

Hemijski sastav heljde sa nutritivnog aspekta

Jelena Golijan,
Aleksandar Ž. Kostić,
Ljubiša Živanović

Poljoprivredni fakultet,
Univerzitet u Beogradu,
Nemanjina 6, 11080 Zemun

Kontakt adresa:
Jelena Golijan, Poljoprivredni fakultet,
Univerzitet u Beogradu, Nemanjina 6,
11080 Zemun, Srbija
Tel: 063 1501988
E-mail: helena.ilios@gmail.com

Kratak sadržaj

Heljda, vekovima poznato alternativno žito iz porodice Polygonaceae, poslednjih godina beleži sve veći rast proizvodnje na globalnom nivou. Najviše se gaji radi zrna, koje se daljim postupcima prerađuje u brašno, a zatim i u brojne proizvode (nudle, palačinke, keks, kašu, supu itd.) čija se konzumacija razlikuje u zemljama širom sveta. Heljda je alternativno žito izraženih nutritivnih vrednosti, usled visokog sadržaja visokovrednih proteina, vitamina, flavonoida, fitosterola, prehrambenih vlakana i obilja antioksidanasa, naročito rutina-usled čega poseduje brojne pozitivne i zaštitne efekte po ljudsko zdravlje. Naročito važnu ulogu ima u regulaciji dijabetesa, smanjenju nivoa holesterola u serumu, smanjenju hipertenzije, a ispoljava i antikancerogeno, antiinflamatorno i neuroprotektivno dejstvo. S obzirom na to da ne sadrži gluten, za razliku od drugih vrsta žita, heljda je pogodna u ishrani osoba alergičnih na ovu vrstu proteina. Cilj ovog rada je da kroz pregled hemijskog profila heljde ukaže na značaj njenog konzumiranja u svakodnevnoj ishrani.

Ključne reči: heljda, proteini, lipidi, minerali, vitamini, polifenoli

Uvod

Heljda (*Polygonum fagopyrum* L.) vodi poreklo iz Kine. Obuhvata dva roda iz porodice *Polygonaceae*: evroazijski rod *Fagopyrum* i severnoamerički rod *Eriogonum*. Kao gajena biljka brdsko-planinskih područja, u zapadne zemlje dospela je iz Kine, odakle potiče njena divlja forma, dok se samonikle vrste i u današnje vreme mogu naći na Himalajima, na oko 4500 m nadmorske visine [1]. Više od 90% svetske proizvodnje heljde zauzima obična heljda *Fagopyrum esculentum* Moench, dok se *Fagopyrum tataricum* Gaertn (tatarska ili gorka heljda) manje gaji, uglavnom u planinskim krajevima [2, 3, 4]. Poslednjih godina je zabeležen sve veći rast proizvodnje heljde u čitavom svetu, usled povećane zainteresovanosti za organsku proizvodnju [5], alternativne kulture, stari i tradicionalni način ishrane, kao i pozitivan uticaj na ljudsko zdravlje [6, 7], te se prema poslednjim podacima heljda gaji na oko dva miliona ha. Najveći proizvođač heljde u svetu je Rusija, dok Kina zauzima drugo mesto (površine pod ovom vrstom zauzimaju 10,2 miliona ha, dok proizvodnja varira u rasponu od 0.6 do 0.95 miliona tona), a zatim slede Brazil, Poljska, Francuska, Japan i SAD [8]. Idealna je namirnica za spremanje zdravih i dijetalnih jela, a ima široku primenu i u medicini, jer je mnogobrojnim naučnim istraživanjima potvrđeno njeno lekovito dejstvo u smanjenju brojnih zdravstvenih problema, kao što su redukcija visokog nivoa holesterola u krvi [9], neuroprotektivno, antikancerogeno i antiinflamatorno dejstvo, regulacija dijabetesa, sniženje nivoa glukoze u krvi i poboljšanje stanja hipertenzije [10]. Potvrda ogromnog značaja ove biljke u medicini je podatak da je u Nemačkoj 1999. godine proglašena lekovitom biljkom godine [11]. U današnje vreme, najviše se gaji zbog zrna, koje se nakon ljušćenja prerađuje u

brašno, dok se priprema i konzumacija razlikuju od zemlje do zemlje [12]. Tako se npr. brašno koristi za spravljanje nudli u Japanu i Kini, za palačinke i keks u Evropi i Severnoj Americi, za kašu i supu u Rusiji i Poljskoj, a u Indiji za proizvodnju beskvasnih "chapattis" hlebova [8]. Od izuzetno velikog značaja je podatak da heljda predstavlja jednu od najvažnijih medonosnih biljaka, čiji je med izuzetno cenjen kako zbog svog izuzetnog ukusa, arome i mirisa, tako i zbog svog antiinflamatornog dejstva [13]. Nutritivne vrednosti oljuštenog zrna variraju u zavisnosti od sadržaja pojedinih komponenti, koje zavise od vrste heljde, klimatskih uslova i tehnologije proizvodnje. Tako npr. oljušteno zrno heljde sadrži 55% skroba, 12% proteina, 4% lipida, 2% rastvorljivih ugljenih hidrata, 7% ukupnih prehrambenih vlakana, 2% pepela i 18% ostalih komponenti u koje se ubrajaju organske kiseline, polifenolna jedinjenja, tanini, nukleotidi i nukleinske kiseline [14]. Sa nutritivnog aspekta, usled sadržaja visokokvalitetnih proteina, flavonoida, fitosterola i tiamin-vezujućih proteina, heljda poseduje potencijal visokovredne sirovine, pogodne za proizvodnju niza funkcionalnih komponenti i finalnih proizvoda. Smatra se funkcionalnom sirovinom usled činjenice da sadrži visokovredne proteine, vitamine i prehrambena vlakna, obilje antioksidanasa (među kojima se izdvajaju tokoferoli i polifenolna jedinjenja, dok su rutin i kvercetin dominantni), a ne sadrži gluten [15].

Proteini

U odnosu na ostale vrste žita, sa nutritivnog aspekta, proteini heljde su visokokvalitetni, za čiju je visoku biološku vrednost odgovoran dobro izbalansiran aminokiselinski sastav (biološka vrednost-BV proteina heljde

znatno je viša (BV 86) u odnosu na biološku vrednost proteina pravih i prosolikih žita (BV 62-67) [16]. Ovoj činjenici doprinosi podatak da je lizin prisutan u izuzetno visokim koncentracijama, koji je uz arginin, prva limitirajuća aminokiselina u biljnim vrstama. Bonafacia i sar. [3] navode da se visok sadržaj lizina u rasponu od 6 mg/100 g proteina nalazi u obe vrste heljde (Tab. 1). Nasuprot tome, heljda sadrži znatno manje glutamina i prolina u odnosu na pšenicu, dok su treonin i metionin prva i druga limitirajuća aminokiselina, respektivno [17].

U zavisnosti od sorte, sadržaj proteina u heljdi kreće se u rasponu od 8.51% do 18.87% [2]. Najzastupljeniji proteini heljde su globulini, a kod ostalih prosolikih žita prolamini. Takođe, heljda obiluje proteazama, lipazama, lipooksigenazama i inhibitorima enzima [12]. Sadržaj proteina u heljdinom brašnu znatno je viši u odnosu na sadržaj istih u kukuruznom, pšeničnom i pirinčanom brašnu i brašnu od sirka i prosa, dok je niži jedino u poređenju sa ovsenim brašnom [2]. Odnosi lizin/arginin i metionin/glicin u proteinima heljde niži su nego u proteinima drugih biljaka, što ima pozitivan efekat pri snižavanju sadržaja holesterola, jer se spomenuti odnosi aminokiselina uzimaju kao kritični faktori pri određivanju efekata biljnih proteina na snižavanje sadržaja holesterola [18]. Tiamin – vezujući protein iz heljde mogu se koristiti u lečenju osoba koje boluju od nedostatka tiamina u organizmu [2]. S obzirom da heljda ne sadrži gluten, a takođe ima i nizak sadržaj prolamina, ističe se kao važna namirnica u ishrani osoba obolelih od celijakije [19], u prilog čemu govore i imunološki testovi kojima je potvrđeno da heljda ne sadrži toksične prolamine, što je veoma bitno za osobe koje boluju od ove vrste bolesti [17]. Proteini heljde ne samo da snižavaju nivo holesterola u krvi, već imaju i pozitivne efekte kod hroničnih bolesti, kao što su dijabetes, hipertenzija i mnoge druge kardiovaskularne bolesti [4].

Ugljeni hidrati

Skrob predstavlja glavnu ugljeno-hidratnu komponentu heljde. Prisutan je u sličnim količinama kao u pravih i prosolikih žita, međutim, nivo rezistentnog skroba, D-hidro-inozitola i fagopiritola je izuzetno visok u zrnu heljde. Tatarska heljda sadrži veću količinu skroba u odnosu na običnu heljdu. Celo samleveno zrno heljde sadrži 55% skroba, dok se komercijalno belo brašno uglavnom sastoji od 75% skroba, 6% proteina, 1% lipida, 1% rastvorljivih ugljenih hidrata, 3% ukupnih dijetetskih vlakana, 1% pepela i 13% ostalih komponenti (Tab. 2). S druge strane, crno brašno sadrži 18% skroba, 36% proteina, 11% lipida, 6% rastvorljivih ugljenih hidrata, 15% ukupnih dijetetskih vlakana, 7% pepela i 7% ostalih komponenti [2]. Oljušteno zrno heljde sadrži oko 7% prehrambenih vlakana, pri čemu su 2.2% nerastvorljiva, a 4.8% rastvorljiva prehrambena vlakna [20]. Prema nutritivnom aspektu, postoje tri vrste skroba: 1) brzo svarljivi skrob, 2) sporo svarljivi skrob i 3) rezistentni skrob (ne apsorbuje se u tankom crevu, a dostupan je tek nakon delovanja mikroflore debelog creva). Sirovo olju-

šteno zrno heljde sadrži 33-38% rezistentnog skroba, čiji se sadržaj smanjuje na 7-10% nakon termičke obrade, dok se povećava udeo retrogradnog skroba na 4-7% [16, 20]. Heljda se preporučuje u ishrani osoba kod kojih je potrebno obezbediti nizak glikemijski indeks, usled pretpostavke da se kod ljudi, prirodni skrob iz sirovog zrna može potpuno svariti za razliku od termički tretirane heljde u kojoj je ovaj skrob nesvarljiv [15]. U embrionu su koncentrisani rastvorljivi ugljeni hidrati, saharoza i fagopiritoli, čija je koncentracija najveća u mekinjama, dok je niska u enospermu. U spoljašnjim delovima zrna, perikarpu i perispermu nalaze se prehrambena vlakna, dok se u klici nalaze rastvorljivi ugljeni hidrati (1-6%), saharoza i fagopiritoli. Najzastupljeniji fagopiritoli su Fagopiritol A1 i Fagopiritol B1, pri čemu izuzetan značaj ima Fagopiritol A1, koji pomaže u lečenju dijabetesa i sindroma policističnih jajnika [21]. S obzirom na to da je skrob koncentrisan u centralnom endospermu, belo brašno i krupica se pretežno sastoje od skroba, dok su celuloza i necelulozni polisaharidi koncentrisani u tkivima sa debljim ćelijskim zidovima, kao što su aleuronski sloj, semenjača i perikarp [20]. Koncentracija rastvorljivih dijetetskih vlakana u heljdinim mekinjama kreće se u rasponu od 7.7 do 9.2% i veća je u odnosu na sadržaj u pšeničnim mekinjama (gde iznosi 4.3%), dok je u ovsenim nešto sličniji sadržaj (7.2%), ali ipak manji u odnosu na sadržaj u heljdinim mekinjama [2].

Lipidi

Lipidi heljde nalaze se u klici, i ima ih u proseku od 7 do 14%. Heljda sadrži visok nivo esencijalnih polinezasićenih masnih kiselina, kao što je linolna kiselina (18:2). Zrno heljde sadrži 1.5 do 4% ukupnih lipida, 2.5% slobodnih lipida, dok se vezani lipidi nalaze u količini od 1.3% (u odnosu na suhu materiju). Sadržaj ukupnih lipida u heljdinom brašnu nešto je viši od 3%. U mekinjama se nalazi najveća količina lipida, dok je najmanja detektovana u ljusci – svega 0.4-0.9% [3,15]. Sadržaj vezanih lipida je dvostruko veći od sadržaja slobodnih lipida, pri čemu se sadržaj slobodne lipidne frakcije nakon hidrotermalne obrade povećava [15]. Zrno heljde sadrži 80% nezasićenih masnih kiselina, dok se linolna kiselina, kao polinezasićena, esencijalna, nalazi u količini od preko 40% [20]. Glavna komponenta u neutralnoj lipidnoj frakciji su triacilgliceridi u kojima su zastupljene masne kiseline sa lancima dužine od C12 do C22. Dominantna uloga pripada oleinskoj (42%), linolnoj (32%) i palmitinskoj kiselini (16%), čineći 88% ukupnih masnih kiselina zrna heljde [15, 22]. Sastav masnih kiselina zrna heljde nutritivno je značajno bolji nego u zrnu žita. Smatra se da masne kiseline koje sadrži heljda, imaju veoma bitnu ulogu u prevenciji kancera dojke, prostate i debelog creva. Takođe, n-3 (ω -3) i n-6 (ω -6) polinezasićene masne kiseline često se nazivaju faktorima modulacije imunološkog sistema ljudi [23]. U tabeli 3 dat je prikaz uporednog sastava masnih kiselina u običnoj i tatarskoj heljdi, pri čemu su nezasićene masne kiseline (C18:1, C18:2, C18:3, C20:1) dominantne kod obične

heljde, dok se kod tatarske heljde nalazi manja količina nezasićenih masnih kiselina, a više uobičajenih zasićenih masnih kiselina sa C16:0 i C18:0, što se ogleda kroz odnos nezasićene/zasićene masne kiseline [3].

Vitamini

Heljda predstavlja važan izvor vitamina, naročito B grupe, a zatim vitamina C i E. U perifernim delovima endosperma i klice nalaze se vitamini B grupe, te tako oljušteno zrno heljde sadrži oko 4 mg/100 g vitamina B grupe [15]. U tatarskoj heljdi nalazi se veća koncentracija vitamina B grupe u odnosu na običnu heljdu, te tako mekinje od heljde sadrže dnevnu terapijsku dozu (6%) neophodnu za smanjenje nivoa homocisteina u krvi [24]. Ukupan sadržaj vitamina B grupe u heljdi kreće se u sledećim granicama: B₁ (2,2–3,3 μg g⁻¹ suve materije), B₂ (10,6 μg g⁻¹ suve materije), B₃ (18 μg g⁻¹), B₅ (11 μg g⁻¹) and B₆ (1,5 μg g⁻¹) [14]. Vitamini B₁ (čvrsto je vezan za tiamin-vezujuće proteine zrna heljde, te je zbog toga stabilan tokom skladištenja), B₂ i B₆ su skladišteni u perifernim delovima endosperma i embriona, usled čega se najveća količina ovih vitamina nalazi u mekinjama [4]. Ukupna količina vitamina B₁ i B₆ povećava se sa klijanjem heljde, a takođe i vitamina C, koji se u mladim biljkama nalazi u količini od 25mg/100 g (u zrnu 10 mg/100g). Sadržaj vitamina E u heljdi znatno je viši u odnosu na sadržaj u pšenici, ječmu, ovsu i raži, te tako količina ovog vitamina u oljuštenom zrnu heljde iznosi 5,46 mg/100 g oljuštenog zrna, dok sadržaj ukupnih tokoferola u mlevenim frakcijama heljde iznosi od 9,95 do 34,4 μg/g [25]. Najzastupljeniji tokoferol u heljdi je γ-tokoferol (γ- > α- >> δ) [26].

Minerali

Minerali se nakupljaju u embrionu semena, uglavnom kao fitati deponovani u proteinskim telima [2]. Heljdu odlikuje izuzetno visok sadržaj minerala, koji se primarno nalaze u omotaču ploda i omotaču semena, usled čega mekinje obiluju mineralnim materijama [4]. Sadržaj minerala u zrnu heljde i njegovim morfološkim frakcijama (suva baza) kreće se u sledećim granicama: plod 2-2,5%, seme 1,8-2% i brašno 0,9% [4]. S obzirom na to da je sadržaj kao i sastav minerala nejednak u dobijenim frakcijama nakon mlevenja zrna heljde (frakcije nakon mlevenja zrna heljde sadrže razne proporcije centralnog endosperma, embriona i materinskih tkiva, te tako klica i aleuronski sloj u zreloom zrnu sadrže većinu proteina, minerala i lipida). Ovaj podatak treba imati u vidu prilikom kreiranja proizvoda od heljde. Tako npr. brašno koje sadrži veći udeo spoljašnjih delova zrna, sadrži i više minerala [27]. U heljdi se nalazi visoka koncentracija minerala, kao što su K, Mg, P, Fe, Ca, Cu, Zn, Se, Ba, B, I, Pt, Co, koji su uglavnom koncentrisani u semenjači [3, 4, 20]. U poređenju sa ostalim vrstama žita, heljda ima veći sadržaj većine minerala (naročito Mg, Zn, K, P, Cu, Mn), dok je jedino niži sadržaj Ca. Ispitivanjem mineralnog sastava frakcija nakon mlevenja

zrna tatarske i obične heljde, dokazano je da mekinje sadrže veću koncentraciju Se, Zn, Co, Ni, Rb i Sb u poređenju sa brašnom [3]. Cr i Se se nalaze u veoma niskim koncentracijama. Smatra se da je heljda bogat izvor K, Mg, Ca i Na, a najveća koncentracija P, K i Mg nalazi se u mekinjama. Ikeda i sar. [12] navode da 100 g heljdinog brašna može da obezbedi deo preporučene dnevne količine (RDA-Recommended Dietary Allowances): oko 21 do 28% Zn, 30 do 39% Cu, 40 do 53% Mn, 4% Ca, 75 do 100% Mg, 22% K i oko 59% P.

Fitosteroli

Fitosteroli izazivaju brojne pozitivne efekte na hronične bolesti, te tako na primer, usled antivirusnog dejstva olakšavaju rad imunološkog sistema, ili inhibiraju apsorpciju holesterola [2,4]. Prosečna količina fitosterola u ishrani iznosi oko 250 mg/dan [28]. Heljda predstavlja bogat izvor fitosterola. Iako su identifikovani u svim delovima zrna, njihova koncentracija se razlikuje u različitim delovima zrna heljde [29]. Najzastupljenija vrsta fitosterola u zrnu heljde je β-sitosterol, koncentrisan u klici i endospermu, i čini 70% ukupnih sterola. Sadržaj fitosterola u klici i endospermu povećava se sa rastom heljde, te se tako u periodu od 6-20 dana njegova količina poveća od 0 mg do 20 mg u endospermu, dok u embrionu ovo povećanje iznosi od 0 do 4mg (računato na suvoj bazi) [2]. Nakon ekstrakcije lipida, ukupan sadržaj sterola u oljuštenom zrnu heljde iznosi 700 mg/kg β-sitosterola, 95 mg/kg kampesterola, dok je stigmasterol zastupljen u tragovima [30]. Pošto fitosteroli ne mogu biti apsorbovani u ljudskom organizmu (naročito β-sitosterol), a poseduju sličnu hemijsku strukturu kao holesterol, iskazuju veoma jak inhibitorni efekat na apsorpciju holesterola, ali je za ovakav efekat neophodna veoma visoka doza β-sitosterola, te se konzumiranje proizvoda od heljde preporučuje radi smanjenja apsorpcije holesterola u crevnom traktu [15]. Džiedžić i sar. [31] navode da tehnološki proces utiče na ukupan sadržaj fitosterola, te je tako najveća koncentracija fitosterola zabeležena u lipidima ekstrahovanim nakon pečenja zrna (51,7 mg/g lipida).

Polifenolna jedinjenja

U grupi žita i alternativnih žita, heljda se izdvaja kao vrsta sa najboljim izvorom polifenola, visokog antioksidativnog kapaciteta, čiji sadržaj zavisi od vrste i sorte žita [32], kao i dela zrna, te se tako ukupan sadržaj polifenola ufrakcijama mlevenja heljde smanjuje sledećim redosledom: prikarp > celo zrno > oljušteno zrno > integralno brašno > belo brašno [33]. Heljda sadrži mnoštvo polifenolnih jedinjenja kao što su katehin, epikatehin, epikatehin galat, rutin, hiperozid, kvercetin i oligomere katehina i epikatehina [34]. Volmannova i sar. [35] navode da se ukupan sadržaj polifenola u ispitivanim genotipovima kretao u rasponu od 15874 mg/kg do 71359 mg/kg suve materije, dok su Kreft i Germ [36] u uzorcima semena heljde detektovali ukupan sa-

držaj polifenola u iznosu od 5000 mg/kg do 45000 mg/kg. Celo zrno heljde sadrži 2-5 puta više polifenolnih jedinjenja od ovsu i ječma, dok perikarp i mekinje heljde imaju 2-7 puta veću antioksidativnu aktivnost u poređenju sa ječmom, tritikaleom i ovsom [37]. Za heljdu je karakterističan veći sadržaj polifenola u semenjači u poređenju sa plodom. Heljda je izrazito bogata tanninima dok su dominantni polifenoli flavonoidi (Tab. 5) (ukupna koncentracija flavonoida u semenu iznosi 18.8 mg/100 g i u semenjači 74 mg/100 g suve mase [38] te se tako u tatarskoj heljdi njihov ukupan sadržaj može kretati i do 7%, a u oljuštenom zrnu oko 0.02%. Međutim, prema Kreft i sar. [33], visok antioksidativni kapacitet semena heljde povezan je naročito sa sadržajem rutina, koji se u tatarskoj heljdi može nalaziti u do 100 puta većoj koncentraciji u odnosu na običnu heljdu [40]. U zrnu obične heljde nalaze se flavonoidi, kao što su rutin (2.57 mg/g suve mase; 47 i 77 mg/100 g u semenu i semenjači; nije detektovan u žitima i alternativnim žitima), orientin, viteksin, kvercetin, izoviteksin i izoorientin [41]. Međutim, oljušteno zrno heljde sadrži samo rutin i izoviteksin, a nasuprot njemu, u perikarpu se nalaze svi detektovani flavonoidi heljde (rutin, orientin, viteksin, kvercetin, izoviteksin i izoorientin) [38]. Rutin, ne samo što poseduje antioksidativno svojstvo, već ima i niz pozitivnih efekata po ljudsko zdravlje, kao što su: smanjenje propustljivosti krvnih sudova, sniženje krvnog pritiska, smanjenje rizika od arteroskleroze, kao i antibakterijsko, antiinflamatorno i antialergijsko dejstvo [10, 42, 43, 44]. Takođe, konzumiranje heljde preporučuje se u profilaksi i tretmanu pacijenata koji boluju od dijabetesa, retinopatije, cerebralne ishemijske, poboljšanju stanja kod zatvora i gojaznosti, kao i u zaštiti edema nogu kod pacijenata sa hroničnom venskom insuficijencijom [34].

Zaključak

Heljda predstavlja vrstu alternativnog žita visoke nutritivne vrednosti, čiji je fitohemijski sastav sa nutritivnog aspekta znatno viši u odnosu na prava i prosolika žita, naročito u pogledu količine i kvaliteta proteina, vitamina, minerala (odlikuje je visok nivo K, Mg, P, Fe, Ca, Cu, Zn, Se, Ba, B, I, Pt, Co), fitosterola i antioksidanasa. Među antioksidansima se izdvajaju tokoferoli i polifenoli, od kojih je najznačajniji rutin. Rutin, osim što poseduje visok antioksidativni kapacitet, takođe ispoljava i brojne pozitivne efekte po ljudsko zdravlje, kao što su: sniženje krvnog pritiska, smanjenje propustljivosti krvnih sudova, smanjenje rizika od arteroskleroze, antialergijsko, antibakterijsko i antiinflamatorno dejstvo. Iz napred navedenog, preporučuje se dodavanje heljdinog brašna pekarskim i konditorskim proizvodima od ostalih vrsta žita, kako bi se povećao nutritivni potencijal namirnica, a time poboljšao i zdravstveni status stanovništva. Pošto glavni putevi biosinteze rutina još uvek predstavljaju veliki izazov istraživačima, genetičarima i oplemenjivačima u budućnosti se nameće zadatak kreiranja sorti sa povećanim sadržajem ovog polifenola.

Literatura

1. Glamočlija Đ. Posebno ratarstvo: žita i zrne mahunarke. Draganić, 2004, pp 301.
2. Krkoškova B, Mrázová Z. Prophylactic components of buckwheat. *Food Research International*, 2005;38(5): 561-568.
3. Bonafaccia G, Marocchini M, Kreft I. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food chemistry*, 2003; 80(1): 9-15.
4. Li SQ, Zhang QH. Advances in the development of functional foods from buckwheat. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2001; 41(6): 451-464.
5. Golijan J, Živanović LJ. Površine pod organskom proizvodnjom žita u Srbiji. *Agroekonomika*, 2017;46 (73): 1-10.
6. Golijan J. Motivi koji utiču na kupovinu organskih prehrambenih proizvoda. *Agroekonomika*, 2016;45 (72): 73-80.
7. Golijan J, Veličković M. Nutritivni sastav organski i konvencionalno proizvedenih namirnica. *Hrana i ishrana*, 2015; 56(2): 43-46.
8. FAO, 2017. <http://www.fao.org/traditional-crops/buckwheat/en/> Retrived 30.4.2017.
9. Zhang ZL, Zhou ML, Tang Y, Li FL, Tang YX, Shao JR, ... & Wu YM. Bioactive compounds in functional buckwheat food. *Food research international*, 2012; 49(1): 389-395.
10. Ishii S, Katsumura T, Shiozuka C, Ooyauchi K, Kawasaki K, Takigawa S i sar. Anti-inflammatory effect of buckwheat sprouts in lipopolysaccharide-activated human colon cancer cells and mice. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 2008; 72(12): 3148-3157.
11. Gadžo D. Savremene tehnologije u organskoj poljoprivredi: Uzgoj heljde, 2009. http://www.organsko.ba/index.php?option=com_content&view=article&id=23:uzgojheljde&catid=12:pisani-materijali&Itemid=25
12. Ikeda K. Buckwheat composition, chemistry, and processing. *Advances in food and nutrition research*, 2002; 44: 395-434.
13. Schramm DD, Karim M, Schrader HR, Holt RR, Cardetti M, Keen CL. Honey with high levels of antioxidants can provide protection to healthy human subjects. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2003; 51(6): 1732-1735.
14. Zhang ZL, Zhou ML, Tang Y, Li FL, Tang YX, Shao JR i sar. Bioactive compounds in functional buckwheat food. *Food research international*, 2012; 49(1): 389-395.
15. Christa K, Soral-Šmietana M. Buckwheat grains and buckwheat products—nutritional and prophylactic value of their components—a review. *Czech J Food Sci*, 2008; 26(3): 153-162.
16. Skrabanja V, Lærke HN, Kreft I. Protein-polyphenol interactions and in vivo digestibility of buckwheat grain proteins. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 2000; 440(7).
17. Aubrecht E, Biacs PA. Characterization of buckwheat grain proteins and its products. *Acta Alimentaria*, 2001; 30(1): 71-80.
18. Kato N, Iwami K. Resistant protein; its existence and function beneficial to health. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 2002; 48(1): 1-5.
19. Fasano A, Catassi C. Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterology*, 2001; 120(3): 636-651.

20. Steadman KJ, Burgoon MS, Lewis BA, Edwardson SE, Obendorf RL. Buckwheat seed milling fractions: description, macronutrient composition and dietary fibre. *Journal of Cereal Science*, 2001; 33(3): 271-278.
21. Obendorf RL, Steadman KJ, Fuller DJ, Horbowicz M, Lewis BA. Molecular structure of fagopyritol A1 (O- α -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 3)-D-chiro-inositol) by NMR. *Carbohydrate Research*, 2000; 328(4): 623-627.
22. Kim SL, Kim SK, Park CH. Comparisons of lipid, fatty acids and tocopherols of different buckwheat species. *Food Science and Biotechnology*, 2002; 11(4): 332-336.
23. Jelińska M. Kwasy tłuszczowe—czynniki modyfikujące procesy nowotworowe. *Biul. Wydz. Farm. AMW*, 2005; 1: 1-13.
24. Schnyder G, Roffi M, Pin R, Flammer Y, Lange H, Eberli FR i sar. Decreased rate of coronary restenosis after lowering of plasma homocysteine levels. *New England Journal of Medicine*, 2001; 345(22): 1593-1600.
25. Sedej I, Sakač M, Mandić A, Mišan A, Tumbas V, Čanadanović-Brunet J. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) grain and fractions: antioxidant compounds and activities. *Journal of Food Science*, 2012; 77(9).
26. Sedej I, Mandić A, Sakač M, Mišan A, Tumbas V. Comparison of antioxidant components and activity of buckwheat and wheat flours. *Cereal Chemistry*, 2010; 87(5): 387-392.
27. Van Hung P, Maeda T, Tsumori R, Morita N. Characteristics of fractionated flours from whole buckwheat grain using a gradual milling system and their application for noodle making. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2007; 87(15): 2823-2829.
28. Moreau RA, Singh V, Hicks KB. Comparison of oil and phytosterol levels in germplasm accessions of corn, teosinte, and Job's tears. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2001; 49(8): 3793-3795.
29. Jiang Y, Wang T. Phytosterols in cereal by-products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2005; 82(6): 439-444.
30. Horbowicz M, Brenac P, Obendorf RL. Fagopyritol B1, O- α -D-galactopyranosyl-(1 \rightarrow 2)-D-chiro-inositol, a galactosyl cyclitol in maturing buckwheat seeds associated with desiccation tolerance. *Planta*, 1998; 205(1): 1-11.
31. Dziedzic K, Gorecka D, Marques A, Rudzinska M, Podolska G. Content of Phytosterols in Raw and Roasted Buckwheat Groats and By-Products. *Czech Journal of Food Science*, 2015; 34(5): 424-430.
32. Golijan J, Kostić ŽA. Značaj polifenola iz žitarica u ljudskoj ishrani. *Hrana i ishrana*, 2016; 57 (2): 47-52.
33. Kreft S, Janeš D, Kreft I. The content of fagopyrin and polyphenols in common and tartary buckwheat sprouts. *Acta pharmaceutica*, 2013; 63(4): 553-560.
34. Pu F, Mishima K, Egashira N, Iwasaki K, Kaneko T, Uchida T i sar. Protective effect of buckwheat polyphenols against long-lasting impairment of spatial memory associated with hippocampal neuronal damage in rats subjected to repeated cerebral ischemia. *Journal of pharmacological sciences*, 2004; 94(4): 393-402.
35. Vollmannova A, Margitanova E, Tóth T, Timoracka M, Urminska D, Bojnánská T, Čičová I. Cultivar Influence on Total Polyphenol and Rutin Contents and Total Antioxidant Capacity in Buckwheat, Amaranth, and Quinoa Seeds. *Czech Journal of Food Science*, 2013; 31(6): 589-595.
36. Kreft I, Germ M. Organically grown buckwheat as a healthy food and a source of natural antioxidants. *Agronomski glasnik*, 2008; 70(4): 397-406.
37. Zduńczyk Z, Flis M, Zieliński H, Wróblewska M, Antoszkiewicz Z, Juśkiewicz J. In vitro antioxidant activities of barley, husked oat, naked oat, triticale, and buckwheat wastes and their influence on the growth and biomarkers of antioxidant status in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006; 54(12): 4168-4175.
38. Dietrych-Szostak D, Oleszek W. Effect of Processing on the Flavonoid Content in Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1999; 47(10): 4384-4387.
39. Giménez-Bastida JA, Zielinski H. Buckwheat as a functional food and its effects on health. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2015; 63(36): 7896-7913.
40. Liu B, Zhu Y. Extraction of flavonoids from flavonoid-rich parts in tartary buckwheat and identification of the main flavonoids. *Journal of Food Engineering*, 2007; 78(2): 584-587.
41. Park C, Kim Y, Choi Y, Heo K, Kim S, Lee K i sar. Rutin content in food products processed from groats, leaves, and flowers of buckwheat. *Fagopyrum*, 2000; 17: 63-66.
42. De Oliveira IRWZ, Fernandes SC, Vieira IC. Development of a biosensor based on glioperoxidase immobilized on chitosan chemically crosslinked with epichlorohydrin for determination of rutin. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 2006; 41(2):366-372.
43. Calabro ML, Tommasini S, Donato P, Stancanelli R, Raneri D, Catania S i sar. The rutin/ β -cyclodextrin interactions in fully aqueous solution: spectroscopic studies and biological assays. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 2005; 36(5): 1019-1027.
44. Abeywardena MY, Head RJ. Dietary polyunsaturated fatty acid and antioxidant modulation of vascular dysfunction in the spontaneously hypertensive rat. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA)*, 2001; 65(2): 91-97.
45. Archimowicz-Cyryłowska B, Adamek B, Drożdżik M, Samochowiec L, Wojcicki J. Clinical effect of buckwheat herb, Ruscus extract and troxerutin on retinopathy and lipids in diabetic patients. *Phytotherapy Research*, 1996; 10(8): 659-662.
46. Ihme N, Kiesewetter H, Jung FA, Hoffmann KH, Birk A, Müller A, Grützner KI. Legodema protection from a buckwheat herb tea in patients with chronic venous insufficiency: a single-centre, randomised, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *European journal of clinical pharmacology*, 1996; 50(6): 443-447.
47. Tomotake H, Shimaoka I, Kayashita J, Yokoyama F, Nakajoh M, Kato N. A buckwheat protein product suppresses gallstone formation and plasma cholesterol more strongly than soy protein isolate in hamsters. *The Journal of nutrition*, 2000; 130(7): 1670-1674.
48. Li CH, Matsui T, Matsumoto K, Yamasaki R, Kawasaki T. Latent production of angiotensin I-converting enzyme inhibitors from buckwheat protein. *Journal of Peptide Science*, 2002; 8(6): 267-274.
49. Mukoda T, Sun B, Ishiguro A. Antioxidant activities of buckwheat hull extract toward various oxidative stress in vitro and in vivo. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 2001; 24(3): 209-213.

CHEMICAL COMPOSITION OF BUCKWEAT WITH NUTRITIVE ASPECT

Jelena Golijan,
Aleksandar Ž. Kostić,
Ljubiša Živanović

Faculty of Agriculture –
University of Belgrade,
Nemanjina 6, 11080 Zemun –
Belgrade

Abstract

Buckwheat, centuries-old wheat cereals from the Polygonaceae family, has seen global production growth in recent years. Grain is mostly cultivated, which is further processed into flour, and then into numerous products (noodles, pancakes, biscuits, porridge, soup, etc.), which is consumed in countries around the world. Buckwheat is an alternative grain of high nutritional value, due to the high content of high-protein proteins, vitamins, flavonoids, phytosterols, dietary fiber, and abundance of antioxidants, especially rutin—due to its numerous positive and protective effects on human health. Particularly important role is in regulation of diabetes, reduction in serum cholesterol levels, reduction of hypertension, and also exhibits anticancer, antiinflammatory and neuroprotective effect. Since it does not contain gluten, unlike other types of grains, buckwheat is suitable for eating people allergic to this type of protein. The aim of this study is to review chemical composition of buckwheat and shows their importance for everyday consumption.

Key words: buckwheat, proteins, lipids, minerals, vitamins, polyphenols

PRILOG

Tabela 1. Aminokiselinski sastav proizvoda od obične i tatarske heljde (g/100 g proteina)

	Obična heljda		Tatarska heljda	
	Mekinje	Brašno	Mekinje	Brašno
Ala	4.35	4.63	4.31	4.69
Arg	10.5	9.91	11.0	9.63
Asp	10.3	10.2	10.1	10.3
Cys	2.06	2.73	2.61	2.66
Glu	18.8	17.6	18.4	17.1
Gly	6.11	6.09	6.01	5.92
His	2.66	2.47	2.73	2.62
Ile	3.77	3.93	3.96	4.23
Leu	6.51	6.92	6.35	7.11
Lys	5.47	5.84	5.88	6.18
Met	1.09	1.41	1.33	1.42
Phe	4.54	4.62	4.46	4.71
Pro	4.04	4.45	4.08	4.52
Ser	5.17	5.02	5.20	5.19
Thr	3.55	3.71	3.47	3.72
Tyr	2.71	2.70	2.85	2.87
Val	5.13	5.23	5.19	5.19

Izvor: Bonafaccia i sar., 2003. [3]

Tabela 2. Osnovni hemijski sastav proizvoda od obične i tatarske heljde: (A) krupica i (B) klijanac

Parametar	Nivo (%)	
	Obična heljda	Tatarska heljda
	(A) Krupica (suva masa)	
skrob	54.50	57.40
rastvorljivi ugljeni hidrati ^a	1.60	1.78
dijetetska vlakna	7.0	10.60
proteini	12.30	13.15
lipidi	3.80	3.84
pepeo	2.0	2.70
ostale komponente ^b	18.40	10.53
	(B) Klijanac (sveža masa)	
voda	92.80	
dijetetska vlakna	0.70	92.34
proteini	0.17	0.73
lipidi	0.38	0.14
pepeo	0.68	0.14
		0.49

^aUključujući saharozu i fagopiritole

^bOrganske kiseline, fenolna jedinjenja, tanini, fosforilovani šećeri, nukleotidi i nukleinske kiseline, kao i nepoznata jedinjenja.

Izvor: Giménez-Bastida i Zielinski, 2015. [37]

Tabela 3. Sastav masnih kiselina u običnoj i tatarskoj heljdi (g/100 g ukupnih masnih kiselina)

Masna kiselina	Obična heljda (%)	Tatarska heljda (%)
Miristinska(C 14:0)	0.0	0.0
Palmitinska (C16:0)	15.6	19.7
Palmitoleinska (C16:1)	0.0	0.0
Stearinska (C18:0)	2.0	3.0
Oleinska (C18:1)	37.0	35.2
Linolna (C18:2)	39.0	36.6
Linolenska (C18:3)	1.0	0.7
Arahidonska (C20:0)	1.8	1.8
Eikozenska (C20:1)	2.3	2.0
Behenska (C22:0)	1.1	0.8
Zasićene	20.5	25.3
Nezasićene	79.3	74.5
Nezasićene/Zasićene	3.87	2.94

Izvor: Bonafaccia i sar., 2003 [3]

Tabela 4. Sadržaj fitosterola u sirovoj i pečenoj heljdi (mg/g lipida)

Proizvodi od heljde	Kampesterol	Stigmasterol	Sitosterol	Sitostanol	Avenasterol	Δ-7-Stigmasterol	Cikloartanol
Sirovo zrno							
BG-I	2.53±0.05 ^{bc}	1.26 ± 0.06 ^d	20.48± 0.37 ^{ab}	0.87± 0.03 ^{abc}	1.20± 0.03 ^a	2.09± 0.03 ^b	1.38± 0.07 ^{ab}
RBGR-I	3.55 ± 0.12 ^d	0.72±0.0 ^{abc}	26.85± 1.02 ^{def}	0.79± 0.02 ^{ab}	3.20± 0.02 ^d	3.33± 0.18 ^d	1.93± 0.10 ^{bc}
RBH-I	2.57± 0.28 ^{bc}	6.26±0.2 ^e	25.16± 2.43 ^{cde}	1.11± 0.04 ^d	1.37± 0.15 ^a	1.30± 0.13 ^a	3.17± 0.05 ^d
Pečeno zrno							
BG-II	2.95±0.16 ^c	0.99± 0.06 ^{bcd}	27.33± 2.13 ^{def}	1.02± 0.06 ^{cd}	1.98± 0.18 ^b	2.85± 0.12 ^c	2.26± 0.11 ^c
RBGR-II	2.00±0.18 ^a	0.60±0.0 ^{ab}	20.09± 0.15 ^{ab}	0.80± 0.08 ^{ab}	2.53± 0.16 ^c	3.07± 0.11 ^{cd}	0.92± 0.02 ^a
RBH-II	2.98±0.13 ^c	8.87±0.26 ^f	29.15± 2.36 ^{ef}	1.83± 0.03 ^e	1.54± 0.04 ^a	1.45± 0.05 ^a	5.85± 0.72 ^e

Podaci su izraženi kao srednja vrednost± standardna devijacija, pri čemu postoji statistički značajna razlika na nivou $P < 0.05$; BG-I (raw **B**uckwheat **G**rains)-sirovo celo zrno heljde; BG-II (roasted **B**uckwheat **G**rains)-pečeno celo zrno heljde; RBGR-I (**R**aw **B**uckwheat **G**roats) sirovo oljušteno zrno heljde; RBGR-II (**R**oasted **B**uckwheat **G**roats)-pečeno oljušteno zrno heljde; RBH-I (**R**aw **B**uckwheat **H**ulls)-sirov omotač ploda; RBH-II (**R**oasted **B**uckwheat **H**ulls)-pečen omotač ploda

Izvor: Dziedzic i sar., 2015 [31].

Tabela 5. Koncentracija flavonoida u ljusci heljde (mg/100 g \pm standardna devijacija)^{a,b}

Jedinjenje	belo brašno	crno brašno		
	0	I	II	III
Rutin	32.95 \pm 0.92 ^c	32.27 \pm 0.38 ^c	29.48 \pm 2.50 ^b	26.25 \pm 1.20 ^a
Orintin	8.13 \pm 0.09 ^b	10.22 \pm 0.77 ^c	7.07 \pm 0.59 ^a	10.00 \pm 0.98 ^c
Viteksin	14.92 \pm 0.23 ^d	14.20 \pm 0.46 ^c	9.68 \pm 0.29 ^a	13.48 \pm 0.35 ^b
Kvercetin	2.72 \pm 0.15 ^a	3.24 \pm 0.33 ^{bc}	2.83 \pm 0.29 ^a	2.23 \pm 0.26 ^a
Izoorientin	8.08 \pm 0.23 ^d	6.97 \pm 0.30 ^b	5.21 \pm 0.16 ^a	7.73 \pm 0.20 ^c
Izoviteksin	7.22 \pm 0.38 ^c	7.17 \pm 0.35 ^c	5.42 \pm 0.29 ^a	6.17 \pm 0.20 ^b
Ukupno	74.01	74.07	59.69	65.86

^a0, semenjača ručno uklonjena; I-III, tretmani sa različitim temperaturnim režimima;

^bne postoji statistički značajna razlika, p=0.05.

Izvor: Dietrych-Szostak i sar., 1999 [38].