

ISPITIVANJE TOPLLOTNIH SVOJSTAVA HLEBA SA VOĆNIM PRAHOM ARONIJE (*ARONIA MELANOCARPA L.*)

Igor Đurović¹, Marko Petković¹, Nemanja Miletić¹, Jovana Radovanović¹

Izvod: U radu je ispitivan uticaj različitih udela voćnog praha (1, 2,5, 5 i 10%) crne aronije (*Aronia melanocarpa L.*) na toplotne osobine hleba od pšeničnog brašna. Voćni prah aronije dobijen je konvektivnim sušenjem svežih plodova na temperaturama 50, 60 i 70 °C, mlevenjem i prosejavanjem. Uzorci hleba sa dodatkom voćnog praha aronije imaju viši toplotni kapacitet u odnosu na beli hleb. Sa porastom udela voćnog praha aronije raste i specifični toplotni kapacitet. Hleb sa dodatkom 10% voćnog praha aronije sušene na 60 °C, ima najvišu vrednost specifičnog toplotnog kapaciteta ($3,8161 \text{ J } 100 \text{ g}_{\text{suve materije hleba}}^{-1} \cdot \text{K}$).

Ključne reči: hleb, voćni prah aronije, specifični toplotni kapacitet.

Uvod

Hleb je jedna od najstarijih namirnica. Arheološki nalazi su pokazali da su se razne vrste hleba koristile u ishrani, pre više od 4000 godina. U mnogim kulturama hleb je i danas jedna od osnovnih, svakodnevnih namirnica. Postoji veliki broj tipova hleba sačinjenih od različitih vrsta brašna, nekih biljnih dodataka ili smeše jednih i drugih. Osnovne komponente belog hleba su: pšenično brašno, voda, kvasac, šećer, so i ulje (mast) (Filipčev, 2008).

Aronija je žbunovita biljka, iz familije *Rosaceae* (ruža) i podfamilije *Maloidea*. Postoje tri vrste aronije: crna aronija (*Aronia melanocarpa L.*), crvena aronija (*Aronia rouge L.*) i ljubičasta aronija (*Aronia prunifolia L.*), koja je hibrid predhodne dve vrste. Crna aronija se najviše koristi u ishrani u obliku prerađevina, a manje kao sveža zbog specifičnog kiselog i oporog ukusa. Aronija potiče iz istočnih delova Severne Amerike. Oko 1900. godine njen areal se proširio na evropski kontinent, na delove Rusije, Skandinavije i Istočne Evrope. Pre 50 godina, aronija je počela da se gaji na Balkanskom poluostrvu, ali je kod nas u široj upotrebi od nedavno (Ćujić, 2017).

Hemijski sastav aronije zavisi od: sorte, vremena berbe, zrelosti plodova, primenjenih agrotehničkih mera i klimatskih uslova.

Aronija je najveći izvor polifenolnih jedinjenja. Najzastupljeniji polifenoli u plodovima aronije su: antocijani, procijanidini i fenolne kiseline (Kulling i Rawel, 2008). Pored polifenola, koji su najjači antioksidansi, u plodovima aronije nalaze se jedinjenja sa manjom antioksidativnošću, kao što su: karotenoidi, tokoferoli i vitamini. Aronija, za razliku od drugog bobičastog voća, obiluje u sadržaju

¹Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija
igor.djurovic@kg.ac.rs; marko.petkovic@kg.ac.rs; n.m.miletic@kg.ac.rs; radovanovicjovana2@gmail.com

karotenoida. Od karotenoida su prisutni: likopen, β -karoten, β -kriptoksantin, lutein, 5,6-epoksilutein, *cis*- i *trans*- violaksantin i neoksantin (Simić, 2018).

Seme aronije sadrži gliceridno ulje, u kome su rastvoreni fosfolipidi i steroli.

Cilj istraživanja je ispitivanje efekta dodatka voćnog praha, dobijenog sušenjem ploda aronije na različitim temperaturama (50, 60 i 70 °C) na toplotne osobine hleba.

Materijal i metode rada

U radu su korišćeni osušeni plodovi crne aronije (*Aronia melanocarpa* L.). Sušenje je vršeno konvektivnom metodom u komercijalnom dehidratoru (Colossus SSS 5330, 250 W, 60 Hz), na temperaturama 50, 60 i 70 °C.

Suvi plodovi aronije samleveni su u mlinu za kafu. Dobijeni praškasti materijali prosejani su (prečnik sita < 0,5 mm) i kao takvi korišćeni za pravljenje uzoraka. U sastav uzorka hleba ulaze: brašno "Danubius" T400, prah aronije, kvasac, šećer, so, palmino ulje i voda.

Hleb je napravljen sa udelima voćnog praha aronije od 1, 2,5, 5 i 10%. Pored uzoraka hleba sa dodatkom aronije, napravljen je i uzorak belog hleba bez aronije, koji predstavlja standard.

Priprema hleba obuhvatala je faze: odmeravanja sirovina, zamesa testa, fermentacije (I i II fermentacija) i pečenja. Sve faze, izuzev odmeravanja sirovina, vršila je sama mini pekara.

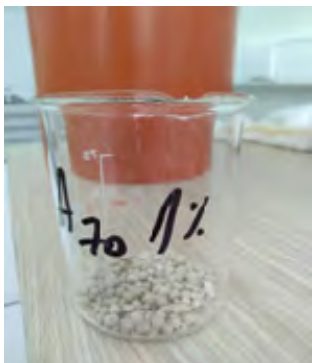
Pripremljeni uzorci hleba podvrgnuti su toplotnoj analizi (određivanju toplotnog kapaciteta uzoraka). Određivanje kapaciteta kalorimetra vrši se tako što se menzурom odmeri voda, izmeri njena masa m_1 i prenese u kalorimetrijski sud. Temperatura ove vode t_1 bliska je temperaturi okoline. Napunjen sud spušta se u kalorimetar i zatvara poklopcem. Na poklopcu se nalazi termometar i mešalica. Kako bi se uspostavila ravnoteža u sudu, povremeno se vrši mešanje. Nakon par minuta od postizanja ravnoteže u sistemu, očitava se temperatura u kalorimetru.

Zatim se zagreje približno ista zapremina vode mase m_2 do temperature t_2 . Ove dve vode se pomešaju u kalorimetarskom sudu i mešaju dok se ne uspostavi toplotna ravnoteža. Kada se temperatura smeše više ne menja (uspostavljena toplotna ravnoteža), očita se njena vrednost t_s .

$$C_k = m_2 \cdot c \cdot \frac{t_2 - t_x}{t_x - t_1} - m_1 \cdot c$$

Gde je:

- C_k - kapacitet kalorimetra [J g⁻¹·K]; m_1 - masa vode na temperaturi okoline [g]; m_2 - masa zagrejane vode [g]; t_1 - temperatura vode [°C]; t_2 - temperatura zagrejane vode [°C]; t_s - temperatura smeše [°C]; c - specifična toplota kalorimetrijske tečnosti (vode) 4,185 · 10³ J kg⁻¹·K



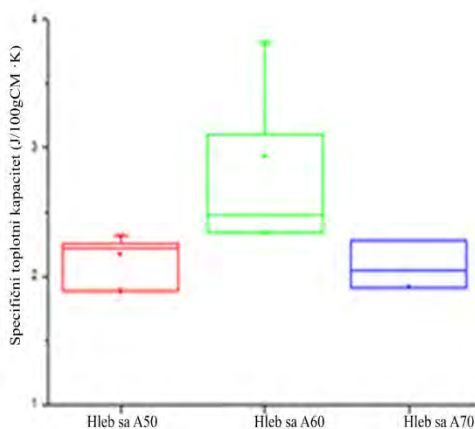
Graf. 1. Hlebne kuglice za određivanje specifičnog toplotnog kapaciteta različitih uzoraka hleba

Graph. 1. Bread balls for determining the specific heat capacity of different bread samples

Određivanje specifičnog toplotnog kapaciteta hleba vrši se tako što se odmeri određena masa sredine uzoraka hleba i od nje naprave kuglice veličine 1-2 mm (Graf. 1). Kuglice se stave u rezervoar. Oko rezervoara se nalazi vodeno kupatilo. Kada se vodeno kupatilo zagreje do temperature ključanja, uključuje se hronometar i meri 10 minuta. Nakon isteka vremena, kuglice se otvaranjem zapušača spuštaju u sud kalorimetara. U sudu kalorimetra nalazi se voda, poznate mase i temperature. Kad sve kuglice pređu u sud, meri se promena temperature u jedinici vremena, sve dok se ne postigne ravnoteža. Na ovaj način određuje se maksimalna temperatura sistema kuglice/voda.

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati specifičnih toplotnih kapaciteta prikazani su na Grafiku 1 i u Tabeli 1.



Graf. 2. Rezultati specifičnih toplotnih kapaciteta uzoraka hlepčića

Graph. 2. Specific heat capacity results by quickbreads specimens

Najnižu vrednost specifičnog toplotnog kapaciteta ima beli hleb $1,5037 \text{ J}/100\text{g}_{\text{suve materije hleba}} \cdot \text{K}$, dok najveću vrednost ima hleb sa 10% praha aronije, sušene na $60 \text{ }^\circ\text{C}$, (Graf. 2.). Zbog različitog temperaturnog režima sušenja i njegovog trajanja, pretpostavlja se da je došlo do određenih fizičko-hemijskih promena u komponentama ploda, koje utiču na rezultate specifičnog toplotnog kapaciteta hleba sa prahom aronije sušene na različitim temperaturnim režimima.

Porastom udela voćnog praha aronije, uočava se porast specifičnog toplotnog kapaciteta uzoraka (Tabela 1).

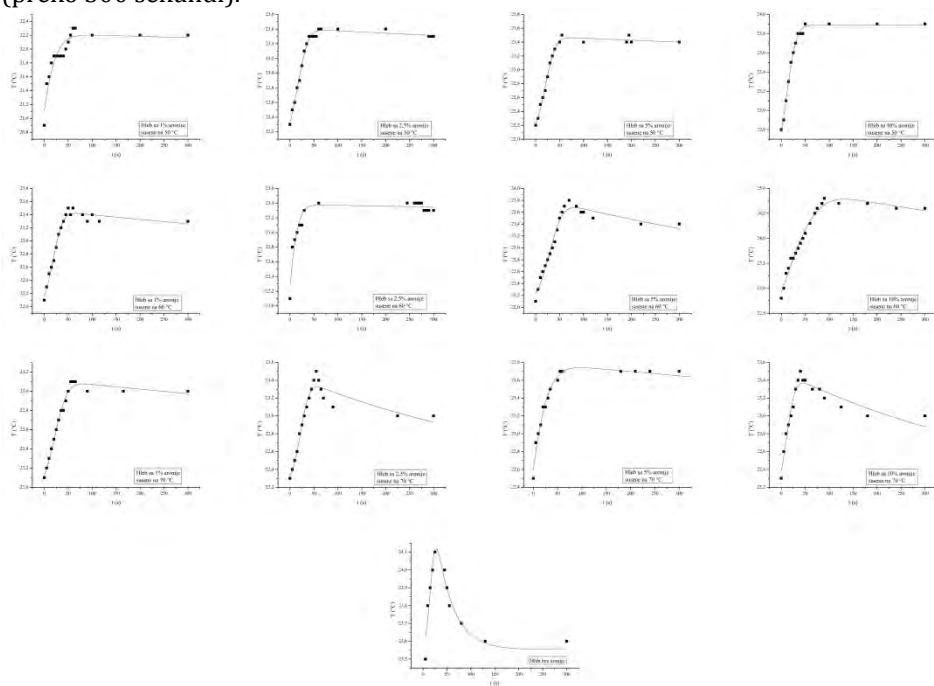
Tabela 1. Rezultati specifičnog toplotnog kapaciteta
Table 1. Specific heat capacity results

Vrsta hleba <i>Kind of bread</i>	Specifični toplotni kapacitet (J g ⁻¹ ·K) <i>Specific heat capacity (J g⁻¹ ·K)</i>	Specifični toplotni kapacitet (J 100 g _{suve materije hleba} ⁻¹ ·K) <i>Specific heat capacity (J 100g dry matter of bread⁻¹ ·K)</i>
Beli hleb <i>White bread</i>	1,1176	1,7444
Hleb sa A ₅₀ 1% <i>Bread with A₅₀ 1%</i>	1,2473	1,8840
Hleb sa A ₅₀ 2,5% <i>Bread with A₅₀</i> 2,5%	1,5522	2,3108
Hleb sa A ₅₀ 5% <i>Bread with A₅₀ 5%</i>	1,5209	2,2531
Hleb sa A ₅₀ 10% <i>Bread with A₅₀</i> 10%	1,4796	2,2217
Hleb sa A ₆₀ 1% <i>Bread with A₆₀ 1%</i>	1,5888	2,4735
Hleb sa A ₆₀ 2,5% <i>Bread with A₆₀</i> 2,5%	1,5896	2,3355
Hleb sa A ₆₀ 5% <i>Bread with A₆₀ 5%</i>	2,1245	3,0982
Hleb sa A ₆₀ 10% <i>Bread with A₆₀</i> 10%	2,5254	3,8161
Hleb sa A ₇₀ 1% <i>Bread with A₇₀ 1%</i>	1,2752	1,9140
Hleb sa A ₇₀ 2,5% <i>Bread with A₇₀</i> 2,5%	1,4772	2,0499
Hleb sa A ₇₀ 5% <i>Bread with A₇₀ 5%</i>	1,4979	2,2725
Hleb sa A ₇₀ 10% <i>Bread with A₇₀</i> 10%	1,5037	2.1316

Na Graf.3. prikazane su promene temperature kuglica uzoraka u toku vremena. Na osnovu prikazanih grafika, uočava se da je najizraženiji vrh (pik) grafika kod uzorka belog hleba. Pik je oštar, dostiže vrednost temperature 24,1 °C i naglo opada do vrednosti 23,7 °C, vrednost se zatim lagano smanjuje do postizanja konstantne temperature.

Najduži period zagrevanja kuglica (oko 125 sekundi) ima uzorak hleba sa udelom od 10% praha aronije sušene na 60 °C , zbog čega ovaj uzorak ima najveći toplotni kapacitet.

Hleb sa 10% praha aronije sušene na 50 °C, nakon dostizanja maksimalne temperature, održava istu vrednost temperature u dužem vremenskom intervalu (preko 300 sekundi).



Graf. 3. Grafici promena temperature kuglica hleba
 Graph. 3. Graphs of sample balls temperature changes

Zaključak

Na osnovu rezultata dobijenih u ovom radu može se zaključiti da minimalnu vrednost specifičnog toplotnog kapaciteta ima kontrolni uzorak (1,7444 J 100 g_{suve} materije hleba⁻¹·K). Za razliku od njega, uzorak sa 10% biljnog materijala sušenog na 60 °C ima najvišu vrednost specifičnog toplotnog kapaciteta (3,8161 J 100 g_{suve} materije hleba⁻¹·K). Razlog ovome je različito trajanje procesa sušenja plodova aronije, pri različitim temperaturnim režimima. Takođe, porast udela voćnog praha aronije uticao je na rast specifičnog toplotnog kapaciteta uzoraka.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su Projekta 172016 i Projekta 172057 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja.

Literatura

- Filipčev B. (2009). Nutritivni profil, antioksidacioni potencijal i senzorni kvalitet specijalnih vrsta hlebova sa dodatkom melase šećerne repe. Doktorska disertacija, Novi Sad, Tehnološki fakultet.
- Ćujić N. (2017). Optimizacija ekstrakcije ploda aronije *Aronia melanocarpa* (Mishx.) Elliott, mikroinkapsulacija ekstrakta metodama elektrostatičke ekstruzije i sušenje raspršivanjem. Doktorska disertacija, Beograd, Farmaceutski fakultet.
- Kulling E., Rawel M. (2008). Chokeberry (*Aronia melanocarpa*): a review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Medica*.74(13): 1625-1634.
- Simić M. V. (2018) Optimizacija mikrotalasne ekstrakcije polifenolnih jedinjenja iz ploda aronije (*Aronia melanocarpa* L.). Doktorska disertacija, Leskovac, Tehnološki fakultet.
- Petković M., Đurović I., Miletić N., Radovanović J. (2019). Effect of convective drying method of chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) on drying kinetics, bioactive components and sensory characteristics of bread with chokeberry powder. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering* 1, 1-9.

THERMAL ANALYSIS PRODUCTS OF BREAD WITH A FRUIT DUST OF CHOKEBERRY (*ARONIA MELANOCARPA L*)

Igor Đurović¹, Marko Petković¹, Nemanja Miletić¹, Jovana Radovanović¹

Abstract

The effect of different proportions of fruit powder (1, 2.5, 5 and 10%) of black aronia (*Aronia melanocarpa* L.) on the thermal properties of wheat flour bread was examined. Aronia fruit powder was obtained by convective drying of fresh fruits at temperatures of 50, 60 and 70 °C, milling and sieving. Bread samples with the addition of aronia fruit powder have a higher heat capacity than white bread. As the proportion of aronia fruit powder increases, so does the specific heat capacity. Bread with the addition of 10% aronia fruit powder, dried at 60 °C, has the highest value of specific heat capacity (3,8161 J/ 100g_{dry matter of bread} • K).

Key words: bread, fruit powder of aronia, specific heat capacity.

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Čačak, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia
(igor.djurovic@kg.ac.rs; marko.petkovic@kg.ac.rs; n.m.miletic@kg.ac.rs; radovanovicjovana2@gmail.com)



UNIVERZITET U
Kragujevcu
AGRONOMSKI FAKULTET U
Čačku



UNIVERSITY OF
Kragujevac
FACULTY OF
AGRONOMY
Čačak

XXV SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- ZBORNIK RADOVA 2 -



Čačak, 13 - 14. mart 2020. godine

XXV SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- Zbornik radova 2 -

ORGANIZATOR I IZDAVAČ

**Univerzitet u Kragujevcu,
Agronomski fakultet u Čačku**

Organizacioni odbor

Prof. dr Gordana Šekularac, predsednik;
dr Pavle Mašković, vanr. prof., sekretar;
dr Dalibor Tomić, docent; mast. inž. polj. Radmila Nikolić, asistent;
dipl. inž. Jelena Pantović, asistent; Miloš Petrović, istraživač pripravnik;
dipl. inž. Dušan Marković, asistent

Programski odbor

Dr Vladimir Kurćubić, vanredni profesor, predsednik;
prof. dr Tomo Milošević, dekan; prof. dr Leka Mandić;
prof. dr Vladeta Stevović; prof. dr Snežana Bogosavljević-Bošković;
prof. dr Radojica Đoković; prof. dr Milomirka Madić;
prof. dr Aleksandar Paunović; prof. dr Milena Đurić;
prof. dr Lenka Ribić-Zelenović; prof. dr Mlađan Garić;
dr Goran Marković, vanredni profesor; dr Gorica Paunović, vanredni profesor;
dr Tomislav Trišović, vanredni profesor; dr Milan Lukić, viši naučni saradnik;
dr Snežana Tanasković, vanredni profesor

Tehnički urednici

Dr Pavle Mašković, vanr. prof.; Miloš Petrović, istraživač pripravnik;
dipl. inž. Dušan Marković, asistent

Tiraž: 150 primeraka

Štampa

JP SLUŽBENI GLASNIK, Jovana Ristića 1, Beograd
Godina izdavanja, 2020

PREDGOVOR

Promene koje se ubrzano dešavaju na globalnom i lokalnom nivou, od naučnih, klimatskih, ekonomskih, pa do političkih, podstiču potrebu da proučimo njihov uticaj na živi svet i na jednu od najvažnijih ljudskih delatnosti - proizvodnju hrane.

Naša poljoprivreda, selo, poljoprivredni proizvođači nisu danas to što su bili pre trideset ili četrdeset godina, srpsko selo se danas više nego ikad ubrzano i u hodu menja. Poljoprivredna nauka mora preuzeti deo odgovornosti u pogledu proizvodnje dovoljne količine kvalitetne hrane za ljudsku ishranu, jer prolaze vremena kada se za svaku lošu žetvu traže opravdanja u klimi.

S' ciljem da budemo u toku aktuelnih zbivanja, kao i da sami svojim rezultatima utičemo na razvoj poljoprivrede i na delatnosti koje je prate, Agronomski fakultet u Čačku, pored edukacije studenata, redovno, godišnje, organizuje i Savetovanje o biotehnologiji, ovaj put, jubilarno, dvadeset peto po redu.

Osnovni cilj Savetovanja je upoznavanje šire naučne i stručne javnosti sa rezultatima najnovijih naučnih istraživanja, domaćih i inostranih naučnika iz oblasti osnovne poljoprivredne proizvodnje i prerade, kao i zaštite životne sredine. Na taj način Fakultet nastoji da omogući direktan prenos naučnih rezultata široj proizvodnoj praksi, pa pored naučnih radnika, agronoma, tehnologa, na ovogodišnjem Savetovanju biće i značajan broj poljoprivrednih proizvođača, stručnih savetodavaca, nastavnika, itd.

U Zborniku radova jubilarnog XXV Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, predstavljeno je ukupno 86 radova iz oblasti Ratarstva, povrtarstva i krmnog bilja, Voćarstva i vinogradarstva, Zootehnike, Zaštite bilja, proizvoda i životne sredine i Prehrambene tehnologije.

Pokrovitelj jubilarnog XXV Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, a materijalnu i organizacionu podršku su nam pružili grad Čačak, privrednici, dugogodišnji prijatelji Agronomskog fakulteta, kojima se i ovim putem zahvaljujemo.

U Čačku, marta 2020. godine

Programski i Organizacioni odbor
XXV Savetovanja o biotehnologiji

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

63(082)
606:63(082)

САВЕТОВАЊЕ о биотехнологији са међународним учешћем (25 ; 2020 ; Чачак)

Zbornik radova. 2 / XXV savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 13-14. mart 2020. godine ; [organizator] Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku ; [urednik Tomo Milošević]. - Čačak : Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, 2020 (Beograd : Službeni glasnik). - Str. 331-616 : ilustr. ; 25 cm

Na vrhu nasl. str.: University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Cacak. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 150. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-87611-74-0
ISBN 978-86-87611-75-7 (niz)

а) Пољопривреда -- Зборници б) Биотехнологија -- Зборници

COBISS.SR-ID 283507212