

EFEKAT PRAJMIRANJA SEMENA PŠENICE (*Triticum aestivum* L.) NA SADRŽAJ FOTOSINTETSKIH PIGMENATA I UKUPNIH SOLUBILNIH PROTEINA

Biljana Bojović, Milica Kanjevac, Dragana Jakovljević¹

Izvod: U radu je ispitan uticaj različitih prajming tretmana u pregerminativnoj fazi semena pšenice (*Triticum aestivum* L.) na koncentraciju fotosintetičkih pigmenata i ukupnih solubilnih proteina u listu klijanaca. S tim u vezi, semena su tretirana rastvorima fitohormona giberelina i auksina (hormo prajming), solima kalijuma i magnezijuma (halo prajming), askorbinskom kiselinom i vodonik peroksidom (hemo prajming) i vodom (hidro prajming). Na osnovu dobijenih rezultata, utvrđeno je da se sadržaj pigmenata i solubilnih proteina može povećati primenom odgovarajućeg prajming tretmana. Najpovoljniji efekat na ispitivane parametre ostvaren je pri tretmanu sa kalijum-nitratom, gde je zabeležena najveća koncentracija pigmenata (0.937 mg g⁻¹SM) i ukupnih solubilnih proteina (66.20 mg g⁻¹SM).

Ključne reči: pšenica, prajming, hlorofili, karotenoidi, proteini

Uvod

Beneficijalni efekat prajmiranja dokazan je za mnoge biljne vrste, naročito za one koje su značajne u ishrani čoveka (pšenica, kukuruz, suncokret, soja). S tim u vezi, prajming semena je vrlo uspešno iskorišćen kao fizičko-hemijski i biološki metod za poboljšanje klijavosti i performansa velikog broja gajenih biljaka (Berchie i sar., 2010). Prajming metoda se izdvaja i kao jedna od najefikasnijih metoda za poboljšanje rastanja i razvića biljaka u nepovoljnim uslovima životne sredine (Jisha i sar., 2015; Paparella i sar., 2015). Ova metoda na bazi hidratacije semena inicira rane faze germinacije, pokreće metaboličke procese, ali ne dopušta pojavu radikule, što se postiže desikacijom semena na početku druge faze procesa klijanja koji sledi odmah posle imbibicije. Na taj način se aktivirani metabolički procesi, vremenski prekidaju, do ponovnog postavljanja semena u vlažnu sredinu (Ashraf i Foolad, 2005; Mamun i sar., 2018). Nakon rehidratacije, semena pokazuju poboljšane parametre kvaliteta, što se manifestuje produženom vitalnošću semena, skraćivanjem vremena do pojave klice i boljim performansama biljaka (Salah i sar., 2015; Ventura i sar., 2012).

Pšenica (*Triticum aestivum* L.) je jedna od najzastupljenijih žitarica u ljudskoj ishrani. Ona ima veliki uticaj na nutritivni kvalitet brojnih proizvoda koji se od nje dobijaju, pa samim tim i na zdravlje ljudi. Semena pšenice sadrže oko 70-75%

¹Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Serbia (biljana.bojovic@pmf.kg.ac.rs)

skroba, 8-20% proteina, 14% vode, 2-3% neskrobnih polisaharida, 2% masti, 1,6% minerala i male količine ostalih materija (Goesaert i sar., 2005).

Semena i klijanci predstavljaju dobar izvori fitojedinjenja koja imaju široku primenu u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji (Liyana Pathirana i Shahidi, 2005).

Poslednjih nekoliko decenija se velika pažnja posvećuje naučnim istraživanjima ove biljke, posebno sa biohemijskog, fiziološkog i biotehnoškog aspekta, koja treba da doprinesu poboljšanju kvalitetu sadnog materijala, povećanju procenta klijavosti i unapredjivanju onih performansi biljaka koje su direktno vezane za efikasnu produktivnost. S tim u vezi, cilj ovog rada bio je istraživanje stepena uticaja različitih prajming metoda na sadržaj fotosintetičkih pigmenata i ukupnih solubilnih proteina u listu pšenice.

Materijal i metode

Semena pšenice dobijena su iz komercijalnih izvora ("Semena" d.o.o., Beograd) i skladištena pod optimalnim uslovima (temperatura 10-15°C, vlažnost vazduha 14-15%). Pre početka eksperimenta, u cilju uklanjanja epifitske mikroflore, semena su površinski sterilisana 0,1% rastvorom NaClO, a zatim su isprana destilovanom vodom do pH 7. U Petri kutije, obložene filter papirom, postavljeno je po 30 semena pšenice koja su tretirana na sledeći način: hormonima - giberelinom (GA₃) i auksinom (IAA) u koncentraciji 10⁻³ M (hormo prajming), rastvorima soli (2,5% KNO₃ i 1% MgSO₄) (halo prajming), vodonik-peroksidom (1% H₂O₂) i askorbinskom kiselinom (0,01% AA) (hemo prajming) i vodom (hidro prajming), tokom 12 h. Nakon toga, semena su sušena na sobnoj temperaturi u periodu od 48 h. Netretirana semena su postavljena kao kontrolni uzorak. Prajmovana semena, zajedno sa netretiranim semenima, inkubirana su u klima komori (fotoperiod 16/8 h, temperatura 23 ± 2°C), narednih 15 dana.

Nakon isteka tog vremenskog perioda, kod klijanaca pšenice iz svih tretmana utvrđivana je:

- (i) *koncentracija fotosintetskih pigmenata u listu*. Uticaj primenjenih tretmana na sadržaj fotosintetskih pigmenata određivan je na osnovu sadržaja hlorofila *a*, hlorofila *b*, ukupnog hlorofila (*a+b*) i karotenoida, spektrofotometrijskom metodom (Bojović i Stojanović, 2005).
- (ii) *koncentracija ukupnih solubilnih proteina* (Lowry, 1951).

Vrednosti za sve ispitivane parametre su izračunate i izražene u odnosu na svežu masu uzoraka (mg g⁻¹SM).

Rezultati istraživanja i diskusija

Efekat prajming tretmana na koncentraciju fotosintetskih pigmenata lista pšenice. Fotosinteza je osnovni metabolički proces kod biljaka, u kome fotosintetički pigmenti imaju ključnu ulogu (Gengmao i sar., 2015). Sve više biljke u svojim hloroplastima poseduju pigmente hlorofile i karotenoide, koji imaju osnovnu

ulogu u apsorpciji onih delova spektra vidljive svetlosti sa najvećom fotosintetičkom aktivnošću. Osim toga, karotenoidi imaju bitnu ulogu u zaštiti molekula hlorofila od fotodinamičke destrukcije na intenzivnoj svetlosti. Sve ovo ukazuje na značaj fotosintetičkih pigmenata za optimalno odvijanje procesa fotosinteze, a dodatno i za uspešnu produktivnost, posebno gajenih biljaka. U ovom istraživanju, tretmani različitim jedinjenjima u pregerminativnoj fazi imali su značajan efekat na koncentraciju fotosintetičkih pigmenata (Tabela 1). Analizom dobijenih rezultata, uočava se da je većina primenjenih tretmana značajno povećala koncentraciju ukupnog hlorofila u listu klijanaca pšenice. Najveće vrednosti zabeležene su u tretmanu sa KNO_3 ($0,937 \text{ mg g}^{-1} \text{ SM}$), dok su tretmani sa GA_3 i H_2O_2 pokazali nešto niže vrednosti u poređenju sa kontrolom. Primenjeni tretmani ispoljili su veći efekat na koncentraciju hlorofila *b*, nego na hlorofil *a*. Izmerene koncentracije za hlorofila *a* bile su u opsegu od $0,397$ do $0,487 \text{ mg g}^{-1} \text{ SM}$, pri čemu je najizrazitiji efekat ispoljio tretman sa KNO_3 . Za razliku od hlorofila *a*, svi tretmani (sa izuzetkom H_2O_2) su ostvarili stimulatorni efekat na koncentracija hlorofila *b*, gde su dobijene vrednosti bile višestruko povećane u odnosu na kontrolu, pri čemu su najveće koncentracije konstatovane u tretmanu sa GA_3 i KNO_3 .

Koncentracija karotenoida je značajno varirala u zavisnosti od primenjenog tretmana. Najveće koncentracije za ovu grupu fotosintetičkih pigmenata su izmerene pri tretmanu sa H_2O_2 i H_2O . Nasuprot tome, inhibitorni efekti na koncentraciju karotenoida zabeleženi su u svim ostalim tretmanima. Niske koncentracije fotosintetičkih pigmenata mogu direktno ograničiti fotosintetički potencijal, a samim tim i primarnu produkciju biljaka (Anjum i sar., 2011). Dobijeni rezultati su bili u saglasnosti sa ranijim istraživanjima, koja su potvrdila da prajmiranje semena ostvaruje značajan uticaj na sadržaj fotosintetičkih pigmenata u listovima biljaka (Jiajin i sar., 2010; Sharma i sar., 2014).

Tabela 1. Efekat različitih prajminga tretmana na sadržaj fotosintetičkih pigmenata u listu pšenice ($\text{mg g}^{-1}\text{SM}$)

Table 1. Effect of different priming treatments on content of photosynthetic pigments in leaf of wheat ($\text{mg g}^{-1}\text{SM}$)

Prajming tretman <i>Priming treatment</i>	Ukupan hlorofil (a+b) <i>Total chlorophyll (a+b)</i>	Hlorofil <i>a</i> <i>Chlorophyll a</i>	Hlorofil <i>b</i> <i>Chlorophyll b</i>	Karotenoidi <i>Carotenoids</i>
GA_3	0.750 ± 0.005	0.397 ± 0.003	0.267 ± 0.009	0.0221 ± 0.0068
IAA	0.870 ± 0.006	0.417 ± 0.003	0.340 ± 0.006	0.0050 ± 0.0010
$MgSO_4$	0.830 ± 0.006	0.417 ± 0.003	0.310 ± 0.006	0.0061 ± 0.0018
KNO_3	0.937 ± 0.032	0.487 ± 0.026	0.330 ± 0.006	0.0086 ± 0.0018
AA	0.887 ± 0.014	0.427 ± 0.020	0.317 ± 0.015	0.0205 ± 0.0078
H_2O_2	0.727 ± 0.003	0.400 ± 0.000	0.230 ± 0.000	0.0448 ± 0.0002
H_2O	0.810 ± 0.012	0.447 ± 0.003	0.267 ± 0.003	0.0406 ± 0.0003
Kontrola <i>Control</i>	0.770 ± 0.012	0.420 ± 0.000	0.237 ± 0.003	0.0355 ± 0.0009

Efekat prajming tretmana na koncentraciju ukupnih solubilnih proteina pšenice. Dinamičke promene u sadržaju solubilnih proteina pšenice prikazane su u Tabeli 2. Primenjeni prajming tretmani značajno su uticali na akumulaciju solubilnih proteina u listovima pšenice. Izmerene koncentracije proteina bile su u opsegu od 42,53 do 66,20 mg g⁻¹ SM. Svi primenjeni tretmani (sa izuzetkom H₂O₂) su ispoljili stimulatorni efekat na sadržaj solubilnih proteina pšenice, pri čemu je najznačajniji efekat zabeležen u tretmanu sa KNO₃. Poznato je da solubilni proteini imaju važnu ulogu kao osmotske regulatorne supstance u nepovoljnim uslovima spoljašnje sredine (Hao i sar., 2014). Takođe, povećanje njihovog sadržaja može imati zaštitnu ulogu u očuvanju ćelijske membrane i može poboljšati sposobnost zadržavanja vode u ćelijama (Cao i sar., 2019). S tim u vezi, dobijeni rezultati sugerišu da primena prajming metode u pregerminativnoj fazi semena može uticati na povećanje koncentracije ukupnih solubilnih proteina što je u saglasnosti sa rezultatima istraživanja Cao i sar. (2019).

Tabela 2. Efekat različitih prajming tretmana na sadržaj ukupnih solubilnih proteina u listu pšenice (mg g⁻¹SM)

Table 2. Effect of different priming treatments on total soluble protein content in leaf of wheat (mg g⁻¹SM)

Prajming tretman <i>Priming treatment</i>	Koncentracija ukupnih solubilnih proteina <i>Concentration of total soluble proteins</i>
GA ₃	52.54 ± 2.98
IAA	50.03 ± 1.16
MgSO ₄	53.37 ± 1.54
KNO ₃	66.20 ± 2.02
AA	52.03 ± 1.12
H ₂ O ₂	42.53 ± 3.75
H ₂ O	51.37 ± 1.35
Kontrola <i>Control</i>	49.54 ± 0.48

Zaključak

Kratkotrajna metabolička transformacija u pregerminativnoj fazi semena, izazvana uticajem različitih hormona, soli i drugih hemijskih jedinjenja (prajming metoda), ima veliku ulogu u regulaciji mnogih fizioloških procesa biljaka, tako što stimulatorno ili inhibitorno deluje na sintezu jedinjenja koja su direktno uključena u ove procese. Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da je sadržaj ukupnih solubilnih proteina i fotosintetičkih pigmenata u listu pšenice bio značajno povećan primenom različitih prajming tretmana semena, s tim što je efikasnost primenjenih tretmana bila različita. Najizrazitiji stimulatorni efekat ispoljio je tretman sa kalijum-nitratom.

Napomena

Istraživanja sprovedena u ovom radu finansiralo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (Sporazum br. 451-03-68/2020-14/200122).

Literatura

- Anjum S., Xie X., Wang L., Saleem M., Man C., Lei W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6, 2026–2032.
- 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, 223–271.
- Berchie J.N., Adu-Dapaah H.K., Dankyi A.A., Plahar W.A., Nelson-Quartey F., Haleegoat J., Asafu-Agyei J.N., Ado JK. (2010). Practices and constraints in bambara groundnuts production, marketing and consumption in the brong ahafo and mupper-East Regions of Ghana. *Journal of Agronomy*, 9, 111–118.
- Bojović B., Stojanović J. (2005). Chlorophyll and carotenoid content in wheat cultivars as a function of mineral nutrition. *Archives of Biological Science*, 57, 283–290.
- Cao Q., Li G., Cui Z., Yang F., Jiang X., Diallo L., Kong F. (2019). Seed priming with melatonin improves the seed germination of waxy maize under chilling stress via promoting the antioxidant system and starch metabolism. *Scientific reports*, 9 (1), 1–12.
- Gengmao Z., Yu H., Xing S., Shihui L., Quanmei S., Changhai W. (2015). Salinity stress increases secondary metabolites and enzyme activity in safflower. *Industrial Crops and Products*, 64, 175–181.
- Goesaert H., Brijs K., Veraverbeke W.S., Courtin C.M., Gebruers K., Delcour J.A. (2005). Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 12–30.
- Hao T., Ding X.T., Zhang H.M., Jin H.J., Yu J.Z., Zhu Y.L. (2014). Growth and physiological reaction of different cucurbit crops in the high root-zone temperature stress. *Plant Physiology Journal*, 50, 433–438.
- Jiajin Z., Weixiang W., Yun L., Wu X., Wang X. (2010). Osmopriming-regulated changes of plasma membrane composition and function were inhibited by phenylarsine oxide in soybean seeds. *Journal of Integrative Plant Biology*, 51, 858–867.
- Jisha K.C., Vijayakumari K.J.T., Puthur J.T. (2013). Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35, 1381–1396.
- Liyana Pathirana C.M., Shahidi F. (2005). Antioxidant activity of commercial soft and hard wheat (*Triticum aestivum* L.) as affected by gastric pH conditions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53 (7), 2433–2440.

- Mamun AA., Naher U.A., Ali M.Y. (2018). Effect of seed priming on seed germination and seedling growth of modern rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *The Agriculturists*, 16, 34-43.
- Paparella S., Araújo S.S., Rossi G., Wijayasinghe M., Carbonera D., Balestrazzi A. (2015). Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Reports*, 34, 1281-1293.
- Salah S.M., Yajing G., Dongdong C., Jie L., Aamir N., Qijuan H., Weimin H., Mingyu N., Jin H. (2015). Seed priming with polyethylene glycol regulating the physiological and molecular mechanism in rice (*Oryza sativa* L.) under nano-ZnO stress. *Scientific Reports*, 5, 14278.
- Sharma A.D., Rathore S.V.S., Srinivasan K., Tyagi R.K. (2014). Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigour and fruit yield in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). *Scientia Horticulturae*, 165, 75-81.
- Ventura L., Donà M., Macovei A., Carbonera D., Buttafava A., Mondoni A., Rossi G., Balestrazzi A. (2012). Understanding the molecular pathways associated with seed vigor. *Plant Physiology and Biochemistry*, 60, 196-206.

EFFECT OF SEED PRIMING ON THE CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND TOTAL SOLUBLE PROTEINS OF WHEAT (*Triticum aestivum* L.).

Biljana Bojović, Milica Kanjevac, Dragana Jakovljević

Abstract

In this paper, effect of different priming treatments in the pregerminative phase of wheat seeds (*Triticum aestivum* L.) on the concentration of photosynthetic pigments and total soluble proteins in the leaf of seedling was investigated. Seeds were treated with solutions of the phytohormones gibberellin and auxin (hormone priming), salts of potassium and magnesium (halo priming), ascorbic acid and hydrogen peroxide (chemo priming) and water (hydro priming). Based on the obtained results, it was determined that the content of pigments and total soluble proteins can be increased by applying the appropriate priming treatment. The most favorable effect on the examined parameters was observed in the treatment with potassium nitrate.

Key words: wheat, priming, chlorophyll, carotenoids, proteins

¹University of Kragujevac, Faculty of Science, Department of Biology and Ecology, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Serbia