

Agrovoc descriptors: triticum spelta, fagopyrum esculentum, fagopyrum tataricum, buckwheat, antioxidants, polyphenols, phenolic compounds, tannins, bran, dietary fibres

Agris category code: F60, q04

Antioksidativni potencial otrobov pira, navadne in tatarske ajde

Lea LUKŠIČ¹

Received September 26, 2012; accepted February 25, 2013.

Delo je prispelo 26. septembra 2012, sprejeto 25. februarja 2013.

IZVLEČEK

Pira, navadna in tatarska ajda vsebujejo antioksidante in še nekatere snovi, ugodne za ohranjanje zdravja ljudi. V raziskovalni nalogi smo preučevali predvsem koliko in katere antioksidante vsebujejo otrobi posameznih vrst rastlin in v kakšnem zaporedju po količini antioksidantov, si vrste sledijo. Antioksidante smo tako v vzorcih rastlin določali spektrofotometrično. Ugotovili smo, da otrobi tatarske ajde vsebuje največ antioksidantov. Njena skupna antioksidativna aktivnost znaša 87,23 % DPPH razbarvanja, sledi ji navadna ajda z 11,71 % DPPH razbarvanja, najmanjšo skupno antioksidativno aktivnost pa ima pira z 1,01 % DPPH razbarvanja.

Ključne besede: antioksidanti, fenoli, polifenoli, tanini, navadna ajda, tatarska ajda, pira

ABSTRACT

ANTIOXIDATIVE POTENTIAL OF SPELT, COMMON BUCKWHEAT AND TARTARY BUCKWHEAT BRAN

Species as spelt, common buckwheat and tartary buckwheat contain antioxidants and some other substances, which are important for maintaining human health. In our research we tried to determine which and how many antioxidants contained bran and which species of plants contained the the highest quantity of antioxidants. We determined the amount of antioxidants in samples spectrophotometrically. We found out that bran of tartary buckwheat contained the the highest quantity of antioxidants. Total antioxidant activity of tartary buckwheat was 87.23 % DPPH discoloration, followed by common buckwheat with 11.71 % DPPH discoloration, and the lowest total antioxidant activity was found in spelt (1.01 % DPPH discoloration).

Key words: antioxidants, phenols, polyphenols, tannins, common buckwheat, tartary buckwheat, spelt

Prispevek je del magistrskega dela „Antioksidativni potencial pira (*Triticum aestivum* L. var. *spelta*), navadne ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)“, ki ga je pod mentorstvom akad. prof. dr. Ivana Krefta napisala Lea Lukšič.

The manuscript is a part of the master thesis „Antioxidative potential of spelt (*Triticum aestivum* L. var. *spelta*), common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)“ written by Lea Lukšič (supervisor: Prof. Ph. D. Ivan Kreft).

¹ mag., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, e-mail: leanextdoor@gmail.com

1 UVOD

Tržno zanimivejše postajajo zadnje čase nekatere stare poljščine, pa tudi neobičajne mlevske frakcije, kot so otrobi, ki niso v množični uporabi in katerih antioksidativni potencial smo preučevali v našem poskusu. Te rastline so navadna ajda (*Fagopyrum esculentum* Moench), tatarska ajda (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) in pira (*Triticum aestivum* L. var. *spelta*). Z vidika vnosa eksogenih antioksidantov v naš organizem je zlasti pomembna hrana rastlinskega izvora, ki vsebuje veliko teh snovi, zato smo od take hrane tudi močno odvisni. Količina antioksidantov, ki jih zaužijemo s hrano, je odvisna od vrste rastlin, od vsebnosti antioksidantov v rastlinah, kar je pri rastlinah genetsko pogojeno, vplivajo pa tudi ekološke razmere in agrotehnični dejavniki. Vsebnost antioksidantov je različna tudi v posameznih rastlinskih delih, zato je pomembno, katere rastlinske dele uporabimo v naši prehrani. Antioksidanti imajo pomembno vlogo tudi pri rastlinah, saj jih ščitijo pred poškodbami, ki bi lahko nastale pod vplivom ultravijoličnega sevanja (Kreft in sod., 2000).

Prosti radikali so ioni, atomi ali molekule z vsaj enim prostim elektronom brez para. To so visoko reaktivne molekule, ki poškodujejo celične strukture, vključno z nukleinskimi kislinami in geni. Prosti radikali nastajajo pri cepitvi kovalentne vezi. So rezultat normalne celične presnove (dihanje) in posledica dejavnikov okolja, kot so sevanje, toplota, kajenje, uživanja alkohola, zdravil, onesnaženega okolja in nekaterih drugih dejavnikov. V organizmu zdravega človeka so antioksidanti in prosti radikali v stalnem ravnotežju. Če se to ravnotežje poruši nastane za organizem neugodno stanje, ki ga imenujemo oksidativni stres. Antioksidanti ga preprečujejo z lovljenjem prostih radikalov v našem telesu (Korošec, 2000).

Antioksidanti se med presnovo pri ljudeh lahko kemijsko spremenijo pod vplivom prebavnih encimov ter drugih snovi, ki jih izloča organizem v prebavni trakt in zaradi različnih interakcij med snovmi. V debelem črevesu pri rastlinojedi in vsejedi organizmih pa pri presnovi antioksidantov sodeluje tudi črevesna mikroflora. Biotska dostopnost različnih oblik antioksidantov je odvisna od njihove vključenosti v strukture hrane,

interakcije med snovmi tekom presnove, topnosti antioksidantov v prebavnem traktu in od prenosnih mehanizmov preko črevesne stene v krvni obtok. Za antioksidante še ni dovolj znano v kolikšni meri, na kakšen način in s kolikšno zakasnitvijo se pojavljajo v celicah, oziroma na posameznih mestih delovanja (Kreft in sod., 2000).

Rutina do sedaj niso našli v nobenem drugem nepravem ali pravem žitu, razen v ajdi (Kreft in sod., 1999). Ugotovili so, da je v zeli tatarske ajde do 3 % rutina (suhe teže), kvercitrina pa je bilo v zeli od 0,01 do 0,05 % suhe teže. Kvercetin so v sledovih odkrili le v nekaterih vzorcih tatarske ajde. Ugotovljeno je bilo tudi, da zrnje tatarske ajde vsebuje več rutina (od 0,8 do 1,7 % suhe teže) kot zrnje navadne ajde (0,01 % suhe teže). Zrnje tatarske ajde je prav tako vsebovalo antioksidanta kvercetin in kvercitrin, ki pa ju v navadni ajdi niso zaznali (Fabjan in sod., 2003).

Dokazali so da rutin zavira oksidacijo LDL in HDL holesterola, zavira pa tudi toksičnost snovi v pljučih podgan, ki so jih podgane vdihale. Rutin in taninske kisline prav tako znižujejo raven holesterola v krvi in jetrih podgan. Poskus na hrčkih je pokazal, da rutin uspešno zavira nastanek poškodb na molekuli DNK in znižanje vrednosti LDL holesterola pri teh živalih. Rutin lahko zmanjša pojav arterioskleroze. Ugotovljeno je bilo, da prav tako pri miših blaži vnetja (Wieslander in sod., 2011).

Tanine uvrščamo v skupino polifenolov in so sekundarni produkti metabolizma rastlin. Imajo močan antioksidativen učinek in delujejo zavirajoče proti nekaterim vrstam raka. Tanine najdemo v sadju, čaju, vinu, sokovih in tudi v ajdi (Gadžo in sod., 2010). Tanini so pomemben dejavnik kakovosti, saj preprečujejo procese staranja in kvarjenja semen. Pozitivna lastnost taninov za ljudi je njihovo antibakterijsko, antitumorsko, antivirusno in antimutageno delovanje. Negativna lastnost pa je njihova inhibicija encimov α -amilaz za prebavo škroba, večje količine tudi negativno vplivajo na prebavljivost aminokislin in močno poudarjajo trpek okus (Luthar, 1992).

Zaradi množice pozitivnih učinkov antioksidantov na naš organizem in pomembnosti rastlinske hrane kot vira le teh smo se odločili raziskati, koliko

antioksidantov vsebujejo otrobi pira, navadne in tatarske ajde.

2 MATERIALI IN METODE

Pira (*Triticum aestivum* L. var. *spelta* 'Ostro'), navadna ajda (*Fagopyrum esculentum* 'Pyra') in tatarska ajda (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.; domača populacija) so bile pridelane in zmlete s tradicionalnim mlinom na kamne na kmetiji Rangus v Vrhpolju pri Šentjerneju. Pri ločitvi mlevskih frakcij so bili dobljeni ustrezni otrobi. Ugotavljali smo skupno vsebnost antioksidantov v otrobih pira, navadne ajde in tatarske ajde spektrofotometrično. Ugotavljali smo tudi vsebnost surovih beljakovin po Kjeldahlovi metodi z razklopom in destilacijo in vsebnost pepela v suhi snovi na princip sežiga vzorca in tehtanja dobljenega ostanka v otrobih pira, navadne ajde in tatarske ajde. V otrobih smo analizirali tudi vsebnost antioksidantov rutina in kvercetina, taninov (z oceno ekvivalentov katehina) in antioksidativno sposobnost otrobov pira, navadne ajde in tatarske ajde.

2.1 Vsebnost surovih beljakovin, pepela v suhi snovi, antioksidantov in antioksidativne aktivnosti otrobov pira, navadne in tatarske ajde

2.1.1 Ugotavljanje surovih beljakovin

Dušik smo v vzorcih določali po Kjeldahlovi metodi z razklopom in destilacijo. Metoda temelji na segrevanju in razklopu organske substance (1 g vzorca otrobov) s koncentrirano žveplovo kislino (H_2SO_4) ob prisotnosti katalizatorja. Razklop organske substance smo izvedli tako, da smo vzorce (otrobe) segrevali 60 do 75 minut na 400 °C. Pri razklopu izločeni dušik preide v amonijak in se veže s kislino, kot amonijev sulfat. Ob dodatku natrijevega hidroksida se dušik ponovno sprosti in destilira v posodo, v kateri je določena količina kisline znane koncentracije. Količino preostale kisline smo določili s končno titracijo. Metoda, ki smo jo izbrali, je bila predpisana po Pravilniku o metodah fizikalnih in kemičnih analiz za kontrolo kakovosti žit, mlevskih in pekarskih izdelkov, testenin in hitro zamrznjenega testa (1988). Vsebnost beljakovin smo določili s korektivnim faktorjem za

preračunavanje dušika v beljakovine, in sicer s faktorjem $N \times 6,25$ (Vombergar, 2010).

2.1.2 Ugotavljanje vsebnosti pepela

Princip ugotavljanja vsebnosti pepela temelji na sežigu vzorca in tehtanju dobljenega ostanka. Da bi določili vsebnost pepela smo 2 do 3 grame vzorca posameznih otrobov (pira, navadna ajda in tatarska ajda) žarili v žarilni peči pri temperaturi 900 ± 20 °C eno uro. Kar je po žarjenju ostalo je vsebnost pepela, ki je preračunana na delež začetne mase vzorca pred žarjenjem.

2.1.3 Spektrofotometrične analize flavonoidov, skupnih fenolov in taninov

Natehtali smo otrobe posameznih vzorcev, in sicer po 600 mg za analizo taninov in 50 mg za analizo flavonoidov in fenolov. Vsaki natehti vzorca smo dodali po 10 mL 60 % etanola. Vzorce smo stresali eno uro, potem pa smo jih pustili ekstrahirati preko noči. Naslednji dan smo jih centrifugirali 10 minut pri 4000 obr./min., bistri supernatant smo uporabili za analizo. Vzoredno z raztopino vzorcev smo analizirali tudi raztopine standardnih in slepih vzorcev.

2.1.3.1 Ugotavljanje vsebnosti polifenolnih spojin s Folin-Ciocalteu-jevo metodo

S Folin-Ciocalteu-jevim reagentom (FC) smo določali vsebnost celokupnih fenolnih spojin v vzorcu. Reakcija med fenolnimi spojinami in FC reagentom je oksidacija fenolatov in redukcija reagenta FC (heteropolnih kislin), pri čemer nastane moder kompleks.

Reakcijo smo izvajali v šibko alkalnem mediju ob visoki koncentraciji reagenta, saj so fenolati prisotni le v alkalnem mediju, v katerem pa so tako reagent kot nastali produkti nestabilni. Da smo zagotovili večjo stabilnost reakcije, smo raztopini vzorca, ki vsebuje polifenolne spojine, dodali FC reagent, nekaj minut za tem pa še raztopino

natrijevega karbonata. Ko je reakcija potekla smo pomerili absorbanco raztopine pri valovni dolžini 750 nm.

S Folin-Ciocalteu reagentom lahko določimo vse fenolne skupine, tudi tiste, ki so vezane na beljakovine (Vombergar, 2010).

2.1.3.2 Ugotavljanje koncentracije rutina in kvercetina z metodo HPLC

Uporabili smo HPLC (HPLC - visoko tlačna tekočinska kromatografija) aparaturo Spectra-Physics (Mountain View, Kalifornija, ZDA) inštrument Spectra System P4000 in Spectra Focus optical scanning detector, kolono Hibar – LiChrospher 100, RP-18 (5 µm) (E. Merck, Darmstadt, Nemčija, 250 mm x 4 mm).

Topila za HPLC so bila: A: acetonitril in metanol v razmerju 1:2 in B: 0,75 % raztopina H₃PO₄.

Vzorci smo spustili po koloni (razmerje topil je bilo 60 % A in 40 % B) v času 20 minut. Potem za nadaljnjih 20 minut pri razmerju topil 100 % A in 0 % B in na koncu še za 10 minut z 100 % topila B.

Spojnam, ki smo jih dobili po filtriranju skozi kolono, smo pomerili absorbanco pri valovni dolžini 380 nm. Pomerjene vrednosti smo primerjali s pomerjenimi vrednostmi standardne raztopine.

2.1.3.3 Ugotavljanje vsebnosti taninov z vanilin-HCl metodo

Metoda določanja taninov z vanilinom temelji na principu, da v kislih razmerah poteče reakcija med vanilinom in kondenziranimi tanini, pri tem pa nastane rdeče obarvana raztopina, ki ima absorpcijski maksimum med 480 in 550 nm (Vombergar, 2010).

Reagent smo pripravili tako, da smo 400 mg 4 % vanilina raztopili v 10 mL 96 % etanola.

Standardno raztopino smo pripravili tako, da smo 1 mg standarda (epikatehin) raztopili v 10 mL 60 % etanola.

Pripravili smo 50 µL vzorčne raztopine, ki smo ji dodali reagent (100 µL vanilin, 50 µL 32 % HCl). Vzoredno smo pripravili tudi slepe vzorce (100 µL 96 % etanola, 50 µL 32 % HCl). Po pretečenem času 60 minut smo vzorcem pomerili absorbanco pri valovni dolžini 500 nm. Pomerjene vrednosti smo primerjali s pomerjenimi vrednostmi standardne raztopine (0,1 mg/mL epikatehina).

2.1.3.4 Ugotavljanje antioksidativne aktivnosti z metodo DPPH

Antioksidativno aktivnost skupnih antioksidantov v otrobih pire, navadne ajde in tatarske ajde, smo ugotavljali z metodo DPPH (2,2-diphenil-1-picirilhidrazil). Metoda temelji na principu, da s strani antioksidantov poteče redukcija reagenta DPPH, ki je vijolične barve, po reakciji z antioksidanti pa pride do spremembe barve v rumeno (Molyneux, 2004).

Pripravili smo po 1 g vsakega vzorca otrobov in mu dodali 25 mL 80 % metanola. Tako pripravljene vzorce smo nato pri sobni temperaturi stresali 8 ur na 250 rpm. Po pretečenem času smo vzorce prefiltrirali skozi filter papir in jih shranili na temperaturo 8 °C. Iz vsakega vzorca otrobov smo pripravili po tri metanolne izvlečke, da smo imeli ponovitve.

Reagent smo pripravili tako, da smo 0,025 g DPPH raztopili v 100 mL metanola. Tako pripravljeno raztopino smo shranili v hladen in temen prostor.

Neposredno pred analizo smo pripravili slepe vzorce raztopine DPPH in metanola v razmerju 1:10. Takoj za tem smo pripravili še vzorce, ki so vsebovali metanolne izvlečke otrobov (0,1 mL izvlečka smo dodali v kiveto z reagentom DPPH) Po 10 minutah smo pomerili absorbanco (A10) pri valovni dolžini 515 nm.

Končno skupno antioksidativno aktivnost posameznega vzorca smo določili tako, da smo izmerili stopnjo razbarvanja (inhibicije) DPPH, ki je premo sorazmerna s količino antioksidantov v vzorcu (Brand-Williams in sod., 1995). Stopnjo razbarvanja DPPH smo določali po 10 minutah. Vzorce z antioksidanti (A10) smo primerjali s slepimi vzorci brez antioksidantov (A0).

2.2 Statistične analize

Rezultate smo analizirali z uporabo programov Microsoft Excel 2007, ter programom STAT G (Statgraphics 5.0, Statistical Graphics Corporation,

ZDA). Statistične analize so bile opravljene po statistični metodi ANOVA, statistične značilnosti pa smo ugotavljali pri $p < 0,05$.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Iz preglednice št. 1 je razvidno, da otrobi navadne ajde vsebujejo v povprečju treh ponovitev največ surovih beljakovin v suhi snovi, kar 24,2 (% N x 6,25), sledi ji tatarska ajda z 21,6 (% N x 6,25), najmanj surovih beljakovin pa vsebuje pira, samo 16,3 (% N x 6,25).

Vsebnost pepela, torej anorganskega dela, je največja pri otrobih tatarske ajde in znaša 3,9 %, neznačilno manjša je pri navadni ajdi 3,8 %, vendar sta rezultata primerljiva za obe vrsti ajde, odstopa pira z le 2,4 % pepela v suhi snovi.

Pri vsebnosti polifenolov v preglednici št. 1 vidimo, da otrobi tatarske ajde vsebujejo izrazito več polifenolov (13,08 mg/g suhe snovi), kot otrobi navadne ajde (8,02 mg/g suhe snovi) in pire, ki ima majhno vsebnost polifenolov v primerjavi z obema vrstama ajde (1,79 mg/g suhe snovi).

Po vsebnosti rutina prav tako odstopajo otrobi tatarske ajde, saj je njegova vsebnost kar 8,67 mg/g suhe mase, bistveno manj rutina vsebuje navadna ajda, le 0,11 mg/g suhe mase, za vzorec otrobov pire pa vsebnost rutina ni bila ugotovljena, ker je ta pod mejo detekcije, oziroma ker pira rutina ne vsebuje.

Izkazalo se je tudi, da največ antioksidanta kvercetina vsebujejo otrobi tatarske ajde (0,49 mg/g suhe mase), vsebnost kvercetina pri navadni ajdi pa je bila pod mejo detekcije. Pri otrobih pire prav tako nismo določili vsebnosti kvercetina, saj ga pira ne vsebuje.

Vsebnost taninov oziroma ekvivalentov katehina je največja pri otrobih tatarske ajde (15,9 mg/g suhe mase) in je skoraj štirikrat večja kot vsebnost taninov oziroma ekvivalentov katehina pri navadni ajdi (4,0 mg/g suhe mase). Zelo malo taninov oziroma ekvivalentov katehina pa je v otrobih pire (0,07 mg/g suhe mase).

Po metodi določanja antioksidativne sposobnosti z 10 minutnim razbarvanjem reagenta DPPH imajo, kot je razvidno iz preglednice št. 2, daleč največjo antioksidativno aktivnost otrobi tatarske ajde (87,23 % DPPH se je razbarvalo zaradi vsebnosti antioksidantov), bistveno manjšo antioksidativno sposobnost izraža navadna ajda (11,71 % DPPH razbarvanja), zelo majhno antioksidativno sposobnost pa ima pira (1,01 % DPPH razbarvanja).

Preglednica 1: Vsebnost surovih beljakovin v suhi snovi, pepela v suhi snovi, polifenolov, rutina, kvercetina, taninov, oziroma ekvivalentov katehina ter antioksidativna sposobnost v otrobih pire, navadne ajde in tatarske ajde

VZORCI	Vsebnost surovih beljakovin v s.s.* (% N x 6,25)	Vsebnost pepela v s.s.* (%)	Polifenoli (mg/g suhe mase)	Rutin (mg/g suhe mase)	Kvercetin (mg/g suhe mase)	Tanin, ekvivalenti katehina (mg/g suhe mase)	Antioksidativna sposobnost (% DPPH razbarvanja), po 10 min.
Pira, otrobi	16,3 ^a	2,4 ^a	1,79±0,12 ^a	N.u.*	N.u.*	0,07 ±0,01 ^a	1,01± 0,39 ^a
Navadna ajda, otrobi	24,2 ^b	3,8 ^b	8,02±0,17 ^b	0,11± 0,04 ^a	N.u.*	4,0±0,90 ^b	11,71± 0,63 ^b
Tatarska ajda, otrobi	21,6 ^c	3,9 ^b	13,08±0,26 ^c	8,67± 0,09 ^b	0,49 ± 0,05	15,9±1,19 ^c	87,23 ± 1,94 ^c

Povprečni rezultati treh ponovitev ± standardni odklon *s.s. – suha snov *N. u. – ni ugotovljeno.

^a Enaka črka v stolpcu pomeni, da se označene vrednosti ne razlikujejo značilno.

Z analiziranjem otrobov pire, navadne ajde in tatarske ajde smo ugotovili, da po vsebnosti antioksidantov otrobi tatarske ajde zelo odstopajo od otrobov navadne ajde in pire. Skupna vsebnost polifenolov v tatarski ajdi je kar 1,6-krat večja kot v navadni ajdi in kar 7,3-krat večja, kot v piri. Količina antioksidanta rutina je v tatarski ajdi kar za 78,8-krat večja kot v navadni ajdi. Tatarska ajda odstopa tudi po vsebnosti taninov oziroma ekvivalentov katehina, saj presega vsebnost taninov oziroma ekvivalentov katehina v navadni ajdi kar za 4-krat. Vsebnost taninov v tatarski ajdi

pa je kar za 227-krat večja od vsebnosti taninov v piri. Skupna antioksidativna aktivnost je zaradi na sploh večje vsebnosti antioksidantov v otrobih tatarske ajde največja.

Največ surovih beljakovin v suhi snovi vsebujejo otrobi navadne ajde, sledi ji tatarska ajda, najmanj surovih beljakovin pa je v otrobih pire.

Vsebnost pepela v suhi snovi je v otrobih navadne ajde in tatarske ajde podobna, nekoliko manj pepela pa ostane po žarjenju otrobov pire.

4 SKLEPI

Iz rezultatov poskusa sklepamo, da otrobi tatarske ajde po vsebnosti antioksidantov odstopajo od otrobov navadne ajde in še posebej od otrobov pire.

Otrobi ajde so dober vir antioksidanta rutina. Do sedaj je bila izmerjena vsebnost rutina v moki tatarske ajde (11,67 mg/g,) kvercetina pa 0,63 mg/g. Vsebnost rutina v kruhu narejenem iz 100 % moke tatarske ajde je bila 0,44 mg/g, vsebnost kvercetina pa 5,00 mg/g. Vsebnost

skupnih polifenolnih snovi je v kruhu znašala 7,84 mg GAE/g (Vogrinčič in sod., 2010).

Količina rutina izmerjenega v izvlečku iz kaše tatarske ajde znaša 187,60 mg/g izvlečka, količina kvercetina pa 28,50 mg/g izvlečka. V izvlečku kaše navadne ajde so bile vsebnosti manjše. Rutina je bilo 2,93 mg/g izvlečka, kvercetina pa 6,47 mg/g izvlečka (Cao in sod., 2007). V prekuhani kaši navadne ajde je bilo rutina 87,9 mg/kg suhe teže (Kreft in sod, 2006).

Količina rutina izmerjena v piškotih narejenih iz moke tatarske ajde je znašala 2,530 mg/kg suhe teže, kvercetin pa 1,620 mg/kg suhe teže. Vsebnost rutina v piškotih narejenih iz moke navadne ajde pa je bila 270 mg/kg suhe teže, med tem ko je bila vsebnost kvercetina pod mejo detekcije (Wieslander in sod., 2012).

Iz rezultatov naših raziskav v primerjavi s predhodnimi raziskavami sklepamo, da je vsebnost antioksidantov rutina in kvercetina v otrobih tatarske ajde nižja od izmerjene vrednosti teh dveh antioksidantov v moki. Vsebnost kvercetina je večja v kruhu narejenem iz moke tatarske ajde. Prav tako je znatno večja vsebnost antioksidantov rutina in kvercetina v izvlečku kaše navadne ajde in tatarske ajde, kot v otrobih obeh vrst ajde. Večja vsebnost rutina je tudi v prekuhani kaši navadne ajde v primerjavi z otrobi te ajde. V otrobih tatarske ajde pa je bila izmerjena znatno večja vsebnost rutina kot v kruhu narejenem iz moke tatarske ajde. Prav tako, je bila količina rutina in kvercetina večja v otrobih tatarske ajde v primerjavi s piškoti narejenimi iz moke tatarske ajde. Enako velja za vsebnost rutina v navadni ajdi. Kvercetin pa je bil pri navadni ajdi tako v otrobih, kot tudi v piškotih pod mejo detekcije in tako njegove vrednosti ni bilo moč izmeriti. Otrobi tatarske ajde imajo večjo vsebnost skupnih polifenolnih snovi, kot kruh narejen iz moke tatarske ajde.

Žita so osnovno živilo mnogim ljudem. Izboljšava vsebnosti mineralnih snovi v žitih pa predstavlja potencialno strategijo za izboljšanje prehrane ljudi (Regvar in sod., 2011). Moka tatarske ajde je lahko prav tako dober vir mineralov kot so železo, cink, baker, mangan, magnezij, kalij in kalcij, podobno velja za moko navadne ajde (Ikeda in sod., 2004).

Izmerjena vsebnost pepela v suhi snovi je v otrobih navadne ajde (cv. Siva) znašala 4,08 % suhe teže, v otrobih tatarske ajde (domača populacija, Luksemburg) pa 4,97 % suhe teže (Bonafaccia in sod., 2003). Vsebnost pepela pa je bila podobna tudi v otrobih, ki smo jih analizirali v našem poskusu. Na podlagi prejšnjih in v našem poskusu pridobljenih rezultatov, sklepamo, da ni bistvenih razlik v vsebnosti mineralov v navadni in tatarski ajdi. Znatna razlika pa se pojavlja med vsebnostjo mineralnih snovi v obeh vrstah ajde in vsebnostjo mineralnih snovi v piri.

Beljakovine ajde imajo izredno biološko vrednost, kar pomeni, da aminokislina ajde zelo ustrezajo človeškim potrebam po aminokislinah (Kreft, 1995).

Pojavljajo se značilne razlike med vsebnostjo surovih beljakovin med otrobi obeh vrst ajde in otrobi pire. Vsebnost surovih beljakovin pa je v obeh vrstah ajde podobna, malo večja je vsebnost surovih beljakovin v otrobih navadne ajde, kar je ravno nasprotno ugotovitvi v raziskavi, ki so jo leta 2003 opravili Bonafaccia in sodelavci, kjer so ugotovili, da je vsebnost surovih beljakovin sicer podobna v obeh vrstah ajde a nekoliko večja v otrobih tatarske ajde. Vsebnost surovih beljakovin v suhi snovi v otrobih je v navadni ajdi znašala 21,6 % suhe teže, v otrobih tatarske ajde pa 25,3 % suhe teže (Bonafaccia in sod., 2003).

Iz v poskusu pridobljenih rezultatov lahko sklepamo, da so otrobi lahko ugodna komponenta dietne hrane za ljudi. Predvsem so otrobi tatarske ajde dober vir antioksidantov. Ugodna mineralna in beljakovinska sestava otrobov navadne in tatarske ajde pa lahko zagotavlja dober vir teh sestavin v prehrani ljudi.

5 ZAHVALA

Raziskava je bila opravljena v okviru projekta ARRS J4-3618 (Tatarska ajda).

6 VIRI

- Bonafaccia G., Marocchini M., Kreft I. 2003. Composition and technological properties of the flour and bran from common and Tartary buckwheat. *Food Chemistry*, 80: 9-15
- Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 28: 25-30
- Cao W., Chen W. J., Suo Z. R., Yao Y. P. 2008. Protective effects of ethanolic extracts of buckwheat groats on DNA damage caused by hydroxyl radicals. *Food Research International*, 41: 924-929
- Fabjan N., Rode J., Košir I. J., Wang Z., Zhang Z., Kreft I. 2003. Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 6452-6455
- Gadžo D., Djikić M., Gavrić T., Štrekelj P. 2010. Comparison of tannin concentration in young plants of common and Tartary buckwheat. *Acta agriculturae Slovenica*, 95: 75-78
- Ikeda S., Tomura K., Lin L., Kreft I. 2004. Nutritional characteristics of minerals in Tartary buckwheat. *Fagopyrum*, 21:79-84
- Korošec L. 2000. Prosti radikali in vloga antioksidantov v bioloških sistemih. V: *Antioksidanti v živilstvu*, 20. Bitenčevi živilski dnevi 2000. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za živilstvo: 11-21
- Kreft I. 1995. Ajda. Ljubljana, ČZD, Kmečki glas: 112 str.
- Kreft I., Fabjan N., Yasumoto K. 2006. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chemistry*, 98: 508-512
- Kreft I., Škrabanja V., Bonafaccia G. 2000. Temeljni prehranskih in biotskih vplivov antioksidantov. V: *Antioksidanti v živilstvu*, 20. Bitenčevi živilski dnevi 2000. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za živilstvo: 33-37
- Kreft S., Knapp M., Kreft I. 1999. Extraction of rutin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds and determination by capillary electrophoresis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 4649-4652
- Luthar Z. 1992. Tanin v semenih navadne in tatarske ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench. in *Fagopyrum tataricum* Gaertn.). Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, 59: 55
- Molyneux P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26: 211-219
- Pravilnik o metodah jemanja vzorcev in metodah fizikalnih in kemičnih analiz za kontrolo kakovosti žit, mlevskih in pekarskih izdelkov, testenin in hitro zmrznjenega testa. 1988. Ur. l. SFRJ 74/1988
- Regvar M., Eichert D., Kaulich B., Gianoncelli A., Pongrac P., Vogel-Mikuš K., Kreft I. 2011. New insights into globoids of protein storage vacuoles in wheat aleurone using synchrotron-soft-X-ray microscopy. *Journal of Experimental Botany*, 11: 3929-3939
- Vogrinčič M., Timoracka M., Melichacova S., Vollmannova A., Kreft I. 2010. Degradation of rutin and polyphenols during the preparation of Tartary buckwheat bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 4883-4887
- Vombergar B. 2010. Rutin v frakcijah zrn navadne ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.). Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo: 147 str.
- Wieslander G., Fabjan N., Vogrinčič M., Kreft I., Janson C., Spetz-Nystrom U., Vombergar B., Tagesson C., Leanderson P., Norback D. 2011. Eating buckwheat cookies is associated with the reduction in serum levels of myeloperoxidase and cholesterol: a double blind crossover study in day-care centre staffs. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 225: 123-130
- Wieslander G., Fabjan N., Vogrinčič M., Kreft I., Vombergar B., Norbäck D. 2012. Effects of common and Tartary buckwheat consumption on mucosal symptoms, headache and tiredness: A double-blind crossover intervention study. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 10: 107-110