

RAZISKAVE VSEBNOSTI FLAVONOIDOV, TANINOV IN SKUPNIH BELJAKOVIN V FRAKCIJAH ZRN NAVADNE AJDE (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH) IN TATARSKE AJDE (*FAGOPYRUM TATARICUM* GAERTN.)

THE CONCENTRATION OF FLAVONOIDS, TANNINS AND CRUDE PROTEINS IN GRAIN FRACTIONS OF COMMON BUCKWHEAT (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH) AND TARTARY BUCKWHEAT (*FAGOPYRUM TATARICUM* GAERTN.)

Blanka VOMBERGAR¹ & Zlata LUTHAR²

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0047>

IZVLEČEK

Raziskave vsebnosti flavonoidov, taninov in skupnih beljakovin v frakcijah zrn navadne ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)

Raziskovali smo vzorce zrnja oz. moke navadne ajde (*F. esculentum* Moench) in tatarske ajde (*F. tataricum* Gaertn.). Preučevali smo tri vzorce tatarske ajde iz Luksemburga ter dva vzorca navadne ajde iz Slovenije (cv. 'Darjo' in 'Sivo'). Z mletjem in presejanjem navadne ajde 'Darja' in tatarske ajde smo pripravili štiri frakcije z različnimi granulacijami ter iz njih pripravili testo oziroma luščine in otrobe navlažili z vodo. S spektrofotometričnimi analizami smo spremljali deleže posameznih frakcij, vsebnost beljakovin in pepela v vseh mlevskih frakcijah in presejanih podfrakcijah ter koncentracijo flavonoidov in taninov v vzorcih moke in testa (liofilizirani vzorci). Tatarska ajda ima bistveno višjo vsebnost flavonoidov kot navadna ajda (tudi več kot 100-krat več v moki). Najvišja vsebnost flavonoidov je v mlevskih frakcijah tatarske ajde z granulacijo nad 100 µm do vključno 1000 µm in sicer 3,5–4,5 % flavonoidov/SS. Tako tatarska kot navadna ajda v vseh mlevskih frakcijah vsebuje tanine; najvišja koncentracija taninov (0,8 %/SS pri navadni ajdi in 1,3 %/SS pri tatarski ajdi) je v mlevski frakciji z granulacijo nad 236 µm do vključno 1000 µm. Flavonoidi, pa tudi tanini, se po mlevskih frakcijah (z različno granulacijo) različno razporejeni. Razporeditev med mlevskimi frakcijami ni enaka pri tatarski in navadni ajdi. Različni vzorci tatarske ajde se med seboj razlikujejo po vsebnosti polifenolnih spojin, posebej velike so razlike v vsebnosti flavonoidov, manjše pa so razlike v koncentracijah taninov.

Ključne besede: ajda, proteini, flavonoidi, tanini, razporeditev

ABSTRACT

Starting points for the study of the effects of flavonoids, tannins and crude proteins in grain fractions of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)

Samples of Tartary buckwheat (*F. tataricum* Gaertn., domestic cv. from Luxemburg), and two samples of common buckwheat (*F. esculentum* Moench, cvs. 'Darja' and 'Siva') were tested for their concentrations of phenolic substances, and concentration levels of protein, ash, total flavonoids (spectrophotometric, with $AlCl_3$), tannins (with vanillin-HCl method). Samples were milled with laboratory mills and sifted using laboratory planar sieves. Flavonoids and tannins are unevenly distributed among milling fractions. Their distribution was different in Tartary buckwheat, in comparison to common buckwheat. From the point of view of functional food, milling fractions with particle size over 100 µm, up to 1000 µm (the yield of latter is after milling about 30 %) is of primary interest, as they have the highest concentration of flavonoids. A positive linear correlation was established between the content of proteins and minerals in different milling fractions. Tartary buckwheat contained significantly more flavonoids in comparison to common buckwheat (up to 100-times more total flavonoids). In the investigated samples, the highest concentration of flavonoids (3.5–4.5 % flavonoids, dmb.) was in the Tartary buckwheat milling fractions of sample T1 (granulation above 100 µm, up to including 1000 µm). The husk fraction of Tartary buckwheat had a low concentration of flavonoids, but more interesting was the husk fraction of common buckwheat, which evidenced a higher concentration of flavonoids in comparison to other milling fractions of common buckwheat.

Key words: buckwheat, proteins, flavonoids, tannins, distribution

¹ Izobraževalni center Piramida Maribor, Park mladih 3, SI-2000 Maribor, blanka.vombergar@guest.arnes.si

² Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, zlata.luthar@bf.uni-lj.si

1 UVOD

Med vrstami ajde pridelujemo predvsem navadno ajdo (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarsko ajdo (*F. tataricum* Gaertn.). Navadna ajda je tujeprašnica, medtem ko je tatarska ajda samoprašna rastlina. Navadna ajda je tradicionalna poljščina srednje in vzhodne Evrope ter Azije, pridelujejo in uporabljajo pa jo tudi v državah srednje in zahodne Evrope, južne Afrike, v Kanadi, ZDA, Braziliji in tudi v mnogih drugih predelih sveta. Predvsem v Aziji je poleg navadne prisotna tudi tatarska ajda ter več divjih vrst. Tatarska ajda je omejena predvsem na območja Kitajske, Butana, Koreje, območja Himalaje, severnega Pakistana in vzhodnega Tibeta (OHNISHI 2004) ter na nekatera druga območja Azije. Največja regija, kjer ajdo pridelujejo, so južne province Kitajske na okoli 40000 ha površine (okoli 25 % celotne površine pridelovanja tatarske ajde na Kitajskem), tudi na 1200 do 3000 m nadmorske višine (WANG in sod. 2001). Na Kitajskem pridelujejo navadno ajdo na 1,5–2 milijonih ha njiv ter tatarsko ajdo na 1,0–1,5 milijonih ha (ZHAO in sod. 2004a). Znanih je več kot 800 sort in populacij tatarske ajde (WANG in sod. 2001). Zelo zgodnjih sort z manj kot 70-dnevno vegetacijsko dobo je okoli 10 %, s srednje dolgo vegetacijsko dobo (70–90 dni) okoli 60 % ter z dolgo vegetacijsko dobo (nad 90 dni) okoli 30 %. Običajno se ajda seje spomladi na višjih nadmorskih višinah, jeseni pa kot drugi posevek v letu na istih poljih pa na nižjih nadmorskih višinah. Vremenske razmere na južnem Kitajskem so dovolj ugodne za uspevanje ajde, pridelki pa so manjši kot v severni Kitajski. Na splošno ugotavljajo, da je tatarska ajda, ki je rasla na višjih nadmorskih višinah, okusnejša kot ajda, ki je rasla na nižjih nadmorskih višinah (WANG in sod. 2001).

Zrnje tatarske ajde uživajo predvsem v ekstenzivni pridelavi na JV Kitajske (BRIGGS in sod. 2004) in Sichuanu, Kitajska. Njena popularnost v prehrani narašča (BIAN in sod. 2004), prav tako pa se v literaturi tradicionalno omenja tudi njena medicinsko terapevtska vrednost (MA in sod. 2001, YASUDA 2001, ZHAO in sod. 2001, 2004a). Glavne sestavine, ki imajo zdravstveno prehransko vrednost, so flavonoidi, najbolj znan metabolit je rutin. Tatarska ajda lahko vsebuje bistveno več rutina kot navadna ajda, lahko tudi do stokrat več (BRIGGS in sod. 2004, PARK in sod. 2004). Prav zaradi teh lastnosti zrnje tatarske ajde uvrščajo med nutracevtike.

Pridelovanje tatarske ajde, imenovane tudi zelena, grenka ajda ali cojzla, so v Sloveniji v zadnjih petdesetih letih opustili. Posamezniki pa se spominjajo vsaj omejenega gojenja tatarske ajde še pred 40 leti na Dolenjskem v Radohovi vasi, na Gorenjskem v dolini Krme in na Koroškem na Tolstem vrhu (KREFT 2009). Zadnja

leta pa se več zanimanje za pridelovanje in uporabo tatarske ajde tudi v Sloveniji. V Sloveniji ima ajda svojo gastronomsko in kulinarčno tradicijo, skozi zgodovino pa se je njen pomen v prehrani ljudi spreminjal. Predvsem v zadnjem obdobju se povečuje povpraševanje po njej kot alternativni poljščini z možnim ekološkim pridelovanjem, nadalje kot druge poljščine v istem letu na isti njivi ter zaradi ugodne sestave hranilnih snovi. Tradicionalne jedi v Sloveniji so kaše, predvsem v severovzhodni Sloveniji in jedi iz moke (KREFT 1995).

Ajde dandanes v sodobnem svetu ne uživajo več zgolj zaradi lakote, ampak zaradi dobrega in drugačnega okusa, ponudbe raznovrstnih zanimivih živil in jedi, zaradi tradicionalnih vrednot, in predvsem zdravstvenih razlogov (KREFT 1989, 2001, 2003). Za jedi, vključno z ajdovimi jedmi, je pomembna tudi okusnost in sprejemljivost (K. IKEDA 1997, K. IKEDA in sod. 2001, K. IKEDA & S. IKEDA, 2003). Rezance lahko pripravljajo iz različnih mlevskih frakcij ajdovih mok, lahko iz polnovrednih mok, najpogosteje iz mok iz notranjih delov zrna. Na Japonskem so priljubljeni rezanci s poudarkom svežine (iz 'pravkar požetih ajdovih zrn', 'pravkar zmlete ajdove moke', 'sveže pripravljene testenine', 'sveže kuhani rezanci'). Ti postopki lahko močno vplivajo na okusnost. Pomembno vlogo pri mehanskih lastnostih rezancev pa prispevajo tudi beljakovine in škrob, ki so v mlevskih frakcijah v različnih količinah (K. IKEDA in sod. 2001).

Prehranska vrednost ajde

Zrnje ajde vsebuje visok odstotek beljakovin, škroba, vitaminov in mineralov. Ajda vsebuje esencialne hranilne snovi, kot so beljakovine z uravnoteženo aminokislonsko sestavo (EGGUM 1980, EGGUM in sod. 1981, JAVORNIK in sod. 1981, POMERANZ 1983, JAVORNIK 1983, 1986, K. IKEDA in sod. 1991) in mineralne snovi (S. IKEDA & YAMASHITA 1994, S. IKEDA in sod. 2004) v sorazmerno visokih količinah. V zadnjem času pa predvsem prisotnost rutina oziroma flavonoidov v ajdi spodbuja proizvajalce in potrošnike k pripravi in uživanju raznovrstnih jedi iz ajde. Širi se ponudba izdelkov in ajdovih jedi. Ajda je pomembno funkcijsko živilo, lahko se dodaja tudi različnim vrstam kruhov in drugim vrstam živil kot dodatek z namenom izboljšanja prehranske vrednosti živila (KREFT in sod. 1996, ŠKRABANJA in sod. 2001, KREFT 2003, MERENDINO in sod. 2014). O vsebnosti hranil v ajdi je poročala vrsta raziskovalcev (BONAFACCIA in sod. 1994, ŠKRABANJA in sod. 2000, KIM in sod. 2001bc, PIAO & LI 2001,

ZHAO in sod. 2001, MICHALOVÁ in sod. 2001, K. IKEDA 2002, LEE in sod. 2004, LIN 2004, ZHAO in sod. 2004a, ZHAO in sod. 2004b, DVOŘAČEK in sod. 2004, FESSAS in sod. 2008, HATCHER in sod. 2008).

Ajda je lahko vir dietnih beljakovin za posameznike, občutljive na gluten. To pomeni eno od pomembnih uporabnih vrednosti ajde in ajdove moke, saj lahko v celoti nadomesti pšenične in druge moke in se lahko uporablja za izdelke, ki so primerni za uživanje pri bolnikih s celiakijo (SKERRITT 1986). V izdelkih za ljudi s celiakijo ne sme biti niti sledov beljakovin glutena (WIESLANDER & NORBÄCK 2001a, SCHÖBER in sod. 2003, STØRSRUD in sod. 2003, WIJNGAARD & ARENDT 2006a, KRAHL in sod. 2008).

Zrnje ajde in ajdova moka vsebujejo prehransko pomembne polifenolne spojine (LUTHAR 1992a, KREFT in sod. 1994, S. IKEDA in sod. 2001, STEADMAN in sod. 2001b, MATILLA in sod. 2005, ŞENSOY in sod. 2006, ASAMI in sod. 2007). Zrnje ajde vsebuje flavonoide, različne fenole in tanine. Ajda je vir flavonoidov rutina, kvercetina, vsebuje tudi kemferol-3-rutinozid, fagopiritol, pa tudi flavonol-3-glikozid v sledovih (OHSAVA & TSUTSUMI 1995, OOMAH & MAZZA 1996, WATANABE 1998, DIETRICH-SZOSTAC & OLESZEK 1999, PARK in sod. 2000, STEADMAN in sod. 2000, HOLASOVÁ in sod. 2002, SUZUKI in sod. 2002, PAULÍČKOVÁ in sod. 2004, KREFT in sod. 2006, BRUNORI & VÉGVÁRI 2007, DANILA in sod. 2007, JIANG in sod. 2007, LIU in sod. 2008). Več avtorjev poroča o visoki vsebnosti celokupnih flavonoidov v ajdovi moki in otrobih, zlasti pri tatarski ajdi (LUTHAR 1992a, KREFT & LUTHAR 1993,

KIM in sod. 2004, KREFT in sod. 2006, VOGRINČIČ in sod. 2010, NEMCOVA in sod. 2011). Med vrstami in sortami ajd so razlike v vsebnosti rutina (OHSAVA & TSUTSUMI 1995, OOMAH & MAZZA 1996, FABJAN in sod. 2003, KREFT in sod. 2006, JIANG in sod. 2007, LIU in sod. 2008). Tatarska ajda ima bistveno višjo vsebnost rutina kot navadna ajda (LIN 2004, ASAMI in sod. 2007, FABJAN in sod. 2003, FABJAN 2007, KIM in sod. 2008, K. IKEDA in sod. 2012, WIESLANDER in sod. 2012, REGVAR in sod. 2012, VOGRINČIČ in sod. 2013). Preučevali so tudi razlike med diploidno in tetraploidno ajdo. ZHAO in sod. (2001) so primerjali diploidno in tetraploidno tatarsko ajdo in ugotovili, da je vsebnost rutina v tetraploidni tatarski ajdi višja kot v diploidni tatarski ajdi (vsebnost rutina v tetraploidni ajdi je 2,37 g/100 g, v diploidni tatarski ajdi pa 1,41 g/100 g). Obratno pa so ugotovili MICHALOVÁ in sod. (2001) za navadno ajdo. Vsebnost rutina je bila v diploidni navadni ajdi višja kot v tetraploidni navadni ajdi (v diploidni ajdi 27,9 mg/100 g SS, v tetraploidni pa le 11,7 mg/100 g).

Razporeditev mineralnih snovi v mlevske frakcije je odvisna od razporeditve mineralnih snovi po tkivih in celicah zrna oziroma po delih rastlin (PONGRAC in sod. 2013ab, 2016abcdef).

Podrobnejši pregled vsebnosti hranil v vrstah ajde in v delih ajdovih zrn so objavili VOMBERGAR in sod. (2017). Namen te raziskave je bil ugotoviti razporeditev flavonoidov, taninov in skupnih beljakovin v frakcijah zrn navadne ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) dobljenih z zaporednimi meljavami.

2 MATERIAL IN METODE

MATERIAL

Kot material za raziskavo smo uporabili vzorce zrnja oz. moke navadne ajde (*F. esculentum* Moench) in tatarske ajde (*F. tataricum* Gaertn.).

Uporabili smo:

- zrnje tatarske ajde (*F. tataricum* Gaertn.) iz Luksemburga (vzorec T1);
- moko tatarske ajde (*F. tataricum* Gaertn.) iz Luksemburga, zmleta v Sloveniji, izmlevnost 42 % (vzorec T2);
- moko tatarske ajde (*F. tataricum* Gaertn.) iz Nemčije (izvor Luksemburg), zmleta v Sloveniji, izmlevnost 42 % (vzorec T3);
- zrnje navadne ajde (*F. esculentum* Moench) – cv. 'Darja' iz Semenarne Ljubljana (vzorec D);

- zrnje navadne ajde (*F. esculentum* Moench) – cv. 'Siva' iz Slovenije (vzorec S).

NAČRT RAZISKAVE

V delu raziskave smo z mletjem in presejanjem iz zrnja navadne ajde 'Darja' (vzorec D) in tatarske ajde (zrnje in moka) iz Luksemburga (vzorca T1 in T2) pripravili frakcije z različnimi granulacijami ter iz njih pripravili testo oziroma luščine in otrobe navlažili z vodo. Spremljali smo količinske deleže posameznih frakcij, vsebnost beljakovin, pepela in vode v vseh mlevskih frakcijah in presejanih podfrakcijah. Koncentracijo flavonoidov in taninov v vzorcih moke in testa (liofilizirani vzorci) smo določili s spektrofotometričnimi analizami.

METODE

Priprava vzorcev

Mletje in presejanje vzorcev tatarske ajde in navadne ajde – vzorci T1, T2 in D

Za določanje vsebnosti vode, beljakovin in pepela v zrnju tatarske ajde (vzorec T1) ter navadne ajde (vzorec D) smo vzorca zmelili s kavnim mlinčkom in dobili moko iz celega zrnja. Vse omenjene analize smo opravili tudi za moko iz tatarske ajde (vzorec T2), ki smo jo dobili že kot zmleto moko.

Za ugotavljanje razlik v vsebnosti flavonoidov in taninov v različnih frakcijah smo zrnje tatarske ajde

(vzorec T1) in navadne ajde (vzorec D) zmelili v mlinu za mletje žit Quadromat Junior Model No. 08 801 01 (Brabender Duisburg, Nemčija), pri čemer smo dobili 2 frakciji, frakcijo F₁ (moko z granulacijo do vključno 236 µm) in frakcijo F₂ (moko, otrobe in luščine z granulacijo nad 236 µm).

Nato smo vsako od obeh frakcij, to je frakciji F₁ in F₂, presejali s siti za presejanje mok v dve podfrakciji in sicer frakcijo F₁ v podfrakciji F₁₁ (z granulacijo do vključno 100 µm) in F₁₂ (z granulacijo nad 100 do vključno 236 µm) ter frakcijo F₂ v podfrakciji F₂₁ (z granulacijo nad 236 do vključno 1000 µm) in F₂₂ (z granulacijo nad 1000 µm) (preglednice 1, 2 in 3).

Preglednica 1: Mletje in presejanje vzorcev tatarske ajde (T1) in navadne ajde (D) ter označevanje frakcij in podfrakcij

Table 1: Milling and sieving of common buckwheat (sample D) and Tartary buckwheat (sample T1) with characterization of fractions and subfractions

Vzorec	Vrsta procesa	Mlevske frakcije	Vrsta procesa	Mlevske podfrakcije
Tatarska ajda –zrnje (T1)	Mletje	T1 F ₁	Presejanje	T1 F ₁₁
				T1 F ₁₂
		T1 F ₂	Presejanje	T1 F ₂₁
				T1 F ₂₂
Navadna ajda 'Darja' – zrnje (D)	Mletje	D F ₁	Presejanje	D F ₁₁
				D F ₁₂
		D F ₂	Presejanje	D F ₂₁
				D F ₂₂

T1 - tatarska ajda, zrnje, moka iz celega zrna

T1 F₁ - tatarska ajda, frakcija moka z granulacijo ≤ 236 µm

T1 F₂ - tatarska ajda, frakcija moka z granulacijo > 236 µm

T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo ≤ 100 µm

T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm

T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo 236 µm < x ≤ 1000 µm

T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo > 1000 µm ter otrobi in luščine

D - navadna ajda 'Darja', zrnje, moka iz celega zrna

D F₁ - navadna ajda, frakcija moka z granulacijo ≤ 236 µm

D F₂ - navadna ajda, frakcija moka z granulacijo > 236 µm

D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo ≤ 100 µm

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo > 236 µm < x ≤ 1000 µm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo >1000 µm ter otrobi in luščine

Preglednica 2: Presejanje vzorca moka iz tatarske ajde (T2) v dve podfrakciji

Table 2: Sieving of Tartary buckwheat flour (T2) in two subfractions

Vzorec	Vrsta procesa	Mlevske frakcije	Vrsta procesa	Mlevske podfrakcije
Tatarska ajda –moka (T2)	Mletje	Že pridobljen zmlet vzorec (T2 F ₁)	Presejanje	T2 F ₁₁
				T2 F ₁₂

T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)

T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo ≤ 100 µm

T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo >100 µm

Preglednica 3: Označevanje mlevskih frakcij in podfrakcij ter granulacije vzorcev**Table 3: Classification of milling fractions and subfractions and their particle size**

Osnovni vzorec	Označevanje vzorca	Označevanje mlevske frakcije / podfrakcije	Vzorec /granulacija
Tatarska ajda iz Luksemburga (zrnje)	T1		zrnje (moka iz celega zrna)
		T1 F ₁	moka ($\leq 236 \mu\text{m}$)
		T1 F ₂	moka ($> 236 \mu\text{m}$)
		T1 F ₁₁	moka ($\leq 100 \mu\text{m}$)
		T1 F ₁₂	moka ($100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$)
		T1 F ₂₁	moka ($236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$)
		T1 F ₂₂	moka, otrobi, luščine ($> 1000 \mu\text{m}$)
Navadna ajda 'Darja' iz Slovenije (zrnje)	D		zrnje (moka iz celega zrna)
		D F ₁	moka ($\leq 236 \mu\text{m}$)
		D F ₂	moka ($> 236 \mu\text{m}$)
		D F ₁₁	moka ($\leq 100 \mu\text{m}$)
		D F ₁₂	moka ($100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$)
		D F ₂₁	moka ($236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$)
		D F ₂₂	moka, otrobi, luščine ($> 1000 \mu\text{m}$)
Tatarska ajda iz Luksemburga (moka)	T2	T2 F ₁	moka (42 % izmlevnost)
		T2 F ₁₁	moka ($\leq 100 \mu\text{m}$)
		T2 F ₁₂	moka ($> 100 \mu\text{m}$)

Priprava testa oz. dodajanje vode vzorcem moke iz tatarske in navadne ajde (vzorci T1, T2 in D) in zamrzovanje (za spektrofotometrične analize).

Podfrakcijam moke iz tatarske ajde vzorca T1 in navadne ajde vzorca D (F₁₁, F₁₂, F₂₁) ter frakciji in podfrakcijama tatarske ajde vzorca T2 (F₁, F₁₁, F₁₂) smo dodajali vodovodno vodo sobne temperature in ročno zamesili testo brez kakršnihkoli dodatkov. Podfrakcijama otrobov in luščin T1 F₂₂ in D F₂₂ smo dodali vodo in ju navlažili.

V 250 g vzorca ajdove moke (podfrakcije T1 F₁₁, T1 F₁₂, D F₁₁, D F₁₂ ter T2 F₁, T2 F₁₁, T2 F₁₂) smo dodali 200

mL vode, oziroma na manjšo količino vzorca (če vzorca ni bilo dovolj na razpolago) sorazmerno manjšo količino vode (preglednica 4).

Pri podfrakcijah ajdovih mok granulacij nad 236 do vključno 1000 μm (podfrakciji T1 F₂₁ in D F₂₁) je bil delež vpijanja vode za pripravo kakovostnega testa višji in se je med tatarsko in navadno ajdovo moko razlikoval (v 250 g vzorca podfrakcije tatarske ajdove moke T1 F₂₁ smo dodali 325 mL vode ter v 250 g vzorca podfrakcije navadne ajdove moke D F₂₁ 235 mL vode ter sorazmerno manj pri manjših količinah istih vzorcev).

Preglednica 4: Priprava vzorcev testa in zamrzovanje**Table 4: Dough samples being prepared for freezing**

Zap. št.	Vzorec	Masa (g)	Dodatek vode (mL)	Kontaktni čas (moka + voda) pred zamrzovanjem	Zamrzovanje
	Tatarska ajda (T1) – zmleta in presejana, podfrakcije iz zrnja			0,08 h, 1 h, 2 h, 4 h, 8 h, 12 h, 24 h	0,5 h: -35 °C do -40 °C; nato 1 mesec: -15 °C do -20 °C
1	T1 F ₁₁	250	200	DA	DA
2	T1 F ₁₁ (dod. pon. drugič)	250	200	DA	DA
3	T1 F ₁₂	125	100	DA	DA
4	T1 F ₂₁	100	130	DA	DA
5	T1 F ₂₂	125	200	DA	DA
6	Navadna ajda 'Darja' (D) – zmleta in presejana, podfrakcije iz zrnja			0,08 h, 1 h, 2 h, 4 h, 8 h, 12 h, 24 h	0,5 h: -35 °C do -40 °C; nato 1 mesec: -15 °C do -20 °C

7	D F ₁₁	250	200	DA	DA
8	D F ₁₁ (dod. pon. drugič)	250	200	DA	DA
9	D F ₁₂	250	200	DA	DA
10	D F ₂₁	250	235	DA	DA
11	D F ₂₂	250	400	DA	DA
	Moka iz tatarske ajde (T2) pridobljena kot vzorec moka			0,08 h, 1 h, 2 h, 4 h, 8 h, 12 h, 24 h	0,5 h: -35 °C do -40 °C; nato 1 mesec: -15 °C do -20 °C
12	T2 F ₁	250	200	DA	DA
13	T2 F ₁ (dod. pon. drugič)	125	100	DA	DA
14	T2 F ₁ (dod. pon. tretjič)	125	100	DA	DA
15	T2 F _{1 200}	125	200	DA	DA
16	T2 F _{1 200} (dod. pon. drugič)	80	128	DA	DA
17	T2 F _{1 200} (dod. pon. tretjič)	80	128	DA	DA
18	T2 F ₁₁	200	160	DA	DA
19	T2 F ₁₁ (dod. pon. drugič)	125	100	DA	DA
20	T2 F ₁₂	200	160	DA	DA

T1 - tatarska ajda, zrnje, moka iz celega zrna

T1 F₁ - tatarska ajda, frakcija moka z granulacijo $\leq 236 \mu\text{m}$

T1 F₂ - tatarska ajda, frakcija moka z granulacijo $> 236 \mu\text{m}$

T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

D - navadna ajda, zrnje, moka iz celega zrna

D F₁ - navadna ajda, frakcija moka z granulacijo $\leq 236 \mu\text{m}$

D F₂ - navadna ajda, frakcija moka z granulacijo $> 236 \mu\text{m}$

D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)

T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo $> 100 \mu\text{m}$

200 - dvojna količina vode (200 %)

Pri podfrakcijah nad $1000 \mu\text{m}$ (T1 F₂₂ in D F₂₂), ki je vsebovala v glavnem luščine in nekaj otrobov, testa ni bilo mogoče pripraviti, zato smo vzorce le dobro navlažili, tako da smo dodali na 250 g vzorca 400 mL vode (preglednica 4).

Pri vzorcu pridobljene moka iz tatarske ajde (T2 F₁) smo kot dodatno možnost dodali tudi dvojno količino vode (250 g vzorca in dodatek 200 mL vode oziroma dodatek 400 mL vode) ter preučevali vsebnost flavonoidov in taninov ob stiku z manjšo in večjo količino vode (preglednica 4).

Po 5 minutah (0,08 h) stika moka z vodo, po 30 minutah (0,5 h), 1 uri, 2 urah, 4 urah, 8 urah, 12 urah in 24 urah stika moka z vodo pri sobni temperaturi smo vse vzorce zamrznili. Zamrzovali smo najprej s šokom na $-35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ za pol ure in nato shranili na $-15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ za 1 mesec, nato pa smo vzorce liofilizirali. Vse analize smo opravili v treh ponovitvah.

Iz vsake skupine smo nekatere vzorce dodatno ponovili tudi v različnih časovnih obdobjih tudi v treh ponovitvah (T1 F₁₁ dvakrat, D F₁₁ dvakrat, T2 F₁ trikrat in T2 F_{1 200} z dvojno količino vode trikrat).

Analize beljakovin, pepela in vode v navadni ajdi in tatarski ajdi

Ugotavljanje vsebnosti surovih beljakovin

Analiza dušika je potekala po Kjeldahlovi metodi z razklopom in destilacijo. Princip temelji na segrevanju in razklopu organske substance (1 g vzorca moke) z žveplovo kislino (konc. H_2SO_4) ob navzočnosti katalizatorja. Razklop poteka pri 400 °C približno 60–75 minut. Izločeni dušik preide v amonijak in se veže s kislino kot amonijev sulfat. Z dodatkom natrijevega hidroksida se ponovno sprosti dušik in destilira v posodo, v kateri je določena količina kisline znane koncentracije. S končno titracijo določimo količino preostale kisline.

Od dobljene količine dušika izračunamo s faktorjem korekcije skupno količino surovih beljakovin.

Količino dušika (N) izražamo v odstotkih in izračunamo po naslednji formuli:

$$\text{dušik (N\%)} = \frac{(a-b) \cdot 1,401 \cdot \text{mol.kisl}}{m} \quad \dots(1)$$

Količino surovih beljakovin izražamo v odstotkih na suho snov in izračunamo po formuli:

$$\text{beljakovine (\%)} \text{ na suho snov} = \frac{N \cdot F \cdot 100}{100 - V} \quad \dots(2)$$

a – količina porabljenih mL NaOH za slepi preskus

b – količina porabljenih mL NaOH za analizo

m – odtehtana količina vzorca v g

V – količina vlage v analiziranem vzorcu, izražena v %

F – faktor za preračunavanje dušika v beljakovine, ki je odvisen od vrste vzorca

pšenica 5,7

moka pšenična 5,7

koruzni izdelki, koruza 6,25

Metoda je bila predpisana po Pravilniku o metodah fizikalnih in kemičnih analiz za kontrolo kakovosti žit, mlevskih in pekarskih izdelkov, testenin in hitro zamrznjenega testa (Ur. l. SFRJ 74/1988) in jo še sedaj uporabljajo v raziskavah in industriji.

Vsebnost beljakovin se je določala s korektivnim faktorjem za preračun beljakovin iz dušika in sicer s korektivnim faktorjem $N \times 6,25$ (STEADMAN in sod. 2001a, FESSAS in sod. 2008) ter s korektivnim faktorjem $N \times 5,7$ (ŠKRABANJA in sod. 2004, HATCHER in sod. 2008).

Ugotavljanje vsebnosti pepela

Princip temelji na sežigu vzorca in tehtanju dobljenega ostanka.

Za ugotavljanje vsebnosti pepela smo 2 do 3 g vzorca žarili v žarilni peči pri temperaturi 900 ± 20 °C 1 uro. Vsebnost pepela je preostanek po žarenju in je preračunan na delež začetne mase pred žarenjem.

Količino pepela izrazimo v odstotkih mase glede na suho snov in izračunamo po naslednji formuli:

$$\text{pepel (\%m/m)} = m_1 \cdot \frac{100}{m_0} \cdot \frac{100}{100 - V} \quad \dots(3)$$

m_0 – masa vzorca za analizo v g

m_1 – masa ostanka v g

V – količina vode v analiziranem vzorcu, izražena v odstotkih

Metoda se uporablja v skladu s Pravilnikom o metodah in postopkih ugotavljanja skladnosti kmetijskih pridelkov oz. živil - Priloga 4: Metode vzorčenja ter fizikalno kemijske analize žit, mlevskih in pekarskih izdelkov, testenin in hitro zamrznjenega testa (Ur. l. RS 84/2003).

Ugotavljanje vsebnosti vode

Vsebnost vode se določi kot izguba mase med sušenjem zmletih vzorcev v sušilniku do konstantne mase pri temperaturi 130 °C. Zatehtali smo 2–2,5 g vzorca in sušili 1,5 ure oz. do konstantne mase. Izguba mase, izražena v odstotkih, označuje količino vlage v vzorcu.

Količino vode izražamo v odstotkih mase vzorca in jo izračunamo po naslednji formuli:

$$\text{količina vode (v \%)} = \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} \times 100 \quad \dots(4)$$

m_0 – masa vzorca v g

m_1 – masa vzorca po sušenju v g

Metoda je v skladu s Pravilnikom o metodah in postopkih ugotavljanja skladnosti kmetijskih pridelkov oz. živil Priloga 4: Metode vzorčenja ter fizikalno kemijske analize žit, mlevskih in pekarskih izdelkov, testenin in hitro zamrznjenega testa (Ur. l. RS 84/2003).

Spektrofotometrične analize flavonoidov in taninov

Spektrofotometrija temelji na merjenju absorbcije svetlobe, ki prehaja skozi preiskovano raztopino. Absorb-

cijo merimo v ultravijoličnem, vidnem in infrardečem spektralnem območju, navadno pri absorpcijskem maksimumu. Valovna dolžina, pri kateri neka spojina absorbira svetlobo, je odvisna od strukture molekule. Konjugiranje med skupinami ali z alifatskimi in aromatskimi dvojnimi vezmi povzroči premike proti daljšim valovnim dolžinam.

Po 10 mL 60 % etanola smo dodali ustrezni natehti vzorca (natehta moke 600 mg za tanine; 50 mg za flavonoide). Vse skupaj smo stresali na stresalniku eno uro in pustili ekstrahirati preko noči. Naslednji dan smo vzorce centrifugirali 10 minut pri 4000 obrat./min., bistri supernatant pa uporabili za analizo.

Analiza vsebnosti

Ustrezen volumen vzorčne raztopine smo odpipetirali na mikrotitrsko ploščico, po potrebi smo ga redčili in mu dodali reagente v predpisanih volumnih. Po določenem času smo pri predpisani valovni dolžini izmerili absorbanco. Vzporedno z vzorčno raztopino smo analizirali tudi raztopine standardov in slepi vzorec.

Izračun koncentracij

Koncentracijo rutina, pirogalola in epikatehina v posameznih frakcijah smo izračunali po formuli:

$$C_x = C_s \cdot A_v / A_s \quad \dots(5)$$

$$C\% = [(C_s \cdot A_v / A_s) / C_{vz}] \cdot 100\% \quad \dots(6)$$

C_s – koncentracija standardne raztopine

A_v – absorbanca preiskovanega vzorca

A_s – absorbanca standardne raztopine

C_x – koncentracija standarda v preiskovanem vzorcu

C_{vz} – koncentracija vzorca (razmerje med maso vzorca in volumnom ekstrakcijskega topila)

$C\%$ – delež (v %) standarda v preiskovanem vzorcu

Ugotavljanje vsebnosti flavonoidov z uporabo aluminijevega klorida

Z $AlCl_3$ običajno določamo flavone in flavonole, ne pa tudi flavanonov (te ugotavljamo z 2,4-dinitrofenilhidrazinom). Princip spektrofotometrične metode kvantifikacije flavonoidov temelji na reakciji med flavonoidi in aluminijevim kloridom, pri čemer se raztopina obarva rumeno in ima absorpcijski maksimum pri valovni dolžini 420 nm (DUTRA in sod. 2008). Pri ugotavljanju flavonoidov z $AlCl_3$ se tvorijo kislinsko stabilni kompleksi s C-4 keto skupinami ter tudi s C-3 in C-5

hidroksilnimi skupinami flavonov in flavonolov (ZHANG in sod. 2005). Poleg tega se z $AlCl_3$ tvorijo na kisline občutljivi kompleksi z orto-dihidroksil skupino na A in B obroču flavonoidov. Kompleksi, ki se tvorijo s flavonoli s C-3 in C-5 hidroksilnimi skupinami, so galangin, morin in kemferol; kompleksi, ki se tvorijo z orto-dihidroksil skupinami, pa so rutin, kvercetin, kvercitrin in miricetin in imajo maksimalno absorbanco med 415–440 nm. Kompleksi, ki se tvorijo s C-5 hidroksil in C-4 keto skupinami, dosežejo maksimum pri 395 oz. 385 nm. Nekateri flavoni kot na primer luteolin, ki ima C-5 hidroksil skupino, kažejo najmočnejšo absorpcijo pri 415 nm. Pri določanju flavonoidov je zato potrebno izbrati kompromisno valovno dolžino za merjenje absorbance. Tvorijo se kompleksi med flavonoidi in aluminijevimi ioni v različnih stehiometričnih razmerjih (aluminij : flavonoidi = 2:1, 1:1 in 1:2) (ZHANG in sod. 2005). Če raztopini flavonoidov dodamo aluminijev klorid, pride do tvorbe kompleksa med aluminijevimi ioni in 3- in/ali 5-hidroksi-4-keto fragmentom, prav tako pa lahko nastane kompleks tudi s 3', 4'-dihidroksi skupinama na B obroču. V kislem je keto aluminijev kompleks stabilen, medtem ko je kompleks, ki nastane z obročem B in dihidroksi skupinama, labilen (BOHM 1998).

Priprava reagenta

Uporabili smo 5 % $AlCl_3$ (500 mg $AlCl_3$ v 10 mL metanola)

Priprava standardnih raztopin

Kot standarde smo uporabili rutin in kvercetin.

1 mg standarda smo raztopili v 10 mL 60 % etanola. Raztopino rutina smo za analizo flavonoidov redčili.

Prikaz pogojev in reagentov za analizo flavonoidov:

vzorčna raztopina: volumen 180 μ L,
reagent pri vzorčni raztopini: volumen 20 μ L $AlCl_3$,
reagent pri slepi raztopini: 20 μ L metanol,
standardna raztopina: rutin (0,02 mg/mL),
merjenje ekstinkcije (A): po 30 minutah,
valovna dolžina (λ): 420 nm.

Ugotavljanje vsebnosti taninov z vanilin-HCl metodo

Test z vanilinom je široko uporabljen test za kvantitativno določevanje kondenziranih taninov (proantocianidinov, katehinskih taninov – polimerov katehina in/ali epikatehina) v rastlinah, ki so polimeri flavonoidov. Je občutljiv, relativno enostaven test, specifičen za flavan-3-ole, dihidroalkone in proantocianidine (MUCHUWETI in sod. 2005).

V kislih pogojih poteče reakcija med vanilinom in kondenziranimi tanini, pri čemer nastane rdeče obarvana raztopina z absorpcijskim maksimumom med 480 in 550 nm. Za pozitivno reakcijo je potrebna enojna vez med C₂–C₃. Halkoni, flavoni in flavonoli ne dajejo pozitivne reakcije ravno zaradi dvojne vezi na tem mestu. Do inaktivacije pride verjetno zaradi delokalizacije elektronov, kar zmanjša elektronsko gostoto na obroču A. Nekateri avtorji poročajo o lažno pozitivnih rezultatih na tanin pri uporabi vanilin–HCl metode (WALTON in sod. 1983), spet drugi so preučevali razlike ob uporabi organskih topil metanola in acetona (MAKKAR & BECKER 1993).

Priprava reagenta

Uporabili smo 4 % vanilin (400 mg vanilina v 10 mL 96 % etanola).

Priprava standardnih raztopin

Kot standard smo uporabili epikatehin.

1 mg standarda smo raztopili v 10 mL 60 % etanola. Zaradi nestabilnosti smo raztopino pirogalola pripravljali tedensko.

Prikaz pogojev in reagentov za analizo taninov:

vzorčna raztopina: volumen 50 µL,

reagent pri vzorčni raztopini: volumen 100 µL vanilin, 50 µL 32 % HCl,

reagent pri slepi raztopini: 100 µL 96 % etanol, 50 µL 32 % HCl,

standardna raztopina: epikatehin (0,1 mg/mL),

merjenje ekstinkcije (A): po 60 minutah,

valovna dolžina (λ): 500 nm.

STATISTIČNE ANALIZE

Rezultate smo analizirali z uporabo Microsoft Excel 2003 ter programom STAT G (Statgraphics 5.0, Statistical Graphics Corporation, ZDA). Statistične analize so bile opravljene v programu ANOVA ob ugotovljenih statističnih značilnostih pri $p < 0,05$ (FERLIGOJ 1997, KASTELEC 2007ab, FERLIGOJ & LOZAR MANFREDA 2009).

Vse meritve in analize za testa so bile opravljene v treh ponovitvah.

Standardni odklon

Standardni odklon smo uporabili za merjenje statistične razpršenosti enot. Standardni odklon je definiran kot kvadratni koren variance. Rezultati so prikazani v povprečjih (povprečna vrednost ± standardni odklon).

Standardni odklon vseh enot statistične populacije je definiran s formulo:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad \dots(7)$$

x_i - i -ta enota v statistični populaciji,

$\bar{x}$ - aritmetična sredina populacije,

N - število vseh enot.

Standardni odklon smo izračunali za vrednosti flavonoidov, fenolov in taninov v testih oz. pri mlevskih frakcijah mok, otrobov in luščin ob dodatku vode v vzorcih tatarske in navadne ajde (T1, T2 in D) ter za vrednosti rutina in kvercetina v mokah ter testih v vzorcih navadne ajde cv. 'Siva' (S) in tatarske ajde (T3).

Merilna negotovost

Negotovost meritev je podana z razponom vrednosti, ki verjetno spremlja pravo vrednost. Zapiše se z rezultatom: vrednost ± merilna negotovost.

Merilno negotovost smo uporabili pri interpretaciji rezultatov spektrofotometričnih meritev vsebnosti flavonoidov, fenolov in taninov v izhodiščnih vzorcih mok, kjer nismo razpolagali s tremi ponovitvami rezultatov. Za izračun merilne negotovosti pri izhodiščnih vzorcih mok smo uporabili vse rezultate in standardni odklon za posamezni vzorec pri pripravi test iz izhodiščnih mok. Izračunali smo deleže SD za posamezne rezultate ter za skupino rezultatov posameznega vzorca povprečni delež (%) odstopanj. To povprečje smo uporabili za izračun merilne negotovosti iz rezultata za izhodiščni vzorec.

Merilno negotovost smo izračunali za vrednosti flavonoidov, fenolov in taninov pri mlevskih frakcijah mok, otrobov in luščin brez dodane vode v vzorcih tatarske in navadne ajde (T1, T2 in D).

Linearna regresija

Če ena spremenljivka vpliva na drugo, pravimo, da sta regresijsko odvisni. Obe spremenljivki sta numerični. Odvisnost zapišemo kot $Y = f(X)$. Mogočih je več vrst odvisnosti. V našem primeru smo preučevali linearno odvisnost, ki jo zapišemo z linearno funkcijo ali premico. Uporabili smo model tipa $Y = \alpha + \beta X + \epsilon$, za katerega smo na osnovi podatkov izračunali oceni α in β parametrov modela α in β . Odvisnost poznamo, če poznamo koeficienta α in β . Iz vzorca podatkov lahko izračunamo koeficienta α in β tako, da se premica čim

manj odklanja od točk (metoda najmanjših kvadratov). Regresijska premica kaže, kakšen je vpliv neodvisne spremenljivke X na odvisno spremenljivko Y (FERLIGOJ 1997, KASTELEC 2007ab).

Metodo linearne regresije smo uporabili za ugotavljanje korelacije med vsebnostjo pepela, vsebnostjo beljakovin in vsebnostjo vode ter za odvisnost med količinami flavonoidov v moki in v testu po dodajanju vode.

Uporaba linearne regresije za preučevanje zgornjih spremenljivk se je zdela smiselna, saj predpostavimo neodvisno spremenljivko in nato od nje odvisno spremenljivko. Torej ugotavljamo odvisnost spremenljivke od neodvisne spremenljivke. Možno bi bilo tudi ugotavljanje drugačne povezanosti spremenljivk, ne le linearne.

V analizi predpostavimo, da gre za linearno odvisnost odvisne spremenljivke (označene z Y) od neodvisne spremenljivke (označene z X). Naredimo razsewni grafikon (lahko tudi z vrisano premico), ki predstavlja osnovo za nadaljnje korake in predstavlja kvalitativno oceno utemeljenosti in pravilnosti predpostavke o linearni odvisnosti. Izračunamo koeficient determinacije (r^2), ki kaže kakovost regresijskega modela (v našem primeru linearnega). Izračunamo oceni koeficientov regresijske premice a in b (a je ocena za α , b je ocena za β) po metodi najmanjših kvadratov. Izračunamo standardno napako regresije (s), ki tudi pove, kako dobro se regresijski model prilega podatkom. Ob predpostavki normalne porazdelitve $\hat{Y}$, ki je slučajna spremenljivka, pričakujemo, da je 95 % točk populacije v pasu $\hat{Y} \pm 2s$ okoli izračunane ocene $\hat{Y}$.

3 REZULTATI

MLETJE IN PRESEJANJE VZORCEV Tatarske IN NAVADNE AJDE

Za vzorce zrnja tatarske ajde (T1) in navadne ajde (D) smo ugotovili deleže posameznih frakcij in podfrakcij ter jih med seboj primerjali. Pri mletju oba vzorca dateta bistveno višji delež frakcije F_1 z granulacijo do

vklučno 236 μm in sicer 67 % tatarska ajda (T_1) in 69 % navadna ajda (D). Podfrakciji F_{11} in F_{12} pri presejanju pa se med seboj pri tatarski in navadni ajdi nekoliko ločujeta. Rezultati so prikazani v preglednici 5 in 6.

V tatarski ajdi je delež frakcije F_{22} (del otrobov in luščine) skoraj 21 %, medtem ko je pri navadni ajdi iste frakcije F_{22} le okoli 17,6 %.

Preglednica 5: Deleži posameznih frakcij pri mletju in presejanju tatarske ajde (vzorec T1)

Table 5: Percentage of milling and sieving fractions of Tartary buckwheat (sample T1)

Vzorec (zrnje)	Mletje na 2 frakciji	Delež (%)	Presejanje (vsake frakcije na 2 podfrakciji)	Delež (%)	Presejanje (vsake frakcije na 2 podfrakciji)	Osnova za izračun (%)	Delež (%)
Tatarska ajda iz Luksemburga (T1)	T1 F_1	67,05	T1 F_{11}	47,75	T1 F_{11}	100	71,21
			T1 F_{12}	19,20	T1 F_{12}		28,63
	T1 F_2	32,95	T1 F_{21}	12,02	T1 F_{21}	100	36,48
			T1 F_{22}	20,93	T1 F_{22}		63,52
		100		100			

T1 - tatarska ajda zrnje ($m = 1774,7 \text{ g}$)

T1 F_1 - tatarska ajda, frakcija moka z granulacijo $\leq 236 \mu\text{m}$

T1 F_2 - tatarska ajda, frakcija moka z granulacijo $> 236 \mu\text{m}$

T1 F_{11} - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

T1 F_{12} - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

T1 F_{21} - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

T1 F_{22} - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

Moko tatarske ajde T2, ki smo jo pridobili iz mlina, smo presegali v dve frakciji. Delež frakcije F_1 (moka z granulacijo do vključno 100 μm) je skoraj 58 %, delež

frakcije F_2 (z granulacijo nad 100 μm) pa okoli 42 %. Rezultati so prikazani v preglednici 7.

Preglednica 6: Deleži posameznih frakcij pri mletju in presejanju navadne ajde (vzorec D)**Table 6: Percentage of milling and sieving fractions of common buckwheat (sample D)**

Vzorec (zrnje)	Mletje na 2 frakciji	Delež (%)	Presejanje (vsake frakcije na 2 podfrakciji)	Delež (%)	Presejanje (vsake frakcije na 2 podfrakciji)	Osnova za izračun (%)	Delež (%)
Navadna ajda Darja' (D)	D F ₁	69,44	D F ₁₁	48,64	D F ₁₁	100	70,04
			D F ₁₂	20,80	D F ₁₂		29,69
	D F ₂	30,56	D F ₂₁	12,94	D F ₂₁	100	42,34
			D F ₂₂	17,62	D F ₂₂		57,66
		100		100			

D - navadna ajda, zrnje (m = 2400,5 g)

D F₁ - navadna ajda, frakcija moka z granulacijo ≤ 236 μm

D F₂ - navadna ajda, frakcija moka z granulacijo > 236 μm

D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo ≤ 100 μm

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo 100 μm < x ≤ 236 μm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo > 236 μm < x ≤ 1000 μm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo >1000 μm ter otrobi in luščine

Preglednica 7: Deleži frakcij pri presejanju moka tatarske ajde (vzorec T2)**Table 7: Percentage of sieving fractions of Tartary buckwheat (sample T2)**

Vzorec (moka)	Presejanje na 2 podfrakciji	Delež (%)
Tatarska ajda – moka iz	F ₁₁	57,63
Luksemburga (T2 F ₁)	F ₁₂	42,31

T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec), 42 % izmlevnost (m = 960 g)

T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo ≤ 100 μm (primerljivo z F₁₁ v vzorcih T1 in D)

T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo >100 μm (delno primerljivo z F₁₂+F₂₁ v T1 in D)

VSEBNOST BELJAKOVIN, PEPELA IN VODE V VZORCIH TATARSKE IN NAVADNE AJDE

Vsebnost surovih beljakovin na suho snov v vzorcih tatarske in navadne ajde ter njihovih mlevskih frakcijah smo analizirali po Kjeldahlu, kot faktor za preračun smo uporabili f = 5,7 in f = 6,25 (preglednica 18). V nadaljevanju smo uporabljali le rezultate, preračunane s faktorjem 5,7 (preglednica 8).

Zrnje tatarske ajde (vzorec T1) vsebuje okoli 1 % manj beljakovin kot zrnje navadne ajde (vzorec D).

Najvišjo vsebnost beljakovin v vzorcu navadne ajde ima frakcija D F₂₁ (z granulacijo nad 236 μm do vključno 1000 μm) in sicer kar 26,2 % beljakovin v SS, medtem ko je vsebnost beljakovin pri tatarski ajdi (vzorec T1) skoraj 6 % nižja. Vsebnost beljakovin v frakciji fine bele moka F₁₁ iz notranjega dela zrn (z granulacijo do vključno 100 μm) je zelo nizka in sicer pri navadni ajdi le 5,47 % v SS, pri tatarski ajdi T1 pa 6,6 % v SS.

Preglednica 8: Vsebnost surovih beljakovin, pepela in vode v mlevskih frakcijah tatarske ajde (vzorca T1 in T2) in navadne ajde (vzorec D)**Table 8: Protein, ash and water content in milling fractions of common buckwheat (sample D) and Tartary buckwheat (samples T1 and T2)**

Vzorec	% beljakovin/SS (f=5,7)	% beljakovin/SS (f=6,25)	% pepela/SS	% vode
D	10,47	11,47	1,65	10,67
D F ₁₁	<u>5,47</u>	5,97	<u>0,62</u>	11,08
D F ₁₂	18,60	20,37	2,91	11
D F ₂₁	26,20	28,73	4,19	10,22

D F ₂₂	2,87	3,13	1,04	10,51
T1	9,53	10,47	2,73	9,86
T1 F ₁₁	<u>6,63</u>	7,30	<u>1,44</u>	8,99
T1 F ₁₂	18,8	20,60	4,23	8,95
T1 F ₂₁	18,6	20,40	3,9	8,43
T1 F ₂₂	2,47	2,73	1,02	8,1
T2 F ₁	6,70	7,40	1,67	12,31
T2 F ₁₁	4,80	5,27	1,05	10,72
T2 F ₁₂	9,33	10,23	2,53	10,46

D - navadna ajda, zrnje, moka iz celega zrna

D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

T1 - tatarska ajda iz Luksemburga, zrnje, moka iz celega zrna

T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

T2 F₁ - moka iz tatarske ajde iz Luksemburga (pridobljen vzorec)

T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo $> 100 \mu\text{m}$

Ugotavljamo tudi, da sta obe bolj grobi moki tatarske ajde (T1 F₁₂ in T1 F₂₁ z granulacijo nad 100 do vključno 1000 μm) bogati z beljakovinami (vsebnost beljakovin nad 18 %), bela moka iz notranjega dela zrn tatarske ajde vsebuje le okoli 6 % beljakovin v SS, otrobi in luščine (frakcija T1 F₂₂) pa le okoli 2,5 % beljakovin v SS. Z beljakovinami bogati sta tudi isti frakciji navadne ajde D F₁₂ in D F₂₁ (18,6 % beljakovin/SS oz. 26,2 % beljakovin/SS). Frakcija otrobov in luščin navadne ajde (D F₂₂) ima nizko vsebnost beljakovin (pod 3 %), kar je podobno kot pri tatarski ajdi (preglednica 8).

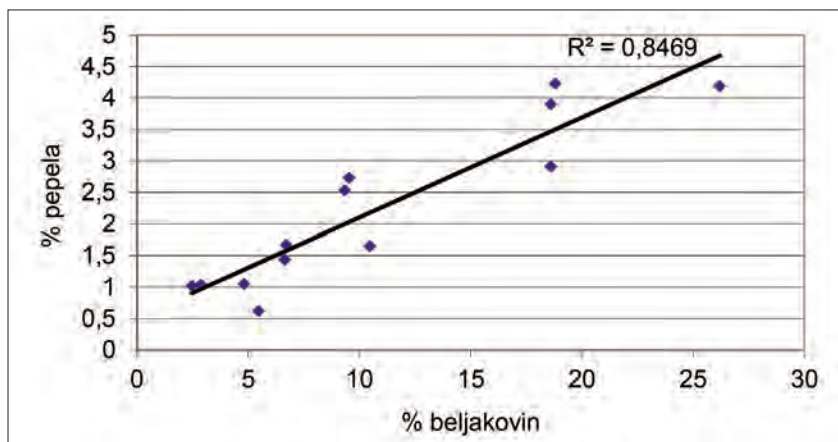
V preglednici 8 so prikazani rezultati vsebnosti beljakovin v SS, pepela v SS in vode v vzorcih zrnja tatarske ajde iz Luksemburga (vzorec T1) in navadne ajde 'Darja' (vzorec D) ter njihovih mlevskih frakcijah. Rezultati kažejo nekoliko višjo vsebnost vode v zrnju navadne ajde 'Darja' (vzorec D) v primerjavi z zrnjem tatarske ajde iz Luksemburga (vzorec T1). Vsebnost pepela je v tatarski ajdi (vzorec T1) bistveno višja (2,73 %/SS) kot v navadni ajdi (D) (1,65 %/SS). V vzorcu moka iz tatarske ajde iz Luksemburga (vzorec

T2) pa je vsebnost pepela nizka (1,67 %/SS), vsebnost vode pa precej visoka (12,31 %).

Vsebnost pepela v SS se razlikuje tudi med frakcijami navadne in tatarske ajde. Najvišjo vsebnost pepela v SS ima mlevska frakcija tatarske ajde T1 F₁₂ (4,2 %), mlevska frakcija navadne ajde z najvišjo granulacijo (D F₂₁) pa 4,2 % pepela v SS (preglednica 18). Najnižjo vsebnost pepela ima frakcija tatarske ajde T1 F₂₂ (1 %/SS) ter frakcija navadne ajde D F₁₁ (0,6 % pepela/SS) (preglednica 18). Vsebnost pepela v frakciji T2 F₁₁ je nižja kot v frakciji T2 F₁₂ (1,05% oziroma 2,53% pepela/SS) (preglednica 8).

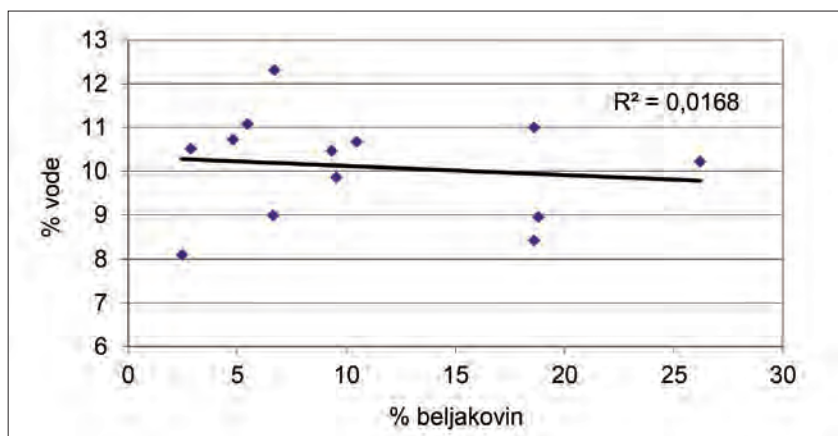
Ugotovili smo linearno povezavo med vsebnostjo beljakovin/SS in vsebnostjo pepela/SS v mlevskih frakcijah vzorcev navadne in tatarske ajde ($r^2 = 0,8469$; $p < 0,05$). Pri višji vsebnosti beljakovin/SS v mlevskih frakcijah lahko pričakujemo višjo vsebnost pepela/SS in obratno (slika 1).

Povezave med pepelom in vsebnostjo vode ter beljakovinami in vsebnostjo vode niso značilne ($r^2 = 0,0848$ oz. $r^2 = 0,0168$; $p < 0,05$) in kažejo na nepovezanost teh parametrov med seboj (sliki 2 in 3).



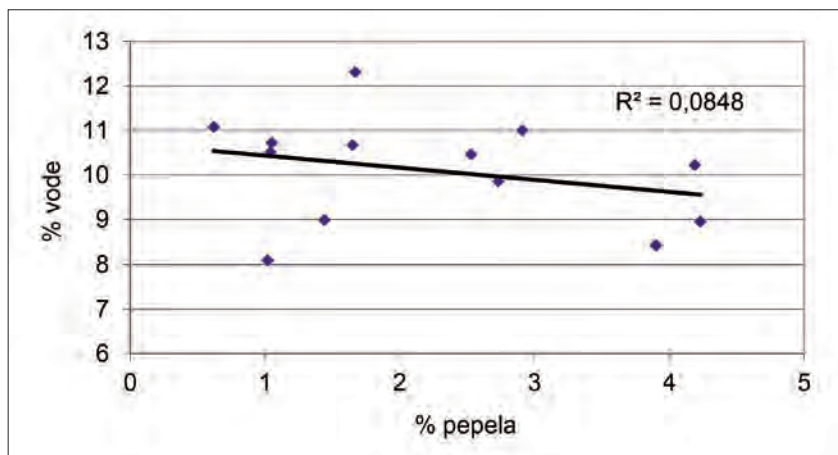
Slika 1: Korelacija med vsebnostjo beljakovin/SS in vsebnostjo pepela/SS v zrnju ter v mlevskih frakcijah navadne ajde (vzorec D) in tatarske ajde (vzorec T1)

Figure 1: Correlation between protein content/dwb and ash content/dwb in grain and in milling fractions of common buckwheat (sample D) and Tartary buckwheat (T1)



Slika 2: Korelacija med vsebnostjo beljakovin/SS in vsebnostjo vode v zrnju ter mlevskih frakcijah navadne ajde (vzorec D) in tatarske ajde (vzorec T1)

Figure 2: Correlation between protein content/dwb and water content in grain and in milling fractions of common buckwheat (sample D) and Tartary buckwheat (T1)



Slika 3: Korelacija med vsebnostjo pepela/SS in vsebnostjo vode v zrnju ter mlevskih frakcijah navadne ajde (vzorec D) in tatarske ajde (vzorec T1)

Figure 3: Correlation between ash content/dw and water content in grains and in milling fractions of common buckwheat (sample D) and Tartary buckwheat (sample T1)

VSEBNOST FLAVONOIDOV IN TANINOV V TATARSKI IN NAVADNI AJDI

Mlevske frakcije navadne in tatarske ajde imajo različno vsebnost flavonoidov in taninov (preglednica 9). Preučevali smo štiri mlevske frakcije in sicer: fine bele moke z granulacijo do vključno 100 μm (F_{11}), temnejše bolj grobe moke z granulacijami nad 100 μm do vključno 236 μm (F_{12}) ter nad 236 μm do vključno 1000 μm (F_{21}), posebej pa smo preučevali tudi frakcijo luščin z otrobi z granulacijami nad 1000 μm (F_{22}).

V preglednici 9 so prikazani rezultati vsebnosti flavonoidov in taninov v vzorcih mlevskih frakcij tatarske ajde iz Luksemburga (vzorca T1 in T2) ter navadne ajde 'Darja' (vzorec D).

Vsebnost flavonoidov v tatarski in navadni ajdi (vzorci T1, T2 in D)

Vsebnost flavonoidov v suhi snovi je v navadni ajdi (vzorec D) od 0,015 % do 0,055 %, v tatarski ajdi (vzorec T1) od 0,178 % do 4,470 %, v tatarski moki (vzorec T2) pa od 0,243 % do 1,011 % (preglednici 9 in 10).

Najvišja koncentracija flavonoidov je v frakciji tatarske ajde T1 F_{12} (4,47 %/SS) in T1 F_{21} (3,54 %/SS). To sta mlevski frakciji grobe temnejše moke z granulacijo nad 100 μm do vključno 1000 μm .

Vsebnost flavonoidov v navadni ajdi (vzorec D) je nižja kot v obeh vzorcih tatarskih ajd (vzorca T1 in T2). Koncentracija flavonoidov se razlikuje tudi med dvema vzorcema tatarskih ajd. Primerjava med vzorcema tatarskih ajd T1 in T2 kaže višjo vsebnost flavonoidov v vzorcu T1 (preglednica 9).

V vzorcu pridobljene moke iz tatarske ajde (T2 F_1) iz Luksemburga je vsebnost flavonoidov v suhi snovi 0,9 %. Ob razdelitvi v dve podfrakciji je v frakciji T2 F_{12} (nad 100 μm) vsebnost flavonoidov v suhi snovi 1 %, v frakciji T2 F_{11} (do vključno 100 μm) pa le 0,2 %. To kaže, da je v belih mokah minimalna prisotnost flavonoidov (preglednica 9).

Ob primerjavi finih belih mok dveh vzorcev tatarskih ajd (T1 in T2) z isto granulacijo (do vključno 100 μm) ugotavljamo, da je v mlevski frakciji tatarske ajde T1 F_{11} višja vsebnost flavonoidov (0,71 %/SS) kot v vzorcu T2 F_{11} z isto granulacijo, kjer je vsebnost flavonoidov le 0,24 % v SS (preglednica 9).

Preglednica 9: Koncentracije flavonoidov in taninov v mlevskih frakcijah tatarske in navadne ajde
Table 9: Flavonoid and tannin content in milling fractions of Tartary and common buckwheat

Vzorec ajde	Frakcija	Flavonoidi (%/SS $\pm$ MN)	Tanini (%/SS $\pm$ MN)
Tatarska ajda (T1)	T1 F_{11}	0,709 $\pm$ 0,040	0,089 $\pm$ 0,009
Tatarska ajda (T1)	T1 F_{12}	4,470 $\pm$ 0,226	0,141 $\pm$ 0,033
Tatarska ajda (T1)	T1 F_{21}	3,542 $\pm$ 0,184	1,248 $\pm$ 0,144
Tatarska ajda (T1)	T1 F_{22}	0,178 $\pm$ 0,019	0,286 $\pm$ 0,014
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F_{11}	0,015 $\pm$ 0,006	0,057 $\pm$ 0,007
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F_{12}	0,043 $\pm$ 0,006	0,407 $\pm$ 0,120
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F_{21}	0,051 $\pm$ 0,007	0,790 $\pm$ 0,189
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F_{22}	0,055 $\pm$ 0,013	0,305 $\pm$ 0,023
Tatarska ajda (T2)	T2 F_1	0,916 $\pm$ 0,080	0,145 $\pm$ 0,016
Tatarska ajda (T2)	T2 F_{11}	0,243 $\pm$ 0,008	0,071 $\pm$ 0,008
Tatarska ajda (T2)	T2 F_{12}	1,011 $\pm$ 0,037	0,189 $\pm$ 0,020

T1 F_{11} - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

T1 F_{12} - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

T1 F_{21} - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

T1 F_{22} - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

D F_{11} - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

D F_{12} - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

D F_{21} - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

D F_{22} - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

T2 F_1 - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)

T2 F_{11} - moka iz tatarske ajde z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

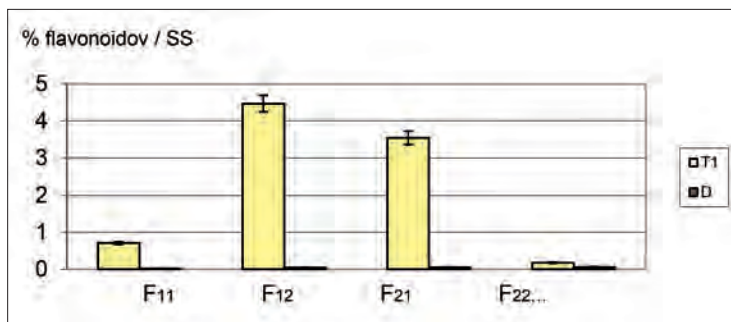
T2 F_{12} - moka iz tatarske ajde z granulacijo $> 100 \mu\text{m}$

MN - merilna negotovost

SS - suha snov

Preglednica 10: Primerjava vsebnosti flavonoidov v mlevskih frakcijah tatarske ajde (T1) in navadne ajde (D)
Table 10: Comparison of flavonoid content in milling fractions of Tartary buckwheat (T1) and common buckwheat (D)

Vzorec ajde	Frakcija	Flavonoidi (%/SS ± MN)
Tatarska ajda (T1)	T1 F ₁₁	0,709 ± 0,040
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F ₁₁	0,709 ± 0,040
Tatarska ajda (T1)	T1 F ₁₂	4,470 ± 0,226
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F ₁₂	0,043 ± 0,006
Tatarska ajda (T1)	T1 F ₂₁	3,542 ± 0,184
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F ₂₁	0,051 ± 0,007
Tatarska ajda (T1)	T1 F ₂₂	0,178 ± 0,019
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F ₂₂	0,055 ± 0,013



Slika 4: Primerjava vsebnosti flavonoidov v mlevskih frakcijah tatarske ajde (T1) in navadne ajde (D)

Figure 4: Comparison of flavonoid content in milling fractions of Tartary buckwheat (T1) and common buckwheat (D)

T1 - tatarska ajda

D - navadna ajda

F₁₁ - podfrakcija moke z granulacijo ≤ 100 μm

F₁₂ - podfrakcija moke z granulacijo 100 μm < x ≤ 236 μm

F₂₁ - podfrakcija moke z granulacijo 236 μm < x ≤ 1000 μm

F₂₂ - podfrakcija moke z granulacijo > 1000 μm ter otrobi in luščine

MN - merilna negotovost

SS - suha snov

Primerjave med mlevskimi frakcijami tatarske ajde T1 in navadne ajde D (preglednica 10; slika 4) kažejo bistveno višjo vsebnost flavonoidov v tatarski ajdi (50 do 100-krat višjo) kot v navadni ajdi v vseh mlevskih frakcijah razen v frakciji luščin in otrobov, kjer je razlika med njima manjša (le 3-krat višja pri tatarski ajdi).

Primerjave med tatarsko ajdo (vzorec T1) in navadno ajdo (vzorec D) kažejo tudi različno razporeditev flavonoidov med mlevskimi frakcijami (slika 4). Vsebnost flavonoidov v suhi snovi v mlevski frakciji tatarske ajde T1 F₁₁ (z granulacijo do vključno 100 μm) je 0,7 %, v frakciji T1 F₁₂ (nad 100 do vključno 236 μm) 4,5 %, v frakciji T1 F₂₁ (nad 236 do vključno 1000 μm) 3,5 % ter v frakciji T1 F₂₂ z granulacijo nad 1000 μm (otrobi in luščine) le 0,17 %. Najvišja vsebnost flavonoidov je v frakciji F₁₂, najnižja pa v frakciji otrobov in luščin F₂₂ (preglednica 10).

V navadni ajdi (vzorec D) je bistveno manj flavonoidov kot v tatarski ajdi T1 (slika 4). Vsebnost flavonoidov v suhi snovi je v frakciji bele moke D F₁₁ (z granulacijo do vključno 100 μm) 0,015 %, v frakciji moke D F₁₂ (nad 100 do vključno 236 μm) 0,04 %, v frakciji D

F₂₁ (nad 236 do vključno 1000 μm) 0,05 %, v frakciji otrobov in luščin D F₂₂ (nad 1000 μm) pa je le 0,05 % flavonoidov v SS. Iz rezultatov (preglednica 20) je vidno, da je v navadni ajdi v frakciji z granulacijo do vključno 100 μm 3-krat manj flavonoidov kot v frakcijah nad 100 μm. Najvišja vsebnost flavonoidov je v frakciji otrobov in luščin F₂₂, najnižja pa v frakciji bele moke F₁₁.

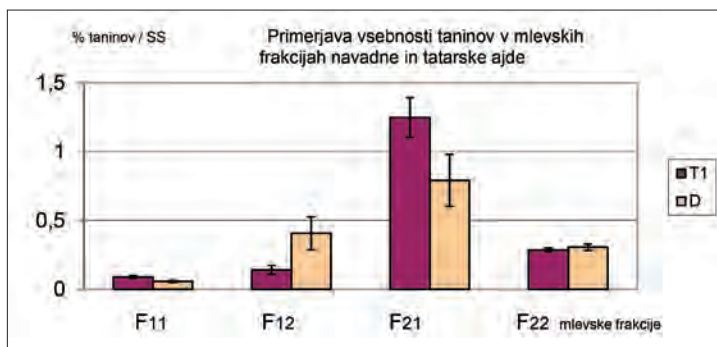
Mlevske frakcije tatarske ajde z višjo granulacijo (nad 100 μm) imajo višjo vsebnost flavonoidov (to so T1 F₁₂, T1 F₂₁ ter T2 F₁₂). Najnižja vsebnost flavonoidov je v belih mokah z granulacijo do vključno 100 μm (frakcije T1 F₁₁ in T2 F₁₁) (preglednica 9). Frakcije belih mok tatarske ajde, ki so predvidoma iz notranjega dela zrn (z nizko granulacijo), so revnejše s flavonoidi, prav tako pa tudi frakcije luščin in otrobov (slika 4).

Vsebnost taninov v tatarski in navadni ajdi (vzorci T1, T2 in D)

Navadna ajda D vsebuje od 0,06 % do 0,79 % taninov v SS, tatarska ajda T1 od 0,09 % do 1,25 %, tatarska ajda

Preglednica 11: Primerjava vsebnosti taninov v mlevskih frakcijah tatarske ajde (T1) in navadne ajde (D)
Table 11: Comparison of tannin content in milling fractions of Tartary buckwheat (T1) and common buckwheat (D)

Vzorec ajde	Frakcija	Tanini (%/SS ± MN)
Tatarska ajda (T1)	T1 F ₁₁	0,0893 ± 0,0094
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F ₁₁	0,0566 ± 0,0073
Tatarska ajda (T1)	T1 F ₁₂	0,1410 ± 0,0326
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F ₁₂	0,4066 ± 0,1201
Tatarska ajda (T1)	T1 F ₂₁	1,2478 ± 0,1444
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F ₂₁	0,7903 ± 0,1894
Tatarska ajda (T1)	T1 F ₂₂	0,2861 ± 0,0138
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F ₂₂	0,3052 ± 0,0231



Slika 5: Primerjava vsebnosti taninov v mlevskih frakcijah navadne ajde (D) in Tatarske ajde (T1)

Figure 5: Comparison of tannin content in milling fractions of Tartary buckwheat (T1) and common buckwheat (D)

D - navadna ajda

F₁₁ - podfrakcija moka z granulacijo ≤ 100 μm

F₁₂ - podfrakcija moka z granulacijo 100 μm < x ≤ 236 μm

F₂₁ - podfrakcija moka z granulacijo 236 μm < x ≤ 1000 μm

F₂₂ - podfrakcija moka z granulacijo > 1000 μm ter otrobi in luščine

MN - merilna negotovost

SS - suha snov

T2 pa od 0,07 % do 0,19 % (preglednica 11). Najvišja koncentracija taninov je v frakciji tatarske ajde T1 F₂₁ (1,25 %/SS) (slika 5). To je mlevska frakcija grobe temnejše moka z granulacijo nad 236 μm do vključno 1000 μm. Frakciji otrobov in luščin navadne ajde D in tatarske ajde T1 imata približno enako vsebnost taninov v suhi snovi (navadna ajda D 0,31 % in tatarska ajda T1 0,29 % taninov v SS) (preglednica 11).

Razporeditev taninov po frakcijah se med tatarsko ajdo (T1) in navadno ajdo (D) razlikuje. Na splošno je največ taninov v frakciji F₂₁ v obeh vzorcih ajd (T1 in D) in sicer v tatarski ajdi T1 1,25 % v SS in v navadni ajdi D 0,79 % v SS; najmanj taninov pa je v frakciji F₁₁ in sicer v tatarski ajdi T1 0,09 % v SS, v navadni ajdi D pa 0,06 % v SS (preglednica 11).

Primerjava vsebnosti taninov v navadni in tatarski ajdi kaže, da je v tatarski ajdi T1 približno 60 % več taninov v frakcijah F₁₁ in F₂₁ kot v navadni ajdi D, medtem ko je v mlevski frakciji navadne ajde D F₁₂ vsebnost taninov celo višja kot v tatarski ajdi T1, kar smo razumeli kot drugačno razporeditev taninov v zrnju med navadno in tatarsko ajdo (slika 15). Vsebnost taninov v frakciji otrobov in luščin F₂₂ (nad 1000 μm) pa je pri obeh vzorcih ajde (T1 in D) približno enaka (okoli 0,3 % v SS) (slika 5).

Koncentracija taninov v vzorcih navadne ajde (vzorec D) in tatarske ajde (vzorec T1) narašča od nizke granulacije mok (frakcija F₁₁) proti višjim granulacijam mok (frakcija F₂₁), nato pa se v frakciji otrobov in luščin z granulacijo nad 1000 μm (F₂₂) vsebnost taninov zniža (preglednica 11).

Vsebnost taninov je v frakciji otrobov in luščin navadne ajde (D F₂₂) 5-krat višja kot vsebnost taninov v fini beli moki (D F₁₁). Vsebnost taninov je v frakciji otrobov in luščin tatarske ajde (T1 F₂₂) 3-krat večja kot vsebnost taninov v beli moki (T1 F₁₁) (preglednica 11).

VSEBNOST FLAVONOIDOV IN TANINOV V TESTIH IZ AJDOVIH MOK V ODVISNOSTI OD ČASA

Preučevali smo koncentracije flavonoidov in taninov v testih iz mlevskih frakcij tatarske ajde (vzorca T1 in T2) ter navadne ajde (D) po 5 minutah (0,08 h), 30 minutah (0,5 h), eni uri (1 h), dveh urah (2), 4 urah (4), 8 urah (8), 12 urah (12) in 24 urah (24) ob dodatku vode in pripravi testa. Iz vzorcev mlevskih frakcij smo zamesili testo iz moka in vodovodne vode ter v testu opazovali spremembe v zgoraj navedenih časih, tako da smo testa pustili počivati določen čas pri

Preglednica 12: Primerjava koncentracij flavonoidov v mlevskih frakcijah ter v testih tatarske in navadne ajde (T1, T2, D) po 5-ih minutah stika z vodo in po 24-ih urah stika moke z vodo

Table 12: Comparison of flavonoid concentrations in milling fractions of Tartary and common buckwheat (T1, T2, D) and in milling fractions with added water after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact

Ajda - mlevska frakcija	% flavonoidov/SS		
	t0=moka	t5min=testo	t24h=testo
T1 F ₁₁	0,7089	1,4444	1,1121
T1 F ₁₂	4,4704	4,7661	4,3106
T1 F ₂₁	3,5415	4,2618	3,5511
T1 F ₂₂	0,1781	0,1783	0,0622
D F ₁₁	0,0149	0,0167	0,0057
D F ₁₂	0,0431	0,0848	0,0419
D F ₂₁	0,0508	0,0884	0,0688
D F ₂₂	0,0547	0,0712	0,0548
T2 F ₁	0,9157	1,2258	0,9545
T2 F ₁₁	0,2432	0,3630	0,1988
T2 F ₁₂	1,0108	2,6391	2,0631

D - navadna ajda (vzorec D)

T1 - tatarska ajda (vzorec T1)

F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

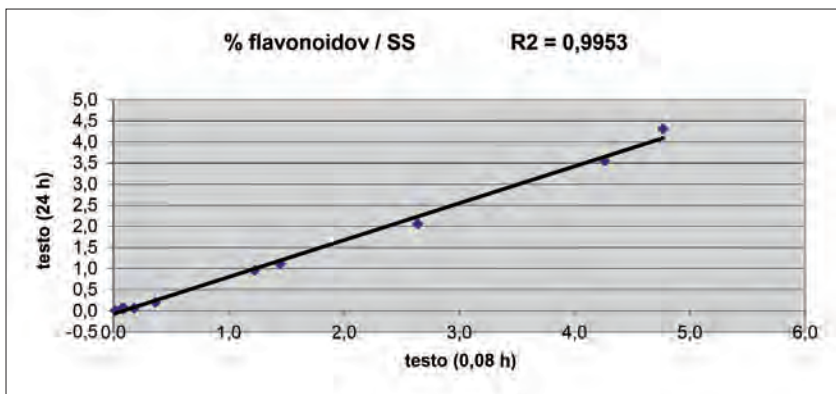
F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)

T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo $> 100 \mu\text{m}$

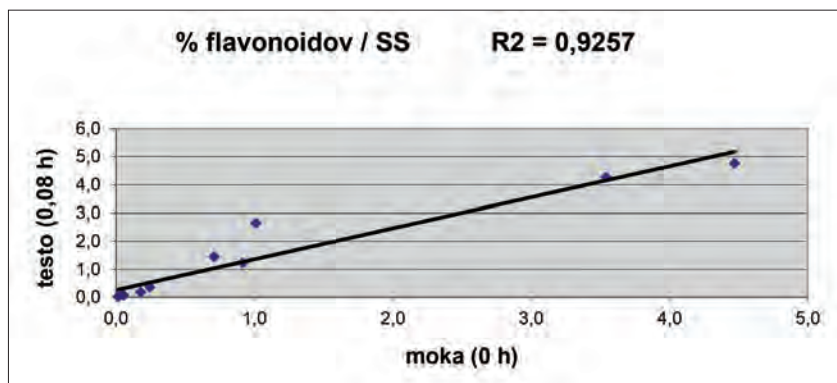


Slika 6: Linearna povezava med vsebnostjo flavonoidov v testu po 5 minutah in po 24 urah
Figure 6: Linear correlation between flavonoid content in dough after 5 minutes and after 24 hours

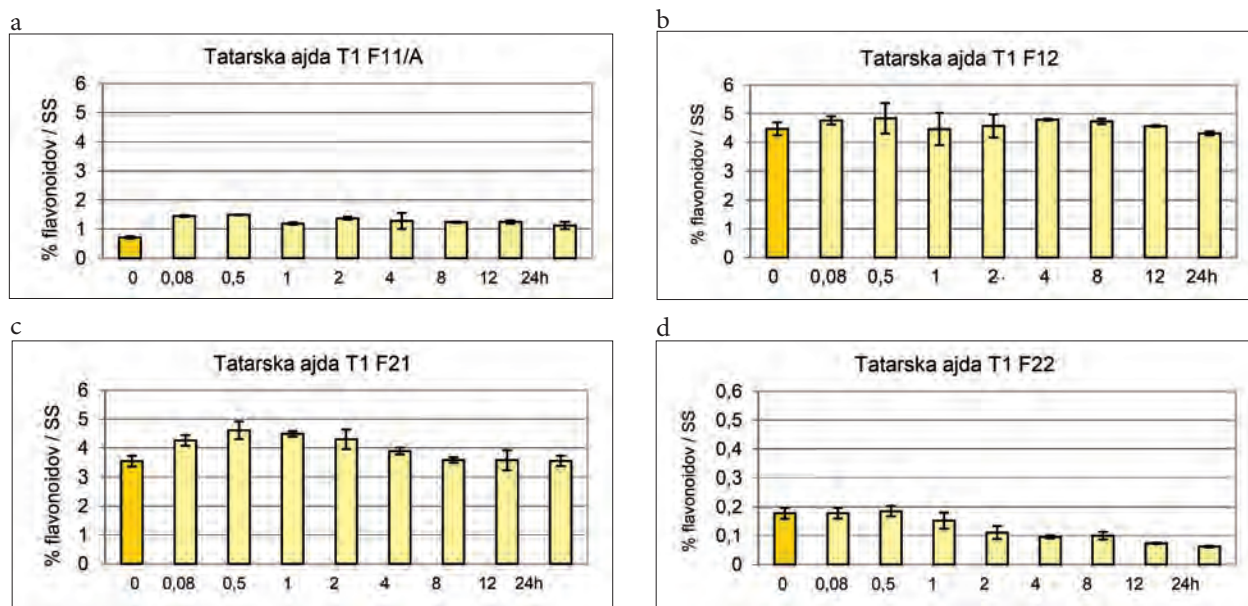
sobni temperaturi. Nato smo vzorce zamrznili s šokom pri -35°C do -40°C za 30 minut ter jih v nadaljevanju hranili zamrznjene pri temperaturi -15°C do -20°C približno en mesec. Vzorce smo liofilizirali, nato pa zmleli in v taki obliki shranili za nadaljnje analize.

Rezultati vsebnosti flavonoidov v testih iz ajdove moke v odvisnosti od časa

Preučevali smo vsebnost flavonoidov v testih iz mlevskih frakcij tatarske in navadne ajde (vzorci T1, T2, D) po 5 minutah in po 24 urah stika z vodo (preglednica 12; slika 6).



Slika 7: Linearna povezava med vsebnostjo flavonoidov v moki in v testu po 5 minutah stika moka z vodo
Figure 7: Linear correlation between flavonoid content in flour and in dough after 5 minutes of flour-water contact



T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

0,08 - 5 minut; 0,5 - 30 minut; 1 - ena ura; 2,4,8,12,24 - dve, štiri, osem, dvanajst in 24 ur stika moka z vodo

A - 2 ponovitvi; ponovitev A izbrana za grafično predstavitev

Slika 8: Koncentracije flavonoidov v testih iz mlevskih frakcij tatarske ajde (T1) v 24 urah

Figure 8: Flavonoid concentrations in dough from different milling fractions of Tartary buckwheat (T1) over a 24-hour time period

Ugotovili smo, da obstaja linearna odvisnost med vsebnostjo flavonoidov v testu po 5 minutah in v testu po 24 urah ($r^2 = 0,9953$; $p < 0,05$; $y = -0,0733 + 0,8739x$). Koncentracija flavonoidov je po 24 urah počivanja testa vedno nižja kot po 5 minutah stika moka z vodo (slika 6).

Primerjali smo tudi izhodiščne koncentracije flavonoidov v mlevskih frakcijah (mokah oz. otrobih in

luščinah) s koncentracijami v testih po 5 minutah od priprave testa (5 minut stika moka z vodo) ter ugotovili linearno odvisnost ($r^2 = 0,9257$; $p < 0,05$; $y = 0,2524 + 1,1007x$). Vsebnost flavonoidov v testu (po 5 minutah stika moka z vodo) je vedno višja kot je vsebnost flavonoidov v moki, preden dodamo vodo (slika 7).

Vsebnost flavonoidov v testih iz mlevskih frakcij tatarske ajde – vzorec T1

Vsebnost flavonoidov ob dodatku vode moki že po 5-ih minutah naraste v vseh mlevskih frakcijah (T1 F₁₁, T1 F₁₂, T1 F₂₁, T1 F₂₂), nato pa v 24-urnem stiku z vodo vsebnost flavonoidov z manjšimi nihanjem postopno pada (slika 8).

Koncentracija flavonoidov v mlevski frakciji T1 F₁₁ (fina bela moka z granulacijo do vključno 100 µm) naraste v 5-30 minutah stika moke z vodo iz začetnih 0,7 % na 1,4 % flavonoidov v SS (preglednica 13). Po eni uri koncentracija flavonoidov začne postopoma padati, po 24-ih urah je v testu še 1,11 % flavonoidov na SS, kar je višja vsebnost flavonoidov kot v izhodiščnem vzorcu moke pred dodatkom vode (preglednica 13; slika 8).

Vsebnost flavonoidov v mlevski frakciji T1 F₁₂ (z granulacijo nad 100 do vključno 236 µm) naraste v 5-30 minutah stika moke z vodo iz začetnih 4,5 % na 4,8 % flavonoidov v SS (preglednica 13). Po eni uri vsebnost flavonoidov začne postopoma padati, po 24

urah je vsebnost flavonoidov v testu še 4,3 % v SS, kar je nižja vsebnost kot v izhodiščnem vzorcu moke pred dodatkom vode (preglednica 13; sliki 8 in 9).

Vsebnost flavonoidov v mlevski frakciji tatarske ajde T1 F₂₁ naraste v 5 minutnem stiku z vodo iz začetnih 3,5 % na 4,3 % flavonoidov v SS (preglednica 13). Koncentracija flavonoidov še nekoliko naraste tudi po 30-ih minutah (slika 8c). Sledi postopno padanje koncentracije flavonoidov v testu, po 24-ih urah je koncentracija flavonoidov v testu 3,5 % v SS, kar je enaka količina kot v izhodiščnem vzorcu moke pred dodatkom vode (preglednica 13; slika 8).

Vsebnost flavonoidov v frakciji otrobov in luščin T1 F₂₂ (z granulacijo nad 1000 µm) rahlo naraste v 5-30 minutah stika luščin in otrobov z vodo iz začetnih 0,18 % na 0,19 % flavonoidov v SS (preglednica 13). Po 5-ih minutah stika otrobov in luščin z vodo koncentracija flavonoidov ostane skoraj nespremenjena in je okoli 0,18 % v SS (slika 8). Nato koncentracija flavonoidov postopno pada, po 24-ih urah je le še 0,06 % v SS, kar je manj kot v izhodiščnem vzorcu pred dodatkom vode (preglednica 13; sliki 8 in 9).

Preglednica 13: Primerjava koncentracij flavonoidov v mlevskih frakcijah tatarske ajde (T1) in v testih po 5-ih minutah in po 24-ih urah stika moke z vodo

Table 13: Comparison of flavonoid content in milling fractions of Tartary buckwheat (T1) and in milling fractions with added water after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact

Vzorec	Flavonoidi		
	Mlevska frakcija	Testo (moka in voda) 0,08 h (5 min)	Testo (moka in voda) 24 h
	%/SS ± MN	%/SS ± SD	%/SS ± SD
T1 F ₁₁	0,709 ± 0,040	1,444 ± 0,031	1,112 ± 0,122
T1 F ₁₂	4,470 ± 0,226	4,766 ± 0,143	4,311 ± 0,070
T1 F ₂₁	3,542 ± 0,184	4,262 ± 0,187	3,551 ± 0,181
T1 F ₂₂	0,178 ± 0,019	0,178 ± 0,019	0,062 ± 0,003

T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo ≤ 100 µm

T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm

T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo 236 µm < x ≤ 1000 µm

T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo > 1000 µm ter otrobi in luščine

MN - merilna negotovost

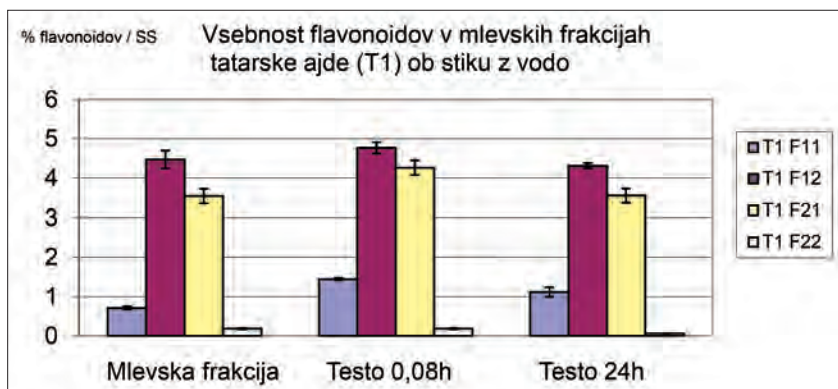
SD - standardni odklon

SS - suha snov

Med ponovitvama T1 F₁₁/A in T1 F₁₁/B, ki sta bili izvedeni v različnih dnevih neodvisno druga od druge, po 5 minutah in po 24-ih urah stika moke z vodo ni bistvene razlike v koncentraciji flavonoidov (na začetku okoli 1,4 % v SS, na koncu postopka pa okoli 1,1 % v SS).

Vsebnost flavonoidov v testih iz mlevskih frakcij navadne ajde – vzorec D

Koncentracije flavonoidov v mlevskih frakcijah navadne ajde so izjemno nizke, blizu meje določljivosti. Ob dodatku vode moki se po 30-ih minutah kaže težnja rahlega dviga koncentracije flavonoidov v vseh frakcijah mok (D F₁₁, D F₁₂, D F₂₁, D F₂₂), nato koncentracija



T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

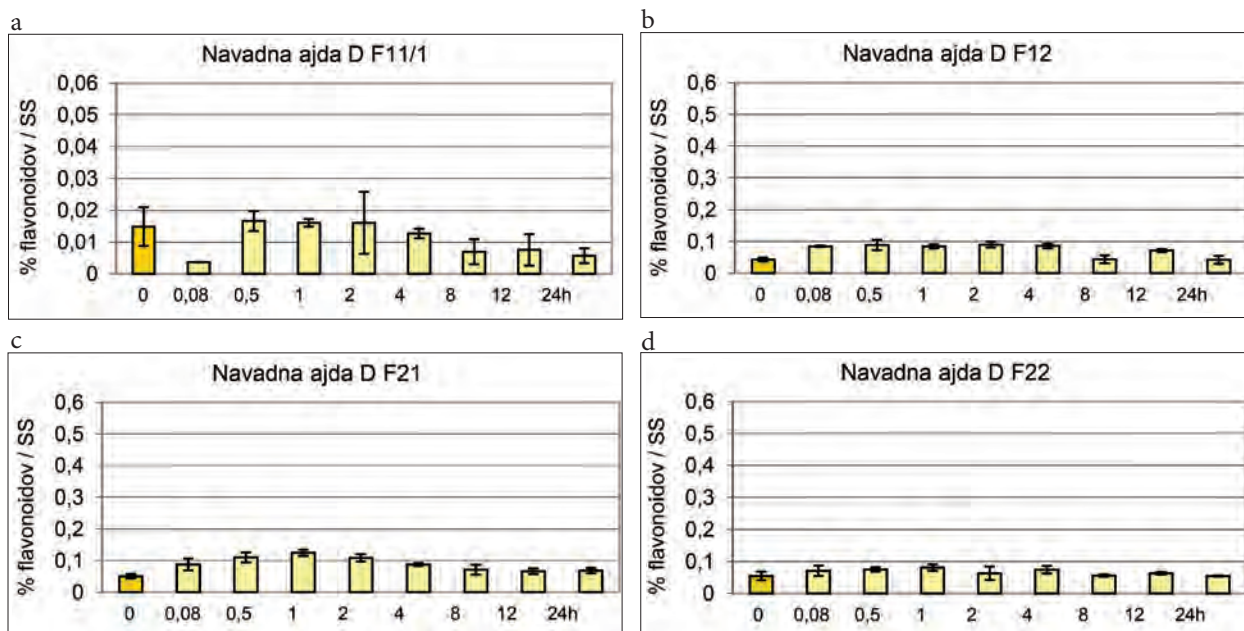
T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

Slika 9: Primerjava vsebnosti flavonoidov v mlevskih frakcijah tatarske ajde (T1) ter v testih po 5-ih minutah in po 24-ih urah stika moke z vodo

Figure 9: Comparison of flavonoid content in milling fractions of Tartary buckwheat (T1) and in dough after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact



D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

0,08 - 5 minut; 0,5 - 30 minut, 1 - ena ura; 2,4,8,12,24 - dve, štiri, osem, dvanajst in 24 ur stika moke z vodo

Slika 10: Koncentracije flavonoidov v testih iz mlevskih frakcij navadne ajde (D) v časovnem obdobju 24 ur

Figure 10: Flavonoid concentrations in dough from different milling fractions of common buckwheat (D) over a 24-hour time period

flavonoidov v obdobju 24-urnega počivanja testa postopno pada (slika 10).

Vsebnost flavonoidov v beli moki navadne ajde (frakcija D F₁₁) je bistveno nižja kot v tatarski ajdi. V mlevski frakciji D F₁₁ vsebnost flavonoidov rahlo naraste v 5-30 minutah stika moke z vodo iz začetnih 0,015 % na 0,017 % flavonoidov v SS. Po eni uri začne koncentracija flavonoidov postopoma padati, po 24-ih urah je le še 0,003 % v SS, kar je bistveno nižja vsebnost kot je v izhodiščnem vzorcu moke brez vode in na meji določljivosti (preglednica 14; sliki 10 in 11).

Koncentracija flavonoidov v mlevskih frakcijah D F₁₂, D F₂₁, D F₂₂ naraste v 5-30 minutah stika moke z vodo, nato pa koncentracija flavonoidov v obdobju 24 ur v testu postopno pada (preglednica 14; slika 10 in 11).

Vsebnost flavonoidov v moki mlevske frakcije D F₁₂ je bistveno nižja kot v primerljivi frakciji tatarske

ajde. Koncentracija flavonoidov naraste v 5-30 minutah stika moke z vodo iz začetnih 0,04 % na 0,09 % flavonoidov v SS. Po eni uri koncentracija flavonoidov začne postopoma padati, po 24-ih urah je v testu le še 0,04 % flavonoidov. Tudi v mlevski frakciji D F₂₁ vsebnost flavonoidov naraste v 5-30 minutah stika moke z vodo iz začetnih 0,05 % na 0,09 % flavonoidov v SS. Po eni uri vsebnost flavonoidov začne postopoma padati, po 24 urah je še 0,07 % flavonoidov, kar je višja vsebnost kot je vsebnost v izhodiščni moki brez vode (preglednica 14; slika 10).

V frakciji otrobov in luščin (D F₂₂) vsebnost flavonoidov v 5-30 minutah stika z vodo naraste iz začetnih 0,06 % na 0,07 % flavonoidov v SS. Po eni uri vsebnost flavonoidov začne postopoma padati, po 24 urah je v testu le še 0,027 % flavonoidov v SS (preglednica 14).

Preglednica 14: Primerjava koncentracij flavonoidov v mlevskih frakcijah navadne ajde (D) ter v testih po 5-ih minutah in po 24-ih urah stika moke z vodo

Table 14: Comparison of flavonoid concentrations in milling fractions of common buckwheat (D) and in milling fractions with added water after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact

Vzorec	Flavonoidi		
	Mlevska frakcija	Testo (moka in voda) 0,08 h (5 min)	Testo (moka in voda) 24 h
	%/SS ± MN	%/SS ± SD	%/SS ± SD
D F ₁₁	0,015 ± 0,006	0,017 ± 0,003*	0,006 ± 0,002
D F ₁₂	0,043 ± 0,006	0,085 ± 0,002	0,042 ± 0,013
D F ₂₁	0,051 ± 0,007	0,088 ± 0,019	0,069 ± 0,008
D F ₂₂	0,055 ± 0,013	0,071 ± 0,016	0,055 ± 0,002

* 0,5 h

D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo ≤ 100 µm

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo > 236 µm < x ≤ 1000 µm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo >1000 µm ter otrobi in luščine

MN - merilna negotovost

SD - standardni odklon

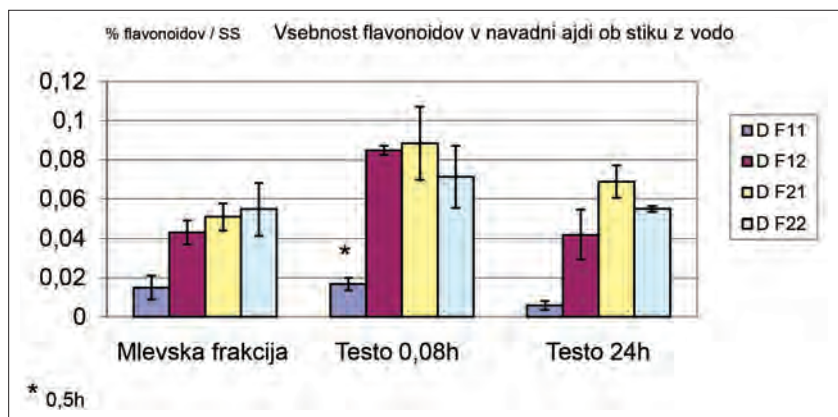
SS - suha snov

Vsebnost flavonoidov v testih iz moke tatarske ajde – vzorec T2

Ob stiku moke z vodo opazamo v moki T2 F₁ ter v obeh podfrakcijah T2 F₁₁ in T2 F₁₂ porast vsebnosti flavonoidov (do 50 %) v primerjavi z začetnimi vzorci mok brez dodane vode. Po pol ure sledi rahlo in postopno padanje koncentracije flavonoidov v testu, ki traja celotno obdobje opazovanja (24 ur). Vsebnost flavonoidov v testu po 24-ih urah je v frakciji T2 F₁ približno enaka kot v vzorcu moke pred obdelavo z vodo, medtem ko so rezultati koncentracij flavonoidov v podfrakcijah T2 F₁₁ in T2 F₁₂ drugačni. Koncentracija fla-

vonoidov v testu po 24-ih urah je v frakciji T2 F₁₁ nekoliko nižja v primerjavi z vzorcem moke pred obdelavo z vodo, koncentracija flavonoidov v testu v frakciji T2 F₁₂ pa je po 24-ih urah bistveno višja (za okoli 100 %) kot v istem vzorcu moke pred obdelavo z vodo (slika 13).

Vzorec moke tatarske ajde T2 F₁ vsebuje 0,9 % flavonoidov v SS, vsebnost flavonoidov v testu po 5-ih minutah stika z vodo pa naraste na 1,1-1,2 %. Koncentracija flavonoidov ostane približno enaka tudi po 30-ih minutah. Nato prične koncentracija flavonoidov postopno padati in je po 24-ih urah med 0,9 % in 1 % (preglednica 15; sliki 12 in 13).



* 0,5 h

D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo ≤ 100 μm

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo 100 μm < x ≤ 236 μm

D F₂₁ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo > 236 μm < x ≤ 1000 μm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo >1000 μm ter otrobi in luščine

Slika 11: Primerjava vsebnosti flavonoidov v mlevskih frakcijah navadne ajde (D) ter v testih po 5-ih minutah in po 24-ih urah stika moka z vodo

Figure 11: Comparison of flavonoid content in milling fractions of common buckwheat (D) and in dough after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact

Preglednica 15: Primerjava koncentracij flavonoidov v moki tatarske ajde (T2) in njenih podfrakcijah ter v testih po 5-ih minutah in po 24-ih urah stika moka z vodo

Table 15: Comparison of flavonoid concentrations in Tartary buckwheat flour (T2) and in dough after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact

Vzorec	Flavonoidi		
	Mlevska frakcija	Testo (moka in voda) 0,08 h (5 min)	Testo (moka in voda) 24 h
	%/SS ± MN	%/SS ± SD	%/SS ± SD
T2 F ₁	0,916 ± 0,080	1,226 ± 0,045	0,955 ± 0,038
T2 F ₁₁	0,243 ± 0,008	0,363 ± 0,019	0,199 ± 0,070
T2 F ₁₂	1,011 ± 0,037	2,639 ± 0,133	2,063 ± 0,153

T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)

T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo ≤ 100 μm

T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo >100 μm

MN - merilna negotovost; SD - standardna odklon; SS - suha snov

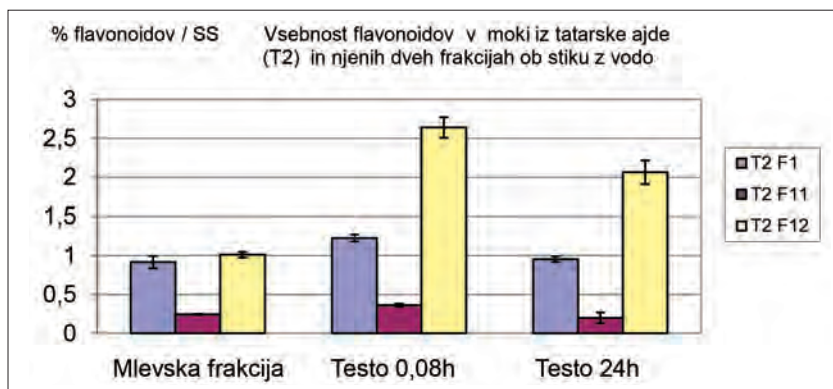
Vsebnost flavonoidov v testih iz tatarske ajde (vzorec T2) ob dodajanju manjše in večje količine vode

Moka iz tatarske ajde (T2 F₁) vsebuje okoli 0,9 % flavonoidov v SS, testo iz te moka pa vsebuje v opazovanem časovnem obdobju med 0,86 in 1,6 % flavonoidov. Pri povečanju količine vode na dvojno količino je koncentracija flavonoidov v testu od 0,8 do 1,2 % flavonoidov v SS. Med vzorcema v vsebnosti flavonoidov ni bistvenih razlik ne glede na dodano količino vode in čas

stika moka in vode. Končna vsebnost po 24-ih urah je v obeh poskusih približno enaka ter enaka tudi začetni vrednosti pred poskusom (okoli 0,9 %) (slika 14).

Vsebnost taninov v testih iz mlevskih frakcij tatarske in navadne ajde

V času 24 ur smo preučevali vsebnost taninov v testih iz mlevskih frakcij tatarske in navadne ajde (vzorci T1, T2 in D).



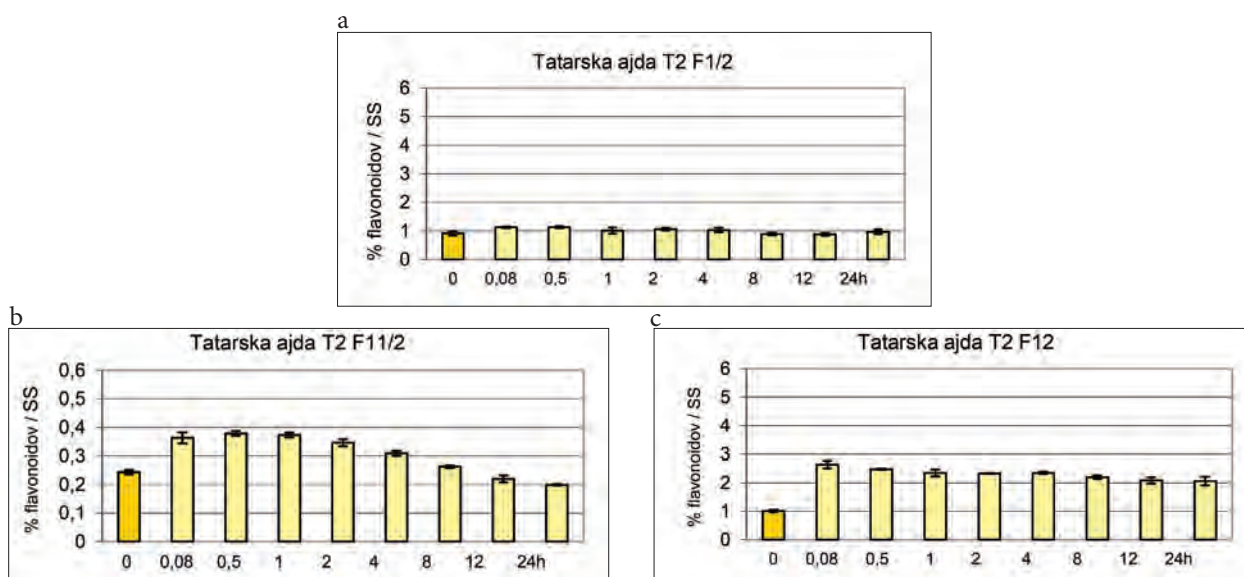
T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)

T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo ≤ 100 μm

T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo >100 μm

Slika 12: Primerjava vsebnosti flavonoidov v moki tatarske ajde T2 in njenih podfrakcijah ter v testih po 5-ih minutah in po 24-ih urah stika moke z vodo

Figure 12: Comparison of flavonoid concentrations in Tartary buckwheat flour (T2) and in dough after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact



T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)

T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo ≤ 100 μm

T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo >100 μm

T2 F₁ /1 in T2 F₁ /2 - dve ponovitvi istega vzorca (T2 F₁ /2 - izbrana za grafično predstavitev)

T2 F₁₁ /1 in T2 F₁₁ /2 - dve ponovitvi istega vzorca (T2 F₁₁ /2 - izbrana za grafično predstavitev)

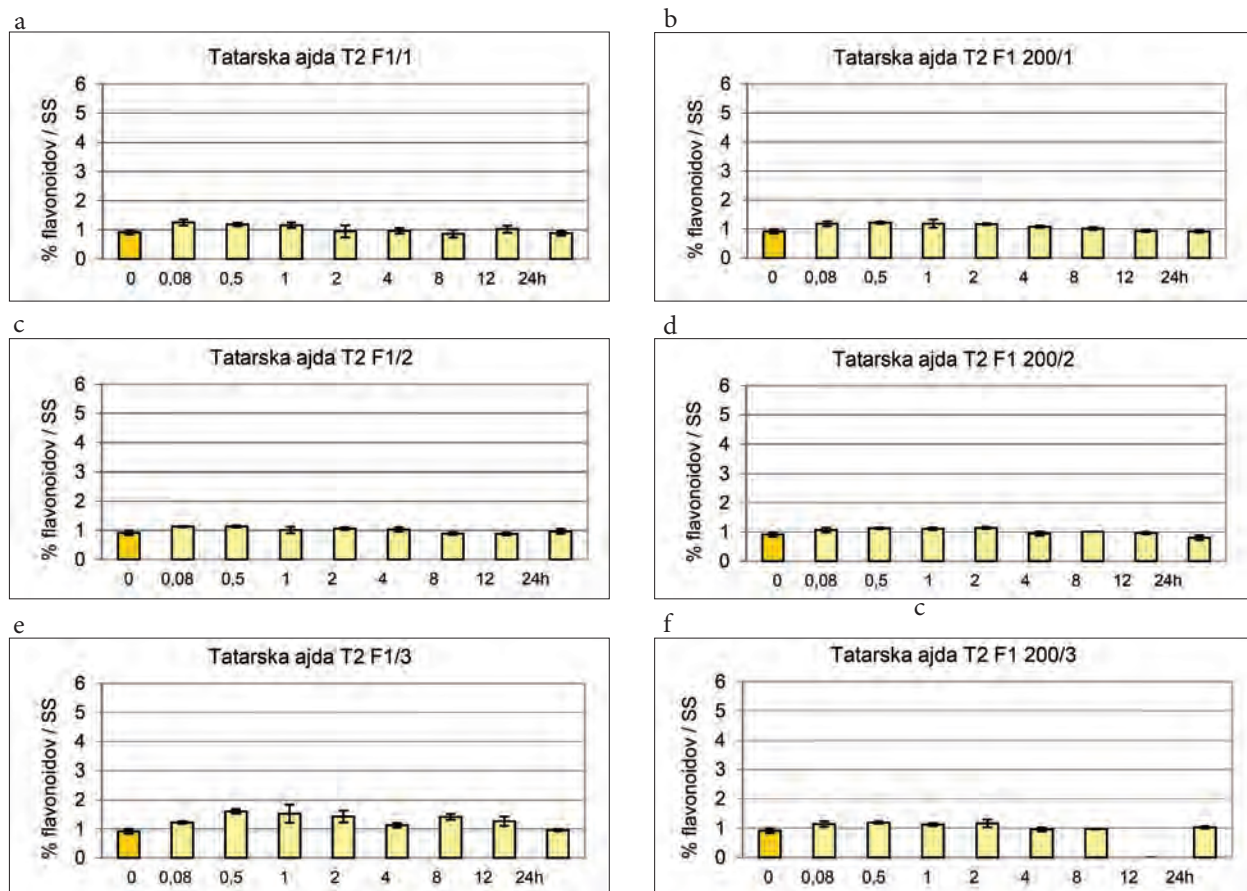
0,08 - 5 minut; 0,5 - 30 minut, 1 - ena ura; 2,4,8,12,24 - dve, štiri, osem, dvanajst in 24 ur stika moke z vodo

Slika 13: Koncentracije flavonoidov v testih iz tatarske ajde (T2) v 24 urah

Figure 13: Flavonoids concentrations in dough from Tartary buckwheat flour (T2) over a 24-hour time period

Običajna količina dodane vode za pripravo srednje trdega testa (3 ponovitve)

Dvojna količina dodane vode za pripravo srednje mehkega testa (3 ponovitve)



T2 F₁ - moka iz tatarske ajde iz Luksemburga - pridobljen vzorec (običajna količina vode za testo)

T2 F_{1 200} - moka iz tatarske ajde iz Luksemburga (dvojna količina vode za testo)

0,08 - 5 minut; 0,5-30 minut, 1 - ena ura; 2,4,8,12,24 - dve, štiri, osem, dvanajst in 24 ur stika moka z vodo

T2 F_{1/1,2,3} ter T2 F_{1 200/1,2,3} - 3 ponovitve

Slika 14: Koncentracije flavonoidov v mokah in testih iz tatarske ajde (T2) z dodano enojno in dvojno količino vode v treh ponovitvah

Figure 14: Flavonoids concentrations in Tartary buckwheat flour and in dough (T2) with different volume of added water (3 repetitions)

Vsebnost taninov v testih iz mlevskih frakcij tatarske ajde - vzorec T1

Koncentracija taninov ob dodatku vode moki že po 5-ih minutah naraste v frakcijah mok (T1 F₁₁, T1 F₁₂, T1 F₂₁) lahko tudi za 250 %, nato pa v vseh frakcijah postopno pada v preiskovanem obdobju 24 ur. Le v frakciji T1 F₂₂, ki vsebuje pretežno otrobe in luščine, vsebnost taninov ob dodatku vode vseh 24 ur počasi pada (preglednica 16; slika 15).

Koncentracija taninov v frakciji T1 F₁₁ je nizka, saj gre za fino belo moko z nizko granulacijo delcev, pridobljeno iz centralnega endosperma zrn. Koncentracija taninov v beli tatarski moki z granulacijo do vključno 100 µm (frakcija T1 F₁₁) naraste v 5-minutnem stiku z vodo iz začetnih 0,09 % taninov na 0,16 % taninov v SS. V času 24 ur se koncentracija taninov v testu iz tatarske moka le rahlo spreminja, končna koncentracija taninov v testu po 24 urah je 0,14 % taninov v SS. V vsaki ponovitvi se rezultati med seboj nekoliko razlikujejo (preglednica 16; slika 15a).

V frakciji T1 F₁₂ (brez dodane vode) je vsebnost taninov v SS okoli 0,14 %. Po 5-ih minutah stika moke z vodo vsebnost taninov naraste na 0,5 % taninov. Po 24-ih urah je vsebnost taninov v testu okoli 0,35 % in je nižja kot po 5-ih minutah po pripravi testa (preglednica 16; slika 15b).

Vsebnost taninov v suhi snovi v mlevski frakciji T1 F₂₁ (brez dodane vode) je 1,2 %. Koncentracija taninov ob dodatku vode v frakciji T1 F₂₁ ostaja približno enaka kot pred dodajanjem vode in sicer 1,2 do 1,5 % taninov/SS, kar je visoka vrednost (preglednica 16; sliki 15c in 16).

Vsebnost taninov v frakciji otrobov in luščin tatarske ajde (vzorec T1) z granulacijo nad 1000 µm (frakcija T1 F₂₂) se zniža v 5-minutnem stiku z vodo iz začetnih 0,3 % na 0,2 % taninov v SS. Vsebnost taninov se po 24-ih urah stika z vodo še dodatno znižuje (le še 0,1 % taninov/SS) (preglednica 16; slika 16).

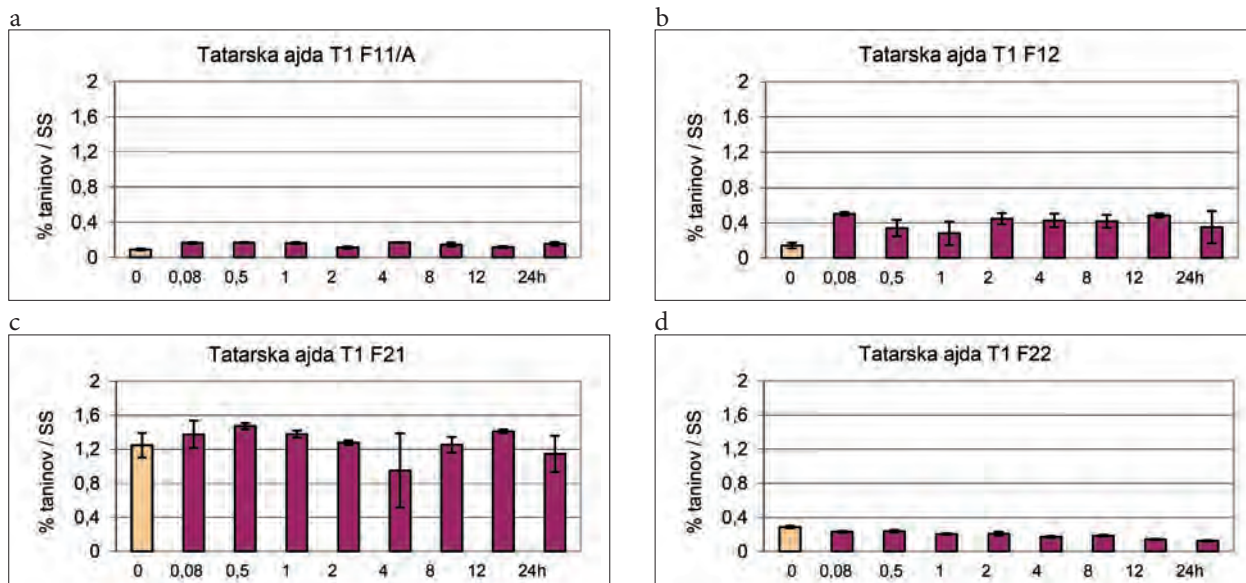
Med ponovitvama, ki sta bili izvedeni v različnih časovnih obdobjih s frakcijo T1 F₁₁, na začetku poskusa (po 5-ih minutah) in na koncu poskusa (po 24-ih urah), ni bistvene razlike v vsebnosti taninov (na za-

četku 0,16 % taninov/SS, na koncu postopka pa okoli 0,13 do 0,15 % taninov/SS).

Vsebnost taninov v testih iz mlevskih frakcij navadne ajde – vzorec D

Količina taninov v testih narejenih z navadno ajdovo moko niha. Vsebnost taninov ob dodatku vode moki po 5-ih minutah naraste v vseh mlevskih frakcijah (D F₁₁, D F₂₁, D F₁₂ in D F₂₂), nato pa v obdobju 24-ih ur vsebnost taninov pade v treh od štirih frakcij (D F₁₁, D F₁₂ in D F₂₂) (preglednica 31; slika 35). Ugotavljamo slabo ponovljivost paralelk, tudi standardni odkloni so visoki (preglednica 17; slika 17), zato je preučevanje nihanj težko.

Vsebnost taninov v beli moki iz navadne ajde z granulacijo do vključno 100 µm (frakcija T1 F₁₁) naraste v 5-minutah stika z vodo iz začetnih 0,06 % taninov/SS na 0,09 % taninov/SS. Po 24-ih urah je vsebnost taninov manjša (0,07 %) v primerjavi z vsebnostjo taninov v testu po 5-ih minutah (preglednica 17; slika 18a).



T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo ≤ 100 µm

T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm

T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo 236 µm < x ≤ 1000 µm

T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo > 1000 µm ter otrobi in luščine

0,08 - 5 minut; 0,5 - 30 minut, 1 - ena ura; 2,4,8,12,24 - dve, štiri, osem, dvanajst in 24 ur stika moke z vodo

A, B - ponovitev v različnih dnevih (gafična predstavitev - ponovitev A)

Slika 15: Koncentracije taninov v testih iz mlevskih frakcij tatarske ajde (T1) v 24 urah

Figure 15: Tannins concentrations in dough from different milling fractions of Tartary buckwheat (T1) in over a 24-hour time period

Preglednica 16: Primerjava koncentracij taninov v mlevskih frakcijah tatarske ajde (T1) ter v testih po 5-ih minutah in po 24-ih urah stika moke z vodo

Table 16: Comparison of tannin concentrations in milling fractions of Tartary buckwheat (T1) and in milling fractions with added water after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact

Vzorec	Tanini		
	Mlevska frakcija	Testo (moka in voda) 0,08 h (5 min)	Testo (moka in voda) 24 h
	%/SS $\pm$ MN	%/SS $\pm$ SD	%/SS $\pm$ SD
T1 F ₁₁	0,089 $\pm$ 0,009	0,163 $\pm$ 0,011	0,153 $\pm$ 0,021
T1 F ₁₂	0,141 $\pm$ 0,033	0,502 $\pm$ 0,019	0,352 $\pm$ 0,184
T1 F ₂₁	1,248 $\pm$ 0,144	1,376 $\pm$ 0,161	1,146 $\pm$ 0,214
T1 F ₂₂	0,286 $\pm$ 0,014	0,230 $\pm$ 0,011	0,125 $\pm$ 0,008

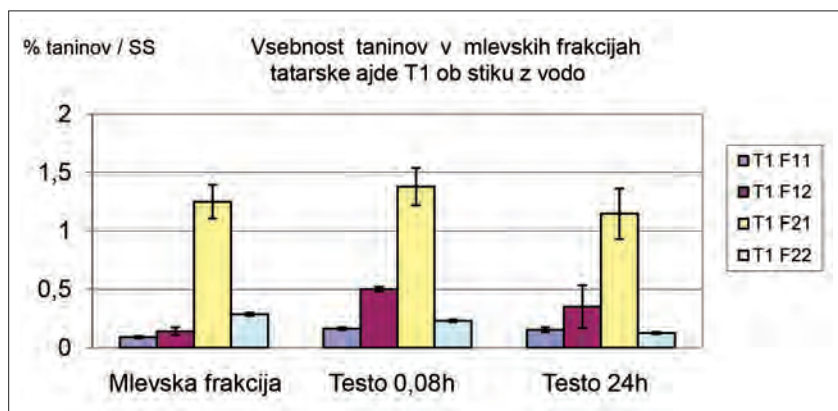
T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

MN - merilna negotovost; SD - standardni odklon; SS - suha snov



T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

Slika 16: Primerjava vsebnosti taninov v mlevskih frakcijah tatarske ajde (T1) ter v testih po 5-ih minutah in po 24-ih urah stika moke z vodo

Figure 16: Comparison of tannin content in milling fractions of Tartary buckwheat (T1) and in dough after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact

Podobni procesi so tudi v frakciji F₁₂, ne pa tudi v frakciji D F₂₁. V frakciji D F₁₂ je koncentracija taninov v vzorcu brez dodane vode 0,4 % taninov v SS, ob dodatku vode po 5-ih minutah koncentracija rahlo naraste. Po 24-ih urah se vsebnost taninov zmanjša za okoli 60 % (preglednica 17; slika 18b). V frakciji D F₂₁ vsebnost taninov narašča celotno preiskovano obdobje 24

ur (od 0,8 % na 1,3 % taninov/SS) (preglednica 17; sliki 17 in 18).

V frakciji D F₂₂ (pretežno otrobi in luščine) je koncentracija taninov po 24 urah nižja, kot je bila koncentracija taninov na začetku procesa (preglednica 17; slika 18d).

Preglednica 17: Primerjava koncentracij taninov v mlevskih frakcijah navadne ajde (D) ter v testih po 5-ih minutah in po 24-ih urah stika moke z vodo**Table 17: Comparison of tannin concentrations in milling fractions of common buckwheat (D) and in milling fractions with added water after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact**

Vzorec	Tanini		
	Mlevska frakcija	Testo (moka in voda) 0,08 h (5 min)	Testo (moka in voda) 24 h
	%/SS $\pm$ MN	%/SS $\pm$ SD	%/SS $\pm$ SD
D F ₁₁	0,057 $\pm$ 0,007	0,094 $\pm$ 0,004	0,072 $\pm$ 0,006
D F ₁₂	0,407 $\pm$ 0,120	0,422 $\pm$ 0,005	0,158 $\pm$ 0,069
D F ₂₁	0,790 $\pm$ 0,189	1,135 $\pm$ 0,793	1,262 $\pm$ 0,094
D F ₂₂	0,305 $\pm$ 0,023	0,713 $\pm$ 0,734	0,186 $\pm$ 0,006

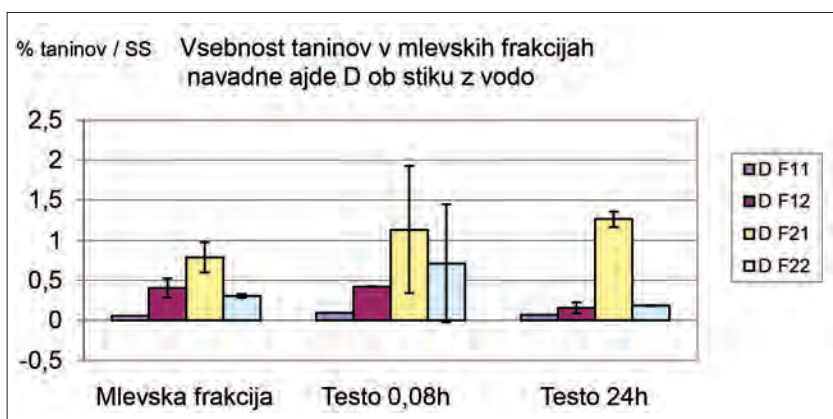
D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

MN - merilna negotovost; SD - standardni odklon; SS - suha snov



D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

Slika 17: Primerjava vsebnosti taninov v mlevskih frakcijah navadne ajde (D) ter v testih po 5-ih minutah in po 24-ih urah stika z vodo

Figure 17: Comparison of tannin content in milling fractions of common buckwheat (D) and in dough after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact

Vsebnost taninov v testih iz tatarske ajde – vzorec T2

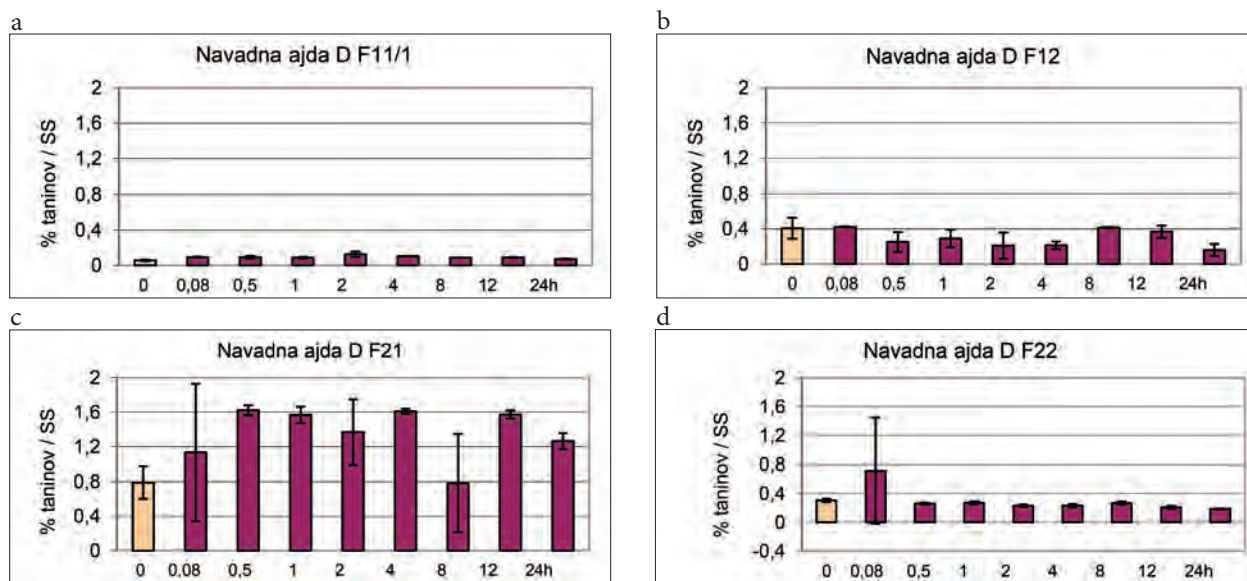
Ob presejanju moke T2 F₁ na dve podfrakciji T2 F₁₁ in T2 F₁₂ ugotavljamo, da je vsebnost taninov v frakciji T2 F₁₂ višja. Ta frakcija ima tudi višjo granulacijo delcev.

V vzorcu moke T2 F₁ je okoli 0,15 % taninov v SS. Vsebnost taninov v testu po 5-ih minutah stika z vodo je približno enaka kot pred dodajanjem vode moki. V obdobju 24 ur koncentracija taninov rahlo niha, a

ostaja skoraj nespremenjena (preglednica 18; slike 19 in 20).

V testih podfrakcije T2 F₁₁ je od 0,05 % do 0,06 % taninov v SS. Ugotavljamo veliko variabilnost vzorcev pa tudi analitične razlike v povezavi z višjim standardnim odklonom (preglednica 18; slika 20).

V testih frakcije T2 F₁₂ je vsebnost taninov okoli 0,2 % taninov v SS, približno enaka pa je koncentracija taninov tudi v mlevski frakciji (brez dodane vode) (slika 20).



D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$

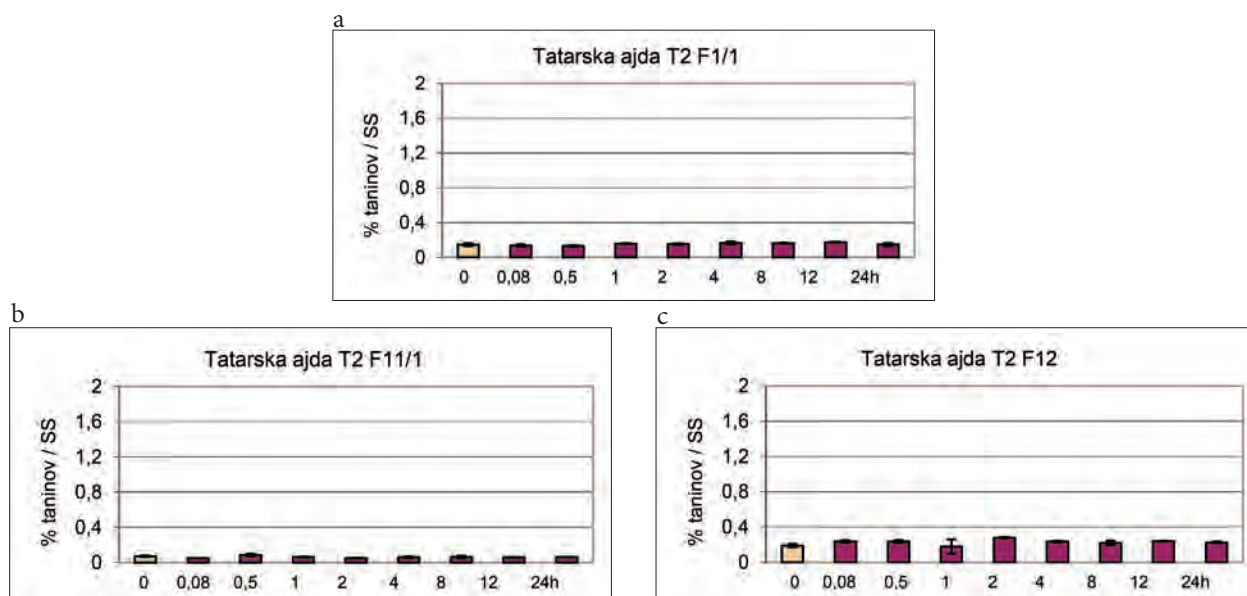
D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine

0,08 - 5 minut; 0,5 - 30 minut, 1 - ena ura; 2,4,8,12,24 - dve, štiri, osem, dvanajst in 24 ur stika moka z vodo

Slika 18: Koncentracije taninov v testih iz mlevskih frakcij navadne ajde (D) v 24 urah

Figure 18: Tannin concentrations in dough from different milling fractions of common buckwheat (D) over a 24-hour time period



T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)

T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo $> 100 \mu\text{m}$

0,08 - 5 minut; 0,5 - 30 minut, 1 - ena ura; 2,4,8,12,24 - dve, štiri, osem, dvanajst in 24 ur stika moka z vodo

Slika 19: Koncentracije taninov v testih iz tatarske ajde (T2) v 24 urah

Figure 19: Tannin concentrations in dough from Tartary buckwheat flour (T2) over a 24-hour time period

Preglednica 18: Primerjava koncentracij taninov v moki tatarske ajde (T2) in njenih podfrakcijah ter v testih po 5-ih minutah in po 24-ih urah stika moke z vodo

Table 18: Comparison of tannin concentrations in Tartary buckwheat flour (T2) and in dough after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact

Vzorec	Mlevska frakcija	Tanini	
		Testo (moka in voda) 0,08 h (5 min)	Testo (moka in voda) 24 h
	%/SS $\pm$ MN	%/SS $\pm$ SD	%/SS $\pm$ SD
T2 F ₁	0,145 $\pm$ 0,017	0,137 $\pm$ 0,012	0,147 $\pm$ 0,018
T2 F ₁₁	0,071 $\pm$ 0,008	0,050 $\pm$ 0,001	0,062 $\pm$ 0,001
T2 F ₁₂	0,189 $\pm$ 0,020	0,235 $\pm$ 0,015	0,225 $\pm$ 0,010

T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)

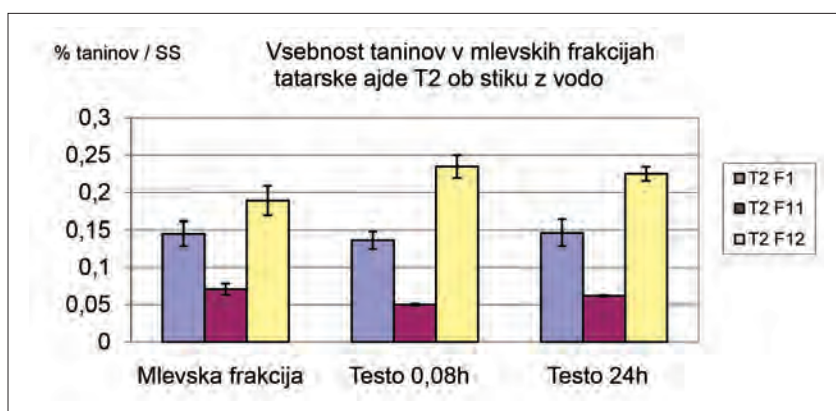
T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$

T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo $>100 \mu\text{m}$

MN - merilna negotovost

SD - standardni odklon

SS - suha snov



Slika 20: Primerjava vsebnosti taninov v moki tatarske ajde T2 in njenih podfrakcijah ter v testih po 5-ih minutah in po 24-ih urah stika moke z vodo

Figure 20: Comparison of tannin concentrations in Tartary buckwheat flour (T2) and in dough after 5 minutes and after 24 hours of flour-water contact

V osnovni frakciji moke T2 F₁ ter obeh podfrakcijah T2 F₁₁ in T2 F₁₂ opazamo nihanje koncentracij taninov, posebnih zakonitosti nismo opazili.

Vsebnost taninov v testih tatarske ajde (vzorec T2) ob dodajanju manjše in večje količine vode

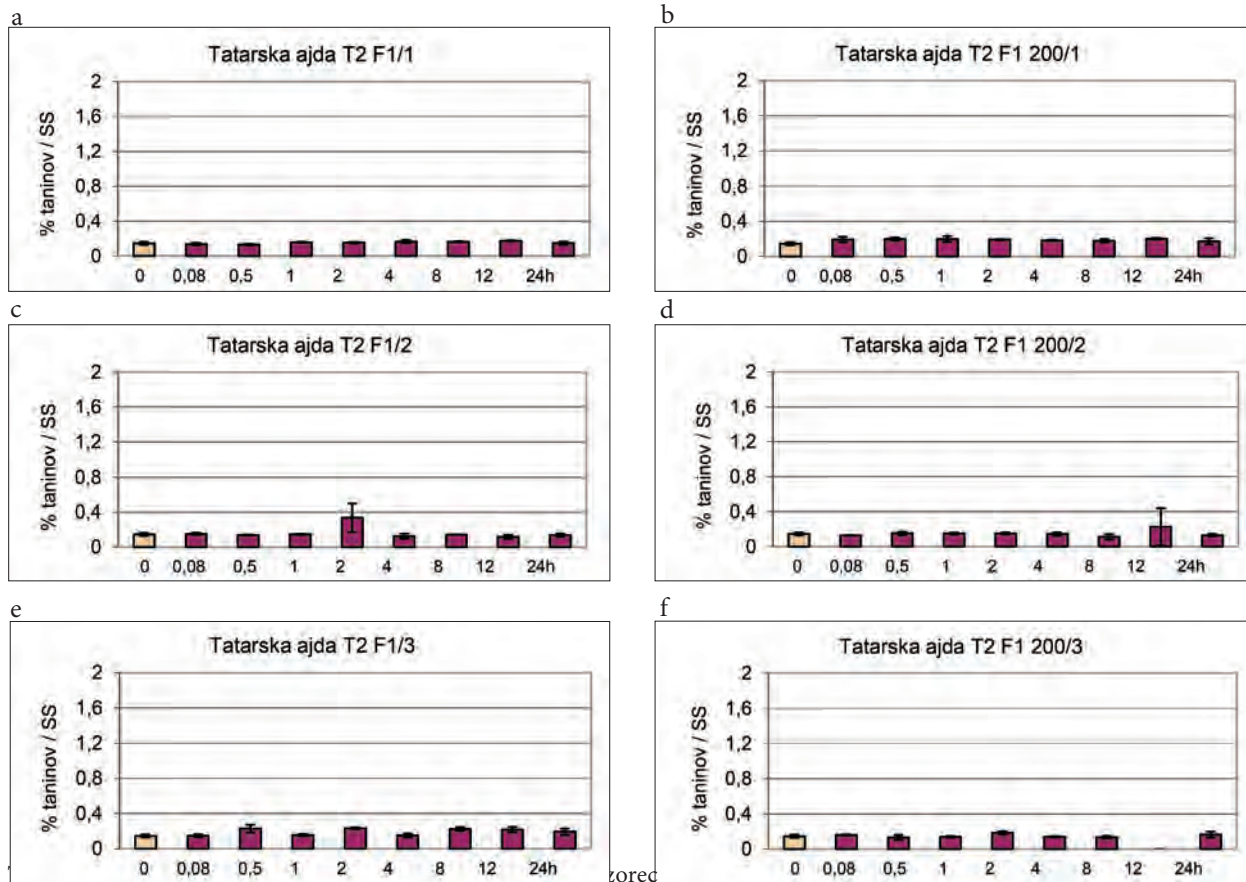
Moka iz tatarske ajde (T2 F₁) vsebuje okoli 0,14 % taninov v SS, testo iz te moke pa v 24-urnem stiku moke z vodo od 0,14 % do 0,17 % taninov v SS.

Pri povečanju količine vode v testu za dvakrat je koncentracija taninov v testu podobna (0,15–0,19 % taninov/SS).

Med vzorcema v vsebnosti taninov ni bistvenih razlik ne glede na dodano količino vode in čas stika moke in vode. Končna koncentracija taninov po 24 urah je v obeh poskusih približno enaka ter skoraj enaka, kot je bila začetna vsebnost taninov v moki pred poskusom (okoli 0,16 % taninov/SS) (slika 19).

Dvojna količina dodane vode za pripravo srednje trdega testa (3 ponovitve)

Običajna količina dodane vode za pripravo mehkega testa (3 ponovitve)



T2 F1₂₀₀ - moka iz tatarske ajde iz Luksemburga (dvojna količina vode za testo)

0,08 - 5 minut; 0,5 - 30 minut, 1 - ena ura; 2,4,8,12,24 - dve, štiri, osem, dvanajst in 24 ur stika moka z vodo

Slika 21: Koncentracije taninov v mokah in testih iz tatarske ajde (T2) z dodano enojno in dvojno količino vode v treh ponovitvah

Figure 21: Tannins concentrations in Tartary buckwheat flour and dough (T2) with different volume of added water (3 repetitions)

4 RAZPRAVA

VSEBNOST FLAVONOIDOV V VZORCIH NAVADNE IN TATARSKE AJDE

Analize raziskovanih vzorcev tatarskih ajd T1 (vzorec tatarske ajde pridobljen v zrnju) in T2 (vzorec tatarske ajde pridobljen kot moka) so pokazale različno vsebnost flavonoidov v mlevskih frakcijah mok in otrobov (T1: 0,71–4,47 %; T2: 0,24–1,01 % flavonoidov), kar pripisujemo različnim vzorcem, pa tudi možnim različnim lokacijam pridelave, različnemu letu pridelave, itd. Tatarska ajda T1 ima okoli 3 do 4-krat večjo vsebnost flavonoidov kot tatarska ajda T2 v mlevskih frakcijah mok in otrobov (preglednica 36). Vsebnost flavonoidov v frakciji otrobov in luščin F₂₂ v raziskovanem vzorcu tatarske ajde T1 je nizka (0,18 % flavonoidov), rezultatov za vzorec T2 pa ni, saj smo pridobili vzorec zmlete moke iz Luksemburga. Razlike med vzorci tatarskih ajd ugotavljajo v svojih raziskavah tudi drugi avtorji (YAN in sod. 2004, FABJAN 2007). Prav tako tudi objave mnogih raziskovalcev (FABJAN in sod. 2003, BRIGGS in sod. 2004, CHAI in sod. 2004, B.J. PARK in sod. 2004, SUZUKI in sod. 2005ab, JIANG in sod. 2007, GHIMERAY in sod. 2009) navajajo različne rezultate o vsebnosti flavonoidov, predvsem rutina, v vzorcih preučevanih tatarskih ajd.

Iz raziskav LIU in ZHU (2007) je ugotovljeno, da je glavni flavonoid v tatarski ajdi rutin, iz raziskav FABJAN (2007) in MORISHITA in sod. (2007) pa, da se v tatarski ajdi nahajajo flavonoidi rutin (ta prevladuje), kvercetin in kvercitrin. Različni avtorji v neodvisnih raziskavah (OOMAH & MAZZA 1996, MICHALOVÁ in sod. 2001, ÖRSCHLÄGER in sod. 2004, SUZUKI in sod. 2004, YAN in sod. 2004, KREFT in sod. 2006, FABJAN 2007, MORISHITA in sod. 2007, YU & LI 2007) ugotavljajo razlike v vsebnosti flavonoidov, predvsem rutina, tudi pri različnih vzorcih navadnih ajd.

Z zgoraj navedenimi rezultati in trditvami smo potrdili hipotezo, da je vsebnost flavonoidov v raziskovanih vzorcih povezana z vrsto ajde (slika 22).

V raziskavi ugotavljamo, da je vsebnost flavonoidov v navadni ajdi 'Darja' od 0,02 do 0,06 % flavonoidov (odvisno od mlevske frakcije) ter s tem potrjujemo rezultate drugih raziskovalcev (DIETRICH-SZOSTAK & OLESZEK 1999, ÖLSCHLÄGER in sod. 2004, JIANG in sod. 2007). V naši raziskavi smo ugotovili, da imata vzorca tatarskih ajd (T1 in T2) bistveno višjo vsebnost flavonoidov kot navadna ajda 'Darja' (D: 0,015–0,055 %; T1: 0,178–4,47 % flavonoidov v mlevskih frakcijah mok, otrobov in luščin). Podobne trditve o višji vsebnosti flavonoidov (predvsem rutina) v tatarski ajdi kot v navadni ajdi so objavili tudi FABJAN in sod. (2003),

BRIGGS in sod. (2004), ASAMI in sod. (2007), FABJAN (2007), JIANG in sod. (2007), YU in LI (2007) in drugi. Naša raziskava kaže, da je med vzorcema tatarske in navadne ajde (T1 in D) razlika v vsebnosti flavonoidov v frakcijah mok tudi 50 do 100-kratna ali celo več v korist tatarske ajde, med frakcijama otrobov in luščin (D F₂₂ in T1 F₂₂) pa je razlika manjša (le okoli 3-krat več flavonoidov v frakciji otrobov in luščin pri tatarski ajdi kot navadni ajdi).

Vsi ti rezultati kažejo na bistveno višjo vsebnost flavonoidov v tatarski ajdi v primerjavi z navadno ajdo (slika 22).

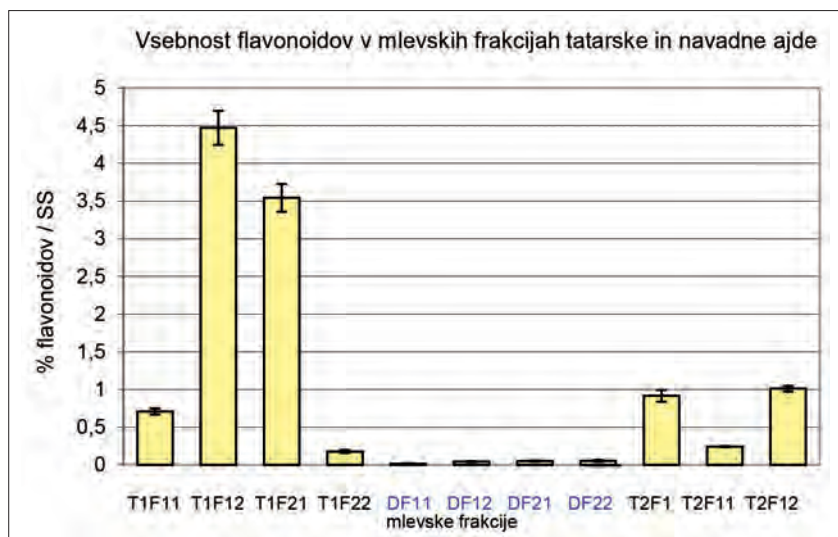
Hipotezo, da bo vsebnost flavonoidov v vzorcih tatarske ajde višja kot vsebnost flavonoidov v navadni ajdi, smo potrdili (preglednici 19 in 20; slika 22). S spektrofotometričnimi analizami smo primerjali vsebnost flavonoidov v dveh vzorcih tatarske ajde iz Luksemburga (T1 in T2) ter vzorcu navadne ajde 'Darja' (D) iz Slovenije in ugotovili bistveno višjo vsebnost flavonoidov v tatarski ajdi.

RAZPOREDITEV FLAVONOIDOV IN TANINOV PO MLEVSKIH FRAKCIJAH NAVADNE IN TATARSKE AJDE

Mletje navadne in tatarske ajde in mlevske frakcije

Drobljenje in mletje ter presejanje skozi sita so glavni postopki pri mletju ajde. Izmlevnost pri ajdi je običajno 40–50 % od celotne mase semena, ostalo je luščina in periferni deli semen (kalica in testa). KREFT (1995) meni, da so ti deli drugače drobljivi od endosperma, zato se lahko ustavijo na sitih. Prav periferni deli (kot je kalica) so bogatejši z rutinom, zato je ajdova moka zaradi takega načina drobljenja in mletja lahko osiromašena in z manj rutina (KREFT 1995). Tudi flavonoidi, predvsem rutin, niso enakomerno razporejeni v zrnju. Načini obdelave semena, luščenje, drobljenje, mletje, sejanje in drugi postopki, vplivajo na vsebnost flavonoidov in drugih fenolnih spojin v ajdi. Predvsem prisotnost otrobov in delčkov luščin v temnih mokah lahko povečuje vsebnost flavonoidov pa tudi fenolnih spojin. Vsebnost flavonoidov je dejansko odvisna od priprave vzorcev mok ter seveda od predhodnih načinov luščenja, drobljenja, mletja, presejanja ter drugih tehnoloških postopkov in obdelav ajde.

Ugotavljali smo posamezne deleže mlevskih frakcij pri mletju zrnja navadne in tatarske ajde v povezavi z velikostjo delcev moke. Podatke o mlevskih frakcijah in njihovih deležih težko primerjamo s podatki drugih



- T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$
 T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$
 T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$
 T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine
 D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$
 D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $100 \mu\text{m} < x \leq 236 \mu\text{m}$
 D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 236 \mu\text{m} < x \leq 1000 \mu\text{m}$
 D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo $> 1000 \mu\text{m}$ ter otrobi in luščine
 T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)
 T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo $\leq 100 \mu\text{m}$
 T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo $> 100 \mu\text{m}$

Slika 22: Primerjava vsebnosti flavonoidov med mlevskimi frakcijami navadne in tatarske ajde
 Figure 22: Comparison of flavonoid content in milling fractions of common and Tartary buckwheat

avtorjev, saj so načini mletja in presejanja različni. V naši raziskavi je belih mok, z granulacijo do vključno $100 \mu\text{m}$, skoraj 50 %. Med navadno ajdo 'Darjo' (vzorec D) in tatarsko ajdo (vzorec T1) pri mletju ni bistvenih razlik (navadna ajda – mlevska frakcija bele moka D F₁₁ 48,6 %, tatarska ajda – mlevska frakcija T1 F₁₁ 47,7 %). Temnejših mok, z velikostjo delcev nad $100 \mu\text{m}$ do vključno $1000 \mu\text{m}$ (frakcije F₁₂ in F₂₁), je okoli 33–34 % tako pri navadni kot pri tatarski ajdi (vzorca D in T1). Delež otrobov in luščin je v tatarski ajdi (T1) višji (skoraj 21%) kot pri navadni ajdi (D) (17,6 %).

Pri presejanju moka tatarske ajde (T2), ki smo jo prejeli že kot vzorec moka, smo pridobili 57,6 % mlevske frakcije z granulacijo do vključno $100 \mu\text{m}$, preostali del je groba moka. Frakciji tatarske ajde T2 nista neposredno primerljivi s frakcijami vzorcev T1 in D.

Flavonoidi v mlevskih frakcijah navadne in tatarske ajde

V naši raziskavi se razporeditev flavonoidov razlikuje v frakcijah mok tatarske in navadne ajde z različno granulacijo, prav tako pa se razlikuje tudi razporeditev flavonoidov v otrobih in luščinah. Podobno ugotavljajo tudi drugi avtorji (KREFT in sod. 1999, QUETTIER-DELEU in sod. 2000, STEADMAN in sod. 2001b, ŠKRABANJA in sod. 2004, ASAMI in sod. 2007, HUNG & MORITA 2008).

Najvišjo vsebnost flavonoidov smo ugotovili v tatarski ajdi T1 v mlevskih frakcijah z granulacijo nad 100 do $1000 \mu\text{m}$ (frakciji F₁₂ in F₂₁) in sicer 3,54–4,47 % (preglednica 19). To je približno 100-krat več kot je vsebnost flavonoidov v navadni ajdi 'Darja' v frakci-

jah z isto granulacijo (0,043–0,051 %) (slika 22). S tem potrjujemo tudi rezultate drugih avtorjev (PIAO & LI 2001, ŠKRABANJA in sod. 2004, HUNG & MORITA 2008).

V raziskavi smo ugotovili, da za navadno ajdo ne velja enaka razporeditev flavonoidov po mlevskih frakcijah kot za tatarsko ajdo (preglednica 19). Ugotavljamo, da je med mlevskimi frakcijami navadne ajde s flavonoidi najbogatija frakcija otrobov in luščin F₂₂ z granulacijo nad 1000 µm (D F₂₂: 0,055 % flavonoidov), to pa ne velja za tatarsko ajdo. Prav zaradi tega se zelo intenzivno preučuje vsebnost flavonoidov, predvsem rutina, v luščinah navadne ajde (OOMAH & MAZZA 1996, WATANABE in sod. 1997, DIETRYCH-SZOSTAK & OLESZEK 1999, KREFT in sod. 1999, QUETTIER-DELEU in sod. 2000, STEADMAN in sod. 2001b, DIETRYCH-SZOSTAK 2004). V naši raziskavi ugotavljamo nižjo razliko v vsebnosti flavonoidov med tatarsko in navadno ajdo v frakciji luščin (ne pa tudi v mlevskih frakcijah mok), kar nakazuje tudi možnosti uporabe luščin navadne ajde kot vir flavonoidov, predvsem na geografskih področjih, kjer se tatarska ajda ne prideluje oziroma je navadna ajda tradicionalna poljščina.

Rezultati naše raziskave kažejo tudi, da je vsebnost flavonoidov v belih mokah navadne in tatarske ajde (granulacije do vključno 100 µm) nizka v primerjavi z drugimi mlevskimi frakcijami v isti ajdi in sicer pri tatarski ajdi pod 0,71 % ter pri navadni ajdi 'Darja' samo okoli 0,01 % (preglednica 19). Kljub temu je vseb-

nost flavonoidov v tatarski ajdovi beli moki 70-krat višja kot v beli moki iz navadne ajde. S temi rezultati potrjujemo raziskave drugih avtorjev, da se vsebnost flavonoidov, predvsem rutina, v finih belih mokah, grobih temnih mokah, otrobih in luščinah razlikuje tako med mlevskimi frakcijami kot tudi med vzorci in vrstami ajd (KREFT in sod. 1999, QUETTIER-DELEU in sod. 2000, STEADMAN in sod. 2001b, ŠKRABANJA in sod. 2004, HUNG & MORITA 2008). Fine bele moke, ki so pretežno zmlete iz notranjega dela zrna (centralnega endosperma), imajo nižjo vsebnost flavonoidov kot temne grobe moke (zmlete pretežno iz perifernih delov zrn, zunanjega dela endosperma, alevronskega sloja in delov pokrivala zrna). To velja za navadno in tatarsko ajdo.

UPORABNA VREDNOST ZRNJA IN MLEVSKIH FRAKCIJ NAVADNE IN TATARSKE AJDE

Poznavanje deležev posameznih mlevskih frakcij in podfracij pri mletju je pomembno pri načrtovanju tehnologije mešanja mok, pa tudi pri prepoznavanju sestave in hranilne vrednosti teh mok. Opredelili smo, kako mešati mlevske frakcije ajde z različno granulacijo za pridobivanje frakcij z visoko količino beljakovin, pepela ter flavonoidov (rutina).

V raziskovanih vzorcih navadne in tatarske ajde je vsebnost beljakovin v suhi snovi v zrnju tatarske ajde za okoli 1 % nižja kot v zrnju navadne ajde 'Darja' (ta-

Preglednica 19: Vsebnost flavonoidov v mlevskih frakcijah navadne in tatarske ajde

Table 19: Flavonoid content in milling fractions of common and Tartary buckwheat

Vzorec	Flavonoidi (%) / SS				
	Frakcija				
	F ₁₁ <i>bela moka</i>	F ₁₂	F ₂₁	F ₂₂ <i>otrobi in luščine</i>	F ₁
D	0,02	0,04	0,05	0,06	
T1	0,71	4,47	3,54	0,18	
	F ₁₁	F ₁₂			
T2	0,24	1,01		ni vzorca	0,92

T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo ≤ 100 µm

T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm

T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo 236 µm < x ≤ 1000 µm

T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo > 1000 µm ter otrobi in luščine

D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo ≤ 100 µm

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo > 236 µm < x ≤ 1000 µm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo > 1000 µm ter otrobi in luščine

T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)

T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo ≤ 100 µm

T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo > 100 µm

Preglednica 20: Primerjave vsebnosti flavonoidov in taninov različnih avtorjev z rezultati te raziskave
Table 20: Flavonoid and tannin content according to different research studies and the comparison of results with this research study

Vzorec	Flavonoidi (%) / SS	Tanini (%) / SS	Vir
Tatarska ajda (moka) T2	0,2–1,0	0,07–0,19	VOMBERGAR (2010)
Tatarska ajda T1 (vse frakcije od belih mok do otrobov / luščin)	0,1–4,4	0,09–1,25	
Navadna ajda D (vse frakcije od belih mok do otrobov in luščin)	0,01 – 0,05	0,05 – 0,79	
Moka – tatarska ajda			VOGRINČIČ & KREFT (neobjavljeni)
Moka – navadna ajda (iz trgovine v Sloveniji)	0,016	0,397	AVGUŠTIN (2009)
Seme slovenskih ajd		0,1–0,3	LUTHAR & KREFT (1999)
Zrnje – navadna ajda	0,018		DIETRYCH-SZOSTAK in sod. (1999)
Luščine	0,1		DIETRYCH-SZOSTAK in sod. (2004)
Moka – navadna ajda (16 frakcij)	0,002–0,13		HUNG & MORITA (2008)
Zrnje – navadna ajda – tatarska ajda	0,04 2,04		JIANG in sod. (2007)
Zrnje – navadna ajda		1,29	LEE in sod. (2004)
Moke (10 frakcij) – navadna ajda			KREFT in sod. (1994)
Bela moka – navadna ajda			SENŞOY in sod. (2006)
Temna moka – navadna ajda			
Bela moka – navadna ajda		0,05–0,08	STEADMAN in sod. (2001ab)
Polnovredna moka – navadna ajda		0,118	
Kaša – navadna ajda		0,168	
Otrobi (brez luščin) – navadna ajda		0,2–0,5	
Otrobi z luščinami – navadna ajda		1,04–1,66	
Moka – navadna ajda			BONAFACCIA in sod. (2009)
Moka – tatarska ajda			
Moka – navadna ajda			ASAMI in sod. (2007)
Moka – tatarska ajda			
Moke (10 frakcij) – navadna ajda		0,1–1,2	ŠKRABANJA in sod. (2004)
Zdrobi (6 frakcij)		0,7–2,2	
Otrobi (6 frakcij)		2,2– 6	
Luščine		0,3	
Moka - navadna ajda	0,0098		QUETTIER-DELEU in sod. (2000)
Luščine – navadna ajda	0,0456		
SS – suha snov			

tarska ajda T1 9,5 %; navadna ajda D 10,5 %). Razporeditev beljakovin v mlevskih frakcijah navadne in tatarske ajde ni enaka. Pri tatarski ajdi je vsebnost beljakovin v frakcijah F₁₂ in F₂₁ približno enaka in sicer nekoliko pod 19 %, pri navadni ajdi 'Darja' pa je frakcija F₂₁ (z granulacijo nad 236 µm do vključno 1000 µm) najbogatejša z beljakovinami med vsemi preiskovanimi vzorci (preko 26 % beljakovin), medtem ko je vsebnost beljakovin v frakciji navadne ajde D F₁₂ enaka kot pri tatarski ajdi T1 v frakciji z isto granulacijo. Najnižja vsebnost beljakovin je v frakciji otrobov in

luščin F₂₂ (2,5–2,9 %) tako pri tatarski ajdi (T1) kot tudi pri navadni ajdi (D) (preglednica 21).

Vsebnost pepela v suhi snovi je v zrnju tatarske ajde višja kot v zrnju navadne ajde (navadna ajda 1,65 %; tatarska ajda T1 2,73 %). Razporeditev mineralnih snovi v mlevskih frakcijah navadne in tatarske ajde se razlikuje. Najvišjo vsebnost mineralnih snovi imata frakciji F₁₂ in F₂₁ tako pri navadni kot pri tatarski ajdi (med 2,9 in 4,2 %). Izjemno nizko vsebnost mineralnih snovi ima bela moka iz navadne ajde (z granulacijo pod 100 µm), le 0,6 %; v enaki frakciji tatarske ajde je dvakrat višja količina

Preglednica 21: Primerjava vsebnosti beljakovin, pepela, flavonoidov in taninov v mlevskih frakcijah navadne in tatarske ajde**Table 21: Comparison of protein, ash, flavonoid and tannin content in milling fractions of common and Tartary buckwheat**

Vzorec (zrnje)	Mlevske frakcije	Delež pri mletju (%)	Beljakovine (%) / SS	Pepel (%) / SS	Flavonoidi (%) / SS	Tanini (%) / SS
Tatarska ajda iz Luksemburga (T1)	T1 F ₁₁	47,75	6,63	1,44	0,71	0,09
	T1 F ₁₂	19,20	18,80	4,23	4,47	0,14
	T1 F ₂₁	12,02	18,60	3,90	3,54	1,25
	T1 F ₂₂	20,93	2,47	1,02	0,18	0,29
Navadna ajda 'Darja' (D)	D F ₁₁	48,64	5,47	0,62	0,01	0,06
	D F ₁₂	20,80	18,60	2,91	0,04	0,41
	D F ₂₁	12,94	26,20	4,19	0,05	0,79
	D F ₂₂	17,62	2,87	1,04	0,05	0,31

T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo ≤ 100 µm

T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm

T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo 236 µm < x ≤ 1000 µm

T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo > 1000 µm ter otrobi in luščine

D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo ≤ 100 µm

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo > 236 µm < x ≤ 1000 µm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo > 1000 µm ter otrobi in luščine

mineralnih snovi. Otrobi in luščine (frakcija F₂₂) imajo približno 1 % pepela v SS neodvisno od vrste ajde.

Višja vsebnost beljakovin in višja vsebnost pepela sta v mlevskih frakcijah mok povezani (korelacija je visoka $r^2 = 0,8469$; $p < 0,05$), nekoliko odstopa le vsebnost mineralnih snovi v frakciji otrobov in luščin pri navadni ajdi (vzorec D).

Če primerjamo mlevske frakcije z različno granulacijo med seboj (F₁₁, F₁₂ in F₂₁), ugotavljamo, da ima najvišjo vsebnost beljakovin in najvišjo vsebnost pepela mlevska frakcija navadne ajde 'Darja' D F₂₁ (z granulacijo nad 236 do 1000 µm) ter mlevska frakcija tatarske ajde T1 F₁₂ z nižjo granulacijo (nad 100 do 236 µm). Ista frakcija tatarske ajde T1 F₁₂ ima tudi najvišjo vsebnost flavonoidov, enako pa velja tudi za frakcijo navadne ajde D F₂₁ (preglednica 21).

Po sestavi je frakciji T1 F₁₂ zelo podobna tudi frakcija T1 F₂₁ (z granulacijo nad 236 do 1000 µm), le da ima nekoliko nižjo vsebnost omenjenih sestavin. To se sklada s trditvami IKEDE in YAMASHITA (1994), da imajo različne mlevske frakcije različno količino mineralov in beljakovin ter da so temne moka v glavnem bogatejše z mineralnimi snovmi in beljakovinami. Mlevske frakcije finih belih ajdovih mok imajo višjo vsebnost škroba (IKEDE & YAMASHITA, 1994). Pri mletju ajdove moka se škrobnati centralni endosperm ajdovega zrna zdobi v fino moko nizkih granulacij, kar omogoča posebna oblika zelo majhnih

kroglastih drobnih škrobnih zrn, ki so približno enake velikosti, predpostavljamo v naši raziskavi. Tudi STEADMAN in sod. (2001a) ugotavljajo, da bela moka nizkih granulacij nastaja iz notranjega dela zrn (centralnega endosperma). Pri mletju pšenice pa se v fino belo moko nizkih granulacij zdobijo predvsem beljakovinski delci, zato se ta fina bela moka nizkih granulacij dodaja kot izboljševalec pšeničnih mok (TAŠNER, osebni vir, 2010). V pšenici so škrobna zrna različnih velikosti, zato so učinki pri mletju pšenice drugačni.

Odločitev o združitvi mlevskih frakcij F₁₂ in F₂₁ (z granulacijo nad 100 do 1000 µm) bi pomenila pridobitev znatne količine moka z najvišjo možno vsebnostjo beljakovin in mineralnih snovi tako pri navadni kakor tudi pri tatarski ajdi, pa tudi z visoko vsebnostjo flavonoidov (predvsem rutina) in fenolnih spojin. Ajda je bogata z mnogimi minerali, vsebuje Zn, Cu, Mn, Mg, K, P, Ca, Na, Fe, Se, Co, B, I, Cr. Pri mletju zrnja predstavljata ti dve mlevski frakciji 32–34 % delež moka (z granulacijo nad 100 do 1000 µm), medtem ko je delež finih belih mok iz pretežno škrobnatih mok okoli 50 %.

Otrobi ajde se v naši raziskavi nahajajo predvsem v mlevski frakciji F₂₁ (skupaj z moko višjih granulacij do 1000 µm) in v manjši meri v mlevski frakciji F₂₂ (skupaj z luščinami – granulacije nad 1000 µm). Otrobi vsebujejo zunanje plasti oluščene zrnja in delčke em-

brija. Vsebujejo visok delež beljakovin, maščob in prehranskih vlaknin. Topni ogljikovi hidrati (kot so npr. fagopiritoli) so skoncentrirani v otrobih in kalici. Mineralne snovi, posebej fitati, vezani na beljakovinske dele in lipidi, se akumulirajo v kalici, pokrivalu zrna in v luščini (STEADMAN in sod. 2000, 2001a).

Razporeditev flavonoidov v plodovih vpliva na uporabno vrednost zrnja in mlevskih frakcij, ki jih dobimo iz zrnja. Poznavanje razporejanja flavonoidov po mlevskih frakcijah v povezavi z granulacijo pomeni možnost za enostaven, hiter in učinkovit način pridobivanja s flavonoidi bogatih mlevskih frakcij predvsem v tatarski ajdi.

SPREMLJANJE FLAVONOIDOV V TESTIH IZ MLEVSKIH FRAKCIJ AJDOVIH MOK

Mletje ajde vpliva na količino in hitrost ekstrakcije flavonoidov v ajdi. Grobost mletja je pomembna komponenta moke. Manjši delci imajo večjo površino, zato je tudi delovanje encimov lahko drugačno. Tudi encimi v finih mokah z drobnimi delci so lahko aktivnejši. Polifenoli so vključeni v mnoge celične komponente. Njihova ekstrakcija v raztopino je zaradi njihove različne dostopnosti različna.

V nam dostopni literaturi nismo našli podatkov o koncentracijah flavonoidov in taninov pri pripravi testa iz navadne in tatarske ajdove moke. Prav tako nismo zasledili objav o raziskovanju stika moke in vode ter času kot komponenti vpliva na polifenolne spojine.

Zgradba škroba je vrstno specifična. Obstajajo interakcije med škrobom ter maščobami in beljakovinami v ajdi. Povezav o medsebojnem delovanju škroba in rutina v literaturi nismo zasledili. Teoretično obstaja možnost, da bi škrob s svojo specifično zgradbo (ajdov škrob je bogat z amilozo) vplival na interakcije z rutinom, a v praksi to ni dokazano (FABJAN 2007).

Reakcije flavonoidov v stiku z vodo so v naši raziskavi podobne pri tatarski in navadni ajdi. Flavonoidi v vseh mlevskih frakcijah po 5-ih minutah stika z vodo narastejo v primerjavi z vsebnostjo v moki (tudi za 2 do 2,5-krat). Povezava teh dveh spremenljivk kaže pozitivno linearno korelacijo ($r^2 = 0,9257$; $p < 0,05$; $y = 0,2524 + 1,1007x$). Najvišji porast je v frakcijah mok (grobih in finih), nekoliko nižji pa v frakcijah otrobov in luščin. Rahel porast koncentracije flavonoidov se zazna še v nadaljnjih 30-ih minutah stika z vodo. Po eni uri počivanja testa (stika moke z vodo) začne koncentracija flavonoidov v testih postopoma padati. Vsebnost flavonoidov se po naglem porastu v prvih nekaj minutah zniža za 10–80 %. Postopno padanje

koncentracije flavonoidov (v obdobju 0,08–24 h) se razlikuje med vzorci, med frakcijami in med ponovitvami, a znižanje koncentracije flavonoidov se pojavi v vseh testih po 24-ih urah. Ugotavljamo, da je koncentracija flavonoidov v vseh testih po 24-urnem počivanju testa nižja kot v prvih 5-ih minutah po pripravi testa. Tudi povezava teh dveh spremenljivk kaže linearno korelacijo ($r^2 = 0,9953$; $p < 0,05$; $y = -0,0733 + 0,8739x$).

Ugotavljamo, da je koncentracija flavonoidov v testu po 24-tih urah v primerjavi z začetnimi vrednostmi v vzorcih mok (frakcije F_{11} , F_{12} in F_{21}) različna. Le v frakciji otrobov in luščin (F_{22}) je vsebnost flavonoidov po 24-urnem stiku z vodo padla za okoli 60 % v primerjavi z začetno vsebnostjo flavonoidov v mlevski frakciji brez dodane vode.

Hipotezo, da ob stiku ajdove moke z vodo (simulacija tehnološkega postopka priprave testa) potekajo biokemijski procesi, ki vplivajo na nekatere sestavine v testu (predvsem na flavonoide – rutin, kvercetin), smo potrdili.

Naše dosedanje raziskave so pokazale, da je vsebnost rutina v zmesi mlevske frakcije zrn ajde in vode rezultanta dveh procesov. Na eni strani je to izločanje rutina iz struktur zrna in njegovo raztapljanje v tekočini. Drugi proces je sproščanje encimov, ki razgrajujejo rutin. Predvsem aktiven encim je encim flavonol-3-glukozidaza, ki razgrajuje rutin in znižuje vsebnost rutina med pripravo testa.

Preučevanja, kaj se dogaja z rutinom v moki med procesom stika z vodo pri pripravi testa, še niso dokončna. Prav tako se še raziskuje pojav nastanka kvercetina v teh procesih kot možnega produkta razgradnje rutina.

Na koncentracijo celokupnih flavonoidov, kakor tudi na koncentracijo rutina in kvercetina v mokah in testih vplivajo različni faktorji. Med njimi pomembnejši so začetne koncentracije omenjenih spojin in njihove lokacije v zrnju, prisotnost in aktivnost encimov, ki razgrajujejo različne flavonoide ali vzpodbudijo druge biokemijske reakcije, ki imajo za posledico razgradnjo posameznih flavonoidov, prisotnost drugih polifenolov in taninov, ki lahko inhibirajo dejavnost encimov, temperatura in pH medija. Pomembna je tudi hitrost začetne aktivacije encimov. V navadni ajdi je aktivacija encimov, ki razgrajujejo rutin, počasnejša, predvidoma zaradi manjše količine encimov ali pa so encimi slabše aktivni.

Hipotezo, da bo vsebnost flavonoidov v mlevskih frakcijah raziskovanih vzorcev ob stiku z vodo narasla, nato pa bo koncentracija flavonoidov postopoma padala, smo potrdili. S spektrofotometričnimi analizami smo ugotovili, da vsebnost flavonoidov v testu naraste

večinoma v prvih 30 minutah stika moke z vodo, enako velja tudi za frakcijo otrobov in luščin. V časovnem obdobju 24-ih ur ugotavljamo postopno padanje koncentracije flavonoidov.

Med hidrotermično obdelavo (npr. kuhanje kaše) pride do pomembnih interakcij med polifenoli in beljakovinami, kar vpliva tudi na prebavljivost beljakovin v tankem črevesu (ŠKRABANJA in sod. 2000).

VPLIV VODE PRI PRIPRAVI TESTA IZ NAVADNE IN TATARSKE AJDOVE MOKE NA FLAVONOIDE V TESTU

Ob dodajanju različne količine vode moki smo želeli ugotoviti, ali količina vode pomembno vpliva na biokemijske procese v testu ter ali se procesi pospešijo ali upočasnijo. Spremljali smo vsebnost flavonoidov ob dodajanju enojne in dvojne količine vode. Enojna količina vode je pomenila količino vode, ki je potrebna za pripravo kvalitetnega testa, dvojna količina vode pa je testo dodatno razmehčala, da je postalo skoraj tekoče. Raziskavo smo opravili v treh ponovitvah, za rezultate pa smo uporabili povprečne vrednosti treh ponovitev.

Reakcije flavonoidov v testih ob stiku moke z vodo so bile skoraj popolnoma enake ob dodajanju enojne ali dvojne količine vode. Vsebnost flavonoidov v testih naraste po prvih 5-30 minutah stika z vodo ne glede na količino dodane vode. Prav tako koncentracija flavonoidov postopno pada v 24-ih urah. Končne koncentracije flavonoidov v testih po 24-ih urah so, ne glede na dodano količino vode, skoraj enake (preglednica 22).

Dodajanje večje količine vode torej nima dodatnega vpliva na aktivnost encimov, ki razgrajujejo flavonoide ali vplivajo na biokemične aktivnosti v testu. Sklepamo lahko, da je že količina vode, ki se uporabi za klasično pripravo testa, dovolj velika količina, da se aktivirajo prisotni encimi in da dodajanje večjih količin vode biokemijskih dogajanj ne spreminja in tudi ne spremeni.

TANINI V TATARSKI AJDI

V nam dostopni literaturi smo zasledili le malo podatkov o prisotnosti taninov v ajdi (preglednica 10 in 41). Večinoma se podatki nanašajo na navadno ajdo (LUTHAR & KREFT 1996), tanini so analizirani tudi v

Preglednica 22: Vsebnost flavonoidov v moki iz tatarske ajde (T2) ob dodajanju enojne in dvojne količine vode v povezavi s časom (n = 3)

Table 22: Flavonoid content in Tartary buckwheat flour dough (T2) with different volume of added water (3 repetitions)

Tatarska ajda T2 Moka / testo	Čas (h)	Enojna količina vode v testu (za pripravo testa ustrezne konsistence)	Dvojna količina vode v testu (mehko testo)
Flavonoidi (%)/SS	0	0,91	0,91
	0,08	1,20	1,12
	0,5	1,30	1,17
	1	1,22	1,13
	12	1,05	0,95
	24	0,93	0,91

mlevskih frakcijah navadne ajde (STEADMAN in sod. 2001b, LEE in sod. 2004, ŠKRABANJA in sod. 2004). Podatkov o prisotnosti taninov v tatarskih ajdovih mokah je malo. V naši raziskavi smo dokazali prisotnost taninov v mlevskih frakcijah tatarske ajde T1 in T2, v navadni ajdi pa so bili tanini pričakovani. Preučili smo tudi vsebnost taninov v testih iz ajdovih mok (navadne in tatarske ajde); podobnih raziskav do sedaj v literturnih podatkih nismo našli. Obnašanje taninov ob stiku z vodo v mlevskih frakcijah mok, otrobov in luščin pri navadni in tatarski ajdi še ni bilo raziskano.

Za ekstrakcijo taninov smo uporabili metodo z vanilin-HCl, ki določa kondenzirane tanine, predvsem

katehine in/ali epikatehinske tanine v ajdi, hidrolizirajočih taninov pa ne. Kondenzirani tanini so kemično oligomeri hidroksi-flavan-3-olov (katehini, epikatehini) in polihidroksi-flavan-3-4-diolov (levkocianidini) ali pa oligomeri kombinacije teh spojin (LUTHAR 1992a, TAIZ & ZEIGER 2006ab).

Primerjava dveh vzorcev tatarskih ajd T1 in T2 kaže različno vsebnost taninov v vzorcih. Tatarska ajda T1 ima višjo vsebnost taninov kot tatarska ajda T2 (preglednica 23).

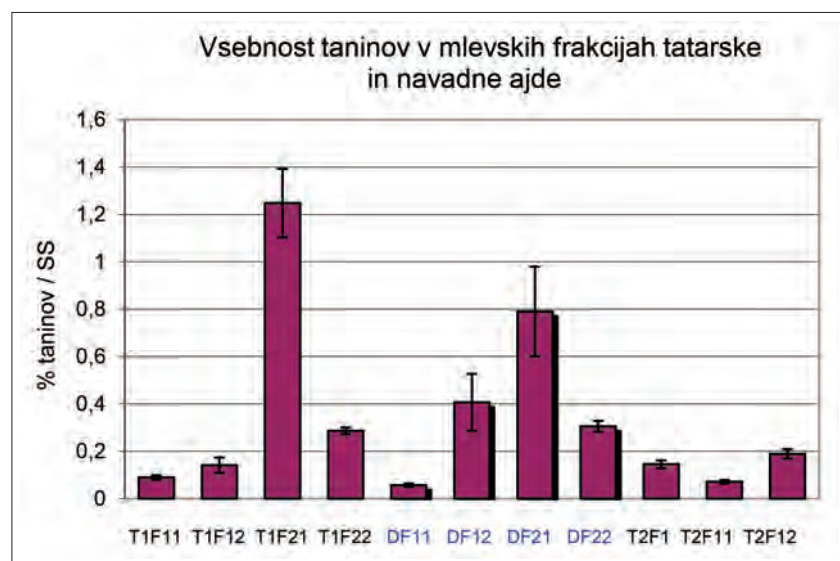
Tatarska ajda T1 in navadna ajda D imata različno vsebnost taninov v mlevskih frakcijah, a težko trdimo, da je vsebnost taninov v katerem od vzorcev ajd višja

ali nižja (slika 23). Razlikuje se tudi razporeditev taninov v mlevskih frakcijah tatarske ajde in navadne ajde. Rezultati FABJANOVE (2007) in MORISHITA in sod. (2007) niso dokazali prisotnosti taninov v tatarski ajdi. Rezultati SOON-Mi in sod. (2006) kažejo na prisotnost taninov v tatarski ajdi, a njihove koncentracije so bistveno nižje od rezultatov v tej raziskavi. Drugih podatkov o vsebnosti taninov v tatarski ajdi v nam dostopni literaturi nismo našli.

Najvišjo vsebnost taninov smo ugotovili v mlevski frakciji F₂₁ (frakcija z granulacijo nad 236 µm do vključno 1000 µm) pri obeh vzorcih ajd in sicer 1,25 % pri tatarski ajdi T1 in 0,79 % pri navadni ajdi D, kar je polovico manj. Tej frakciji bi bilo potrebno posvetiti posebno pozornost pri mletju ajde tudi z vidika potencialne vsebnosti taninov.

Koncentracija taninov je bistveno nižja v belih mokah (granulacije do vključno 100 µm), enako opažamo tudi pri flavonoidih (slika 23). Koncentracije ta-

ninov so približno enake v tatarski in navadni beli ajdovi moki (pri tatarski ajdi T1 okoli 0,09 %, pri tatarski ajdi T2 0,07 % ter pri navadni ajdi 0,06 %). Koncentracija taninov je zelo podobna med ajdama tudi v frakciji otrobov in luščin F₂₂ (T1: 0,29 %; D: 0,30 %). Koncentracija taninov v frakciji otrobov in luščin (F₂₂) je višja kot v belih mokah, a nižja kot v grobih temnih mokah (v tatarski ajdi T2 in v navadni ajdi okoli 0,3 %). Naši rezultati potrjujejo rezultate ŠKRABANJE in sod. (2004), ki so najnižje vsebnosti taninov dobili v mokah (nizke granulacije mlevskih frakcij), višje v zdrobih (višje granulacije mlevskih frakcij) ter najvišje koncentracije v otrobih (2,2–6 % taninov). Našo trditev, da imajo luščine nekoliko nižjo vsebnost taninov kot grobe frakcije mok in otrobi, potrjujejo tudi raziskave ŠKRABANJE in sod. (2004). Dobljene rezultate v naši raziskavi smo primerjali tudi z rezultati STEADMANOVE in sod. (2001b), ki pri navadni ajdi ugotovijo najvišjo vsebnost taninov v mlevski frakciji otrobov in luščin (okoli 1 %),



- T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo ≤ 100 µm
 T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm
 T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo 236 µm < x ≤ 1000 µm
 T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moka z granulacijo > 1000 µm ter otrobi in luščine
 D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo ≤ 100 µm
 D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm
 D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo > 236 µm < x ≤ 1000 µm
 D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moka z granulacijo > 1000 µm ter otrobi in luščine
 T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)
 T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo ≤ 100 µm
 T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo > 100 µm

Slika 23: Primerjava vsebnosti taninov med mlevskimi frakcijami navadne in tatarske ajde

Figure 23: Comparison of tannin content in milling fractions of common and Tartary buckwheat

v frakciji otrobov pa polovico manj (okoli 0,5 %). Vsebnost taninov v mokah je nizka (okoli 0,1 %). Rezultati niso direktno primerljivi z našimi ugotovitvami, saj gre za različne načine mletja, različne mlevske frakcije in različno razporeditev otrobov, a so podobnega reda velikosti, kar nakazuje primerljivost rezultatov. Nekoliko višjo vsebnost taninov ugotavljajo STEADMANOVA in sod. (2001b) v moki iz celih ajdovih zrn (okoli 0,2 %), kar je v skladu z našimi ugotovitvami. Vsebnost taninov v navadni ajdi se ujema z rezultati LUTHARJEVE in KREFTA (1996), medtem ko so rezultati o vsebnosti taninov LEE-ja in sod. (2004) v semenih navadne ajde višji.

Koncentracija taninov je v frakciji tatarske fine bele moke okoli 60 % višja kot v frakciji fine bele moke navadne ajde (T1: 0,08 %; D: 0,05 %). V mlevski frakciji tatarske ajde T1 F₁₁ (granulacija do vključno 100 µm) je le 1,3-krat več fenolov in 1,6-krat več taninov kot v enaki mlevski frakciji navadne ajde D F₁₁, medtem ko je bilo flavonoidov kar 50-krat več.

Zanimivo je, da je koncentracija taninov v tatarski ajdi T1 F₁₂ celo nižja kot pri navadni ajdi D F₁₂ (T1: 0,14 %; D: 0,40 %), kar kaže na različno razporeditev taninov v zrnju navadne in tatarske ajde. V mlevski frakciji tatarske ajde T1 F₁₂ je okoli 2-krat več fenolov ter skoraj 3-krat manj taninov kot v enaki mlevski frakciji navadne ajde D F₁₂; flavonoidov pa je bilo v isti mlevski frakciji tatarske ajde kar 100-krat več. Rezultati so pomembni za odločitve o izbiri mlevskih frakcij tatarske ajdove moke ustrezne granulacije kot možen funkcijski dodatek. Posebno pozornost v nadaljnjih raziska-

vah bi bilo potrebno posvetiti frakciji tatarske ajde T1 F₁₂, ki ima visoko koncentracijo flavonoidov ter sorazmerno nizko koncentracijo taninov, saj so le-ti prerazporejeni v druge frakcije. Ta način razporeditve ni enak pri navadni ajdi.

Tanini lahko delujejo protimikrobno, antikancerogeno in protimutageno (TAIZ & ZEIGER 2006ab). Tanini v prehrani so nezaželeni, saj obarjajo beljakovine, zavirajo delovanje prebavnih encimov in preprečujejo absorpcijo vitaminov in mineralov. Tanini imajo sposobnost tvoriti komplekse z makromolekulami, zlasti z beljakovinami (TAIZ & ZEIGER 2006ab). Predvsem otrobi so vir taninov in fitinske kisline. Nizko prebavljivost ajde povezujejo s prisotnostjo taninov in fitinske kisline v ajdi (WIJNGAARD & ARENDT 2006b). ŠKRABANJA in sod. (2004) ugotavljajo zanimivo razporeditev fitatov v škrobu v mlevskih frakcijah navadne ajde ter ugotavljajo močno povezovalno med fitati in frakcijami zdrobov, otrobov in luščin, medtem ko je vsebnost fitatov v mlevskih frakcijah mok nizka.

V preglednici 23 so prikazane vsebnosti taninov v mlevskih frakcijah tatarske ajde (vzorci T1 in T2) in navadne ajde (vzorec D). Koncentracije taninov v stiku z vodo nihajo tako pri tatarski kakor tudi pri navadni ajdi (preglednica 24). Vsebnost taninov v nekaterih mlevskih frakcijah po 5 do 30-minutah stika z vodo narastejo (celo za 250 %), spet v drugih pa vsebnost flavonoidov pade (za do 20 %). Porast oziroma padec vsebnosti taninov ni povezan z vrsto frakcije oziroma točno določeno frakcijo. V 24-ih urah stika moke z

Preglednica 23: Koncentracije taninov v mlevskih frakcijah navadne in tatarske ajde

Table 23: Tannin concentrations in milling fractions of common and Tartary buckwheat

Vzorec	Tanini (%) / SS				
	F ₁₁	F ₁₂	F ₂₁	F ₂₂	F ₁
D	0,05658	0,4066	0,7908	0,3052	
T1	0,08930	0,1410	1,2477	0,2860	
	F ₁₁	F ₁₂			
T2	0,07079	0,18896		Ni vzorca	0,14521

T1 F₁₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo ≤ 100 µm

T1 F₁₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm

T1 F₂₁ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo 236 µm < x ≤ 1000 µm

T1 F₂₂ - tatarska ajda, podfrakcija moke z granulacijo > 1000 µm ter otrobi in luščine

D F₁₁ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo ≤ 100 µm

D F₁₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo 100 µm < x ≤ 236 µm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo > 236 µm < x ≤ 1000 µm

D F₂₂ - navadna ajda, podfrakcija moke z granulacijo > 1000 µm ter otrobi in luščine

T2 F₁ - moka iz tatarske ajde (pridobljen vzorec)

T2 F₁₁ - moka iz tatarske ajde z granulacijo ≤ 100 µm

T2 F₁₂ - moka iz tatarske ajde z granulacijo > 100 µm

Preglednica 24: Vsebnost taninov v moki iz tatarske ajde (T2) ob dodajanju enojne in dvojne količine vode v povezavi s časom

Table 24: Tannin content in Tartary buckwheat flour dough (T2) with different volume of added water (3 repetitions)

Tatarska ajda T2 Moka / testo	Čas (h)	Enojna količina vode v testu (za pripravo testa ustrezne konsistence)	Dvojna količina vode v testu (mehko testo)
Tanini (%)/SS	0	0, 15	0, 15
	0,08	0,15	0,16
	0,5	0,16	0,16
	1	0,15	0,16
	12	0,17	0,19
	24	0,16	0,16

vodo zaznavamo nihanje koncentracije taninov pri vseh frakcijah navadne in tatarske ajde. Količina padca ali porasta taninov v času 24 ur stika moke z vodo se razlikuje med frakcijami in med ponovitvami. Visok porast koncentracije taninov ob stiku z vodo v nekaterih testih nakazuje nastajanje burnih biokemijskih reakcij, njihovi mehanizmi še niso jasno določeni.

Koncentracije taninov ob stiku z vodo so bile približno enake tudi, če smo dodali večjo ali manjšo količino vode (preglednica 24). Vsebnost taninov se skozi 24-urni stik moke z vodo bistveno ne spreminja (okoli

0,15 %). Tako kot pri koncentracijah fenolov je tudi pri koncentracijah taninov zaznati nihanje vsebnosti taninov, ki pa se pojavlja tako ob dodajanju večje ali manjše količine vode. Končna vsebnost taninov je v vzorcih ne glede na dodano količino vode približno enaka, kar kaže, da dodajanje vode ne spreminja aktivnih taninskih sestavin, prav tako pa ne aktivira drugih sestavin, ki bi lahko vplivale na razgradnjo ali spreminjanje taninov. Postavili smo hipotezo, da stik moke z vodo in priprava testa nima posebnega vpliva na vsebnost taninov, kar smo tudi dokazali.

5 SKLEPI

Pri mletju in presejanju zrnja tatarske in navadne ajde v štiri podfrakcije smo dobili 48 % finih belih mok (z granulacijo do vključno 100 µm), 31–34 % grobih temnejših mok z otrobi (z granulacijo nad 100 µm do vključno 1000 µm) ter 18–21 % luščin z otrobi (z granulacijo nad 1000 µm).

Z vidika funkcijskega dodatka ter hranilne in prehranske vrednosti so zanimive mlevske frakcije ajde z granulacijo nad 100 µm do vključno 1000 µm (teh je pri mletju več kot 30 %); nezanimive pa so frakcije finih belih mok z granulacijo pod 100 µm (pri mletju nastaja približno 48 % belih mok), saj so revne z beljakovinami, minerali in flavonoidi. Izločitev in mešanje frakcij (z granulacijo nad 100 µm do vključno 1000 µm) predvsem pri tatarski ajdi pomeni najboljšo izbiro glede vsebnosti beljakovin, mineralnih snovi in tudi vsebnosti flavonoidov.

Ugotavljamo linearno povezavo ($r^2 = 0,8469$; $p < 0,05$) med vsebnostjo beljakovin in pepela v mlevskih frakcijah finih belih in temnih grobih ajdovih mok in sicer nizka vsebnost beljakovin (okoli 5,5–6,6 % beljakovin/SS) in nizka vsebnost mineralnih snovi (okoli 1 %) je v finih belih mokah, zmletih iz notranje-

ga dela zrn (centralnega endosperma) ter visoka vsebnost beljakovin (19–26 %) in visoka vsebnost pepela (okoli 4 %) je v temnih grobih mokah iz zunanjih plasti zrn (alevranskega sloja, zunanjih plasti endosperma, pokrivala zrna, embria). Ta povezava pa ne velja v celoti za frakcijo otrobov in luščin (z granulacijo nad 1000 µm).

Tatarska ajda ima bistveno višjo vsebnost flavonoidov kot navadna ajda (tudi več kot 100-krat več v moki). Najvišja vsebnost flavonoidov je v mlevskih frakcijah tatarske ajde T1 (z granulacijo nad 100 µm do vključno 1000 µm) in sicer 3,5–4,5 % flavonoidov/SS.

Tako tatarska kot navadna ajda v vseh mlevskih frakcijah vsebuje tanine; najvišja koncentracija taninov (0,8 %/SS pri navadni ajdi in 1,3 %/SS pri tatarski ajdi) je v mlevski frakciji z granulacijo nad 236 µm do vključno 1000 µm.

Flavonoidi, pa tudi tanini, se po mlevskih frakcijah (z različno granulacijo) različno razporejeni. Razporeditev med mlevskimi frakcijami ni enaka pri tatarski in navadni ajdi.

Različni vzorci tatarskih ajd (T1, T2) se med seboj razlikujejo po vsebnosti polifenolnih spojin, posebej

velike so razlike v vsebnosti flavonoidov, manjše pa so razlike v koncentracijah taninov.

Pri neposrednem stiku mlevskih frakcij tatarske in navadne ajde z vodo vsebnost flavonoidov v vseh mlevskih frakcijah naraste (tudi za 100 % in več) v prvih 5–30-ih minutah delovanja. Ugotavljamo tesno povezavo ($r^2 = 0,9257$; $p < 0,05$) med vsebnostjo flavonoidov v moki ter vsebnostjo flavonoidov po 5-minutnem stiku z vodo. Po 5-ih minutah mešanja moke in vode koncentracije flavonoidov vedno narastejo. Po eni uri začne koncentracija flavonoidov padati zaradi razpada flavonoidov, oksidacijsko redukcijskih procesov, encimatskih procesov in drugih biokemijskih reakcij. Koncentracija flavonoidov po 24-ih urah stika moke z vodo je vedno nižja v primerjavi z začetno vrednostjo flavo-

noidov v testu po 5-tih minutah stika z vodo. Ugotavljamo tesno povezavo med tema dvema parametroma ($r^2 = 0,9953$; $p < 0,05$).

Pri neposrednem stiku moke z vodo koncentracija taninov rahlo niha. Tako po 5-ih minutah, 30-ih minutah, 1 uri ali 24-ih urah zaznavamo rahle poraste in padce vsebnosti taninov, a bistveno se koncentracije ne spreminjajo.

Vpliva večje ali manjše količine vode pri pripravi testa nismo ugotovili. Pri dodajanju večje količine vode v testo (2-krat višje kot je običajna količina vode za pripravo testa) nismo opazili razlik v koncentracijah flavonoidov in taninov v primerjavi z običajno (manjšo) količino vode za pripravo testa.

6 POVZETEK

Ajda je zanimiva alternativna poljščina, precej podobna žitom v načinu pridelave in tudi uporabe. Najpogostejši vrsti v pridelavi, predelavi in uporabi sta navadna ajda (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarska ajda (*F. tataricum* Gaertn.). Zrnje ajde vsebuje prehransko pomembne polifenolne spojine. Vsebnost polifenolov v ajdovi moki je višja kot v mokah iz pšenice, koruze, riža in ječmena. Zrnje ajde, kakor tudi rastlina, vsebuje flavonoide, različne fenole in tanine. Ajda je vir rutina. Med vrstami in sortami ajd obstajajo razlike v vsebnosti flavonoidov, tudi rutina. Ajda je naravno funkcijsko živilo, saj ima biološko pozitivne vplive na človekov organizem zaradi sestavin, ki jih vsebuje. O terapevtskih, medicinskih, farmacevtskih, kozmetičnih, prehranskih in drugih vplivih in učinkih ajde poročajo različni avtorji.

Kot material za raziskavo smo uporabili vzorce zrnja oz. moke navadne ajde (*F. esculentum* Moench) in tatarske ajde (*F. tataricum* Gaertn.). Preučevali smo 3 vzorce tatarske ajde iz Luksemburga (T1, T2, T3) ter 2 vzorca navadne ajde iz Slovenije (cv. 'Darjo' in 'Sivo'). Z mletjem in presejanjem navadne ajde 'Darja' in tatarske ajde (vzorca T1 in T2) smo pripravili štiri frakcije z različnimi granulacijami ter iz njih pripravili testo oziroma luščine in otrobe navlažili z vodo. S spektrofotometričnimi analizami smo spremljali deleže posameznih frakcij, vsebnost beljakovin in pepela v vseh mlevskih frakcijah in presejanih podfrakcijah ter koncentracijo flavonoidov in taninov v vzorcih moke in testa (liofilizirani vzorci).

Za analitično določanje smo uporabili naslednje metode: vsebnost beljakovin (po Kjeldahlu); vsebnost pepela (s sežigom pri 900 °C); spektrofotometrično

smo analizirali vsebnost flavonoidov (z AlCl_3) in taninov (z vanilin-HCl metodo). Mletje smo opravili z laboratorijskimi mlini za mletje žit, za presejanje smo uporabili laboratorijska planska sita.

Pri mletju in presejanju zrnja tatarske in navadne ajde v štiri podfrakcije smo dobili 48 % finih belih mok (z granulacijo do vključno 100 μm), 31–34 % grobih temnejših mok z otrobi (z granulacijo nad 100 μm do vključno 1000 μm) ter 18–21 % luščin z otrobi (z granulacijo nad 1000 μm). Ugotovljena je pozitivna linearna povezava ($r^2 = 0,8469$) med vsebnostjo beljakovin in pepela v mlevskih frakcijah različnih granulacij. Nizka vsebnost beljakovin (okoli 5,5–6,6 % beljakovin) in nizka vsebnost mineralnih snovi (okoli 1 %) je v finih belih mokah, zmletih iz notranjega dela zrn (centralnega endosperma), ter visoka vsebnost beljakovin (19–26 %) in visoka vsebnost pepela (okoli 4 %) je v temnih grobih mokah iz zunanjih plasti zrn (alevranskega sloja, zunanjih plasti endosprema, pokrivala zrna, embria). Ta povezava pa ne velja v celoti za frakcijo otrobov in luščin (z granulacijo nad 1000 μm).

Z vidika funkcijskega dodatka so zanimive mlevske frakcije z granulacijo nad 100 μm do vključno 1000 μm (teh je pri mletju okoli 30 %); nezanimive pa so frakcije finih belih mok z granulacijo pod 100 μm (pri mletju nastaja skoraj 50 % belih mok), saj so revne z beljakovinami, minerali in flavonoidi. Zbiranje in mešanje frakcij (z granulacijo nad 100 μm do vključno 1000 μm), predvsem pri tatarski ajdi, pomeni najboljšo izbiro moke glede vsebnosti beljakovin, pepela, pa tudi vsebnosti flavonoidov.

Tatarska ajda ima bistveno večjo vsebnost flavonoidov kot navadna ajda (tudi več kot 100-krat več flavo-

noidov v moki). V preiskovanih vzorcih je najvišja vsebnost flavonoidov (3,5–4,5 % flavonoidov/SS) v mlevskih frakcijah tatarske ajde T1 (z granulacijo nad 100 µm do vključno 1000 µm). Frakcija luščin tatarske ajde ima nizko vsebnost flavonoidov, zanimivejša pa je frakcija luščin navadne ajde, saj je koncentracija flavonoidov v luščinah navadne ajde visoka v primerjavi z drugimi mlevskimi frakcijami navadne ajde.

Navadna in tatarska ajda v vseh mlevskih frakcijah vsebujeta tanine; najvišja koncentracija taninov je v mlevski frakciji z granulacijo nad 236 µm do vključno 1000 µm (0,8 % taninov/SS v navadni ajdi in 1,3 % taninov/SS v tatarski ajdi).

Pri neposrednem stiku mlevskih frakcij ajde z vodo vsebnost flavonoidov v vseh mlevskih frakcijah naraste v prvih 5-ih minutah delovanja (v primerjavi z izhodiščnim vzorcem brez vode). Po eni uri začne koncentracija flavonoidov padati, predpostavljamo, da zaradi encimatskih procesov, oksidacijsko redukcijskih procesov in drugih biokemijskih reakcij. Koncentracija flavonoidov po 24-ih urah stika moke z vodo je v primerjavi s količino flavonoidov v testu po 5-tih minutah stika z vodo vedno nižja. Ugotavljamo linearno korelacijo tega para spremenljivk ($r^2 = 0,9953$; $p < 0,05$).

Koncentracija taninov v testih je variabilna. Po 5-ih minutah, 1 uri in 24-ih urah od priprave testa zaznavamo rahla nihanja v vsebnosti taninov, a bistveno se koncentracije ne spreminjajo.

Pri pripravi testa nismo ugotovili vpliva večje ali manjše količine vode za zamesitev na vsebnost polifenolnih spojin. Pri pripravi mehkih test (2-krat večja količina vode za pripravo testa kot je običajna) nismo ugotovili razlik v koncentracijah flavonoidov in taninov v primerjavi z običajno (manjšo) količino vode za pripravo test standardne konsistence.

Ajda se v prehrani uporablja tehnološko obdelana, oluščena, zmleta, pripravljena pri različnih temperaturah in v različnih medijih, najpogosteje z vodo in visokimi temperaturami, zato raziskave, ki posnemajo tehnološke procese in proizvodnjo živil iz ajdovih mok dajejo pomembne informacije predvsem v povezavi s prehransko vrednostjo tudi s sestavinami, ki postajajo pomembne zaradi svojih antioksidativnih lastnosti in posledično ugodnega vpliva za zdravje ljudi.

Poleg virov, citiranih v tekstu te razprave, so v seznamu literature navedeni tudi drugi pomembnejši viri, neposredno povezani z obravnavano tematiko.

7 SUMMARY

Buckwheat is an interesting alternative crop, similar to cereals in regard to cultivation and utilisation. Two species, common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and Tartary buckwheat (*F. tataricum* Gaertn.) are mainly cultivated and used in human nutrition. Buckwheat grain contains nutritionally important polyphenolic compounds; their concentration in buckwheat grain and products is higher than in wheat, maize, rice or barley. Grain, as well as the green parts of buckwheat plants, contain flavonoids, tannins and other phenolic substances.

Among buckwheat species and varieties, there are differences in the content of flavonoids. Buckwheat is a natural functional food with a beneficial influence on human health due to its chemical composition. Several authors have reported on the medical, pharmaceutical, cosmetic, nutritional and other benefits of a buckwheat diet.

Three samples (T1, T2, T3) of Tartary buckwheat (*F. tataricum* Gaertn., domestic cv. from Luxemburg), and two samples of common buckwheat (*F. esculentum* Moench, cvs. 'Darja' and 'Siva') were tested for their concentrations of phenolic substances, and concentration levels of protein (according to Kjeldahl), ash (combustion at 900 °C), total flavonoids (spectropho-

tometric, with AlCl_3), tannins (with vanillin-HCl method). Samples were milled with laboratory mills and sifted using laboratory planar sieves.

Four milling fractions with different granulation were analysed, namely fine white flour (48 % yield, granulation up to 100 µm), husks with some bran (20 % yield, granulation above 1000 µm); and two fractions of coarse darker flours (with some remnants of husk). The milling fractions contained 5.5–26 % proteins, 1–4 % mineral substances, 0.02–4.47 % flavonoids and 0.08–1.25 % tannins (dmb, dry matter basis). A positive linear correlation was established ($r^2 = 0.8469$) between the content of proteins and minerals in different milling fractions.

Flavonoids and tannins are unevenly distributed among milling fractions. Their distribution was different in Tartary buckwheat, in comparison to common buckwheat. From the point of view of functional food, milling fractions with particle size over 100 µm, up to 1000 µm (the yield of latter is after milling about 30 %) is of primary interest, as they have the highest concentration of flavonoids.

The study used prepared dough made from mixtures of flour milling fractions and water. Analytical

samples were taken at different time-points up to 24 hours after the commencement of the contact of the water with the milling fractions. They were immediately frozen, stored at -20°C and freeze-dried for analytical sample milling and analyses. The fraction containing husk and some bran had a low flavonoid content (0.18 % flavonoids, dmb), which is important in the analysis of common buckwheat, as the concentration of flavonoids was higher in the husk fraction of common buckwheat than in the common buckwheat flours (0.06 % flavonoids, dmb). Tartary buckwheat had a higher concentration of total flavonoids and rutin (0.70–4.47 % flavonoids) in comparison to common buckwheat (0.02–0.04 % flavonoids), but this is not the case for tannins. Concentration of tannins did not change significantly during the dough making or resting process, and two different concentrations of water was determined to have no impact on the content of extractable polyphenolic substances.

From the point of view of functional food items, there are most interesting mixtures of flours with granulation between $100\text{ }\mu\text{m}$ up to $1000\text{ }\mu\text{m}$, especially in Tartary buckwheat, in regard to the content of proteins, minerals, and most valuable flavonoids.

Tartary buckwheat contained significantly more flavonoids (especially rutin) in comparison to common buckwheat (up to 100-times more total flavonoids). In the investigated samples, the highest concentration of flavonoids (3.5–4.5 % flavonoids, dmb.) was in the Tartary buckwheat milling fractions of sample T1 (granulation above $100\text{ }\mu\text{m}$, up to including $1000\text{ }\mu\text{m}$).

The husk fraction of Tartary buckwheat had a low concentration of flavonoids, but more interesting was the husk fraction of common buckwheat, which evidenced a higher concentration of flavonoids in comparison to other milling fractions of common buckwheat.

Tartary and common buckwheat contained tannins in all the milling fractions studied, with the highest concentration (0.8 % in common buckwheat and 1.3 % in Tartary buckwheat) in the milling fraction with granulation from $236\text{ }\mu\text{m}$ to $1000\text{ }\mu\text{m}$.

In cases of direct contact of the milling fraction particles with water, the extractable amount of flavonoids rose in the first 5 minutes of dough preparation when compared to the amount extracted directly from flours, and a positive linear correlation between both values ($r^2 = 0.9257$; $p < 0.05$) was established. Concentration of flavonoids after 24 hours of dough resting was always lower in comparison to that which occurred after 5 minutes of dough making ($r^2 = 0.9953$; $p < 0.05$).

In human nutrition, buckwheat is technologically processed, husked, milled, and treated at different temperatures and in different media, frequently with water and high temperature. In simulating these technological process and conditions in the industrial production of foods from buckwheat, this study yields important information about the impact of different factors on the nutritional value of products, the state of constituents important for their antioxidative value, and on other characteristics important for the health of consumers.

ZAHVALA

Projekta (št. L4-7552, »Optimizacija pridelave ječmena in ajde za trajnostno pridobivanje živil z visoko uporabno vrednostjo« in L4-9305, »Lokalno pridelana ajda kot surovina za proizvodnjo kakovostnih živil«; slednji s sofinanciranjem Ministrstva za kmetijstvo, gozdar-

stvo in prehrano Republike Slovenije) je sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna. Avtorici se zahvaljujeta Vidi Škrabanja, Mateji Germ in Ivanu Kreftu za pripombe in nasvete pri raziskavi.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors acknowledge the projects (»Optimisation of barley and buckwheat processing for sustainable use in high quality functional food«, ID L4-7552 and »Locally grown buckwheat grain for production of high quality food products«, ID L4-9305; the latter with cofi-

nancing of Ministry of Agriculture, Forestry and Food, Republic of Slovenia), which were financially supported by the Slovenian Research Agency. Vida Škrabanja, Mateja Germ and Ivan Kreft are acknowledged for critical reading the manuscript and for advice.

LITERATURA – REFERENCES

- ABEYWARDENA, M. Y. & R. J. HEAD, 2001: *Dietary polyunsaturated fatty acid and antioxidant modulation of vascular disfunction in the spontaneously hypertensive rat*. Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids (Bethesda) 65(2): 91–97. <http://dx.doi.org/10.1054/plef.2001.0294>
- ABRAM, V., 2000: *Antioksidativno delovanje flavonoidov*. V: Žlender B. & L. Gašperlin (ur.): *Antioksidanti v živilstvu*. 20. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož 26. in 27. oktober 2000. Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo (Ljubljana): 23–32 str.
- ADAMSE, P. & S. J. BRITZ, 1996: *Rapid fluence-dependent responses to ultraviolet-B radiation in cucumber leaves: the role of UV-absorbing pigments in damage protection*. Journal of Plant Physiology (Amsterdam) 148(1-2): 57–62.
[https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(96\)80294-X](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(96)80294-X)
- ALVAREZ-JUBETE, L., E. K. WIJNGAARD, E. K. ARENDT & E. GALLAGER, 2010: *Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking*. Food Chemistry (Amsterdam) 119(2): 770–778. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.032>
- ANDLAUER, W., C. STUMPF, M. HUBERT, A. RINGS & P. FÜRST, 2003: *Influence of cooking process on phenolic marker compounds of vegetables*. International Journal for Vitamine Nutrition Research (Göttingen) 73(2): 152–159.
<https://doi.org/10.1024/0300-9831.73.2.152>
- ANTHONI, J., F. LIONNETON, J. M. WIERUSZESKI, J. MAGDALOU, J. M. ENGASSER, L. CHEBIL, C. HUMEAU & M. GHOUL, 2008: *Investigation of enzymatic oligomerization of rutin*. Rasayan Journal of Chemistry (Amsterdam) 4: 718–731.
- ARIMA, H., H. ASHID & G. DANNO, 2002: *Rutin – enhanced antibacterial activities of flavonoids against Bacillus cereus and Salmonella enteritidis*. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry (Oxford) 66(5): 1009–1014.
<http://dx.doi.org/10.1271/bbb.66.1009>
- ARTS, M. J. T. J., G. R. M. M. HAENEN, L. C. WILMS, S. A. J. N. BATSTRA, C. G. M. HEIJNEN, H. P. VOSS & A. BAST, 2002: *Interactions between flavonoids and proteins: effect on the total antioxidant capacity*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 50 (5): 1184–1187. <https://doi.org/10.1021/jf010855a>
- ASAMI, Y., R. ARAI, R. LIN, Y. HONDA, T. SUZUKI & K. IKEDA, 2007: *Analysis of components and textural characteristics of various buckwheat cultivars*. Fagopyrum (Ljubljana) 24: 41–48.
- AUBRECHT, E. & P. A. BIACS, 2001: *Characterization of buckwheat grain proteins and its products*. Acta Alimentaria (Budapest) 30(1): 71–80.
<https://doi.org/10.1556/AAlim.30.2001.1.8>
- AVGUŠTIN M. 2009: *Analiza vsebnosti antioksidantov in fagopirina v ajdovih kalčkih*. Diplomsko delo, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo: 54 str.
- BARTOLI, C. G., F. GOMEZ, G. GERGOFF, J. J. GUINAMÉT & S. PUNTARULO, 2005: *Up-regulation of the mitochondrial alternative oxidase pathway enhances photosynthetic electron under drought conditions*. Journal of Experimental Botany (Oxford) 56(415): 1269–1276. <https://doi.org/10.1093/jxb/eri111>
- BIAN, J., F. SHAN, Z. TIAN, G. XU, R. LIN, X. CHUNSHENG, D. YALI & J. MINGJIE, 2004: *Study on new health foods of Tartary buckwheat*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceeding of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 714–718.
- BJÖRN, L. O., 1999: *Effects of ozone depletion and increased ultraviolet-B radiation on terrestrial plants*. In: Baumstark-Khan et al. (Eds.): *Fundamentals for the Assessment Risks from Environmental radiation*. Kluwer Academic Publishers (Dordrecht), pp. 463–470.
- BOHM, B., 1998: *Introduction to Flavonoids. Volume 2*. Chemistry and Biochemistry of Organic Natural Products. Amsterdam, Harwood Academic Publishers: 503 str.
- BOJŇANSKÁ, T., H. FRANČÁKOVÁ, P. CHLEBO & A. VOLLMANNOVÁ, 2009: *Rutin content in buckwheat enriched bread and influence of its consumption on plasma total antioxidant status*. Czech Journal of Food Science, Special Issue (Praha) 27: S236–S240.
- BONAFACCIA, G. & I. KREFT, 1994: *Technological and qualitative characteristics of food products made with buckwheat*. Fagopyrum (Ljubljana) 14: 35–42.
- BONAFACCIA, G., R. ACQUISTUCCI & Z. LUTHAR, 1994: *Proximate chemical composition and protein characterization of the buckwheat cultivated in Italy*. Fagopyrum (Ljubljana) 14: 43–48.

- BONAFACCIA, G., L. GAMBELLI, N. FABIAN & I. KREFT, 2003a: *Trace elements in flour and bran from common and Tartary buckwheat*. Food Chemistry (Amsterdam) 83(1): 1–5. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00228-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00228-0)
- BONAFACCIA, G., M. MAROCCHINI & I. KREFT, 2003b: *Composition and technological properties of the flour and bran from common and Tartary buckwheat*. Food Chemistry (Amsterdam) 80(1): 9–15. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00228-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00228-5)
- BONAFACCIA, G., F. MACCATI & V. GALLI, 2009: *Dietary fiber and phenolic compounds in common and tartary buckwheat*. In: Park C. H. & I. Kreft (Eds.): *Development and Utilization of Buckwheat as medicinal natural products*. ISBS–International Symposium of Buckwheat Sprouts. (Bongpyoung, IBRA), pp. 16–19.
- BRIGGS, C. J., C. CAMPBELL, G. PIERCE & P. JIANG, 2004: *Bioflavonoid analysis and antioxidant properties of tartary buckwheat accessions*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceeding of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 593–597.
- BRUNORI, A. & G. VÉGVÁRI, 2007: *Rutin content of the grain of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench and *Fagopyrum tataricum* Gaertn.) varieties grown in southern Italy*. Acta Agronomica Hungarica (Budapest) 55(3): 265–272. <https://doi.org/10.1556/AAgr.55.2007.3.1>
- CHAI, Y., B. FENG, Y. G. HU, J. GAO & X. GAO, 2004: *Analysis on the variation of rutin content in different buckwheat genotypes*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceeding of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 688–691.
- CHOI, Y. S., B. H. LEE, T. H. SHIM & H. H. LEE, 2001: *Hypotensive effects of dietary buckwheat in SHR*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 554–560.
- CHRUNGOO, N. K., N. DEVADASAN, I. KREFT & M. GREGORI, 2013: *Identification and characterization of granule bound starch synthase (GBSS-I) from common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench)*. Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology (Chennai) 22(3): 269–276. <https://doi.org/10.1007/s13562-012-0153-y>
- COSTA, A. M. M. B., F. C. PIMENTA, W. C. LUZ & V. DE OLIVEIRA, 2008: *Selection of the Beauveria genus able to metabolize quercetin like mammalian*. Brazilian Journal of Microbiology (Amsterdam) 39(2): 405–408.
- COSTANTINI, L., L. LUKŠIČ, R. MOLINARI, I. KREFT, G. BONAFACCIA, L. MANZI & N. MERENDINO, 2014: *Development of gluten-free bread using Tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients*. Food Chemistry (Amsterdam) 165: 232–240. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.095>
- COUCH, J. F., J. NAGHSKI & C. F. KREWSON, 1946: *Buckwheat as a source of rutin*. Science (Washington) 103(2668): 197–198. <https://doi.org/10.1126/science.103.2668.197>
- DANILA, A. M., A. KOTANI, H. HAKAMATA & F. KUSU, 2007: *Determination of rutin, catechin, epicatechin, and epicatechingallate in buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench by micro-high-performance liquid chromatography with electrochemical detection*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 55: 1139–1143. <https://doi.org/10.1021/jf062815i>
- DUTRA, R. C., M. N. LEITE & N. R. BARBOSA, 2008: *Quantification of phenolic constituents and antioxidant activity of *Pterodon emarginatus* vogel seeds*. International Journal of Molecular Sciences, 9: 606–614.
- DAY, T. A., B. W. HOWELLS & W. J. RICE, 1994: *Ultraviolet absorption and epidermal spectra in foliage*. Physiologia Plantarum (Helsinki) 92 (2): 207–218. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1994.tb05328.x>
- DIETRICH-SZOSTAK, D. & W. OLESZEK, 1999: *Effect of processing on the flavonoid content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) grain*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 47(10): 4384–4387. <https://doi.org/10.1021/jf990121m>
- DIETRICH-SZOSTAK, D., 2004: *Flavonoids in hulls of different varieties of buckwheat and their antioxidant activity*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceeding of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 621–625.
- DIMBERG, L. H., E. L. MOLTEBERG, R. SOLHEIM & W. FRÖLICH, 1996: *Variation in oat groats due to variety, storage and heat treatment. I: Phenolic compounds*. Journal of Cereal Science (Amsterdam) 24 (3): 263–272. <https://doi.org/10.1006/jcrs.1996.0058>
- DVOŘÁČEK, V., P. ČEPKOVA & A. MICHALOVÁ, 2004: *Protein content evaluation of several buckwheat varieties*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceeding of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 734–736.

- EGGUM, B. O., 1980: *The protein quality of buckwheat in comparison with other protein sources of plant or animal origin*. In: Kreft I., B. Javornik & B. Dolinšek (Eds.): *Symposium on buckwheat*. Biotechnical faculty (Ljubljana), pp.115–120.
- EGGUM, B. O., I. KREFT & B. JAVORNIK, 1981: *Chemical composition and protein quality of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench)*. Plant Foods for Human Nutrition (New York) 30: 175–179. <https://doi.org/10.1007/BF01094020>
- FABJAN, N., J. RODE, I. J. KOŠIR, Z. WANG, Z. ZHANG & I. KREFT, 2003: *Tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin*. Journal of Agriculture and Food Chemistry (München) 51(22): 6452–6455. <https://doi.org/10.1021/jf034543e>
- FABJAN, N., 2007: *Zel in zrnje tatarske ajde kot vir flavonoidov*. Biotehniška fakulteta. Oddelek za agronomijo. Univerza v Ljubljani. Ljubljana. (Doktorska disertacija, 104 str.).
- FERLIGOJ A., 1997: *Osnove statistike na prosojnicah*. Samozaložba Z. Batagelj. Ljubljana. <http://209.85.129.132./search?q=cache:Img191cPFHgJ:www.fu-student.com/forum/index.php%3Fact%Dattach%26type%3Dpost%26id%3D735+vzor%C4%8Dni+standardni+odklon&&cd=9&hl=sl&ct=clnk&gl=si> (4.1.2010)
- FERLIGOJ A. & K. LOZAR MANFREDA, 2009: *Študijsko gradivo za statistiko*. <http://www.fdv.uni-lj.si/Index.asp> (4.1.2010)
- FESSAS, D., M. SIGNORELLI, A. PAGANI, M. MARIOTTI, S. IAMETTI & A. SHIRALDI, 2008: *Guidelines for buckwheat enriched bread. Thermal analysis approach*. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (Washington) 91(1): 9–16.
- FOLIN – Ciocalteu reagent. 2009. <http://www.sigmaaldrich.com/etc/medialib/docs/Sigma/Datasheet/6/47641dat.Par.0001.File.tmp/47641dat.pdf> (11.11.2009)
- FRONTELA, C., F. J. GARCIA – ALONSO, G. ROS & C. MARTINEZ, 2008: *Phytic acid and inositol phosphates in raw flours and infant cereals. The effect of processing*. Journal of Food Composition Analysis (Amsterdam) 21(4): 343–350. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.02.003>
- GABERŠČIK, A., M. VONČINA, T. TROŠT, M. GERM & L. O. BJÖRN, 2002: *Growth and production of buckwheat (Fagopyrum esculentum) treated with reduced, ambient and enhanced UV-B radiation*. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology (Amsterdam) 66(1): 30–36. [https://doi.org/10.1016/S1011-1344\(01\)00272-X](https://doi.org/10.1016/S1011-1344(01)00272-X)
- GADŽO, D., M. DJIKIĆ, T. GAVRIĆ & I. KREFT, 2009: *Comparison of phenolic composition of buckwheat sprouts and young plants*. In: Park C. H. & I. Kreft (Eds.): *Developement and Utilization of Buckwheat Sprouts as medicinal natural products*. ISBS–Symposium of Buckwheat Sprouts. (Bongpyoung, IBRA), pp. 60–65.
- GAO, J., I. KREFT, G. CHAO, Y. WANG, W. LIU, L. WANG, P. WANG, X. GAO & B. FENG, 2016: *Tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum Gaertn.) starch, a side product infunfunctional food production, as a potential source of retrograded starch*. Food Chemistry (Amsterdam) 190: 552–558. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.122>
- GERM, M., 2004: *Enviromental factors stimulate synthesis of protective substances in buckwheat*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceeding of the 9th International on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 55–60.
- GERM, M., A. VOLLMANNOVA, M. TIMORACKA, S. MELICHACOVA, V. STIBILJ, M. VOGRIČIČ & I. KREFT, 2009: *Anti-oxidative substances of Tartary buckwheat sprouts and impact of Se and Zn on the sprout development*. In: Park C. H. & I. Kreft (Eds.): *Developement and Utilization of Buckwheat Sprouts as medicinal natural products*. ISBS – International Symposium of Buckwheat Sprouts. (Bongpyoung, IBRA), pp. 46–53.
- GERM, M., B. BREZNIK, N. DOLINAR, I. KREFT & A. GABERŠČIK, 2013: *The combined effect of water limitation and UV-B radiation on common and Tartary buckwheat*. Cereal Research Communications (Budapest) 41(1): 97–105. <https://doi.org/10.1556/CRC.2012.0031>
- GHIMERAY, A. K., P. SHARMA & X. BRIATIA, 2009: *Phenolic content and free radical scavenging activity of seed, seedling and sprout of buckwheat*. In: Park C. H. & I. Kreft (Eds.): *Developement and Utilization of Buckwheat Sprouts as medicinal natural products*. ISBS – International Symposium of Buckwheat Sprouts. (Bongpyoung, IBRA), pp. 41–45.

- GOLOB, A., V. STIBILJ, I. KREFT & M. GERM, 2015: *The feasibility of using Tartary buckwheat as a Se-containing food material*. Journal of Chemistry (Hindawi) Article ID 246042: 1-4. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/246042>
- GOLOB, A., M. GERM, I. KREFT, I. ZELNIK, U. KRISTAN & V. STIBILJ, 2016a: *Selenium uptake and Se compounds in Se-treated buckwheat*. Acta botanica Croatica (Zagreb) 75 (1): 17-24. <https://doi.org/10.1515/botcro-2016-0016>
- GOLOB, A., D. GADŽO, V. STIBILJ, M. DJIKIĆ, T. GAVRIĆ, I. KREFT & M. GERM, 2016b: *Sulphur interferes with selenium accumulation in Tartary buckwheat plants*. Plant Physiology and Biochemistry (Amsterdam) 108: 32-36. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.07.001>
- GREGORI, M. & I. KREFT, 2012: *Breakable starch granules in a low-amylose buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) mutant*. International journal of food, agriculture & environment – JFAE (Helsinki) 10(2): 258-262.
- GRIFFITH, J. Q., J. F. COUCH & A. LINDAUER, 1944: *Effect of rutin on increased capillary fragility in man*. Proceedings of Society for Experimental Biology and Medicine (Hoboken) 55: 228-229.
- HÄDER, D. P., H. HERRMANN & R. SANTAS, 1996: *Effect of solar radiation and solar radiation deprived of UV-B and total UV on photosynthetic oxygen production and pulse amplitude modulated fluorescence in the brown alga Padina pavonia*. FEMS Microbiol Ecol 19 (1): 53-61. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.1996.tb00198.x>
- HAGELS, H., 1999a: *Fagopyrum esculentum Moench. Chemical review*. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani (Ljubljana) 73: 29-38.
- HAGELS, H., 1999b: *Fagopyrum esculentum Moench. Medical review*. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani (Ljubljana) 73: 315-329.
- HÄKKINEN, S. H., S. O. KÄRENlampi, I. M. HEINONEN, H. M. MYKKÄNEN & A. R. TÖRRÖNEN, 1999: *Content of the flavonols quercetin, myricetin and kaempferol in 25 edible berries*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 47(6): 2274-2279. <https://doi.org/10.1021/jf9811065>
- HAN, M., Y. I. CHANG, S. J. LEE, J. M. PARK & B. K. KWON, 2005: *Stability of rutin by pH and enzymes during fermentation of buckwheat gochujang*. IFT Annual Meeting. (New Orleans).
- HATCHER, D. W., S. YOU, J. E. DEXTER, C. CAMPBELL & M. S. IZYDORCZYK, 2008: *Evaluation of the performance of flours from cross- and self-pollinating canadian common buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) cultivars in soba noodles*. Food Chemistry (Amsterdam) 107(2): 722-731. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.072>
- HEIM, K. E., A. R. TAGLIAFERRO & D. J. BOBILYA, 2002: *Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships*. The Journal of Nutrition and Biochemistry (Hoboken) 13(10): 572-584. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00208-5](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00208-5)
- HOBOWICZ, M. & R. L. OBENDORF, 2005: *Fagopyritol accumulation and germination of buckwheat seeds matured at 15, 22 and 300C*. Crop Science (Madison) 45: 1264-1270.
- HOLASOVÁ, M., V. FIDLEROVÁ, H. SMRCINOVÁ, M. ORSAK, J. LACHMAN & S. VAVREINOVÁ, 2002: *Buckwheat - the source of antioxidant activity in functional foods*. Food Research International (Hoboken) 35(2-3): 207-211. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00185-5](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00185-5)
- HUNG, P. V., T. MAEDA, R. TSUMORI & N. MORITA, 2007: *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 (Hoboken) 87 (15): 2823-2829. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3018>
- HUNG, P. V. & N. MORITA, 2008: *Distribution of phenolic compounds in the graded flours milled from whole buckwheat grains and their antioxidant capacities*. Food Chemistry (Amsterdam) 109(2): 325-331. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.060>
- HURRELL, R. F., 2003: *Influence of vegetable protein sources on trace element and mineral bioavailability*. The American Society for Nutritional Sciences. Journal of Nutrition (Rockville) 133(9): 2973-2977.
- IKEDA, K., M. OKU, T. KUSANO & K. YASUMOTO, 1986: *Inhibitory potency of plant antinutrients towards the in vitro digestibility of buckwheat protein*. Journal of Food Science (Hoboken) 51(6): 1527-1530. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb13851.x>
- IKEDA, S., M. EDOTANI & S. NAITO, 1990: *Zinc in buckwheat*. Fagopyrum (Ljubljana) 10: 51-57.
- IKEDA, K., T. SAKAGUCHI, T. KUSANO & K. YASUMOTO, 1991: *Endogenous factors affecting protein digestibility in buckwheat*. Cereal Chemistry (St. Paul) 68: 424-427.
- IKEDA, K. & M. KISHIDA, 1993: *Digestibility of protein in buckwheat seed*. Fagopyrum (Ljubljana) 13: 21-24.
- IKEDA, S. & Y. YAMAGUCHI, 1993: *Zinc contents in various samples and products of buckwheat*. Fagopyrum (Ljubljana) 13: 11-15.

- IKEDA, S. & Y. YAMASHITA, 1994: *Buckwheat as a dietary source of zinc, copper and manganese*. *Fagopyrum* (Ljubljana) 14: 29–34.
- IKEDA, K., 1997: *Molecular cookery science*. In: *Cookery Science for the 21st Century*, Vol. 4. (Tokyo).
- IKEDA, K., R. ARAI, J. FUJIWARA, Y. ASAMI & I. KREFT, 2001: *Food-scientific characteristics of products*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 489–493.
- IKEDA, S., K. TOMURA, Y. YAMASHITA & I. KREFT, 2001: *Nutritonal profile of minerals in buk wheat and its products*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 485–488.
- IKEDA, K., 2002: *Buckwheat composition, chemistry, and processing*. *Advances in Food and Nutrition Research* (Amsterdam) 44: 395–434.
[https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(02\)44008-9](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(02)44008-9)
- IKEDA, K. & S. IKEDA, 2003: *Buckwheat in Japan*. In: Kreft I., K. J. Chang, Y. S. Choi & C. H. Park (Eds.): *Ethnobotany of Buckwheat*. Jinsol Publishing Co. (Seoul), pp. 54–69.
- IKEDA, S., K. TOMURA, M. MIYA & I. KREFT, 2004: *Buckwheat minerals and their nutritional role*. In: *Advances in Buckwheat research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 650–652.
- IKEDA, K., S. IKEDA, I. KREFT & R. LIN, 2012: *Utilization of Tartary buckwheat*. *Fagopyrum* (Ljubljana) 29: 27–30.
- IM, J. S., H. E. HUFF & F. H. HSIEH, 2003: *Effect of processing conditions on the physical and chemical properties of buckwheat grit cakes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (München) 51(3): 659–666.
<https://doi.org/10.1021/jf0259157>
- JANOVSKÁ, D., L. ŠTOČKOVÁ & Z. STEHNO, 2009: *Evaluation of buckwheat sprouts as microgreens*. In: Park C. H. & I. Kreft (Eds.): *Developement and Utilization of Buckwheat Sprouts as medicinal natural Products*. ISBS – International Symposium of Buckwheat Sprouts. (Bongpyoung, IBRA), pp. 20–24.
- JAVORNIK, B., 1980: *Proučevanje nekaterih lastnosti beljakovin ajde*. Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani. Oddelek za agronomijo. Ljubljana. (Magistrsko delo, 45 str.).
- JAVORNIK, B., B. O. EGGUM & I. KREFT, 1981: *Studies on protein fractions and protein quality of buckwheat*. *Genetika* (Beograd) 13: 115–121.
- JAVORNIK, B., 1983: *Nutritional quality and composition of buckwheat proteins*. In: Proceedings of the 2nd International Symposium on Buckwheat. (Miyazaki, IBRA), pp. 199–212.
- JAVORNIK, B. & I. KREFT, 1984: *Characterization of buckwheat proteins*. *Fagopyrum* (Ljubljana) 4: 30–38.
- JAVORNIK, B., 1986: *Buckwheat in human diets*. In: Proceedings of the 3rd International Symposium on Buckwheat. (Pulawy, IBRA), pp. 51–78.
- JIANG, P., F. BURCZYNSKI, C. CAMPBELL, G. PIERCE, J. A. AUSTRIA & C. J. BRIGGS, 2007: *Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species Fagopyrum esculentum, F. tataricum and F. homotropicum and their protective effects against lipid peroxidation*. *Food Research International* (Hoboken) 40(3): 356–364
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.10.009>
- KALINOVÁ, J. & E. DADÁKOVÁ, 2004: *Varietal differences of rutin in common buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) determined by micellar electrokinetic capillary chromatography*. In: *Advances in Buckwheat research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 719–722.
- KANG, M. J., J. I. KIM, S. H. JUNG, H. Y. KIM & J. C. KIM, 2001: *The Effect of buckwheat on postprandial blood glucose and insulin level in normal subjects*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chuncheon, IBRA), pp. 577–580.
- KASTELEC D., 2007a: *Program R, okvir z ročaji, opisne statistike, histogram z neenako širokimi razredi*. Gradivo za vaje pri predmetu Statistične metode, 1. in 2. letnik študija Biotehnologije ter 2. letnik Mikrobiologije, šol. l. 2007/08.
http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2763/BT_MB_07_08/VAJA5_SM.pdf (1. 2. 2010)
- KASTELEC D., 2007b: *Linearna regresija, korelacija*. Gradivo za vaje pri predmetu Statistične metode, 1. in 2. letnik študija Biotehnologije ter 2. letnik Mikrobiologije, šol. l. 2007/08.
http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2763/BT_MB_07_08/VAJA12_SM.pdf (1. 2. 2010)
- KAYASHITA, J., I. SHIMAOKA, M. NAKAJOH, N. KISHIDA & N. KATO, 1999: *Consumption of a buckwheat protein extract retards 7,12-dimethylbenz[alpha]anthracene-induced mammary carcinogenesis in rats*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* (Oxford) 63(10): 1837–1839. <https://doi.org/10.1271/bbb.63.1837>

- KAWA, J.M., C.G. TAYLOR & R. PRZYBYLSKI, 2003: *Buckwheat concentrate reduces serum glucose in streptozotocin-diabetic rats*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 51(25): 7287-7291. <https://doi.org/10.1021/jf0302153>
- KIM, Y. S. & J. G. KIM, 2001: *Studies on the rutin content and fatty acid composition in buckwheat sprouts*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 561-563.
- KIM, S. L., S. K. KIM, Y. H. LEE & C. H. PARK, 2001a: *Varietal Differences of Fatty Acid and Vitamin E Content in Buckwheat Grains*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. Proceedings of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 523-531.
- KIM, S. L., H. B. LEE, C. H. PARK & S. D. KIM, 2001b: *Effect of different types of light on accumulation of organic acids, sugars and phenolic compounds in buckwheat plants*. In: *Buckwheat research I*. The Proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 24-26.
- KIM, S. L., Y. K. SOON, J. J. HWANG, S. K. KIM, H. S. HUR & C. H. PARK, 2001c: *Development and utilization of buckwheat sprouts as functional vegetables*. Fagopyrum (Ljubljana) 18: 6.
- KIM, S., S. KIM & C. H. PARK, 2004: *Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable*. Food Research International (Hoboken) 37(4): 319-327. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2003.12.008>
- KIM, S. J., I. S. M. ZAIDUL, T. MAEDA, T. SUZUKI, N. HASHIMOTO, S. TAKIGAWA, T. NODA, C. MATSUURA-ENDO & H. YAMAUCHI, 2007: *A time-course study of flavonoids in the sprouts of (Fagopyrum tataricum Gaertn.) buckwheats*. Scientia Horticulture (Amsterdam) 115(1): 13-18. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.07.018>
- KIM, S. J., I. S. M. ZAIDUL, T. SUZUKI, Y. MUKASA, N. HASHIMOTO, S. TAKIGAWA, T. NODA, C. MATSUURA-ENDO & H. YAMAUCHI, 2008: *Comparison of phenolic compositions between common and Tartary buckwheat (Fagopyrum) sprouts*. Food Chemistry (Amsterdam) 110: 814-820. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.050>
- KITABAYASHI, H., A. UJIHARA, T. HIROSE & M. MINAMI, 1995: *On the genotypic differences for rutin content in tartary buckwheat Fagopyrum tataricum Gaertn.* Breeding Science (Tokyo) 45: 189-194. <https://doi.org/10.1270/jsbbs1951.45.189>
- KRAHL, M., W. BACK, M. ZAZNKOW & S. KREISZ, 2008: *Determination of optimised malting conditions for the enrichment of rutin, vitexin and orientin in common buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench)*. Journal of the Institute of Brewing (Hoboken) 114: 294-299. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2008.tb00772.x>
- KREFT, I., 1989: *Breeding of determinate buckwheat*. Fagopyrum (Ljubljana) 9: 57-59.
- KREFT, I. & A. DE FRANCISCO, 1989: *Morphological studies on the location and size of the buckwheat embryo*. Fagopyrum (Ljubljana) 9: 47-48.
- KREFT, I. & Z. LUTHAR, 1993: *Sekundarni metaboliti ječmena, ajde in šentjanževke kot možne protivirusne učinkovine*. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani – Agronomija (Ljubljana) 61: 29-32.
- KREFT, I., 1994: *Traditional buckwheat food in Europe*. Bulletin of the Research Institute for Food Science (Kyoto) 57: 1-8.
- KREFT, I., G. BONAFACCIA & A. ŽIGO, 1994: *Secondary metabolites of buckwheat and their importance in human nutrition*. Prehrambeno-tehnološka i biotehnološka revija (Zagreb) 32(4): 195-197.
- KREFT, I., 1995: Ajda. Ljubljana.
- KREFT, I., V. SKRABANJA, S. IKEDA, K. IKEDA & G. BONAFACCIA, 1996: *Dietary value of buckwheat*. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani (Ljubljana) 67: 73-78.
- KREFT, M. & S. KREFT, 1999: *Computer aided three-dimensional reconstruction of the buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) seed morphology*. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani (Ljubljana) 73: 331-336.
- KREFT, S., M. KNAPP & I. KREFT, 1999: *Extraction of rutin from buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) seeds and determination by capillary electrophoresis*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 47(11): 4649-4652. <https://doi.org/10.1021/jf990186p>
- KREFT, S. & M. KREFT, 2000: *Localization and morphology of the buckwheat embryo*. Fagopyrum (Ljubljana) 17: 15-19.
- KREFT, I., 2001: *Buckwheat research, past, present and future perspectives – 20 years of internationality coordinated research*. In: *Advances in Buckwheat Research I*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 361-366.
- KREFT, I. & V. ŠKRABANJA, 2002: *Nutritional properties of starch in buckwheat noodles*. Journal of Nutritional Science and Vitaminology (Tokyo) 48(1): 47-50.

- KREFT, S., B. ŠTRUKELJ, A. GABERŠČIK & I. KREFT, 2002: *Rutin in buckwheat herbs grown at different UV-B radiation levels: comparison of two UV spectrophotometric and an HPLC method*. Journal of Experimental Botany (Oxford) 53(375): 1801–1804.
<https://doi.org/10.1093/jxb/erf032>
- KREFT, I., 2003: *Buckwheat in Slovenia*. In: Kreft I., J. K. Chang, Y. S. Choi & C. H. Park (Eds.): *Ethnobotany of Buckwheat*. Jinsol Publishing Co. (Seoul), pp. 91–115.
- KREFT, I., N. FABJAN & K. YASUMOTO, 2006: *Rutin content in buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) food materials and products*. Food Chemistry (Amsterdam) 98(3): 508–512.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.081>
- KREFT, I., M. KREFT, M. GERM & V. STIBILJ, 2008: *Distribution of selenium and phenolics in buckwheat plants grown from seeds soaked in Se solution and under different levels of UV-B radiation*. Food Chemistry (Amsterdam) 110(39): 691–696.
- KREFT, I., 2009: *Tatarska ajda na Dolenjskem, Gorenjskem in Koroškem pred 30-imi leti*. Biotehniška fakulteta. Ljubljana. (osebni vir, december 2009).
- KREFT, I., 2013: *Buckwheat research from genetics to nutrition*. Fagopyrum (Ljubljana) 30: 3–7.
- KREFT, I., Š. MECHORA, M. GERM & V. STIBILJ, 2013: *Impact of selenium on mitochondrial activity in young Tartary buckwheat plants*. Plant physiology and biochemistry (Amsterdam) 63: 196–199.
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.11.027>
- KREFT, S., D. JANEŠ & I. KREFT, 2013: *The content of fagopyrin and polyphenols in common and Tartary buckwheat sprouts*. Acta Pharmaceutica (Zagreb) 63(4): 553–560.
<https://doi.org/10.2478/acph-2013-0031>
- KREFT, I., B. VOMBERGAR, P. PONGRAC, C. H. PARK, K. IKEDA, S. IKEDA, A. VOLLMANNOVÁ, K. DZIEDZIC, G. WIESLANDER, D. NORBÄCK, V. ŠKRABANJA, I. PRAVST, A. GOLOB, L. LUKŠIČ, G. BONAFACCIA, N. K. CHRUNGOO, M. ZHOU, K. VOGEL-MIKUŠ, M. REGVAR, A. GABERŠČIK & M. GERM, 2016a: *Coordinated buckwheat research: genetics, environment, structure and function*. In: The 13th international symposium on buckwheat. (Korea), pp. 29–37.
- KREFT, I., G. WIESLANDER & B. VOMBERGAR, 2016b: *Bioactive flavonoids in buckwheat grain and green parts*. In: Zhou M. & I. Kreft (Eds.): *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*. Academic Press is an imprint of Elsevier (London), pp. 161–167.
- KREFT, M., 2016: *Buckwheat phenolic metabolites in health and disease*. Nutrition Research Reviews (Cambridge) 29(1): 30–39. <https://doi.org/10.1017/S0954422415000190>
- LEE, H. B., S. L. KIM & C. H. PARK, 2001a: *Productivity of whole plant and rutin content under the different photo-periods in buckwheat*. In: *Advances in Buckwheat Research I*. The Proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 79–83.
- LEE, H. B., S. L. KIM & C. H. PARK, 2001b: *Productivity of whole plant and rutin content under the different quality of light in buckwheat*. In: *Advances in Buckwheat Research I*. The Proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 84–89.
- LEE, M. H., J. S. LEE & T. H. LEE, 2004: *Germination of buckwheat grain: Effects on minerals, rutin, tannins and colour*. In: *Advances in Buckwheat research*. Proceedings the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 50–54.
- LEE, S. J., S. J. KIM, M. S. HAN & K. S. CHANG, 2005: *Changes of rutin in quercetin in commercial Gochujang prepared with buckwheat flour during fermentation*. Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition (Busan) 34(4): 509–512.
<https://doi.org/10.3746/jkfn.2005.34.4.509>
- LI, D., X. LI, X. DING & K. H. PARK, 2008: *A process for preventing enzymatic degradation of rutin in tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum Gaertn.) flour*. The Food Science and Biotechnology (Seoul) 17: 118–122.
- LIN, R., 2004: *The development and utilization of Tartary buckwheat resources*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 252–258.
- LIN, R., R. JIANZHEN & S. WEI, 2004: *An observation of the effect of tartary buckwheat tea on lowering blood glucose*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 543–546.
- LIU, B. & Y. ZHU, 2007: *Extraction of flavonoids from flavonoid-rich parts in tartary buckwheat and identification of the main flavonoids*. Journal of Food Engineering (Amsterdam) 78(2): 584–587. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.11.001>

- LIU, C. L., Y. S. CHEN, J. H. YANG & B. H. CHIANG, 2008: *Antioxidant activity of tartary (Fagopyrum tataricum (L.) Gaertn.) and common (Fagopyrum esculentum Moench) buckwheat sprouts*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 56(1): 173–178. <https://doi.org/10.1021/jf072347s>
- LUKŠIČ, L., J. ÁRVAY, A. VOLLMANNOVÁ, T. TÓTH, V. SKRABANJA, J. TRČEK, M. GERM & I. KREFT, 2016a: *Hydrothermal treatment of Tartary buckwheat grain hinders the transformation of rutin to quercetin*. Journal of Cereal Science (Amsterdam) 72: 131–134. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.10.009>
- LUKŠIČ, L., G. BONAFACCIA, M. TIMORACKÁ, A. VOLLMANNOVÁ, J. TRČEK, T. KOŽELJ NYAMBE, V. MELINI, R. ACQUISTUCCI, M. GERM & I. KREFT, 2016b: *Rutin and quercetin transformation during preparation of buckwheat sourdough bread*. Journal of cereal science (Amsterdam) 69: 71–76. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.02.011>
- LUTHAR, Z., 1992a: *Polyphenol classification and tannin content of buckwheat seeds (Fagopyrum esculentum Moench)*. Fagopyrum (Ljubljana) 12: 36–42.
- LUTHAR, Z., 1992b: *Vsebnost in razporeditev tanina v semenih ajde*. Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani. Oddelek za agronomijo. Ljubljana. (Doktorska disertacija, 84 str.).
- LUTHAR, Z. & I. KREFT, 1996: *Composition of tannin in buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) seeds*. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani (Ljubljana) 67: 59–65.
- LUTHAR, Z. & I. KREFT, 1999: *Influence of temperature on tannin content in different ripening phases of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) seeds*. Fagopyrum 16: 61–65.
- MA, R., G. ZHAO & Y. TANG, 2001: *Nutritional and medicinal values of Fagopyrum dibortrys Hara*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. Proceedings of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 537–539.
- MAKKAR H. P. S. & K. Becker, 1993: *Vanillin-HCl method for condensed tannins: Effect of organic solvents for extraction of tannins*. Journal of Chemical Ecology, 19: 613.
- MATILLA, P., J. M. PIHLAVA & J. HELLSTÖM, 2005: *Contents of phenolic acids, alkyl- and alkenylresorcinols, and avenanthramides in commercial grain products*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 53(21): 8290–8295. <https://doi.org/10.1021/jf051437z>
- MERENDINO, N., R. MOLINARI, L. COSTANTINI, A. MAZZACUTO, A. PUCCI, F. BONAFACCIA, M. ESTI, B. CECCANTONI, C. PAPESCHI & G. BONAFACCIA, 2014: *A new “functional” pasta containing Tartary buckwheat sprouts as an ingredient improves the oxidative status and normalizes some blood pressure parameters in spontaneously hypertensive rats*. Food & Function (Cambridge) 5(5): 1017–1026. <https://doi.org/10.1039/C3FO60683J>
- MICHALOVÁ, A., D. GABROVSKA, V. FIEDLEROVÁ, M. HOLASOVÁ, E. MASKOVA & H. SMRCINOVA, 2001: *Nutritional changes during the germination of diploid and tetraploid buckwheat*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 564–570.
- MORITA, K., R. T. HANDOYO, T. MAEDA & N. MORITA, 2004: *Characteristics of graded buckwheat flours and functional properties of germinated buckwheat*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 660–664.
- MORISHITA, T., H. Y. YAMAGUCHI & K. DEGI, 2007: *The contribution of polyphenols to antioxidative activity in common buckwheat and tartary buckwheat grain (Post harvest Physiology)*. Plant Production Science (Oxford) 10(1): 99–104. <http://dx.doi.org/10.1626/pps.10.99>
- MOURIA, M., A. S. GUKOVSKAYA, Y. JUNG, P. BUECHLER, O. J. HINES, H. A. REBER & S. J. PANDOL, 2002: *Food – derived polyphenols inhibit pancreatic cancer growth through cytochrome C release and apoptosis*. International Journal of Cancer (Hoboken) 98(5): 761–769. <https://doi.org/10.1002/ijc.10202>
- MUCHUWETI M., A. NDHLALA & A. KASIYAMHURU, 2005: *Estimation of the degree of polymerization of condensed tannins of some wild fruits of Zimbabwe (Uapaca kirkiana in Ziziphus mauritiana) using the modified vanillin-HCl method*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85: 1647–1650.
- MUKASA, Y., T. SUZUKI & Y. HONDA, 2009: *Suitability of rice-tartary buckwheat for crossbreeding and for utilization of rutin*. Japan Agricultural Research Quarterly (Ibaraki) 43(3): 199–206. <http://doi.org/10.6090/jarq.43.199>
- NAKAMURA, Y., S. ISHIMITSU & Y. TONOGAI, 2000: *Effects of quercetin and rutin on serum and hepatic lipid concentrations, fecal steroid excretion and serum antioxidants properties*. Journal of Health Science (Tokyo) 46(4): 229–240. <http://doi.org/10.1248/jhs.46.229>

- NEMCOVA, L., J. ZIMA, J. BAREK & D. JANOVSKA, 2011: *Determination of resveratrol in grains, hulls and leaves of common and Tartary buckwheat by HPLC with electrochemical detection at carbon paste electrode*. Food Chemistry (Amsterdam) 126(1): 374-378. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.108>
- ODORCIC, S. & R. L. OBENDORF, 2003: *Galactosyl cyclitol accumulation enhanced by substrate feeding of soybean embryos*. In: Nicolás G., K. J. Bradford, D. Come & H. W. Pritchard (Eds.): *The Biology of Seeds - Recent Research Advances*. The proceedings of 7th International Workshops on Seeds. (Salamanca, CAB International), pp. 51-60.
- OHNISHI, O., 2004: *On the Origin of Cultivated Buckwheat*. In: *Advances in Buckwheat research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 16-21.
- OHSAWA, R. & T. TSUTSUMI, 1995: *Inter-varietal variations of rutin content in common buckwheat flour (Fagopyrum esculentum Moench)*. Euphytica (Dordrecht) 86(3): 183-189.
- ÖLSCHLÄGER, C., D. TREUTTER & F. J. ZELLER, 2004: *Breeding buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) for flavonoids*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 674-678.
- OLSSON, L., 1999: *Modification of flavonoid content and photosynthesis by ultraviolet-B radiation. Atrazine-tolerant and sensitive cultivars of Brassica napus*. Lund University, Section of plant physiology. Lund. (Doctoral dissertation, 104 pp.).
- OOMAH, B. D. & G. MAZZA, 1996: *Flavonoids and antioxidant activities in buckwheat*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 44(7): 1746-1750. <https://doi.org/10.1021/jf9508357>
- ORGANSKA STRUKTURA FLAVONOIDOV.
http://www.akspublication.com/paper05_jul-dec2007/figure1.gif (17.1.2010)
- ORSAK, M., J. LACHMAN, M. VEJDOVA, V. PIVEC & K. HAMOUZ, 2001: *Changes of selected secondary metabolites in potatoes and buckwheat caused by UV, gamma and microwave irradiation*. Rostlinna Vyroba (Hosín) 47: 493-500. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.073>
- PARK, C. H., Y. B. KIM, Y. S. CHOI, K. HEO, S. L. KIM, K. C. LEE, K. J. CHANG & H. B. LEE, 2000: *Rutin content in food products processed from groats, leaves and flowers of buckwheat*. Fagopyrum (Ljubljana) 17: 63-66.
- PARK, B. J. & C. H. PARK, 2004: *Cytotoxic activities of tartary buckwheat against human cancer cells*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 665-668.
- PARK, B. J., J. I. PARK, K. J. CHANG & C. H. PARK, 2004: *Comparison in rutin content in seed and plant of tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum)*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 626-629.
- PAULÍČKOVÁ, I., K. VYŽRALOVÁ, M. HOLASOVÁ, V. FIEDLEROVÁ & S. VAVREINOVÁ, 2004: *Buckwheat as functional food*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 587-592.
- PAULÍČKOVÁ, I., A. LANDFELD, V. FIEDLEROVÁ & S. VAVREINOVÁ, 2005: *Bakery products with higher rutin content*. Poster. In: *3rd International Congress Flour – Bread 2005*. Fakultet za prehrambeno tehnologiju Osijek. (Opatija), pp. 43.
- PIAO, S. I. & L. H. LI, 2001: *The actuality of produce and exploitation of Fagopyrum in China*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. Proceedings of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 571-576.
- POMERANZ, Y., 1983: *Buckwheat: structure, composition, utilization*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition (Oxford) 19(3): 213-258. <https://doi.org/10.1080/10408398309527376>
- PONGRAC, P., K. VOGEL-MIKUŠ, L. JEROMEL, P. VAVPETIČ, P. PELICON, B. KAULICH, A. GIANONCELLI, D. EICHERT, M. REGVAR & I. KREFT, 2013a: *Spatially resolved distributions of the mineral elements in the grain of Tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum)*. Food Research International 54(1): 125-131. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.020>
- PONGRAC, P., I. KREFT, K. VOGEL-MIKUŠ, M. REGVAR, M. GERM, N. GR LJ, L. JEROMEL, D. EICHERT, B. BUDIČ & P. PELICON, 2013b: *Relevance for food sciences of quantitative spatially resolved element profile investigation in wheat (Triticum aestivum) grain*. Journal of Royal Society Interface (London) 10(84): 20130296.

<https://doi.org/10.1098/rsif.2013.0296>

- PONGRAC, P., N. SCHEERS, A.-S. SANDBERG, M. POTISEK, I. ARČON, I. KREFT, P. KUMP & K. VOGEL-MIKUŠ, 2016a: *The effects of hydrothermal processing and germination on Fe speciation and Fe bioaccessibility to human intestinal Caco-2 cells in Tartary buckwheat*. Food Chemistry (Amsterdam) 199: 782-790.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.071>
- PONGRAC, P., K. VOGEL-MIKUŠ, M. POTISEK, E. KOVAČEC, B. BUDIČ, P. KUMP, M. REGVAR & I. KREFT, 2016b: *Mineral and trace element composition and importance for nutritional value of buckwheat grain, groats and sprouts*. In: Zhou M., I. Kreft, S.-H.Woo, N. Chrungoo & G.Wieslander (Eds.): *Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat*. Academic Press, Elsevier (Amsterdam), pp. 261-272.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803692-1.00020-1>
- PONGRAC, P., M. POTISEK, A. FRAŠ, M. LIKAR, B. BUDIČ, K. MYSZKA, D. BOROS, M. NEČEMER, M. KELEMEN, P. VAVPETIČ, P. PELICON, K. VOGEL-MIKUŠ, M. REGVAR & I. KREFT, 2016c: *Composition of mineral elements and bioactive compounds in Tartary buckwheat and wheat sprouts as affected by natural mineral-rich water*. Journal of Cereal Science (Amsterdam) 69: 9-16.
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.02.002>
- PONGRAC, P., P. KUMP, B. BUDIČ & K. VOGEL-MIKUŠ, 2016d: *Magnesium and phosphorus distributions in developing tartary buckwheat cotyledons = Razporeditev magnezija in fosforja v razvijajočih se kličnih listih tatarske ajde*. Folia Biologica et Geologica (Ljubljana) 57 (2): 45-56. <http://dx.doi.org/10.3986/fbg0011>
- PONGRAC, P., N. SCHEERS, A. S. SANDBERG, M. POTISEK, I. ARČON, I. KREFT, P. KUMP & K. VOGEL-MIKUŠ, 2016e: *The effects of hydrothermal processing and germination on Fe speciation and Fe bioaccessibility to human intestinal Caco-2 cells in Tartary buckwheat*. Food Chemistry (Amsterdam) 199: 782-790.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.071>
- PONGRAC, P., M. POTISEK, A. FRAŠ, M. LIKAR, B. BUDIČ, K. MYSZKA, D. BOROS, M. NEČEMER, M. KELEMEN, P. VAVPETIČ, P. PELICON, K. VOGEL-MIKUŠ, M. REGVAR & I. KREFT, 2016f: *Composition of mineral elements and bioactive compounds in Tartary buckwheat and wheat sprouts as affected by natural mineral-rich water*. Journal of Cereal Science (Amsterdam) 69: 9-16.
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.02.002>
- PRESTAMO, G., A. PEDRAZUELA, E. PENAS, M. A. LASUNCION & G. ARROYO, 2003: *Role of buckwheat diet on rats as prebiotic and healthy food*. Nutrition Research (Amsterdam) 23(6): 803-814. [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(03\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(03)00074-5)
- QIAN, J. Y., D. MAYER & M. KUHN, 1999: *Flavonoids in fine buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) flour and their free radical scavenging activities*. Deutsche Lebensmittel-Rundschau (München) 95: 343-349.
- QUETTIER-DELEU, C., B. GRESSIER, J. VASSEUR, T. DINE, C. BRUNET, M. LUYCKX, M. CAZIN, J. C. CAZIN, F. BAILLEUL & F. TROTIN, 2000: *Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) hulls and flour*. Journal of Ethnopharmacology (Amsterdam) 72(1-2): 35-42.
[https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00196-3](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00196-3)
- RAHMAN, A., SHAHABUDDIN, S. M. HADI, J. H. PARISH & K. AINLEY, 1989: *Strand scission in DNA induced by quercetin and Cu(II): role of Cu(I) and oxygen free radicals*. Carcinogenesis (Oxford) 10(10): 1833-1839.
<https://doi.org/10.1093/carcin/10.10.1833>
- REGVAR, M., U. BUKOVNIK, M. LIKAR & I. KREFT, 2012: *UV-B radiation affects flavonoids and fungal colonisation in Fagopyrum esculentum and F. tataricum*. Central European Journal of Biology (Warsaw) 7(2): 275-283.
<https://doi.org/10.2478/s11535-012-0017-4>
- ROZEMA, J., J. VAN DE STAAIJ, L. O. BJÖRN & M. CALDWELL, 1997: *UV-B as an environmental factor in plant life: stress and regulation*. Trends in Ecology & Evolution (Amsterdam) 12(1): 22-28.
[https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(96\)10062-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(96)10062-8)
- ROZEMA, J., L. O. BJÖRN, J. F. BORNMAN et al., 2002: *The role of UV-B radiation in aquatic and terrestrial ecosystems – an experimental and functional analysis of the evolution of UV-B compound*. Journal of Photochemistry and Photobiology, B. Biology (Amsterdam) 66(1): 2-12. [https://doi.org/10.1016/S1011-1344\(01\)00269-X](https://doi.org/10.1016/S1011-1344(01)00269-X)
- RUSSO, A., R. ACQUAVIVA, A. CAMPISI, A. SORRENTI, C. DI GIACOMO, G. VIRGATA, L. BARCELLONA & A. VANELLA, 2000: *Bioflavonoids as antiradicals, antioxidants and DNA cleavage protectors*. Cell Biology and Toxicology (Dordrecht) 16: 91-98.
<https://doi.org/10.1023/A:1007685909018>
- SANTOS, A., J. M. ALMEIDA, I. SANTOS & R. SALEMA, 1998: *Biochemical and ultrastructural changes in pollen of Zea*

- mays L. grown under enhanced UV-B radiation*. *Annals of Botany* (Oxford) 82(5): 641–645. <https://doi.org/10.1006/anbo.1998.0724>
- SCHOBER, T. J., C. M. O'BRIEN, D. MCCARTHY, A. DARNEDDE & E. K. ARENDT, 2003: *Influence of gluten-free flour mixes and fat powders on the quality of gluten-free biscuits*. *European Food Research Technology* (Berlin) 216(5): 369–376. <https://doi.org/10.1007/s00217-003-0694-3>
- SCHREIBER, U., W. BILGER & C. NEUBEUER, 1995: *Chlorophyll fluorescence as a nonintrusive for rapid assessment of in vivo photosynthesis*. In: Schulze E. D. & M. M. Caldwell (Eds.): *Ecophysiology of Photosynthesis*. Springer-Verlag (Berlin), pp. 49–70.
- ŞENSOY, İ., R. T. ROSEN, C. T. HO & M. V. KARWE, 2006: *Effect of processing on buckwheat phenolics and antioxidant activity*. *Food Chemistry* (Amsterdam) 99(2): 388–393. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.007>
- SHAHIDI, F. & M. NACZK, 2003: *Phenolics in foods and nutraceuticals*. London, New York, Washington, CRC Press: 576 str.
- SHAN, F., H. LI, J. BIAN, X. DENG, Q. SUN, R. LIN, G. REN, A. YEUNG & S. KWONG, 2004: *Tartary buckwheat cultivation according to SFDA good agriculture practice (GAP) guidelines for traditional chinese medicine. II. High quality tartary buckwheat production technology and tartary buckwheat quality management*. In: *Advances in buckwheat research*. Proceeding of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 581–586.
- SKERRITT, J. H., 1986: *Molecular comparison of alcohol-soluble wheat and buckwheat proteins*. *Cereal Chemistry* (St. Paul) 63(4): 365–369.
- SMRKOLJ, P., V. STIBILJ, I. KREFT & M. GERM, 2006: *Selenium species in buckwheat cultivated with foliar addition of Se (VI) and various levels of UV-B radiation*. *Food Chemistry* (Amsterdam) 96(4): 675–681. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.002>
- SOON-MI, K., J. I. PARK, B. J. PARK, K. J. CHANG & C. H. PARK, 2006: *Flavonoid content and antioxidant activity of tartary buckwheat*. *Proceedings of International forum on tartary industrial economy* (Peking): 149–153.
- STAPLETON, A. E., C. S. THORNBOR & A. WALBOT, 1997: *UV-B component of sunlight causes measurable damage in field-grown maize (Zea mays L.): Development and cellular heterogeneity of damage and repair*. *Plant Cell & Environment* (Chichester) 20: 279–290. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.1997.d01-81.x>
- STEADMAN, K. J., K. J. BURGOON, M. S. SCHUSTER, B. A. LEWIS, S. E. EDWARDSON & R. L. OBENDORF, 2000: *Fagopyritols, D-chiro-Inositol, and other soluble carbohydrates in buckwheat Seed Milling Fractions*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (München) 48(7): 2843–2847. <https://doi.org/10.1021/jf990709t>
- STEADMAN, K. J., M. S. BURGOON, B. A. LEWIS & S. E. EDWARDSON, 2001a: *Buckwheat seed milling fractions: description, macronutrient composition, and dietary fibre*. *Journal of Cereal Science* (Amsterdam) 33(3): 271–278. <https://doi.org/10.1006/jcrs.2001.0366>
- STEADMAN, K. J., M. S. BURGOON, B. A. LEWIS, S. E. EDWARDSON & R. L. OBENDORF, 2001b: *Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions*. *Journal of the Science of Food and Agriculture* (Hoboken) 81(11): 1094–1100. <https://doi.org/10.1002/jsfa.914>
- STEHN, Z., D. JANOVSKA & L. ŠTOČKOVÁ, 2009: *Changes in buckwheat sprout composition during germination*. In: Park C. H. & I. Kreft (Eds.): *Development and Utilization of Buckwheat Sprouts as medicinal natural products*. ISBS – International Symposium of Buckwheat Sprouts. (Bongpyoung, IBRA), pp. 25–30.
- STIBILJ, V., I. KREFT, P. SMRKOLJ & J. OSVALD, 2004: *Enhanced selenium content in buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) and pumpkin (Cucurbita pepo L.) seeds by foliar fertilisation*. *European Food Research and Technology* (Heidelberg) 219(2): 142–144. <https://doi.org/10.1007/s00217-004-0927-0>
- STOJILKOVIĆ, K., N. KOČEVAR GLAVAČ, S. KREFT & I. KREFT, 2013: *Fagopyrin and flavonoid contents in common, Tartary, and cymosum buckwheat*. *Journal of Food Composition and Analysis* (Amsterdam) 32(2): 126–130. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.07.005>
- STØRSRUD, S., I. M. YMAN & R. A. LENNER, 2003: *Gluten contamination in oat products and products naturally free gluten*. *European Food Research Technology* (Berlin) 217(6): 481–485. <https://doi.org/10.1007/s00217-003-0786-0>
- SUZUKI, T., Y. HONDA, W. FUNATSUKI & K. NAKATSUKA, 2002: *Purification and characterization of flavonol 3-glucosidase, and its activity during ripening in tartary buckwheat seeds*. *Plant Science* (Amsterdam) 163(3): 417–423.

- [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00158-9](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00158-9)
- SUZUKI, T., Y. HONDA & Y. MUKASA, 2004: *Effect of lipase, lipoxygenase and peroxidase on quality deteriorations in buckwheat flour*. In: *Advances in buckwheat research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 692–698.
- SUZUKI, T., Y. HONDA & Y. MUKASA, 2005a: *Effect of UV-B radiation, cold and desiccation stress on rutin concentration and rutin glucosidase activity in tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum) leaves*. *Plant Science* (Amsterdam) 168(5): 1303–1307.
<https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2005.01.007>
- SUZUKI, T., S. J. KIM, H. YAMAUCHI, S. TAKIGAWA, Y. HONDA & Y. MUKASA, 2005b: *Characterization of flavonoid 3-O-glucosyltransferase and its activity during cotyledon growth in buckwheat (Fagopyrum esculentum)*. *Plant Science* (Amsterdam) 169(5): 943–948.
<https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2005.06.014>
- SUZUKI, T., S. J. KIM, S. TAKIGAWA, Y. MUKASA, N. HASHIMOTU, K. SAITO, T. NODA, C. MATSUURA-ENDO, S. M. ZAIDUL & H. YAMAUCHI, 2007: *Changes in rutin concentration and flavonol-3-glucosidase activity during seedling growth in tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum Gaertn.)*. *Canadian Journal of Plant Science* (Ottawa) 87(1): 83–87. <https://doi.org/10.4141/P05-151>
- ŠKRABANJA, V. & I. KREFT, 1994: *Resistant starch in human nutrition*. In: *Proceedings of IPBA*, Biotehniška fakulteta, Ljubljana (Rogla), pp. 267–272.
- ŠKRABANJA, V. & I. KREFT, 1998: *Resistant starch formation following autoclaving of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) groats. An in vitro study*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (München) 46(5): 2020–2023.
<https://doi.org/10.1021/jf970756q>
- ŠKRABANJA, V., H. N. LAERKE & I. KREFT, 1998: *Effects of hydrothermal processing of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) groats on starch enzymatic availability in vitro and in vivo in rats*. *Journal of Cereal Science* (Amsterdam) 28: 209–214.
- ŠKRABANJA, V., H. N. LAERKE & I. KREFT, 2000: *Protein-polyphenol interactions and in vivo digestibility of buckwheat groat proteins*. *Pflügers Archiv - European Journal of Applied Physiology* (Berlin) 440 (Suppl. 1): R129–R131.
<https://doi.org/10.1007/s004240000033>
- ŠKRABANJA, V., H. G. M. LILJEBERG ELMSTÅHL, I. KREFT & I. M. E. BJÖRCK, 2001: *Nutritional properties of starch in buckwheat products: Studies in Vitro and in Vivo*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (München) 49(1): 490–496.
<https://doi.org/10.1021/jf0000779w>
- ŠKRABANJA, V., I. KREFT, T. GOLOB, M. MODIC, S. IKEDA, K. IKEDA, S. KREFT, G. BONAFACCIA, M. KNAPP & K. KOSMELJ, 2004: *Nutrient content in buckwheat milling fractions*. *Cereal Chemistry* (St. Paul) 81(2): 172–176.
<https://doi.org/10.1094/CCHEM.2004.81.2.172>
- ŠKRABANJA, V., 2014: *Rad bi vedel več --- o ajdi = Ich würde gern mehr wissen --- über Buchweizen = I'd like to know more --- about buckwheat = Vorrei saperne di più ---sul grano saraceno*. Novo mesto.
- ŠKRABANJA, V., B. KOVAČ & I. KREFT, 2015: *Prebavljivost ajdovega škroba = Digestibility of buckwheat starch*. V: Raspor P. & S. Smole Možina (ur.): *Ajda od njive do zdravja, (Hrana in prehrana za zdravje, 2)*. Fakulteta za vede o zdravju, Inštitut za živila, prehrano in zdravje (Izola), str. 107–118.
- ŠKRABANJA, V. & I. KREFT, 2016: *Nutritional value of buckwheat proteins and starch*. In: Zhou M. & I. Kreft (Eds.): *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*. Academic Press is an imprint of Elsevier. (London), pp. 169–176.
- ŠTOČKOVÁ, L., E. MATĚJOVÁ, D. JANOVSKÁ & S. SÝKOROVÁ, 2009: *Laboratorní přístroje a postupy*. *Chemické Listy* (Praha) 103: 827–831.
- TAIZ, L. & E. ZEIGER, 2006a: *Plant physiology. Fourth Edition*. Sunderland Massachusetts, 623 str.
- TOMOTAKE, H., I. SHIMAOKA, J. KAYASHITA, F. YOKOYAMA, M. NAKAJOH & N. KATO, 2000: *A buckwheat protein product suppresses gallstone formation and plasma cholesterol more strongly than soy protein isolate in hamsters*. *Journal of Nutrition* (Rockville) 130: 1670–1674.
- TOREL, J., J. CILLARD & P. CILLARD, 1986: *Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical*. *Phytochemistry* (Amsterdam) 25(2): 383–385.
[https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)85485-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)85485-0)

- TVARI S UČINCIMA NA BIOLOŠKU DOSTOPNOST MINERALA. 2009. *Prehrambenobiotehnoški fakultet. Zagreb*.
<http://www.pbf.hr/.../Tvari+s+ucincima+na+biolosku+dostupnost+minerala.pdf> (11.11.2009)
- VELIOGLU, Y. S., G. MAZZA, L. GAO & B. D. OOMAH, 1998: *Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 46(10): 4113–4117.
<https://doi.org/10.1021/jf9801973>
- VOGRINČIČ, M., P. CUDERMAN, I. KREFT & V. STIBILJ, 2009: *Selenium and its species distribution in above-ground plant parts of selenium enriched buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench)*. Analytical Sciences (Bethesda) 25(11): 1357–1362.
- VOGRINČIČ, M., M. TIMORACKA, S. MELICHACOVA, A. VOLLMANNOVA & I. KREFT, 2010: *Degradation of rutin and polyphenols during the preparation of Tartary buckwheat bread*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 58(8): 4883–4887.
<http://dx.doi.org/10.1021/jf9045733>
- VOGRINČIČ, M., I. KREFT, M. FILIPIČ & B. ŽEGURA, 2013: *Antigenotoxic effect of Tartary (Fagopyrum tataricum) and common (Fagopyrum esculentum) buckwheat flour*. Journal of Medicinal Food (New York) 16(10): 944–952.
<https://doi.org/10.1089/jmf.2012.0266>
- VOMBERGAR, B., 2010: *Rutin v frakcijah zrn navadne ajde (Fagopyrum esculentum Moench) in tatarske ajde (Fagopyrum tataricum Gaertn.)*. Biotehniška fakulteta. Oddelek za agronomijo. Univerza v Ljubljani. Ljubljana. (Doktorska disertacija, 147 str.).
- VOMBERGAR, B., I. KREFT, M. HORVAT & S. VORIH, 2014: *Ajda = Buckwheat*. 1. ponatis. Ljubljana.
- VOMBERGAR, B., V. ŠKRABANJA, Z. LUTHAR & M. GERM, 2017: *Izhodišča za raziskave učinkov flavonoidov, taninov in skupnih beljakovin v frakcijah zrn navadne ajde (Fagopyrum esculentum Moench) in tatarske ajde (Fagopyrum tataricum Gaertn.)*. Folia biologica et geologica 58(2): 101–145.
<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0031>, doi: 10.3986/fbg0031
- WALTON M.F., F. A. HASKINS & H. J. GORZ, 1983. *False positive results in the Vanillin-HCl Assay of Tannins in Sorghum Forage*. Crop Science, 23: 197–200.
- WANG, Z., L. CHEN, B. YANG & Z. ZHANG, 2001: *The growing of tartary buckwheat and function of nutrient and medicine*. In: *Advances in Buckwheat research II*. The Proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat (Chunchon, IBRA), pp. 520–522.
- WATANABE, M., H. OHSHITA & T. TSUSHIDA, 1997: *Antioxidant compounds from buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) hulls*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 45(4): 1039–1044. <https://doi.org/10.1021/jf9605557>
- WATANABE, M., 1998: *Catechins as antioxidants from buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) groats*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 46(4): 839–845. <https://doi.org/10.1021/jf9707546>
- WIESLANDER, G. & D. NORBÄCK, 2001a: *Buckwheat allergy*. Allergy (West Sussex) 56: 703–704.
- WIESLANDER, G. & D. NORBÄCK, 2001b: *Buckwheat consumption and its medical and pharmacological effects – A review of the literature*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. Proceedings of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 608–612.
- WIESLANDER G., N. FABJAN, M. VOGRIČIČ, I. KREFT, C. JANSON, U. SPETZ-NYSTRÖM, B. VOMBERGAR, C. TAGES-SON, P. LEANDERSON, & D. NORBÄCK, 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 (Sendai, Japan) 225(2): 123–130.
- WIESLANDER, G., N. FABJAN, M. VOGRIČIČ, I. KREFT, B. VOMBERGAR & D. NORBÄCK, 2012: *Effects of common and Tartary buckwheat consumption on mucosal symptoms, headache and tiredness: A double-blind crossover intervention study*. International Journal of Food, Agriculture & Environment – JFAE (Helsinki) 10(2): 107–110.
- WIJNGAARD, H. H. & E. K. ARENDT, 2006a: *Optimisation of a mashing program for 100 % malted buckwheat*. Journal of the Institute of Brewing, 112(1): 57–65.
<https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2006.tb00708.x>
- WIJNGAARD, H. H. & E. K. ARENDT, 2006b: *Buckwheat*. Cereal Chemistry (St. Paul) 83(4): 391–401. <https://doi.org/10.1094/CC-83-0391>
- YAN, C., F. BAILI, H. YINGANG, G. JINFENG & G. XIAOLI, 2004: *Analysis on the variation of rutin content in different buckwheat genotypes*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga), pp. 688–691.

- YANG, J., 2014: *Application perspective of tartary buckwheat as sports supplements*. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research (Berlin) 6(3): 1239-1241.
- YASUDA, T. & H. NAKAGAWA, 1994: *Purification and characterization of rutin-degrading enzymes in tartary buckwheat seeds*. Phytochemistry (Amsterdam) 37(1): 133-136.
[https://doi.org/10.1016/0031-9422\(94\)85012-7](https://doi.org/10.1016/0031-9422(94)85012-7)
- YASUDA, T., 2001: *Development of tartary buckwheat noodles through research on rutin- degrading enzymes and its effect on blood fluidity*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 499-502.
- YASUDA, T., 2007: *Synthesis of new rutinoid by rutin-degrading enzymes from tartary buckwheat seeds and its inhibitory effects on tyrosinase activity*. In: *Proceedings of the 10th International Symposium on Buckwheat*. (Yangling, IBRA), pp. 558-562.
- YOON, D. H., Y. H. HAN, H. Y. WON, H. H. LEE, B. R. KIM & Y. S. CHOI, 2001: *Comparative on dietary grains to lipid profiles in rats*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chuncheon, IBRA), pp. 549-553.
- YOON, Y. H., J. G. LEE, J. C. JEONG, D. C. JANG & C. S. PARK, 2009: *The effect of temperature and light conditions on growth and antioxidant contents of tartary buckwheat sprouts*. In: Park C. H. & I. Kreft (Eds.): *Development and Utilization of Buckwheat Sprouts as medicinal natural products*. ISBS – International Symposium of Buckwheat Sprouts. (Bongpyong, IBRA), p. 59.
- YU, Z. & X. LI, 2007: *Determination of rutin content on chinese buckwheat cultivars*. In: *Proceedings of the 10th International Symposium on Buckwheat*. (Yangling, IBRA), pp. 465-468.
- ZHANG J., J. Wang & J. Brodbelt, 2005: *Characterization of flavonoids by aluminium complexation and collisionally activated dissociation*. Journal of Mass Spectrometry, 40: 350-363.
- ZHANG, G., Z. XU, Y. GAO, X. HUANG, Y. ZOU & T. YANG, 2015: *Effects of germination on the nutritional properties, phenolic profiles, and antioxidant activities of buckwheat*. Journal of Food Science (Hoboken) 80(5): H1111-9.
<http://dx.doi.org/10.1111/1750-3841.12830>
- ZHAO, G., Y. TANG, R. MA & Z. HU, 2001: *Nutritional and medicinal values of tartary buckwheat and its development and application*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chuncheon, IBRA), pp. 503-506.
- ZHAO, G., A. WANG & Z. HU, 2004a: *China's buckwheat resources and their medical values*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 630-632.
- ZHAO, G., A. WANG, Y. TANG & Z. HU, 2004b: *Research on nutrient constituents and medicinal values of Fagopyrum cymosum seeds*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceeding of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 669-673.
- ZHOU, X., T. HAO, Y. ZHOU, W. TANG, Y. XIAO, X. MENG & X. FANG, 2015: *Relationships between antioxidant compounds and antioxidant activities of Tartary buckwheat during germination*. Journal of Food Science and Technology (Chennai) 52(4): 2458- 2463. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-014-1290-1>
- ZIELINSKI, H. & H. KOZŁOWSKA, 2000: *Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions*. Journal of Agricultural Food Chemistry (München) 48(6): 2008-2016.
<https://doi.org/10.1021/jf990619o>