

KVALITET PEKMEZA OD ŠEĆERNE REPE PROIZVEDENOG PO TRADICIONALNOJ RECEPTURI U BOSNI I HERCEGOVINI

Asima Akagić*¹, Belma Begić¹, Sanja Oručević Žuljević¹, Drena Gadžo¹

Originalan naučni rad - *Original scientific paper*

Sažetak

Šećerna repa (*Beta vulgaris* ssp. *altissima* var. *saccharifera* Alef) je važna sirovina za proizvodnju šećera, koji se svakodnevno koristi u ishrani.

Upotreba šećerne repe u proizvodnji pekmeza na globalnom nivou nije široko rasprostranjena i uglavnom je ograničena na specifična područja, uključujući i lokalitet Centralne Bosne i Hercegovine. Na ovom području proizvodnja pekmeza od šećerne repe zasniva se na tradicionalnoj recepturi, pri čemu su dostupni podaci o njenoj proizvodnji i kvalitetu i dalje nedovoljni.

Cilj rada je bio definisati tehnološke karakteristike šećerne repe kao sirovine, nutritivne i senzorne karakteristike kvaliteta pekmeza od šećerne repe i uticaj agroekoloških uslova proizvodnje na varijacije u njegovom kvalitetu. Analizirani su mehanički sastav, fizičko-hemijski parametri sirovine i pekmeza te senzorna svojstva finalnog proizvoda proizvedenog u dvije uzastopne sezone (S1 i S2). Šećerna repa ima 17,63% rastvorljive suhe materije, 15,80% ukupnih šećera, a iskorištenost tokom prerade je 68,76%. Randman pekmeza je 4,76%. Uzorci pekmeza (S1) imali su značajno veći ($p < 0,05$) viskozitet, sadržaj ukupnih fenola, rastvorljive suhe materije, ukupnih šećera, saharoze i bolji senzorni kvalitet (boju, okus, konzistenciju), dok je miris bio sličan uzorku S2. Razlika u titracionalnoj kiselosti i direktno redukujućim šećerima nije bila značajna. Navedeni podaci su prvi korak u proceduri standardizacije proizvodnje pekmeza po tradicionalnom postupku.

Ključne riječi: pekmez od šećerne repe, tehnološki, nutritivni i senzorni kvalitet

UVOD

Šećerna repa, prvenstveno, predstavlja sirovinu za proizvodnju kristalnog šećera odnosno saharoze koja se svakodnevno koristi u ishrani, ali i u prehrambenoj industriji, dok se lišće i glava šećerne repe (oko 30-80% od ukupnog prinosa) upotrebljavaju kao viskokvalitetna hrana za ishranu stoke (Gadžo i sar., 2011). S druge strane, šećerna repa i njeni nusproizvodi mogu se koristiti za proizvodnju biogoriva, biohemikalija i farmaceutski vrijednih proizvoda (Finkenstadt, 2014; Usmani i sar., 2022; Čirić i sar.,

¹Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo
Korespondencija: a.akagic@ppf.unsa.ba

2024). U tradicionalnoj medicini Irana ekstrakt repe se koristi u liječenju psiholoških problema i jačanju imuniteta (El-Gendy i sar., 2022).

Malo je poznato da se od ove sirovine proizvodi i viskovrijedna poslastica poput pekmeza, koji je posebno cijenjen proizvod u Turskoj (Karababa i Develi Isikli, 2005), ali i u centralnom području Bosne i Hercegovine. Pekmez napravljen po tradicionalnoj recepturi u nekim područjima B&H proizvodi se ukuhavanjem soka bez dodatka šećera. Tehnološke karakteristike korijena šećerne repe variraju i zavise od kultivara (Studnicki i sar., 2019), ekoloških uslova (Hoffman i sar., 2009), uslova uzgoja (Ebmeyer i Hoffmann, 2020; Michalska-Klimczak i sar., 2024), vremena vađenja (Hemayati i sar., 2024; Nowicki i sar., 2025) ali i uslova skladištenja (Kenter i Hoffman, 2009; Hoffman, 2018; English i Larsson Jönsson, 2023). Sadržaj suhe materije iznosi oko 25% sa dominantnim udjelom saharoze (14-20%) dok nešećerne komponente čine samo 7-9% (Pastović, 2017). Stoga ne iznenađuje činjenica da se ova vrijedna sirovina koristi za proizvodnju pekmeza, koji je kao energetski gusta hrana namijenjen sportistima, mladim ali i starijim osobama. Pekmez se odlikuje specifičnim okusom i vrijedan je izvor minerala i biološki aktivnih komponenti poput fenola, koji ispoljavaju niz povoljnih efekata na humano zdravlje (Chen i sar., 2015; Arjeh i sar., 2022). Zbog toga je izuzetno cijenjen proizvod u narodnoj medicini bosanskohercegovačkih potrošača, gdje se koristi kao nutritivna podrška kod malokrvnosti, kašalja, malaksalosti te kao stimulans za jačanje imuniteta. Proizvodnja pekmeza uslovljena je podnebljem sa kojeg sirovina potječe, a bazirana je na ukuhavanju soka šećerne repe. Budući da se proizvodnja pekmeza od šećerne repe u Bosni i Hercegovini zasniva na zanatskoj proizvodnji, gdje se kvalitet sirovine, ali i gotovog proizvoda, procjenjuje empirijski, to je i kvalitet ovog proizvoda varijabilan.

Stoga je cilj rada bio da se definišu tehnološke karakteristike šećerne repe kao sirovine, nutritivne i senzorne karakteristike kvaliteta pekmeza od šećerne repe i uticaj agroekoloških uslova proizvodnje sirovine na varijacije u kvalitetu pekmeza, kao finalnog proizvoda.

MATERIJAL I METOD RADA

Kao materijal za istraživanje korišten je korijen svježe šećerne repe uzgojene na tradicionalan način bez upotrebe mineralnih đubriva i pesticida u domaćinstvu porodice Begić u Brezi. Vađenje korijena je obavljeno u tehnološkoj zriobi, što je utvrđenom vizuelnim pregledom tj. u momentu sušenja vanjskih listova repe.

Tehnološke karakteristike šećerne repe ispitivane su na uzorcima proizvedenim tokom vegetacione sezone 2020. godine (S1). Pekmez je proizveden po tradicionalnoj recepturi u tri ponavljanja, pri čemu su korišteni uzorci iz vegetacijskih sezona 2019 (S2) i 2020 (S1).

Zbog nedostupnosti meteoroloških podataka za područje Breze, za procjenu klimatskih uslova korišteni su podaci Federalnog hidrometeorološkog zavoda za Sarajevo, jer se odlikuje sličnim nadmorskim visinama i agroekološkim uslovima, te se može smatrati reprezentativnom za posmatrano područje.

Nakon vađenja korijena šećerne repe, ostrim nožem se uklonjaju glave sa listovima (slika 1a). Slijedi temeljito pranje pod mlazom vode, zatim uklanjanje kore i vrha korijena (slika 1b). Tako pripremljena repa se sječe na tanke rezance (slika 1c), te pomiješa sa vodom u omjeru 55:45. Dobijena masa kuha se 180 minuta na otvorenom uz povremeno ručno miješanje (slika 1d). Nakon kuhanja, masa se ručno cjedi u drvenoj presi (torkulji, slika 1e), a za dalju preradu se koristi dobijeni vodeni ekstrakt (randman 58,47%), koji se dalje ukuhava uz povremeno uklanjanje pjene i kontinuirano miješanje. Kraj ukuhavanja se određuje empirijski, na osnovu vizuelno ocjenjenog viskoziteta ukuhane mase, povlačenjem linije kroz sredinu pekmeza. Ukoliko se masa razdvaja i duže vrijeme linija ostane razdvojena, ukuhavanje je završeno. Ukuhan pekmez se vruć puni u prethodno oprane i sterilisane tegle i hermetički zatvara odgovarajućim metalnim poklopcima i skladišti na tamnom i hladnom i mjestu. Randman pekmeza iznosio je 4,76%.

Mehanički sastav sirovine tj. randman i neiskoristivi dio/otpad (listovi sa glavom, rep korijena i kora) određeni su vaganjem na tehničkoj vagi (Akagić i Vranac, 2016). Analize fizičko-hemijskih svojstava sirovine i gotovih proizvoda provedene su prema važećem Pravilniku (Sl. list SFRJ 29/83 – preuzeto Sl. list RBiH 2/92¹) i to: sadržaj rastvorljive suhe materije određen je digitalnim refraktometrom (0-45 °Brix, Alla, France); titraciona kiselost određena je titracijom 0,1M NaOH uz odgovarajući indikator i izražena na limunsku kiselinu; redujući i ukupni šećeri određeni su metodom po Luff-Schoorl-u, a saharoza je izračunata računskim putem.

Sadržaj ukupnih fenola određen je spektrofotometrijskom metodom Folin-Ciocalteu reagensom na talasnoj dužini 765nm i izražen u g galne kiseline (GAE) na 100 g uzorka (Ough i Amerine, 1988). Viskozitet uzoraka pekmeza mjren je rotacionim viskozimetrom (Myr model VR 3000, Viscotech Hispania, S.L. Španija) i izražen u mPas.

Senzornu evaluaciju proveo je panel od pet obučanih ocjenjivača, koji su prethodno obučeni i odabrani, prema smjernicama ISO standarda (8586:2023). Prosorija za ocjenjivanje je bila izolavana od buke i imala je ujednačeno bijelo osvjetljenje. Uzorci su ocjenjivačima servirani istovremeno u identičnim bijelim plastičnim čašama i označeni nasumičnim oznakama. Svakom ocjenjivaču dostavljeno je približno 20-30g uzorka. Uzorci su ocjenjeni na sobnoj temperaturi a ocjenjivači su između uzoraka koristili pitku vodu za ispiranje usta, kao i bijele papirne salvete. Za ocjenjivanje uzoraka bilo je potrebno približno 10-15 minuta po ocjenjivaču. Boja, miris, okus i konzistencija uzoraka pekmeza ocjenjivani su na skali od 1 do 5, pri čemu 1 označava najnižu ocjenu i neodgovarajući kvalitet, a 5 najvišu, odnosno odgovarajući kvalitet.

¹ Zakon o primjenjivanju i preuzimanju saveznih propisa (Sl. list RBiH br. 2/92), primjenjuje se kao republički propis



Slika 1(a-e). Neke faze proizvodnje pekmeza od šećerne repe po tradicionalnoj recepturi

Figures 1 (a-e). Some stages of sugar beet pekmez production according to the traditional recipe

Tradicionalno proizveden pekmez od šećerne repe odlikuje se smeđom do tamno smeđom bojom, sa izraženim notama karamela, intenzivno slatkog okusa te guste i homogene konzistencije. Dobijeni rezultati statistički su obrađeni metodama deskriptivne statistike (srednja vrijednost i standardna devijacija) i jednofaktorijskom analizom varijanse (ANOVA) ($p < 0,05$) korištenjem programa IBM SPSS Statistics 23.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

U ovom poglavlju su prikazani i diskutovani rezultati tehnoloških karakteristika korijena šećerne repe, te fizičko-hemijskih i senzornih karakteristika pekmeza proizvedenog od navedene sirovine. Budući da je sirovina proizvedena na području Breze za koje nisu dostupni meteorološki podaci, zbog sličnih klimatskih uslova korišteni su podaci Federalnog hidrometeorološkog zavoda za Sarajevo. Analiza meteoroloških podataka pokazala je da su vegetacione sezone 2019. i 2020. godine bile relativno ujednačene u pogledu temperature i rasporeda padavina, te se klimatski uslovi ne mogu smatrati dominantnim uzrokom uočenih razlika u kvalitetu pekmeza. Tehnološke karakteristike šećerne repe za proizvodnju pekmeza prikazane su u tabeli 1. Randman šećerne repe, određen deveti dan nakon vađenja, iznosi 68,76%, a udio otpada 31,24%. Prema istraživanju Nedomová i sar. (2017) promjene mehaničkih parametara šećerne repe dešavaju tokom vremena skladištenja.

U pomenutom istraživanju, tokom skladištenja repe uzgajane u blizini Jiříkovic u Češkoj Republici tokom 2015. godine postepeno se smanjivala čvrstoća korijena mjerena penetrometrom.

Tabela 1. Fizičko-hemijski parametri šećerne repe

Table 1. Physico-chemical parameters of sugar beet

Parametri kvaliteta/ <i>Quality parameters</i>	Vrijednost $\pm$ SD/ <i>Value$\pm$SD</i>
Randman/ <i>Yield (%)</i>	68,76 $\pm$ 3,80
Otpad/ <i>Waste (%)</i>	31,24 $\pm$ 3,80
Redukujući šećeri/ <i>Reducing sugars (g/100g)</i>	0,30 $\pm$ 0,10
Ukupni šećeri/ <i>Total sugars (g/100g)</i>	15,80 $\pm$ 0,10
Saharoza/ <i>Sucrose (g/100g)</i>	14,70 $\pm$ 0,10
Rastvorljiva suha materija/ <i>Total soluble solids (°Brix)</i>	17,63 $\pm$ 0,06
Titraciona kiselost/ <i>Titrateable acidity (g/100g)</i>	0,07 $\pm$ 0,02
Ukupni fenoli/ <i>Total phenols (g GAE/100 g)</i>	0,30 $\pm$ 0,03

SD- standardna devijacija

Takve promjene mogu biti povezane sa gubitkom vlage u korijenu, zavisno od uslova skladištenja (temperatura, rel. vlažnost, strujanje vazduha...) što može uticati na smanjenje udjela iskoristivog dijela sirovine.

Sadržaj rastvorljive suhe materije iznosio je 17,63°Brix što je u skladu sa rezultatima Swicka (2014) koji navodi vrijednost od 17,80%.

Al-Jbawi i sar. (2015) su istraživali kvalitet korijena šećerne repe i na osnovu dvogodišnjih ispitivanja četiri različita kultivara, zaključili su da je skladištenje sirovine odnosno postupanje sa korijenom šećerne repe nakon vađenja, jedan od važnih faktora koji utiču na kvalitet. Osim vegetacione sezone, na kvalitet je uticao period skladištenja, koji je trajao jedan do deset dana. Sadržaj rastvorljive suhe materije se povećavao od prvog do posljednjeg dana skladištenja (20,72-39,93°Brix u sezoni 2007. odnosno 18,28-36,70°Brix u sezoni 2008.) i prosječno za sve sorte ustanovljen je procenat povećanja 42,98%.

Nešto viša vrijednost rastvorljive suhe materije (18,28°Brix) utvrđena je za genotip Rizer u istraživanju Al-Jbawi i sar. (2015). Isti autori su utvrdili da prolongirano skladištenje šećerne repe utječe na postepeno povećanje sadržaja rastvorljive suhe materije, te je za genotip Hospoly prvog dana nakon vađenja sadržaj iznosio 20,52°Brix a već deveti dan 35,90°Brix.

Kenter i Hoffman (2009) utvrdili su da skladištenje repe ima negativan utjecaj na akumulaciju nešećernih komponenti. U uzorcima šećerne repe uzgajane na području Isfahana i Karaja (Iran) sadržaj rastvorljive suhe materije se kretao u rasponu 19,10-26,20 °Brix (Babaei i sar., 2013) a više vrijednosti (19,94-25%) zabilježene su u istraživanjima provedenim u Poljskoj (Buraczynska, 2005; Zimny i sar., 2010; Stochalska i sar., 2014). Literaturni podaci nedvojbeno ukazuju da je sadržaj suhe materije u korijenu šećerne repe varijabilna tehnološka karakteristika i pod utjecajem je genotipa, primijenjenih agrotehničkih mjera kao i agroekoloških uslova uzgoja.

Sadržaj kiselina u uzorku šećerne repe iznosi 0,07% što je značajno niže u poređenju sa vrijednostima 0,20-0,30 % koje je detektovao Pastorović (2017). Evidentno variranje u sadržaju kiselina može biti i posljedica razlika u pH vrijednosti zemljišta, te zemljišnih i klimatskih uslova Bertić (2017). Tehnološka pogodnost šećerne repe zavisi od sadržaja šećera, i u provedenom istraživanju ove vrijednosti iznose: ukupni šećeri 15,80%, direktno redukujući šećeri 0,30% i saharoza 14,70% (tab. 1). Vrijednosti su u skladu sa istraživanjima provedenim u Iranu, gdje je zabilježena vrijednost ukupnog šećera u rasponu od 14,95 do 16,67% (Mohammadnezhad i sar., 2013). Nešto veće vrijednosti saharoze (15,90-21,40%) detektovali su Babaee i saradnici (2013), te Wójcik (2006) i Szulc i sar. (2008), a nađene razlike u sadržaju među analiziranim genotipovima šećerne repe posljedica su uslova uzgoja (hemijskog sastava zemljišta i nivoa đubrenja). Prosječan sadržaj ukupnih fenola u uzorcima šećerne repe iznosi 0,30 g GAE/100 g što je znatno više (0,18 g GAE/100g) u odnosu na uzorke uzgojene u Egiptu (Mohdaly i sar., 2013).

Međutim, u navedenom istraživanju korišten je uzorak nakon ekstrakcije šećera, u kojem je usljed oksidacije došlo do značajnog enzimskog posmeđenja, što je dovelo do snižavanja ukupnih polifenola. Prema Manach i saradnicima (2004) ljuštenje biljnih tkiva može utjecati na gubitak polifenola jer su u vanjskim dijelovima ova jedinjenja prisutna u većim koncentracijama u odnosu na unutrašnje dijelove. Navedeno je potvrđeno i u uzorcima šećerne repe gdje je u ekstraktu kore korijena detektovan značajno veći sadržaj u odnosu na mezokarp (Kujala i sar., 2000). S druge strane na sadržaj ukupnih fenola značajan utjecaj ima i ekstrakciono sredstvo tako su autori Alara i sar. (2021) detektovali veće vrijednosti u mezokarpu korijena ekstrahovanom metanolom u odnosu na etanol (8,3 odnosno 5,6 mg/g sm).

Fizičko-hemijski sastav pekmeza od šećerne repe proizvedenih u dvije vegetacione sezone je značajno varirao (tabela 2).

Sadržaj rastvorljive suhe materije u uzorku S1 (73,66°Brix) je statistički značajno veći u odnosu na S2 (61,53°Brix). Velika varijabilnost u sadržaju rastvorljive suhe materije među uzorcima je posljedica empirijskog određivanja kraja ukuhavanja, za koju se na osnovu rezultata ispitivanja kvaliteta pekmeza može zaključiti da nije pouzdana i prihvatljiva metoda posebno ukoliko se želi standardizirati kvalitet ovog vrijednog proizvoda. Bez obzira na evidentna variranja u sadržaju rastvorljive suhe materije ispitivanih uzoraka pekmeza od šećerne repe, sadržaj je bio iznad 60% što je u skladu sa odredbama važećeg Pravilnika (Službeni list BiH br.85/ 2012). Među analiziranim uzorcima pekmeza nisu utvrđene signifikantne razlike u kiselosti (0,46 g/100g odnosno 0,54 g/100g), kao što je prikazano u tabeli 2. Veću titracionu kiselost (0,67%) u uzorcima pekmeza detektovali su Yildiz i saradnici (2015) dok je u istraživanju autora Karababa i Isikli (2005) iznosila 0,45% što je u skladu sa rezultatima provedenog oglada za uzorak S1. Prema istim autorima sadržaj kiselina u pekmezu zavisi od sadržaja kiselina u sirovini, kao i dužini i uslovima skladištenja pekmeza.

Tabela 2. Fizičko-hemijske karakteristike pekmeza od šećerne repe
Table 2. Physico-chemical characteristics of sugar beet pekmez

Parametar/Parameter	Uzorci pekmeza /Pekmez samples	
	S1	S2
RSM/TSS °Brix	73,67 ± 0,056 ^a	61,533 ± 0,145 ^b
Titraciona kiselost/Titratable acidity g/100g	0,461 ± 0,111 ^a	0,536 ± 0,027 ^a
Redukujući šećeri/Reducing sugars g/100g	2,50 ± 0,300 ^a	2,30 ± 0,289 ^a
Ukupni šećeri/Total Sugars g/100g	54,07 ± 0,833 ^a	41,67 ± 2,081 ^b
Saharoza/Sucrose g/100g	49,00 ± 0,600 ^a	37,40 ± 2,261 ^b
Ukupni fenoli/Total phenols gGAE/100g	6,33 ± 0,153 ^a	3,89 ± 0,079 ^b
Viskozitet/Viscosity mPas	2710,00 ± 51,962 ^a	170,00 ± 0,00 ^b

RSM – Rastvorljiva suha materija; TSS – Total soluble solids

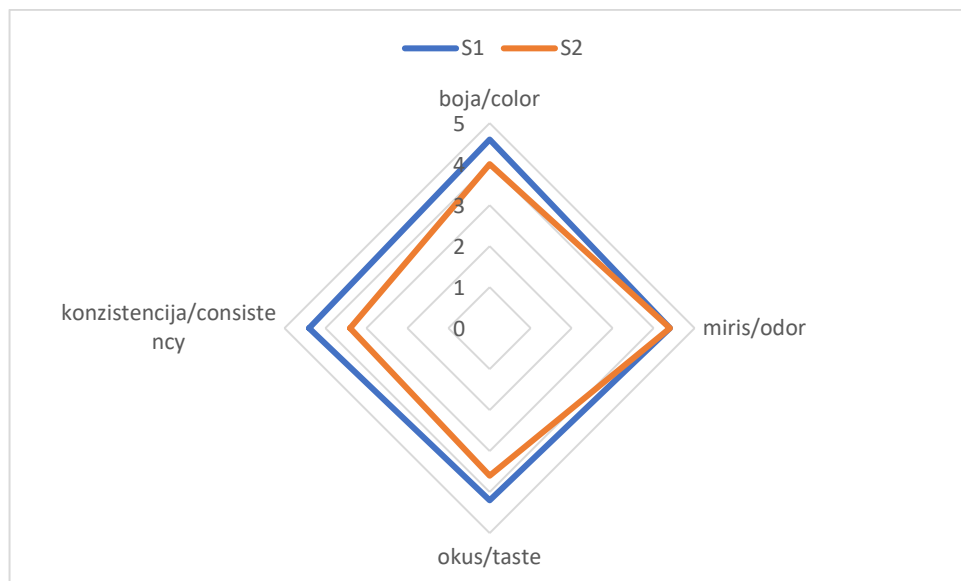
Različita slova 'a-b' unutar redova označavaju statički značajne razlike između uzoraka pekmeza ($p < 0,05$, ANOVA)

Statističkom analizom rezultata ispitivanja kvaliteta uzoraka pekmeza, nisu utvrđene značajne razlike u sadržaju direktno redukujućih šećera, ali su se uzorci statistički značajno ($p < 0,05$) razlikovali u pogledu sadržaja ukupnih šećera i saharoze (S1 2,50; 54,07; 49,00 odnosno S2 2,30; 41,67 i 37,40 g/100g). Prema rezultatima Karababa i Isikli (2005) sadržaj ukupnih šećera u pekmezu od šećerne repe iznosio je 49,90%, a nešto niži sadržaj (44,80%) ustanovljen je u istraživanju Yildiz i saradnika (2015).

Budući da je pekmez u provedenom istraživanju proizveden po tradicionalnoj recepturi, bez preciznog uređaja kojim bi se odredio kraj ukuhavanja, varijabilan sadržaj šećera je očekivan i prati sadržaj rastvorljive suhe materije u uzorcima. Sadržaj fenola se značajno razlikovao među uzorcima pekmeza (S1 6,33 g GAE/100g odnosno, S2 3,89 g GAE/100g) i bio je veći u odnosu na uzorke proizvedene u Turskoj – područje Širan (Yildiz i sar., 2015). Prema istom istraživanju, HPLC tehnikom detektovano je 11 fenolnih spojeva, a među najdominantnijim su: kumarinska kiselina (126,29 mg/kg), rutin (89,89 mg/kg), kvercetin (75 mg/kg) i katehin (66,57 mg/kg). Utvrđene razlike u sadržaju fenola su vjerovatno posljedica upotrijebljenog genotipa, uslova uzgoja, manipulacije sa sirovinom od berbe do prerade, načina proizvodnje, kao i metode određivanja sadržaja fenola. Ispitivanjem kvaliteta uzoraka pekmeza utvrđene su statistički značajne razlike ($p < 0,05$) u viskozitetu među uzorcima (S1 2710 mPas odnosno, S2 170 mPas), što je bilo i za očekivati na osnovu ustanovljene razlike u sadržaju rastvorljive suhe materije (tabela 2). Naime, pozitivna korelacija između sadržaja rastvorljive suhe materije i viskoziteta može se objasniti činjenicom da veća koncentracija rastvorenih komponenti ograničava mobilnost vode, što povećava otpor pri tečenju, i daje veći viskozitet (Juszczak i sar., 2010). Yildiz i saradnici (2015) pokazali su da se viskozitet pekmeza smanjuje s porastom temperature, što se može isključiti kao parametar varijabilnosti viskoziteta među uzorcima provedenog oglada budući da je temperatura pekmeza tokom određivanja viskoziteta bila u rasponu 22,7 °C i 23,3 °C, što su zanemarive razlike. Očigledno je da je empirijsko određivanje kraja ukuhavanja pekmeza, po tradicionalnoj recepturi, rezultiralo razlikama u viskozitetu,

što dodatno ukazuje na potrebu standardizacije procesa proizvodnje, kao i definisanje objektivnih metoda i identifikovanje parametara kvaliteta koji bi se koristili za njegovo praćenje.

Statističkom analizom senzornih atributa nisu utvrđene signifikantne razlike među uzorcima pekmeza (slika 2).



Slika 2. Senzorna analiza pekmeza od šećerne repe
Fig. 2. Sensory evaluation of the analyzed sugar beet pekmez

Uzorak S1 dobio je više ocjene za sve analizirane senzorne parametre (boja, okus, konzistencija), izuzev mirisa, pri čemu su miris oba uzoraka panelisti podjednako ocijenili (4,40). Boja uzorka S1 bila je tamno smeđa bez sjaja, okus izrazito sladak sa tonovima karamela, guste i glatke konzistencije. Najveće razlike u ocjeni među uzorcima primijećene su kod konzistencije, gdje je uzorak S1 dobio ocjenu 4,40, a S2 3,40, zbog tečnije konzistencije koja nije uobičajena za ovaj tip pekmeza. U procjeni kvaliteta hrane konzistencija je potrošačima vrlo važan pokazatelj, te se često viskozija hrana smatra kvalitetnijom u poređenju sa tečnijom (Szczesniak, 2002). Veći viskozitet (2710 mPas) uzorka pekmeza (S1), i veći sadržaj rastvornjive suhe materije (73,67°Brix), uticao je na to da dobije veće ocjene za konzistenciju, u odnosu na uzorak S2.

ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati istraživanja ukazuju na signifikantnu varijabilnost ($p < 0,05$) određenih fizičko-hemijskih parametara kvaliteta pekmeza od šećerne repe proizvedenog po tradicionalnoj recepturi tokom različitih proizvodnih sezona. Naime, između uzoraka S1 i S2 utvrđene su značajne razlike u viskozitetu, sadržaju rastvorljive suhe materije, ukupnih šećera, saharoze te ukupnih fenola.

Uočene razlike u vrijednostima ispitivanih parametara kvaliteta proizvoda mogu se pripisati razlikama u kvalitetu polazne sirovine, ali i empirijskom determinisanju stepena ukuhanja koje predstavlja ključnu fazu u proizvodnji ovog visokovrijednog proizvoda.

Navedeni rezultati ukazuju na potrebu standardizacije proizvodnje pekmeza po tradicionalnoj recepturi kroz definisanje objektivnih i mjerljivih kriterija za određene faze prerade (npr. završetka ukuhanja). Ujednačavanje kvaliteta proizvoda moglo bi značajno unaprijediti njegov tržišni potencijal, povećati njegovu konkurentnost i olakšati plasman na zahtjevnom inostranom tržištu, uz mogućnost razvoja proizvoda sa dodanom vrijednošću.

S druge strane, pekmez od šećerne repe proizveden prema tradicionalnoj recepturi u Bosni i Hercegovini je izuzetno vrijedan prehrambeni proizvod sa potencijalom primjene u kreiranju novih i obogaćivanju postojećih prehrambenih proizvoda.

LITERATURA

- Akagić, A., Vranac, A. (2016). Praktikum-Tehnologija voća, povrća i bezalkoholnih pića. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, BiH.
- Alara, O. R., Abdurahman, N. H., Ukaegbu, C. I. (2021). Extraction of phenolic compounds: A review. *Current Research in Food Science*, 4, 200–214.
- Al-Jbawi, E., Al Geddawi, S., Alesha, G. (2015). Quality changes in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) roots during storage period in piles. *International Journal of Environment*, 4(4), pp. 77-85.
- Arjeh, E., Khodaei, S.M., Barzegar, M., Pirsa, S., Karimi Sani, I., Rahati, S. Mohammadi, F. (2022). Phenolic compounds of sugar beet (*Beta vulgaris* L.): Separation method, chemical characterization, and biological properties. *Wiley Food Science & Nutrition*, 10(12), pp.4646–4665. <https://doi.org/10.1002/fsn.33040>.
- Babae, B., Abdollahian Noghabi, M., Jahad Akbar, M.R., Yousef Abadi, V. (2013). The appropriate method for determining sugar content in sugar beet produced under drought, salinity and normal conditions. *Journal of Sugar Beet*, 29(1), pp. 53–59.
- Bertić, L. (2017). Reakcija biljaka na pH vrijednost tla. Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera. Osijek, Fakultet agrobiotehničkih

- znanosti Osijek, Zavod za kemiju, Hrvatska.
<https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:410656>
- Buraczyńska, D. (2005). Formation of dry matter content and macronutrient composition in roots and leaves of sugar beet under the influence of organic and mineral fertilization). *Annales UMCS*, sec. E, 60: 19–31.
- Chen, M., Meng, H., Zhao, Y., Chen, F., Yu, S. (2015). Antioxidant and in vitro anticancer activities of phenolics isolated from sugar beet molasses. *BMC Complement Altern Med*. 7:15:313. <https://doi.org/10.1186/s12906-015-0847-5>.
- Ćirić, M., Popović, V., Prodanović, S., Živanović, T., Ikanović, J., Bajić, I. (2024). Sugar Beet: Perspectives for the Future. *Sugar Tech*. <https://doi.org/10.1007/s12355-024-01462-5>
- Ebmeyer, H., Hoffmann, C.M. (2020). Early drought stress: Effects on yield formation and quality of sugar beet. *Sugar Industry*, 145(2), pp. 104–113. <https://doi.org/10.36961/si24062>
- El-Gendy, H. F., Tahoun, E. A., Elfert, A. Y., Mady, R. (2022). Trial for decreasing ifosfamide-induced hematological toxicity, oxidative stress, inflammation, and hepatotoxicity by beetroot extract in male albino rats. *Comparative Clinical Pathology*. 31, 699–712.
- English, W., Larsson Jönsson, H. (2023). Quality and mass transport properties of sugar beet roots under short duration, high airflow post-harvest storage. *Journal of Stored Products Research*, 104, p. 102187. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2023.102187>
- Finkenstadt, L. V. (2014). A Review on the Complete Utilization of the Sugar beet. *Sugar Tech*16(4):339-346 DOI 10.1007/s12355-013-0285-y.
- Gadžo, D., Đikić, M., Mijić, A. (2011). *Industrijsko bilje. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, BiH.*
- Hemayati, S.S., Hamdi, F., Saremirad, A., Hamze, H. (2024). Genotype by environment interaction and stability analysis for harvest date in sugar beet cultivars. *Scientific Reports*, 14:16015. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67272-7>
- Hoffmann, C.M. (2018). Sugar beet from field clamps – harvest quality and storage loss. *Sugar Industry* 143(11): pp. 639–647.
- Hoffmann, C.M., Huijbregts, T., van Swaaij, N., Jansen, R. (2009). Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes. *European Journal of Agronomy*, 30(1), pp. 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.06.004>
- ISO 8586:2023. (2023). Sensory analysis, General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.
- Juszczak, L., Wiczak, M., Fortuna, T., Solarz, B. (2010). Effect of temperature and soluble solids content on the viscosity of beetroot (*Beta vulgaris*) juice concentrate. *International Journal of Food Properties*, 13(6), pp. 1364–1372. DOI: 10.1080/10942912.2010.490896

- Karababa, E., Develi Isikli, N. (2005): Pekmez: A Traditional Concentrated Fruit Product. *Food Reviews International*, 21:357-366, DOI: 10.1080/87559120500222714
- Kenter, C., Hoffmann, C.M. (2009). Changes in the processing quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) during long-term storage under controlled conditions. *International Journal of Food Science and Technology*, 44 pp. 910–917. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01641.x>
- Kujala, T.S., Lopenen, J.M., Klika, K.D., Pihlaja, K. (2000). Phenolics and betacyanins in red beetroot (*Beta vulgaris*) root: Distribution and effect of cold storage on the content of total phenolics and three individual compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(11), 5338–5342.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L. (2004): Polyphenols: Food source and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5):727-47. doi: 10.1093/ajcn/79.5.727.
- Michalska-Klimczak, B., Mastalerczuk, G., Wyszyński, Z., Pačuta, V., Rašovský, M. (2024). Effect of sowing date and nitrogen rates on morphometric features and photosynthetic performance in sugar beet. *Agriculture*, 14(12): 2191. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122191>
- Mohammadnezhad, A.M.S., Miladi, M., Nateghi, L., Yousefi, M. (2013). Laboratory testing of, three samples of major sugar beet sources of Iran for manufacturing sugar. *European Journal of Experimental Biology*, 3(6):44-48
- Mohdaly, A.A.A., Hassanien, R. F. M., Awad, M., Sarhan, A. M., Smetanska, I. (2013): Phenolics Extracted from Potato, Sugar Beet, and Sesame Processing By-Products. *International Journal of Food Properties*, 16(5): 1148-1168. DOI: 10.1080/10942912.2011.578318
- Nedomová, Š., Kumbár, V., Pytel, R., Buchar, J. (2017). Mechanical properties of sugar beet root during storage. *International Agrophysics*, 31: 507-513. doi: 10.1515/intag-2016-0081
- Nowicki, R., Wilczewski, E., Kłosowski, M. (2025). The timing of sugar beet harvesting significantly influences roots yield and quality characteristics. *Agronomy*, 15(3): 704. <https://doi.org/10.3390/agronomy1503070>
- Ough, C.S., Amerine, M.A. (1988). Phenolic compounds In: *Methods for analysis of musts and wines*. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.
- Pastović, D. (2017). Proces preuzimanja uzoraka i kontrola kvalitete šećerne repe. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera. Osijek, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Hrvatska. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:200:022803>
- Pravilnik o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezima i zaslađenom kesten pireu. Službeni glasnik BiH br. 85/12 dopuna 35/21 <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/bih178480.pdf>
- Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i vršenja hemijskih i fizičkih analiza radi kontrole kvaliteta proizvoda od voća i povrća. (Sl. List SFRJ 29/83 preuzeto
- Strochalska, B., Zimny, L., Regiec, P. (2014). Effect of different systems conservation

- tillage on technological value of sugar beet roots. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 576: 151–160.
- Studnicki, M., Lenartowicz, T., Noras, K., Wójcik-Gront, E., Wyszyński, Z. (2019). Assessment of stability and adaptation patterns of white sugar yield from sugar beet cultivars in temperate climate environments. *Agronomy*, 9(7), p. 405. <https://doi.org/10.3390/agronomy9070405>
- Szczesniak, A.S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13(4), pp. 215–225. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00039-8)
- Szulc, P.M., Kobierski, M., Nowakowski, M., Kubicki, K. (2008). The effect of sodium fertilization on yield and quality parameters of sugar beet roots. *Biuletyn Inst. Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 248: 77–85. DOI: 10.37317/biul-2008-0059
- Świcka, K. (2014). Cultivar of beet sugar (*Beta vulgaris*) – factor modifying carbohydrate Content and extract, *EPISTEME*, 25 pp.129-134.
- Usmani, Z., Sharma, M., Diwan, D., Tripathi, M., Whale, E., Jayakody, L. N., Moreau, B., Thakur, V. K., Tuohy, M., & Gupta, V. K. (2022). Valorization of sugar beet pulp to value-added products: A review. *Bioresource Technology*, 346, 126580. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126580>.
- Wójcik, S. (2006). Effect of presowing seed stimulation in magnetic field on the field emergence, yielding and technological quality of sugar beet roots. *Inżynieria Rolnicza*, 6, pp. 383–388.
- Yildiz, O., Kara, M., Dinç, S. (2015). Production and some properties of traditional sugar beet pekmez from Turkey. *International Sugar Journal* 117 (1394).
- Zimny, L., Rajewski J., Regiel P. (2010). The influence of conservation tillage on technological value of sugar beet roots. *Annales UMCS, sec.E*, 2: 111–118.

THE QUALITY OF SUGAR BEET PEKMEZ MADE IN BOSNIA AND HERZEGOVINA USING TRADITIONAL RECIPES

Abstract

Sugar beet (*Beta vulgaris* ssp. *altissima* var. *saccharifera* Alef.) is an important raw material for sugar production and is widely used in human nutrition. The use of sugar beet in pekmez production is not widely distributed on a global scale and is generally limited to specific geographical and agroecological regions, including Central Bosnia and Herzegovina. In this region, the production of sugar beet pekmez is based on traditional methods, and data regarding its production and quality remain scarce.

The objective of this study was to evaluate the technological characteristics of sugar beet as a raw material, determine the nutritional and sensory properties of sugar beet pekmez, and assess the influence of agroecological growing conditions on variations in its quality.

The mechanical composition, physicochemical parameters of both the raw material and pekmez, as well as the sensory properties of pekmez produced during two consecutive production seasons (S1 and S2) were investigated.

Sugar beet contained 17.63°Brix soluble solids and 15.80% total sugars, while the processing recovery reached 68.76%. The pekmez yield was 4.76%. Pekmez samples produced in season S1 showed significantly higher ($p < 0.05$) viscosity, total phenolic content, soluble solids, total sugars, and sucrose content, as well as superior sensory quality in terms of color, taste, and consistency, whereas odor was evaluated equally for both samples. No significant differences were observed in titratable acidity and directly reducing sugar content between the two seasons. The obtained data represent the first step toward standardizing sugar beet pekmez production using traditional methods.

Keywords: *sugar beet pekmez, technological, nutritional, sensory quality*