

# Kora avokada kao izvor funkcionalnih sastojaka

---

**Maraš, Mia**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*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:159:715666>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Mia Maraš**  
JMBAG: 0058218021

**KORA AVOKADA KAO  
IZVOR FUNKCIONALNIH SASTOJAKA**

**ZAVRŠNI RAD**

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

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

**Zagreb, 2023. godina.**

# 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

**Kora avokada kao izvor funkcionalnih sastojaka**

**Mia Maraš, 0058218021**

## **Sažetak:**

Kora avokada predstavlja nusproizvod avokado industrije, a kontinuirana istraživanja istražuju njezin neiskorišteni biološki potencijal. U kori avokada nalazi se obilje fitokemikalija, pri čemu je koncentracija fenolnih spojeva posebno visoka. Cilj ovog istraživanja je opisati sastav i ploda avokada i njegove kore, opisati dominantne bioaktivne komponente u kori avokada, istražiti antioksidacijska svojstva ekstrakata kore te njihove potencijalne koristi za zdravlje ljudi. Osim toga, ovaj rad ističe primjene kore avokada u prehrambenoj, kemijskoj i farmaceutskoj industriji.

**Ključne riječi:** kora avokada, fenolni spojevi, karotenoidi, klorofili

**Rad sadrži:** 23 stranice, 10 slika, 3 tablice, 38 literaturnih 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:** prof. dr. sc. Suzana Rimac Brnčić

**Pomoć pri izradi:** mag. nutr. Roko Marović

**Datum obrane:** 14. rujna 2023.

## 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

**Avocado peel as a source of functional components**

**Mia Maraš, 0058218021**

### **Abstract:**

The avocado peel represents a residual product of the avocado industry, and ongoing research is exploring its unexploited biological potential. Abundant phytochemicals are found within the avocado peel, and the concentration of phenolic compounds is particularly high. The objective of this study is to outline the composition of both the avocado fruit and its peel, to describe the predominant bioactive components in the avocado peel, to explore antioxidant properties of peel extracts and their potential benefits for human health. In addition, this paper highlights applications of avocado peel in the food industry, chemical industry, and pharmaceutical industry.

**Keywords:** avocado peel, phenols, carotenoids, chlorophylls

**Thesis contains:** 23 pages, 10 figures, 3 tables, 38 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:** Suzana Rimac Brnčić, PhD

**Technical support and assistance:** Roko Marović, mag. Nutr.

**Thesis defended:** September 14, 2023

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. TEORIJSKI DIO .....	2
2.1. AVOKADO .....	2
2.1.1. KEMIJSKI SASTAV AVOKADA .....	4
2.2. KORA AVOKADA .....	7
2.2.1. KEMIJSKI SASTAV KORE AVOKADA .....	7
2.2.2. FENOLNI SPOJEVI.....	7
2.2.3. KLOROFILI.....	12
2.2.4. KAROTENOIDI .....	12
2.2.5. VITAMINI.....	13
2.2.6. TOKOFEROLI I STEROLI.....	13
2.2.7. ANTIOKSIDACIJSKA AKTIVNOST .....	14
2.2.8. MINERALNE TVARI .....	14
2.2.9. MASNE KISELINE .....	14
2.3. UPORABA KORE AVOKADA U PREHRAMBENOJ, KEMIJSKOJ I FARMACEUTSKOJ INDUSTRIJI .....	15
2.3.1. KONZERVANS .....	15
2.3.2. AKTIVNI UGLJEN .....	16
2.3.3. AMBALAŽNI MATERIJALI .....	16
2.3.4. ČAJ.....	17

2.3.5. SMANJENJE RIZIKA RAZVOJA NEUROKOGNITIVNIH POREMEĆAJA.....	17
3.ZAKLJUČCI.....	18
4.POPIS LITERATURE.....	19

## **1. UVOD**

U radu je opisan kemijski sastav avokada, razlike između pojedinih sorti kao i podaci o ukupnoj proizvodnji avokada. Pregledom literature utvrđeno je da je većina dosadašnjih istraživanja vezana za kemijski sastav pulpe avokada i avokado ulja, dok su podaci za nusproizvode industrije avokada, a posebice kore avokada zastupljeni u jako maloj mjeri.

U ovom radu opisane su najzastupljenije bioaktivne tvari prisutne u kori avokada, čimbenici koji utječu na njihov udio kao i njihovi pozitivni učinci na zdravlje ljudi.

Kora avokada je nusproizvod glavnog proizvoda – pulpe avokada, međutim ekstrakti kore avokada predstavljaju potencijal u raznim industrijama te su stoga opisane mogućnosti primjene kore avokada u prehrambenoj, kemijskoj i farmaceutskoj industriji.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. AVOKADO

Avokado (*Persea americana*) je biljna vrsta koja pripada porodici *Lauraceae*, ujedno je najvažnije i jedino jestivo voće te porodice (Araújo i sur, 2018). Tradicionalno, avokado se uzgaja u Meksiku, ali se u posljednje vrijeme proizvodnja proširila i na ostatak svijeta. Botanički, avokado se dijeli na 3 grupe: meksički (*Persea americana*, vrsta *drymifolia*), gvatemalski (*Persea nubigena*, vrsta *guatemalensis*) i zapadnoindijski (*Persea americana*, vrsta *americana*) (Akan, 2021). Uzgaja se u najmanje 70 država svijeta. Trenutno postoji više od 500 vrsti avokada, većina ih se ne proizvodi komercijalno zbog različitih razloga poput nutritivnog sastava, vremena sazrijevanja ili otpornosti tijekom transporta (Araújo i sur, 2018). Avokado raste na stablu avokada koje je lisnato, zimzeleno a njegova visina može biti do 20 m (slika 1).



**Slika 1.** Stablo avokada s plodovima (<https://pixabay.com/photos/avocados-fruit-tree-branch-harvest-1518880/>)

Jedno stablo može dati do tisuću plodova avokada godišnje. Uvjeti za rast su različiti ovisno o sorti; suha suptropska i mediteranska klima, hladna i tropska područja na visokim nadmorskim visinama, ali ne i u pustinjskim uvjetima (Zafar i Sidhu, 2011).

Po proizvodnji, avokado zauzima 22. mjesto među glavnim proizvedenim voćem diljem svijeta, daleko iza banana sa 116 milijuna tona, lubenica sa 104 milijuna tona i jabuke s 86 milijuna tona. Najveći proizvođač, najveći potrošač i najveći izvoznik avokada je Meksiko sa



čak 30 % ukupne svjetske proizvodnje. Dominikanska Republika proizvodi oko 10 % avokada, a Peru i Indonezija 8 % te Kenija 4 % (FAOSTAT, 2022). U zadnje vrijeme, pojavom brojnih plantaža Hass sorte, Turska postaje ozbiljan konkurent na tržištu (Akan, 2021). Sjedinjene Američke Države i države članice Europske unije (EU) su glavni uvoznici ovog voća, što čini oko 80 % svjetskog uvoza. U Europskoj Uniji najveći uvoznik je Nizozemska i u najvećoj mjeri se uvozi avokado iz Perua, Čilea i Južne Afrike. Proizvodnja avokada je s vremenom značajno rasla što se povezuje sa poželjnim visokim koncentracijama bioaktivnih spojeva (fenolni spojevi, karotenoidi, klorofili). Avokado sadrži značajne količine nutrijenata, posebno lipida, mineralnih tvari (kalij, fosfor, kalcij i magnezij) i vitamina B-kompleksa, kao što su niacin, piridoksin, riboflavin, tiamin i biotin. Pulpa avokada sadrži više proteina, topivih i netopivih vlakana od mnogih drugih vrsta voća (Araújo i sur., 2018). Avokado se koristi na razne načine, kao sirova namirnica, pržena, u zamrznutim proizvodima, u obliku paste, u obliku ulja i u kozmetičkim proizvodima (Akan, 2021).

Povećanjem proizvodnje avokada dolazi i do veće količine nusproizvoda; kora i sjemenke koje čine 30 % ukupne mase cijelog voća. Kora i sjemenka su potencijalni izvor brojnih funkcionalnih sastojaka te je cilj novih znanstvenih studija istražiti njihov sastav, količinu te načine ekstrakcije kako bi se mogli iskoristiti kao nutraceutici u prehrambenoj, ali u ostalim industrijama (Salazar-López i sur., 2020).

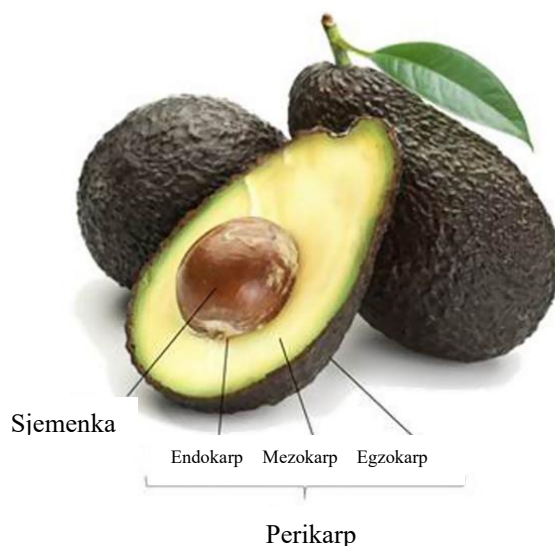
Proizvodnja avokada je u porastu. Prema izvješćima koje je objavio FAOSTAT (Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database) (2020), proizvodnja avokada se udvostručila sa 4,07 milijuna tona u 2011. na 8,06 milijuna tona u 2020. Uzimajući u obzir da nusproizvodi kora i sjemenka iznose 30 %, ove vrijednosti rezultiraju sa ukupno 2,46 milijuna tona prehrambenog otpada na globalnoj razini ako se nusproizvodi ne iskoriste (O Nyakang'I i sur., 2019).

Što se tiče industrije prerade avokada, očekivan je porast sa 1,70 milijardi USD u 2018. na 2,70 milijardi USD u 2024. Najvažniji proizvodi su guacamole, smrznute kriške, umaci, konzervirani avokado, dehidrirani avokado i ulje avokada kao najvažniji proizvod na globalnom tržištu (Ramos-Aguilar i sur., 2021).

Prema FAO, svjetska proizvodnja avokada se procjenjuje da će dosegnuti 9,2 tone do 2028. I u ovom slučaju, količina prehrambenog otpada također je preko dvije tone (da Silva i sur., 2022).

Avokado je sjemenjača s jednom sjemenkom u sredini, čija veličina, oblik, boja ovise o

genotipu. Oko sjemenke se nalazi pulpa (mezokarp), jestivi dio i zatim kora (egzokarp) (slika 2).



**Slika 2.** Glavni dijelovi ploda avokada (prema Hurtado-Fernández i sur., 2018)

Tekstura kore može biti glatka ili hrapava, različite debljine, a oblik ploda je ovalan ili okrugao. Masa pojedinog ploda može biti u rasponu od 100 g do 3000 g (Rosero i sur., 2019). Proces zrenja prikazan na slici 3, započinje tek nakon berbe i traje 5-7 dana na sobnoj temperaturi (Akan, 2021).



**Slika 3.** Pet stupnjeva zrelosti avokada (<https://hassavocadoboard.com/>)

#### 2.1.1. Kemijski sastav avokada

Prosječna masa avokada iznosi 150-400 g od čega je 73 % pulpa, 16 % sjemenka i 11 % kora, s odstupanjima ovisno o sorti (Calderón-Oliver i sur., 2016). Primjerice, sjemenka i kora Hass sorte iznose 15 % i 14 % dok Fuerte sorte iznose 21 % i 8 %. Ovaj nutritivno bogat prehrambeni otpad se pokušavao iskoristiti kao konzervans s ulogom sprječavanja lipidne oksidacije u

svinjskim kobasicama (Salazar-López i sur., 2020).

**Tablica 1.** Kemijski sastav pojedinih dijelova avokada (Salazar-López i sur., 2020)

	ugljikohidrati	proteini	masti	vitamini/ mineralne tvari	vlakna
sjemenka	42-81 %	0,14-9 %	3-15 %	1,3-4,3 %	2-4,2 %
pulpa	0,8-4,8 %	1-3 %	12-24 %	0,8-1,5 %	1,4-3 % (70 % netopljiva, 30 % topljiva)
kora	43-81 %	0,17-8 %	2-9 %	1,5-6 %	1,3-55 %

Iz tablice 1 vidljivo je da pulpa avokada sadržava 12-24 % masti, 1-3 % proteina, 0,8-4,8 % ugljikohidrata, 1,4-3 % prehrambenih vlakana (70 % topljivih i 30 % netopljivih), 0,8-1,5 % vitamina (C, E, K, kolin, niacin i pantotenska kiselina) i mineralnih tvari. Avokado je najpoznatiji po svom visokom udjelu nezasićenih masnih kiselina (>70 % ukupnih masti) koje imaju brojne blagodati na zdravlje. U pulpi se također nalaze polarni lipidi poput glikolipida i esencijalnih fosfolipida (Salazar-López i sur., 2020).

Za razliku od pulpe, kora i sjemenka su bogat izvor ugljikohidrata (sjemenka 42-81 %, kora 43-81 %), dok je udio lipida u sjemenki 3-15 % i u kori 2-9 %. Također, prisutni su proteini (sjemenka 0,14-9 %, kora 0,17-8 %), vlakna (sjemenka 2-4,2 %, kora 1,3-55 %) i mineralne tvari (sjemenka 1,3-4,3 %, kora 1,5-6 %). U nusproizvodima se nalaze i različite bioaktivne komponente koje predstavljaju najveći potencijal za iskorištenje sjemenke i kore (Salazar-López i sur., 2020).

Iako se najčešće bioaktivne tvari povezuju sa sjemenkom avokada, dokazano je da kora ima veći udio fenola (63,5 mg/g GAE) od sjemenke (57,3 mg/g GAE) te je prisutno više od sedamdeset fenolnih spojeva identificirano samo u kori sorte Hass (O Nyakang'i i sur, 2023).

Amado i sur. (2019) usporedili su sastav četiri vrste avokada: Hass, Quintal, Fortuna i Margarida. Uspoređivan je prosječan sastav masnih kiselina i tokoferola. Margarida sorta ima najveći udio pulpe (81,03 %) u odnosu na ukupnu masu dok Hass sorta ima najmanji udio pulpe (57,63 %). Udio kore je imao približno sličnu vrijednost za Margarida, Fortuna i Quintal sortu (7,46-8,45 %) dok je udio kore u Hass sorti iznosio 12,89 %. Doda li se tome i udio sjemenke (29,48 %), ukupni udio nusproizvoda Hass sorte iznosi 43 % mase cijelog voća. Potrebno je napomenuti da je Hass sorta imala i najmanju prosječnu masu pojedinog ploda

(197,65 g), a Margarida najveću (785,69 g).

Pri analizi sastava lipida, najviše lipida se nalazi u pulpi (13,3-23,4 % pulpe), praćeno korom a zatim sjemenkom uz iznimku Quintal sortu. Quintal sorta je imala veći postotak lipida u sjemenki nego u kori. Udio lipida je važan radi proizvodnje jestivog ulja avokada. Najzastupljenije masne kiseline u sva tri dijela su oleinska kiselina (18:1n-9), palmitinska kiselina (16:0), palmitoleinska kiselina (16:1), linolna kiselina (18:2n-6) i alfa-linolenska kiselina (18:3n-3). U pulpama sorti Quintal, Fortuna i Margarida glavna masna kiselina je bila oleinska dok je dok je kod sorte Hass, masna kiselina u najvećoj količini bila palmitinska. U kori sorte Quintal prisutno je manje zasićenih masnih kiselina i višestruko nezasićenih masnih kiselina nego u ostalim sortama. Tokoferoli su u najvećoj vrijednosti detektirani u kori (72,9–230,7 mg/100 g), zatim u sjemenki dok ih u pulpi uopće nema. Hass sorta je pokazala najveću vrijednost s dominantnim  $\alpha$ -tokoferol oblikom, dok taj oblik nije bio prisutan u kori sorti Quintal i Fortuna (Amado i sur., 2019).

O Nyakang’i i sur. (2023) su proveli istraživanje o sortama uzgajanim u Keniji. Najčešće su to Fuerte i Hass, pri tome se Hass najviše izvozi dok je Fuerte preferirana za preradu. Kora Hass avokada postaje crna ili crna sa zelenim mrljama pri postignutoj zrelosti a zrelost se utvrđuje laganim stiskom rukom. Avokado se konzumira kada je pulpa žućkasto-zelena, Hass sortu karakterizira intenzivan okus i kremasto meso, što ga čini pogodnim za proizvodnju guacamolea. Vrijeme sazrijevanja je kraće te Hass sorta daje više prinosa po hektaru. Nasuprot, Fuerte sorta, izduženog oblika, sjajne i tanke kore koja se lako guli ima relativno nizak udio masti, a time i kilokalorija. Nedostaci Fuerte sorte su što plod ne omekša u procesu sazrijevanja te je teško odrediti stupanj zrelosti.

**Tablica 2.** Udio dijelova avokada u različitim sortama

sorta/komponenta	pulpa	sjemenka	kora	literatura
Hass	71	15	14	(Salazar-López i sur., 2020)
Fuerte	71	21	8	(Salazar-López i sur., 2020)
Fortuna	69,9	19,9	10,2	(da Silva i sur., 2022)

U tablici 2 prikazan je udio postotka pojedinih dijelova avokada u različitim sortama. Uspoređujući rezultate dokazano je da Hass sorta ima najveći postotak kore.

## 2.2. KORA AVOKADA

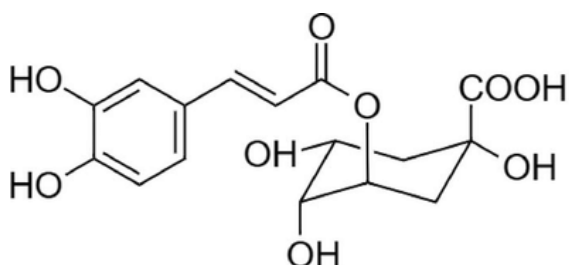
Udio kore u ukupnoj masi avokada iznosi 8,78-14,11 %. Debljina kore avokada Hass sorte uzgajanog različitim regijama Meksika iznosi 1,19-1,82 mm. Upravo debljina i tvrdoća kore Hass sorte su odgovorni za popularnost te sorte na međunarodnom tržištu, s obzirom da olakšava transport i rukovanje nakon berbe. Kora je uobičajeno crne boje kad voće postigne konzumnost zrelost, dok je u procesu zrenja zelene boje. Razlika u boji među sortama je uzrok različitog sastava pigmenata antocijana, karotenoida i klorofila (Ramos-Aguilar i sur., 2021).

### 2.2.1. Kemijski sastav kore avokada

Glavne komponente kore avokada su lignini netopljivi u vodi (35 %), polimerni šećeri (43,9 %), vodeni ekstrakti (16,9 %) te lipidi i proteini u manjoj količini (<6 %). Glavni potencijal u iskorištenju kore predstavljaju fenolni spojevi (4,7 g/100 g biomase) koji se nalaze koncentrirani u vodnim ekstraktima (87 % ukupnih fenolnih spojeva) (García-Vargas i sur., 2020).

### 2.2.2. Fenolni spojevi

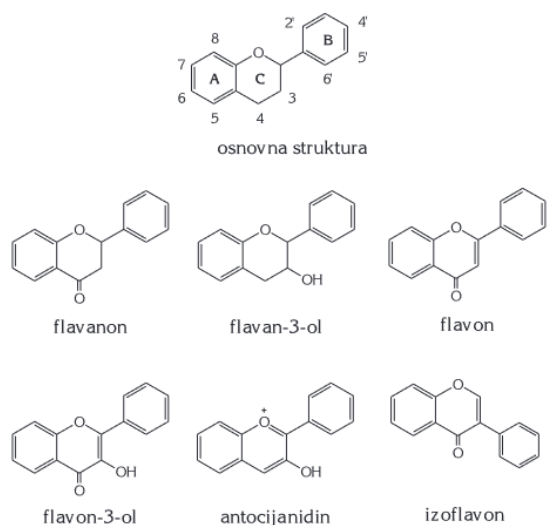
Kora avokada bogat je izvor bioaktivnih tvari. Svježa kora sadrži 0,6-0,8 mg galne kiseline/g uzorka (mg GAE/g uzorka) dok je u uzorku sušene kore prisutno 4,3-120,3 mg GAE/g. Sušena kora avokada ima veći udio fenolnih spojeva dok svježa kora ima veći udio flavonoida. U kori avokada nalazi se više od 30 pojedinačnih fenolnih spojeva kao i ostalih visoko-polimernih spojeva. Navedeni spojevi mogu se kategorizirati u 3 grupe: hidroksicimetne kiseline, flavonoli i flavan-3-oli (Akan, 2021).



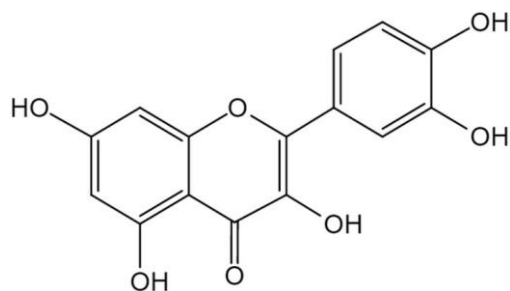
**Slika 4** Strukturna formula 5-O-kafeoil kininske kiseline (Yaeger i sur., 2021)

5-O-kafeoil kininska kiselina (slika 4) je najvažnija hidroksicimetna kiselina, pokazuje

antihiperглиkemijske učinke kao i veću DPPH aktivnost od vitamina E, sprječava reakcije oksidacije i stvaranja slobodnih radikala (Ahangarpour i sur., 2019).

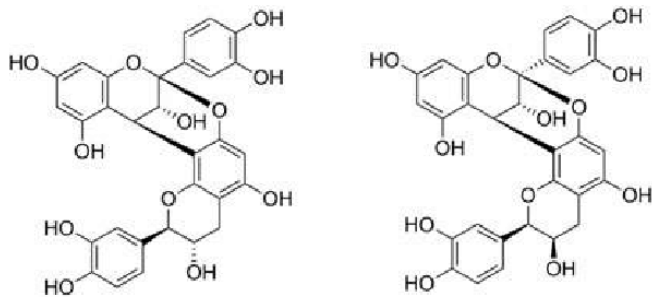


**Slika 5.** Osnovna struktura i skupine flavonoida (Kazazić, 2004)

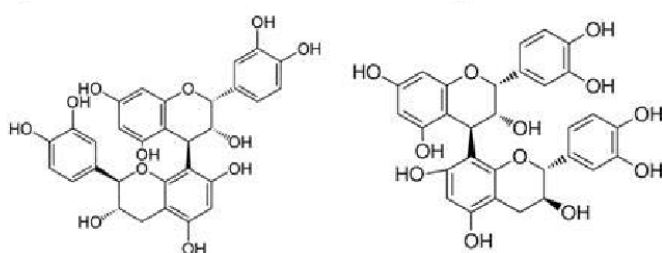


**Slika 6.** Strukturna formula kvercetina (Zhang i sur., 2020)

Flavonoli (slika 5) su najvažnija skupina flavonoida, prisutni su u kori voća, sudjeluju u kontroli oksidacije, sprječavanju upalnih procesa i prevenciji kardiovaskularnih bolesti. U kori avokada su najdominantniji derivati kvercetina (slika 6) (Figueroa i sur., 2017).



**Slika 7.** Strukturna formula A1 i A2 oblika procijanidina (Li i Yu, 2014)



**Slika 8.** Strukturna formula B1- i B2- oblika procijanidina (Li i Yu, 2014)

Flavan-3-oli (slika 5) se nalaze u monomernim, dimernim, polimernim i oligomernim oblicima. Najzastupljeniji su procijanidini (slika 7, slika 8) koji su do sad pokazali svojstva prevencije raka, upalnih procesa i kardiovaskularnih bolesti. Količina procijanidina u kori avokada je usporediva s onom u kakau koji je poznat kao dobar izvor istih. Primarni procijanidini (slika 8) su u B-obliku, dok kora avokada sadrži i A-oblik (slika 7) koji imaju još neke koristi poput prevencije infekcije urinarnog trakta (Akan, 2021).

**Tablica 3.** Količina pojedinačnih fenolnih spojeva u ekstraktima kore avokada Hass i Shepard sorte (prema Kosinska i sur., 2012)

naziv spoja	količina ( $\mu\text{g/g DW}$ )	
	Hass	Shepard
5-O-kafeoilkininska kiselina	$81,8 \pm 5,95$	$77,4 \pm 6,07$
dimer procijanidina B (I)	$135,4 \pm 7,44$	ND
dimer procijanidina A	$26,8 \pm 4,46$	ND
katehin	$148,8 \pm 5,95$	ND
dimer procijanidina B (II)	$55,1 \pm 4,46$	ND
kvercetin-3,4'-diglukozid	$46,1 \pm 2,98$	ND
kvercetin 3-o-rutinozid	$23,8 \pm 2,98$	ND
kvercetin-3-o-arabinozil-glukozid	$80,4 \pm 5,95$	ND
kvercetin-3-o-arabinozid	ND	$94,1 \pm 6,07$
kvercetin 3-o-galaktozid	$31,2 \pm 4,46$	$144,1 \pm 12,14$
kvercetin-3-o-glukozid	ND	$54,6 \pm 7,59$
derivat kvercetina (I)	ND	$63,7 \pm 9,10$
derivat kvercetina (II)	$62,5 \pm 29,76$	ND
derivat kvercetina (III)	ND	$81,9 \pm 9,10$

U tablici 3 je prikazana ukupna količina najzastupljenijih fitokemikalija u kori Hass i Shepard sorti. Spojevi su identificirani uspoređujući vrijeme zadržavanja (tR), apsorpcijski maksimum ( $\lambda_{\text{max}}$ ), deprotonirane molekularne ione i masu fragmenata iona (Kosinska i sur., 2012).

Vrsta i količina fitokemikalija u kori avokada ovise o stupnju zrelosti, uvjetima rasta, zemlji podrijetla i samoj sorti avokada. Uspoređujući sorte Hass i Shepard, Hass sorta sadrži značajno više fenolnih spojeva, čak 25,32 mg CE/g (ekvivalenata katehina po gramu uzorka) dok sorta Shepard sadrži 15,61 mg CE/g. Pokazano je da su dimeri katehin i procijanidin prisutni u Hass sorti dok ih u Shepard sorti uopće nije bilo (Kosinska i sur., 2012). Tremocoldi i sur. su u svojoj studiji iz 2018. dokazali da kora sorte Fuerte ima veću ukupnu količinu fenolnih spojeva od sorte Hass.

Boja i tekstura kore, koja se mijenja procesom zrenja također ima utjecaj na profil i količinu fenolnih spojeva. Tako je u ranom procesu žetve količina fenolnih spojeva bila 600 mg/kg, a u kasnom razdoblju je njihova količina pala na 400 mg/kg (Bowen i sur., 2018).

Primjena topline na koru avokada uzrokuje pucanje kemijskih veza i time oslobađanje individualnih spojeva fitokemikalija i time porast ukupnog broja fitokemikalija, ali primjena



toplina također može razoriti spojeve osjetljive na toplinu te prouzročiti gubitke fitokemikalija. Što se tiče metode sušenja, sušenje na višoj temperaturi i pri većem protoku zraka uzrokuje pad količine fenola. U usporedbi sa sirovom korom, količina fenolnih spojeva se smanjuje primjenom metode sušenja, ali je smanjenje veće kod sušenja liofilizacijom, nego kod sušenja pri povišenim temperaturama u pećnici (Akan, 2021).

Ramos-Aguilar i sur. (2021) su u svom istraživanju određivali sastav odabranih fitokemikalija u korama sorti Hass i 'Hass tipova' (HT). Termin HT odnosi se na sorte koje imaju sličan izgled i karakteristike kao i Hass sorta neovisno o njihovom genetskom podrijetlu. Svi uzorci korišteni u istraživanju su uzgajani u Uruapanu, Meksiko, zatim homogenizirani u metanolu, obrađeni ultrazvukom i u centrifugi. Ukupan sadržaj fenola u ekstraktima kore avokada je određen prema Folin-Ciocalteu metodi i izražen u g galne kiseline po kg uzorka (g GAE/kg). Za određivanje antioksidacijske aktivnosti korištena je DPPH metoda.

Rezultati pokazuju da kora ima više ukupnih fenola i veću antioksidacijsku vrijednost uspoređujući sa pulpom testiranih sorti. Najveći udio fenola, kao i najveću antioksidacijsku aktivnost pokazala je sorta HT2 dok je HT9 imala najmanje vrijednosti za obje komponente. Dokazane vrijednosti pokazuju na moguću povezanost ukupne količine fenola s antioksidacijskom aktivnosti (Ramos-Aguilar i sur., 2021).

Do sad su u kori avokada identificirani mnogi fenolni spojevi (Figueroa i sur., 2017), u ovom istraživanju identificirana i kvantificirana su dva flavanola, jedna fenolna kiselina te jedan antocijanin, kojih je u nekim uzorcima bilo u izobilju (Ramos-Aguilar i sur., 2021).

Najzastupljeniji fenolni spoj je bio procijanidin B2, posebno u korama HT1, HT2, HT3 i HT5 sorti. Prema Bowen i sur. (2018), procijanidin B2 i epikatehin su najzastupljeniji flavanoli u kori Hass sorte. Procijanidin B2 se povezuje s blagodatima na ljudsko zdravlje s obzirom na visoku antioksidacijsku vrijednost procijanidina. U kori avokada su prisutni i drugi proantocijanidini kao i monomeri procijanidina (Ramos-Aguilar i sur., 2021).

Dobiveni raspon količine epikatehina (0,90–6,08 g/kg FW) i procijanidina B2 (2,79–5,59 g/kg FW), kao najzastupljenijih flavanola odgovarala je rasponu određenom u istraživanju Mpai i Sivakumar (2020). Kako je količina epikatehina u HT sortama bila veća od 'Hass' sorte, HT sorta bi mogla biti otpornija na infekciju antraknozom jer epikatehin smanjuje rast *C. gloesporioides* (Mpai & Sivakumar, 2020).

Najveći udio klorogenske kiseline je bio u HT12 sorti dok su 'Hass', HT3, HT4 i HT10 imali

slične vrijednosti. Najniža količina je detektirana kod HT9 sorte. Nizak udio hidroksicimetnih kiselina u voću i povrću povezuje se s infekcijama poput antraknoze. Ulogu u sprječavanju infekcija ima klorogenska kiselina zbog svoje sposobnosti usporavanje biosinteze melanina u gljivama i tako smanjuje njihovu otpornost na nepovoljne uvjete i rast. Tako se voće sorti sa visokom vrijednosti klorogenske kiseline; HT2, HT6, HT7, HT12 i HT14 može skladištiti duže vrijeme (Ramos-Aguilar i sur., 2021). Postoji potencijal industrijskog dobivanja vodenih ekstrakata kore avokada koji bi zbog prisustva klorogenske kiseline bili korišteni za sprječavanje truljenja voća i povrća nakon berbe (Villarino i sur., 2011).

Od antocijanina, detektiran je cijanidin 3-O-glukozid dok su ostali antocijanini detektirani samo u nezrelom avokadu. Količina cijanidina 3-O-glukozida varirala je od 0,09-0,83 g/kg uzorka. Najveća količina je bila kod HT10 sorte dok su 'Hass', HT2, HT3 i HT14 pokazali najmanji udio. Cijanidin 3-O-glukozid povezuje se svanjskom bojom kore avokada, odnosno crno-ljubičasta boja je uzrok pada količine klorofila i povećanja cijanidin 3-O-glukozida. Na boju utječu i neki drugi karotenoidi (Cox i sur., 2004).

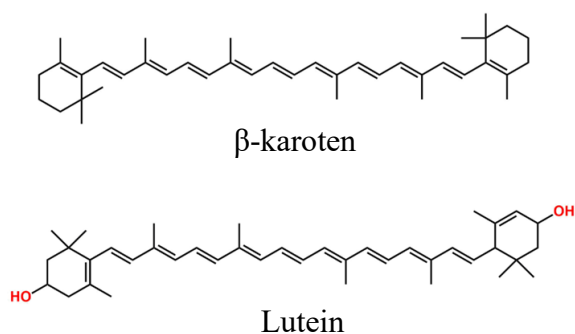
### 2.2.3. Klorofili

Klorofil daje zelenu boju pulpi i kori avokada, posebno prije nego što sazrije. Koncentracije klorofila najviše su prisutne u kori avokada. Zabilježe su vrijednosti od  $8,7 \pm 0,9$   $\mu\text{g/g}$  za  $\alpha$ -klorofil odnosno  $6,2 \pm 0,9$   $\mu\text{g/g}$  za  $\beta$ -klorofil u različitim sortama avokada. Najmanja količina je uočena kod Hass sorte što objašnjava karakterističnu crnu boju kore (Wang i sur., 2010). Klorofil je nestabilan u hrani, što dovodi do stvaranja pheofitina i drugih derivata klorofila koji mogu sudjelovati u procesima oksidacije masti i ulja, no klorofil i njegovi derivati mogu pokazivati i antioksidacijska svojstva u uljima. Konzumacija hrane bogate klorofilom povezana je s smanjenim rizikom od raka debelog crijeva kod ljudi. Antikancerogeni učinci klorofila pripisuju se njegovoj antioksidacijskoj aktivnosti, modulacijskom djelovanju na mehanizme detoksikacije i sposobnosti induciranja stanične apoptoze.

### 2.2.4. Karotenoidi

Prema Jimenez i sur. (2020) u kori i pulpi se nalazi sličan sastav karotenoida dok je u sjemenki značajno manja količina. Količina karotenoida u kori je 0,89 do 2,6 mg/100 g. Najviša koncentracija karotenoida je zabilježena u kori vrste Nabal (4 mg/100 g). Najzastupljeniji karotenoidi u avokadu su lutein,  $\beta$ -karoten, zeaksantin i  $\beta$ -kriptoksantin (slika 9). Razina karotenoida u sorti 'Hass' značajno raste kako voće sazrijeva, a ksantofili, lutein i kriptoksantin

prevladavaju, čineći oko 90 % ukupnih karotenoida.



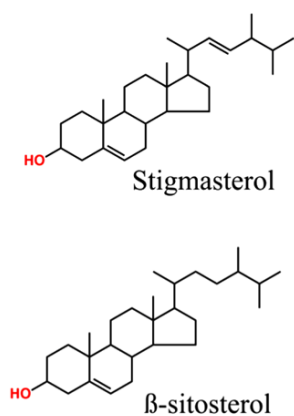
Slika 9. Kemijska struktura najznačajnijih karotenoida u avokadu (Rodriguez-Amaya, 2001)

### 2.2.5. Vitamini

Osim karotenoida kao prekursora vitamina A (Wang i sur., 2010), u kori avokada nalaze se i vitamini C i E. Vrijednosti izmjerene u kori avokada Hass sorte, uzgojene u regiji Algarve, Portugal iznose  $4,1 \pm 2,7$  mg/100 g FW za vitamin C odnosno  $2,13 \pm 1,03$  mg/100 g FW za vitamin E (Vinha i sur., 2020).

### 2.2.6. Tokoferoli i steroli

Fitosteroli imaju povoljan učinak na snižavanje razina kolesterola u krvi kod ljudi tako što smanjuju apsorpciju kolesterola u crijevima i ukupne razine kolesterola. Avokado je najbogatiji poznati voćni izvor fitosterola s otprilike 26 mg i 57 mg na 30 g odnosno polovicu ploda avokada (USDA, 2011). U pulpi avokada najzastupljeniji fitosteroli su  $\beta$ -sitosterol, kampesterol i stigmasterol (slika 10) i  $\gamma$ -tokoferol (Jimenez i sur., 2020). U dosadašnjoj literaturi nema informacija o identifikaciji tokoferola i sterola u kori avokada.



Slika 10. Kemijska struktura najznačajnijih fitosterola u avokadu

### 2.2.7. Antioksidacijska aktivnost

Sušena kora avokada također pokazuje izrazito visoku antioksidacijsku aktivnost u uspoređivanju s ostalim voćem. Primjerice kora avokada ima veću antioksidacijsku aktivnost od borovnica (Akan, 2021) čija vrijednost za EC50 iznosi 0,42 mg (Huang i sur., 2012).

Antioksidacijska aktivnost nusproizvoda avokada određena je TEAC (engl. Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) i EC50 (određivanje koncentracije za postizanje 50 % antioksidacijskog efekta) metodama. Rezultati TEAC metode su pokazali da ekstrakti kore avokada pokazuju bolje rezultate neutraliziranja ABTS radikala od onih sjemenki avokada. Vrijednosti su iznosile 0,091 – 0,161 mmol Trolox ekvivalenata/g DW.

Određivanjem EC50 vrijednosti, dokazano je da ekstrakt kore Hass sorte pokazuje najbolju aktivnost hvatanja radikala (EC50 = 0,358 mg), praćen ekstraktom sjemenke Shepard sorte, sjemenke Hass sorte dok je kora Shepard sorte pokazala najlošiji rezultat od ispitanih uzoraka (Kosinska i sur., 2012).

### 2.2.8. Mineralne tvari

Prema da Silva i sur. (2022) kora i sjemenka avokada su bogat izvor mineralnih tvari s naglaskom na kalcij i magnezij. Također su prisutni bakar, željezo, mangan i cink u manjim količinama. Prema istraživanju u Jugoistočnoj Aziji kalcij, željezo i cink su potencijalno deficitarne mineralne tvari. Općenito je manjak mineralnih tvari češći u ženskoj populaciji, a zbog visoke koncentracije kalcija u kori avokada, iskorištavanje prehrambenog otpada avokada može pomoći u rješavanju tog problema. Primjerice u jednoj toni prehrambenog otpada nalazi se toliko kalcija da bi se moglo osigurati preporučene dnevne doze kalcija za više od dvije tisuća osoba tijekom mjesec dana.

### 2.2.9. Masne kiseline

Za sada masne kiseline, šećeri, antocijani, organske kiseline, karotenoidi, klorofili, tokoferoli i steroli u kori avokada nisu dovoljno istraženi jer su dosadašnja istraživanja bila usmjerena na ispitivanje fenolnih spojeva (Ramos-Aguilar i sur., 2021, Amado i sur., 2019). Razlike u profilu masnih kiselina i ulja avokada mogu utjecati na njegovu kvalitetu i skladištenje. Profil masnih kiselina s većim udjelom mononezasićenih masnih kiselina ili polinezasićenih masnih kiselina poboljšava otpornost avokada na niže temperature. Smatra se da avokado iz područja s nižim temperaturama može sadržavati više oleinske kiseline i niže razine zasićenih masnih kiselina (palmitinske kiseline) u odnosu na avokado iz područja s višim

temperaturama. Temperatura je najvažnija varijabla koja utječe na koncentracije oleinske, palmitinske i palmitoleinske kiseline. Sadržaj ulja i profil masnih kiselina također su pod utjecajem drugih klimatskih uvjeta i nutritivnih faktora. Sadržaj dušika i magnezija u pulpi avokada pri berbi povezan je s udjelom palmitinske i palmitoleinske kiseline, pri čemu visoki udjeli dušika i magnezija smanjuju udio zasićenih masnih kiselina.

Sadržaj masnih kiselina u ekstraktima kore u otapalima heksanolu i etanolu je određen plinskom kromatografijom. Najzastupljenija masna kiselina je bila palmitinska; 42,5 % od ukupnih masti u heksan- odnosno 47,9 % u etanol-ekstraktu. U usporedbi s ekstraktima sjemenke, ekstrakt kore je pokazao lošiji profil poželjnih nezasićenih masnih kiselina. U kori avokada u visokoj količini su prisutne zasićene masne kiseline palmitinska i stearinska. Pretjeran unos zasićenih masnih kiselina može dovesti do povećanja LDL-kolesterola u serumu. Ekstrakti kore nisu dobar izvor poželjnih nezasićenih masnih kiselina već bi se istraživanja trebala usmjeriti na sjemenku avokada kao potencijalni nusproizvod (da Silva i sur., 2022).

## **2.3. UPORABA KORE AVOKADA U PREHRAMBENOJ, KEMIJSKOJ I FARMACEUTSKOJ INDUSTRIJI**

### **2.3.1. Konzervans**

Proizvodnja prirodnih konzervansa je u značajnom porastu zbog velike potražnje za takvim proizvodima na tržištu. Ekstrakt kore avokada je stoga korišten u kao inhibitor lipidne i proteinske oksidacije odnosno sprječavanja gubitka boje mesnih proizvoda (Rodríguez-Carpena i sur., 2011). Prema istraživanju Calderón-Oliver & López-Hernández (2020) dodatkom 5 % ekstrakta kore avokada u mljeveno svinjsko meso dokazana je inhibicija oksidacije proteina. Korištena je metoda kvantifikacije Schiffovih baza,  $\alpha$ -aminoadipinske kiseline i  $\alpha$ -aminoadipina semialdehid, spojeva koji inače nastaju specifičnom oksidacijom aminokiseline lizina u sirovom, kuhanom i kuhanom-ohlađenom mesu. Dobiveni rezultati su povezani s prisustvom polifenola i procijanidina u ekstraktu. Štoviše, pokazano je i da ekstrakt kore avokada Hass sorte utječe na smanjenje oksidacije kolesterola prisutnog u emulzijama sirovog i kuhanog svinjskog mesa. Također, pri dodatku ekstrakta sjemenke i kore avokada u burger od svinjskog mesa, zabilježeno je da i nakon 15 dana u hladnjaku nije došlo do promjene boje.

Ostala uporaba je inhibicija oslobađanja protuupalnih TNF- $\alpha$  i medijatora upale dušikovog

oksida, vjerojatno zbog velike količine fenolnih spojeva i antioksidacijske aktivnosti (Akan, 2021).

Ekstrakt kore avokada u usporedbi s prirodnim antimikrobnim dipeptidom nizinom, pokazuje bolje antioksidacijsko djelovanje. Značajan antimikrobni učinak pokazan je na *Listeria innocua* (ATCC 33090), *Escherichia coli* (JMP101), *Lactobacillus sakei*, *Weissella viridescens* i *Leuconostoc mesenteroides*. Postignuta je najveća antimikrobna aktivnost protiv *L. innocua* sa rezultatom od 61 % primjenom ekstrakta kore i 39 %, primjenom nizina (Calderón-Oliver i sur., 2016).

### 2.3.2. Aktivni ugljen

Kora avokada ima potencijal primjene u proizvodnji aktivnog ugljena čime bi se spriječila kemijska i biološka uporaba kisika u otpadnim vodama proizvodnje kave. Aktivni ugljen proizveden od kore avokada predstavlja jeftiniju alternativu komercijalnom aktivnom ugljenu, uzimajući u obzir slične adsorpcijske kapacitete (Devi i sur., 2008).

U prethodnoj studiji kora avokada karbonizirana je na 900 °C, 65 minuta čime je dobiven upijajući materijal namijenjen uklanjanju boja (10-50 mg/L) i krutih tvari (0,5-20 g/L). Korištenjem dobivenog materijala postignuta je potpuna eliminacija naftol plavo-crne i reaktivne crne 5 boje u suspenzijama (10 mg/L i 20 g/L boje i krutina) uz miješanje od 150 okretaja u minuti, a bazično plavo 41 je eliminirano pomoću 13,4 g/L adsorbensa (Salazar-López i sur., 2020).

### 2.3.3. Ambalažni materijali

Ekstrakt kore avokada korišten je kao materijal namijenjen aktivnom pakiranju hrane. Razvijeni su termoplastični škrobni filmovi i poli-(butilen adipat kotereftalat) filmovi. Uloga ekstrakta avokada je smanjenje propusnosti vodene pare, poboljšanje mehaničkih svojstava i antioksidacijskog kapaciteta ambalaže (Fidelis i sur., 2015).

U istraživanju iz 2021., Merino i sur. su ispitivali pojedinačno i kombinaciju ekstrakta kore i sjemenke avokada u pakiranjima. Potvrđeno je da kombinacija ekstrakta kore i sjemenke avokada, plastificiranih s poliglicerolom G3 i dodatkom pektina pokazuju najviše poželjnih svojstava za pakiranje hrane. Zabilježena su odgovarajuća mehanička i barijerna svojstva te antioksidacijska aktivnost samog pakiranja. Korištenje nusproizvoda avokada u pakiranju je od posebne važnosti jer predstavlja biorazgradivu, ekološki prihvatljiviju alternativu

tradicionalnim plastičnim materijalima koji se koriste za izradu ambalaže.

#### 2.3.4. Čaj

Rotta i sur. (2016) su istražili kemijski sastav i antioksidacijsku aktivnost čaja pripremljenog od kore avokada u prirodnom obliku i sušene kore avokada. Istraživanje je dokazalo da su i fenolne komponente i flavonoidi prisutni u čaju te sukladno tome čaj pokazuje visoka antioksidacijska svojstva. Provedena je i senzorska analiza sa stručnim panelom. Čaj od osušene kore avokada je ocijenjen s ocjenom  $7,00 \pm 1,09$ , značenja „umjereno sviđanje“.

#### 2.3.5. Smanjenje rizika razvoja neurokognitivnih poremećaja

Antioksidacijska svojstva nusproizvoda avokada imaju potencijal u kontroli ili usporavanju napredovanja bolesti čije nastajanje je povezano ili ubrzano s oksidacijskim procesima u tijelu. Alzheimerova bolest je neurodegenerativan poremećaj koji zahvaća uglavnom starije osobe. Poremećene su sinapse između neurona djelovanjem enzima acetilkolinesteraze (AChE). Trenutno nema lijeka za Alzheimerovu bolest, a postojeći palijativni lijekovi poput galantamina koji dokazano ublažuju simptome su vrlo skupi (Bernstein i sur., 2019). Stoga nusproizvodi avokada predstavljaju ekonomski prihvatljivo rješenje.

Da Silva i sur. (2022) su proveli testove na sjemenkama i kori avokada Fortuna sorte. Ciljani biološki testovi su odredili antioksidacijski potencijal, sposobnost inhibicije AChE i neuroprotektivnu učinkovitost. Pripremljena su četiri ekstrakta; ekstrakti kore u etanolu i heksanu te ekstrakti sjemenke u etanolu i heksanu.

Sva četiri ekstrakta su pokazali aktivnost u inhibiciji acetilkolinesteraze, pri čemu su etanolni ekstrakti bili učinkovitiji. Sposobnost inhibicije je bila uspoređivana s onom čistog standarda eserina ( $91,5 \pm 1,6$  %). Etanolni ekstrakt kore avokada je pokazao učinkovitost od  $85,6 \pm 11,1$  % što je izvanredan rezultat i dokazuje izravnu povezanost količine ukupnih fenola i antioksidacijskog utjecaja na acetilkolinesterazu. Etanolni ekstrakt kore avokada je pokazao najbolja svojstva u inhibiciji acetilkolinesteraze dok je etanolni ekstrakt sjemenke pokazao bolji neuroprotektivni učinak protiv oštećenja izazvanih rotenonom (da Silva i sur, 2022).

### 3. ZAKLJUČCI

1. Proizvodnja avokada je u porastu, što dovodi do značajne količine prehrambenog otpada ove iznimno nutritivno vrijedne namirnice.
2. Nusproizvodi avokada; sjemenka i kora su bogati izvor funkcionalnih sastojaka.
3. Kora avokada je dobar izvor fenolnih spojeva od kojih su najzastupljeniji hidroksicimetne kiseline, flavonoli i flavan-3-oli.
4. Najzastupljeniji karotenoidi u avokadu su lutein i  $\beta$ -karoten. Kora i pulpa sadrže veći udio karotenoida u odnosu na sjemenku.
5. Klorofil u avokadu, posebno prisutan u kori, osim što daje zelenu boju, ima značajnu ulogu u zaštiti od oksidacije.
6. Kora avokada sadrži veći udio zasićenih masnih kiselina, a sjemenka nezasićenih masnih kiselina.
7. Kora avokada može se koristiti kao prirodni konzervans te nalaze primjenu u proizvodnji čaja, aktivnog ugljena i u pakiranju različitih proizvoda.
8. Nusproizvodi avokada imaju potencijal u kontroli i usporavanju napredovanja neurokognitivnih poremećaja izazvanih oksidacijskim procesima.



#### 4. POPIS LITERATURE

Ahangarpour A, Sayahi M, Sayahi M (2019). The antidiabetic and antioxidant properties of some phenolic phytochemicals: A review study. *Diabetes & Metabolic Syndrome. Clinical Research & Reviews*, **13**(1), 854-857. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2018.11.051>

Akan S (2021) Phytochemicals in avocado peel and their potential uses. *Food Health* **7**(2), 138-149. <https://doi.org/10.3153/FH21015>

Amado DAV, Detoni AM, de Carvalho SLC, A.S. Torquato AS, Martin CA, Tiunan TS i sur. (2019) Tocopherol and fatty acids content and proximal composition of four avocado cultivars (*Persea Americana* Mill). *Acta Alimentaria*, **48** (1), 47–55. <https://doi.org/10.1556/066.2019.48.1.6>

Araújo RG, Rodriguez-Jasso RM, Ruiz HA, Pintado MME, Aguilar CN (2018) Avocado by-products: nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.027>

Bernstein JJJ, Holt GB, Bernstein J (2019) Price dispersion of generic medications. *PLoS ONE* **14**, e0225280. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225280>

Bowen J, Billing D, Connolly P, Smith W, Cooney J, Burdon J (2018) Maturity, storage and ripening effects on anti-fungal compounds in the skin of ‘Hass’ avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology* **146**, 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.08.005>

Calderón-Oliver M, Escalona-Buendía, HB, Medina-Campos ON, Pedraza-Chaverri J, Pedroza-Islas R, Ponce-Alquicira E (2016) Optimization of the antioxidant and antimicrobial response of the combined effect of nisin and avocado byproducts. *LWT-Food Science and Technology* **65**, 46-52. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.048>

Calderón-Oliver M, López-Hernández LH (2020) Food Vegetable and Fruit Waste Used in Meat Products. *Food Reviews International*, 8755-9129. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1740732>

Cox KA, McGhie TK, White A, Woolf AB (2004) Skin colour and pigment changes during ripening of ‘Hass’ avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology* **31**, 287–294. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.09.008>

da Silva GG, Pimenta LPS, Melo JOF, Mendonça HdOP, Augusti R, Takahashi JA (2022) Phytochemicals of Avocado Residues as Potential Acetylcholinesterase Inhibitors, Antioxidants, and Neuroprotective Agents. *Molecules*, **27**, 1892. <https://doi.org/10.3390/molecules27061892>

Devi R, Singh V, Kumar A (2008) COD and BOD reduction from coffee processing wastewater using Avacado peel carbon. *Bioresource Technology* **99**, 1853–1860. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.03.039>

Fidelis JCF, Monteiro ARG, Scapim MRS, Monteiro CCF, Morais DR, Claus T, Yamashita F (2015) Development of an active biodegradable film containing tocopherol and avocado peel extract. *Italian Journal of Food Science* **27**, 468–475. <http://dx.doi.org/10.14674/1120-1770/ijfs.v379>

Figueroa JG, Borrás-Linares I, Lozano-Sánchez J, Segura-Carretero A (2017) Comprehensive identification of bioactive compounds of avocado peel by liquid chromatography coupled to ultra-high-definition accurate-mass Q-TOF. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.011>

Figueroa JG, Borrás-Linares I, Del Pino-García R, Curiel JA, Lozano-Sanchez J, Segura-Carretero A (2021) Functional ingredient from avocado peel: Microwave-assisted extraction, characterization and potential applications for the food industry. *Food Chemistry* **352**. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129300>

García-Vargas MC, del Mar Contreras M, Gómez-Cruz I, Romero-García JM, Castro J (2020) Avocado-Derived Biomass: Chemical Composition and Antioxidant Potential. *Proceedings* **70**, 100. [https://doi.org/10.3390/foods\\_2020-07750](https://doi.org/10.3390/foods_2020-07750)

Hass Avocado Board (2021) 5 stages of ripeness for Hass avocados

<https://hassavocadoboard.com/>. Pristupljeno 5. rujna 2023.

Huang W, Zhang H, Liu W, Li C (2012) Survey of antioxidant capacity and phenolic composition of blueberry, blackberry, and strawberry in Nanjing. *Journal of Zhejiang University. Science B*, **13**(2): 94–102. <https://doi.org/10.1631%2Fjzus.B1100137>

Hurtado-Fernández, E., Fernández-Gutiérrez, A., Carrasco-Pancorbo, A. (2018) Avocado fruit—*Persea americana*. *Exotic Fruits*, 37–48. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803138-4.00001-0>

Jimenez P, Garcia P, Quitral V, Vasquez K, Parra- Ruiz C, Reyes-Farias M, Garcia-Diaz DF, Robert P, Encina C, Soto-Covasich J (2020) Pulp, Leaf, Peel and Seed of Avocado Fruit: A Review of Bioactive Compounds and Healthy Benefits. *Food Reviews International*, 8755-9129 (Print) 1525-6103 (Online) <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1717520>

Kazazić PS (2004) Antioksidacijska i antiradikalska aktivnost flavonoida. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju* **55**, 279-290.

Kosińska A, Karamać M, Estrella I, Hernández T, Bartolomé B, Dykes GA (2012) Phenolic compound profiles and antioxidant capacity of *Persea americana* Mill. peels and seeds of two varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **60**(18), 4613-4619. <https://doi.org/10.1021/jf300090p>

Li L i Yu J (2014) Research Progress in Structure-Activity Relationship of Bioactive Peptides. *Journal Of Medicinal Food* **00** (0), 1–10. <https://doi.org/10.1089/jmf.2014.0028>

Merino D, Bertolacci L, Paul UC, Simonutti R, Athanassiou A (2021) Avocado Peels and Seeds: Processing Strategies for the Development of Highly Antioxidant Bioplastic Films. *ACS Applied Materials & Interfaces* **13** (32), 38688 – 38699. <https://doi.org/10.1021/acsami.1c09433>

Mpai S, Sivakuma D (2020) Influence of growing seasons on metabolic composition, and

fruit quality of avocado cultivars at 'ready-to-eat stage'. *Scientia Horticulturae* **265**, 109159. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109159>

Nyakang'i C, Ebere R, Marete E, Arimi JM (2023) Avocado production in Kenya in relation to the world, Avocado by-products (seeds and peels) functionality and utilization in food products. *Applied Food Research* **3**. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100275>

Pixabay (2016) Avocados, Fruit, Tree image. <https://pixabay.com/photos/avocados-fruit-tree-branch-harvest-1518880/>. Pristupljeno 5. rujna 2023.

Ramos-Aguilar AL, Ornelas-Paz J, Tapia-Vargas LM, Gardea-B'ejar AA, Yahia EM, Jesús Ornelas-Paz J i sur. (2021) Effect of cultivar on the content of selected phytochemicals in avocado peels. *Food Research International* **140**. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110024>

Rodriguez-Amaya DB (2001) *A Guide to Carotenoid Analysis in Foods*. ILSI Human Nutrition Institute. One Thomas Circle, NW, Washington DC, 20005-5802, 64.

Rodríguez-Carpena, JG, Morcuende D, Estévez M (2011). Avocado by-products as inhibitors of colour deterioration and lipid and protein oxidation in raw porcine patties subjected to chilled storage. *Meat Science*, **89**(2), 166-173. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.013>

Rosero JC, Cruz S, Osorio C, Hurtado N (2019) Analysis of Phenolic Composition of Byproducts (Seeds and Peels) of Avocado (*Persea americana* Mill.) Cultivated in Colombia. *Molecules* **24**, 3209. <https://doi.org/10.3390/molecules24173209>

Rotta EM, Morais DR de, Biondo PBF, Santos VJ dos, Matsushita M, Visentainer JV (2016) Use of avocado peel (*Persea americana*) in tea formulation: a functional product containing phenolic compounds with antioxidant activity. *Acta Scientiarum-Technology* **38**(1), 23-29. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v38i1.27397>

Salazar-López NJ, Domínguez-Avila JA, Yahia EM, Belmonte-Herrera BH, Wall-Medrano

A, Montalvo-González E i sur. (2020) Avocado fruit and by-products as potential sources of bioactive compounds. *Food Research International*. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109774>

Tremocoldi MA, Rosalen PL, Franchin M, Massarioli AP, Denny C, Daiuto ÉR, et al. (2018) Exploration of avocado by-products as natural sources of bioactive compounds. *PLoS ONE* **13** (2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192577>

Villarino M, Sandín-Espana P, Melgarejo P, De Cal A (2011) High Chlorogenic and Neochlorogenic Acid Levels in Immature Peaches Reduce *Monilinia laxa* Infection by Interfering with Fungal Melanin Biosynthesis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **59**, 3205-3213. <https://doi.org/10.1021/jf104251z>

Vinha AF , Sousa C, Soares MO, Barreira SVP (2020) Avocado and Its By-products: Natural Sources of Nutrients, Phytochemical Compounds and Functional Properties. *Current Research in Agricultural and Food Science*, vol. **1**, ch. **9**. <http://dx.doi.org/10.9734/bpi/crafs/v1>

Wang W, Bostic TR, Gu L (2010) Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars. *Food Chemistry* **122**(4), 1193-1198. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.114>

Yeager SE, Batali ME, Guinard JX, Ristenpart WD (2021) Acids in coffee: A review of sensory measurements and metaanalysis of chemical composition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1957767>

Zafar T, Sidhu JS (2011) Avocado: Production, Quality, and Major Processed Products. In N. Sinha (ed), *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing* **762** (Vol. 1871, pp. 525–543). <http://dx.doi.org/10.1002/9780470958346.ch26>

Zhang YM, Zhang ZY, Wang RX (2020) Protective Mechanisms of Quercetin Against Myocardial Ischemia Reperfusion Injury. *Front Physiol.* **11**, 956. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00956>

## Izjava o izvornosti

Ja Mia Maraš, 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