

Kemijski sastav pulpe i kore osušene bundeve

Jukica, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:258440>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-12**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Nutricionizam

Lucija Jukica
58218378

KEMIJSKI SASTAV PULPE I KORE OSUŠENE BUNDEVE
ZAVRŠNI RAD

Naziv znanstveno-istraživačkog ili stručnog projekta: Hibridno sušenje i valorizacija biljnog prehrambenog otpada i nusproizvoda“, IP-2019-04-9750 (HYDRYBY), Hrvatska zaklada za znanost

Mentor: izv. prof. dr. sc. Antonela Ninčević Grassino

Zagreb, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam

Zavod za kemiju i biokemiju
Laboratorij za analitičku kemiju

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Nutricionizam

Kemijski sastav pulpe i kore osušene bundeve

Lucija Jukica, 58218378

Sažetak: Uzorci pulpe i kore Hokkaido bundeve su sušeni u vakuumu ($T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $p = 100\text{ mbar}$) sa ili bezpredobrade ultrazvukom, amplitudama 60 ili 90 % tijekom 15, 30 i 45 minuta, a potom im je određen kemijski sastav primjenom gravimetrijske i spektrofotometrijske analize.

Rezultati su pokazali da predtretman od 30 minuta najviše snizi udio vlage uzoraka pulpe pri amplitudi 90 % (13,97 %), odnosno uzoraka kore pri 60 % amplitude (6,53 %). Amplituda od 60 % i vrijeme od 30 minuta povećavaju udio pepela u pulpi (7,28 %) tj., kori (9,62 %). Najviši udio šećera u pulpi (43,74 %), odnosno kori (16,80 %) dobiven je pri 90 % amplitudi i vremenu od 30, odnosno 15 minuta. Amplituda od 90 %, odnosno 60 % pri 30 minuta daje najviše udjele proteina: 23,94 % (pulpa), odnosno 45,89 % (kora). Predtretman efikasno povećava prinos analiziranih sastojaka, no parametri obrade ne mogu se primjenjivati jednako za sve analite. Prilagođavanjem uvjeta predobrade može se utjecati na količinu pojedinog sastojka čime se dobiva i namirnica raznolike nutritivne vrijednosti.

Ključne riječi: bundeva, pulpa, kora, vakuum sušenje, kemijski sastav

Rad sadrži: 28 stranica, 7 tablica, 2 slike, 42 literaturna navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: izv. prof. dr. sc. Antonela Ninčević Grassino

Datum obrane: 16. rujna 2024.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
University undergraduate study Nutrition

Department of Chemistry and Biochemistry
Laboratory for Analytical Chemistry

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Nutrition

Chemical composition of dried pumpkin pulp and peel

Lucija Jukica, 58218378

Abstract: Samples of Hokkaido pumpkin pulp and peel were vacuum dried ($T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $p = 100\text{ mbar}$) with or without ultrasonic pretreatment at amplitudes of 60 or 90 % and times of 15, 30 and 45 minutes, then the chemical composition of the samples was determined by gravimetric and spectrophotometric methods.

The results showed that the 30-minute pretreatment caused the greatest reduction in moisture content in the pulp samples at 90 % amplitude (13.97 %) and in the peel samples at 60 % amplitude (6.53 %). The 60 and 90 % amplitude and the duration of 30 minutes increased the ash content in the pulp (7.28 %) and peel (9.62 %) samples. The highest sugar content in the pulp (43.74 %) and in the peel samples (16.80 %) was achieved with a 90 % amplitude and a time of 30 and 15 minutes, respectively. The amplitude of 90 % and 60 % at 30 minutes results in the highest content of protein: 23.94 % (pulp) and 45.89 % (peel). Ultrasonic pretreatment effectively increases the yield of analysed components, but the processing parameters cannot be applied equally to all analytes. Manipulation of ultrasonic pretreatment conditions can affect the amount of an individual ingredient, ultimately resulting in foods with different nutritional value.

Keywords: pumpkin, pulp, peel, vacuum drying, chemical composition

Thesis contains: 28 pages, 7 tables, 2 tables, 42 references

Original in: Croatian

Thesis is deposited in printed and electronic form in the Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: Antonela Ninčević Grassino, Ph. D, Associate Professor

Thesis defended: September 16, 2024

Sadržaj:

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. BOTANIČKA KLASIFIKACIJA	2
2.2. POVIJEST BUNDEVE	2
2.3. UZGOJ BUNDEVE	3
2.4. MORFOLOŠKE I BIOLOŠKE KARAKTERISTIKE BUNDEVE	3
2.5. KEMIJSKI SASTAV BUNDEVE	4
2.5.1. KEMIJSKI SASTAV PULPE	4
2.5.2. KEMIJSKI SASTAV SJEMENKI	5
2.5.3. KEMIJSKI SASTAV KORE	5
2.6. SUŠENJE BUNDEVE	6
2.7. PREDTRETMAN ULTRAZVUKOM	7
2.8. ANALITIČKI POSTUPCI ODREĐIVANJA KEMIJSKOG SASTAVA	7
2.8.1. GRAVIMETRIJA	7
2.8.2. UV/VIS SPEKTROFOTOMETRIJA.....	8
2.8.3. ODREĐIVANJE UDJELA VLAGE.....	8
2.8.4. ODREĐIVANJE UDJELA PEPELA.....	9
2.8.5. ODREĐIVANJE SADRŽAJA ŠEĆERA.....	9
2.8.6. ODREĐIVANJE UDJELA PROTEINA	10
3. EKSPERIMENTALNI DIO	11
3.1. MATERIJAL	11
3.2. KEMIKALIJE	11
3.3. APARATURA	12
3.4. PRIBOR	12
3.5. METODE	13
3.5.1. ODREĐIVANJE SADRŽAJA VLAGE U UZORCIMA BUNDEVE.....	13
3.5.2. ODREĐIVANJE PEPELA U UZORCIMA BUNDEVE	13
3.5.3. ODREĐIVANJE SADRŽAJA ŠEĆERA U UZORCIMA BUNDEVE	13
3.5.3.1. Priprema otopina za određivanje šećera.....	13
3.5.3.2. Izrada baždarnog dijagrama kod određivanja sadržaja šećera	14
3.5.3.3. Analiza uzoraka kod određivanja sadržaja šećera	15
3.5.4. ODREĐIVANJE SADRŽAJA PROTEINA U UZORCIMA BUNDEVE.....	16
3.5.4.1. Priprema otopina	16
3.5.4.2. Izrada baždarnog dijagrama kod određivanja sadržaja proteina	16
3.5.4.3. Analiza uzoraka kod određivanja sadržaja proteina	17
3.6. STATISTIČKA ANALIZA	17
4. REZULTATI I RASPRAVA	18
4.1. SADRŽAJ VLAGE U UZORCIMA BUNDEVE	18
4.2. SADRŽAJ PEPELA U UZORCIMA BUNDEVE	19
4.3. SADRŽAJ ŠEĆERA U UZORCIMA BUNDEVE.....	20
4.4. SADRŽAJ PROTEINA U UZORCIMA BUNDEVE	22

5. ZAKLJUČCI.....	24
6. POPIS LITERATURE	25

1. UVOD

Vrste porodice *Cucurbitaceae* (tikvovke) se smatraju važnim prehrambenim namirnicama zbog visokog udjela vitamina, fenolnih sastojaka, minerala, dijetalnih vlakana i aminokiselina (Salehi i sur., 2019). Pored navedenih sastojaka sadrže i steroide, flavonoide, tanine, alkaloidne i saponine kojima se pridodaje antioksidacijsko, antibakterijsko i antiparazitno djelovanje. Prisutnost raznovrsnih fitokemikalija, koja krase vrste *Cucurbitaceae* čini pogodnim materijalom za primjenu u preventivne i terapijske svrhe.

Svaki dio biljke je iskoristiv, pa tako i cvjetovi, sjemenke i kora. Nedostatak dostupne tehnologije otežava iskorištavanje svih dijelova bundeve, što stvara velike količine otpada u industriji hrane. Pulpa bundeve ima najširu upotrebu, a prehrana povezana njenim konzumiranjem dovodi do sniženja razine glukoze u krvi (antidijabetički učinak) (Roongruangsri i Bronlund, 2015). Pulpa bundeve je izvrstan izvor β -karotena, kojeg organizam prevodi u vitamin A te vitamina C, folata, vlakana i kalija. Kora i sjemenke predstavljaju nutritivno gušće namirnice od pulpe jer sadrže više vitamina, minerala te biološki aktivnih komponenti (Hussain i sur., 2022).

Sušeni prah bundeve može povećati potrošnju ove namirnice pružajući alternativu konzumaciji svježe bundeve, naime, praškasti proizvodi imaju prednost zbog produženog vijeka trajanja i olakšavanja transporta redukcijom volumena i mase namirnice (Ninčević Grassino i sur., 2024). Prah bundeve može biti korišten kao dodatak u proizvodnji konditora (kruha, žitarica, žitnih pločica, kolača, torti i sl.), proizvodnji juha, umaka i začina te tjestenina. Predtretman svježe namirnice se koristi kako bi se poboljšala kvaliteta krajnjeg osušenog proizvoda i skratilo potrebno vrijeme sušenja, čime se sprječava nepoželjna promjena boje, teksture i redukcije antioksidacijske aktivnosti (Bekele i Admassu, 2022).

Stoga je i u ovom radu ispitan utjecaj predtretmana ultrazvukom i vakuum sušenja na kemijski sastav pulpe i kore „Hokkaido“ bundeve (*Cucurbita maxima*), čime bi se dobio odgovor o učinkovitosti navedenih procesa uz istovremeno zadržavanje kemijskih pokazatelja kvalitete.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. BOTANIČKA KLASIFIKACIJA

Vrste roda *Cucurbitaceae* (tikvovke, tikvenjače) pripadaju razredu *Magnoliatae*, podrazredu *Dilleniadae*, red *Cucurbitales* i porodici *Cucurbitaceae*. Porodica *Cucurbitaceae* uključuje oko 825 vrsta i 118 rodova (Matin i sur., 2022; Kulzynski i sur., 2019). Prvi put ih je opisao Carl Linné, sredinom osamnaestog stoljeća (Salehi i sur., 2019).

Oblik vrsta *Cucurbitaceae* varira od kuglastog, do kruškolikog ili različito izduženih oblika do spljoštenih, a vrh može imati neobičnu izbočinu (Nee, 1990). Najveće agro-ekonomsko značenje imaju *C. maxima Duchesne*, *C. moschata Duchesne* i *C. pepo* L (Brdar i sur., 2019). Mogu biti konzumirane sirove, kuhane, za životinjsku ishranu, no zbog povoljnog utjecaja na zaštitu zdravlja koristi se i kao funkcionalna hrana

Hokkaido bundeva pripada vrsti *Cucurbita maxima Duch. ex Lam. ssp. maxima*, unutar skupine sorti 'Hubbard' (Wittstruck i sur., 2021). Uzgajaju se za hranu, životinjsku ishranu i ukrase. Široko su rasprostranjene, polimorfni oblika, veličina i boja. Hokkaido bundeva je rano zreli manji tip bundeve, čija se masa kreće od 2,5 do 3 kg. Uobičajeno je svijetlo narančaste boje, glatke površine, poprečno eliptičnog ili kruškolikog oblika s tankom jestivom korom (Brdar i sur., 2019).

Glavno mjesto raznolikosti vrsta je Meksiko, sa 34 roda od kojih je 5 endemično te 142 vrste bundeve (Matin i sur., 2022). Prema boji sjemenke, podrijetlo bundeve se zemljopisno postavlja na područje Guatemale, centralnog Meksika ili Kolumbije (Dhiman i sur., 2009).

2.2. POVIJEST BUNDEVE

Vrste roda *Cucurbitaceae* udomaćene su, prema arheološkim dokazima, prije 10 000 godina (Kates i sur., 2017). Tikvovke su tradicionalno, na području Srednje Amerike, uzgajane sa kukuruzom (*Zea mays*) i graškom (*Phaseolus vulgaris*). Kukuruz stvara potpurnu strukturu za grašak kao i sjenu bundevi, a grašak fiksira dušik u tlo te bundeva sprječava pojavu trava i gubitak vlage. Radio karbonskim otiskom utvrđena je najranija manipulacija *C. pepo* od 7 000 do 10 000 godina u prošlost što govori da se na području Srednje Amerike prijelaz načina života čovjeka od lova i sakupljanja na poljoprivrednu djelatnost, dogodio mnogo ranije (Smith, 1997).

Pretpostavlja se da je šest kultiviranih usjeva roda *Cucurbitaceae*, neovisna podrijetla razvijeno od različitih predaka: *C. pepo ssp. ovifera var. ovifera*, *C. pepo ssp. pepo*, *C. argyrosperma ssp. argyrosperma*, *C. moschata*, *C. ficifolia* i *C. maxima ssp. maxima* (Kates i sur., 2017).

Pet vrsta roda tikvenjača (*C. argyrosperma* C. Huber, *C. ficifolia*, *C. moschata*,

Cucurbita maxima Duchesne i *Cucurbita pepo* L.) udomaćeno je i uzgajano u različitim regijama Sjeverne i Južne Amerike (Krnjak, 2019; Salehi i sur., 2019).

Cucurbita je prema ranim arheoloških zapisima nađena na području južne Kanade, odakle se proširila na argentinsko i čileansko područje (Salehi i sur., 2019), ali ne i van tog kontinenta sve do dolaska K. Kolumba (Nee, 1990). Bundeve je donesena u Europu povratkom prvih ekspedicija iz Amerike, ali se uporaba raširila tek nakon 18. stoljeća (Matin i sur., 2022). Divlje i udomaćene vrste roda *Cucurbitaceae* se bitno razlikuju bojom, oblikom i veličinom. Pripitomljavanje vrsta je omogućilo ravnomjerno klijanje te povećanje veličine ploda i sjemenki, no otpornost na bolesti i insekte se smanjila.

2.3. UZGOJ BUNDEVE

Bundeve je jednogodišnja biljka koja se može uzgajati na nižim i višim nadmorskim visinama. Stanište tikvenjača je raznoliko te obuhvaća kopnene i močvarne sredine; livade, polja, obale rijeka ili jezera u tropskim, subtropskim ili umjerenim klimama zbog čega je jedna od najiskorištenijih vrsta u prehrani čovjeka (Salehi i sur., 2019). Otporna je na niske temperature, ali ne i mrazove. Različite uvjete vlage i topline, s malim korekcijama, zahtijeva različita vrsta tikvenjače; *C. maxima* preferira uzgoj u umjerenj klimi te iznimno dobro uspijeva u toplim i vlažnim uvjetima te je optimalna temperatura rasta i razvoja tikvenjača od 18 do 27 °C (Salehi i sur., 2019). Bundeve dobro uspijevaju na nezakorovljenim i rahlim tlima, posebno nakon uzgoja žitarica, uljane repice, krupnozrne i krmne mahunarke. Može se saditi iz sjemenke ili presađivanjem sadnica. Ovisno o sorti svaka bundeva ima poseban zahtjev prostora, o čemu ovisi i veličina i broj plodova. Karakteristično je da se bundeve nakon nicanja sporo razvijaju, tek nakon 35 do 45 dana počinju vrlo brzo rasti razvijajući duge vriježe i velike listove (Pleh i sur., 1998). Važno je redovito zalijevanje, uklanjanje korova i gnojdba. Bundeve se bere kasno u jesen, nakon provjere boje povrtnice i peteljke, koja treba biti suha i uvenula. Tijekom zime se skladišti na suhom i hladnom mjestu.

2.4. MORFOLOŠKE I BIOLOŠKE KARAKTERISTIKE BUNDEVE

Bundeve je zeljasta biljka. Korijenje je vretenasto; glavni korijen može prodrijeti do 1 m u dubinu, a postrano korijenje i do 4 m (Pleh i sur., 1998). Puzava stabljika bundeve može biti okrugla ili uglasta, rebrasta, dlakava ili glatka. Listovi biljke bundeve se razlikuju prema pojedinoj sorti i također su različitih oblika (okruglih, potkovičasti i dr.) s dlakama ili bez.

Plod tikvovki je karakteriziran visokom polimorfnošću; *C. maxima* može biti ovalna, u obliku izduženog cilindra, spljoštena, srcolika, loptasta, sa suženjem prema zakrivljenom vratu jednog ili oba kraja (Pleh i sur., 1998; Salehi i sur., 2019). Boja ploda ovisi o sorti bundeve; uglavnom su žute, narančaste, zelene, bijele, bež ili/ i sive boje; kora može biti glatka,

grebenasta, naborana, bradavičasta.

Veličina *C. maxima* varira s visinom ploda od 5,8 do 71,6 cm, širinom 11,2 do 48,6 cm te težinom 0,5 do 50 kg (Salehi i sur., 2019). Peponium tj. plod bundeve sadrži sjemenke ili koštice, čija masa čini od 0,01 do 1 kg mase ploda bundeve. Sjeme bundeve je eliptično, spljošteno i ima jasno izražen rub. Sadrži od 37 do 54 % ulja (Pleh i sur., 1998). Istraživanja pokazuju različit kemijski i nutritivni sastav bundeva koji se pripisuje različitim sortama, uvjetima uzgajanja, okolišu, uvjetima skladištenja nakon berbe i sl.

2.5. KEMIJSKI SASTAV BUNDEVE

2.5.1. Kemijski sastav pulpe

Kvalitativnu ili kvantitativnu kemijsku razliku između vrsta roda *Cucurbitaceae* je teško odrediti bilo zbog sorte, različitosti okolišnih uvjeta i/ili faze sazrijevanja. Pulpa tri agroeonomski najvažnije vrste roda *Cucurbitaceae*, *C. maxima*, *C. pepo* i *C. moschata* sadrži 23,23; 42,39 te 133,53 g/kg ugljikohidrata i 11,31; 2,08 te 3,05 g/kg proteina (Kim i sur., 2012). Polisaharidima pulpe *C. maxima* se pripisuje antidijabetički učinak gdje dokazano snižavaju glukozu u krvi štakora dijabetičara. Također, pektin kao kompleksni polisaharid ima izvanredan učinak na snižavanje razine kolesterola u krvnoj plazmi i triglicerida u jetri te masnih kiselina u krvi (Khatib i Muhieddine, 2020). Najviši sadržaj masti, vlakana i mineralnih tvari, tj. pepela ima svježja pulpa *C. maxima* (4,20 g/kg masti, 10,88 g/kg vlakana i 10,53 g/kg pepela) u odnosu na ostale dvije vrste.

Pigmenti iz pulpe, poput karotenoida, luteina i zeaksantina se koriste kao aditivi u industriji hrane, medicini i kozmetici. Nosioci narančasto-žute boje bundeve su karotenoidi, a smatraju se značajnim izvorom pro-vitamina A koji je nužan za razvoj embrija, rast i normalan vid (Khatib i Muheiddine, 2020). Glavni karotenoid je β -karoten, zatim α -karoten, lutein i likopen, te u tragovima kriptoksantin i cis- β -karoten (Ninčević Grassino i sur., 2022; Zhou i sur., 2007). Pulpa *C. maxima* sadrži α -karoten u rasponu od 0,98 do 5,9 mg/100 g pulpe, β -karotena od 1,4 do 7,4 mg/100 g pulpe i luteina od 0,8 do 17 mg/100 g pulpe (Zhou i sur., 2007). Sorta bundeve „Hokkaido“ u svježoj pulpi sadrži 218 mg kg⁻¹ ukupnih karotenoida prema Lim i suradnicima (2011), dok Salehi i suradnici (2019) navode prosječnu vrijednost luteina i zeaksantina od 2,6 do 6,1 mg/100 mg jestivog dijela pulpe.

Bundeva je važan izvor minerala važnih za ljudsko zdravlje, a u odnosu na drugo povrće ima značajan udio kroma (Zhou i sur., 2007), a krom je komponenta tolerancijskog faktora glukoze (*engl.* Glucose Tolerance Factor, GTF) važnog za poboljšanje tolerancije

glukoze u krvi.

Prosječan sastav svježe pulpe *C. maxima*, bez kore i sjemenki, na 100 g jestivog dijela, daje energetske vrijednosti od 55 kJ (13 kcal) i sadrži 95 g vode, 0,7 g proteina, 2,2 g ugljikohidrata, 0,2 g masti, 1 g vlakana, 29 mg kalcija, 19 mg fosfora, 0,4 mg željeza, 450 µg β-karotena, 0,16 mg tiamina, 10 µg folata, 14 mg askorbinske kiseline, 0,1 mg niacina i riboflavin u tragovima (Lim, 2011). Pulpa bundeve, nutritivno bogata, kalorijski niska namirnica, bogata mineralima i vitaminima je iznimno važna namirnica u ljudskoj prehrani.

2.5.2. Kemijski sastav sjemenki

Sastav sjemenki *C. maxima* na 100 g proizvoda energetske vrijednosti od 2331 kJ (555 kcal) čini: 5,5 g vode, 23,4 g proteina, 46,2 g masti, 21,5 g ugljikohidrata, 2,2 g vlakana, 57 mg kalcija, 900 mg fosfora, 2,8 mg željeza, 0,15 mg tiamina i 1,4 mg niacina (Lim, 2011). *C. pepo* u usporedbi sa sjemenkama *C. moschata* i *C. maxima* ima viši udio ugljikohidrata, proteina, masti i vlakana (Salehi i sur., 2019). Sjemenke sadrže značajnu količinu vitamina E (tokoferol), visoke udjele lipida i proteina, a dobar su izvor minerala: kalija (5790 µg/g suha tvar), mangana (49,3 µg/g suha tvar), magnezija (5690 µg/g suha tvar), cinka (113 µg/g suha tvar) te još fosfora, selena, bakra i molibdena (Khatib i Muhieddine, 2020; Zhou i sur., 2007). Imaju visoki energetske značaj zbog 28,7 do 52,43 % lipida, 14,31 do 27,5 % proteina te 2,55 do 16,15 % vlakana (Zhou i sur., 2007; Salehi i sur., 2019). I sjemenke bundeve, poput pulpe predstavljaju kvalitetan izvor nutrijenata esencijalnih za ljudsko zdravlje.

2.5.3. Kemijski sastav kore

Kora, obično bačena tijekom proizvodnje predstavlja kvalitetan izvor nutrijenata. Nutritivni sastav kore *C. maxima* energetske vrijednosti 520,78 kJ (124,47 kcal) na 100 g je sljedeći: 89,8 mg vode, 1,65 mg lipida, 14,67 mg proteina, mineralnih tvari 7,32 mg, dijetalnih vlakana 13,38 mg, ugljikohidrata 12,41 mg, 10 mg vitamina C, 687,5 mg kalija, 9,65 mg natrija, 4 mg željeza, 1,36 mg kalcija i 3,35 mg mangana (Amin i sur., 2019). Dijetalna vlakna poput pektina iz kore, usporavaju probavu škroba, što pomaže kod liječenja dijabetesa (Chouaibi i sur., 2020; Hussain i sur., 2022). Iako kora sadrži znatne količine vlakana, proteina, minerala (natrija i željeza) u odnosu na pulpu sadrži manje ugljikohidrata, lipida i kalija.

U tradicionalnoj Perzijskoj medicini kora bundeve se koristila za liječenje peptičkog ulkusa, poremećaja jetre, gastrointestinalnog krvarenja i raznih rana poput opekline. Pektin iz kore, kao prebiotik djeluju na povećanje rasta dobrih bakterija u crijevima, a polisaharidi djeluju

na snižavanje žučne kiseline zbog čega je kora dobar funkcionalni sastojak (Batool i sur., 2022; Hussein i sur., 2022). Kora bundeve ima raznovrstan profil fenolnih sastojaka kojima se pripisuje blagotvoran učinak na zdravlje zahvaljujući njihovim antioksidacijskim svojstvima (Leichtweis i sur., 2022). Udio ukupnih karotenoida u kori „Hokkaido“ bundeve iznosi 1,048 mg/kg, pa tako prema Lim (2011) kora ima više karotenoida nego pulpa iste sorte. Biološki aktivni sastojci kore bundeve mogu ne samo poboljšati zdravlje čovjeka, već i promovirati kružnu ekonomiju u kojoj kora više nije samo biootpad.

2.6. SUŠENJE BUNDEVE

Sušenje je jedna od metoda koja ima najširu primjenu kod konzerviranja hrane. Procesi sušenja predstavljaju alternativu svježoj konzumaciji i omogućavaju korištenje u ne sezonskom vremenu. U osnovi radi se o uklanjanju vode iz biljne namirnice do te razine na kojoj se mikrobiološko kvarenje, fizičke i kemijske promjene te enzimske reakcije zaustavljaju i/ili smanjuju (Roongruangsri i Bronlund, 2015; Ninčević Grassino i sur., 2024). Dobiveni praškovi imaju duži rok trajanja, zahtijevaju manje skladišnog mjesta te olakšavaju transport, ali održavaju nutritivni i fitokemijski profil namirnice tijekom dužeg vremenskog perioda.

Prema mehanizmu prijenosa topline razlikujemo izravno ili konvekcijsko, neizravno ili kondukcijsko, sušenje zračenjem te dielektrično ili mikrovalno sušenje (Ninčević Grassino i sur., 2024). U najkorištenije tehnike ubrajamo konvekcijsko, sušenje zrakom, sušenje zamrzavanjem, raspršivanjem, sušenje u mikrovalnoj pećnici, u vakuumu, pomoću fluidiziranog sloja, osmotsko sušenje, ohmsko itd. (Mkhize i sur., 2023; Roongruangsri i Bronlund, 2015). Osim kod sušenja zamrzavanjem, osnovna metoda je primjena topline kondukcijom, konvekcijom i tehnikama zračenja, na materijal, kako bi voda iz matriksa isparila te bila uklonjena prisilnim zračnim tokovima (Sagar i Kumar, 2010). Sušenje smrzanjem ili liofilizacijom predstavlja dehidracijski proces uklanjanja vode sublimacijom leda, tj. materijal se zamrzne i okolni tlak se snizi što omogućava oslobođenje zamrznute vode u plinovitoj fazi (Roongruangsri i Bronlund, 2015; Indiarito i sur., 2021). Konvekcijsko sušenje znači direktan prijenos topline na materijal, difuzijom voda transportira do površine, koja biva uklonjena zračnim tokovima. Usporedba sa sušenjem na zraku, konvekcijsko je brže, uvjeti sušenja su kontrolirani, bolja je retencija fenolnih spojeva te ne dolazi do gubitka arome (Mkhizek i sur., 2023). Produžena izloženost kisiku pri visokim temperatura može dovesti do degradacije, odnosno uzrokovati nepovratne gubitke materijala poput teksture, boje i nutritivne vrijednosti (Ninčević Grassino i sur., 2024).

Sušenje u vakuum uvjetima, pri niskim tlaku, snižava temperaturu vrelišta tekućina, odnosno ubrzava prijelaz vode u plinovito stanje i njeno uklanjanje. Naspram konvekcijskog načina sušenja, vakuum predstavlja efektivniji proces sušenja, procesnu okolinu s manje kisika,

niže radne temperature i omogućuje rad s toplinski osjetljivim materijalom (Ninčević Grassino i sur., 2024; Mkhize i sur., 2023; Pinedo i Murr, 2006).

Bundeva se obično suši konvektivnim metodama, osmotskim sušenjem, smrzavanjem, mikrovalnim sušenjem i vakuumom (Mkhize i sur., 2023; Nawirska i sur., 2009), a odabir tehnike sušenja ovisi o željenoj kvaliteti krajnjeg proizvoda, prikladnosti i isplativosti metode.

2.7. PREDTRETMAN ULTRAZVUKOM

Predtretman se primjenjuje prije sušenja kako bi se skratilo vrijeme sušenja, očuvala nutritivna vrijednost, spriječila nepoželjna oksidacijska i enzimska aktivnost, te snizila cijena što posljedično smanjuje troškove sušenja.

Ultrazvučno frekventno polje se nalazi iznad područja sluha čovjeka te ispod mikrovalnih frekvencija, sa vrijednostima frekvencija od 20 do 1000 kHz. Primjena tih frekvencija mijenja svojstva biljnog materijala. Ultrazvučni valovi stvaraju izmjenične cikluse ekspanzije i kompresije materijala u otapalu. Izmjenični ciklusi djeluju na molekularnu udaljenost čestica, a prelaskom kritične udaljenosti stvaraju se mjehurići koje se nazivaju kavitacije. Kavitacije stvaraju mikroskopske pukotine u materijalu; ciklusima širenja i sakupljanja doseže se kritična točka te se oslobađa do 5000 K pri tlaku od 2000 atmosfera u ultrazvučnoj kupelji na sobnoj temperaturi (Chemat et al., 2011). Takvi uvjeti pridonose razgradnji stanične stijenke, osiguravajući povećan prijenos mase analita u otapalo te njegovoj poboljšanoj topljivosti. Također primjenom ultrazvuka skraćuje se vrijeme, olakšava rukovanje i povećava ukupna iskoristivost procesa. Mogući su i negativni efekti djelovanja ultrazvuka primjenom neodgovarajuće snage (amplitude), vremena i frekvencije.

2.8. ANALITIČKI POSTUPCI ODREĐIVANJA KEMIJSKOG SASTAVA

2.8.1. Gravimetrija

Gravimetrijske metode analize spadaju u kvantitativne analitičke metode, temeljene na mjerenju mase ili promjeni mase pomoću analitičke vage. Postoje dvije temeljne gravimetrijske metode analize, a čine ih taložna gravimetrijska analiza te metoda ishlapljivanja.

Kod taložne gravimetrije analit se taloži s pogodnim taložnim reagensom, koji se prevodi u teško topljivi talog koji se potom filtrira, ispire od onečišćenja i prikladnom toplinskom obradom suši ili žari u novi produkt koji se važe. Metoda ishlapljivanja zahtjeva da analit ili

produkti razgradnje ishlape na pogodnoj temperaturi. Zatim se hlapljivi produkt važe ili se masa određuje posredno iz gubitka mase uzorka.

2.8.2. UV/Vis spektrofotometrija

Spektrofotometrija u ultraljubičastom (UV) i vidljivom (Vis) području elektromagnetskog zračenja (EZ) je jedna od instrumentalnih analitičkih tehnika široke primjene u kvalitativnoj i kvantitativnoj kemijskoj analizi. Karakterizira ju vrlo brzo izvođenje mjerenja, jednostavnost, selektivnost, točnost i preciznost (Skoog i sur., 1999).

Metoda se temelji na interakciji UV i Vis zračenja s atomima i molekulama, koji prelaze iz osnovnog u pobuđeno stanje, stvarajući karakteristične apsorpcijske spektre, specifične za pojedinu tvar.

Spektrofotometar je uređaj na kojem se provode spektrofotometrijske analize; mjeri apsorbanciju ili transmisiju EZ u uzorku kroz koji se propušta svjetlost odgovarajuće valne duljine (λ). Osnovni dijelovi uređaja su izvor svjetlosti, monokromator (sustav koji rasipa zračenje), spremnik za uzorak (kiveta), detektor (uređaj koji mjeri intenzitet propuštene svjetlosti) i procesor signala. Kod spektrofotometrije u vidljivom dijelu koriste se lampe s volframovom niti, halogene ili ksenonske žarulje, a za ultraljubičasti dio spektra se rabe lampe s deuterijevom niti (Sabo, 2021).

Intenzitet signala kod UV/Vis spektrofotometrije ovisi o sposobnosti analita da apsorbira svjetlost, duljini puta zraka kroz otopinu (debljina kivete) i o koncentraciji analita (Skoog i sur., 1999). Kvantitativna analiza se zasniva na Lambert-Beerovom zakonu [1] za koji vrijedi da je odnos između apsorbancije i koncentracije analita linearan:

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot c \quad [1],$$

pri čemu je A apsorbancija (bezdimenzionalna veličina), ε molarni apsorpcijski koeficijent (L/mol cm), b je duljina puta zračenja, tj. debljina kivete (cm) i c je množinska koncentracija uzorka (mol/L). Lambert-Beerov zakon vrijedi samo za razrijeđene otopine, bez interakcija među otopljenim tvarima (Skoog i sur., 1999). Apsorbancija pri određenoj valnoj duljini je direktno proporcionalna množinskoj koncentraciji analita; veća/manja apsorbancija znači veća/manja množinska koncentracija. Ako analit ne apsorbira EZ, dodaju se kromogeni reagensi koji prevode analit u produkt koji apsorbira EZ (Skoog i sur., 1999).

2.8.3. Određivanje udjela vlage

Određivanje sadržaja vode ima veliki značaj, jer voda utječe na fizikalna, kemijska i nutritivna svojstva proizvoda. Voda je uvijek prisutna u hrani, u širokom rasponu od 0,05 do

97 % mase namirnice. Udio vode bitno utječe na volumen i masu proizvoda, posljedično i na troškove transporta i skladištenja.

Metode za određivanje vode se dijele na fizikalne (indirektne i direktne), kemijske i fizikalno-kemijske metode. U indirektne fizikalne metode se ubrajaju metode određivanja vode sušenjem, refraktometrijska metoda, određivanje vode/suhe tvari na principu električne vodljivosti (konduktometrija) i određivanje na principu dielektrične konstante. Direktne metode su metode kod kojih se voda izdvaja i onda mjeri, npr. azeotropna destilacija.

Određivanje sadržaja vlage sušenjem predstavlja najčešće korištenu metodu određivanja vode, pri čemu se uzorak zagrijava u zadanim uvjetima, a gubitak mase prije i nakon sušenja omogućuje izračunavanje udjela vode u uzorku. Temelji se na eliminaciji vode sušenjem pri povišenim temperaturama i povišenom ili sniženom tlaku tj. zračnoj ili vakuum sušnici.

Kod metoda određivanja sadržaja vlage, pripremom uzoraka treba minimizirati nenamjerne gubitke ili povećanja udjela vode tijekom analize.

2.8.4. Određivanje udjela pepela

Sadržaj pepela predstavlja ukupni sadržaj mineralnih tvari u namirnicama biljnog ili životinjskog podrijetla. Pepeo je anorganski ostatak koji zaostaje nakon paljenja ili potpune oksidacije organske tvari u hrani. Poznavanje udjela pepela može dati podatke o podrijetlu namirnice, načinu prerade i patvorenja. Uzorak se može spaljivati u zdjelicama od porculana, platine ili kvarca, u mufolnoj peći koja ima temperaturni raspon od 450 do 1000 °C.

2.8.5. Određivanje sadržaja šećera

Za određivanje sadržaja šećera, potrebno je ekstrahirati šećere iz uzorka i pročititi ovisno o daljnjoj analizi. Kako bi se povećala efikasnost ekstrakcije analizirani materijal treba usitniti čime se omogućava bolji kontakt uzorka i otapala. U pročišćenom ekstraktu šećeri se mogu određivati fizičkim, kemijskim (kolorimetrijske, gravimetrijske i titrimetrijske metode), kromatografskim, enzimskim i imunološkim metodama (Skoog i sur., 1999).

Kolorimetrijska tehnika je bazirana na kemijskoj reakciji šećera s različitim kromogenim reagensima, pri čemu se razvijaju i različita karakteristična obojenja čiju apsorbanciju mjerimo spektrofotometrijski.

Kod određivanja sadržaja šećera u ovom radu korišten je fenol kao organski reagens uz koncentriranu sumpornu kiselinu. Intenzitet nastalog obojenja mjeri se na UV/Vis spektrofotometru pri valnoj duljini od 490 nm.

2.8.6. Određivanje udjela proteina

Proteini ili bjelančevine predstavljaju veliku skupinu strukturno kompleksnih spojeva koje su esencijalne za funkcioniranje organizma. Proteini su građeni od aminokiselina, povezanih peptidnim vezama. Sadržaj proteina u hrani ima značaj zbog svoje hranjive vrijednosti, enzimske aktivnosti i tehnološko-funkcionalnih svojstava.

Pri analizi proteina češće se koriste metode koje određuju ukupnu količinu proteina od metoda koje određuju udio pojedinih aminokiselina. Najširu primjenu određivanja proteina imaju metode koje se temelje na mjerenju ukupnog dušika (Marković, 2021). Najčešće korištene metode su metoda po Dumasu - suho spaljivanje namirnica u struji kisika i metoda po Kjeldahu - vlažno spaljivanje namirnica. Također postoje i reakcije temeljene na taloženju ili promjeni boje, npr. Biuret reakcija, primjena azo bojila, ksantoproteinska reakcija, Sörensova formolna titracija i elektroforeza.

U ovom radu je korištena Biuret metoda. Temelji se na reakciji bakrovih iona s peptidnim vezama u lužnatim uvjetima, pri čemu dolazi do nastanka ljubičastog obojenja, čija se apsorbancija mjeri spektrofotometrom pri valnoj duljini od 540 nm.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. MATERIJAL

Pri izradi ovog rada korištena je bundeva sorte „Hokkaido“ (Exotic king, Šulog, Donja Bistra, Zagreb). Uzorci pulpe bundeve, oznaka 2 do 8 te kore bundeve, oznaka 10 do 16 su predtretirani u ultrazvučnoj kupelji (Elmasonic, P300H, Elma, Njemačka). Uzorci 2 i 10 nisu predtretirani, već samo osušeni. Uz nepromijenjenu varijablu, frekvenciju od 37 kHz parametri predtretmana u ultrazvučnoj (UZV) kupelji prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Parametri predtretmana u ultrazvučnoj (UZV) kupelji i parametri vakuum sušenja kojim su podvrgnuti uzorci pulpe i kore bundeve.

Bundeva	Oznaka uzorka	UZV kupelj		Vakuum sušenje
		amplituda (%)	vrijeme (min)	
Pulpa	2	/		$T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p = 100\text{ mbar}$
	3	90 %	15 min	
	4	60 %	15 min	
	5	90 %	30 min	
	6	60 %	30 min	
	7	90 %	45 min	
	8	60 %	45 min	
Kora	10	/		
	11	90 %	15 min	
	12	60 %	15 min	
	13	90 %	30 min	
	14	60 %	30 min	
	15	90 %	45 min	
	16	60 %	45 min	

Uzorci pulpe i kore bundeve su sušeni u kondukcijskoj sušari (Memmert, VO200 PM 200 GmbH&Co, KG, Njemačka) u Laboratoriju za tehnološke operacije, na temperaturi od 60 °C uz tlak zraka od 100 mbar (tablica 1). Nakon sušenja uzorci su samljeveni ručnim blenderom te čuvani u staklenim posudama na sobnoj temperaturi, u tamnom.

3.2. KEMIKALIJE

- Albumin iz goveđeg seruma (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA)
- Destilirana voda (Zagreb, Hrvatska)
- Fenol (Acros organics, Geel, Belgija)
- Glukoza monohidrat (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA)

- Kalij natrij tartarat (Alkaloid, Skopje, Makedonija)
- Kalijev jodid (Kemika, Zagreb, Hrvatska)
- Natrijev hidroksid (T.T.T., Sveta Nedjelja, Hrvatska)
- Sumporna kiselina (Chemicals VWR Chemicals, Pennsylvania, SAD)

3.3. APARATURA

- Analitička vaga (JOBST, Samobor, Hrvatska)
- Magnetska miješalica (IKA, RH basic 2, Boutersem, Belgija)
- Mufolna peć (Model Heraew)
- Sušionik (Instrumentaria, Zagreb, Hrvatska)
- Kondukcijska sušara (Memmert, VO200 PM 200, GmbH&Co, KG, Njemačka)
- Ultrazvučna vodena kupelj (Elmasonic, P300H, Elma, Njemačka)
- UV/Vis Spektrofotometar (Perkin-Elmer, Lambda 25, Massachusetts, USA)
- Vorteks (Metron, Zagreb, Hrvatska)

3.4. PRIBOR

- Aluminijske posudice
- Automatska pipeta volumena 100 - 1000 μ L (KemoLab, Zagreb, Hrvatska)
- Boce za čuvanje otopina, 500 ml
- Eksikator sa silika gelom
- Falcon kivete, 50 mL
- Filter papir
- Hvataljke
- Menzure volumena 10 i 100 mL
- Magneti
- Odmjerne tikvice volumena 10, 25, 50 i 100 mL
- Pinceta
- Plamenik
- Porculanske zdjelice
- Staklene čaše volumena 50, 100 i 150 mL
- Stakleni lijevci
- Staklene posudice za čuvanje uzoraka
- Stakleni štapići

3.5. METODE

3.5.1. Određivanje sadržaja vlage u uzorcima bundeve

Sadržaj vode u uzorcima sušene pulpe i kore bundeve je određen AOAC metodom (AOAC, 2005). U aluminijsku posudicu je odvagano 3 g uzorka, zatim se posudice s uzorkom suše do konstantne mase, u sušioniku na temperaturi od 105 °C. Završetkom sušenja posudice s uzorcima se hlade u eksikatoru (1 h) i ponovno važu.

Udio vlage u uzorcima bundeve se računa prema formuli [2]:

$$w \text{ (voda)} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad [2]$$

gdje je m_2 - masa aluminijske posudice s uzorkom prije sušenja (g), m_3 - masa aluminijske posudice s uzorkom poslije sušenja (g) te m_1 - masa prazne aluminijske posudice (g).

3.5.2. Određivanje pepela u uzorcima bundeve

Sadržaj pepela u uzorcima pulpe i kore bundeve je određen prema AOAC metodi (AOAC, 2005). Porculanski lončić se žari na 600 °C tijekom 1 h u mufolnoj peći, zatim hladi u eksikatoru (1 h) i važe. Potom se lončić, sa odvagom uzorka 1 g stavlja u mufolnu peć na 600 °C i žari 4 h. Nakon žarenja, slijedi hlađenje u eksikatoru (1 h). Udio pepela se računa prema formuli [3]:

$$w \text{ (pepeo)} = \frac{m_3 - m_2}{m_1} \cdot 100 \quad [3]$$

gdje je m_3 - lončić s pepelom nakon žarenja i hlađenja (g), m_2 - masa praznog lončića nakon žarenja (g) i m_1 - masa uzorka koji je uzet za analizu (g).

3.5.3. Određivanje sadržaja šećera u uzorcima bundeve

3.5.3.1. Priprema otopina za određivanje šećera

Kako bi se pripremila ishodna otopina glukoze ($\gamma = 2000 \text{ mg L}^{-1}$) odvagano je 100 mg glukoze u odmjernu tikvicu od 50 mL i nadopunjeno deioniziranom vodom do oznake.

Za pripremu otopine fenola ($w = 5 \%$, w/v) odvažuje se 2,5 g fenola, otopi u deioniziranoj vodi

te kvantitativno prenese u odmjernu tikvicu od 50 mL.

3.5.3.2. Izrada baždarnog dijagrama kod određivanja sadržaja šećera

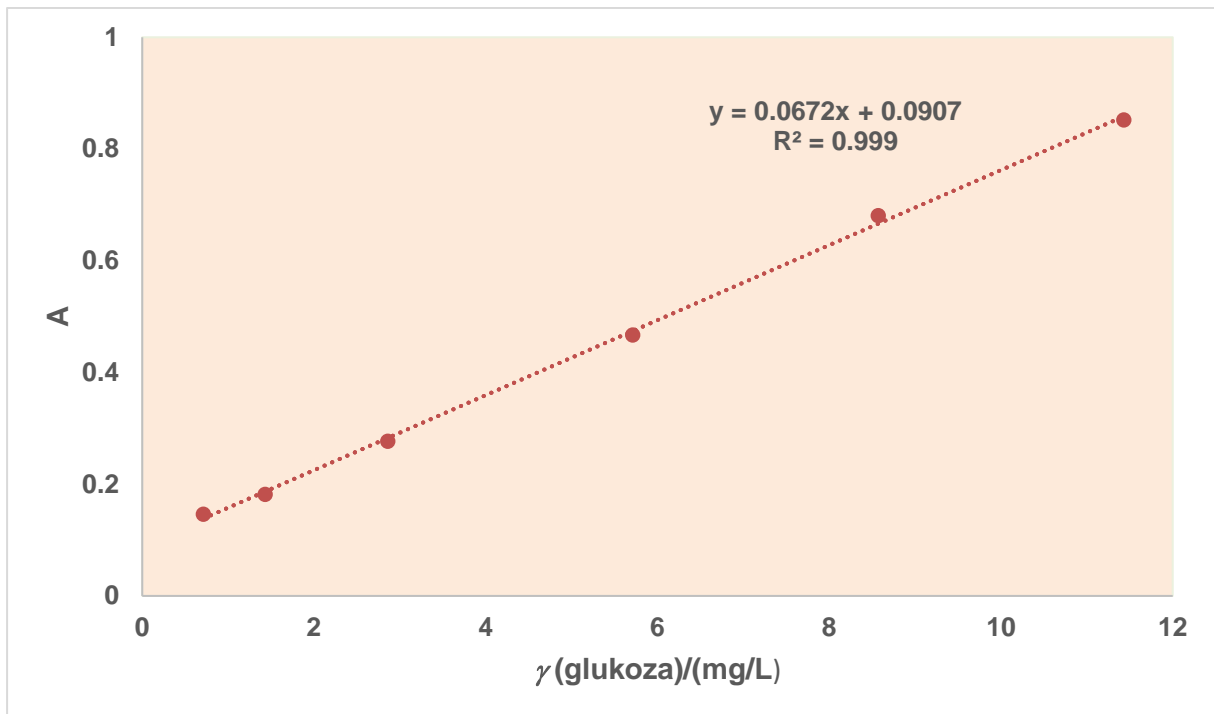
Iz ishodne otopine glukoze se pripreme pojedinačne standardne otopine masenih koncentracija 5, 10, 20, 40, 60 i 80 mg/L. Za pripremu pojedinačnih standardnih otopina se otpipetira 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5 i 2,0 mL alikvota ishodne otopine glukoze, u odmjerne tikvice od 50 mL, koje se potom napune deioniziranom vodom do oznake. Iz svake priređene standardne otopine otpipetiran je 1 mL alikvota, u odmjernu tikvicu od 10 mL. Nakon toga se doda 1 mL 5 %-tne otopine fenola i 5 mL koncentrirane sumporne kiseline. Ovako priređene otopine se homogeniziraju na vorteksu, zatim zagrijavaju u vodenoj kupelji uz ključanje (10 min) te hlade 5 min u posudi s ledom. Nakon hlađenja, odmjerne tikvice se drže na tamnom mjestu 30 min pri sobnoj temperaturi, a zatim im se izmjeri apsorbancija (*A*) na UV/Vis spektrofotometru pri $\lambda = 490$ nm (tablica 2).

Slijepa proba se priredi na isti način, no umjesto 1 mL standarda glukoze upotrijebi se deionizirana voda. Iz dobivenih vrijednosti apsorbancija i pripadajućih masenih koncentracija individualnih standardnih otopina glukoze izradi se baždarni dijagram (slika 1).

Tablica 2. Masene koncentracije individualnih standardnih otopina i pripadajuće vrijednosti apsorbancija izmjerenih spektrofotometrom pri valnoj duljini od 490 nm.

Standardna otopina	y (glukoza) / (mg/L)	$A \pm SD$
0	0	0,00 \pm 0,00
1	5	0,15 \pm 0,00
2	10	0,18 \pm 0,00
3	20	0,28 \pm 0,08
4	40	0,47 \pm 0,01
5	60	0,68 \pm 0,07
6	80	0,85 \pm 0,05

A - apsorbancija; *SD* - standardna devijacija



Slika 1. Baždarni dijagram glukoze

3.5.3.3. Analiza uzoraka kod određivanja sadržaja šećera

Kako bi pripravili ekstrakte koji se koriste za određivanje sadržaja šećera, korištena je ultrazvukom potpomognuta ekstrakcija. Odvagan je 1 g uzorka u staklenu čašu od 50 mL, dodano je 30 mL deionizirane vode te su čaše sa uzorcima stavljene u ultrazvučnu kupelj na ekstrakciju. Ekstrakcija je provedena pri temperaturi od 50 °C, frekvenciji od 37 kHz, 95 % amplitudi i vremenu od 40 min. Nakon ekstrakcije uzorci se profiltriraju kroz obični filter papir u falcon kivete koje se čuvaju na 4 °C tijekom 24 h.

Za određivanje nepoznatih masenih koncentracija šećera u uzorcima bundeve korišten je isti postupak kao i kod standarda (poglavlje 3.5.3.2.), no umjesto 1 mL pojedinačnih standardnih otopina otpipetiran je 1 mL razrijeđenih uzoraka. Razrijeđene otopine uzoraka pripremljene su pipetiranjem 1 mL alikvota ekstrakata šećera uz nadopunjavanje odmjerne tikvice od 100 mL deioniziranom vodom. Masene koncentracije ukupnih šećera, odnosno maseni udjeli u uzorcima bundeve računaju se iz baždarnog dijagrama pomoću jednadžbe pravca (slika 2).

3.5.4. Određivanje sadržaja proteina u uzorcima bundeve

3.5.4.1. Priprema otopina

Za pripremu ishodne otopine albumina iz goveđeg seruma (BSA) odvažuje se 0,500 g BSA i topi u 25 mL deionizirane vode.

Biuret reagens je pripremljen vaganjem 1,6 g NaOH, 1,8 g KNa tartarata, 0,6 g CuSO₄ i 1,8 g KI u deioniziranoj vodi te kvantitativnim prenošenjem u odmjernu tikvicu volumena od 200 mL.

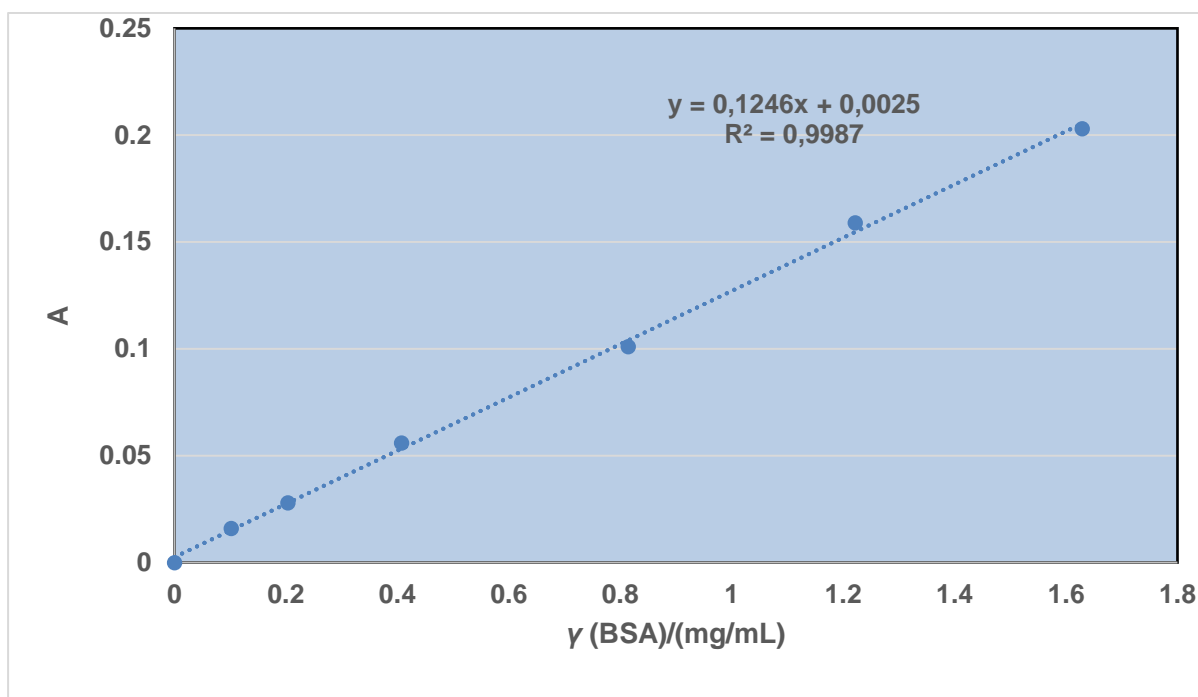
3.5.4.2. Izrada baždarnog dijagrama kod određivanja sadržaja proteina

Pojedinačne standardne otopine BSA masenih koncentracija 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,2 i 1,6 mg/mL se prirede za izradu baždarnog dijagrama (tablica 3). Iz ishodne otopine BSA ($\gamma = 20$ mg/mL) se otpipetiraju alikvoti od 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5 i 2,0 mL u odmjerne tikvice od 25 mL koje se nadopune deioniziranom vodom. Iz tako priređenih, pojedinačnih standardnih otopina se otpipetira alikvot od 3 mL u odmjernu tikvicu od 10 mL te se doda 3 mL Biuret reagensa. Nakon homogenizacije otopina na vorteksu i inkubacija 30 min na sobnoj temperaturi otopinama uzoraka se izmjeri apsorbancija (A) pri valnoj duljini od 540 nm pomoću UV/Vis spektrofotometra. Slijepa proba se priredi dodatkom 3 mL Biuret reagensa i 3 mL deionizirane vode. Prema dobivenim podacima ovisnosti masenih koncentracija i apsorbancija se izradi baždarni dijagram (slika 2).

Tablica 3. Masene koncentracije pojedinačnih standardnih otopina albumina iz goveđeg seruma (BSA) i pripadajuće vrijednosti apsorbancija, mjerene na UV/Vis spektrofotometru pri $\lambda = 540$ nm.

Standardna otopina	γ (BSA) / (mg/mL)	$A \pm SD$
0	0,0	0,00 \pm 0,00
1	0,1	0,02 \pm 0,00
2	0,2	0,03 \pm 0,00
3	0,4	0,06 \pm 0,00
4	0,8	0,10 \pm 0,00
5	1,2	0,16 \pm 0,00
6	1,6	0,20 \pm 0,00

A - apsorbancija, SD - standardna devijacija



Slika 2. Baždarni dijagram albumin iz goveđeg seruma (BSA)

3.5.4.3. Analiza uzoraka kod određivanja sadržaja proteina

Kao i kod šećera, priprema uzoraka bundeve za analizu proteina također uključuje ekstrakciju potpomognutu ultrazvukom. Odvagan je 1 g uzorka sušene pulpe i kore bundeve te je dodano 30 mL fosfatnog pufera u laboratorijsku čašu. Uvjeti pri kojima je ultrazvučna ekstrakcija provedena su jednaki onima navedenim u poglavlju 3.5.3.3. (Analiza uzoraka kod određivanja sadržaja šećera).

Nakon ekstrakcije uzorci se filtriraju kroz obični filter papir u falcon kivete. Potom se dobiveni ekstrakti razrijede (1 mL ekstrakta u 10 mL deionizirane vode). Alikvot od 3 mL razrijeđenog ekstrakta se otpipetira u odmjernu tikvicu od 10 mL, a zatim se u tikvicu doda 3 mL Biuret reagensa. Daljnji postupak pripreme slijepa probe i mjerenja apsorbancija je identičan onom postupku opisanom u poglavlju 3.5.4.2. Sadržaj proteina u uzorcima se izračuna pomoću jednadžbe pravca prikazane na slici 2.

3.6. STATISTIČKA ANALIZA

Dobivene vrijednosti provedenih analiza su obrađene pomoću Microsoft Excel (2019) i prikazane su kao srednja vrijednost četiriju paralelnih mjerenja ($N = 4$) ± standardna devijacija (SD).

4. REZULTATI I RASPRAVA

Bundeve je namirnica visoke nutritivne, niske energetske vrijednosti te ima blagotvoran učinak na zdravlje. Kemijski sastav bundeve se razlikuje s obzirom na njene dijelove i ovisi o samoj sorti, vrsti, klimatskim uvjetima uzgoja, tlu, nametnicima, upotrebi kemikalija tijekom uzgoja i stupnju zrelosti. Cilj ovog rada je bio odrediti kemijski sastav „Hokkaido“ bundeve sušene vakuumom uz predtretman ultrazvukom, čime bi se dobili značajni rezultati kvalitete praha pulpe i kore kao i daljnje njihove primjene. Naime, dodatak praha bundeve poboljšava fizikalno-kemijska svojstva kao i kvalitetu proizvoda u koje se dodaje (Hussain i sur., 2022). Dobiveni rezultati su prikazani u tablicama 4 - 7.

4.1. SADRŽAJ VLAGE U UZORCIMA BUNDEVE

Sadržaj vlage u osušenim uzorcima pulpe (2 - 8) i kore (10 - 16) određen je gravimetrijskom metodom. Rezultati pokazuju (Tablica 4) da sušena pulpa sadrži više vode (13,97 - 16,22 %) od uzoraka kore (6,53 - 8,83 %). Prosječni udio vode u uzorcima sušene pulpe (2 - 8) iznosi 15,02 % te je veći (~2 %) nego prosječni udio vode (7,89 %) u uzorcima sušene kore (10 - 16). Dobivena prosječna vrijednost udjela vode u kori je nešto niža od vrijednosti (8,7 %) koju dobivaju de Escalada Pla i suradnici (2007) kod kore sušene *C. moschata*. Neznatna odstupanja u sadržaju vode zasigurno nastupaju zbog razlike u sorti. Sathiya Mala i suradnici (2016) dobivaju 7,23 % vode u sušenoj kori te 11,45 % vode u sušenoj pulpi bundeve. Odstupanje od ovdje prikazanog prosječnog rezultata sušene pulpe (15,02 %) može se pripisati predtretiranju uzorka, različitom staništu i sorti, uvjetima uzgoja, različitim načinima sušenja i sl.

Tablica 4. Udio vlage u uzorcima bundeve

w (voda)/% ± SD			
Pulpa		Kora	
2	15,98 ± 0,00	10	7,74 ± 0,00
3	14,02 ± 0,00	11	8,78 ± 0,01
4	14,08 ± 0,00	12	7,86 ± 0,00
5	13,97 ± 0,00	13	7,64 ± 0,00
6	15,41 ± 0,00	14	6,53 ± 0,00
7	15,46 ± 0,01	15	7,80 ± 0,00
8	16,22 ± 0,00	16	8,83 ± 0,00

SD - standardna devijacija

Udio vlage je važna informacija pri određivanju roka trajnosti, odnosno sigurnoj konzumaciji namirnice. Ako je cilj dobiti namirnicu s najnižim sadržajem vlage (13,97 %), onda bi za pulpu bundeve bio optimalan ultrazvučni predtretman kombinacije 90 %-tne amplituda i vremena od 30 minuta. Kombinacijom 60 i 90 % amplitude i kraćeg vremena tretmana od 15 minuta (uzorci 3 i 4) također se dobiva niski udio vlage. No, kombinacijom amplituda od 60 i 90 % pri najdužem vremenu predtretmana od 45 minuta vrijednosti vlage rastu (15,46 i 16,22 %) i približno su jednake ne tretiranom uzorku 2 (15,98 %).

Uzorci kore imaju manji prosječni udio vlage (7,89 %) od uzoraka pulpe (15,02 %), što je i očekivano budući da svježa pulpa sadržava i viši udio vode (~94 %) u odnosu na koru. Najmanji udio vlage od 6,53 % dobiven je predtretmanom 60 % amplitude i vremena od 30 minuta. Pri istom vremenu, no s većom amplitudom od 90 % također dolazi do neznatnog smanjenja vlage (7,64 %) u odnosu na ne tretirani uzorka (7,74 %). Vrijeme predtretmana od 15 minuta, neovisno o amplitudi, ne dovodi do smanjenja sadržaja vlage (8,78 % i 7,86 %) u odnosu na netretirani uzorak 10 (7,74 %). Isto vrijedi i za predtretman u trajanju od 45 minuta, gdje neovisno o amplitudi, udjeli vlage jesu veći (7,8 % i 8,83 %).

Iz navedenog može se zaključiti da predtretman od 30 minuta i amplitude od 60 i 90 % jesu prikladni parametri ultrazvučnog predtretmana bilo pulpe bilo kore, pa bi se kao takvi trebali primjenjivati u slučaju daljnjeg dobivanja sušenih uzoraka.

4.2. SADRŽAJ PEPELA U UZORCIMA BUNDEVE

Sadržaj pepela u uzorcima pulpe i kore bundeve također je određen gravimetrijskom metodom. Dobiveni rezultati su prikazani u tablici 5. Prosječni udio pepela sušenih uzoraka pulpe bundeve (2 - 8) iznosi 6,03 %, a prosječni udio pepela sušenih uzoraka kore (10 - 16) 43,21 %. Budući da uzorci sušene kore bundeve imaju viši udio pepela (anorganski ostatak) za očekivati je da isti uzorci imaju i viši udio kemijskih elemenata koji omogućavaju brži metabolizam te stabilan rast i razvoj (Czech i sur., 2018). Stoga, koru sa gotovo 7 puta većim udjelom anorganskog ostatka u odnosu na pulpu možemo smatrati potencijalnim, bogatim izvorom različitih kemijskih elemenata, čiju bi zastupljenost trebalo odrediti drugim analitičkim metodama (Ninčević Grassino i sur., 2023).

Dinu i suradnici (2016) za svježe uzorke pulpe *C. maxima* Duch predtretirane alkoholom metanolom dobivaju vrijednosti pepela od 7,53 i 8,40 %, dok Armesto i suradnici (2020) za svježe ne tretirane uzorke sorte *C. moschata* D. („Butternut“) dobivaju znatno niže udjele (1,03 - 1,30 %). Dakle, usporedbom rezultata dobivenih u ovom radu i spomenutih istraživanja može se zaključiti kako razlike u sadržaju pepela nastaju zbog razlike u sorti te metodi obrade ili pak ne obrade uzorka prije same analize.

Tablica 5. Udio pepela u uzorcima bundeve

w (pepeo) / % ± SD			
Pulpa		Kora	
2	5,86 ± 0,22	10	10,36 ± 0,13
3	5,04 ± 0,03	11	7,83 ± 0,15
4	5,28 ± 0,11	12	8,52 ± 0,40
5	4,84 ± 0,20	13	9,62 ± 0,14
6	7,28 ± 0,35	14	8,72 ± 0,23
7	7,25 ± 0,18	15	8,93 ± 0,18
8	6,66 ± 0,06	16	8,09 ± 0,08

SD - standardna devijacija

Iako je udio pepela u uzorcima sušene pulpe (2 - 8) nađen u vrlo uskom rasponu, od 4,84 % do 7,28 %, valja ipak naglasiti da predtretman amplitude 60 % tijekom 30 minuta daje najveće udjela pepela od 7,28 %. Gotovo ista vrijednost (7,25 %) dobiva se predtretmanom 60 % amplitude tijekom 45 min. U usporedbi sa ne tretiranim uzorkom (2) čiji udio pepela iznosi 5,86 %, uzorci predtretirani 15 minuta pri amplitudi od 90 % i 60 % daju nešto niže vrijednosti od 5,04 % i 5,28 %. Najniži sadržaj pepela ima uzorak 5 (90 % amplituda i 30 minuta).

Kod uzoraka sušene kore bundeve (10 - 16) dobiveni su udjeli pepela od 7,83 do 10,36 %. Ne tretirani uzorak sadrži 10,36 % pepela. Predtretman amplitude 90 i 60 % tijekom 15 i 45 minuta doprinosi smanjenju sadržaj pepela (7,83 % i 8,09 %) u odnosu na ne tretirani uzorak. Najviše vrijednosti pepela (9,62 %) dobivene su 90 % amplitudom tijekom 30 minuta predtretmana. Smanjenje amplitude od 60 % pri vremenu od 30 minuta ili povećanjem vremena predtretmana od 45 minuta pri nižoj amplitudi od 60 %, dovodi do smanjenja vrijednosti pepela od 8,72 % tj. 8,09 %.

Na osnovi dobivenih vrijednosti, može se zaključiti da ultrazvučni predtretman utječe na povećanje sadržaja pepela u usporedbi sa ne tretiranim uzorkom, a optimalni uvjet predobrade je amplituda od 90 % i vrijeme od 30 minuta i kod pulpe i kod kore.

4.3. SADRŽAJ ŠEĆERA U UZORCIMA BUNDEVE

Sadržaj ukupnih šećera u uzorcima sušene pulpe i kore određen je spektrofotometrijskom metodom, a dobiveni rezultati su prikazani u tablici 6. Ukupni šećeri su zastupljeniji u pulpi (31,46 - 43,74 %) nego u kori (11,28 - 16,80 %), što ovoj namirnici tijekom pripreme različitih jela na bazi pulpe bundeve daje prepoznatljivu slatkoću. Prosječan udio šećera (36,91 %) osušenih uzoraka pulpe (2 - 8) je oko 3 puta viši od prosječnog udjela šećera

(13,68 %) osušenih uzoraka kore (10 - 16). Tako su Badr i suradnici (2011) pokazali da sušena kora sorte *C. pepo* L. također sadrži niži udio šećera (19,45 %) nego pulpa (48,40 %), iako se radi o različitim sortama bundeva kao i različitim metodama dobivanja sušenog praha. Dhiman i suradnici (2017) dobivaju za sušenu pulpu, udio šećera od 40,32 %, što je ovisno o amplitudi i vremenu, reda veličine vrijednostima prikazanim u tablici 6.

Tablica 6. Sadržaj ukupnih šećera u uzorcima bundeve

Uzorak		A ± SD	w (ukupni šećeri)/% ± SD
pulpa	2	0,40 ± 0,04	38,52 ± 5,18
	3	0,40 ± 0,01	40,41 ± 3,74
	4	0,38 ± 0,22	36,51 ± 2,78
	5	0,44 ± 0,26	43,74 ± 3,21
	6	0,34 ± 0,02	31,60 ± 2,25
	7	0,38 ± 0,01	36,10 ± 1,11
	8	0,35 ± 0,01	31,46 ± 0,50
kora	10	0,45 ± 0,02	11,28 ± 1,15
	11	0,63 ± 0,37	16,80 ± 0,75
	12	0,54 ± 0,02	13,98 ± 1,06
	13	0,50 ± 0,03	12,60 ± 1,02
	14	0,53 ± 0,03	13,54 ± 0,25
	15	0,55 ± 0,01	14,12 ± 1,15
	16	0,52 ± 0,04	13,42 ± 0,01

A - apsorbancija; SD - standardna devijacija

Na temelju literaturnih pretraživanja, utvrđeno je da nema istraživanja koji na isti način predtretiraju i suše „Hokkaido“ bundevu, pa je usporedba rezultata dobivenih u ovom rada napravljena s prethodno spomenutim rezultatima.

Tablica 6 pokazuje da osušeni uzorci pulpe (2 - 8) sadrže šećere u rasponu od 31,6 do 43,74 %. Predobrada pulpe ultrazvukom amplitude 60 % u vremenu od 15, 30 i 45 minuta daje niže udjele šećera (36,51 %, 31,60 % i 31,46 %) u odnosu na predtretman amplitude od 90 % pri istim vremenima. Dobivene vrijednosti šećera iznose 40,41 % (15 minuta), 43,74 % (30 minuta) i 36,10 % (45 minuta). Na temelju navedenog može se zaključiti da veća amplituda uz kraće vrijeme predtretmana (15 i 30 minuta) pospješuje oslobađanje šećera iz tretiranog uzorka što rezultira i većim sadržajem šećera. Nakon 45 minuta, neovisno o amplitudi nema promjena u efikasnosti tretmana, a dobivene vrijednosti su čak i niže u odnosu na ne tretirani uzork pulpe (38,52 %).

Osušeni uzorci kore bundeve (10 - 16) sadrže 11,28 % do 16,80 % ukupnih šećera. Ne tretirani uzorak ima najniži udio šećera 11,28 %; što znači da predtretiranje kore

ultrazvukom svakako utječe na povećanje sadržaja šećera. Predtretman 60 % amplitudom dovodi do neznatnog opadanja udjela šećera tijekom 15 (13,98 %) i 45 (13,42 %) minuta u odnosu na ista vremena pri 90 % amplitudi (16,80 i 14,12 %). U odnosu na 15 i 45 minutni predtretman kod 30 minuta obrade uzorka dobivene su vrlo slične vrijednosti od 12,60 i 13,54 %.

4.4. SADRŽAJ PROTEINA U UZORCIMA BUNDEVE

Maseni udjeli ukupnih proteina u uzorcima sušene pulpe i kore bundeve su prikazani u tablici 7. Uzorci sušene pulpe bundeve (2 - 8) sadrže prosječno 18,91% proteina, a uzorci sušene kore (10 - 16) 32,44 % proteina. Kora ima veći sadržaj proteina od pulpe, zbog veće zastupljenosti strukturnih proteina i vlakana (Dhiman i sur., 2009).

Czech i suradnici (2018) za uzorke pulpe „Hokkaido“ bundeve, sušene smrzavanjem dobivaju udio proteina od 1,12 %. S obzirom da su u ovom radu dobivene vrijednosti ukupnih proteina znatno veće, u rasponu od 13,75 do 23,94 %, da se zaključiti da je tehnika sušenja vakuumom u kombinaciji sa ultrazvučnim predtretmanom efikasnija.

Tablica 7. Maseni udjeli ukupnih proteina u uzorcima bundeve

	Uzorak	A ± SD	w (ukupni proteini)/% ± SD
Pulpa	2	0,09 ± 0,00	21,47 ± 0,63
	3	0,09 ± 0,00	20,91 ± 0,71
	4	0,08 ± 0,00	17,97 ± 0,49
	5	0,11 ± 0,00	23,94 ± 0,13
	6	0,06 ± 0,00	13,75 ± 0,27
	7	0,08 ± 0,00	17,98 ± 0,58
	8	0,08 ± 0,00	16,92 ± 0,35
Kora	10	0,12 ± 0,00	27,94 ± 0,82
	11	0,15 ± 0,00	33,72 ± 0,24
	12	0,15 ± 0,00	34,68 ± 0,82
	13	0,12 ± 0,00	27,44 ± 0,73
	14	0,20 ± 0,00	45,89 ± 0,59
	15	0,11 ± 0,00	32,93 ± 0,36
	16	0,16 ± 0,00	24,48 ± 1,17

A - apsorbancija; SD - standardna devijacija

Prema Badr i suradnicima (2011) sušena kora *C. pepo* L. sadrži 23,95 % proteina, a sušena pulpa 15,5 % proteina, što je u skladu s rezultatima ovog rada, ovisno o primjenjenoj amplitudi i vremenu predtretmana. Tako uzorci sušene pulpe (2 - 8) sadrže 13,75 do 23,94 % proteina. Ne tretirani uzorak ima 21,47 % proteina, što je znatno veća vrijednost u odnosu na uzorke

predtretirane 60 % amplitudom pri vremenima od 15, 30 i 45 minuta gdje dobivene vrijednosti iznose 17,97 %, 13,75 % i 16,92 %. Predtretman amplitudom od 90 % doprinosi većem prinosu proteina, tako da su vrijednosti od 20,91 %, 23,94 % i 17,98 % dobivene pri vremenima od 15, 30 i 45 minuta. Na temelju navedenog može se zaključiti da veća amplituda od 90 % u kombinaciji s vremenom od 30 minuta čini optimalne parametre predtretmana, pri kojima se dobiva neznatno veći udio proteina (23,94 %) u odnosu na ne tretirani uzorak.

Uzorci sušene kore (10 - 16) sadrže 24,48 % do 45,89 %. Pri tome je u ne tretiranom uzorku određeno 27,94 % proteina, što je u usporedbi sa većinom predtretiranih uzoraka niža vrijednost (Tablica 7). Predtretman 60 % amplitudom tijekom 15 i 30 minuta znatno povećava sadržaj proteina (34,68 % i 45,98 %) u odnosu na predtretman 90 % amplitudom istih vremena (33,72 % i 27,44 %). Stoga, suprotno rezultatima dobivenim za sušenu pulpu, koru treba tretirati nižom amplitudom (60 %) pri istom optimalnom vremenu (30 minuta). Najniže vrijednosti proteina od 24,48 % (60 %) i 32,93 % (90 %) određene su pri vremenu od 45 minuta, što znači da produljenje vremena predtretmana ne utječe na daljnji prirast proteina.

5. ZAKLJUČCI

1. Pulpa „Hokkaido“ bundeve sadrži prosječno više šećera i vode, dok je u kori sadržano više proteina i pepela.
2. Ultrazvučni predtretman amplitude 90 % tijekom 30 minuta najefikasnije smanjuje udio vlage u pulpi, odnosno predtretman amplitude 60 % tijekom 30 minuta smanjuje udio vlage u kori.
3. Najviše vrijednosti sadržaja pepela u kori i pulpi dobivene su ultrazvučnim predtretmanom amplitude 60 %, odnosno 90 % tijekom 30 minuta.
4. Predtretman ultrazvukom 90 % amplitudom pri 30 minuta daje najveći udio ukupnih šećera u pulpi, dok predtretman 90 % amplitudom pri 15 minuta utječe na povećanje sadržaja šećera u kori.
5. Vrijeme od 30 minuta pri 90 i 60 % amplitudi čine optimalne uvjete predtretmana kod vakuum sušenja pulpe, odnosno kore bundeve za dobivanje najvišeg sadržaja proteina.

6. POPIS LITERATURE

Amin MZ, Islam T, Uddin RM, Uddin JM, Rahman MM, Satter AM (2019) Comparative study on nutrient contents in the different parts of indigenous and hybrid varieties of pumpkin (*Cucurbita maxima* Linn.) *Heliyon* **5**, e02462 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02462>

Armesto J, Rocchetti G, Senizza B, Pateiro M, Barba FJ, Dominguez R i sur. (2020) Nutritional characterization of Butternut squash (*Cucurbita moschata* D.): Effect of variety (Ariel vs. Pluto) and farming type (conventional vs. organic). *Food Res Int* **132**, 109052. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112822>

Batool M, Ranjha NAMM, Roobab U, Manzoor FM, Farooq U, Nadeem RH i sur. (2022) Nutritional Value, Phytochemical Potential and Therapeutic Benefit of Pumpkin (*cucurbita* spp.). *Plants* **11**, 1394. <https://doi.org/10.3390/plants11111394>

Badr EAS, Shaaban M, Elkholy MY, Helal HM, Hamza SA i sur. (2011) Chemical composition and biological activity of ripe pumpkin fruits (*Cucurbita pepo* L.) cultivated in Egyptian habitat. *Nat Prod Res* **25**, 1524-1539. <http://dx.doi.org/10.1080/14786410903312991>

Brdar JM, Koren A, Mašić LJB, Kiprovski B, Sikora V (2019) Yield and quality parameters of Hokkaido type pumpkins grown in Serbia. *Genetika* **51**, 377-387. <https://doi.org/10.2298/GENSR1902377B>

Chouaibi M, Daoued KB, Riguan K, Rouissi T, Ferrari G (2020) Production of bioethanol from pumpkin peel wastes: Comparison between response surface methodology (RSM) and artificial neural networks (ANN). *Ind Crop and Prod* **155**, 112822. doi:10.1016/j.indcrop.2020.112822

Czech A, Stepniowska A, Wiacek D, Sujak A, Grela ER (2018) The content of selected nutrients and mineral sin some cultivars of *Cucurbita Maxima*. *Brit Food J* **120**, 2261-2269, <https://doi.org/10.1108/BFJ-10-2017-0599>

Dhiman KA, Vidiya N, Surekha A, Preethi R (2017) Studies on development and storage stability of dehydrated pumpkin based instant soup mix. *J. Appl. Sci.* **9**, 1815-1820.

Dhiman KA, Sharma KD, Surekha A (2009) Functional constituents and processing of pumpkin: A review. *J Food Sci Technol* **46**, 411-417.

Dinu M, Soare R, Hoza G, Becherescu DA (2016) Biochemical Composition of Some Local

Pumpkin Population. *Agric Sci Proc* **10**, 185-191. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.09.051>

El Khatib S, Muhieddine M (2020) The Health Benefits of Foods-Current Knowledge and Further Development. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.82884

Horvat MJA (2015) O nazivima spektrometrija i spektroskopija. *Kem Ind* **64**, 530-531. <https://hrcak.srce.hr/file/213871>

Hussain A, Kausar T, Sehar S, Sarwar A, Ashraf AH, Jamil MA i sur. (2022) A comprehensive review of functional ingredients, especially bioactive compounds present in pumpkin peel, flesh and seeds, and their health benefits. *Food Chem Advances*, **1**, 100067. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100067>

Indiarto R, Asyifaa HA, Adiningsih ACF, Aulia AG, Achamd RS (2021) Conventional And Advanced Food-Drying Technology: A Current Review. *IJSTRI* **10**. ISSN 2277-8616.

Kates RH, Soltis SP, Soltis ED (2017) Evolutionary and domestication history of *Cucurbita* (pumpkin and squash) species inferred from 44 nuclear loci. *Mol Phylogenet Evol* **111**, 98-109. 10.1016/j.ympev.2017.03.002

Koziorzebska A, Lozicki A, Rygalo-Galewska Anna, Zglinska Klara (2023) Effect of Drying Temperature of Ambar Pumpkin on proximate Composition and Content of Bioactive Ingredients. *App Sci* **13**, 8302. <https://doi.org/10.3390/app13148302>

Krnjak T (2019) Udomaćenje vrsta roda cucurbita (dipomski rad), Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Kulczynski B, Gramza-Michalowska A (2019) The Profile of Carotenoids and Other Bioactive Molecules in Various Pumpkin Fruits (*Cucurbita maxima* Duchesne) Cultivars. *Molecules* **24**, 3212. <https://doi.org/10.3390/molecules24183212>

Leichtweis MG, Molina KA, Pires TCS, Dias MI, Calhelha R, Bachari K i sur. (2022) Biological Activity of Pumpkin Byproducts: Antimicrobial and Antioxidant Properties. *Molecules* **27**, 8366. <https://www.mdpi.com/1420-3049/27/23/8366#>

Lim TK (2011) *Cucurbita maxima*. Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants, 256-265. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1764-0_40

Matin A, Krička T, Kiš D, Grubbor M, Kontek M, Kalambura S, Radić T, Jurišić V (2022) Usability of Pumpkin for Nutritional Purposes and Green Energy Production. *Tehnički vjesnik*

29, 775-780. <https://doi.org/10.17559/TV-20210513103418>

Mkhize X, Nkosi N, Zondi L, Tumba K (2023) Convective drying of pumpkin: brief literature review and new data for organically produced indigenous pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) over an expanded temperature range. *J Agric Food Research* **14**, 100800. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100800>

Nawirska A, Figiel A, Kucharska AZ, Letowska AS, Biesiada A (2009) Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. *J Food Eng* **94**, 14-20. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.02.025>

Nee M (1990) The domestication of *Cucurbita* (Cucurbitaceae). *Econ Bot* **44**, 56-68. <https://doi.org/10.1007/BF02860475>

Ninčević Grassino A, Fiket Ž, Badanjak Sabolović M, Brnčić M, Marović R, Rimac Brnčić S, Mineral composition of pumpkin and its by-products. U: Zbornik radova s 14. međunarodnog znanstveno-stručnog skupa Hranom do zdravlja, Osijek, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2024. str. 61-71.

Ninčević Grassino A, Karlović S, Šošo L, Dujmić F, Badanjak MS, Marelja M, Brnčić M (2024) Influence of Different Drying Processes on the Chemical and Texture Profile of *Cucurbita maxima* pulp. *Foods*, **13**, 520. <https://doi.org/10.3390/foods13040520>

Ninčević Grassino A, Brnčić SR, Sabolović MB, Žlabur JŠ, Marović R, Brnčić M (2023) Carotenoid Content and Profiles of Pumpkin Products and By-Products. *Molecules* **28**, 858. <https://doi.org/10.3390/molecules28020858>

Pinedo AA, Murr EXF (2006) Kinetics of vacuum drying of pumpkin (*Cucurbita maxima*): Modeling with shrinkage. *J Food Eng* **76**, 562-567. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.06.003>

Pleh M, Kolak I, Dubravec DK, Šatović Z (1998) Sjemenarstvo bundeva (stručni rad) Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Prakash MJ, Mekala V, Manikandan S (2013) Modeling and optimization of ultra-sound assisted extraction of polysaccharide from *Cucurbita moschata*. *Carbohydr Polym* **92**, 2018-2026. 10.1016/j.carbpol.2012.11.086

Quan C, Sun Y, Qu J (2009) Ultrasonic extraction of ferulic acid from *Angelica sinensis*. *CJCE*

87, 562-567. 10.1002/cjce.20185

Roongruangsri W, Bronlund JE (2015) A Review of Drying Processes in the Production of Pumpkin Powder. *Int J Food Eng* **11**, 789-799. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2015-0168>

Sabo N (2021) Primjena spektrofotometrije u učenju Biologije i ostalih predmeta prirodoslovnog područja. *Educ Biol* **7**, 70-82. <https://doi.org/10.32633/eb.7.8>

Sagar VR, Kumar SP (2010) Recent Advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: a review. *J Food Sci Technol* **47**, 15-26. doi: 10.1007/s13197-010-0010-8.

Salehi B, Rad SJ, Capanoglu E, Adrar N, Catalkaya G, Shaheen S i sur. (2019) Cucurbita Plants: From Farm to Industry. *Appl Sci* **9**, 3387. <http://dx.doi.org/10.3390/app9163387>

Sathiya Mala K, Kurian AE (2016) Nutritional composition and antioxidant activity of pumpkin wastes. *IJCPS* **6**, 336-344.

Skoog DA, West DM, Holler FJ (1999) Osnove analitičke kemije, 1. izd., Školska knjiga, Zagreb

Smith DB (1997) The Initial Domestication of Cucurbita pepo in the Americas 10,000 Years Ago *Science* **276**, 932-934. <https://doi.org/10.1126/science.276.5314.932>

Staničić T (2022) Kemijski sastav bundeve i njenih nusproizvoda (diplomski rad) Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Wittstruck L, Kuhling I, Trautz D, Kohlbrecher M, Jarmer T (2021) UAV-Based RGB Imagery for Hokkaido Pumpkin (*Cucurbita max.*) Detection and Yield Estimation. *Ah S Sens* **21**, 118. <https://doi.org/10.3390/s21010118>

Zhou T, Kong Q, Huang J, Dai R, Li Q (2007) Characterization of Nutritional Components and Utilization of Pumpkin. *Food* **1**, 313-321.

Izjava o izvornosti

Ja Lucija Jukica izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Vlastoručni potpis