Primjena zaštitinih folija u pakiranju voća

Koren, Matea

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:765198

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

"PRIMJENA ZAŠTITNIH FOLIJA U PAKIRANJU VOĆA"

DIPLOMSKI RAD

MATEA KOREN

Zagreb, 2017

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Hortikultura - Voćarstvo

"PRIMJENA ZAŠTITNIH FOLIJA U PAKIRANJU VOĆA"

DIPLOMSKI RAD

MATEA KOREN

Mentor: doc. dr. sc., Goran Fruk

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Matea Koren**, JMBAG 2001990335072, rođena 20.01.1990. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

PRIMJENA ZAŠTITNIH FOLIJA U PAKIRANJU VOĆA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice Matea Koren, JMBAG 2001990335072 , naslova

PRIMJENA ZAŠTITNIH FOLIJA U PAKIRANJU VOĆA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo: potpisi:

1. Doc. dr. sc. Goran Fruk mentor _____
2. Prof. dr. sc. Tomislav Jemrić član _____
3. Izv. prof. dr. sc. Marko Vinceković član _____

Zahvala

Ovime zahvaljujem svima na podršci, najviše svojim prijateljima i kolegama, baki Dragici i mentoru Goranu Fruku.

Sadržaj

1. Uvod 9
2. Branje i priprema voća za čuvanje.....10
3. Jestivi zaštitni filmovi 11
4. Ambalaža za pakiranje voća.....12
5. Plastični materijali za pakiranje voća……..14
6. Biomaterijali-Biopolimeri……...15
6.1. Podjela biomaterijala……15
6.2. Jestiva ambalaža……..16
6.3. Hitin, Kitozan i njihovi derivati – Primjena u prehrambenoj industriji……16
6.4. “Mesquite gum”……..17
6.5. Praktične natron i doypack vrećice……17
7. Biopolimerni materijali……..18
8. Polisaharidi za biorazgradive filmove……...20
8.1. Celuloza……..20
8.2. Kitozan……21
8.3. Škrob…….....…22
8.4. Pektin…….....23
8.5. Alginat…….....24
9. Svojstva filma…….....25
9.1. Svojstva barijere…….....25
9.2. Aplikacija…….....26
10. Recikliranje ambalažnog materijala…….....28
10.1. Reciklirati ili ponovno koristiti?.....29
11. Ekološka funkcija ambalaže…….....30
12. Zaključak…….....31
Literatura…….....32
Životopis…….....…37

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Matee Koren**, naslova

PRIMJENA ZAŠTITNIH FOLIJA U PAKIRANJU VOĆA

Voće i povrće su važni dio ljudske prehrane jer su glavni izvori esencijalnih hranjivih tvari. Zbog sezonskog dospijeća voća oduvijek je istraživana mogućnost njihovog konzerviranja, odnosno očuvanja svojstava duži vremenski period. Opskrbljivanje tržišta svježim voćem je vrlo složeno i zahtijeva dosta znanja i primjenu određenih metoda, budući da se radi o robi koja je vrlo podložna promjenama izazvanim kako vanjskim tako i unutrašnjim faktorima. Razlikujemo više uvjeta čuvanja voća. Čuvanje u normalnoj, kontroliranoj, modificiranoj atmosferi, i mnogi drugi. Zajedničko svim tim tehnikama jest da se obrada provodi kratko vrijeme. Hlađenje je najšire i najčešće primjenjivana metoda. Temperatura voća i povrća utječe na brzinu promjena i kvarenje. Kontrolirana i modificirana atmosfera koristi se u posljednjih sedamdeset do osamdeset godina, vremenom se usavršavala tehnologija, pa je nastalo pakiranje u modificiranoj atmosferi (MAP). Priprema voća za čuvanje započinje njihovom berbom koja treba biti pravovremena. Namirnice se pakiraju u malim količinama. Ambalažni materijali su različiti. Nema promjena početne modificirane atmosfere, filmovi koji se koriste za zatvaranje, nisu permeabilni. Ambalaža u koju se pakira voće je za pojedine vrste, sorte i klase propisana Pravilnikom o kvaliteti svježeg voća i povrća. Oblik i dimenzije ambalaže su propisani odgovarajućim standardima. Vreća za pakiranje voća ili povrća izrađena je od neprozirnog, fleksibilnog plastičnog materijala. Zbog problema gomilanja ambalažnog otpada, pojavila se potreba za samouništivim ambalažnim materijalima. Od biomaterijala proizvode se koekstrudirani filmovi, lijevani filmovi, folije za termoformiranje posudica i čaša, brizgani i puhani proizvodi. Glavna funkcija ambalaže je njegova sposobnost zaštite proizvoda od vanjskih utjecaja i očuvanje kvalitete samog proizvoda. Ambalaža može pomoći potrošačima da identificiraju proizvode i marke, skrenuti pozornost na proizvod i daje relevantne informacije o samom proizvodu i njegovoj upotrebi.

Ključne riječi: Kvaliteta voća, skladištenje, pakiranje, plastične folije,
filmovi za pakiranje voća.

Summary

Of the masthesis-student **Matea Koren**, entitled

APPLICATION OF PROTECTIVE FILMS IN FRUIT PACKAGING

Fruits and vegetables are an important part of human nutrition as they are the main sources of essential nutrients. Because of the seasonal maturity of fruits, the possibility of their conservation or preservation of properties has been explored for a long time. Market supply with fresh fruit is very complex and requires a lot of knowledge and application of certain methods, since it is a product that is highly susceptible to changes caused by both external and internal factors. We differentiate more with the conditions of fruit preservation. Keeping in a normal, controlled, modified atmosphere, and many others. Common to all of these techniques is that processing takes a short time. Cooling is the widest and most commonly used method. The temperature of fruit and vegetables affects the speed of change and decay. The controlled and modified atmosphere has been used in the last seventy-eight years, a time has been perfected by technology, resulting in packaging in a modified atmosphere (MAP). The preparation of the fodder for fruit begins with their timbrel to be timely. Foods are packed in small quantities. Packaging materials are different. There is no change in the initial modified atmosphere, the films used for the closure, are not permeable. Packaging in which the fruit is packed is for certain species, varieties and classes prescribed by the Ordinance on the quality of fresh fruit and vegetables. The shape and dimensions of the packaging are prescribed by the appropriate standards. The fruit or vegetable packaging bag is made of opaque, flexible plastic material. Due to the problem of accumulating packaging waste, the need for self-extinguishing packaging material has arisen. Co-extruded films, cast films, foil and glass thermoforming foils, injected and blown products are produced from biomaterials. The main function of packaging is its ability to protect products from external influences and to preserve the quality of the product itself. Packaging can help consumers identify products and brands, draw attention to the product and provide relevant information about the product itself and its use.

Keywords: Fruit quality, storage, packaging, plastic films, packaging films.

1. Uvod

Voće i povrće su važni dio ljudske prehrane jer su glavni izvori esencijalnih hranjivih tvari kao što su vitamini, minerali, složeni ugljikohidrati i antioksidansi. Potrošnja svježeg voća i povrća je u porastu zbog sve veće svijesti o prehrambenoj važnosti istoga. Kako bi odgovorili na ovu rastuću potražnju, strategije koje se usredotočuju samo na povećanje proizvedene količine ne mogu biti jedino rješenje. Pozornost bi također trebala biti usmjerena na razvoj učinkovitih tehnologija očuvanja nakon berbe. Gubici nakon berbe procijenjeni su između 20 i 50% u zemljama u razvoju, uglavnom zbog nedostatka adekvatnog rukovanja i skladišnog prostora. Čak i u razvijenim zemljama, gubitci nakon berbe su 10-25%. Očito bi učinkovita tehnologija očuvanja svježih proizvoda bila korisna zemljama u razvoju (koje podržavaju tri četvrtine svjetske populacije) olakšavajući pritisak na zahtjeve proizvodnje. Osim toga, odgovarajuće tehnologije očuvanja mogu pomoći u stabilizaciji ponude i cijena na tržištu te poboljšanju kvalitete (Salunkhe i sur. 1984.).

Mnogi se čimbenici odnose na rok trajanja, te postoje mnogi načini očuvanja svježih proizvoda, kao što su skladištenje na nižim temperaturama, skladištenje pri kontroliranoj atmosferi, korištenje antimikrobnih sredstava, zračenje, te korištenje modificirane atmosfere. Konkretno, ambalaža modificirane atmosfere (MAP) vrlo je obećavajuća, budući da je to fizička metoda i lako je za rukovati njome. Prednosti MAP-a još nisu u potpunosti iskorištene sa svježim voćem i povrćem. Problem je povezan s obje teorijske praznine u našem znanju, MAP teorija dizajna i praktični aspekti, te prikladni materijali za pakiranje. Očito je potrebno više istraživanja kako bi se bolje razumjela fiziološka načela očuvanja svježeg voća i razvile tehnike prikladne za produženje roka trajanja i održavanje kvalitete svježih proizvoda (Salunkhe i sur. 1984.).

Prošle su 33 godine i možemo reći da se puno toga promaknulo i istražilo zadnjih 20 godina, posebice nakon velikog brzog razvoja analitičke tehnologije i metoda koje se odvijaju zadnjih 20-ak godina.

2. Branje i priprema voća za čuvanje

Priprema voća za čuvanje započinje njihovom berbom koja treba biti pravovremena. Vrijeme berbe ovisi o nekoliko faktora, kao što su vrsta i sorta voća, način dozrijevanja, njegova namjena, podneblje, zahtjevi i udaljenost tržišta. Može se brati u stadiju pune zrelosti kada je voće pogodno za potrošnju u svježem stanju ili ranije kada je spremno za transport i skladištenje. Plodovi nekih vrsta voćaka dozrijevaju nakon berbe (klimakterijski plodovi) kao što su: breskve, marelice, ljetne sorte jabuka i krušaka, neke sorte šljiva i sl. Berba ovih plodova počinje od 3 do 5 dana prije pune zrelosti, a dozrijevaju tijekom transporta i skladištenja. Plodovi drugih vrsta voćaka dozrijevaju samo na stablu (neklimakterijski) kao što su: jagodasto voće, trešnja, višnja i neke sorte šljiva (Midhat, 2010.).

Potrebno je razlikovati dva stupnja zrelosti plodova, a oba su važna za određivanje vremena berbe. Botanička zrelost ili fiziološka zrelost nastupa kada plodovi postignu maksimalnu veličinu i kad su sjemenke dozrele. S druge strane, dospjelost ploda za potrošnju uslijedi kada se pod utjecajem fizioloških procesa ili promjena hranjive tvari dovedu u stanje optimalne skladnosti između šećera i kiselina, okusa, mirisa, arome, tvrdoće i hranjivosti uopće. To varira kod pojedinih vrsti i sorti. Utvrđivanje i ocjena prikladnog trenutka berbe plodova pojedinih vrsta i sorti zahtjeva posebnu pažnju, znanje ali i iskustvo. Plodovi koji su ubrani u pravo vrijeme bolje su kvalitete, bolje podnose transport i duže se mogu čuvati. U slučaju prijevremene berbe plodovi ne postignu odgovarajuću veličinu, ne razviju pravu boju, a sadrže manje šećera, organskih kiselina i drugih vrijednih hranjivih sastojaka. Takvi plodovi nemaju razvijen okus, miris i aromu karakterističnu za pojedine sorte. S druge strane, ako berba kasni, dolazi do jačeg opadanja plodova, njihovog oštećenja, smanjenja sposobnosti da podnose duži prijevoz, a loše se čuvaju jer brzo gube kvalitetu. Kasnije ubrani plodovi lošijeg su okusa, gube karakterističan miris i aromu. Osim toga, takvi plodovi podliježu bolestima, od kojih su najčešće: brašnjavost, staklavost, gorke pjege, posmeđenje kožice i posmeđenje mesa ploda. Kod nekih ranih sorti jabuka i krušaka, plodovi brzo omekšaju, pa ih treba brati ranije (Midhat, 2010.).

Čuvanje voća u kontroliranoj atmosferi uz kontrolu etilena, može se odložiti dozrijevanje voća i produžiti rok trajanja klimakterijskog voća u slučaju da se ubere prije potpune zrelosti (Midhat, 2010.).

3. Jestivi zaštitni filmovi

Jestivi zaštitni filmovi mogu se definirati kao tanki sloj materijala koji potrošač može konzumirati, a svrha jestive ambalaže (slojeva) je zaštititi proizvod od utjecaja kisika i vlage tj. degradacije (Nemet, 2009.)

Određeni proteini u funkciji jestive ambalaže mogu poslužiti kao nosači nekih organskih kiselina koji inhibiraju rast bakterija kao potencijalnih kontaminanata hrane (*Listeria moncytogenes, Salmonella i Escherichia coli*). Osim toga film može biti antioksidans ali i funkcionalni dodatak (nutraceutik) samom proizvodu.

Jestiva ambalaža (film ili premaz) najčešće se nanosi direktno na površinu proizvoda ili može biti stvarni ambalažni oblik izrađen od različitih materijala. Premaz mora dobro prianjati uz proizvod te ne smije imati ni najmanja mehanička oštećenja. Takav materijal u svakom slučaju ne smije imati negativan utjecaj na zdravlje čovjeka te mora biti odobren od strane službenih institucija za sigurnost hrane i materijala u dodiru s hranom, kao što je Europska agencija za hranu (EFSA-European Food Safety Authority, www.efsa.europa.eu).

Velika je mogućnost primjene jestive ambalaže. S obzirom na već spomenuta barijerna svojstva, važno je da ambalaža ne smije biti apsolutno nepropusna na plinove, vodenu paru i etilen jer npr. voće i povrće ima određen stupanj respiracije i na polici u trgovini tj. nakon branja. Materijali koji se upotrebljavaju za proizvodnju jestive ambalaže su uglavnom topljivi u vodi ili otapalima (Nemet, 2009.).

Filmovi ili premazi mogu biti od ugljikohidrata, proteina, lipida, čvrstog prirodnog voska ili smola. Primjeri ugljikohidrata su celuloza, škrob, dekstrin, pektin i alginati. Od proteinskih izvora mogu se koristiti bjelanjak jajeta, kukuruz (zein), soja, kolagen i sirutka. Voskovi su uglavnom pčelinji te šelak smola koja se već koristi i u konditorskoj industriji.

Dobri rezultati dobiveni su primjenom zeinske prevlake na voće, orahe, liofilizirane proizvode kao i na komprimirane proizvode veličine jednog zalogaja. Iako je kolagen jestiv materijal, ne pripada skupini materijala topivih u vodi pa ga je potrebno ukloniti prije konzumiranja (Nemet, 2009.).

Osim što su ekološki prihvatljivi, mnogi od tih novih jestivih materijala također mogu biti dobar izvor vitamina ili minerala. Jestiva ambalaža može također doprinijeti produžetku roka trajanja određenih proizvoda. Tako, npr. jabuke, izrezane na šnite i izložene na zraku, imaju tendenciju mijenjanja boje i omekšavanja. Kako bi odgodili ovu pojavu koristi se askorbinska kiselina (vitamin C) i kalcij. Neki jestivi filmovi također mogu poboljšati okus prehrambenih proizvoda. Na sjevernoameričkom tržištu položaj jestivih filmova je dobro uspostavljeno i europsko tržište se počinje buditi.

4. Ambalaža za pakiranje voća

Odabir ambalažnog materijala za pakiranje voća vrlo je kompleksan budući da treba uzeti u obzir vrstu proizvoda i njegovu održivost i okolne uvjete. Naime, voće i povrće i nakon berbe nastavlja proces respiracije, odnosno troši kisik, a otpušta CO_2, vodu i energiju. Proces respiracije može se usporiti čuvanjem proizvoda pri nižim temperaturama. Međutim, neke vrste voća osjetljive su na niske temperature, npr. banana na niže od 14ºC. Svježe voće sadrži 80 – 90 % vode, stoga bi relativna vlažnost unutar pakiranja trebala bi biti 96 – 98 % pri konstantnoj temperaturi. Treba izbjegavati temperaturne promjene tijekom skladištenja ovih proizvoda budući da one uzrokuju zamagljivanje i kondenzaciju vode na površini ambalažnog filma. Potrebno je omogućiti kontrolirano isparavanje vode s površine što se postiže odabirom ambalažnog materijala s relativno velikom propusnošću na vodenu paru ili perforiranog materijala odgovarajuće poroznosti. Brzina respiracije kontrolira se količinom kisika u ambalažnoj jedinici. Smanjenjem količine kisika usporava se proizvodnja energije i proces dozrijevanja proizvoda (Dundović i sur. 2007.).

Međutim, koncentracija kisika ne smije biti manja od 3 % jer tada dolazi do anaerobne fermentacije i pretvaranja šećera u alkohole, aldehide i kiseline. Da bi se zadovoljili svi navedeni uvjeti upotrebljavaju se polimerni filmovi s perforacijom promjera 0,38 cm, od omekšanog PVC-a, PE-a, celuloznog acetata, PP-a i PS-a. Odabir odgovarajućeg ambalažnog materijala ovisi također o osjetljivosti i specifičnim svojstvima pojedine vrste voća koje se može podijeliti u pet osnovnih skupina:

1. meko voće je izrazito osjetljivo i podložno anaerobnom kvarenje pa ga je najbolje pakirati u polučvrstu ambalaža s poklopcem od celofana, celuloznog acetata ili PS-a

2. čvrsto voće ima malu brzinu respiracije, stavlja ga se na kartonski podložak preko kojeg dolazi polimerni film

3. proizvodi sa stabljikom su izrazito skloni kvarenju jer brzo gube vlagu; pakiraju se u celofan postojan na vlagu ili perforirani PE film koji tijesno prianja uz proizvod

Smrznuto voće i povrće potrebno je zaštiti od gubitka vlage i hlapljivih aromatičnih spojeva, od utjecaja kisika i svjetlosti. To se može postići primjenom skupljajućih PE filmova (smanjuje se zračni prostor unutar ambalažne jedinice) i Aluminijske folije od koje se izrađuju zdjelice različitih oblika i dimenzija i koja je postojana pri vrlo niskim temperaturama.

Sušeno voće također treba ambalažu koja sprječava gubitak vlage i arome iz proizvoda, za što se upotrebljavaju složeni ambalažni materijali dobrih barijernih svojstava poput PE/Aluminijska folija/papir, celofan/PE/Aluminijska folija/PE i papir/PE/Aluminijska folija/PE.

Voće u sirupu pakira se u metalnu ambalažu od bijelog lima ili u staklenke. Produžavanje trajnosti svježeg voća i povrća omogućava se pakiranjem u kontroliranoj

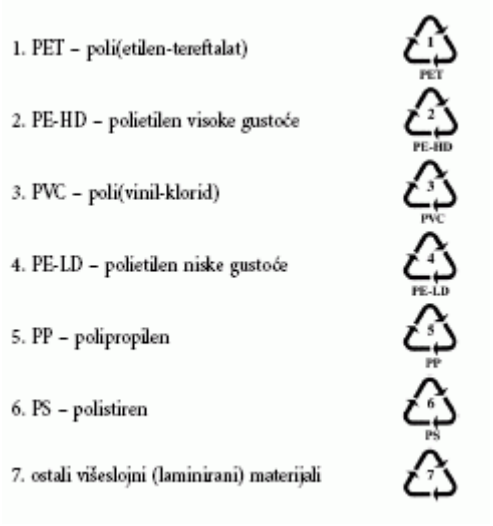
(CA) i modificiranoj (MA) atmosferi. Zajednička karakteristika ovih metoda je smanjena koncentracija kisika i povećana koncentracija CO_2, a razlikuju se u preciznosti kontroliranja parcijalnog tlaka plina.

Kontrolirana atmosfera se koristi za dugotrajnije skladištenje proizvoda, a modificirana se primjenjuje tijekom transporta, u prodajnom lancu ili za kratkotrajno skladištenje hrane.

Aktivna modifikacija atmosfere može se postići vakuumiranjem pakiranja i zamjenom atmosfere unutar pakiranja željenom kombinacijom plinova ili dodatkom tvari koje vežu kisik, reguliraju sadržaj ugljikova dioksida, etilena i vlage ili oslobađaju pare etanola.

Etilen je prirodni biljni hormon koji ima važnu ulogu u procesu "starenja" voća pri vrlo malim koncentracijama.

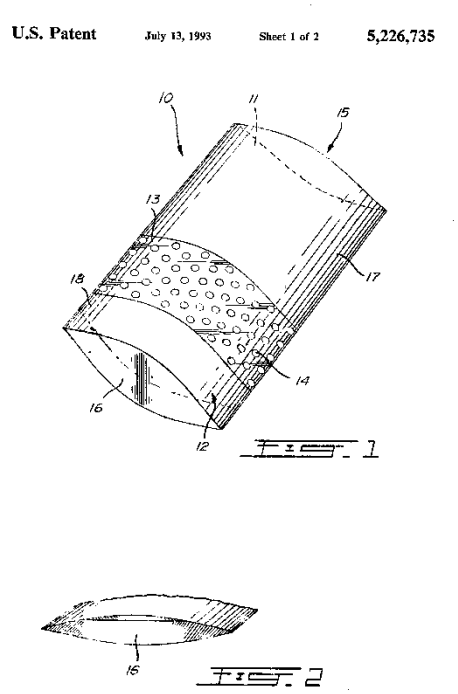
Etanol usporava rast mikroorganizama ako se raspršiti po površini proizvoda prije pakiranja.



Slika1. Brojčane oznake i kratice za plastiku

5. Plastični materijali za pakiranje voća

Američki izum vrećice za pakiranje voća ili povrća koja je napravljena od neprozirnog plastičnog materijala, ali sa stražnje strane ima dio od prozirnog plastičnog materijala se odnosi na postupak izrade plastične vrećice. Vreće za pakiranje voća izrađene su od neprozirnog, fleksibilnog plastičnog materijala. Stražnja stijenka vreće je opremljena transverzalnim prozorom od prozirnog, fleksibilnog plastičnog lima, koji se proteže preko širine vrećice i koji sadrži mnoštvo perforata raspodijeljenih na njegovu površinu. Prozirni plastični materijal je deblji od neprozirnog plastičnog materijala, što zahtijeva dodatnu mehaničku otpornost zbog perforacija. Postupak i uređaj izrađuju plastičnu vrećicu iz dvije trake neprozirne plastične folije, te trakom od prozirnog plastičnog materijala. U skladu s ovom metodom, tri trake smještene su pokraj prozirne trake u sredini. Susjedne granice trake su zavarene zajedno kako bi pretvorile tri trake u jednu traku. Pojas se preklopi kako bi stvorio dvoslojni pojas. I ovaj dvoslojni prsten je izrezan na trake na njegovim uzdužnim razmaknutim mjestima s dva sloja toplinski zavarena na obje strane svakog izrezivanja. Prednosti ove vrećice su uglavnom neprozirni plastični materijal koji štiti voće ili povrće od izlaganja svjetlu, prozirni dio koji omogućava potrošačima vizualni pregled voća ili povrća, te budući da je mehanička otpornost plastičnog materijala na prozoru veća, perforacije ne utječu na mehaničku cjelovitost plastične vrećice (Hureau Jean C M, 1990).



Slika2. Američki izum vreće za pakiranje voća

6. Biomaterijali-Biopolimeri

Korištenje biopolimera kao zamjena za ne-razgradivu tradicionalnu plastiku zanimljiva je alternativa posebno za kratkotrajne primjene, kao što je pakiranje hrane. Osim toga, aktivna ambalaža privukla je veliku pažnju kao inovativna tehnologija za očuvanje hrane (Nemet, 2009.).

Zbog problema gomilanja ambalažnog otpada, pojavila se potreba za samouništivim ambalažnim materijalima. Razvoj ambalažnih materijala i ambalaže, s ekološkog aspekta, mora podrazumijevati i sljedeće prioritetne ciljeve:

- da se smanji masa otpada
- da se omogući ponovna upotreba
- da se omogući reciklaža
- da je moguće sagorijevanje
- da se smanji masa za odlaganje u odlagališta smeća.

6.1. Podjela biomaterijala

- Kategorija 1. Polimeri direktno ekstrahirani iz biomase (proteini, lipidi, polisaharidi, biljnog porijekla, alge)
- Kategorija 2. Sintetizirani od monomera izolirani iz biomase (biopoliesteri polimeri od PLK)
- Kategorija 3. Direktno proizvedeni od mikroorganizama (mikrobna celuloza, poly(hydroxyalkanoates))

Od biomaterijala se proizvode koekstrudirani filmovi, lijevani filmovi, folije za termoformiranje posudica i čaša, punjeni i puhani proizvodi, kao što su čaše, podlošci, boce, ekstrudirane folije namijenjene za oplemenjivanje (Nemet, 2009.).

6.2. Jestiva ambalaža

Poseban dio biopolimera je i jestiva ambalaža u vidu jestivih prevlaka i filmova. Koristi se kako bi se namirnicama produžio rok trajanja.

Jestiva ambalaža može osigurati barijeru za vlagu, kisik, ugljični dioksid, arome, lipide itd. Također može biti (aktivni) nosioc aditiva kao što su antioksidansi, pojačivači arome i drugi. Neki imaju antimikrobna svojstva i mogu poboljšati mehaničke osobine samog proizvoda (Lox, 1992.).

Poznato je da voće ima kratak rok trajanja. Na to utječu razni faktori uključujući gubitak vode, enzimatsko tamnjenje, promjene u teksturi, rast mikroba itd.

6.3. Hitin, Kitozan i njihovi derivati-Primjena u prehrambenoj industriji

Poboljšavaju nutritivne vrijednosti, emulgatore, učvršćivače i stabilizatore. Dijetna su vlakna i “hvatači masti”, te smanjuju kolesterol.

Jestivi su filmovi za oblaganje koji kontrolirano oslobađaju antimikrobne substance, antioksidanse i arome. Reduciraju parcijalni pritisak kisika, te kontroliraju brzinu respiracije.

Antimikrobna su baktericidna i fungicidna pakiranja koja mjere kontaminaciju plijesnima u prehrambenoj proizvodnji.

Primjeri: Oblaganje jagoda, malina i grožđa s kitozanom reducira pojavu patogenih mikroorganizama tokom 18 dana čuvanja na 4°C (Siracusa, 2008.).

6.4. „Mesquite gum“

Koristi se kao jestivi omotač voća. Isto tako može biti efikasan pri konzerviranju hrane koja je bogata poluzasićenim masnim kiselinama i koja je osjetljiva na oksidaciju (koja lako oksidira).

Jestivi omotači od alginata i gelana mogu pomoći da se ostvari željena kvaliteta svježih jabuka. Alginat i gelan omotači značajno reduciraju proizvodnju etilena.

Ovi omotači se mogu koristiti za cijele jabuke, ili dijelove, koji se zatim zamrzavaju. Jestivi omotači predstavljaju barijeru za plinove i od njih se ustvari očekuje da oni generiraju neku vrstu modificirane atmosfere u svaki komad voća. Naravno sve to u suglasnosti s relativnom vlažnošću i optimalnom temperaturom hlađenja, jer to sve zajedno doprinosi produžavanju roka trajanja (tri puta duži) što i je glavni cilj (Cazón, 2016.).

6.5. Praktične natron i doypack vrećice

Pametnom ambalažom produljuje se život proizvoda, čak do 100% dulje nego onih u standardnoj ambalaži. Iznimno je bitno da materijali budu čvrsti i kvalitetni, kao i da debljina folija bude odgovarajuća za određeni proizvod.

Smeđi odnosno kraft papir koji podsjeća na škarnicle u kojima dobivamo u trgovini kruh ili voće, a danas sve češće na to da su posrijedi neki zdravi, ekološki proizvodi. Vanjski sloj tzv. natron vrećica od graf papira i unutrašnji od OPP folije doista su dobitna formula za eko proizvode, jer ih održavaju u optimalnom stanju. Sve više u upotrebu ulaze i tzv. doypack zip vrećice koje se plastičnim utorima na vrhu zatvaraju i otvaraju te tako omogućuju čuvanje arome proizvoda i njegovu zaštitu od vlage. Imaju širok spektar primjere i mogu se kupovati samostalno kako bi u njih skladištili namirnice (Ćurić, 2015.).

7. Biopolimerni materijali

Proizvodnja i primjena sintetičkih folija kod pakiranja voća se brzo razvijala posljednjih nekoliko desetljeća što je rezultiralo ozbiljnom zabrinutosti za okoliš jer je sintetička plastika otporna na degradaciju (Muscat i sur. 2012.).

Danas, potrošači nastoje smanjiti ekološke probleme povezane s pakiranjem hrane i zahtijevaju biorazgradive materijale.

Jestivi i biorazgradivi filmovi mogu biti alternativa sintetičkim materijalima za pakiranje u nekoliko primjena zbog svoje sposobnosti da sprječavaju gubitak vlage, gubitak aroma, transport otapala, apsorpciju vode u matrici hrane ili penetracije kisika (Aider, 2010.; Dutta i sur. 2009.).

Zbog toga, znanstvenici i inženjeri za hranu pokušavaju razviti nove materijale za jestive i biorazgradive filmove, uglavnom temeljeni na materijalima iz obnovljivih izvora koji se nalaze u izobilju u prirodi. Općenito, ti su materijali jeftini i mnogi od njih se smatraju otpadom ili nusproizvodima (Kim i sur. 2006.).

Primjene polisaharidnih filmova kod prehrambenih proizvoda mogu ponuditi nove mogućnosti za razvoj novih sustava pakiranja hrane. Također, biorazgradivi filmovi mogu smanjiti ekološke probleme povezane s pakiranjem hrane. Trenutno biorazgradivi polimeri koji se koriste u prehrambenoj industriji su pribor za jelo, čaše za piće, poklopci, ploče, folije za oblaganje i laminiranje, slamčice, miješalice, posude za hranu koje se isporučuju gurmanskim dućanima i fast food objektima (Siracusa i sur. 2008.).

Materijali dobiveni iz obnovljivih prirodnih izvora koji su korišteni za proizvodnju jestivog filma uglavnom uključuju proteine, lipide, polisaharide i sve moguće kombinacije među njima i ponekad, ugradnju aditiva s ciljem poboljšanja svojstava filma.

Proučavana je sposobnost formiranja filmova od nekoliko polisaharida, uključujući celulozu, kitozan, škrob, pektin, alginat, karagenan, pullulan i kefiran (Maher Z.Elsabee i sur. 2013.; Espitia i sur. 2014.; Galus i sur. 2015.; Jiménez i sur. 2012.; Motedayen i sur. 2013.; Xu i sur. 2016.; Zolfi i sur. 2014.).

Materijali na bazi lipida uključuju voskove, acilglicerole i masne kiseline (Pérez-Gago i sur. 2014.).

Proteinski materijali uključuju kolagen, kazeine, riblju želatinu, kinom protein, proteine sirutke, kukuruzni zein, gluten pšenice, bjelanjak bjelanjka, miofibrilni protein, soja protein i keratina (Fakhreddin Hosseini i sur. 2013.; Galus i sur. 2015.; Hernandez-Izquierdo i sur. 2008.; Jia i sur. 2009.; Valenzuela i sur. 2013.).

U većini slučajeva potrebno je dodavanje plastifikatora kako bi se dobilo film na bazi proteina i polisaharida. Bez dodavanja plastifikatora dobiveni filmovi od nekoliko polisaharida su krhki, obično zbog interakcija između polimernih lanaca (Han, 2014.).

Plastifikatori smanjuju koheziju unutar filmske mreže slabljenjem intermolekularne sile između susjednih polimernih lanaca (Espitia i sur., 2014.; Marcos i sur. 2010.).

Tako, plastifikatori mijenjaju ili poboljšavaju mehanička svojstava, smanjuju napetost deformacija, tvrdoće, gustoće i povećavaju fleksibilnost lanca polimera kao i otpornost na lom (Vieira i sur. 2011.).

U hidrofilnim materijalima, plastifikatori modificiraju svojstva barijere i obično povećavaju propusnost vodene pare. Suprotno, dodavanje hidrofobnih plastifikatora može rezultirati smanjenjem vode (Espitia i sur., 2014.; Han, 2014.; Vieira i sur., 2011.).

Neki plastifikatori koji se obično koriste su polioli (glicerol, sorbitol i polietilen glikol), šećere (glukoza i saharoza) i lipidi (monogliceridi, fosfolipidi i tenzidi) (Espitia i sur., 2014.).

Upotreba prirodnih plastifikatora, poput triglicerida iz biljnih ulja ili estera masnih kiselina, povećavaju se zbog niske razine toksičnosti i niske migracije (Vieira i sur., 2011.).

Ovo je napredak za filmove i premaze na bazi polisaharida za pakiranje hrane.

8. Polisaharidi za biorazgradive filmove

Biorazgradivi film može se definirati kao primarna ambalaža izrađena od biorazgradivih polimera i aditiva za hranu. Tanki sloj biorazgradivog materijala se može oblikovati u film i može se koristiti kao omot za hranu bez promjene originalnih sastojaka ili metode prerade.

Biorazgradivi filmovi se koriste za zaštitu i produljenje roka trajanja prehrambenih proizvoda (Galus i sur. 2015.; Han, 2014.).

Polisaharidi kao što su celulozni derivati, kitozan, škrob i guma su prijavljeni kao sirovina za pripremu jestivih filmova i premaza koji se mogu koristiti kao materijal za pakiranje i za konzerviranje hrane (Aider, 2010., M. Z. Elsabee i sur. 2013.; Espitia i sur., 2014; Han, 2014; Jiménez i sur., 2012; Klemm i sur. 2005; Psomiadou i sur. 1996; Vargas i sur. 2010; Zhang i sur. 2008.).

Učinkovitost vodene barijere filmova je važna za usporavanje dehidracije svježih proizvoda, ili s druge strane, gubitak svježine u suhim proizvodima kada se materijal za pakiranje koristi za izbjegavanje apsorpcije vlage. Propusnost za druge plinove poput kisika također su važni jer omogućuju kontrolu zrenja voća ili smanjenje oksidacije nekih sastojaka hrane kao što su polinezasićene masti (Dutta i sur., 2009; Vieira i sur., 2011.).

Vrste polisaharida i širok raspon dodataka koji bi mogli biti ugrađeni tijekom pripreme biorazgradivih filmova može produžiti rok trajanja za spremanje hrane.

8.1. Celuloza

Celuloza predstavlja najbogatiji obnovljivi izvor polimera dostupan u prirodi, te je najčešće prijavljena kao sirovina za biorazgradive filmove zbog svoje obnovljivosti, niske cijene, netoksičnosti, biokompatibilnosti i biorazgradivosti i kemijske stabilnosti (Wang i sur. 2016.).

Celuloza se može izolirati iz drva, pamuka, konoplje i biljnih materijala kao i it sintetiziranog tunicata i mikroorganizama (Xu i sur., 2016.).

Ove karakteristike čine celulozna vlakna najboljim općim izborom za prirodna punila plastičnih materijala (Kolybaba i sur., 2006.).

Drugi celulozni derivat kao celofan, regenerirani celulozni film, obično se ne koristi za pakiranje hrane, jer ima niske barijere u usporedbi sa sintetičkim polimerima (Bedane i sur. 2015.).

Celuloza iz biljaka i bakterijske celuloze imaju istu kemijsku strukturu, ali zbog karakteristika vlakana i njegove čistoće, bakterijska celuloza ima nekoliko prednosti u odnosu na biljnu celulozu kao što je visoka mehanička čvrstoća, kristalnost i hidrofilnost (Rozenberga i sur., 2016.).

8.2. Kitozan

Drugi najzastupljeniji polisaharid koji se nalazi u prirodi nakon celuloze je kitozan. Kitozan se dobiva alkalnim N-deacetiliranjem kitina. Nalazi se u egzoskeletonu rakova i kod nekoliko insekata. Iz tog razloga kitozan je komercijalno dostupan iz bogatih obnovljivih izvora, prvenstveno iz otpada industrijskih školjaka (Kim i sur., 2006.).

Navedeno je nekoliko metoda za dobivanje filmova na osnovi kitozana. U metodi lijevanja, kitozan se otopi u prikladnim otapalima ili lagano zakiseljenoj vodi i, ako je potrebno, dodaje se plastifikator. Otopina se izlije na ravnu površinu i otapalo se ostavi da isparava.

Pri pribavljanju folija, ekstrudiranje je najučinkovitiji izbor (van den Broek i sur., 2015). U ekstruziji se koristi jedan ili dva rotirajuća vijka u bačvi koja postupno povećavaju tlak i miješaju sastojke tijekom proizvodnje filmova. Na kraju vijaka, smjesa se proširuje nakon prolaska kroz kalup (Espitia i sur., 2014.).

Nedostatak kitozana jest što nije termoplastičan jer se degradira prije točke topljenja. Stoga, za razliku od konvencionalnih termoplastičnih polimera, kitozan se ne može ekstrudirati niti oblikovati i filmovi se ne mogu zagrijavati. Ovo ponašanje ograničava proizvodnju kitozanskih filmova na komercijalnoj razini i sužava aplikacije (Pelissari i sur. 2011.).

Miješanje kitozana s termoplastičnim polimerima, poput poli (butilen sukcinata), poli (butilentereftalat adipat), poli (butilen sukcinat adipat), predstavlja alternativu za poboljšanje toplinskih svojstava ovog materijala (van den Broek i sur., 2015.).

Dobre filmske osobine kitozana omogućuju proizvodnju filmova i materijala za oblaganje s dobrim mehaničkim svojstvima i selektivnom propusnošću za CO_2 i O_2. Međutim, kitozanski filmovi su vrlo propusni za vodenu paru koja ograničava njihovu upotrebu kod prehrambenih proizvoda jer je obično učinkovita kontrola prijenosa vlage važno svojstvo za očuvanje kakvoće hrane, osobito s visokim stupnjem vlažnosti (Aider, 2010.).

Zbog toga je predloženo nekoliko strategija za poboljšanje funkcionalnosti svojstava kitozanskog filma. Na primjer, modifikacije stupnja deacetilacije, PH vrijednost, tip otapala ili plastifikatori. Miješanje s drugim sastojcima (proteini ili polisaharidi) mogu poboljšati funkcionalna svojstva kitozanskog filma (Elsabee i sur. 2013.).

Nažalost, visoka osjetljivost kitozana na vlagu ograničava zahtjev za pakiranje hrane jer kitozan filmovi mogu ostati osjetljivi na vodu ili čak na tvari topljive u vodi. Povezivanje kitozana s nekoliko reagensa kao što je genipin, glutaraldehid ili formaldehid sprečavaju otapanje i / ili bubrenje filmova na bazi kitozana (Dutta i sur., 2009.).

8.3. Škrob

Škrob je prirodni polimer koji bi mogao biti alternativa za proizvodnju hrane - materijala za pakiranje. Opsežno je proučavan jer je obilan, jeftin, biorazgradivi i jestivi. Škrob je poljoprivredni biopolimer koji se nalazi u različitim količinama u biljkama uključujući pšenicu, kukuruz, rižu, grah i krumpir (Kolybaba i sur., 2006.).

Ovaj polimer čini više od 60% zrna žitarica i relativno ga je lako odvojiti od drugih sastojaka (Jiménez i sur., 2012.).

Ovisno o botaničkom izvoru, granule škroba variraju u obliku, veličini, strukturi i kemijskom sastavu (Molavi i sur. 2015.).

Granule škroba su u osnovi sastavljene od dva glavna polisaharida: amiloze i amilopektina. Granule škroba sadrže i tragove drugih komponenata kao što su lipidi i proteini.

Za dobivanje filmova iz škroba, uglavnom su korištene dvije tehnike: suhi postupak i mokri proces.

Suhi postupak temelji se na termoplastičnim svojstvima škroba po ekstruziji. U ovoj metodi, škrob je plastificiran i zagrijavan iznad staklene tranzicije temperature u uvjetima niskog sadržaja vode.

U mokrom procesu, polimeri su solubilizirani i zatim je otopina koja formira film osušena. Vlažni proces se općenito preferira jer tvori jestive preformirane filmove, na koje se nanesu premazi od umočavanja, četkanja ili raspršivanja na prehrambene proizvode (Peressini i sur., 2003.).

Ipak, suhe metode su više izvedive za proizvodnju filmova na industrijskoj razini (Jiménez i sur., 2012.).

Škrobne folije imaju izvrsne svojstvene barijere barijera zbog njihovog visokog poretka vodika vezanog na mrežnu strukturu u kojoj formiraju amilozu i amilopektin kristalnih i ne-kristalnih regija u izmjeničnim slojevima. Stoga se barijerna svojstva poboljšavaju povećanim kristalizmom ili većim sadržajem amilopektina u materijalu.

Filmovi na bazi škroba imaju neke nedostatke u usporedbi s konvencionalnim sintetičkim polimerima. Vlačna čvrstoća je relativno visoka, ali postotak rastezanja je nizak što rezultira lošim mehaničkim svojstvima. Iako su ti filmovi hidrofilni materijali,

škrobni filmovi s višom kristalnom strukturom manje su osjetljivi na vlagu i na relativnu vlažnost okoliša (Jonhed i sur. 2008; Mali i sur. 2004; Molavi i sur., 2015.).

Zbog slabih mehaničkih svojstava, uglavnom krhkosti škroba amorfne regije formirane amilozom. Zato je potrebno dodati plastifikatore kako bi se prevladale lomljivosti filmova uzrokovane opsežnim intermolekularnim silama, time poboljšavajući fleksibilnost i proširivost.

Još jedna alternativa za poboljšanje ovih svojstava je miješanje škroba s drugim biopolimerima ili sintetskim polimerima, poput polivinil alkohola (PVA), koji omogućuje održavanje njegove biorazgradivosti i poboljšava mehanička svojstva (Bertuzzi i sur., 2007; Xiong i sur. 2008.).

8.4. Pektin

Pektin je jedan od glavnih sastojaka biljne stanice i čini trećinu stanične stijenke kod nekoliko vrsta voća. Samo nekoliko biljaka se koriste kao sirovina za komercijalnu proizvodnju pektina, uglavnom jabuke i citrus, s 10-15 i 20-30 težine % na suhoj osnovi.

Odabir tih izvora ovisi o prinosu, vremenu, troškovima postupaka ekstrakcije, poželjna svojstva ekstrahiranih pektina i dostupnost sirovina (Casas-Orozco i sur. 2015; Munarin i sur. 2012.).

Pektini su kiseli i topljivi u vodi, a uglavnom se upotrebljavaju kao sredstvo za geliranje u proizvodnji džemova, voćnih sokova i pekarskih punila, te kao stabilizirajuća sredstva u mlijeku, piću i jogurtu (Gutierrez-Pacheco i sur., 2016; Willats i sur. 2006.).

Zbog svojstava geliranja, upotreba pektina kao sirovine za pripremu jestivih filmova istraživana je posljednjih godina.

Filmovi na bazi pektina imaju dobre rezultate kod svojstava propusnosti plinova, ali i slaba svojstva barijere vode iako se ti filmovi koriste za usporavanje gubitka vlage i migracije lipida (Gutierrez-Pacheco i sur., 2016.).

Pektin nema antimikrobnih svojstava. Filmovi razrađeni s čistim pektinom promoviraju mikrobni rast jer je pektin izvor ugljika za rast gljivica i bakterija (Gutierrez-Pacheco i sur., 2016.).

8.5. Alginat

Alginat se ekstrahira od smeđih morskih algi pod nazivom *Phaephyceae*. Alginati su soli alginske kiseline.

Najvažnije svojstvo alginata je njegova sposobnost da reagira s di- i tri-valentnim kationima za stvaranje filmova. Kalcijevi ioni su učinkovitiji od magnezija, mangana, aluminija, željeza i iona željeza kao sredstava za geliranje (Benavides i sur. 2012; Gennadios i sur., 1997.).

Postupak umrežavanja polivalentnim kationima korišteno je za poboljšanje svojstava vodene barijere, mehaničke otpornosti, kohezivnosti i ukočenosti i odgađanje oslobađanja nekih lijekova. Zbog brzine postupka umrežavanja s kalcijevim ionima, proizvedena su lokalizirana mjesta za geliranje, ugrožavajući ujednačenost filmova. Tehnika za stvaranje homogenih matrica kroz sporo otpuštanje kalcija u kiselom mediju (Benavides i sur., 2012.).

Alginat formira filmove nakon isparavanja otapala, te dodavanjem kalcija može poboljšati mehanička i barijerna svojstva.

Premda alginatni filmovi ili premazi imaju loše barijere vlage, njihova higroskopnost usporava dehidraciju hrane na koju se primjenjuje.

Jestivi filmovi izrađeni od pektina posjeduju slične karakteristike alginatima koji usporavaju gubitak vlage (Benavides i sur., 2012; Olivas & Barbosa-Cánovas, 2008.).

9. Svojstva filma

Kontrola brzine prijenosa vodene pare i plina ključni su čimbenici kako bi se postigla potrebna kvaliteta, sigurnost i produljeni rok trajanja hrane. Visoko izvedeni filmovi visoke su fleksibilnosti, optičke transparentnosti, toplinske stabilnosti, te su mehanički čvrsti i biorazgradivi. Svojstva plinske barijere su zahtjevna za nekoliko primjena izvan pakiranja (Bedane i sur., 2015).

Nekoliko studija imaju zapise o filmovima pripremljenih od polisaharida kombiniranih s lipidima ili proteinima sa prednošću svojstava svake komponente (Rubilar i sur. 2015.).

Polisaharidi tvore mrežu odgovornu za dobra mehanička svojstva, ali imaju slabu prepreku za prijenos vodene pare.

S druge strane, dopušta se dodavanje lipida i dobivaju se izvrsne karakteristike barijere vodene pare, ali i dobiveni filmovi su obično neprozirni, nestabilni, krhki i imaju voštane degustacije.

9.1. Svojstva barijere

Značajke barijere polimernog filma su presudne za procjenu ili predviđanje roka trajanja proizvoda.

Obično, plastika je relativno propusna za male molekule kao što su plinovi, vodene pare, organske pare ili tekućine.

Vodena para i kisik su najviše proučavani u primjeni pakiranja. Ti se spojevi mogu prenositi iz unutarnjeg ili vanjskog okruženja kroz zid u pakiranju polimera, što je rezultiralo kontinuiranom promjenom kvalitete proizvoda što smanjuje rok trajanja (Siracusa i sur., 2008).

Svojstva barijere vodene pare mogu se kvantificirati propustljivosti vodene pare (WVP). Uzima se u obzir diferencijalni tlak i debljina materijala za pakiranje.

Značajke barijere vodene pare su važne za svježe voće, gdje je važno izbjegavati dehidraciju ili kod nekih drugih namirnica poput kruha ili suhe hrane, gdje je važno izbjegavati upijanje vlage iz okoliša.

Većina podataka o WVP (propustljivost vodene pare) biorazgradivih filmova dostupnih u literaturi su dobiveni gravimetrijski prema ASTM standardnom postupku ispitivanja E96 / E96M (ASTM), poznat kao "metoda čaše", ili njegove varijacije.

Prema ovoj metodi, šalica s otvorenim otvorima poznatog područja napunjena je destiliranom vodom ili sredstvom za sušenje. U modifikaciji metode, također se koriste

otopine zasićenih soli. Film je zapečaćen na otvorenom dijelu čaše, skup je izvagan i stavljen pod kontroliranu temperaturu i obično nisku relativnu vlažnost. Pokretačka snaga vodene pare je gradijent parcijalnog tlaka između obje strane filma. Prati se promjena težine promjera (Gennadios i sur. 1994.).

Obično, filmovi na bazi polisaharida imaju veće vrijednosti WVP-a od komercijalnih sintetičkih materijala. Biorazgradivi filmovi na bazi celuloznog derivata vrlo su učinkovite prepreke za kisik i arome.

Među celuloznim derivatima metilceluloza je jedan od najopsežnijih studija (Nazan i sur. 2004.).

Ostali ispitivani materijali su hidroksipropilmetil celuloza s nanočesticama srebra (de Moura i sur. 2012.), krumpirovi škrobni filmovi s monomorfilonitnim nanočesticama (Avella i sur., 2005.), agar filmovi sa srebrnim nanočesticama (Rhim i sur. 2013.), krumpirov škrob plastificiran s glicerolom i dalje pojačan katehinom i nanokristalima škroba (Sessini i sur. 2016.), kitozan s nanočesticama srebra i kitozanom s nanočesticama cinkovog oksida (Youssef i sur. 2015.) i kitozan sa srebrnim oksidom enkapsuliranog nanokompozita (Tripathi i sur. 2011.).

S druge strane, važan čimbenik koji se mora uzeti u obzir kada se utvrđuje izvedivost filmova kao ambalažnog materijala je izmjena svojstva tijekom vremena i temperature skladištenja. Eksperimentalni podaci pokazuju da se brzina WVP-a povećava kada se vrijeme skladištenja povećava i kada se smanjuje temperatura spremanja.

9.2. Aplikacija

Jestivi filmovi iz polisaharida ili mješavina polisaharida s nekoliko spojeva uključujući ostale polisaharide, proteine, lipide i aditive koji se primjenjuju kako bi produžili rok trajanja i očuvali kvalitetu hrane.

Filmovi i premazi se obično mogu dobiti iz iste formulacije. Premazi se nanose u tekućem obliku prije formiranja premaza, u međuvremenu se filmovi dobivaju kao čvrsti listovi koji se primjenjuju na prehrambene proizvode (Galus i sur. 2015.).

Filmovi i premazi djeluju kao prepreka i njihova mehanička svojstva ovise o specifičnim zahtjevima za očuvanje hrane. Mehanička svojstva premaza ne mogu se mjeriti odvojeno od premazane površine (Gennadios i sur., 1997.).

Razvoj polisaharidnih filmova donio je značajan porast aplikacije i broja proizvoda koji se mogu tretirati za produženje roka trajanja. Na primjer, polisaharidne folije imaju općenito dobra svojstva plinske barijere i također imaju dobro prianjanje na rezane površine voća ili povrća. Međutim, njihova hidrofilna priroda čini ih slabim preprekama za vlagu (E. Baldwin i sur. 2011.).

Filmovi na bazi polisaharida pokazuju izvrsna svojstva propusnosti plinova, što rezultira poželjnom modificiranom atmosferom koja poboljšavaju rok trajanja proizvoda bez stvaranja anaerobnih uvjeta za razliku od filmova na bazi lipida, koji bi mogli promicati anaerobne uvjete (Cutter, 2006.).

Primjena hidrokoloida kao polisaharidnih filmova u tehnologiji hrane nude nove mogućnosti za razvoj nove biorazgradive ambalaže i hrane. Mogućnost je da postane alternativa sintetičkoj plastici. To može riješiti problem akumulacije otpada zbog uporabe ne-biorazgradivih naftnih plastika (Galus i sur. 2015.).

Barijera i mehanička svojstva prijavljena za polisaharide na bazi filmova su daleko od svojstava koja se najčešće upotrebljavaju kao sintetička plastična ambalaža u prehrambenoj industriji. Međutim, oni su poboljšani kombiniranjem polisaharida s drugim biopolimerima (E. Baldwin i sur. 2011.).

Postoji velika rasprava o potencijalnim primjenama jestivih materijala prehrambenih proizvoda.

Glavni napori usmjereni su na traženje ispravne kombinacije između pomiješanih materijala i primijenjenih prehrambenih proizvoda, zbog učinkovitosti i funkcionalnih svojstava polisaharidnih folija ovise o biopolimerima i drugim aditivima koji se koriste za poboljšanje njihovih svojstava i konačnih prehrambenih proizvoda s kojima se proizvodi jestivi film (Gennadios i sur., 1997.).

Daljnja istraživanja kako bi se poboljšala svojstva tih biopolimera postižu slična svojstva komercijalne plastike. Vjerojatno u bliskoj budućnosti, polisaharidni filmovi bit će dobra zamjena za sintetičku plastiku.

10. Recikliranje ambalažnog materijala

U mnogim supermarketima diljem Europe postao je uobičajena praksa u odjelu voća i povrća ponuditi opcije u plastičnoj ambalaži. Nedavni trendovi, međutim, krenuli su prema uklanjanju ambalaže. Sadašnja studija ispituje da li ponuda voća i povrća bez primarne ambalaže povećava vjerojatnost da potrošači odaberu te proizvode. To je osobito važno za organsko voće i povrće, s obzirom na to se plastika može smatrati suprotnim održivoj prirodi ovih proizvoda. Eksperiment, pomoću uzorka studenata i uvjerljivog virtualnog supermarketa u 3D tehnologiji, pokazuje da izbor za organsko voće i povrće doista raste kada se organske tvari nude bez pakiranja. Drugi eksperiment s virtualnim supermarketom generalizira ove rezultate na uzorku pokrovitelja supermarketa, a dodatno pokazuje da je pakirano voće i povrće poželjno u odnosu na pakirane opcije, kako za organske tako i za neorganske proizvode. Zaključujemo da uklanjanje primarne ambalaže organskog voća i povrća izgleda kao obećavajuća intervencija u pokušaju povećanja organske prodaje (Herpen, 2016.).

Ambalaža ima mnoge funkcije i prethodna istraživanja predložila su razne kategorizacije za ove funkcije. Tri kategorije ponavljaju se kroz čitavu literaturu i odnose se na: (1) sprečavanje i rukovanje, (2) zaštitu i očuvanje, i (3) informacije i komunikaciju.

Prvo, ambalaža ima funkciju zadržavanja, zadržavajući proizvod zajedno i olakšavaju rukovanje kako u lancu opskrbe tako i krajnjem potrošaču. To uključuje logističku pogodnost u smislu lakoće pohranjivanja proizvoda i pomicanje kroz opskrbni lanac. Neka pakiranja, kao što su palete i omatanje kako bi se omogućilo skupno rukovanje, nikad ne doseže do potrošača (Herpen, 2016.).

Druga glavna funkcija ambalaže je njegova sposobnost zaštite proizvoda od vanjskih utjecaja i očuvanje kvalitete samog proizvoda.

Pakiranje djeluje kao prepreka za zaštitu proizvoda od fizičkih utjecaja (npr. drobljenje tijekom prijevoza), kemijskih (npr. izloženost vlazi) i bioloških utjecaja (npr. mikroorganizama). Istovremeno, pakiranje može pomoći u očuvanju kvalitete proizvoda pomažući održavanju povoljnih aspekata proizvoda, kao što je očuvanje ugljičnog dioksida u gaziranim bezalkoholnim pićima.

Treća glavna funkcija pakiranja je komunikacija i pružanje informacija. Ambalaža može pomoći potrošačima da identificiraju proizvode i marke, skrenuti pozornost na proizvod i dajte relevantne informacije o samom proizvodu i njegova upotreba.

Budući da su prehrambeni proizvodi često karakterizirani homogenim, izgled raspakiranog proizvoda, ova je funkcija osobito relevantna kao sredstvo za razlikovanje i pozicioniranje tih proizvoda (Simms i sur. 2010.).

Ambalaža može obavljati te funkcije, ali tu dolazi i trošak. To podrazumijeva i novčani trošak samog materijala za pakiranje i opterećenje okoliša uzorcima pakiranja.

Ambalaža može smanjiti gubitak hrane diljem lanca opskrbe, i pokazalo se u raznim slučajevima da većina ambalaže sama otpada, pogotovo paketi (Herpen, 2016.).

10.1. Reciklirati ili ponovno koristiti?

Percepcija potrošača često predstavlja ambalažu kao rasipanje, i shvaćena je kao simbol "društva koje se razbacuje" – ''throwaway society'' (Roper i sur. 2013.).

Trenutna studija istražuje kako pakiranje utječe na izbor potrošača, kao važan ulaz za menadžersko odlučivanje. Ne proučava se je li je ambalaža pozitivna ili negativna već sveukupne posljedice po okoliš i ne uzima se normativni stav o tome je li ambalaža ili nije rasipna.

Povećanje količine ambalaže potrošene u SAD-u je stavilo pritisak na tvrtke da preuzmu odgovornost za cijeli životni ciklus svog proizvoda. Ova studija koristi eksperimente s diskretnim izborom kako bi procijenio potrošačku spremnost za plaćanje (WTP) za materijale za pakiranje i recikliranje proizvoda. Potrošački WTP za ambalažu je najviši za plastičnu ambalažu, a zatim staklo, karton i aluminij. Neizravno ispitivanje dovodi do WTP vrijednosti za recikliranje ambalaže koja je 60% niža od onih dobivenih izravnim ispitivanjem. Treba se više pažnje posvetiti studijama koje se ne odnose na pristranost društvene poželjnosti pri procjeni ponašanja recikliranja.

11. Ekološka funkcija ambalaže

Ekološka funkcija ambalaže nametnula se u posljednjih dvadesetak godina kao posljedica brige za zaštitu okoliša. S obzirom na rastuće količine odbačene ambalaže Republika Hrvatska u skladu s propisima Europske Unije donosi sve veći broj propisa vezanih za gospodarenje ambalažnim otpadom (NN 97 8.8.2005 Pravilnik o ambalaži i ambalažnom otpadu, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva RH). Ekološka funkcija ambalaže može se realizirati na različite načine: pakiranjem u ambalažu od recikliranog materijala, uporabom povratne ambalaže, smanjivanjem broja omota oko prodajne jedinice proizvoda, prodajom većeg broja prodajnih jedinica u skupnoj ambalaži, uporabom biorazgradljivih materijala i jestive ambalaže za prehrambene proizvode (Herpen, 2016.).

Iskorištena i odbačena ambalaža vrlo je vrijedna sekundarna sirovina koja se može oporabiti materijalno (reciklirati), kemijski ili energijski. Prvi korak u procesu oporabe materijala je razvrstavanje različitih vrsta ambalažnih materijala.

12. ZAKLJUČAK

Odabir ambalažnog materijala za pakiranje voća vrlo je kompleksan budući da treba uzeti u obzir vrstu proizvoda i njegovu održivost i okolne uvjete.

Više je izuma vrećica za pakiranje voća koje su napravljene od plastičnog materijala, ali korištenje biopolimera kao zamjenu za ne-razgradivu tradicionalnu plastiku zanimljiva je alternativa posebno za kratkotrajne primjene, kao što je pakiranje hrane.

Zbog problema gomilanja ambalažnog otpada, pojavila se potreba za samouništivim ambalažnim materijalima. Zbog toga, znanstvenici i inženjeri za hranu pokušavaju razviti nove materijale za jestive i biorazgradive filmove.

Materijali dobiveni iz obnovljivih prirodnih izvora koji su korišteni za proizvodnju jestivog filma uglavnom uključuju proteine, lipide, polisaharide i sve moguće kombinacije među njima i ponekad, ugradnju aditiva s ciljem poboljšanja svojstava filma.

Iskorištena i odbačena ambalaža vrlo je vrijedna sekundarna sirovina koja se može oporabiti materijalno (reciklirati), kemijski ili energijski. Prvi korak u procesu oporabe materijala je razvrstavanje različitih vrsta ambalažnih materijala

Voće i ostali prehrambeni proizvodi prate napredak u postojećim procesima pakiranja, kao i primjenu novih dostignuća u području pakiranja. U budućnosti se predviđa veća upotreba modificirane i kontrolirane atmosfere, veća upotreba aktivne i inteligentne ambalaže, razvoj i veća primjena novih tipova biopolimera, težnja za formiranjem marke proizvoda, te briga o ekološkom aspektu ambalaže.

Ekološka ambalaža je potreba današnjice.

LITERATURA

1. Ackermann P. , M. Jagerstad and T. Ohlsson (Eds.), Food and Packaging Materials - Chemical Interactions, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1995.
2. Adel A. Kader, Devon Zagory, Eduardo L. Kerbel & Chien Yi Wang - "Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables"
3. Aider, M. (2010). Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. LWT - Food Science and Technology, 43(6), 837-842.
4. Avella, M., De Vlieger, J. J., Errico, M. E., Fischer, S., Vacca, P., & Volpe, M. G. (2005). Biodegradable starch/clay nanocomposite films for food packaging applications. Food Chemistry, 93(3), 467-474.
5. Baldwin, E. A., Nisperos, M. O., Chen, X., & Hagenmaier, R. D. (1996). Special Issue: Lightly- Processed Horticultural ProductsImproving storage life of cut apple and potato with edible coating. Postharvest Biology and Technology, 9(2), 151-163.
6. Bedane, A. H., Eić, M., Farmahini-Farahani, M., & Xiao, H. (2015). Water vapor transport properties of regenerated cellulose and nanofibrillated cellulose films. Journal of Membrane Science, 493, 46-57.
7. Benavides, S., Villalobos-Carvajal, R., & Reyes, J. E. (2012). Physical, mechanical and antibacterial properties of alginate film: Effect of the crosslinking degree and oregano essential oil concentration. Journal of Food Engineering, 110(2), 232-239.
8. Bertuzzi, M. A., Castro Vidaurre, E. F., Armada, M., & Gottifredi, J. C. (2007). Water vapor permeability of edible starch based films. Journal of Food Engineering, 80(3), 972-978.
9. C. J. Weber (Ed.), "Biobased Packaging Materials for the Food Industry", "Food Biopack project EU Directorate 12", 2000.
10. CarolLópez de Dicastillo, FernandaBustos, Abel Guarda, Maria JoséGalotto - "Cross-linked methyl cellulose films with murta fruit extract for antioxidant and antimicrobial active food packaging"
11. Casas-Orozco, D., Villa, A. L., Bustamante, F., & González, L.-M. (2015). Process development and simulation of pectin extraction from orange peels. Food and Bioproducts Processing, 96, 86-98.
12. Cazón, P., Velazquez, G., Ramírez, J.A., Vázquez, M., Polysaccharidebased films and coatings for food packaging: A review, Food Hydrocolloids (2016)
13. Cazón, P., Velazquez, G., Ramírez, J.A., Vázquez, M., Polysaccharidebased films and coatings for food packaging: A review, Food Hydrocolloids (2016), doi: 10.1016/ j.foodhyd.2016.09.009.
14. "Consumer preferences and demand for packaging material and recyclability" - KimberlyKlaiman, David L.Ortega, CloéGarnache

15. Cutter, C. N. (2006). Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. Meat Sci, 74(1), 131-142.
16. Ćurić,Iva : Ambalaža je ključan segment u pakiranju svih (eko) proizvoda, 2015.
17. Daniel Beliveau- "Perforated plastic bag for packaging fruits or vegetables"
18. Devon Zagory and Adel A. Kader - "Modified Atmosphere Packaging of Fresh Produce"
19. Dundović, Hess :Unutarnji transport i skladištenje, 2007.
20. Dutta, P. K., Tripathi, S., Mehrotra, G. K., & Dutta, J. (2009). Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. Food Chemistry, 114(4), 1173-1182.
21. Emmett M. Flynn - "Display packaging for fruits or vegetables"
22. Erica van Herpen , Victor Immink , Jos van den Puttelaar- "Organics unpacked: The influence of packaging on the choice for organic fruits and vegetables"
23. Espitia, P. J. P., Du, W.-X., Avena-Bustillos, R. d. J., Soares, N. d. F. F., & McHugh, T. H. (2014). Edible films from pectin: Physical-mechanical and antimicrobial properties - A review. Food Hydrocolloids, 35, 287-296.
24. Fakhreddin Hosseini, S., Rezaei, M., Zandi, M., & Ghavi, F. F. (2013). Preparation and functional properties of fish gelatin-chitosan blend edible films. Food Chem, 136(3-4), 1490-1495.
25. Galus, S., & Kadzińska, J. (2015). Food applications of emulsion-based edible films and coatings. Trends in Food Science & Technology, 45(2), 273-283.
26. Galus, S., & Kadzińska, J. (2015). Food applications of emulsion-based edible films and coatings. Trends in Food Science & Technology, 45(2), 273-283.
27. Garcia, E., M. Alviar-Agnew and D.M. Barrett.: Fruit & Vegetable Preservation Resources; April 2002.
28. Gennadios, A., Weller, C. L., & Gooding, C. H. (1994). Measurement errors in water vapor permeability of highly permeable, hydrophilic edible films. Journal of Food Engineering, 21(4), 395-409.
29. GORRIS, L. G. M., TAUSCHER, B. (1999): Quality and safety aspects of novel minimal processing technologies. In F.A.R. Oliveira (ed.) Processing Foods, CRC Press
30. Gutierrez-Pacheco, M. M., Ortega-Ramirez, L. A., Cruz-Valenzuela, M. R., Silva-Espinoza, B. A., Gonzalez-Aguilar, G. A., & Ayala-Zavala, J. F. (2016). Chapter 50 - Combinational Approaches for Antimicrobial Packaging: Pectin and Cinnamon Leaf Oil A2 - Barros- Velázquez, Jorge Antimicrobial Food Packaging (pp. 609-617). San Diego: Academic Press
31. Han, J. H. (2014). Chapter 9 - Edible Films and Coatings: A Review Innovations in Food Packaging (Second Edition) (pp. 213-255). San Diego: Academic Press.
32. Herpen,Erica; Organics unpacked: The influence of packaging on the choice for organic fruits and vegetables, 2016.
33. Hureau Jean C M: Process of making a perforated film, 1990.

34. Jiménez, A., Fabra, M. J., Talens, P., & Chiralt, A. (2012). Edible and Biodegradable Starch Films: A Review. Food and Bioprocess Technology, 5(6), 2058-2076.
35. Jonhed, A., Andersson, C., & Järnström, L. (2008). Effects of film forming and hydrophobic properties of starches on surface sized packaging paper. Packaging Technology and Science, 21(3), 123-135.
36. Kim, K. M., Son, J. H., Kim, S.-K., Weller, C. L., & Hanna, M. A. (2006). Properties of Chitosan Films as a Function of pH and Solvent Type. J Food Sci, 71(3), E119-E124.
37. Kolybaba, M., Tabil, L., Panigrahi, S., Crerar, W., Powell, T., & Wang, B. (2006). Biodegradable polymers: past, present, and future. Paper presented at the ASABE/CSBE North Central Intersectional Meeting.
38. Laurence Lee, Joseph Arult, Robert Lenckit and Francois Castaigne - "A Review on Modified Atmosphere Packaging and Preservation of Fresh Fruits and Vegetables: Physiological Basis and Practical Aspects" Aguayo, E., Escalona, V., Artes, F. (2004.). Quality of fresh-cut tomato as affected by type of cut, packaging, temperature and storage time. European Food Research and Technology, 219(5): 492–499.
39. LEISTNER, L., GORRIS, L. G. M. (1995): Food preservation by hurdle technology. Trends in Food Science and Technology 6, 41
40. Lox, F.: Packaging and Technology, University of Gent, 1992.
41. Molavi, H., Behfar, S., Shariati, M. A., Kaviani, M., & Atarod, S. (2015). A REVIEW ON BIODEGRADABLE STARCH BASED FILM. The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 4(5), 456.
42. Muscat, D., Adhikari, B., Adhikari, R., & Chaudhary, D. S. (2012). Comparative study of film forming behaviour of low and high amylose starches using glycerol and xylitol as plasticizers. Journal of Food Engineering, 109(2), 189-201.
43. Nazan Turhan, K., & Şahbaz, F. (2004). Water vapor permeability, tensile properties and solubility of methylcellulose-based edible films. Journal of Food Engineering, 61(3), 459-466.
44. Nemet Nevena, dipl.ing., Deklarisanje prehrambenih proizvoda, 2009.
45. P. Ackermann, M. Jagerstad and T. Ohlsson (Eds.) - "Food and Packaging Materials - Chemical Interactions", The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1995.
46. Pelissari, F. M., Yamashita, F., & Grossmann, M. V. E. (2011). Extrusion parameters related to starch/chitosan active films properties. International Journal of Food Science & Technology, 46(4), 702-710. doi: 10.1111/j.1365-2621.2010.02533.x
47. Peressini, D., Bravin, B., Lapasin, R., Rizzotti, C., & Sensidoni, A. (2003). Starch–methylcellulose based edible films: rheological properties of film-forming dispersions. Journal of Food Engineering, 59(1), 25-32.
48. Pérez-Gago, M. B., & Rhim, J.-W. (2014). Chapter 13 - Edible Coating and Film Materials: Lipid Bilayers and Lipid Emulsions Innovations in Food Packaging (Second Edition) (pp. 325-350). San Diego: Academic Press.

49. Pravilnik o ambalaži i ambalažnom otpadu (NN/2005)
50. "Pravilnik o ambalaži i ambalažnom otpadu" (NN/2005)
51. Rhim, Wang, L. F., & Hong, S. I. (2013). Preparation and characterization of agar/silver nanoparticles composite films with antimicrobial activity. Food Hydrocolloids, 33(2), 327-335.
52. Rhim. (2004). Physical and mechanical properties of water resistant sodium alginate films. LWT - Food Science and Technology, 37(3), 323-330.
53. Rozenberga, L., Skute, M., Belkova, L., Sable, I., Vikele, L., Semjonovs, P., . . . Paegle, L. (2016). Characterisation of films and nanopaper obtained from cellulose synthesised by acetic acid bacteria. Carbohydrate Polymers, 144, 33-40.
54. Rubilar, J. F., Zúñiga, R. N., Osorio, F., & Pedreschi, F. (2015). Physical properties of emulsion- based hydroxypropyl methylcellulose/whey protein isolate (HPMC/WPI) edible films. Carbohydrate Polymers, 123, 27-38.
55. S. Mangaraj, T. K. Goswami, P. V. Mahajan - "Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables"
56. Salunkhe, D. K. and Desai, B. B. Postharvest Biotechnology of Fruits. Vols 1 and 2. CRC Press, Boca Raton, FL (1984).
57. Sandhya - "Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs"
58. Sessini, V., Arrieta, M. P., Kenny, J. M., & Peponi, L. (2016). Processing of edible films based on nanoreinforced gelatinized starch. Polymer Degradation and Stability.
59. Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Rosa, M. D. (2008). Biodegradable polymers for food packaging: a review. Trends in Food Science & Technology, 19(12), 634-643.
60. Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Rosa, M. D. (2008). Biodegradable polymers for food packaging: a review. Trends in Food Science & Technology, 19(12), 634-643.
61. Steven K. Wolfe, Michael Y. Tani - "Method for packaging and storing fruits and vegetables"
62. Thompson, A.K. (2003.). Fruits and Vegetables: Harveasting, Handling and Storage, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
63. Tripathi, S., Mehrotra, G. K., & Dutta, P. K. (2011). Chitosan–silver oxide nanocomposite film: Preparation and antimicrobial activity. Bulletin of Materials Science, 34(1), 29-35.
64. van den Broek, L. A. M., Knoop, R. J. I., Kappen, F. H. J., & Boeriu, C. G. (2015). Chitosan films and blends for packaging material. Carbohydrate Polymers, 116, 237-242.
65. VEGA-MERCADO, H., MARTIN-BELLOSO, O., QIN, B., CHANG, F. J., GONGORANIETO, M. M., BARBOSA-CANOVAS, G. V., SWANSON, B. G (1997): Non-thermal preservation: pulsed electric fields. Trends in Food Science & Technology, 8 151-157.

66. Vieira, M. G. A., da Silva, M. A., dos Santos, L. O., & Beppu, M. M. (2011). Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review. European Polymer Journal, 47(3), 254-263.
67. Wang, S., Lu, A., & Zhang, L. (2016). Recent advances in regenerated cellulose materials. Progress in Polymer Science, 53, 169-206.
68. Xu, Q., Chen, C., Rosswurm, K., Yao, T., & Janaswamy, S. (2016). A facile route to prepare cellulose-based films. Carbohydrate Polymers, 149, 274-281.
69. Youssef, A. M., Abou-Yousef, H., El-Sayed, S. M., & Kamel, S. (2015). Mechanical and antibacterial properties of novel high performance chitosan/nanocomposite films. Int J Biol Macromol, 76, 25-32. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2015.02.016
70. Z. Janović: Polimerizacije i polimeri, Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa , Zagreb, 1997.

ŽIVOTOPIS

Matea Koren rođena je 20.01.1990. u Zagebu. Pohađala je osnovnu školu Vladimira Nazora u Remetama. Nakon osnovne škole 2004.godine upisala je XII.gimnaziju u Dubravi nakon koje je 2008. godine upisala Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Za preddiplomski studij odabrala je smjer Animalne znanosti, nakon kojih se prebacila na Hortikulturu, smjera Voćarstvo, MS studij. Tečno piše i govori Engleski jezik, uz kojeg poznaje i osnove Talijanskog i Ruskog jezika. Završila je tečajeve gitare, pjevanja, slikarstva, lončarstva, početnog Ruskog jezika i mnoge druge.