

PRODUKTIVNA SVOJSTVA HELJDE I UTICAJ SKLADIŠTENJA NA FUNKCIONALNO STANJE ZRNA

Radojica Rakić¹, Snežana Janković^{2*}, Sveto Rakić¹, Divna Simić², Boris Pisinov³,
Marjenka Tabaković⁴, Gordana Kulić¹

Izvod

Za procenu promene kvaliteta uskladištenog zrna heljde, primenjen je tretman veštačkog starenja u cilju ubrzavanja tih procesa. Ispitivana su biološka, fizička i hemijska svojstva zrna. Za ovu studiju, poljski ogled je postavljen u Topoli na zemljištu tipa smonica, po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, sa veličinom parcela 120m² tokom proizvodne 2022. godine. Ovu godinu obeležili su nepovoljni uslovi za proizvodnju heljde što je uticalo na prosečan prinos koji je iznosio 1,86 t ha⁻¹. Nakon tri meseca skladištenja, klijavost zrna je smanjena za 6,6%, masa 1000 zrna za 0,81%, dužina zrna za 0,37%, širina za 0,22% i debljina za 0,59%. Ispitani parametri hemijskih svojstava su sniženi tokom skladištenja, sa izuzetkom sadržaja pepela, čija je vrednost povećana za oko 30%. Sadržaj vlage je smanjen sa 10,21% na 9,09%, proteina sa 12,1 na 11,46%, a lipida sa 3,09 na 2,78%. Vrednost pH se smanjila sa 6,74 na 6,63, a ukupna alkoholna kiselost sa 1,35 na 1,18. Rezultati ovih istraživanja mogu biti od koristiti opemenjivačima u procesu razvoja novih, poboljšanih sorti heljde, kao i prerađivačima koji za svoje proizvode koriste ovu sirovinu.

Ključne reči: heljda, skladištenje, prinos zrna, funkcionalna svojstva, kvalitet

Uvod

Heljda (*Fagopyrum esculentum* Moench) je jednogodišnja biljka visine od 30 do 150 cm. Tokom cvetanja daje i do 2000 cvetova po biljci, koji sadrže veliku količinu nektara, čime spada u grupu medonosnih biljaka. Plodovi heljde su trouglastog oblika, čija veličina značajno varira (dužina 4,5-7,5 mm; širina 3-5 mm; debljina 2,8-4,8 mm). Masa 1000 zrna je u rasponu od 12 do 40 g. Sadrži preko 10% proteina, pri čemu visok sadržaj esencijalnih amino kiselina i oko 3% masti. U poređenju sa zrnima pšenice, pirinča i kukuruza sadrži više cinka, bakra i magnezijuma. Bogat je izvor vitamina B1, B2, PP, P i E (Чевокин, 2008).

Prema dostupnim podacima FAOSTAT-a, heljda se u svetu od 2002. godine gaji na prosečnoj površini nešto većoj od 2 miliona hektara, s' proizvodnjom koja se kretala u rasponu

od 2 do 3 miliona tona. Najveći proizvođači heljde u svetu su: Rusija, Kina, Ukrajina, Poljska i Sjedinjene Američke Države. Površine pod heljdodom u Srbiji u protekloj deceniji, otkad je svrstana u zdravstveno bezbedne namirnice i postala česta komponenta funkcionalne hrane beleže stalni rast (Janković i sar., 2019). U Srbiji se pretežno gaji u jugozapadnim brdsko-planinskim predelima, ali i u drugim područjima, na primer u Vojvodini (Ikanović et al., 2013).

Zbog svojih specifičnosti u načinu gajenja i upotrebi, heljda pripada grupi alternativnih žita (Glamočlija i sar., 2011). Gaji se radi plodova orašica koje oljuštene imaju veliku hranljivu vrednost, kao i zrna žita (Glamočlija i sar., 2012). Može se koristiti i kao siderat za povećanje prirodne plodnosti zemljišta, a u ishrani ljudi i stoke upotrebljava se zrno (Po-

Originalni naučni rad (Original Scientific Paper)

¹ Rakić R, Rakić S, Kulić G, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, Zemun-Beograd, Srbija

² Janković S, Simić D, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Bulevar despota Stefana 68b, Beograd, Srbija

³ Pisinov B, Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Tedora Drajzera 9, Beograd

⁴ Tabaković M, Institut za kukuruz, Zemun Polje, Slobodana Bajića 1, Zemun-Beograd

*e-mail: sjankovic@ipn.co.rs

pović i sar., 2013a, 2013b, 2013c). Upotreba različitog nivoa azotnog (N) đubrenja deluje na povećanje broja i površinu ćelija endosperma, kao i sadržaja amiloze, amilopektina i skroba (Ma et al., 2023).

Plod heljde sadrži veliku količinu esencijalnih aminokiselina (EAK), pre svega lizina i metionina, kao i veliku količinu dijetalnih belančevina. Međutim, česta upotreba heljde u ishrani može, zbog dejstva pigmenta fagopyrina, izazvati kod ljudi svetlije puti određene alergijske upale kože (Glamočlija i sar., 2012). Zrno heljde kao i neka zrna strnih žita (Rakić i sar., 2005, 2012a, 2012b) sadrži i do 70 % skroba i to oko 25% amiloze i 75% amilopektina. Sadržaj amiloze je ključni faktor kvaliteta zrna dok fina struktura amilopektina definiše svojstva skroba heljde. Skrob od heljde ima manju veličinu granula, pa zbog tog svojstva često nalazi primenu kao zgušnjivač, vezivo, film ili pena u prehrambenoj i drugim industrijama (Li et al., 2014). Mekinje heljde su nus proizvod u njenoj preradi i nosioci su raznih prirodnih jedinjenja, prvenstveno vlakana, proteina, flavonoida i fenola (oko 40%) (Rachman, 2020).

U humanoj ishrani, tradicionalno se od zrna heljde pripremao čaj, hleb, testenine, keks

i srodni proizvodi. Neki sekundarni metaboliiti, koji imaju funkcionalna svojstva su poseban predmet ispitivanja prethodnih studija (Beitane et al., 2018; Witkowicz et al., 2018). Zrna heljde su bogata ugljenim hidratima, proteinima, mastima, esencijalnim masnim kiselinama, mineralnim materijama, vitaminima, esencijalnim amino kiselinama, posebno lizinom (5,1 g 100 g⁻¹ proteina) ali ne sadrži gluten (Liu et al., 2018). Zhang et al. (2017) potvrđuju prisustvo prirodnih antioksidanata fenolnog tipa u mekinjama i endospermu.

Prirodnim procesom starenja zrna žita nastaju fiziološke degradativne promene u biološkim, fizičkim i hemijskim svojstvima. Uslovi skladištenja određuju očuvanje nutritivnih karakteristika za duži vremenski period i mogu uticati na navedene promene (Fleurat-Lessard, 2002). Brojne su studije koje se bave ovom problematikom (Lingua et al., 2022; Rakić i sar., 2005, 2012a, 2012b). Degradacija lipida utiče negativno na ukus što umanjuje upotrebnu vrednost zrna žita i roka upotrebljivosti (Mc Gorrin 2019).

Cilj ove studije je da se utvrde produktivna svojstva heljde i uticaj nepovoljnih uslova skladištenja na klijanje, fizička i hemijska svojstva zrna.

Materijal i metode

Poljski ogled postavljen je na zemljištu tipa smonica, po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja, sa veličinom parcela 120 m² tokom proizvodne 2022. godine u Topoli. Urađena je kontrola plodnosti zemljišta i određene osnovne hemijske osobine (Uredba o sistemskom praćenju stanja i kvaliteta zemljišta; Sl gl.RS, br 88/2020): kiselost (pH u KCL; SRPS ISO 10390) i sadržaj kalcijum-karbonata (volumetriška metoda SRPS ISO 10693:2005), humusa (po Kotzmsnu; Aksentijević i sar., 2017), uku-

pnog azota računski iz humusa, lakopristupačnog fosfora i kalijuma (po Al metodi Engern i Riehma, 1960). Agrohemijska analiza osnovnih parametara plodnosti na oglednoj parceli (Tabela 1) pokazala je da je zemljište slabo kisele reakcije, (pH u KCL =6,0), slabo humusno (2,40 %), srednje obezbeđeno azotom (0,09 %), sa vrlo niskim nivoom lakopristupačnog fosfora (1,31 mg100g⁻¹ zemljišta) i optimalnim sadržajem kalijuma (15,7 mg 100g⁻¹ zemljišta).

Tabela 1. Agrohemijske osobine zemljišta

Table 1. Agrochemical properties of soil

| Vrednosti | pH | | CaCO ₃ (%) | Humus (%) | Azot (%) | Sadržaj lako pristupačnog | |
|-----------|------|------------------|--------------------------|--------------|-------------|---|--|
| | nKCl | H ₂ O | | | | P ₂ O ₅ (mg 100 g ⁻¹) | K ₂ O(mg 100g ⁻¹) |
| Smonica | 6,00 | 5,10 | 1,80 | 2,40 | 0,09 | 1,31 | 15,70 |

Proizvodnu 2022. godinu obeležili su nepovoljni uslovi za proizvodnju heljde. Srednje mesečne temperature i padavine u 2022. godini po mesecima, kao i trogodišnji prosek za period 2019 -2021. godine po podacima Republičkog zavoda za statistiku za teritoriju Kragujevca kao najbliže lokacije sa meteorološkom stanicom na kojoj su vršena merenja u odnosu na mesto na kome je bio postavljen ogled, dati su u Tabeli 2. Količina padavina u aprilu i maju bila je veća u odnosu na prosek dok je

u junu palo 25,5 mm manje kiše. Nedostatak padavina, u odnosu na višegodišnji prosek, je zabeležen i u julu mesecu (10,2 mm), dok je u avgustu raspored padavina bio jako nepovoljan. Temperature su takođe, bile nepovoljne u mesecima kada se formira prinos (u julu za 1 °C veće u odnosu na višegodišnji prosek, a u avgustu za 0,4 °C). Navedeni klimatski uslovi su nepovoljno delovali na prinos i ostale osobine heljde posebno na klijavost zrna.

Tabela 2. Srednje mesečne temperature (°C) i padavine (mm), Kragujevac, 2022. i prosek 2019-2021.

Table 2. Average monthly temperatures (°C) and precipitation (mm), Kragujevac in 2022 and average in 2019-2021.

| Mesec | 2022. godina | | Prosek 2019-2021. | |
|--------|---------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| | Suma padavina | Srednje mesečne temperature | Suma padavina | Srednje mesečne temperature |
| April | 35,6 | 11,3 | 32,6 | 11,6 |
| Maj | 77,6 | 18,3 | 75,2 | 15,7 |
| Jun | 103,6 | 22,3 | 129,1 | 21,4 |
| Jul | 66,3 | 24,0 | 76,5 | 23,0 |
| Avgust | 66,2 | 23,2 | 39,6 | 22,8 |
| Ukupno | 349,3 | | 353,1 | |

Ova istraživanja su sprovedena na sorti *Novosadska*, Instituta za ratarstvo i povrtarstvo - Novi Sad. Sorta se odlikuje izrazito sukcesivnim cvetanjem, pa je odlična pčelinja paša. Zrno sazreva za 70 - 75 dana nakon setve. Posедуje visok potencijal za prinos i odličnog je kvaliteta. Zrno je karakterističnog, uglastog oblika i mrke boje s tipičnim šarama. Osobina heljde kao biljne vrste, pa time i sorte *Novosadska*, je sklonost osipanju, te se mora posvetiti posebna pažnja određivanju vremena i načina žetve. Predusev je bio kukuruz, a primenjena je standardna agrotehnika za gajenje heljde. Setva je obavljena krajem druge dekade aprila, sejalicom sa preporučenom količinom od 60 kg ha⁻¹. Žetva je obavljena u tehnološkoj zrelosti, zrna su dosušena do vlažnosti od 10%, na osnovu čega je određen prinos za svaku elementarnu parcelu i izračunat prosečni prinos.

Dobijeno zrno heljde je prečišćeno od primesa i odstranjena su zrna sa prisutnim oštećenjima omotača. Uzorci za postavljanje ogleđa u laboratoriji su uzeti iz mase sveže ubranih zrna heljde uz upotrebu standardne metode

uzorkovanja (ISO 24333:2009). Približno 2 kg uzorka zrna sa 10-12% vlage postavljeno je u zatvorene plastične kontejnere iste zapremine. Ovako pripremljeni uzorci su obeleženi i uskladišteni u kontrolisanim uslovima okoline na temperaturi 40±2 °C radi veštačkog starenja zrna (Ping-Ping, 2019). Nakon isteka perioda od tri meseca uzeta su 2 kontejnera, njihov sadržaj promešan i formiran reprezentativni uzorak koji je dalje podvrgnut definisanim testovima. Uzorci su mleveni u laboratorijskom mlinu (Knifetec, 1096) veličina čestice 1 mm. Za ispitivanje kvaliteta određivane su biološke, fizičke, i hemijske osobine. Fizičke osobine: masa 1000 zrna, hektolitarska masa i dimenzije zrna utvrđene su prema Kaluđerskom i Filipoviću (1998).

Analiza klijanja semena vršena je u Petrijevim posudama na filter papiru i na konstantnoj temperaturi od 20 °C. Ukupna klijavost je određena prema ISTA 1986. Sadržaj vode je određivan po standardu (AACC International, 2000), ukupni pepeo prema Kaluđerskom i Filipoviću (1998), dok je nivo proteina određen

Kjedahlovom metodom sa faktorom konverzije od 6,25 (ISO, 20483:2013). Sadržaj ukupnih lipida je određen po Soxhlet-u uz petrol-etar kao rastvarač. Određivanje alkoholne kiselosti vršeno je prema IS 12711 (1989), gde se rezultati izračunavaju u procentima alkoholne kiselosti izražene kao sumporna kiselina. pH vred-

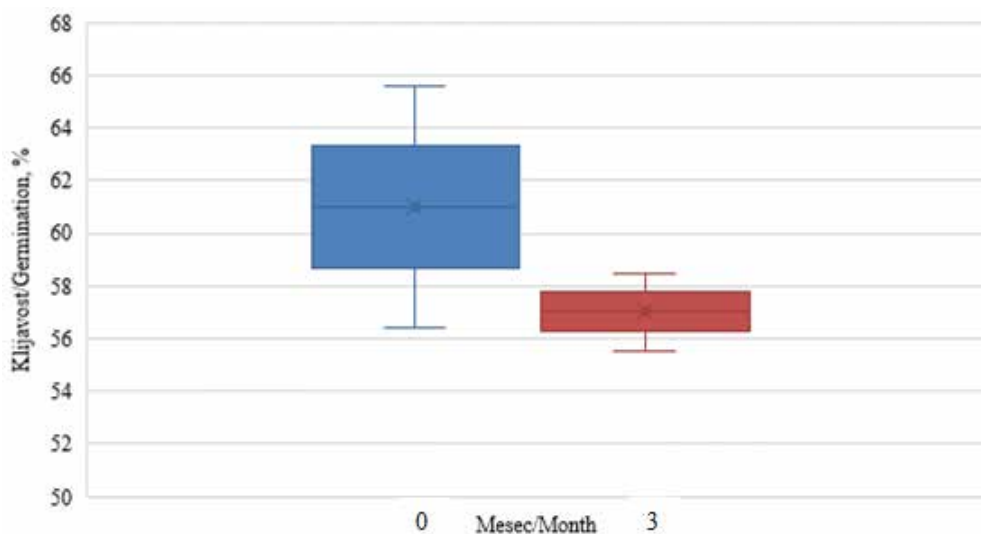
nost je određivana AOAC metodom (943,02).

Dobijeni podaci su predstavljeni kao srednja vrednost \pm standardna devijacija ($M \pm SD$), a značajnost razlika je utvrđena t-testom na nivou značajnosti od 95% ($p < 0.05$), korišćenjem softvera Statistica 12,5 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

Rezultati i diskusija

Prosečan prinos heljde iznosio je 1,86 t ha⁻¹. Na grafikonu 1 predstavljeni su rezultati uticaja skladištenja sa varijacijama vrednosti za klijavost semena (u %) u odnosu na dužinu trajanja skladištenja od tri meseca na konstantnoj temperaturi od 40 \pm 2 °C. Ustanovljeno je

da je klijavost pre skladištenja iznosila 61%, a nakon skladištenja 57% (manja za 6,6%), ali bez statistički značajne razlike između uzoraka ($p > 0.05$) što pokazuje da je očuvana biološka funkcija zrna tokom tri meseca skladištenja u nepovoljnim uslovima.



Grafikon 1. Klijavost zrna heljde u zavisnosti od vremena skladištenja

Figure 1. Germination of buckwheat grains depending on storage time

U istraživanju su ispitivane sledeće fizičke osobine zrna heljde: masa 1000 zrna, hektolitarska masa i dimenzije zrna: dužina, širina i debljina (Tabela 3). Masa 1000 zrna i hektolitarske mase testiranih uzoraka su bile niže u odnosu na prethodna istraživanja za istu sortu (Popović i sar., 2013). Masa 1000 zrna pre skladištenja iznosila je 24,45 g, a u prethodnoj studiji od 24-30 g. Takođe i hektolitarska masa je bila niža, 143,0 g, a u prethodnoj studiji 179,97-180,33 što se može objasniti nepovoljnim uslovima u fazi nalivanja zrna.

Nakon tri meseca skladištenja masa 1000 zrna smanjena je za 0,20 g (0,81%) i nije bilo statistički značajno. Kod ostalih ispitivanih parametara nakon skladištenja takođe je došlo do neznatnog smanjenja vrednosti. Dužina zrna se smanjila za 0,37%, širina za 0,22% i debljina za 0,59%. Dobijeni podaci ukazuju da režim skladištenja nije značajno uticao na ispitivana svojstva što produžava rok upotrebe heljde kao sirovine za proizvodnju hrane.

Tabela 3. Fizička svojstva zrna heljde u zavisnosti od vremena skladištenja
 Table 3. Physical properties of buckwheat grains depending on storage time

| Parametar | Mesec | | |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | 0 | 3 | |
| Masa(1000 zrna) (g) | 24,45 ± 0,110 ^{NS} | 24,25 ± 0,064 ^{NS} | |
| Hektolitarska masa (g) | 143,00 ± 0,50 ^{NS} | 142,50 ± 0,55 ^{NS} | |
| Dimenzije | Dužina (mm) | 5,33 ± 0,072 ^{NS} | 5,31 ± 0,074 ^{NS} |
| | Širina (mm) | 4,37 ± 0,051 ^{NS} | 4,36 ± 0,051 ^{NS} |
| | Debljina (mm) | 3,38 ± 0,026 ^{NS} | 3,36 ± 0,044 ^{NS} |

^{NS} - nema značajne razlike

U tabeli 4 prikazana je promena hemijskih svojstva zrna heljde u zavisnosti od vremena skladištenja. Vrednosti ispitanih parametara su opadali tokom vremena skladištenja, sa izuzetkom sadržaja pepela čija vrednost je rasla. Statistički značajne razlike uočene su samo za sadržaj vlage, pepela, proteina i lipida ($p < 0,05$). Sadržaj vlage je tokom skladištenja smanjen sa 10,21% na 9,09%, dok je sadržaj pepela povećan za 30%. Sadržaj proteina se smanjio sa 12,1% na 11,46% a lipida sa 3,09 na 2,78%. Ovi rezul-

tati su u saglasnosti sa prethodnim studijama (Rehman 2006; Rakić et al., 2014). Sadržaj vode je očekivano smanjen, s' obzirom na to da su uzorci bili izloženi povišenoj temperaturi, što je uslovalo povećanje sadržaja pepela. Tokom skladištenja zrna heljde došlo je do smanjenja pH sa 6,74 na 6,63, dok se vrednost alkoholne kiselosti blago povećala, što je i očekivano jer odražava nivo svežine testiranog uzorka, ali utvrđene razlike nisu bile statistički značajne.

Tabela 4. Hemijska svojstva zrna heljde u zavisnosti od vremena skladištenja
 Table 4. Chemical properties of buckwheat grains depending on storage time

| Parametar | Mesec | |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | 0 | 3 |
| pH vrednost | 6,74 ± 0,059 ^{NS} | 6,63 ± 0,046 ^{NS} |
| Ukupna alkoholna kiselost, % SM | 1,18 ± 0,081 ^{NS} | 1,35 ± 0,100 ^{NS} |
| Vlaga, % SM | 10,21 ± 0,006 ^b | 9,09 ± 0,020 ^a |
| Proteini, % SM | 12,10 ± 0,258 ^{NS} | 11,46 ± 0,550 ^{NS} |
| Lipidi, % SM | 3,09 ± 0,136 ^{NS} | 2,78 ± 0,236 ^{NS} |
| Pepeo, % SM | 2,39 ± 0,303 ^a | 3,09 ± 0,136 ^b |

^{NS} - nema značajne razlike; a,b - srednje vrednosti unutar istog reda sa različitim superskriptima značajno se razlikuju ($p < 0,05$); SM - suva materija

Način skladištenja zrna heljde može negativno da utiče na biološka svojstva i kvalitet, kao i fiziološko starenje njegovih ćelija. Jevđović i Maletić (2003) su konstatovali da je seme

heljde starije od dve godine brzo gubilo proizvodne osobine (energija klijanja i ukupno klijanje) i da su toliko oslabile da ono više nije bilo za setvu.

Zaključak

Rezultati su pokazali da je nedostatak padavina u kritičnim fazama razvoja i nalivanja zrna uticao na smanjen prinos u odnosu na potencijal testirane sorte. Tokom skladištenja zrna heljde pri definisanim uslovima uočavaju se promene u hemijskim svojstvima (pH

vrednost, ukupna alkoholna kiselost, sadržaj vode, nivo proteina, sadržaj ukupnih lipida i pepela). Nakon tri meseca skladištenja došlo je i do smanjenja klijavosti kao i ispitivanih fizičkih osobina zrna: mase 1000 zrna, dužine, širine i debljine zrna, ali bez statistički značaj-

nih razlika. Ovi rezultati su važni za planiranje manipulacije zrnom heljde, zatim skladištenja i to pre svega zapremine i parametara režima čuvanja zrna do njegove upotrebe. Ispitivani parametri hemijskih svojstava zrna su opadali tokom skladištenja, sa izuzetkom za sadržaj pepela čija vrednost je rasla. Primenom *t* testa utvrđene su statistički značajne razlike za promene sadržaja vlage, pepela, ulja i proteina tokom perioda čuvanja zrna u nepovoljnim uslovima skladištenja. Može se zaključiti da je uočen negativan trend kod svih ispitivanih parametara, ali da je zrno heljde i nakon tri meseca čivanja u nepovoljnim uslovima zadržalo

svoju biološku vitalnost-vijabilnost semena. Ovo se ne može reći i za osnovni hemijski sastav zrna (proteini i lipidi), pa se može zaključiti da nepovoljni uslovi skladištenja loše utiču na kvalitet zrna heljde kao sirovine za dalje korišćenje. Takođe su smanjene vrednosti pH i ukupne alkoholne kiselosti. Dobijeni rezultati ovih istraživanja mogu biti dobra smernica kako oplemenjivačima heljde tako i proizvođačima i prerađivačkoj industriji u pravcu definisanja uslova proizvodnje, manipulacije i čuvanja zrna heljde u adekvatnim skladišnim uslovima koji se odražavaju na krajnji kvalitet zrna važan za prerađivačku i krajnjeg korisnika.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2023. godini između Instituta za primenu nauke u poljoprivredi i

Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu sa Ministarstvom nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, evidencioni broj ugovora: 451-03-47/2023-01/200045 i 200116.

Literatura

Aksentijević S, Kiurski J, Šarenac T (2017): Plodnost zemljišta – uslov za održivi razvoj. *Ekonomija: teorija i praksa*, 10(4): 1–16.

AOAC 943.02: PH of flour - Potentiometric method. AOAC Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.

Beitane I, Krumina-Zemtura G, Kruma Z, Cinmanis I (2018): Phenol Content Buckwheat Flour. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences Section B Natural Exact and Applied Sciences*, 72 (2): 75-79.

Engner H, Riehm H, Domingo WR (1960): Investigations of the chemical soil analysis as a basis for the evaluation of nutrient status in soil. II. Chemical retraction methods for phosphorus and potassium determination. *K. Lantbruks. Hogsk. Ann.*, 26: 199-215.

FAO, FAOSTAT (2021.): <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>, (7.08.2023).

Fleurat-Lessard F (2002): Qualitative reasoning and integrated management of the quality of stored grain: A promising new approach. *Journal of Stored Products Research*, 38(3): 191–218.

Glamočlija Đ, Glamočlija M, Cvijanović G (2011): Heljda. *Poljoprivredni fakultet, Zemun*.

Glamočlija Đ, Janković S, Pivić R (2012): Alternativna žita: privredni značaj, uslovi uspevanja, vrste i agrotehnika. *Institut za zemljište, Beograd*, 1-118.

Ikanović J, Rakić S, Popović V, Janković S, Glamočlija Đ, Kuzevski J (2013): Agro-ecological conditions and morpho-productive properties of buckwheat. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29(3): 555-562.

IS 12711:1989 - Bakery products - Methods of analysis (Foodgrains, Starches and Ready to Eat Foods): 14. Determination of Alcoholic Acidity. *Bureau of Indian Standards, New Delhi*.

- ISO 20483: 2013. Cereals and pulses — Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content — Kjeldahl method. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 24333:2009, Cereals and cereal products – Sampling.
- ISTA 1986: ISTA handbook on seed sampling. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.
- Janković S, Glamočlija, Ikanović J, Rakić S (2019): Sekundarni ratarski proizvodi. Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd, 1-386.
- Jevđović R, Maletić O (2003): Effect of buckwheat seed storage duration on its quality. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 48(2): 135-141.
- Kaluđerski G, Filipović N (1998): Methods of analysis grain quality. Novi Sad: University of Novi Sad.
- Li W, Cao F, Fan J, Ouyang S, Luo Q, Zheng J, Zhang G (2014): Physically modified common buckwheat starch and their physicochemical and structural properties, *Food Hydrocoll*, 40: 237–244.
- Lingua MS, Gies M, Descalzo AM, Servent A, Páez RB, Baroni MV, Dhuique-Mayer C (2022): Impact of storage on the functional characteristics of a fermented cereal product with probiotic potential, containing fruits and phytosterols. *Food Chemistry*, 370: 130993.
- Liu F, He C, Wang L, Wang M (2018): Effect of milling method on the chemical composition and antioxidant capacity of Tartary buckwheat flour. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(11): 2457-2464.
- Ma Q, Yu Y, Zhou Z, Wang L, Cao R (2023): Effects of different treatments on composition, physicochemical and biological properties of soluble dietary fiber in buckwheat bran. *Food Bioscience*, 53: 102517.
- McGorrin RJ (2019): Key aroma compounds in oats and oat cereals. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67(50): 13778-137.
- Ping-Ping T, Yang-Yong L, Wen-Jing Y, Shuai-Bing Z, Yuan-Sen H (2019): Effect of artificial aging on wheat quality deterioration during storage. *Journal of Stored Products Research*, 80: 50-56.
- Popović V, Sikora V, Adamović D, Glamočlija Đ, Ikanović J, Đekić V (2013b): Efekat folijarne prihrane na prinose i kvalitet heljde u organskom sistemu gajenja. *Bilten za alternativne biljne vrste*, 45(86): 83-92.
- Popović V, Sikora V, Berenji J, Glamočlija Đ, Marić V (2013): Uticaj ekoloških faktora na produktivnost semena heljde u konvencionalnom i organskom sistemu gajenja. *Radovi sa XXVII savetovanja agronoma, veterinarara, tehnologa i agroekonomista*, 19(1-2): 155.
- Popović V, Sikora V, Glamočlija Đ, Ikanović J, Filipović V, Simić D, Tabaković M (2013c): Influence of agro-ecological conditions and foliar fertilization on yield and yield components of buckwheat in conventional and organic cropping system. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29(3): 537-546.
- Rachman A, Chen LJ, Brennan M, Brennan C (2020): Effects of addition of buckwheat bran on physicochemical, pasting properties and starch digestion of buckwheat gels. *European Food Research and Technology*, 246: 2111–2117.
- Rakić S, Janković S, Demin M, Bucalo D, Maslovarić M (2012a): Quality and condition of wheat grain (*Triticum* spp.) during storage. *Biotechnology in animal husbandry*, 28(3): 595-602.
- Rakić S, Janković S, Krivokapić M, Jovanović R, Ikanović J (2012b): Grain Quality and

- Status of Oats (*Avena sativa* L.) During Storage. *Biotechnology in animal husbandry*, 28(4): 863-871.
- Rakić S, Janković S, Marčetić M, Živković D, Kuzevski J (2014): The impact of storage on the primary and secondary metabolites, antioxidant activity and digestibility of oat grains (*Avena sativa*). *Journal of Functional Foods*, 7: 373-380.
- Rakić S, Janković S, Milovanović M (2005): Antioksidativna aktivnost ekstrakata ovsa, heljde i hrastovog žira. VI Simpozijum Savremene tehnologije i privredni razvoj. Leskovac 21-22 oktobar. 101-102.
- Rehman U (2006): Storage effects on nutritional quality of commonly consumed cereals. *Food Chemistry*, 95: 53-57.
- Uredba o sistemskom pracenju stanja i kvaliteta zemljišta; Sl. gl.RS, br 88/2020 <https://www.paragraf.rs/propisi/uredba-sistemskom-pracenju-stanja-kvaliteta-zemljista.html>
- Zhang W, Zhu Y, Liu Q, Bao J, Liu Q (2017): Identification and quantification of polyphenols in hull, bran and endosperm of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) seeds. *Journal of Functional Foods*, 38: 363-369.
- Чевочкин АА (2008): Комплексная технология переработки гречихи с утилизацией лузги (Doctoral dissertation, Моск. гос. ун-т пищевых пр-в (МГУПП)).

PRODUCTIVE PROPERTIES OF BUCKWHEAT AND INFLUENCE OF STORAGE ON FUNCTIONAL STATE OF GRAINS

Radojica Rakić, Snežana Janković, Sveto Rakić, Divna Simić, Boris Pisinov, Marjenka Tabaković, Gordana Kulić

Summary

To evaluate the quality change of the stored buckwheat grain, the artificial ageing treatment was applied to accelerate these processes. The biological, physical and chemical properties of the grains were examined. For this study, a field experiment was set up in Topola on a smonica-type land, according to a randomized block system in three replications, with a plot size of 120 m² during the production year 2022. This year was marked by unfavourable conditions for buckwheat production, which affected the average yield, which was 1.86 t ha⁻¹. After three months of storage, grain germination was reduced by 6.6%, 1000 grain weight by 0.81%, grain length by 0.37%, width by 0.22% and thickness by 0.59%. The examined parameters of chemical properties decreased during the storage time, except the ash content, the value of which increased by 30%. Moisture content was reduced from 10.21% to 9.09%, protein from 12.1 to 11.46%, and lipid from 3.09 to 2.78%. The pH value decreased from 6.74 to 6.63, and the total alcoholic acidity from 1.35 to 1.18. The results of this research on the storage of buckwheat grains can be used in the development of new, improved varieties, as well as processors who use this raw material for their products.

Key words: Buckwheat, storage, grain yield, functional properties, quality

Primljen: 21.08.2023.
Prihvaćen: 24.11.2023.