

# UTJECAJ DODATKA PRAHA ROGAČA NA SVOJSTVA JESTIVIH FILMOVA NA BAZI PEKTINA

---

**Hanžek, Emilija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac  
University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:185687>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-24**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied  
Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA**  
**PRERADA MLIJEKA**

EMILIJA HANŽEK

**UTJECAJ DODATKA PRAHA ROGAČA NA SVOJSTVA**  
**JESTIVIH FILMOVA NA BAZI PEKTINA**

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, 2021.

**Veleučilište u Karlovcu**  
Stručni studij prehrambena tehnologija  
Prerada mlijeka

Emilija Hanžek

Završni rad

**Utjecaj dodatka praha rogača na svojstva jestivih filmova na bazi  
pektina**

Mentor: dr. sc. Jasna Halambek, v.pred  
Broj indeksa studenta: 0248055496



*Velika zahvalnost mojoj mentorici dr.sc. Jasni Halambek koja je svojim savjetima, stručnošću, znanjem i strpljenjem doprinijela izradi završnog rada. Zahvaljujem joj na nesebičnoj pomoći koju mi je pružila tijekom izrade završnog rada i cijelog mog školovanja na Veleučilištu.*

*Zahvaljujem roditeljima koji su mi omogućili školovanja, vjerovali u mene i dali mi podršku.*

## IZJAVA O AUTENTIČNOSTI ZAVRŠNOG RADA

Ja, **Emilija Hanžek**, ovime izjavljujem da je moj završni rad pod naslovom **Utjecaj dodatka praha rogača na svojstva jestivih filmova na bazi pektina** rezultat vlastitog rada i istraživa te se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio ovoga rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši autorska prava.

Sadržaj ovoga rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Karlovac, 12.07. 2021.

Emilija Hanžek

---

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel prehrambene tehnologije  
Stručni studij prehrambena tehnologija

Završni rad

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

### Utjecaj dodatka praha rogača na svojstva jestivih filmova na bazi pektina

*Emilija Hanžek*

Rad je izrađen u kemijskom laboratoriju Veleučilišta u Karlovcu

Mentor: Dr.sc. Jasna Halambek, v. pred.

#### Sažetak

Jestivi filmovi pripremaju se od različitih hidrokoloidnih tvari koje otopljene u vodi bubre i povećavaju viskozitet tekućine. Vrlo česta sirovina u proizvodnji jestivih filmova je pektin zbog svoje dobre topivosti u vodi u kojoj ima izvanrednu sposobnost geliranja. Rogač kao tradicionalna mediteranska kultura se od davnim koristi u prehrani ljudi, kao i u prehrambenoj industriji. Prehrana bogata prirodnim antioksidansima, odnosno biljnim namirnicama bogatim polifenolima, a prije svega flavonoidima danas ima važnu ulogu u očuvanju zdravlja pojedinca. Rogač je jedna od takvih namirnica koja je nutritivno bogata iskoristivim i značajnim komponentama (prehrambenim vlaknima i polifenolima), a istovremeno je jeftin i lako dostupan. U ovom radu ispitana je mogućnost pripreme jestivih filmova od pektina, sa dodatkom različitih uzoraka praha rogača. Filmovi su dobiveni metodom izlivanja u Petrijeve zdjelice uz dodatak glicerola kao plastifikatora, te uz dodatak limunske i mliječne kiseline.

**Broj stranica:** 26

**Broj slika:** 11

**Broj tablica:** 8

**Broj literaturnih navoda:** 20

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** jestivi filmovi, pektin, prah rogača, viskoznost.

**Datum obrane:** 12.07. 2021.

#### Stručno povjerenstvo za obranu:

1. dr. sc. *Ines Cindrić*, prof.v.š
2. dr. sc. *Marijana Blažić*, prof. v.š.
3. dr. sc. *Jasna Halambek*, v. pred.
4. dr. sc. *Sandra Zavadlav*, prof.v.š. (zamjena)

Rad je pohranjen u knjižnici Veleučilišta u Karlovcu, I. Meštorovića 10, 4700 Karlovac, Hrvatska.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

**Karlovac University of Applied Sciences**  
**Department of Food Technology**  
**Professional Study of Food Technology**

**Final paper**

**Scientific Area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific Field: Food Technology**

### **Influence of carob powder addition on the properties of edible pectin-based films**

*Emilija Hanžek*

**Final paper performed at Chemical laboratory of Karlovac University of Applied Sciences**

**Supervisor:** Ph.D. *Jasna Halambek*, senior lecturer

#### **Abstract**

Edible films are prepared from various hydrocolloid substances that swell when dissolved in water and increase the viscosity of the liquid. A very common raw material in the production of edible films is pectin due to its good solubility in water in which it has an excellent gelling ability. Carob as a traditional Mediterranean culture has long been used in human nutrition, as well as in the food industry. A diet rich in natural antioxidants, ie plant foods rich in polyphenols, and above all flavonoids, today plays an important role in preserving the health of the individual. Carob is one of such foods that is nutritionally rich in usable and important components (dietary fiber and polyphenols), and at the same time it is cheap and easily available. In this paper, the possibility of preparing edible films of pectin, with the addition of different samples of carob powder, was investigated. The films were obtained by pouring into Petri dishes with the addition of glycerol as a plasticizer, and with the addition of citric and lactic acid.

**Number of pages:** 26

**Number of figures:** 11

**Number of tables:** 8

**Number of references:**20

**Original in:** Croatian

**Key words:**edible films, pectin, carob powder, viscosity.

**Date of the final paper defense:**

#### **Reviewers:**

1. Ph.D. *Ines Cindrić*, collage prof.
2. Ph.D. *Marijana Blažić*, collage prof.
3. Ph.D. *Jasna Halambek*, sen. lecturer
4. Ph.D. *Sandra Zavadlav*, collage prof. (substitute)

**Final paper deposited in:** Library of Karlovac University of Applied Sciences, I. Meštrovića 10, Karlovac, Croatia.



# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO.....</b>	<b>2</b>
2.1. Jestivi filmovi i omotači .....	2
2.2. Hidrokoloide u proizvodnji jestivih filmova.....	4
2.3. Priprema jestivih filmova i sirovine za proizvodnju .....	5
2.3.1. Pektin.....	7
2.4. Rogač.....	8
2.4.1. Značaj rogača .....	9
2.4.2. Upotreba rogača u prehrambenoj industriji i njegovi proizvodi.....	9
2.4.3. Hranjiva vrijednost rogača .....	10
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>	<b>11</b>
3.1. Materijali .....	11
3.1.1. Prah rogača .....	11
3.2. Metode rada.....	13
3.2.1. Priprema otopina pektina.....	13
3.2.2. Mjerenje viskoznosti pripremljenih otopina pektina .....	13
3.2.3. Priprema jestivih filmova .....	14
3.2.4. Određivanje debljine filmova .....	15
3.2.5. Određivanje udjela vode i suhe tvari u pripremljenim filmovima.....	15
<b>4. REZULTATI .....</b>	<b>16</b>
<b>5. RASPRAVA .....</b>	<b>20</b>
<b>6. ZAKLJUČCI.....</b>	<b>23</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>25</b>

## 1.UVOD

Hidrokoloidi su skupina sastojaka hrane koja doprinosi poboljšanju viskoznosti i utječu na teksturu namirnica. Svojstva hidrokoloida kao što su ugušćivanje, stabiliziranje, emulgiranje i dr. te međusobno djelovanje s drugim sastojcima hrane su važni čimbenici koji određuju primjenu određenog hidrokoloida u prehrambenoj industriji. Hidrokoloidi koji se upotrebljavaju u prehrambenoj industriji danas se ubrajaju u prehrambene aditive, većinom su prirodnog porijekla i dobivaju se iz biljaka, životinja i mikroorganizma. Za dobivanje proizvoda željene teksture, okusa i ukupnih organoleptičkih svojstava često se koriste tvari kojima se postiže određen stupanj želiranja, a najčešće korišteni hidrokoloid je pektin. Interakcije hidrokoloida sa ostalim sastojcima hrane se danas sve više istražuju, jer se na taj način mogu poboljšati funkcionalna i reološka svojstva hrane.

Jestivi zaštitni film je tanki sloj materijala koji se može konzumirati i prekriva proizvod ili se primjenjuje kao sloj između komponenti hrane, a posljednjih godina takvi filmovi se često obogaćuju bioaktivnim sastojcima. Zbog velikog broja zdravstvenih dobrobiti, preporuča se prehrana bogata prirodnim antioksidansima, odnosno biljnim namirnicama bogatim polifenolima, a prije svega flavonoidima. Rogač je jedna od takvih namirnica koji nije skupa sirovina, a nutritivno je bogata iskoristivim i značajnim komponentama (prehrambenim vlaknima i polifenolima). Za poboljšanje mehaničkih, organoleptičkih ili zaštitnih svojstava prilikom pripreme jestivih filmova u osnovnu otopinu hidrokoloida dodaju se i sredstva poput plastifikatora (omekšavala), arome, antimikrobnih tvari, antioksidansa i dr.

U ovom radu ispitat će se mogućnost pripreme jestivih filmova od hidrokoloidnog polimernog materijala pektina, sa dodatkom različitih uzoraka praha rogača. Filmovi će se proizvesti metodom izlivanja u Petrijeve zdjelice uz dodatak glicerola kao plastifikatora, te uz dodatak limunske i mliječne kiseline. Pripremljenim filmovima odrediti će se fizikalna svojstva (debljina, udio suhe tvari i vode) i viskoznost pripremljenih pektinskih otopina.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Jestivi filmovi i omotači

Kod većine prehrambenih proizvoda prije nego što dopiju do potrošača, tijekom rukovanja, skladištenja i transporta, često dolazi do gubitka vlage u proizvodu, proizvod propada i mijenja izgled, okus kao i hranjivu vrijednost. Ako nije osigurana posebna zaštita, šteta može nastati u roku od nekoliko sati ili dana, čak i ako ta šteta nije odmah vidljiva. Posebna zaštita može doći od premaza koji može biti jestiv, a također može poboljšati i funkcionalnost, nutritivna svojstva i izgled hrane. Jestivi filmovi oblažu proizvod ili se rabe kao sloj između komponenti hrane. Materijali od kojih se filmovi proizvode moraju imati dobra mehanička svojstva, pogotovo elastičnost, organoleptička i zaštitna svojstva te prvenstveno moraju biti dozvoljeni za ljudsku konzumaciju. Svojstva jestivih filmova se pospješuju dodatkom sredstava poput plastifikatora (koji omogućavaju omekšavanje teksture filma), arome, te dodataka kao što su antimikrobni agensi, antioksidansi i sl. (Galić, 2009). Prednosti upotrebe jestivih filmova, kao i njihova primjena na različitim prehrambenim proizvodima prikazana je u Tablici 1.

**Tablica 1.** Prednosti upotrebe jestivih filmova ( Galić, 2009).

Osnovna funkcija	Odgovarajuća kvaliteta	Upotreba
Zaštita od vlage i kisika	Dobra svojstva prevlačenja, niska propusnost na vodenu paru i kisik	Svježa riba, sir, meso, mesni proizvodi; hrana srednjeg sadržaja vlage; suha hrana, orasi, suhi pekarski proizvodi; grickalice
Slabljenje mikrobnog kvarenja izvana	Dodatak antimikrobnih agenasa	Hrana srednjeg sadržaja vlage
Regulacija ravnotežne vlage unutar heterogenih proizvoda	Dobra barijerna svojstva na vodu	Heterogeni proizvodi (pite, pizze, kolači), sendviči, heterogeni smrznuti proizvodi

Regulacija migracije otopine, boja, arome unutar heterogenih proizvoda	Dobra barijerna svojstva na vodu i otapala	Heterogeni proizvodi (pite, pizze, kolači), sendviči, heterogeni smrznuti proizvodi
Sprečavanje penetracije salamure u hranu	Dobra barijerna svojstva na vodu i otapala	Usalamureni smrznuti proizvodi (škampi, rakovi i sl.)
Unaprjeđenje mehaničkih svojstava tijekom rukovanja	Dobra adhezivna i kohezivna svojstva	Kikiriki, škampi, rakovi, snack-hrana i dr.
Osiguranje strukturalnog integriteta; pojačanje struktura hrane	Dobra adhezivna i kohezivna svojstva	Restrukturirani mesni i riblji proizvodi, mehanički otkošteno meso; liofilizirane porcije hrane ili porcije suhe hrane
Osiguranje adhezivnosti smjese za paniranje tijekom prženja	Dobra adhezivnost	Panirana hrana, smrznuta hrana (riblji fileti, hamburgeri, narezani luk i dr.)
Sprečavanje preseljenje vlage pri nanošenju prevlake maslaca i krušnih mrvica u procesu paniranja	Dobra adhezivnost i niska propusnost na vodu	Panirana hrana, smrznuta hrana (riblji fileti, hamburgeri, narezani luk i dr.)
Zaštita većeg broja manjih komada hrane (pakiranih u vrećice ili šalice)	Niska propusnost vode; ne smije biti ljepljiv	Sir, procesirane kockice sira, voće srednjeg sadržaja vlage; smrznuta hrana; sladoled; proizvodi veličine jednog zalogaja

## 2.2. Hidrokoloide u proizvodnji jestivih filmova

Jestivi filmovi pripremaju se od različitih hidrokolooidnih tvari. Hidrokoloide su tvari koje se dobivaju iz biljaka, životinja, mikroorganizama i algi, a osnovna značajka je da otopljene u vodi bubre i povećavaju viskozitet tekućine. Također se vrlo često u prehrambenoj industriji koriste kao aditivi. Veliki broj hidrokoloide koristi se kod prerade voća i povrća zbog jedinstvenih teksturalnih, strukturalnih i funkcionalnih svojstva. Stabiliziraju emulzije, pjene, te imaju svojstva ugušćivanja. Hidrokoloide su djelotvorni stabilizatori i ugušćivači, te se dispergiraju u otopini kao koloidi. Svojstva hidrokoloide su prije svega topivost u vodi, sposobnost povećanja viskoznosti i sposobnost stvaranje gela.

Hidrokoloide se ne mogu upotrebljavati kao emulgatori jer nemaju mogućnost povezivanja hidrofilnih i lipofilnih skupina. Ovisno o učinku koji se želi postići u pojedinim prehrambenim proizvodima, prilikom izbora odgovarajućeg hidrokoloide treba uzeti u obzir sljedeće:

- Topljivost hidrokoloide i utjecaju pH otopine i temperature
- Sposobnosti tvorbe gela kod određene koncentracije
- Povezanost s drugim sastojcima u prehrambenom proizvodu
- Stabilnost prema pH, temperaturi, mehaničkom naprezanju
- Ponašanje u smjesi s drugim hidrokolooidima
- Djelovanje na boju, miris, okus proizvoda
- Otpornost prema djelovanju mikroorganizama
- Važećim propisima i normama za odgovarajuće proizvode
- Cijeni.

Vodeći računa o gore navedenim faktorima, dodatkom hidrokoloide mogu se dobiti prehrambeni proizvodi značajno boljih reoloških (teksturalnih), organoleptičkih i drugih svojstava (Jašić, 2013). Hidrokoloide su podijeljeni prema porijeklu i načinu proizvodnje u četiri velike skupine, a to su hidrokoloide izolirani iz biljaka, hidrokoloide dobiveni fermentacijom, hidrokoloide dobiveni iz biljaka koji su kemijski modificirani i hidrokoloide iz životinja (Wüstenberg, 2015). U Tablici 2. prikazani su tržišno najvažniji hidrokoloide i njihovo porijeklo, dok su u Tablici 3. prikazana osnovna svojstva najviše korištenih hidrokoloide u prehrambenoj industriji.

**Tablica 2.** Izvori tržišno najvažnijih hidrokoloida (Philips i Williams, 2000).

Izvor	Hidrokoloidi
Biljke	Pektin, guar guma, brašno sjemenki rogača, gumiarabika, celuloza, škrob
Mikroorganizmi	Ksantan guma, gelan guma, dekstran
Morske alge	Karagen, alginati, agar
Animalni	Želatina, kazeinat, proteini sirutke, kitozan

**Tablica 3.** Svojstva hidrokoloida bitna za prehrambenu industriju (Philips i Williams, 2000).

Hidrokoloid	Ugušćivanje	Želiranje	Stabiliziranje
Pektin	-	+	+
Karagenan	-	+	+
Guar guma	+	-	+
Brašno sjemenki rogača	+	-	+
Želatina	-	+	+
Ksantan guma	+	-	+

### 2.3. Priprema jestivih filmova i sirovine za proizvodnju

Kao što i sam naziv govori, jestivi filmovi se proizvode od jestivih materijala. Takvi zaštitni filmovi predstavljaju tanki sloj materijala koju potrošač može konzumirati, te osiguravaju barijeru prema plinovima i vodenoj pari (Robertson, 1993). Od jestivih filmova se traži osim da budu sigurni za konzumaciju u ljudskoj prehrani, da posjeduju određena svojstva elastičnosti, propusnosti na vodenu paru i plinove poput kisika i ugljikovog dioksida (što ovisi o vrsti namirnice koja se oblaže), da bude netopiv u vodi ili uljnom mediju i sl.

Jestivi filmovi i omotači stoga se pripremaju od hidrokoloidnog materijala koji se otapa u pogodnom otapalu, uz dodatak različitih aditiva koji moraju poboljšati mehanička, organoleptička ili zaštitna svojstva pripremljenog filma. Odabir otapala za izradu prehrambenih filmova je tako ograničen na vodu i etanol. Jestivi filmovi s obzirom da moraju oblagati proizvod, moraju imati vrlo dobru fleksibilnost tj. ne smiju pucati tijekom prerađivanja ili

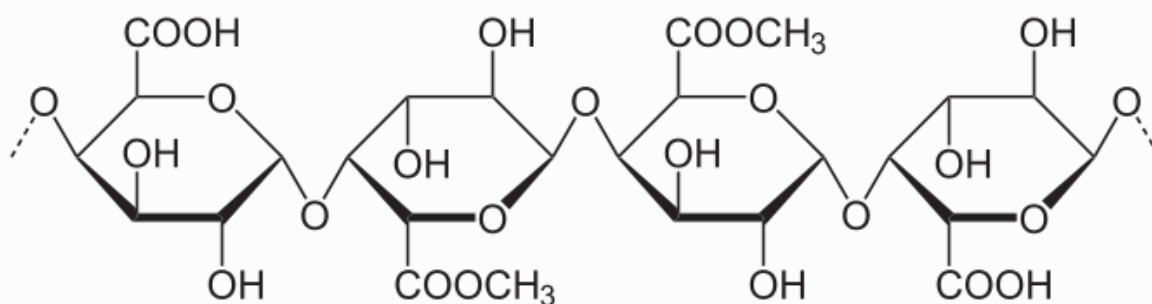
skladištenja. Za poboljšanje mehaničkih, organoleptičkih ili zaštitnih svojstava prilikom pripreme u osnovnu otopinu hidrokoloida dodaju se isredstava poput plastifikatora (omekšavala), arome, antimikrobnih tvari, antioksidansa. Grupe materijala koje se mogu upotrebljavati za izradu jestivih filmova prikazani su u tablici 4.

**Tablica 4.** Materijali koji se najčešće koriste prilikom izrade jestivih filmova i prevlaka (Galić, 2009).

<b>Funkcionalni sastav</b>	<b>Materijali</b>	
<b>Materijali za izradu filmova</b>	Proteini	Kolagen, želatina, kazeini sirutke
	Polisaharidi	Škrob, modificirani škrob alginat, karagenan, pektin, pululan, hitozan, gelan guma, ksantan guma
	Voskovi, lipidi	Voskovi (pčelinji vosak, parafin, karnauba vosak), smole, acetogliceridi
<b>Plastifikatori</b>	Glicerin, saharoza, propilen glikol, kukuruzni sirup, voda	
<b>Funkcionalni aditivi</b>	Antioksidansi, antimikrobne tvari, nutrijenti, tvari okusa i boje	
<b>Ostali aditivi</b>	Emulgatori (lecitin), tekuće emulzije (jestivi voskovi, masne kiseline.)	

### 2.3.1. Pektin

Pektin je polisaharid građen od jedinica D-galaktouronske kiseline. Pektin se najčešće dobiva postupkom ekstrakcije iz biljnih sirovina, a najčešće iz kore jabuka, citrusa itd. Također dobar izvor pektina su i ribizl, dunje, cvjetača, kupus, suhi grašak, krumpir, jagode, maline i kupine. Pektin se koristi kao prirodni zgušnjivač, stabilizator, sredstvo za želiranje, povećanje volumena. Najtraženije je sredstvo za želiranje voćnih namaza, pripremi džemova i želea, no prikladan je i za izradu raznih glazura u pekarskoj industriji. Pektin je iznimno dobro topiv u vodi u kojoj ima sposobnost geliranja. Upotrebljava se i kao ugušćivač i ima stabilizirajuća svojstva, te se koristi u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji. Visokoelastični pektin u prehrambenoj industriji daje željenu čvrstoću, strukturu i stabilnost prilikom kuhanja džemova, žele proizvoda i konditorskih proizvoda s visokim sadržajem šećera. Upotrebljava se i kao ne-gelirajući stabilizator u fermentiranim mliječnim proizvodima i voćnim napicima. Visukoesterificirani pektin se primjenjuje za održavanje volumena, zadržavanje vode, mekoću, stabilnost tijekom smrzavanja kruha i smrznutog tijesta. Niskoesterificirani pektin upotrebljava se kao zgušnjivač za preljeve od voća, za sladolede, preljeve tekuće konzistencije i mliječne deserte. Može služiti i kao zamjena za mast kod niskomasnih proizvoda ( Novak, 2015).



**Slika 1.** Kemijska struktura pektina ( Anonymous, 2008).

Pektin se smatra sigurnim prehrambenim aditivom premapropisima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO, 2016), odnosno ima oznaku prihvatljive dnevne doze (engl. acceptable daily intake - ADI) „nije specificirano“, što znači da ukupan unos pektina nema štetnih odnosno nikakvih posljedica na ljudsko zdravlje u skladu sa provedenim toksikološkim, kliničkim i biokemijskim testovima.



Prema važećoj direktivi Europske unije (EU regulation No 231/2012) najmanje 65 % pektinske supstance mora biti galakturonska kiselina da bi se materijal mogao klasificirati kao komercijalni pektin. U takvom materijalu jedinice galakturonske kiseline mogu ili ne moraju biti esterificirane s metoksi skupinom. Pa tako ovisno o stupnju esterifikacije postoje dvije vrste čistog pektina na tržištu: a) visoko esterificirani pektin (engl. high metoxyl, HM > 50 %) i nisko esterificirani pektin (engl. low metoxyl, LM < 50 %). Komercijalno dostupan pektin se može miješati sa različitim dodacima ovisno o željenoj primjeni, pa se tako često nalazi u kombinaciji sa šećerima, npr. sa saharozom. S druge strane kako bi se kontrolirala pH vrijednost ili dobile druge poželjne karakteristike, poput sposobnosti geliranja ili povećanja viskoznosti, miješa se s odgovarajućim puferkim solima (IPPA, 2001).

#### **2.4. Rogač**

Rogač je zimzelena biljka najviše rasprostranjena u Hrvatskoj u područjima tople klime. Stablo rogača može doseći visinu i do 10 m. Stablo je razgranato, širokog debla, grube smeđe kore, guste krošnje i razvija snažan i razgranat korijen koji doseže do dubljih slojeva tla gdje ima vode i tako preživljava rast tijekom sušnih razdoblja. Stablo uspijeva na različitim tipovima tla, mediteranska i suptropska klima je idealna za razvoj rogača s prosječnim temperaturama od 30-45°C, a veoma je osjetljivo na mraz i temperature ispod -4°C. Pretpostavlja se da je rogač porijeklom iz Male Azije. U Hrvatskoj je rogač najrašireniji na području Dubrovačkog primorja, Pelješca te otoka Šipana, Lopuda i Mljeta. Rogač se uzgaja i na Korčuli, Lastovu, Braču, Visu, Šolti i Drveniku (Strikić i sur., 2006). Danas je sve manje nalazišta na kojima rastu samonikle biljke, a osmišljenih nasada rogača skoro da i nema. Tradicijski rogač je u cijelosti neistražen te se vrlo malo zna o kemijskom sastavu ploda i listova domaćih sorti. Od davnina se koristi kao hrana za ljude, u posljednje vrijeme sve više počinje upotrebljavati u prerađivačkoj industriji, i kao hrana za životinje. Od rogača ne možemo očekivati plod prvih 15 godina, kasnije ima bogat urod sve do duboke starosti. Cvate u rujnu i listopadu, a u jednom urodu donosi tonu plodova. Cijeli plod rogača je jestiv (Kiš i sur., 2014).



**Slika 2.** Stablo rogača (Larsen, 2007).

#### **2.4.1. Značaj rogača**

Owen i suradnici (2003) su u svojim istraživanjima utvrdili da su vlakna rogača bogata fenolnim spojevima koji imaju snažnu antioksidativnu aktivnost. Znanstveno je dokazano da unošenje polifenola prehranom može imati pozitivan učinak na prevenciju dijabetesa, kardiovaskularnih bolesti, nekih vrsta raka, ateroskleroze te bolesti kao što su Parkinsonova i Alzheimer. Zbog velikog broja zdravstvenih dobrobiti, preporuča se prehrana bogata prirodnim antioksidansima, odnosno biljnim namirnicama bogatim polifenolima, a prije svega flavonoidima. Rogač je jedna od takvih namirnica koji nije skupa sirovina, a nutritivno je bogata iskoristivim i značajnim komponentama (prehranbenim vlaknima i polifenolima). Istraživanja pokazuju da pravilna i neprekidna konzumacija rogača u prehrani može utjecati na sniženje ukupnog i LDL kolesterola (Makris i Kefalas, 2004).

#### **2.4.2. Upotreba rogača u prehrambenoj industriji i njegovi proizvodi**

Rogač je jeftina sirovina za proizvodnju različitih proizvoda, te se iz ekonomskih i ekoloških razloga danas napokon svrstava u izuzetno važan dio vegetacije. Ostvareni profiti u proizvodnji rogača su veoma promjenjivi što ovisi o sorti, regiji i poljoprivrednim praksama. U svijetu se godišnje na 200 000 hektara proizvede oko 310 000 tona ploda rogača (Dragojević Muller, 2017). Rogač je dostupan na tržištu u svježem i suhom obliku. Mljevene sjemenke se upotrebljavaju u proizvodnji papira i za štavljenje kože, a plodovi i sjemenke rogača u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji. Osim toga, sjemenke se mogu iskoristiti u proizvodnji gume od rogača tj. karauba gume te se može dodati u različite

proizvode kao prirodni zgušnjivač ili stabilizator. Rogač ima veliku ulogu u prehrambenoj industriji, koristi se pri proizvodnji specijalnih vrsta kruha, slastica, kao zamjena za čokoladu, u pripremi brojnih napitaka. Istraživanja također ukazuju na značajan antioksidativni potencijal ekstrakta mahune rogača koji je posljedica visokog udjela polifenolnih komponenti (Papagiannopoulos i sur., 2004). Rogač je popularna namirnica još iz antičkih vremena, a može se konzumirati sirov, kao voće ili pečen kao slastica. Prednost mu je da ima visok udio šećera i niski udio masti što omogućuje dugo čuvanje osušenih mahuna rogača, stoga je bio važan u razdobljima različitih prirodnih i društvenih nepogoda kao što su ratovi, suše itd. Danas se rogač upotrebljava u proizvodima kao što su konditorski proizvodi, energetske pločice, bezalkoholni napitci, pekarski proizvodi i alkoholna pića, a u većini tih proizvoda rogač ima ulogu zaslađivača, arome, ugušćivača ili stabilizatora.

#### **2.4.3. Hranjiva vrijednost rogača**

Rogač se vrlo često koristi i kao zamjena za čokoladu, odnosno kakao. Rogač ima drugačiji okus od čokolade, no po prirodi je slatkog okusa zbog velikog sadržaja šećera, pa je pri izradi slastica od rogača potrebno dodati puno manje šećera nego kada se rade slastice od kaka. Ima mali udio masti, bogat je pektinom, proteinima i rijetko djeluje kao alergen. Kalorijska vrijednost je za 2/3 manja nego u istoj masi čokolade (Anonymus, 2020).

Rogač ima nisku energetska vrijednost, jer sadrži male količine masti, ali više prevladavaju prehrambena vlakana. Tanini rogača imaju inhibitorno djelovanje jer djeluju na probavne enzime; inaktiviraju coli bakterije i istovremeno podupiru vrlo dobar sastav crijevnih bakterija. Imaju umirujuće djelovanje na želučanu i crijevnu sluznicu. Uzima se za ublažavanje mučnina i proljeva. Bogat je izvor vitamina i minerala (naročito kalcija). Rogač je bogat prirodnim voćnim šećerom (30 - 50%), te sadrži pektin i lignin. Prah rogača posebno pomaže kod djece koja pate od dijareje. Rogač sadrži niži udio masti u odnosu na kakao, to znači da ima nižu kalorijsku vrijednost, dok visok sadržaj prehrambenih vlakana sa sobom donosi mnoge pozitivne učinke na zdravlje. Visok udio šećera u rogaču smanjuje potrebu za dodatnim šećerima i zaslađivačima (Kumazawa i sur., 2002).

## 3. EKSPERIMENTALNI DIO

### 3.1. Materijali

#### 3.1.1. Prah rogača

U eksperimentalnom dijelu rada koristile su se tri vrste komercijalno dostupnog praha rogača i prah koji je dobiven mljevenjem mahuna rogača uzgojenog na Korčuli (2019. godine). Od komercijalnog rogača korišten je mljeveni rogač (Šafram), komiški rogač (bio&bio) i rogač u prahu (Nutrigold-porijeklo Italija) koji su prikazani na slikama 3,4 i 5.

Kao materijal za izradu jestivih filmova koristio se viskoesterificirani pektin iz jabuke p.a. (Sigma Aldrich), uz dodatak glicerola kao plastifikatora, te limunska kiselina i mliječna kiselina (90%, p.a. Sigma Aldrich).



Slika 3. Komiški rogač(www.biobio.hr).



**Slika4.** Rogач u prahu porijeklom iz Italije([www.nutrigold.hr](http://www.nutrigold.hr)).



**Slika5.** Rogач mljeveni (Šafran)([www.safran.hr](http://www.safran.hr)).

## 3.2. Metode rada

### 3.2.1. Priprema otopina pektina

Otopine pektina s prahom rogača pripremane su tako da se u 100 mL destilirane vode zagrijane na 60°C doda 3 g pektina te zagrije na 80°C, miješa na magnetskoj miješalici 15 minuta, nakon čega se u otopinu pektina dodaje 1 g uzorka svakog pojedinog praha rogača. Nakon 15 minuta miješanja dodano je 2 g limunske kiseline ili 2 mL mliječne kiseline, otopina je zatim ohlađena na sobnu temperaturu te je u nju dodano 3 mL glicerola i nastavljena homogenizacija sljedećih 30 minuta.

Otopina slijepe probe pripremljena je na identičan način, samo što u nju nije dodavan prah rogača.



Slika 6. Priprema otopina pektina s rogačem(

### 3.2.2. Mjerenje viskoznosti pripremljenih otopina pektina

Viskoznost pripremljenih otopina pektina bez i s dodatkom praha rogača mjerena je pomoću rotacijskog viskozimetra First plus LR, Lamy Rheology instruments (slika 7). Mjerenje se provodilo tako da nakon što se na uređaj postavi odgovarajući mjerni cilindar (L-2), odredi se brzina vrtnje i vrijeme trajanja mjerenja. Brzina vrtnje mjernog cilindra bila je 250 rpm i vrijeme trajanja mjerenja od 30 sekundi. Mjerenje se provodilo u 15 mjernih točaka, a dobivene vrijednosti predstavljaju srednju vrijednost tih 15 mjernih točaka. Temperatura otopina bila je 23°C.



**Slika 7.** Mjerenje viskoznosti otopina.

### 3.2.3. Priprema jestivih filmova

Nakon pripreme otopina pektina bez i s dodatkom praha rogača, pripremani su jestivi filmovi lijevanjem otopina u Petrijeve zdjelice promjera 11 cm. U svaku Petrijevu zdjelicu pomoću staklene pipete izlijeva se 40 mL pripremljene otopine. Nakon izlijevanja otopina filmovi su sušeni na sobnoj temperaturi tijekom 5 dana. Nakon 5 dana filmovi se uklanjaju iz Petrijevih zdjelica pomoću špatule i čuvaju u eksikatorima do analize.



**Slika 8.** Izlijevanje otopina pektina s rogačem u Petrijeve zdjelice.

### 3.2.4. Određivanje debljine filmova

Debljina pripremljenih filmova na bazi pektina i praha rogača izmjerena je nakon 5 dana sušenja i vađenja filmova iz Petrijevih zdjelica. Debljina svakog filma izmjerena je digitalnim mikrometrom (Insize, 3109-50A) tako da se za svaki film debljina mjerila na nekoliko različitih mjesta (min. 6) te u sredini filma, a kao rezultat je uzeta srednja vrijednost dobivenih podataka.

### 3.2.5. Određivanje udjela vode i suhe tvari u pripremljenim filmovima

Udio vode i suhe tvari određen je gravimetrijskom metodom (određivanjem mase prije i nakon sušenja uzorka na 105°C do konstantne mase). Na temelju dobivenih rezultata iz razlike mase prije i nakon sušenja, kao i mase dobivenih filmova odredi se udio vode i suhe tvari u filmovima prema formulama:

$$Voda (\%) = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100$$

$$Suha tvar (\%) = 100 - voda (\%)$$

Gdje je:

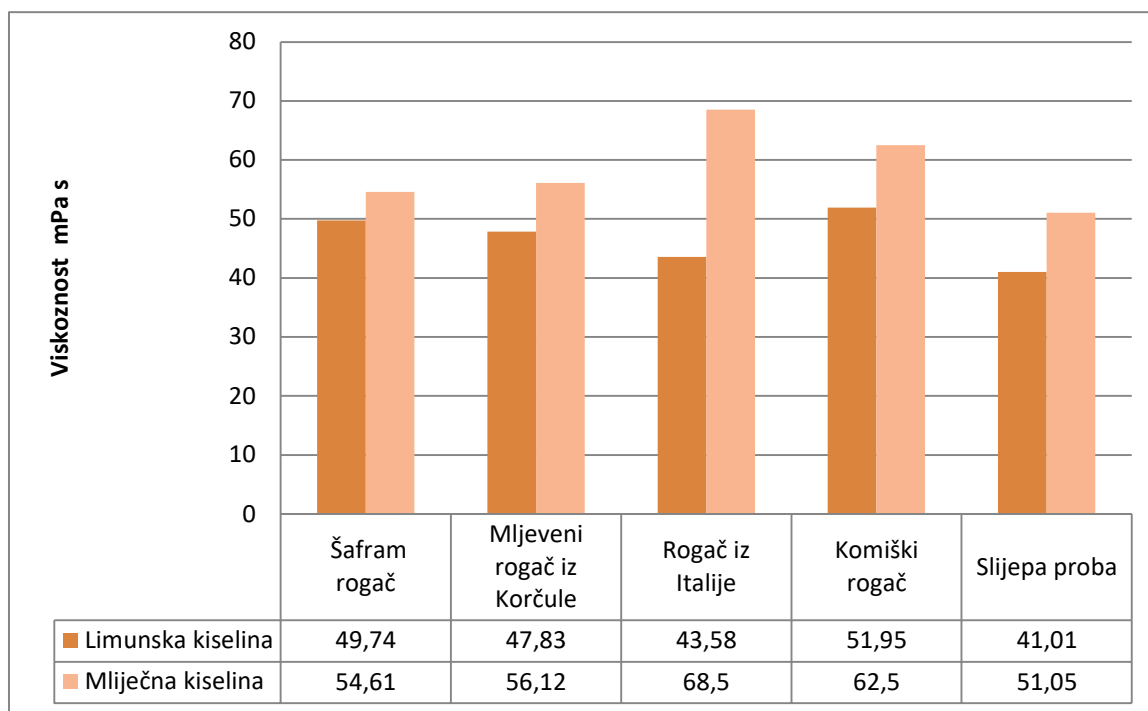
$m_2$  – masa Petrijeve zdjelice s filmom prije sušenja na 105°C (g)

$m_1$  – masa Petrijeve zdjelice s filmom nakon sušenja na 105°C (g)

$m_0$  – masa filma bez zdjelice prije sušenja (g)



## 4. REZULTATI



**Slika 9.** Izmjerene vrijednosti prividne viskoznosti  $\eta$ , u otopinama pektina bez i s dodatkom različitih uzoraka praha rogača s limunskom i mliječnom kiselinom, pri 23°C.

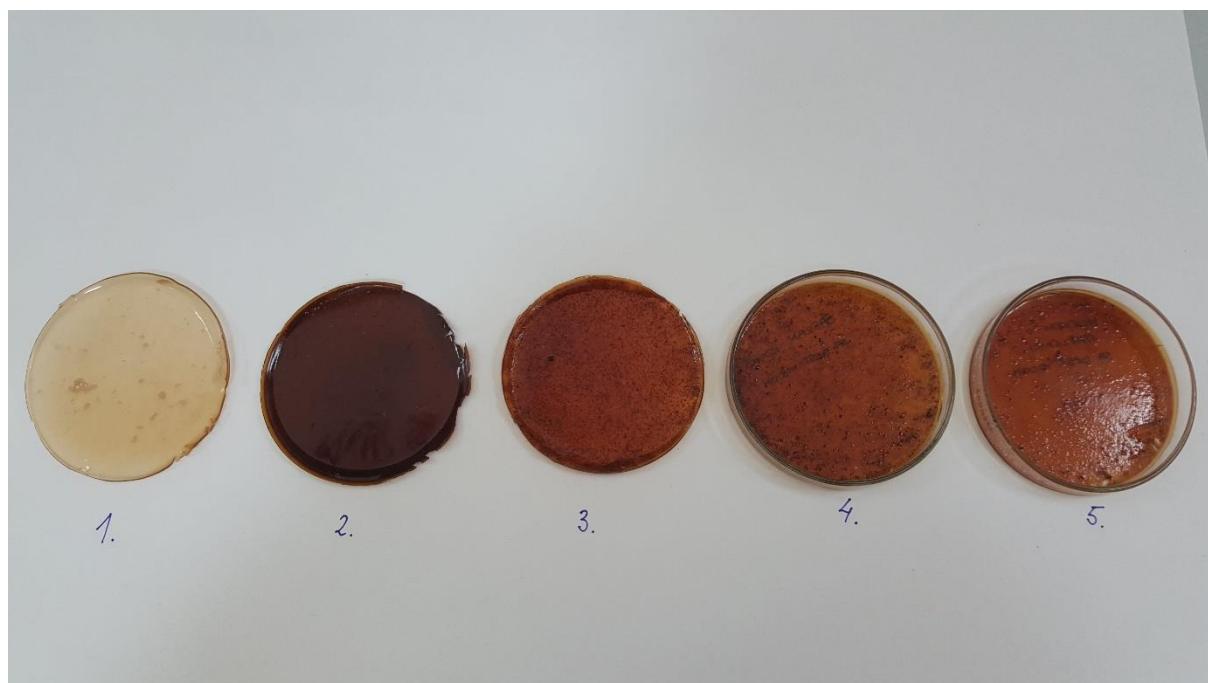
**Tablica 5.** Udio vode i suhe tvari u pripremljenim filmovima na bazi pektina bez i s dodatkom praha rogača i limunske kiseline.

Uzorak rogača + limunska kiselina		
	Udio vode (%)	Udio suhe tvari (%)
Slijepa proba	18,34	81,66
Rogač u prahu iz Italije	13,06	86,94
Komiški rogač, Bio&Bio	16,31	83,69
Mljeveni rogač iz Korčule	-	-

Šafram	-	-
--------	---	---

**Tablica 6.** Debljina filmova na bazi pektina bez i s dodatkom praha rogača i limunske kiseline izmjerena nakon 5 dana sušenja na sobnoj temperaturi.

Uzorak rogača + limunska kiselina	Debljina filma (μm)	Opaska
Slijepa proba	206	Vrlo elastičan
Rogač u prahu iz Italije	272	Elastičan
Komiški rogac, Bio&Bio	388	Elastičan
Mljeveni rogač iz Korčule	-	Filmovi se nisu mogli izvaditi iz Petrijeve zdjelice, presušeni
Šafram	-	Filmovi se nisu mogli izvaditi iz Petrijeve zdjelice, presušeni



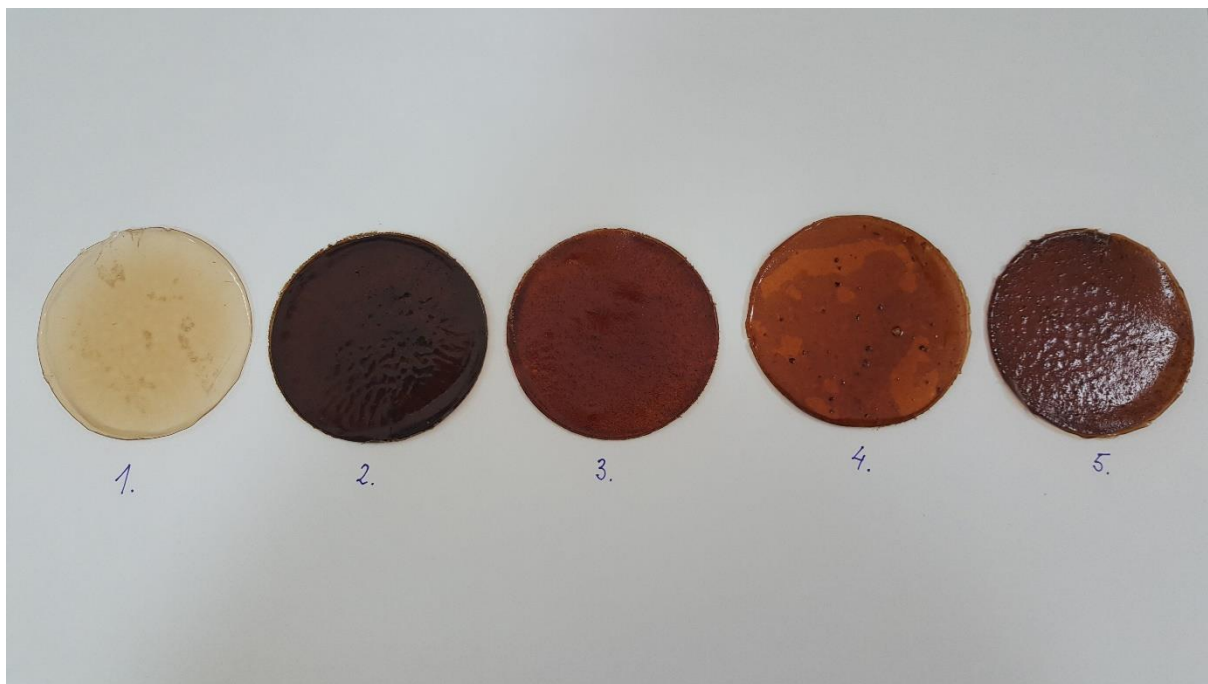
**Slika 10.** Pripremljeni jestivi filmovi na bazi pektina i limunske kiseline nakon sušenja 5 dana na sobnoj temperaturi (1-slijepa proba, 2- rogač u prahu iz Italije, 3- komiški rogač, 4- mljeveni rogač s Korčule, 5- Šafram).

**Tablica 7.** Udio vode i suhe tvari u pripremljenim filmovima na bazi pektina bez i s dodatkom praha rogača i mliječne kiseline.

<b>Uzorak rogača + mliječna kiselina</b>		
	<b>Udio vode (%)</b>	<b>Udio suhe tvari (%)</b>
Slijepa proba	20,24	79,76
Šafram	13,68	86,32
Mljeveni rogač iz Korčule	15,02	84,98
Rogač u prahu iz Italije	18,35	81,65
Komiški rogac, Bio&Bio	17,40	82,60

**Tablica 8.** Debljina filmova na bazi pektina bez i s dodatkom praha rogača i mliječne kiseline izmjerena nakon 5 dana sušenja na sobnoj temperaturi.

<b>Uzorak rogača + mliječna kiselina</b>	<b>Debljina filma (µm)</b>	<b>Opaska</b>
Slijepa proba	230	Vrlo elastičan
Rogač u prahu iz Italije	328	Vrlo elastičan
Komiški rogac, Bio&Bio	353	Vrlo elastičan
Mljeveni rogač iz Korčule	305	Elastičan
Šafram	267	Elastičan



**Slika 11.** Pripremljeni jestivi filmovi na bazi pektina i mliječne kiseline nakon sušenja 5 dana na sobnoj temperaturi (1-slijepa proba, 2- rogač u prahu iz Italije, 3- komiški rogač, 4- mljeveni rogač s Korčule, 5- Šafram).

## 5. RASPRAVA

Cilj rada bio je pripremiti jestive filmove na bazi pektina kao hidrokoloidnog materijala uz dodatak različitih uzoraka praha rogača. Filmovi su pripremljeni u Petrijevim zdjelicama iz otopina koje su se dobile otapanjem pektina u vodi uz dodatak limunske ili mliječne kiseline, te glicerola kao plastifikatora.

Pripremljenim otopinama odredila se vrijednost prividne viskoznosti, dok je dobivenim filmovima izmjerena debljina, te određen udio vode i suhe tvari. Rezultati su prikazani u Tablicama 5. do 8., te na Slikama 9. do 11.

Srednje vrijednosti prividne viskoznosti otopina  $\eta$  (mPa s) pripremljenih iz pektina uz dodatak mliječne i limunske kiseline izmjerene pri 23°C prikazane su na Slici 9. Poznato je da je pektin dobro topljiv u vodi, a njegove razrijeđene otopine ponašaju se kao Newtonove tekućine. Pri umjerenim koncentracijama one pokazuju pseudoplastično ponašanje koje postaje izraženije s porastom koncentracije. Geliranje pektina zapravo je najvažnije svojstvo na kojem se temelji njegova sve raširenija upotreba. Također i parametri poput pH, prisutnosti suotapala, prisutnosti kationa, prisutnosti šećera, kao i primjenjena temperatura također imaju značajan utjecaj na reološka svojstva nastalog gela (Chan i sur., 2017).

Iz Slike 9. vidljivo je da dodatak mliječne kiseline u otopinu pektina dovodi do nastajanja viskoznijih otopina u odnosu na dodatak limunske kiseline. Vrijednosti prividne viskoznosti u otopinama koje su sadržavale samo pektin i limunsku kiselinu uz dodatak glicerola iznosi 41,01 mPa s, dok je ta vrijednost nešto viša za otopinu s mliječnom kiselinom i iznosi 51,05 mPa s. Iz slike se također može primjetiti da dodatak praha rogača utječe na povećanje viskoznosti pripremljenih otopina, kako onih uz dodatak limunske kiseline tako i uz dodatak mliječne kiseline. Najviskoznija otopina dobiva se dodatkom praha talijanskog rogača u otopinu pektina s mliječnom kiselinom i izmjerena vrijednost viskoznosti iznosi 68,5 mPa s. Isto tako, najniža vrijednost viskoznosti određena je u otopini istog rogača ali uz dodatak limunske kiseline i to od 43,58 mPa s.

U Tablici 5. dan je udio vode i suhe tvari u pripremljenim filmovima na bazi pektina bez i s dodatkom praha rogača uz dodatak limunske kiseline. Iz tablice je vidljivo da se sadržaj vode razlikuje za uzorak slijepe probe u odnosu na uzorke s dodatkom praha rogača. Ovdje treba napomenuti da filmovima koji su pripremani uz dodatak mljevenog rogača i rogača Šafram nije bilo moguće odrediti udio vode i suhe tvari zbog toga što su se filmovi presušili, postali

krhki i nisu se dali izvaditi iz Petrijevih zdjelica. Ono što se može vidjeti je da dodatak rogača u prahu iz Italije dovodi do smanjenja udjela vode u filmu (13,06%) u odnosu na slijepu probu (18,34 %). Isto je primjećeno i za dodatak komiškog rogača (16,31 %). Sukladno udjelu vode mijenja se i udio suhe tvari u filmovima.

Debljina filmova na bazi pektina bez i s dodatkom praha rogača i limunske kiseline izmjerena nakon 5 dana sušenja na sobnoj temperaturi dana je u Tablici 6. Iz Tablice je vidljivo da dodatak praha rogača dovodi do značajnog porasta debljine nastalog filma, te je najdeblji film dobiven uz dodatak komiškog rogača od čak 388  $\mu\text{m}$ , u odnosu na slijepu probu koja je iznosila 206  $\mu\text{m}$ . U istoj tablici dane su i opaske koje se odnose na vizualni i taktilni pregled dobivenih filmova. Film koji je predstavljao slijepu probu, odnosno koji se sastojao samo od pektina uz dodatak limunske kiseline i glicerola bez dodanog praha rogača pokazao je iznimno svojstvo elastičnosti i savitljivosti, dok su pripremljeni filmovi uz dodatak praha rogača iz Italije i komiškog rogača pokazuju nešto manje svojstvo elastičnosti, ali su bili izrazito savitljivi. Filmovi koji su dobiveni dodatkom mljevenog rogača iz Korčule i Šaframovog rogača nisu se dali izvaditi iz Petrijevih zdjelica, odnosno presušili su se nakon 5 dana stajanja na sobnoj temperaturi. Ovakvo ponašanje može se povezati s time što su navedeni prahovi rogača puno krupnije granulacije, te najvjerojatnije nije došlo do povezivanja s pektinom i limunskom kiselinom u povoljnu strukturu.

Navedeni rezultati odnosno dobiveni jestivi filmovi na bazi pektina i limunske kiseline nakon sušenja 5 dana na sobnoj temperature prikazani su na Slici 10. te potvrđuju dobivene rezultate.

I kod filmova koji su pripremani na bazi pektina uz dodatak mliječne kiseline primjećena je sličan trend u smanjenju udjela vode s dodatkom praha rogača u otopine pektina (Tablica 7.). Ako se uspoređi udio vode u filmu koji je predstavljao slijepu probu u odnosu na filmove s dodatkom praha rogača vidljivo je da se udio vode s dodatkom praha rogača smanjuje u prosjeku za 3 do 6%. Kod ovih filmova najmanji udio vode imao je film pripremljen s dodatkom Šaframovog rogača (13,68%), a najveći udio vode ima film koji predstavlja slijepu probu (20,24 %). Naravno, što je udio vode manji, veći je udio suhe tvari u pripremljenim filmovima.

U Tablici 8. dane su izmjerene vrijednosti debljina pripremljenih filmova na bazi pektina i mliječne kiseline bez i s dodatkom praha rogača. I kod ovih filmova debljina filmova se povećava s dodatkom ispitivanih prahova rogača, te je debljina filma koji ne sadrži prah

rogača iznosila 230  $\mu\text{m}$ , dok su se debljine ostalih pripremljenih filmova kretale u rasponu od 267 do 353  $\mu\text{m}$ . I ovaj puta najdeblji film dobiven je uz dodatak komiškog rogača (Bio i Bio) u otopinu pektina i mliječne kiseline. Dobiveni filmovi također su pokazali vrlo dobra svojstva elastičnosti i savitljivosti.

Poznato je da kod filmova koji se pripremaju izlivanjem u Petrijeve zdjelice, debljina prvenstveno ovisi o volumenu i viskozitetu pripravljene otopine hidrokoloida kao i o promjeru posude u koju se film izliva. Dokazano je da se jako viskozna otopina dosta teško razlijeva i na taj način se u pravilu dobivaju i deblji filmovi što je ovim mjerenjima i dokazano (Liu, 2005).

Izgled pripremljenih jestivih filmova na bazi pektina i mliječne kiseline nakon sušenja 5 dana na sobnoj temperaturi prikazan je na Slici 11. Iz slike je vidljivo da su pripremljeni filmovi dosta homogeni, te su također jasno vidljive i promjene u boji samog filma s dodatkom različitih prahova rogača. Najtamniji film dobiven je dodatkom praha rogača iz Italije, a najsvjetliji dodatkom mljevenog rogača s Korčule.

## 6. ZAKLJUČCI

Cilj rada bio je pripremiti jestive filmove na bazi pektina kao hidrokoloidnog materijala uz dodatak različitih uzoraka praha rogača. Na osnovi dobivenih rezultata može se zaključiti sljedeće:

1. Dodatak mliječne kiseline u otopine pektina dovodi do nastajanja viskoznijih otopina u odnosu na dodatak limunske kiseline. Isto tako, dodatak praha rogača dovodi do daljnjeg porasta viskoznosti pripremljenih pektinskih otopina.
2. Najviskozija otopina dobiva se dodatkom praha talijanskog rogača u otopinu pektina s mliječnom kiselinom (68,5 mPa s), dok je najniža vrijednost viskoznosti izmjerena u otopini istog rogača ali uz dodatak limunske kiseline (43,58 mPa s).
3. Dodatak rogača u prahu u otopinu pektina dovodi do smanjenja udjela vode u nastalim filmovima. Udio vode smanjuje se od 3% do 6% u odnosu na filmove koji su bili pripremljeni bez dodatka praha rogača. Sukladno smanjenju udjela vode u filmovima, udio suhe tvari se povećava.
4. Dodatak praha rogača također dovodi do značajnog porasta debljine nastalog filma, te je najdeblji film dobiven uz dodatak komiškog rogača i limunske kiseline (388  $\mu\text{m}$ ).
5. Film (slijepa proba), koji se sastojao samo od pektina uz dodatak limunske kiseline i glicerola bez dodanog praha rogača pokazao je iznimno svojstvo elastičnosti i savitljivosti, dok su pripremljeni filmovi uz dodatak praha rogača iz Italije i komiškog rogača pokalazi nešto manje svojstvo elastičnosti, ali su bili izrazito savitljivi.
6. Filmovi koji su dobiveni dodatkom mljevenog rogača iz Korčule i Šaframovog rogača presušili su se nakon 5 dana stajanja na sobnoj temperature, nisu se mogli izvaditi iz Petrijeve zdjelice. Zbog toga što su navedeni prahovi rogača puno krupnije granulacije, i nije došlo do povezivanja s pektinom i limunskom kiselinom u povoljnu strukturu.



7. Vidljivo je da su pripremljeni filmovi na bazi pektina i mliječne kiseline sušeni 5 dana dosta homogeni, te su također jasno vidljive i promjene u boji samog filma s dodatkom različitih prahova rogača. Najtamniji film dobiven je dodatkom praha rogača iz Italije, a najsvjetliji dodatkom mljevenog rogača s Korčule.

## 7. LITERATURA

1. Anonymus (2020): Kazalo naziva aditiva, [https://e-brojevi.udd.hr/e\\_abeceda.htm](https://e-brojevi.udd.hr/e_abeceda.htm) pristupljeno (20.3.2021.)
2. Anonymus (2008): Structure of pectin, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pektin2.svg> pristupljeno (10.05. 2021).
3. Chan, S.Y., Choo, W.S., Young, D.J., Loh, X.J. (2017): Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology, Carbohydrate Polymers 161, 118-139.
4. Dragojević Müller, I. (2017) Morfološke, genetske i fitokemijske značajke populacije rogača u Hrvatskoj. Doktorski rad, PMF, Sveučilište u Zagrebu.
5. Galić, K. (2009): Jestiva ambalaža u prehrambenoj industriji. Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam, 23-31.
6. IPPA (2001): Facts About Pectin. IPPA - International Pectin Producers' Association, <http://www.ippa.info/index.htm>
7. Jašić, M. (2013): Hidrokoloide i pektinske supstance u voću i povrću, Tehnologija hrane <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/hidrokoloide-i-pektinske-supstance-u-vocu-i-povrcu> pristupljeno (17.3.2021.)
8. Kiš, G., Pintar, J., Kljak, K., Bedeković, D. (2014): Upotreba ploda rogača u hranidbi životinja // Zbornik sažetaka sa XXI međunarodnog savjetovanja "Krmiva 2014" / Lulić, Slavko (ur.). Agronomski fakultet Zagreb: Krmiva d.o.o., Zagreb, 81-82.
9. Kumazawa S., Taniguchi M., Suzuki Y. (2002): Antioxidant activity of polyphenols in carob pods, Journal of Agric. Food Chem. 50, 373-377.
10. Larsen, S.E. (2007): Stablo rogača, <https://www.flickr.com/photos/sveineriklarsen/7203166122/> Pristupljeno 16.05.2021.
11. Liu, Z., (2005): Edible films and coatings from starches. U: Inovations in Food Packaging (Han, J.H.,ured), Elsevier Science & Technology Books, London, 318-332.
12. Makris, D.P., Kefalas, P. (2004): Carob pods (*Ceratonia siliqua* L.) as a source of polyphenolic antioxidants, Food Technology and Biotechnology 42, 105–108.
13. Novak, J. (2015): Primjena prirodnih biopolimera za formiranje jestivih zaštitnih filmova, Završni rad, PBF, Sveučilište u Zagrebu.
14. Owen R.W., Haubner R., Mier W., Giacosa A., Hull W. E., Spiegelhalder B., Bartsch H. (2003): Isolation, structure elucidation and antioxidant potential of the major

- phenolic and flavonoid compounds in brined olive drupes. *Food and Chemical Toxicology* 41, 703 – 717.
15. Papagiannopoulos, M., Wollseifen, H. R., Mellenthin, A., Haber B., Galensa, R. (2004): Identification and quantification of polyphenols in carob fruits (*Ceratonia siliqua* L.) and derived products by HPLC-UV-ESI/MS, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52, 3784 – 3791.
  16. Philips, G.O., Williams, P.A. (2000): Introduction to food hydrocolloids. U: *Handbook of hydrocolloids*, Woodhead Publ Ltd, New York, 1–19.
  17. Robertson, G.L. (1993.) :*Food packaging-Principles and practice*, New York. 50-57.
  18. Strikić, F., Čmelik Z., Perica S. (2006): Morfološke osobine dva perspektivna tipa rogača s otoka Visa, *Pomologia Croatica* 4, str. 245-254.
  19. WHO (2016) Evaluation of certain food additives. WHO - World Health Organization, <<http://www.who.int/en/>>. Pristupljeno 14.05. 2021.
  20. Wüstenberg, T. (2015): General Overview of Food Hydrocolloids, [https://application.wiley-vch.de/books/sample/352733758X\\_c01.pdf](https://application.wiley-vch.de/books/sample/352733758X_c01.pdf) Pristupljeno 26.04. 2021.