

# Potencijal nusproizvoda iz prerade voća u razvoju funkcionalne hrane

---

**Mršić, Helena**

**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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:580056>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-11**



*Repository / Repozitorij:*

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



**Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilišni prijediplomski studij Nutricionizam**

**Helena Mršić**  
0058216368

**Potencijal nusproizvoda iz prerade voća u razvoju funkcionalne hrane**

**ZAVRŠNI RAD**

**Naziv znanstveno-istraživačkog projekta:** HYDRYBY- Hibridno sušenje i valorizacija biljnog prehrambenog otpada i nusproizvoda- IP-2019-04-9750- HRZZ

**Mentor:** prof. dr. sc. Suzana Rimac Brnčić

**Zagreb, 2024.**

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilišni prijediplomski studij Nutricionizam

Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo  
Kabinet za procese pripreme hrane

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Nutricionizam

### Potencijal nusproizvoda iz prerade voća u razvoju funkcionalne hrane

Helena Mršić, 0058216368

**Sažetak:** Na temelju dosadašnjih istraživanja, o primjeni nusproizvoda banane, lubenice i jabuke, ovaj rad sažeo je informacije o nutritivnom sastavu, bioaktivnim komponentama, zdravstvenim prednostima i primjeni ovih nusproizvoda u prehrambenoj industriji, za razvijanje novih funkcionalnih prehrambenih proizvoda. Iako su bogatiji prehrambenim vlaknima i fitokemikalijama od pulpe voća, nusproizvodi banane, jabuke i lubenice pretežno se odbacuju i stvaraju ozbiljne ekološke probleme. Cilj ovog rada bio je, ukazati na brojne zdravstvene dobrobiti i mogućnosti iskorištenja nusproizvoda banane, jabuke i lubenice, u obliku praha ili ekstrakta, u prehrambenoj industriji za obogaćivanje pekarskih, mliječnih i mesnih proizvoda. Prehrambeni proizvodi, proizvedeni dodatkom praha ili ekstrakta nusproizvoda banane, jabuke i lubenice, osim visokog udjela vlakana, pokazali su brojna bioaktivna svojstva, poput antioksidacijskog, protuupalnog, antimikrobnog, antikarcinogenog i brojnih drugih djelovanja. Također, obogaćeni prehrambeni proizvodi zadržali su dobra organoleptička svojstva i prihvatljivost.

**Ključne riječi:** nusproizvod, kora, komina, prehrambena vlakna, funkcionalna hrana

**Rad sadrži:** 27 stranica, 13 slika, 1 tablica, 51 literaturni navod

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentor:** prof. dr. sc. Suzana Rimac Brnčić

**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 Food Engineering  
Section for food preparation processes

Scientific area: Biotechnical Sciences  
Scientific field: Nutrition

### The Potential of Fruit By-Products in the Development of Functional Food

Helena Mršić, 0058216368

**Abstract:** Based on previous research on the application of banana, watermelon and apple by-products, this paper summarized information on the nutritional composition, bioactive components, health benefits and application of these by-products in the food industry, for the development of new functional food products. Although they are richer in dietary fiber and phytochemicals than pulp, banana, apple and watermelon by-products are mostly discarded and cause serious environmental problems. The aim of this work was to point out the numerous health benefits and possibilities of using banana, apple and watermelon by-products, in the form of powder or extract, in the food industry for the enrichment of bakery, dairy and meat products. Food products, produced with the addition of powder or extract of by-products of banana, apple and watermelon, in addition to a high proportion of fiber, have shown numerous bioactive properties, such as antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, anticarcinogenic and numerous other effects. Also, enriched food products retained good organoleptic properties and acceptability.

**Keywords:** by-product, peel, pomace, dietary fiber, functional food

**Thesis contains:** 27 pages, 13 figures, 1 tables, 51 references

**Original in:** Croatian

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

**Mentor:** Suzana Rimac Brnčić, PhD, Full Professor

**Thesis defended:** September 16, 2024

## Sadržaj

1.UVOD.....	1
2.TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. BANANA.....	2
2.1.1. KORA BANANE	2
2.1.2. CVIJET BANANE	5
2.1.3. STABLJICA I LIŠĆE BANANE	7
2.2. LUBENICA.....	9
2.2.1. KORA LUBENICE	10
2.2.2. SJEMENKE LUBENICE	12
2.3. JABUKA.....	13
2.3.1. KOMINA JABUKE	14
2.3.2. KORA JABUKE	19
3.ZAKLJUČCI.....	21
4.POPIS LITERATURE.....	22

## 1. UVOD

Voće, je bitna sastavnica ljudske prehrane i zdravlja i njegova potražnja neprestano raste. Međutim, velike količine nusproizvoda voća, koje nastaju tijekom industrijske prerade i konzumacije, završavaju kao otpad, unatoč tome što se mogu koristiti kao bogat izvor funkcionalnih spojeva (Zahid i sur., 2021). Smanjenje bacanja i gubitaka hrane, u cijelom lancu opskrbe hranom, jedan je od ciljeva Organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO) za globalni održivi razvoj. Od 2000. do 2022. godine, svjetska proizvodnja voća zabilježila je rast od 63 %, s ukupnom količinom proizvodnje u 2022. godini od 933 milijuna tona. U 2022. godini, najviše su se proizvodile banane, s 135 milijuna tona, slijede ih lubenice, s 100 milijuna tona, jabuke, s 96 milijuna tona, naranče, s 76 milijuna tona i grožđe, s 75 milijuna tona. Stalni trend rasta u globalnoj poljoprivrednoj proizvodnji, pokazale su banane i jabuke, dok je proizvodnja lubenica, naranči i grožđa rasla do 2010. godine, a nakon čega se u posljednjih nekoliko godina stabilizirala (FAO, 2023). Vodeće voćne kulture u Hrvatskoj, u 2023. godini, su jabuke (66510 tona), mandarine (43518 tona), lubenice (26142 tona), šljive (6610 tona), dinje (5119 tona) i višnje (4718 tona). U 2023. godini, proizvodnja jabuka u Hrvatskoj povećala se najviše, odnosno za 18718 tona (u 2023. godini iznosila je 66510 tona, a u 2022. godini 47792 tona). Proizvodnja lubenice, u 2022. godini iznosila je 23984 tona, a u 2023. godini 26142 tona, što znači da se proizvodnja povećala za 2158 tona (DZS, 2023). Banane se u Hrvatskoj ne proizvode. Prema ovim podacima, može se zaključiti da su jabuke, banane i lubenice vodeće voćne kulture u proizvodnji, te shodno tome, njihovi nusproizvodi čine najveći udio u ekološkom otpadu, koji rezultira velikim problemima u okolišu. Nusproizvodi vrlo su hranjivi i sadrže više bioaktivnih komponenti od pulpe, stoga njihovo iskorištenje predstavlja potencijal za formuliranje funkcionalnih prehrambenih proizvoda. Funkcionalna hrana je hrana koja, osim što osigurava osnovne nutrijente, ima dodatne zdravstvene koristi koje mogu poboljšati opće stanje organizma i smanjiti rizik od razvoja kroničnih bolesti. Ova hrana sadrži biološki aktivne sastojke, poput vitamina, minerala, vlakana, probiotika, omega-3 masnih kiselina, antioksidansa i drugih spojeva koji pozitivno djeluju na zdravlje, a prisutni su u koncentraciji koja je sigurna i dovoljno visoka za postizanje željenih učinaka (Temple, 2022).

## 2. TEORIJSKI DIO

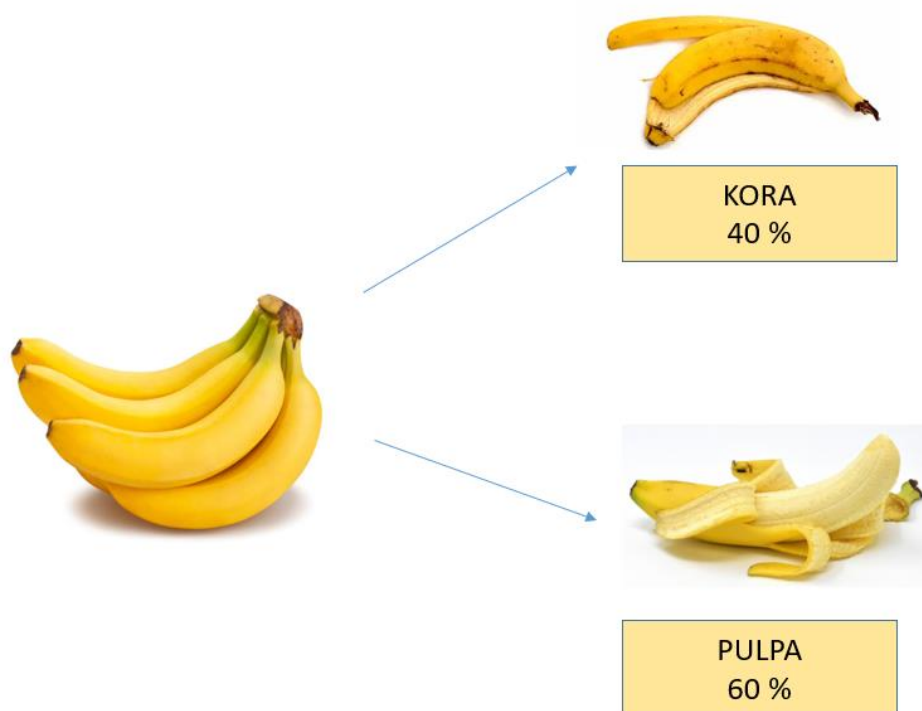
### 2.1. BANANA

Banana je tropska i subtropska voćna kultura koja se konzumira u cijelom svijetu i njen plod je dostupan cijele godine. Najveći proizvođači banana na svijetu su Indija, Kina, Indonezija, Brazil, Ekvador i Filipini. Uzgajaju se uglavnom zbog plodova i samo 12 % biljke banane je jestivo, a svaka tona sakupljenog jestivog dijela banane (pulpe), stvara oko četiri tone otpada (od ukupne biljke banane) (Zou i sur., 2022). Nusproizvodi su koristan resurs za prehrambenu i mnoge druge industrije jer sadrže fitokemikalije kao što su fenolni spojevi, vitamini, minerali, dijetalna vlakna i druge bioaktivne spojeve (Teshome i sur., 2023). Konzumira se u sirovom i prerađenom obliku, ali tijekom berbe i konzumacije nastaje velika količina nusproizvoda poput kore, stabljike, listova i cvjetova (Zou i sur., 2022). Banana ima jedinstvena svojstva koja promiču zdravlje te se koristi u razvoju mnogih prehrambenih proizvoda, kao što su kruh, tjestenina, slastice i proizvodi bez glutena. Porastom globalne populacije raste potreba za inovativnom i funkcionalnom hranom, proizvedenom od nusproizvoda banane poput kore, cvijeta i stabljike (Afzal i sur., 2022).

#### 2.1.1. Kora banane

Kora voća je glavni otpadni nusproizvod voćarske industrije. Kora banane čini 40 % ploda i obično se nedovoljno iskorištava što rezultira nastajanjem velikih količina otpada (godišnje se proizvede oko 40 milijuna tona kore) koji uzrokuje mnoge ekološke probleme koji dovode do nastajanja štetnih plinova, poput amonijaka i sumporovodika u atmosferi (slika 1) (Kumari i sur., 2023). Može se primijeniti u prehrambenom i neprehrambenom sektoru. Pokazala se kao izvrsna za uporabu u raznim prehrambenim proizvodima kao što su pekarski i mesni proizvodi, zahvaljujući prisutnosti različitih bioaktivnih spojeva koji blagotvorno djeluju na zdravlje i sastavu kojeg karakterizira značajna količina organske tvari, uključujući vlakna, lipide, proteine i ugljikohidrate (Teshome i sur., 2023). Esencijalne masne kiseline smatraju se funkcionalnim sastojcima i nutraceuticima. Višestruko nezasićene masne kiseline, kao što su linolna kiselina (omega-6) i alfa-linolenska kiselina (omega-3) čine više od 40 % ukupnog sadržaja masnih kiselina u kori banane (Kuppusamy i sur., 2020). Dijeta bogata linolnom kiselinom, smanjuje masnoću jetre i blago poboljšava metabolički status bez izazivanja upale, a alfa-linolenska kiselina ima protuupalni učinak na pretilost (Zou i sur., 2022). Kora banane, obiluje mineralnim elementima, kao što su kalij, kalcij, fosfor i magnezij, koji imaju niz zdravstvenih dobrobiti (Teshome i sur., 2023). Kora banane ima više prehrambenih vlakana (čak 50 % ukupnog sadržaja kore) nego pulpa banane (Afzal i sur., 2022). Prehrambena vlakna, preveniraju niz bolesti uključujući kardiovaskularne bolesti, rak debelog crijeva, zatvor, pretilost i dijabetes.

Dvije primarne komponente ukupnog sadržaja vlakana su topiva i netopiva prehrambena vlakna. Netopiva prehrambena vlakna, kao što su celuloza, lignin i određene hemiceluloze su zastupljenija komponenta u ukupnom sadržaju vlakana u kori banane i njihova koncentracija raste sa zrenjem banane (Zou i sur., 2022).

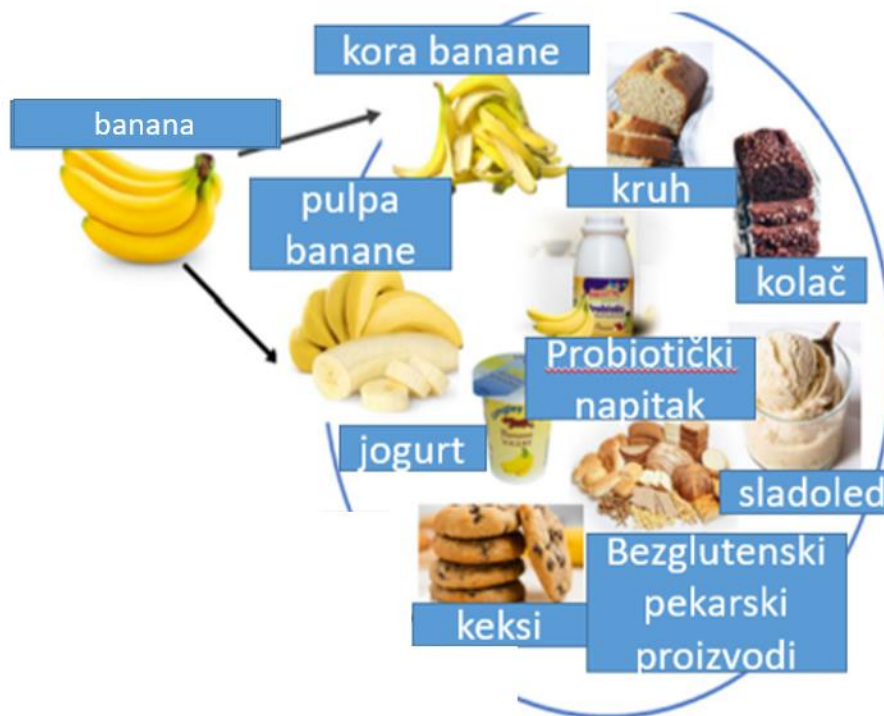


**Slika 1.** Udio kore banane

U usporedbi s drugim voćem, kora banane sadrži obilje fenola, bitnih sekundarnih metabolita s brojnim zdravstvenim prednostima. Četiri podskupine fenolnih spojeva, koji se nalaze u kori banane su flavanoli, hidroksicimne kiseline, flavan-3-oli i kateholamini (Teshome i sur., 2023). Najbrojniji su katehin, epikatehin, galna kiselina, galokatehin i antocijani. Razina galokatehina u kori banane je pet puta veća nego u pulpi zbog čega je kora bogat izvor antioksidacijskih spojeva (Choudhury i sur., 2023). Fenolni spojevi ispoljavaju svoje antioksidacijske učinke na način da ograničavaju stvaranje reaktivnih kisikovih vrsta (koje su povezane s nizom kroničnih bolesti uključujući neurodegeneraciju, rak, dijabetes i upale) i izravno ih uklanjaju te aktiviraju antioksidacijske enzime (Teshome i sur., 2023). Antioksidacijski kapacitet kore se povećava zrenjem banane, a smanjuje se nakon što su zrele, stoga je antioksidacijska aktivnost povezana s fenolnim spojevima, a ne s karotenoidima i klorofilima. Kora banane je jeftin i obilan izvor fenolnih spojeva, koji se mogu koristiti za razvoj pristupačnih i učinkovitih tehnologija za obnavljanje fenolnih spojeva i kao



funkcionalni sastojak u prehrambenim i farmaceutskim proizvodima (Kumari i sur., 2023). Polifenolni spojevi mogu zaustaviti oksidaciju lipida i rast bakterija i plijesni, pa se primjenjuju kao funkcionalni aditivi u hrani. Ekstrakt kore banane, inhibira aktivnost bakterija poput *Bacillus cereusa*, *Staphylococcus aureusa*, *Bacillus subtilisa* i *Escherichiae coli*, pa se koristi kao prirodni konzervans za povećanje kvalitete i trajnosti prehrambenih proizvoda zbog svojih antioksidacijskih i antibakterijskih svojstava (Zou i sur., 2022). Primjer takvog proizvoda je jogurt, obogaćen ekstraktom kore banane koji ima povećan sadržaj proteina, pepela, masti i fenola, znatno produljen rok trajanja i antioksidacijsko djelovanje (Kumari i sur., 2023). Zrela i nezrela kora banane, koristi se za poboljšanje nutritivnih i fizikalno-kemijskih svojstava prehrambenih proizvoda, poput pekarskih proizvoda, želea, rezanaca i mesnih proizvoda (slika 2). Dodatkom praha kore banane, koji je bogat prehrambenim vlaknima, proteinima, mastima i pepelom, dobivamo funkcionalne prehrambene proizvode. S višom koncentracijom praha kore banane, poboljšava se fitokemijska i antioksidacijska moć prehrambenih proizvoda. Potrebno je odrediti odgovarajuću koncentraciju praha kore banane u različitim prehrambenim proizvodima, kako ne bi negativno utjecao na fizikalno-kemijska svojstva i rezultirao odbijanjem prehrambenog proizvoda (Afzal i sur., 2022). Kruh se najčešće proizvodi od rafiniranog pšeničnog brašna, koje za razliku od brašna kore banane sadrži male količine vlakana, minerala, vitamina i fitokemikalija, koji imaju pozitivne učinke na ljudsko zdravlje. Stoga je poželjno obogaćivanje kruha prehrambenim vlaknima i funkcionalnim spojevima (Kiumarsi i sur., 2019). Dodatkom praha kore banane, smanjuje se sadržaj ugljikohidrata u kruhu pa takav proizvod može biti koristan za dijabetičare u reguliranju glukoze u krvi (Zaini i sur., 2022). Prah od kore banane, može se koristiti i za pripremu kruha bez glutena, što bi uvelike olakšalo prehranu osoba oboljelih od bolesti povezanih s glutenom (celijakija, dermatitis herpetiformis), koje su danas sve češće prisutne. Prah kore banane našao je svoje primjenu i u konditorskim proizvodima, posebno onima na bazi žitarica, zbog visokog sadržaja šećera. Antimikrobno djelovanje praha kore banane, pokazalo se u pripremi gotovih kolača (koji su podložni razvoju patogena, gljivica i kvasaca), dodatkom 60 % praha kore banane umjesto pšeničnog brašna (Afzal i sur., 2022). Udio praha kore banane od 15 %, može poboljšati karakteristike kvalitete kolača i pružiti brojne zdravstvene prednosti. Dodatkom praha kore banane u tjesteninu povećava se sadržaj fenola i antioksidacijska aktivnost, pri čemu tjestenina zadržava istu aromu, izgled i okus poput one proizvedene samo od pšeničnog brašna (Kumari i sur., 2023). Udio praha kore banane, potrebno je ograničiti na 11 % da ne bi došlo do promjene boje tjestenine odnosno tamnjenja (Chaudhry i sur., 2022). Keksi proizvedeni s dodatkom praha kore banane, sadrže veliku količinu pepela, vlage i prehrambenih vlakana, te visoku koncentraciju fenola i jako antioksidacijsko djelovanje, bez utjecaja na njihove prehrambene i fizičke karakteristike (Kumari i sur., 2023; Afzal i sur., 2022).



**Slika 2.** Upotreba kore banane u prehrambenim proizvodima (*prema* Kumari i sur., 2023)

Sila lomljenja, omjer širenja i indeks tamnjenja smanjivali su se s povećanjem udjela praha kore banane u funkcionalnim keksima (Zou i sur., 2022). Keksi sa 10 % udjela praha kore banane, senzorski su najprihvatljiviji zbog poboljšane boje, okusa i teksture (Zaini i sur., 2022).

### 2.1.2. Cvijet banane

Veliki tamnoljubičasto-crveni cvjetovi stabla banane, koji imaju blago gorak i škrobast okus, su jedan od manje korištenih dijelova biljke banane (slika 3). Sadrži proteine, prehrambena vlakna, vitamine, flavonoide (osobito kvercetin), tanine i beta-tokoferol (Kumari i sur., 2023). Udio proteina u cvjetovima banane je 12,50 % i prisutna je visoka koncentracija asparaginske kiseline, glutaminske kiseline, alanina, leucina, arginina, prolina i serina. Omjer esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina, potrebnih ljudskom tijelu u cvjetovima banane je 0,54, što je više od količine koju Svjetska zdravstvena organizacija preporučuje za odrasle. Proteini ekstrahirani iz cvjetova banane imaju značajan antimikrobni potencijal protiv Gram-pozitivnih i Gram-negativnih bakterija (Zou i sur., 2022). Cvjetovi banane mogu biti važan izvor zdravih nezasićenih masnih kiselina. Više od 60 % ukupnih masnih kiselina u cvjetovima banane čine

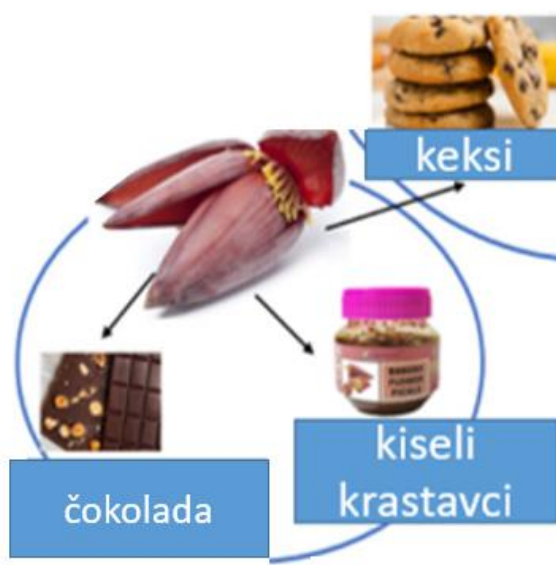
nezasićene masne kiseline, kao što linolna kiselina, oleinska kiselina i alfa-linolenska kiselina. Linolna kiselina snižava razinu kolesterola i djeluje povoljno na prevenciju ateroskleroze (Sheng i sur., 2010). Bananini cvjetovi bogat su izvor minerala, najzastupljeniji je kalij, a potom slijede magnezij i kalcij.



**Slika 3.** Cvijet banane

Cvijetovi također imaju značajne koncentracije željeza, bakra i cinka (Zou i sur., 2022). Cvijet banane obiluje fenolima i flavonoidima. Visok sadržaj fenola, pridonosi antioksidacijskim svojstvima, smanjuje proizvodnju reaktivnih vrsta kisika i potiče uklanjanje slobodnih radikala (Kumari i sur., 2023). Fenolne kiseline, prisutne u cvijetu banane su protokatehinska kiselina, galna kiselina, siringinska kiselina, kofeinska kiselina, vanilijeva kiselina, p-hidroksibenzojeva kiselina, getizinska kiselina, vanilin i ferulinska kiselina. Flavonoidi su esencijalni sekundarni metaboliti, koji pokazuju mnoštvo bioloških aktivnosti, uključujući protuupalna, antioksidacijska, antifungalna, antialergijska, antikarcinogena i hepatoprotektivna svojstva (Sumathy i sur., 2011). Od flavonoida, prisutni su kvercetin, katehin, epikatehin i rutin (Choudhury i sur., 2023). Cvijet banane konzumira se kao jelo od povrća u azijskim zemljama poput Šri Lanke, Malezije, Filipina i Indonezije. Jede se kao curry, kuhan ili pečen, s pšeničnim kruhom i rižom (Mostafa, 2021). Osim te primjene, cvijet banane ili ekstrakt cvijeta banane može se koristiti kao dodatak prehrani, koji će nutritivno obogatiti proizvode (slika 4). Proizvodi stvoreni uz dodatak od 25 % cvijeta banane, pokazali su najbolji miris, okus, teksturu, boju i općenito su bili najbolje prihvaćeni (Zou i sur., 2022). Ekstrakt cvijeta banane može se koristiti

kao prirodni antioksidans u mesnim proizvodima. Oksidacija lipida usporena je u svinjskim pljeskavicama, tretiranim s 1-2 postotnim hidroetanolnim ekstraktom cvijeta banane (Schmidt i sur., 2016). Kod pripreme kobasica s ekstraktom cvijeta banane, usporena je oksidacija lipida tijekom skladištenja. Estrakt cvijeta banane, nije negativno utjecao na glavne komponente, boju, pH i senzorske kvalitete mesnih proizvoda (Rodrigues i sur., 2020). Keksi i čokolada obogaćuju se prahom cvijeta banane, koji je izvrstan izvor vlakana, proteina, kalija, željeza, magnezija i vitamina E (Kumari i sur., 2023).



**Slika 4.** Upotreba cvijeta banane u prehrambenim proizvodima (prema Kumari i sur., 2023)

### 2.1.3. Stabljika i lišće banane

Pseudostabljika banane nosi plodove, cvijeće i lišće, te može narasti 6-7,6 m u visinu (slika 5). Vodootporni i savitljivi listovi banane, mogu biti veličine 2,7x0,6 m. Bogati su vlaknima, flavonoidima, polifenolima i taninima, te mogu poslužiti za pakiranje i posluživanje hrane (Mostafa, 2021). Prah stabljike banane, bogat je mineralnim tvarima (kalij, kalcij, fosfor, magnezij i natrij), te je bogat izvor prehrambenih vlakana i zbog toga nalazi svoju primjenu u prehrambenoj industriji, za razvoj funkcionalnih prehrambenih proizvoda (slika 6) (Zou i sur., 2022). Prisutnost polifenola i flavonoida, kao što su ferulinska kiselina, katehin, gingerol i cimetna kiselina daju prahu stabljike banane antioksidacijska svojstva. Unutar središnjeg dijela pseudostabljike, nalazi se jestiva jezgra bogata vlaknima, koja se koristi za izradu slatkiša, poput keksa s povećanim sadržajem proteina, antioksidansa, fitokemikalija i pepela i smanjenim sadržajem masti. Napitci se također mogu obogatiti pseudostabljikom banane, što rezultira proizvodom s visokim sadržajem flavonoida, fenola i minerala (Kumari i sur., 2023).



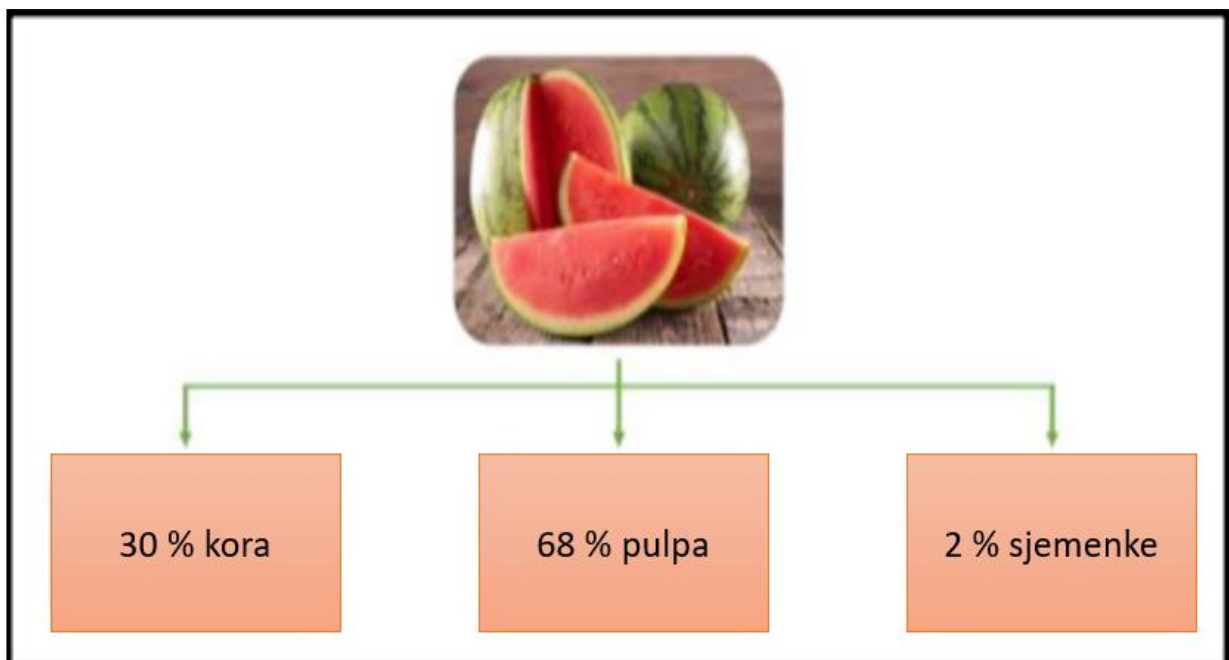
**Slika 5.** Pseudostabljika banane



**Slika 6.** Upotreba lišća i pseudostabljike banane u prehrambenoj industriji (*prema* Kumari i sur., 2023)

## 2.2. LUBENICA

Lubenica (*Citrullus lanatus*) zbog svog slatkog okusa često se smatra voćem, no botanički pripada obitelji *Cucurbitaceae*, kao i bundeva, tikva i tikvica, te se iz tog razloga ubraja u povrće (Pires i sur., 2023). Međutim, u prehrambenom i kulinarskom kontekstu, lubenica se smatra voćem i klasificirana je kao takva prema Tanjuru pravilne prehrane (MyPlate), što je razlog njezinog obuhvaćanja u ovom radu. Najveći proizvođači lubenice su Kina, Iran, Turska i Brazil (Pires i sur., 2023). Lubenica ima karakterističan sferni ili duguljasti oblik. Promjer lubenice iznosi od 30 do 60 cm, a debljina njene kore kreće se od 10 do 40 mm. Slatka pulpa je jarko crvene boje, a za to su odgovorni karotenoidi, posebno beta-karoten i likopen, koji imaju brojne zdravstvene prednosti i učinkoviti su protiv raka i kardiovaskularnih bolesti (Athanasiadis i sur., 2023). Pulpa je bogata vitaminima, mineralima i fenolnim spojevima, koji imaju antioksidacijsko djelovanje. Osim što se konzumira svježa, koristi se i za proizvodnju nektara, džema, želea, pića i slatkiša (Pires i sur., 2023). Lubenica je bogata vodom, koja čini oko 92 % njene ukupne mase i ima nisku kalorijsku vrijednost. Plod lubenice, podijeljen je na četiri osnovna dijela. To su endokarp (pulpa – sočna crvena unutrašnjost), koji čini 68 % ploda,; sjemenke koje čine 2 % ploda i obično se odbacuju prilikom konzumiranja voća te kora koju čine egzokarp (vanjska zelena kora) i mezokarp (bijeli unutarnji sloj ploda), koji zajedno čine 30 % ploda (slika 7) (Farooq i Yunyang, 2024).



**Slika 7.** Dijelovi ploda lubenice (prema Farooq i Yunyang, 2024)

Preradom ploda lubenice, dobiva se 41,5-60 % soka, 31-49,6 % kore i 8,9-23,6 % komine (Balogun i Kang, 2024). Sjemenke i kora su organski otpad koji se stvara prilikom konzumacije lubenice. Ti se nusproizvodi neselektivno odbacuju u okoliš, iako su jestivi i sadrže bogat sastav vitamina, minerala, vlakana, ulja i bioaktivnih spojeva, s brojnim terapijskim učincima, te se mogu koristiti za zamjenu, obogaćivanje i razvijanje inovativnih funkcionalnih prehrambenih proizvoda s dodanom vrijednošću (Esparza i sur., 2020). Neka od terapijskih svojstava nusproizvoda lubenice su antidijabetičko, antioksidacijsko, protuupalno, antihipertenzivno, antitumorsko, hepatoprotektivno, nefronprotektivno, neuroprotektivno i antibakterijsko djelovanje. Iskorištavanje nusproizvoda lubenice može doprinijeti održivijoj proizvodnji industrija poput prehrambene, farmaceutske i kozmetičke industrije (Zia i sur., 2021).

### 2.2.1. Kora lubenice

Kora lubenice, čini otprilike jednu trećinu bruto mase lubenice (slika 8) (Zia i sur., 2021). Taj dio lubenice, obično se odbacuje i stvara veliku količinu otpada, unatoč tome što je jestiv i bogatiji antioksidansima, mineralima, vitaminima i bioaktivnim tvarima od pulpe (Athanasiadis i sur., 2023).



**Slika 8.** Kora lubenice- egzokarp i mezokarp

Prah kore lubenice, ima udio vlage 9-17 % (udio vlage u svježoj kori lubenice je 95,63 %), sirovih bjelančevina 6-21 %, masti 0,66-15 %, sirovih vlakana 12-23 %, pepela 12-20 % i ugljikohidrata 42-65 % (Chakrabarty i sur., 2020). Kora lubenice, sadrži velike količine ukupnih prehrambenih vlakana, poput celuloze, hemiceluloze, lignina i pektina, koji je dominantan

među topljivim vlaknima. Najzastupljenije masne kiseline u kori lubenice su palmitinska kiselina ( $241,2 \pm 43,1$  mg/100 g), omega 3 ( $250,5 \pm 51,7$  mg/100 g) i omega 6 ( $251,9 \pm 50,5$  mg/100 g) (Zia i sur., 2021). Kora lubenice bogata je vitaminom A (590 IU), vitaminom C ( $0,7-7,0$  mg/100 g) i niacinom ( $0,2$  mg/100 g), te mineralima poput kalija ( $2998-3065$  mg/100 g), kalcija ( $353-372$  mg/100 g), fosfora ( $317,19-328,44$  mg/100 g), magnezija ( $181,56-234,94$  mg/100 g) i natrija ( $21,34-26,17$  mg/100 g) (Tufeanu i sur., 2017). Velika koncentracija minerala kalija, u kori lubenice, posljedica je gnojidbe kalijevim solima (Pires i sur., 2023). Kora lubenice ima izraženo antioksidacijsko djelovanje, zbog prisutnosti fenola, L-citrulina, terpenoida, saponina i alkaloida. Glavni antioksidansi kore lubenice su fenolni spojevi, 4-hidroksibenzojeva kiselina i vanilin (Long i sur., 2024). Kora lubenice, je jedan od rijetkih prehrambenih izvora L-citrulina, neproteinske aminokiseline, koja snižava razinu LDL kolesterola (Balogun i Kang, 2024). Prah kore lubenice, predstavlja dobru opciju za iskorištenje kore, budući da procesi sušenja i mljevenja inhibiraju njen neugodan okus. Kombinacija brašna bogatog vlaknima i fenolnim spojevima, s antioksidacijskim djelovanjem, rezultira proizvodnjom prehrambenih proizvoda, visoke nutritivne vrijednosti s poboljšanim kemijskim i funkcionalnim svojstvima (Pires i sur., 2023). Također, dodatak praha kore lubenice u razne pečene proizvode, poboljšao je reologiju, kvalitetu, stabilnost i očuvanje proizvoda. Rok trajanja kruha s dodatkom praha kore lubenice produžuje se za deset dana, zahvaljujući antioksidacijskom djelovanju kore lubenice (Balogun i Kang, 2024). Produženi rok trajanja, može se pripisati i nižem sadržaju vlage ( $9,03$  %) u prahu kore lubenice od običnog pšeničnog brašna ( $13$  %). Visoki udio vlage u brašnu, pogoduje mikrobnj aktivnosti, smanjuje rok trajanja, povećava vjerojatnost stvaranja grudica i izravno utječe na kvalitetu konačnog proizvoda (Pires i sur., 2023). Kruh, proizveden s djelomičnom zamjenom pšeničnog brašna ( $10, 20, 30$  i  $40$  %) prahom kore lubenice, ima povećan sadržaj ugljikohidrata za  $47,1-52$  %, bjelančevina za  $15,7-18,8$  % i pepela za  $0,6-1,2$  %, te smanjen sadržaj masnoće za  $18,4-13,8$  % u usporedbi s pšeničnim kruhom (tablica 1) (Imoisi i sur., 2020). Prehrambeni proizvodi, poput kruha, kolačića i rezanaca, s dodatkom praha kore lubenice, imaju povećan sadržaj prehrambenih vlakana, čija je konzumacija povezana s mnogim zdravstvenim dobrobitima, kao što su prevencija kroničnih nezaraznih bolesti, poboljšanje lipidnog profila, pomoć u kontroli glukoze u krvi i krvnog tlaka, te smanjenje tjelesne mase. Prah kore lubenice, ima za  $27,15$  % više prehrambenih vlakana od običnog pšeničnog brašna (Pires i sur., 2023). Prah kore lubenice, u kombinaciji s limunskom kiselinom i agar gumom, može se koristiti u proizvodnji gumenih bombona. Djeluje kao sredstvo za teksturiranje i povećava čvrstoću bombona, te utječe na njihovu boju koja je postala svjetlija, a bomboni su postali privlačniji za konzumiranje (Tarahi i sur., 2023).



**Tablica 1.** Usporedba sastava praha kore lubenice i pšeničnog brašna (*prema* Pires i sur., 2023)

Komponenta	Prah kore lubenice	Pšenično brašno
Vlaga	9.03 ± 0.63	13.00
Ugljikohidrati	36.27 ± 2.66	75.10
Proteini	19.56 ± 0.32	9.80
Lipidi	1.22 ± 0.04	1.40
Pepeo	10.47 ± 0.16	0.80
Topiva vlakna	4.04 ± 0.07	-
Netopiva vlakna	23.11 ± 0.07	2.30

### 2.2.2. Sjemenke lubenice

Sjemenke lubenice, koje se u nekim regijama Azije koriste kao grickalice, obrnuto su jajolike do eliptične, žute do crne boje i sazrijevaju sa sazrijevanjem ploda (slika 9) (Farooq i Yunyang, 2024). Sjemenke lubenice su bogate sirovim proteinima (17-50 %), sirovim vlaknima (4-46 %) i mastima (24-58 %). Od vitamina, prisutni su vitamin A i vitamin C, te kompleks vitamina B (B1, B2, B3, B6, B9, B12). Sadržaj minerala, značajno je viši u sjemenkama i egzokarpu nego u endokarpu lubenice. Najzastupljeniji mineral je kalij (3,40-3,50 mg/100g), a tu su još i kalcij, fosfor, magnezij, natrij i cink (Zia i sur., 2021). Sjemenke su bogat izvor proteina (17-50 %), kao što su albumin, globulin, prolamin i glutelin, te se mogu koristiti za proizvodnju brašna za proteinske prahove. Masti i proteini zajedno čine  $\frac{3}{4}$  sjemenki lubenice, te se osim za proizvodnju brašna za proteinske prahove, sjemenke lubenice mogu koristiti i za proizvodnju ulja. Biljna ulja, esencijalne su hranjive tvari dobivene iz sjemenki i plodova (Farooq i Yunyang, 2024). Sadržaj ulja u sjemenkama lubenice, ovisno o genotipu, je u rasponu 10-35 %. Ulje sjemenki lubenice, bogat je izvor esencijalnih masnih kiselina, karotenoida, tokoferola, tiamina, flavonoida, riboflavina i drugih fenolnih tvari (Petchsomrit i sur., 2020). Sadrži veliku količinu nezasićenih masnih kiselina (82,32 %), bez obzira na sortu, među kojima su najzastupljenije, linolna kiselina (68,07 %) i oleinska kiselina (14,25 %). U velikoj mjeri

zastupljena je i palmitinska kiselina ( $12,08 \pm 3,62 \%$ ) (Rezig i sur., 2019).



**Slika 9.** Sjemenke lubenice

Fitokemikalije, prisutne u sjemenci lubenice, imaju snažno antioksidacijsko djelovanje, koje štiti stanice od štetnih učinaka reaktivnih vrsta kisika, kao što su superoksidni, hidroksilni i peroksilni radikali. Neke od tih fitokemikalija su fenoli (čija je koncentracija viša nego u kori i pulpi), flavonoidi, saponini, alkaloidi, tanini, srčani i cijanogeni glikozidi, terpenoidi, fitosteroli, steroidi, fitati i oksalati (Adebayo i sur., 2018). Zahvaljujući antioksidacijskom djelovanju, sjemenke lubenice inhibiraju užeglost i oksidaciju lipida, a njihovo ulje našlo je primjenu i u kozmetičkoj industriji, za formuliranje proizvoda za njegu kože (Petchsomrit i sur., 2020) Zbog svog protuupalnog i analgetskog učinka, što je posljedica prisutnosti kukurbitacina A, B i C, za koje se smatra da su inhibitori enzima ciklooksigenaze, ekstrakt sjemenki lubenice može se koristiti protiv upala i kronične boli (Zia i sur., 2021).

### **2.3. JABUKA**

Jabuka (*Malus domestica L.*) je jedna od najčešće uzgajanih vrsta voća i predviđa se da će svjetska proizvodnja u budućnosti i dalje rasti. Kina je najveći proizvođač jabuka s 46,85 %, a slijede ju SAD s 5,38 % i Turska s 4,97 %, a od europskih zemalja najveću proizvodnju ima Poljska s 4,11 % (Szabo i sur., 2022). Plantaže jabuka, jedne su od najvećih na svijetu i prostiru se na više od 5,3 milijuna hektara. Jabuke se koriste za proizvodnju sokova, jabukovače, alkoholnih pića, konzerviranog voća, čipsa, sušenih proizvoda, sladoleda, želea, kolača i mnogih drugih prehrambenih proizvoda (Putra i sur., 2023). Preradom voća u različite prehrambene proizvode, nastaje velika količina krutog zaostatka, zvanog komina (čini 20-35 % mase svježeg ploda jabuke), koji se sastoji od kore , sjemenki, peteljki (stabljike) i preostale

pulpe. Kora i pulpa zajedno čine 95 % komine, sjemenke 2-4 % i peteljke 1 % komine. Komina jabuke, proizvodi se u velikim količinama i predstavlja jedan od najčešćih poljoprivredno-prehrambenih otpada, iako nudi potencijal kao komponenta visoke nutritivne vrijednosti (Zarzycki i sur., 2024). Uporaba komine jabuke je skromna i njeno odbacivanje uzrokuje brojne ekološke probleme. Komina, koja nastaje nakon prerade jabuka, može se ponovno upotrijebiti u biotehnološkim procesima, kao supstrat za proizvodnju različitih aroma, pigmentata i limunske kiseline ili kao sirovina za ekstrakciju vlakana i fenolnih spojeva (Szabo i sur., 2022).

### 2.3.1. Komina jabuke

Komine, se mogu okarakterizirati kao komponente stanične stijenke koje se sastoje od vlaknastih tvari, kao što su hemiceluloza, celuloza i pektin (koji je topljiv u vodi) i pokazuju dobra funkcionalna svojstva, kao što su sposobnost zadržavanja vode, želiranje i povezivanje. Komina jabuke, ima brojne blagotvorne učinke na ljudski organizam, zahvaljujući svojim antioksidacijskim i protuupalnim svojstvima (slika 10) (Kumar i sur., 2024). Bogata je vlaknima, vitaminima, mineralima, fenolnim spojevima i pigmentima. Proizvodi se u velikim količinama i pretežno se koristi kao stočna hrana za krave, bivole, ovce i koze (Putra i sur., 2023).

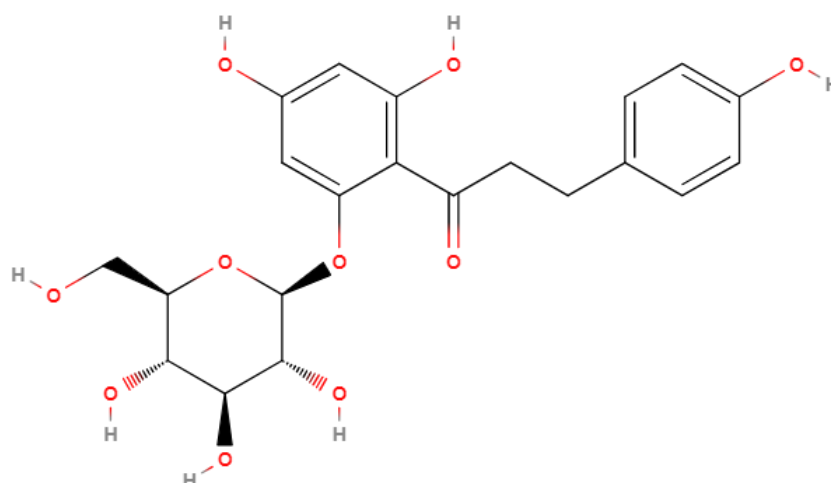


**Slika 10.** Komina jabuke

Komina jabuke sadrži visoki udio vode, što ju čini osjetljivom na rast mikroorganizama i izaziva probleme sa skladištenjem, zbog ubrzanog truljenja. Nakon prešanja, sadržaj vlage je 70-85 %, te kako bi bila mikrobiološki sigurna, kominu treba sušiti do sadržaja vode ne većeg od 10

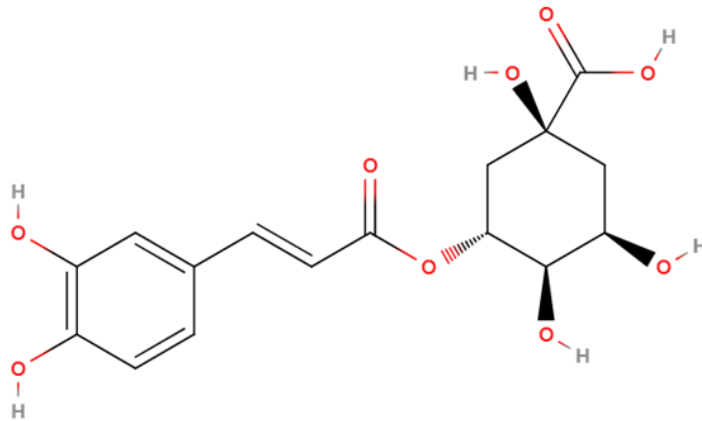
% (sadržaj vode u osušenoj komini kreće se od 4,4 % do 10 %) (Zarzycki i sur., 2024). Najučinkovitija metoda konzerviranja i integriranja komine jabuke je sušenje i mljevenje u prah, odnosno brašno (Szabo i sur., 2022). Komina jabuke bogata je prehrambenim vlaknima (35-82 g/100 g suhe mase). Sadržaj topivih vlakana je 4,2-11,9 g, a netopivih vlakana 25,73-77,8 g (Zarzycki i sur., 2024). Topiva i netopiva vlakna imaju važne fiziološke funkcije, te bi njihov omjer trebao biti približno 1:2, odnosno udio topivih vlakana trebao bi biti 30-50 %, a udio netopivih vlakana 50-70 %, ukupne mase vlakana. Netopiva vlakna, u ukupnoj masi vlakana ekstrudata komine jabuke, iznose između 57,29 % i 72,42 %, što znači da ekstrudat komine jabuke ima povoljan odnos topivih i netopivih vlakana. Topiva vlakna, pomažu u smanjenju razine kolesterola i glukoze u krvi, a netopiva vlakna važna su za apsorpciju vode i pravilan rad crijeva (Petrović i sur., 2024). Celuloza (6,2-40,4 g/100 g suhe mase), lignin (14,1-18,9 g/100 g suhe mase) i hemiceluloza (približno 16,4 g/100 g) glavne su komponente netopivih vlakana u komini jabuke (Skinner i sur., 2018). Također, prisutne su značajne količine topivih prehrambenih vlakana, prvenstveno pektina (čini 15 % suhe mase komine). Koristi se kao sredstvo za želiranje, vezivo i stabilizator u prehrambenim proizvodima. Ta su svojstva posljedica porozne strukture matriksa, koju tvore polisaharidni lanci, koji ugrađuju veliku količinu vode preko vodikovih veza (Petrović i sur., 2024). Pektin je polimer koji se prirodno nalazi u primarnim stijenkama, nedrvenastih biljnih stanica i može se dobiti iz komine jabuke, koja predstavlja sirovinu za 14 % ukupne svjetske proizvodnje pektina (Antonić i sur., 2020). Ugljikohidrati čine otprilike 14 % ukupnog sastava hranjivih tvari jabuke. Sadržaj ugljikohidrata u komini je veći nego u jabukama (zbog prisutnosti sjemenki koje također sadrže šećer) i iznosi 45,1-84,7 g/100 g suhe mase (Skinner i sur., 2018). Od ugljikohidrata, u jabukama i komini jabuke, najzastupljeniji su fruktoza i glukoza. Fruktoza je jednostavan šećer, koji je slađi od saharoze i čiji sadržaj u komini jabuke može iznositi do 49,8 g/100 g, zbog čega se komina jabuke može koristiti kao potencijalni sastojak zaslađivača. Nedostatak veće količine fruktoze, u prehrambenim proizvodima, je njen metabolizam i povećana sposobnost stvaranja triglicerida u usporedbi s drugim ugljikohidratima (Antonić i sur., 2020). Kalij, kalcij i magnezij, najzastupljeniji su minerali u komini jabuke, a sjemenke su bogate vitaminima C i E (Skinner i sur., 2018). Sjemenke jabuke sadrže značajne količine proteina (do 49,5 %) i lipida (24 %) (Szabo i sur., 2022). Ulje sjemenki pretežno se sastoji od nezasićenih masnih kiselina (90%), uglavnom oleinske i linolne kiseline. Udio zasićenih masnih kiselina je 10 %, a najzastupljenija zasićena masna kiselina je palmitinska kiselina. Ulje sjemenki jabuke, bogato je tokoferolima ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  i  $\delta$ ) i fitosterolima. Zbog svojih antioksidacijskih svojstava, tokoferoli, štite nezasićene masne kiseline od oksidacije (Antonić i sur., 2020). Cijanogeni glikozid, amigdaljin, je biljni toksin koji se nalazi u sjemenkama jabuke i koji može stupiti u interakciju s probavnim enzimima što dovodi do oslobađanja cijanovodika. Cijanovodik može izazvati različite

simptome poput vrtoglavice, paralize i kome. Koncentracija amigdalina, u sjemenkama jabuke je oko 4 mg/g. Da bi se postigla razina trovanja, osoba bi morala konzumirati više od 800 g komine jabuke. Zbog sigurnosti, preporuča se uklanjanje sjemenki iz komine, prije daljnje prerade (Bolarinwa i sur., 2015). Fenolni spojevi, koji imaju antioksidacijsko, antibakterijsko i protuupalno djelovanje, koncentrirani su uglavnom u sjemenkama, kori, stabljici i u manjim količinama u pulpi. Nakon procesa ekstrakcije, u komini jabuke ostalo je od 82 % do više od 99 % polifenola (Antonić i sur., 2020). Najzastupljenije grupe fenolnih spojeva u komini jabuke su dihidrohalkoni, procijanidini, flavan-3-ol monomeri, flavonoli, antocijanidini i hidroksicimetne kiseline. Najreprezentativniji spojevi su florizin, iz grupe dihidrohalkona, klorogenska kiselina iz grupe hidroksicimetnih kiselina i epikatehin iz grupe flavan-3-ol monomera. Količina florizina, koji u većini sorti jabuka ima najveći sadržaj, u komini jabuke iznosi približno 1,6 mg/g suhe mase i uglavnom je koncentriran u sjemenkama jabuke (slika 11). Djeluje kao snažni antioksidans i ima protuupalno i antimikrobno djelovanje (Szabo i sur., 2022).



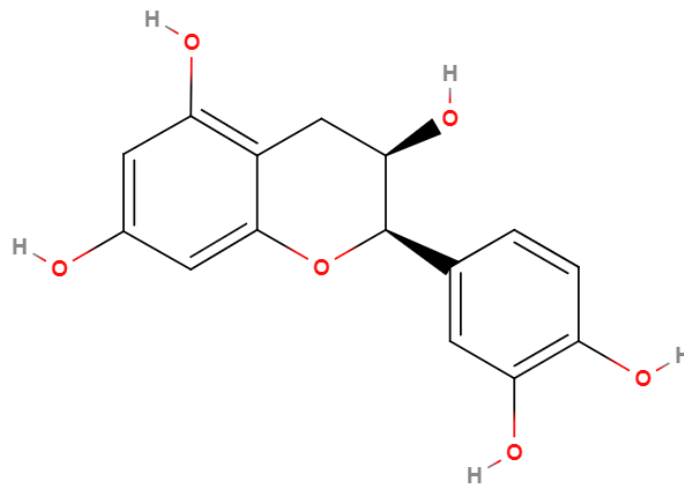
**Slika 11.** Kemijska struktura florizina

Klorogenska kiselina, zastupljenija je u kori i pulpi jabuke nego u sjemenkama (slika 12). Snažan je antioksidans, djelotvorna je u suzbijanju bolesti uzrokovanih oksidacijskim procesima, može pomoći u liječenju neurokognitivnih bolesti, snižava krvni tlak (što se može objasniti sposobnošću fenolnih spojeva da povećavaju razinu dušikovog oksida, što poboljšava zdravlje kardiovaskularnog sustava) i važan je čimbenik u prevenciji nekih tipova dijabetesa (Mubaraka i sur., 2012).



**Slika 12.** Kemijska struktura klorogenske kiseline

Epikatehin, je neuroprotektivni spoj, poboljšava rad mišića i ima važnu ulogu u kardiovaskularnim bolestima, raku i dijabetesu (slika 13) (Szabo i sur., 2022).



**Slika 13.** Kemijska struktura epikatehina

Zahvaljujući bogatom nutritivnom sastavu i brojnim funkcionalnim svojstvima, komine se mogu koristiti u različitim formulacijama hrane i za razvoj širokog spektra prehrambenih proizvoda kao što su kruh, peciva, krekeri, tjestenina, muffini, kolači, keksi, čokolade, jogurt, pića, mesne

pljeskavice, kobasice i brojni drugi prehrambeni proizvodi. Komina jabuke, koja djeluje kao funkcionalni sastojak, može se dodavati u razne prehrambene proizvode u obliku ekstrakta i praha (Kumar i sur., 2024). Pekarski proizvodi sadrže značajne količine proteina i ugljikohidrata, ali nedostaju minerali, vitamini, fitokemikalije i vlakna. Prilikom proizvodnje muffina, pšenično brašno možemo zamijeniti prahom komine jabuke. Zamjena pšeničnog brašna, u količini do 16 %, s prahom komine jabuke, rezultirala je povećanim udjelom prehrambenih vlakana i polifenolnih spojeva u muffinima. Treba naglasiti da nije došlo do pogoršanja senzornih svojstava muffina (Petrović i sur., 2024). Korištenjem komine jabuke, prilikom proizvodnje bezglutenskih proizvoda, dobiju se proizvodi zadovoljavajuće kakvoće. Dodatak od 5 % komine jabuke, prilikom proizvodnje bezglutenskog kruha, pokazao je najbolja organoleptička svojstva i visok sadržaj fenola u kruhu. Ukupni sadržaj fenola bio je 2,5 puta veći od kontrolnog uzorka, a količine flavonoida, florizina i fenolne kiseline bile 8, 21 i 4 puta veće u ovom kruhu u odnosu na kontrolni uzorak (Kumar i sur., 2024). Keksi dobre kvalitete i s poboljšanim organoleptičkim svojstvima, mogu se proizvesti dodatkom 10 % praha komine jabuke (Usman i sur., 2020). Keksi s dodatkom praha komine jabuke, poprimaju karakterističnu voćnu aromu i tamniju boju. Zbog ugodnog mirisa komine, moguće je smanjiti količinu šećera u tijestu, ali treba paziti jer prevelika količina komine može uzrokovati neugodan miris, povećanu tvrdoću, izrazito tamnu boju i manji volumen proizvoda. Povećanje tvrdoće keksa, s povećanjem udjela praha komine jabuke, može se pripisati većem sadržaju vlakana. Vlakna upijaju vodu tijekom gnječenja, što dovodi do povećanja tvrdoće tijesta i utječe na tvrdoću konačnog proizvoda (Petrović i sur., 2024). Boja keksa je bitan parametar koji utječe na prihvatljivost proizvoda. Zamjenom pšeničnog brašna, prahom komine jabuke, povećava se udio crvenih tonova i kekisi su tamniji. Do promjene u boji keksa, dolazi zbog izvorne boje komine jabuke i zbog neenzimskog posmeđivanja (Antonić i sur., 2020). Na boju i tvrdoću keksa, utječe i veličina čestica praha komine jabuke. Što su čestice veće, kekisi imaju svjetliju boju i manju tvrdoću. Također, kekisi proizvedeni s prahom komine jabuke, koji ima veće čestice, pokazali su veću zrnatost i izraženije pukotine na površini. Uzorci, s najvećom tvrdoćom i najtamnijom bojom bili su oni, koji su proizvedeni s dodatkom praha komine jabuke, koji je imao najmanju veličinu čestica. Dodatak praha komine jabuke, nije utjecao na mikrobiološku stabilnost keksa, tj. tijekom šest mjeseci skladištenja, nisu se razvili patogeni mikroorganizmi (Petrović i sur., 2024). Bezglutenski kekisi, s dodatkom komine jabuke u omjeru 15, 30, 45 i 60 %, imaju povišen sadržaj derivata kvercetina, fenolne kiseline, dihidrohalkona i flava-3-ola. Bogatiji su vlaknima, mineralima i mastima. Komina jabuke utjecala je i na pojačano tamnjenje, povećanje tvrdoće, te smanjenje volumena keksa (Kruczek i sur., 2023). Zamjenom pšeničnog brašna, s 10 % i 20 % praha komine jabuke, moguće je smanjiti glikemijski indeks biskvitnih proizvoda. Kontrolni proizvod, imao je

glikemijski indeks 70,4, što ga svrstava u hranu s visokim glikemijskim indeksom. Uzorci, u kojima je izvršena zamjena pšeničnog brašna s jabučnom kominom, imali su glikemijski indeks 65,7 s 10 % mješavine i 60,8 s 20 % mješavine, što se kategorizira kao hrana srednjeg glikemijskog indeksa (Alongi i sur., 2019). Osim pekarskih proizvoda, prahom komine jabuke mogu se obogaćivati i mnogi mliječni proizvodi poput jogurta, skute, mliječnih napitaka i polutvrđih sireva. U jogurtu, s dodatkom od 0,2 % do 1,0 % praha komine jabuke, došlo je do porasta antioksidacijske aktivnosti, koja se može povezati s kominom jabuke. Nakon 20 dana skladištenja, poboljšala se tekstura jogurta, tj. došlo je do smanjenja sinereze. Najbolja senzorska svojstva i teksturu, pokazali su uzorci jogurta, pripremljeni s udjelom komine jabuke od 0,6 % do 0,8 % (Popesco i sur., 2022). Komina jabuke, dopuštena je u proizvodnji talijanske salame, koja ima slična senzorska svojstva salame, proizvedene po klasičnoj recepturi. U svinjsko meso za pripremu talijanske salame, dodano je 7 % i 14 % sušene komine jabuke, te je podvrgnuto sazrijevanju od 25 dana. Talijanska salama, proizvedena s dodatkom komine jabuke, imala je veći sadržaj fenola i vlakana, a manji udio masti i manju kalorijsku vrijednost. Zamjena svinjskog mesa, sa 7 % komine jabuke, pokazale je veću prihvatljivost (Grispoldi i sur., 2022). Dodatak ekstrakta komine jabuke u pizza salamu spriječio je užeglost tijekom 8 tjedana skladištenja na -18 °C, te je senzorskom analizom utvrđeno da nije došlo do promjene okusa i mirisa (Antonić i sur., 2020). Obogaćivanje kiselog tijesta, s 5 % ili 10 % praha komine jabuke, poboljšalo je održivost mikroorganizama, zbog visoke razine šećera, te ujedno poboljšalo i sam okus kiselog tijesta (Szabo i sur., 2022). Prirodni pigmenti mogu se dobiti iz komine jabuke. Oksidacijom fenolnih spojeva, pri pH ispod 5, može se dobiti žuti pigment, koji bi bio prirodna zamjena tartrazinu i narančasti do crvenkasti pigment, pri pH iznad 6, koji bi bio alternativa kurkuminu, koji nije topiv u vodi (Antonić i sur., 2020).

### 2.3.2. Kora jabuke

Kora je otpadni proizvod u proizvodnji prerađenih proizvoda od jabuke. Kora jabuke, ima veći ukupni sadržaj fenola i flavonoida, te veću antioksidacijsku aktivnost od pulpe jabuke, koja joj daje karakteristike sastojka za proizvodnju funkcionalne hrane (Wolfe i sur., 2003). Sadržaj vlakana je veći u kori jabuke nego u komini. Kora jabuke sadrži 75 % vlage, 21,4 % vlakana, 0,28 % jabučne kiseline, 9,27 % ukupnog šećera, 1,60 % pepela i 1,21 % pektinske tvari. Pektin je jedan od važnih proizvoda, koji se dobiva prvenstveno iz otpada citrusa i jabuka (Virik i Sogi, 2007). Pektin je netoksičan, biorazgradiv polisaharid, topiv u vodi, koji služi kao povezivač tankog sloja između stanica u biljci i njegova kemijska struktura sadrži najmanje 65 % uzastopnih galakturonskih kiselina, s neutralnim bočnim lancima monosaharida. Pektin se ubraja u prehrambena vlakna i ne razgrađuje se na male molekule, djelovanjem probavnih enzima, kao što su  $\alpha$ -amilaza i  $\alpha$ -glukozidaza u tankom crijevu. Koristi se kao sredstvo za



zgušnjavanje i želiranje, modifikator viskoznosti, emulgator, vezivo, aditiv, pojačivač okusa i stabilizator (Cho i sur., 2019). Pektin se dodaje u prehrambene proizvode poput, marmelade, želea, bombona, umaka, sokova, koncentriranih sirupa i jogurta. Osim toga, ima primjenu u kozmetičkoj industriji i u farmaceutskim pripravcima, kao što su medicinske formulacije za stabilizaciju suspenzije (Virk i Sogi, 2007). Ekstrakcija je jedna od glavnih tehnika dobivanja pektina iz raznih organskih i anorganskih otpadaka. Jabučni pektin daje tvrdi i viskozni gel, koji je pogodan za proizvodnju pekarskih proizvoda. Pektin, može biti tamno obojeni i svijetlo obojeni, ali u prehrambenoj industriji uglavnom se koristi svijetlo obojeni (Shivamathi i sur., 2019). Ima zdravstvena funkcionalna svojstva, poput smanjenja kolesterola u krvi, poboljšanja imuniteta, zaštite gastrointestinalnog trakta i antitumorskog djelovanja (Cho i sur., 2019).

### 3. ZAKLJUČCI

1. Banana, jabuka i lubenica ubrajaju se u najzastupljenije voćne kulture u svijetu.
2. Nusproizvodi banane uključuju koru, cvijet, pseudostabljiku i lišće.
3. Kora banane, koja se koristi u obliku praha i ekstrakta, bogata je prehrambenim vlaknima i fenolima, koji joj daju antioksidacijska i antibakterijska svojstva te se koristi kao prirodni konzervans za povećanje kvalitete i trajnosti pekarskih, mesnih i mliječnih proizvoda.
4. Prah cvijeta banane bogat je prehrambenim vlaknima, proteinima, fenolnim spojevima, mineralima (kalijem, željezom, magnezijem) i vitaminom E te najčešće služi kao prirodni antioksidans u mesnim proizvodima.
5. Listovi banane koji su vodootporni i savitljivi, koriste se za pakiranje i posluživanje hrane.
6. Nusproizvodi lubenice uključuju koru (egzokarp i mezokarp) i sjemenke.
7. Prah od kore lubenice može se koristiti u formulaciji raznih pekarskih proizvoda, obogaćujući ih prehrambenim vlaknima, a čija konzumacija donosi brojne zdravstvene koristi, uključujući prevenciju kroničnih nezaraznih bolesti, poboljšanje lipidnog profila, pomoć u kontroli glukoze u krvi i krvnog tlaka, te smanjenje tjelesne mase.
8. Masti i proteini čine oko tri četvrtine sjemenki lubenice, zbog čega se sjemenke koriste za proizvodnju brašna za proteinske praškove i za proizvodnju ulja, koje je bogato esencijalnim masnim kiselinama i fenolima.
9. Nusproizvodi jabuke uključuju kominu i koru.
10. Komina jabuke se u obliku praha ili ekstrakta dodaje pekarskim, mesnim i mliječnim proizvodima, obogaćujući ih polifenolnim spojevima i prehrambenim vlaknima.
11. Kora jabuke je jedan od glavnih izvora pektina, koji se koristi kao zgušnjivač, sredstvo za želiranje, emulgator, pojačivač okusa i stabilizator.

#### 4. POPIS LITERATURE

Adebayo AO, Alozie I, Olivia CO (2018) Evaluating the influence of Citrullus lanatus seed extracts on electrolytes, urea and creatinine in Streptozotocin induced diabetic albino rats. *A J Life Sci* **1**, 87-94.

Afzal MF, Khalid W, Akram S, Khalid MA, Zubair M, Kauser S i sur. (2022) Bioactive profile and functional food applications of banana in food sectors and health: a review. *Int J Food Prop* **25**, 2286–2300. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2130940>

Alongi M, Melchior S, Anese M (2019) Reducing the glycemic index of short dough biscuits by using apple pomace as a functional ingredient. *LWT-Food Sci Technol* **100**, 300-305. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.068>

Antonic B, Jancikova S, Dordevic D, Tremlova B (2020) Apple pomace as food fortification ingredient: A systematic review and meta-analysis. *J Food Sci* **85**, 2977-2985. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15449>

Athanasiadis V, Chatzimitakos T, Kalompatsios D, Kotsou K, Mantiniotou M, Bozinou E i sur. (2023) Recent Advances in the Antibacterial Activities of Citrullus lanatus (Watermelon) By-Products. *Appl Sci* **13**, 11063. <https://doi.org/10.3390/app131911063>

Balogun O, Kang HW (2024) Bioactivities and Applications of Fruit Byproducts and Their Phytochemicals: A Mini Review. *Food Rev Int*, 1-41. <https://doi.org/10.1080/87559129.2024.2383429>

Bolarinwa IF, Orfila C, Morgan MRA (2015) Determination of amygdalin in apple seeds, fresh apples and processed apple juices. *Food Chem* **170**, 437–442. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.083>

Chakrabarty N, Mourin MM, Islam N, Haque AR, Akter S, Siddique AA i sur. (2020) Assessment of the Potential of Watermelon Rind Powder for the Value Addition of Noodles. *J Biosyst Eng*, **45**, 223-231. <https://doi.org/10.1007/s42853-020-00061-y>

Chaudhry F, Ahmad ML, Hayat Z, Ranjha MMAN, Chaudhry K, Elboughdiri N i sur., (2022) Extraction and Evaluation of the Antimicrobial Activity of Polyphenols from Banana Peels

Employing Different Extraction Techniques. *Separations* **9**, 165.  
<https://doi.org/10.3390/separations9070165>

Cho EH, Jung HT, Lee BH, Kim HS, Rhee JK, Yoo SH (2019) Green process development for apple-peel pectin production by organic acid extraction. *Carbohydr Polym* **204**, 97-103.  
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.086>

Choudhury N, Nickhil C, Deka SC (2023) Comprehensive review on the nutritional and therapeutic value of banana by-products and their applications in food and non-food sectors. *Food Biosci* **56**, 103416. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103416>

DZS (2023) Proizvodnja povrća, voća i grožđa u 2023.-privremeni podaci. DZS- Državni zavod za statistiku, <https://podaci.dzs.hr/2023/hr/58459>. Pristupljeno 5.rujna 2024.

Esparza I, Jimenez-Moreno N, Bimbela F, Ancin-Azpilicueta C, Gandia LM (2020) Fruit and vegetable waste management: Conventional and emerging approaches. *J Environ Manage* **265**, 110510. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110510>

FAO (2023) Agricultural production statistics 2000-2022., FAOSTAT Analytical Briefs, No. 79., FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.

Farooq M, Yunyang W (2024) Exploring bioactive compounds, natural antioxidants, and extraction techniques from watermelon (*Citrullus lanatus*) for health and food applications. *Carpathian J Food Sci Technol* **16**, 102-123. <https://doi.org/10.34302/crpjfst/2024.16.1.9>

Grispoldi L, Ianni F, Blasi F, Pollini L, Crotti S, Cruciani D (2022) Apple Pomace as Valuable Food Ingredient for Enhancing Nutritional and Antioxidant Properties of Italian Salami. *Antioxidants* **11**, 1221. <https://doi.org/10.3390/antiox11071221>

<https://www.myplate.gov/eat-healthy/fruits>. Pristupljeno 5.rujna 2024.

Imoisi C, Iyasele J, Michael U, Imhontu E (2020) The Effects of Watermelon Rind Flour on the Functional and Proximate Properties of Wheat Bread. *J Chem Soc Nigeria* **45**.  
<https://doi.org/10.46602/jcsn.v45i5.537>

Kiumarsi M, Shahbazi M, Yeganehzad S, Majchrzak D, Lieleg O, Winkeljann B (2019) Relation

between Structural, Mechanical and Sensory Properties of gluten-free Bread as Affected by Modified Dietary Fibers. *Food Chem* **277**, 664–673. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.015>

Kruczek M, Gumul D, Korus A, Buksa K, Ziobro R (2023) Phenolic Compounds and Antioxidant Status of Cookies Supplemented with Apple Pomace. *Antioxidants* **12**, 324. <https://doi.org/10.3390/antiox12020324>

Kumar H, Guleria S, Kinta N, Nepovimova E, Dhalaria R, Dhanjal DS i sur. (2024) Selected fruit pomaces: Nutritional profile, health benefits, and applications in functional foods and feeds. *Curr Res Food Sci* **9**, 100791. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100791>

Kumari P, Gaur SS, Tiwari RK (2023) Banana and its by-products: A comprehensive review on its nutritional composition and pharmacological benefits. *eFood* **4**, e110 <https://doi.org/10.1002/efd2.110>

Kuppusamy S, Venkateswarlu K, Megharaj M (2020) Examining the polyphenol content, antioxidant activity and fatty acid composition of twenty-one different wastes of fruits, vegetables, oilseeds and beverages. *SN Appl Sci* **2**, 673. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2441-9>

Long DQ, Thi MT, Thi Thu TT, Nu Minh NT, Van Viet ML (2024) Quality of high-fibre pasta supplemented with watermelon rind powder with different particle sizes. *Food Technol Biotech* **62**, 59-71. <https://doi-org.ezproxy.nsk.hr/10.17113/ftb.62.01.24.8196>

Mostafa HS (2021) Banana plant as a source of valuable antimicrobial compounds and its current applications in the food sector. *J Food Sci* **86**, 3778-3797. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15854>

Mubarak A, Catherine PB, Liu AH, Considine MJ, Rich L, Mas E i sur. (2012) Acute effects of chlorogenic acid on nitric oxide status, endothelial function and blood pressure in healthy volunteers: A randomised trial. *J Agric Food Chem* **60**, 9130–9136. <https://doi.org/10.1021/jf303440>

Petchsomrit A, McDermott MI, Chanroj S, Choksawangkar W (2020) Watermelon seeds and peels: fatty acid composition and cosmeceutical potential. *OCL* **27**, 54.

<https://doi.org/10.1051/oc/2020051>

Petrović J, Rakić D, Pajin B, Lončarević I, Jozinović A, Šoronja-Simović D i sur. (2024) Advancing Sustainable Nutrition: Enhancing Physical and Nutritional Qualities of Cookies with Apple Pomace Extrudates. *Sustainability* **16**, 6702. <https://doi.org/10.3390/su16156702>

Pires CA, Cavalcante LSD, de Carvalho AAM, de Siqueira PA, dos Santos GV, Ramos GLDA i sur. (2023) Watermelon (*Citrullus lanatus*) rind flour: Development and characterization of a novel watermelon byproduct. *J Food Sci* **88**, 4495-4508. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16779>

Popescu L, Ceşco T, Gurev A, Ghendov-Mosanu A, Sturza R, Tama R (2022) Impact of Apple Pomace Powder on the Bioactivity, and the Sensory and Textural Characteristics of Yogurt. *Foods* **11**, 3565. <https://doi.org/10.3390/foods11223565>

Putra NR, Rizkiyah DN, Abdul Aziz AH, Che Yunus MA, Veza I, Harny I i sur. (2023) Waste to Wealth of Apple Pomace Valorization by Past and Current Extraction Processes: A Review. *Sustainability* **15**, 830. <https://doi.org/10.3390/su15010830>

Rezig L, Chouaibi M, Meddeb W, Msaada K, Hamdi S (2019) Chemical composition and bioactive compounds of Cucurbitaceae seeds: Potential sources for new trends of plant oils. *Process Saf Environ* **127**, 73-81. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.05.005>

Rodrigues AS, Kubota EH, da Silva CG, dos Santos Alves J, Hautrive TP, Rodrigues GS i sur. (2020) Banana inflorescences: A cheap raw material with great potential to be used as a natural antioxidant in meat products. *Meat Sci* **161**, 107991. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107991>

Schmidt MM, Kubota EH, Prestes RC, Mello RO, Rosa CS, Scapin G i sur. (2016) Development and evaluation of pork burger with added natural antioxidant based on extract of banana inflorescence (*Musa cavendishii*). *CyTA-J Food* **14**, 280–288. <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1099118>

Sheng ZW, Ma WH, Jin ZQ, Bi Y, Sun ZG, Dou HT i sur. (2010) Investigation of dietary fiber, protein, vitamin E and other nutritional compounds of banana flower of two cultivars grown in China. *Afr J Biotechnol* **9**, 3888–3895.

Shivamathi CS, Ganesh Moorthy I, Vinoth Kumar R, Rahul Soosai M, Prakash Maran J, Shyam Kumar R i sur. (2019) Optimization of ultrasound assisted extraction of pectin from custard apple peel: Potential and new source. *Carbohydr Polym* **225**, 115240. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115240>

Skinner RC, Gigliotti JC, Ku KM, Tou JC (2018) A comprehensive analysis of the composition, health benefits, and safety of apple pomace. *Nutr Rev* **76**, 893–909. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy033>

Sumathy V, Lachumy SJ, Zakaria Z, Sasidharan S (2011) In vitro bioactivity and phytochemical screening of *Musa acuminata* flower. *Pharmacologyonline* **2**, 118–127.

Szabo K, Mitrea L, C ălinoiu LF, Teleky BE, Mart ău GA, Plamada D i sur. (2022) Natural Polyphenol Recovery from Apple-, Cereal-, and Tomato-Processing By-Products and Related Health-Promoting Properties. *Molecules* **27**, 7977. <https://doi.org/10.3390/molecules27227977>

Tarahi M, Mohamadzade Fakh-davood M, Ghaedrahmati S, Roshanak S, Shahidi F (2023) Physicochemical and Sensory Properties of Vegan Gummy Candies Enriched with High-Fiber Jaban Watermelon Exocarp Powder. *Foods* **12**, 1478. <https://doi.org/10.3390/foods12071478>

Temple NJ (2022) A rational definition for functional foods: A perspective. *Front Nutr* **9**, 957516. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.957516>

Teshome E, Teka TA, Nandasiri R, Rout JR, Harouna DV, Astatkie T i sur. (2023) Fruit By-Products and Their Industrial Applications for Nutritional Benefits and Health Promotion: A Comprehensive Review. *Sustainability* **15**, 7840. <https://doi.org/10.3390/su15107840>

Tufeanu RE, Georgescu C, Frum A, Tita MA, Tita O (2017) Minerals and Total Polyphenolic Content of Some Vegetal Powders. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies* **74**. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-asb:0002>

Usman M, Ahmed S, Mehmood A, Bilal M, Patil PJ, Akram K i sur. (2020) Effect of apple pomace on nutrition, rheology of dough and cookies quality. *J Food Sci Technol* **57**, 3244–3251. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04355-z>

Virk BS, Sogi DS (2004) Extraction and Characterization of Pectin from Apple (*Malus Pumila*. Cv Amri) Peel Waste. *Int J Food Prop* **7**, 693–703. <https://doi.org/10.1081/JFP-200033095>

Wolfe K, Wu X, Liu RH (2003) Antioxidant Activity of Apple Peels. *J Agric Food Chem* **51**, 609-614. <https://doi.org/10.1021/jf020782a>

Zahid HF, Ranadheera CS, Fang Z, Ajlouni S (2021) Utilization of Mango, Apple and Banana Fruit Peels as Prebiotics and Functional Ingredients. *Agriculture* **11**, 584. <https://doi.org/10.3390/agriculture11070584>

Zaini HM, Roslan J, Saallah S, Munsu E, Sulaiman NS, Pindi W (2022) Banana peels as a bioactive ingredient and its potential application in the food industry. *J Funct Foods* **92**, 105054. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105054>

Zarzycki P, Wirkijowska A, Teterycz D, Łysakowska P (2024) Innovations in Wheat Bread: Using Food Industry By-Products for Better Quality and Nutrition. *Appl Sci* **14**, 3976. <https://doi.org/10.3390/app14103976>

Zia S, Khan MR, Shabbir MA, Aadil RM (2021) An update on functional, nutraceutical and industrial applications of watermelon by-products: A comprehensive review. *Trends Food Sci* **114**, 275-291. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.039>

Zou F, Tan C, Zhang B, Wu W, Shang N (2022) The Valorization of Banana By-Products: Nutritional Composition, Bioactivities, Applications, and Future Development. *Foods* **11**, 3170. <https://doi.org/10.3390/foods11203170>



## Izjava o izvornosti

Ja Helena Mršić izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristila drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

---

Vlastoručni potpis