTICA 8, a upoređivani su korišćenjem Dankanovog testa.

### Rezultati i diskusija

#### Optimalno vreme potapanja

Rezultati istraživanja pokazuju da je najbolje šestočasovno potapanje semena kod svih prajmera. Sa povećanjem vremena potapanja linearno se smanjuje procenat klijavosti semena. Ovo se može objasniti činjenicom da pri šestočasovnom potapanju dolazi do pokretanja metaboličkih procesa u onoj meri koja je potrebna za brzo klijanje semena.



Slika 1. Uticaj vremena potapanja na klijavost semena (%).  
Figure 1. Influence of priming time on seed germination (%)  $LSD_{0,05}$ .

$LSD_{0,05}$	Vreme potapanja	Prajmeri	Vreme potapanja x prajmeri
	3,87	3,95	4,43

Međutim, sa povećanjem vremena dolazi do pojave klicinog korenčića koji u procesu sušenja do prvobitne vlage dehidrira i seme gubi klijavost. Kod dvanaestočasovnog vremena već se uočavaju gubici koji se kreću od 5% do 9% u odnosu na šestočasovno klijanje koje preporučuje i Ahmadvand et al., (2012).

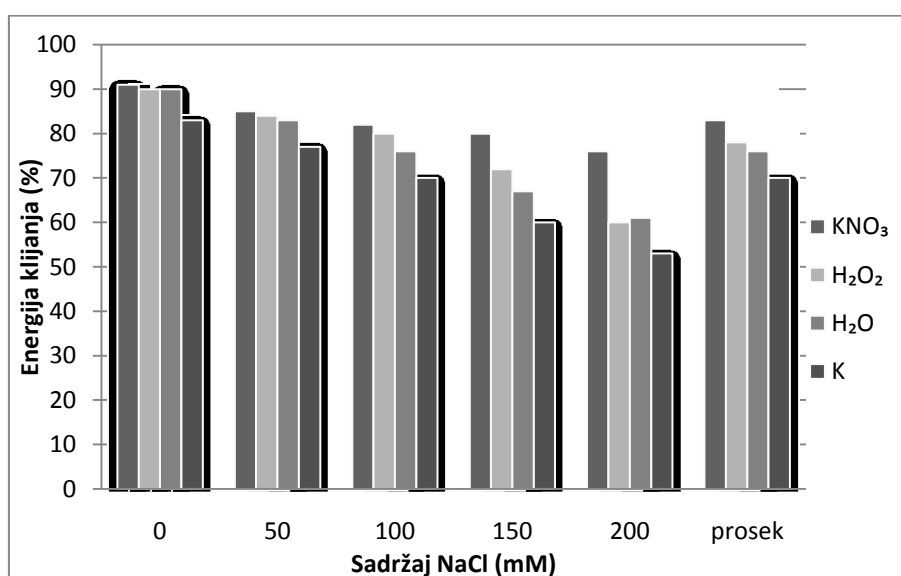
Pri potapanju semena u trajanju od 18 h klijavost je smanjena za 7 - 24%, dok je najveće smanjenje zabeleženo kod dvadesetčetvoro-časovnog potapanja (9 - 43%). Razlike su utvrđene i među prajmerima. U slučaju  $\text{KNO}_3$  utvrđena su najmanja variranja. Međutim, primenom  $\text{H}_2\text{O}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$  uočene su velike oscilacije. Do najvećeg gubitka klijavosti došlo je tretiranjem semena  $\text{H}_2\text{O}_2$  u trajanju od 24 h (43%), dok je primena vode smanjila klijavost za 33%. Ovo se može objasniti činjenicom da potapanje semena u  $\text{H}_2\text{O}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$  u trajanju dužem od 6 h dovodi do intenzivnijih metabolitičkih procesa u odnosu na primenu  $\text{KNO}_3$ . Rezultati ovih istraživanja se slažu sa rezultatima do kojih su došli Moosavi et al. (2014), koji su dokazali na primeru soje da sa povećanjem vremena potapanja dolazi do pada klijavosti semena. Za razliku od ovih istraživanja, Basra et al. (2005) su kod pšenice utvrdili da najbolji rezultat daje dvadesetčetvoro-časovno potapanje. Tabrizi et al. (2011) su došli do zaključka da kod kukuruza potapanje semena u trajanju od 16 h i 24 h daje bolje rezultate od potapanja semena u trajanju od 8 h. Zbog toga se mora voditi računa o trajanju vremena potapanja da ne bi došlo do neželjenih posledica i smanjenja upotrebne vrednosti semena.

### Energija klijanja

Posmatrajući dobijene rezultate može se doći do zaključka da potapano seme ima bolju energiju klijanja na zaslanjenoj podlozi u odnosu na seme koje pre setve nije potapano u prajmer. Upotrebom  $\text{KNO}_3$  vrednost ovog parametra kvaliteta semena poboljšana je za 13% u odnosu na netretirano seme. Upotrebom  $\text{H}_2\text{O}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$  energija klijanja je povećana za 8% odnosno 6% u odnosu na kontrolnu varijantu (slika 2). Povećana koncentracija soli u rastvoru ograničava produktivnost poljoprivrednih kultura, delujući negativno na klijanje semena, a samim tim i na prinos useva (Munns and Tester, 2008).

Energija klijanja potapanog semena koje nije izloženo dejstvu  $\text{NaCl}$  kretala se od 91% kod upotrebe  $\text{KNO}_3$  do 84% kod netretiranog semena. Pri koncentraciji od 50 mM  $\text{NaCl}$  potapanjem semena u  $\text{KNO}_3$  ostvarena je energija klijanja od 87%,  $\text{H}_2\text{O}_2$  od 86%, u  $\text{H}_2\text{O}$  - 83% što je značajno veća razlika u odnosu na netretirano seme. Sa povećanjem sadržaja soli u podlozi razlika u energiji klijanja postaje još veća. Slično ovome, Sedghi et al. (2010) su utvrdili da se sa povećanjem nivoa saliniteta smanjuje procenat klijanja semena kod uljane repice, nevena i morača, jer veće koncentracije soli dovode do smanjenja osmotskog potencijala rastvora i povećanja toksičnosti jona. Ispitivani parametar je i pri vrednosti od 100 mM najbolju vrednost ostvario primenom  $\text{KNO}_3$  - 82%, dok je najslabija vrednost i u

ovom slučaju ostvarena bez primene prajmera, 70%. I kod naredne dve koncentracije NaCl (150 mM i 200 mM) najefikasnija je bila primena KNO<sub>3</sub> (80% i 77%), dok je najslabija energija klijanja ostvarena kod nepotapanog semena (61% i 54%). Upotreba H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O dala je dobre rezultate pri nižoj zaslanjenosti podloge. Međutim, sa porastom koncentracije soli efekat ovih prajmera je takođe pozitivan, ali značajno slabiji u odnosu na primenu KNO<sub>3</sub>. Slično ovim istraživanjima, Neamatollahi et al. (2009) su došli do zaključka da se potapanjem semena u vodu smanjuje štetan efekat zaslanjenosti.



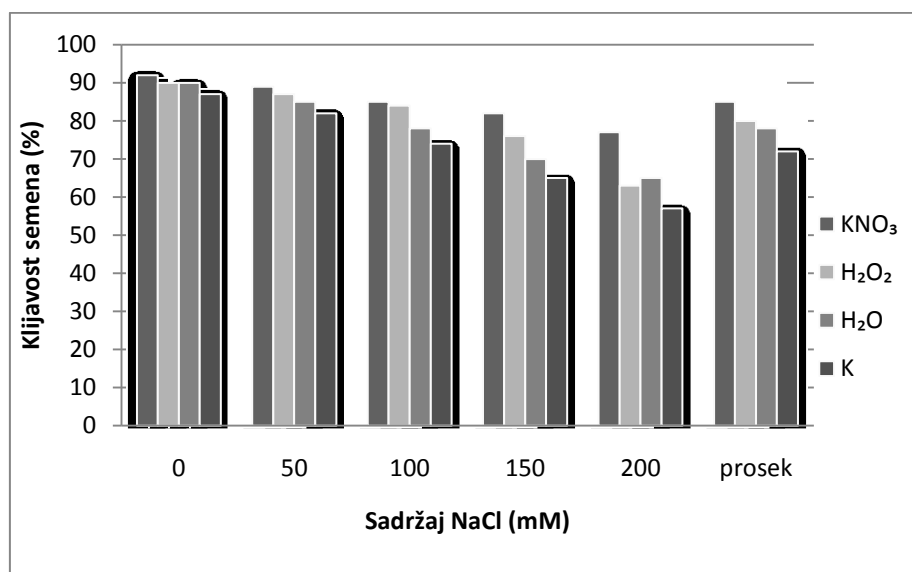
Slika 2. Uticaj prajmera na energiju klijanja u uslovima sonog stresa (%).  
Figure 2. Effect of primers on germination energy under salt stress conditions (%).

LSD <sub>0,05</sub>	Prajmeri		NaCl		Prajmeri x NaCl	
	Energija klijanja	Klijavost	Energija klijanja	Klijavost	Energija klijanja	Klijavost
	3,78	3,91	3,59	3,62	4,33	4,17

#### Klijavost semena

Analizirajući dobijene rezultate može se zaključiti da potapanje semena predstavlja povoljnu tehniku za smanjenje negativnog uticaja NaCl na klijavost semena (slika 3). U proseku, tretman sa KNO<sub>3</sub> ostvario je bolju klijavost za 14%, dok su H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O poboljšali klijavost za 9% odnosno 7% u odnosu na kontrolnu varijantu. Do sličnog zaključka došli su Soltani et al. (2006) na primeru semena pšenice. Klijavost potapanog semena koje nije izloženo dejstvu NaCl primenom

$\text{KNO}_3$  bila je 92% odnosno 91% i 90% upotrebom  $\text{H}_2\text{O}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ , dok je najniža vrednost utvrđena kod netretiranog semena (87%). Smanjenje klijavosti je posledica otežanog usvajanja vode zbog prisustva  $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$  i njihovog nakupljanja u ćeliji (Al-Thabet et al., 2004). Do smanjenja klijavosti semena usled povećane koncentracije  $\text{NaCl}$  na primeru graška došli su i Jovičić i sar. (2010). Pri koncentraciji 50 mM, klijavost se kretala od 89% kod primene  $\text{KNO}_3$  do 82% kod netretiranog semena. Sa povećanjem sadržaja soli u podlozi razlika u klijavosti postaje još veća, pogotovo kod tretmana sa  $\text{KNO}_3$ . Ispitivani parametar je i pri vrednosti od 100 mM najbolju vrednost ostvario primenom  $\text{KNO}_3$  (85%), dok je najslabija vrednost i u ovom slučaju ostvarena bez primene prajmera (74%). I kod naredne dve koncentracije  $\text{NaCl}$  (150 mM i 200 mM), najefikasnija je bila primena  $\text{KNO}_3$  (82% i 78%), dok je najslabija klijavost ostvarena kod netretiranog semena (65% i 57%). Pozitivno dejstvo  $\text{KNO}_3$  i  $\text{H}_2\text{O}$  na klijavost semena, u uslovima povećane koncentracije soli, na primeru pamuka utvrdili su Nazir et al. (2014). Kaya et al. (2006) su u svojim istraživanjima utvrdili da potapanje semena kod biljaka koje imaju povećan sadržaj ulja i koje rastu u uslovima veće koncentracije soli dovodi do pozitivnog efekta. Ghoohestani et al. (2012) su došli do zaključka da vodonik peroksid utiče na poboljšanje klijavosti semena paradajza u uslovima veće koncentracije soli.



Slika 3. Uticaj prajmera na klijavost u uslovima sonog stresa (%).  
 Figure 3. Effect of primers on germination under salt stress conditions (%).

## Zaključak

Rezultati istraživanja su pokazali da je najbolje šestočasovno potapanje semena kod svih prajmera. Sa povećanjem vremena potapanja linearno se smanjuje procenat klijavosti semena. Ovo se može objasniti činjenicom da pri šestočasovnom potapanju dolazi do pokretanja metabolitičkih procesa u onoj meri koja je potrebna za brzo klijanje semena. Sa povećanjem vremena dolazi do pojave klicinog korenčića, koji u procesu sušenja do prvobitne vlage dehidrira i seme gubi klijavost. Zbog toga se mora voditi računa o trajanju vremena potapanja da ne bi došlo do neželjenih posledica i smanjenja upotrebne vrednosti semena.

Potapanje semena predstavlja povoljnu tehniku za smanjenje negativnog uticaja NaCl na energiju klijanja i klijavost semena soje, a najbolji efekat ostvaren je upotrebom KNO<sub>3</sub>. Upotrebom KNO<sub>3</sub> energija klijanja je u proseku povećana za 13%, a klijavost za 14%. Potapanje semena u H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O takođe je dalo povoljne rezultate, ali pri nižoj zaslanjenosti podloge. Međutim, sa porastom koncentracije NaCl efekat ovih prajmera je pozitivan, ali značajno slabiji u odnosu na primenu KNO<sub>3</sub>.

## Literatura

- Ahmadvand, G., Soleimani, F., Saadatian, B., Pouya, M. (2012): Effect of seed priming with potassium nitrate on germination and emergence traits of two soybean cultivars under salinity stress conditions. *American – Eurasian Journal of Agricultural & Environmental* 12:769-774.
- Al-Thabet, S.S., Leilah, A. A., Al-Hawass, I. (2004): Effect of NaCl and incubation temperature on seed germination of three canola (*Brassica napus L*) cultivars. *Scientific Journal King Faisal University* 1425:81-92.
- Ansari, O., Sharif-Zadeh, F. (2012): Osmo and hydro priming improvement germination characteristics and enzyme activity of mountain rye (*Secale montanum*) seeds under drought stress. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry* 8:253-261.
- Ashraf, M., Foolad, M.R. (2005): Pre-sowing seed treatment - a shotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy* 88:225-271.
- Basra, S.M.A., Farooq, M., Tabassum, R. (2005): Physiological and biochemical aspects of seed vigor enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa L.*). *Seed Science and Technology* 33:623-628.
- Berhanu, A. Gebremedhn, Y. (2013): The role of seed priming in improving seedling growth of maize (*Zea mays L.*) under salt stress at field conditions. *Agricultural Sciences* 4:666-672.
- Bojović, B., Đelić, G., Topuzović, M., Stanković, M. (2010): Effects of NaCl on seed germination in some species from families Brassicaceae and Solanaceae. *Kragujevac Journal of Science* 32:83-87.
- Bray, E.A., Bailey-Serres, J., Weretilnyk, E. (2000): Responses to abiotic stress. In: Buchanan B., Gruissem W. Jones, R. (Eds.). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, American Society of Plant Physiology, Rockville, pp. 1158-1203.
- Cramer, G.R. (2002): Sodium-calcium interactions under salinity stress in Läubli A, Lüttge salinity. *Environment-plants* 4:205-227.
- Cuartero, J., Bolarin, M.C., Asins, M.J., Moreno, V. (2006): Increasing salt tolerance in the tomato. *Journal of Experimental Botany* 57:1045-1058.

- Ghoohestani, A., Gheisary, H., Zahedi, S., Dolatkahi, A. (2012): Effect of seed priming of tomato with salicylic acid, ascorbic acid and hydrogen peroxide on germination and plantlet growth in saline conditions. *International Journal of Agronomy Plant Production* 3:700-704.
- ISTA (2009): International rules for seed testing. International Seed Testing Association, Switzerland.
- Joshi, A., Dang, H.Q., Vaid, N., Tuteja, N. (2009): Pea lectin receptor like kinase promotes high salinity stress tolerance in bacteria and expresses in response to stress in plant. *Glycoconjugate Journal* 27:133-150.
- Jovičić, D., Vujaković, M., Milošević, M., Karagić, Đ., Taški-Ajduković, K., Ignjatov, M., Mikić, A. (2010): Uticaj zaslanjenosti na klijanje i parametre porasta ponika stočnog graška (*Pisum sativum L.*). *Ratarstvo i Povrtarstvo* 47:523-528.
- Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y., Kolsarici, O. (2006): Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus L.*). *European Journal of Agronomy* 24:291-295.
- Khajeh-Hosseini, M., Powell, A.A., Bingham, I.J. (2003): The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soybean seeds. *Seed Science Technology* 31:715-725.
- Moosavi, S.S., Alaei, Y., Khanghah, A.M. (2014): The effects of water seed pre-treatment on soybean vegetative and reproductive traits. *International Journal of Agriculture and Forestry* 4:12-17.
- Munns, R., Tester, M. (2008): Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 59:651-681.
- Nazir, M.S., Saad, A., Anjum, Y., Ahmad, W. (2014): Possibility of seed priming for good germination of cotton seed under salinity stress. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 8:2224-3208.
- Neamatollahi, E., Bannayan, M., Souhani Darban A., Ghanbari, A. (2009): Hydropriming and osmopriming effects on cumin (*Cuminum Cyminum L.*) seeds germination. *Engineering and Technology* 57:526-529.
- Sedghi, M., Nemati, A., Esmailpour, B. (2010): Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 22:130-139.
- Soltani, A., Gholipoor, M., Zeinali, E. (2006): Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany* 55:195-200.
- Tabrizi, E.F.M., Yarnia, M., Farzade, V.A.N. (2011): Priming effect of different times of maize seeds with nutrient elements in water stress on corn yield. *Annals of Biological Research* 2:419-423.
- Zhu, J.K. (2001): Plant salt tolerance. *Trends Plant Science* 6:66-71.
- Živković, S., Dević, M., Filipović, B., Giba, Z., Grubišić, D. (2007): Efekat natrijum-hlorida na klijanje semena kod nekih vrsta roda *Centaurium Hill. (Gentianaceae)*. *Archives of Biological Sciences* 59:227-231.

Primljeno: 8. oktobra 2014.  
Odobreno: 8. decembra 2014.



OPTIMAL TIME OF SOYBEAN SEED PRIMING AND PRIMER EFFECT  
UNDER SALT STRESS CONDITIONS

**Zlatica J. Miladinov\***, **Svetlana N. Balešević-Tubić**, **Vuk B. Đorđević**,  
**Vojin H. Đukić**, **Aleksandar D. Ilić** and **Lazar M. Čobanović**

<sup>1</sup>Institute of Field and Vegetable Crops,  
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

A b s t r a c t

The aim of this study was to examine optimal time of soybean seed priming and effect of primers under salt stress conditions. Testing was performed at the Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, on Galina seed variety. Optimal priming time was determined by immersing seed into: KNO<sub>3</sub> (1%), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0.1%), and H<sub>2</sub>O with the duration of 6 h, 12 h, 18 h, and 24 h. After drying until the initial moisture, the seed was placed for germination and after eight days germination was determined. In the second part of the experiment, the seed was immersed into: KNO<sub>3</sub> (1%), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0,1%), and H<sub>2</sub>O after which their effect on germination energy and seed germination under simulated salinity conditions was examined. Simulated salinity conditions represented substrate for germination to which NaCl in different concentrations was added (0, 50, 100, 150, 200 mM). Results of the research showed that the six-hour priming of seed was the best with all primers. The percentage of seed germination linearly reduced with the increase of priming time. The research has shown that seed priming represents a favorable technique for the reduction of a negative effect of NaCl on germination energy and soybean seed germination, and the best effect is accomplished with the use of KNO<sub>3</sub>.

**Key words:** germination, germination energy, primers, salinity, soybean.

Received: October 8, 2014.  
Accepted: December 8, 2014.

---

\*Corresponding author: e-mail:zlatica.miladinov@nsseme.com