

**UNIVERZITET U NOVOM SADU  
TEHNOLOŠKI FAKULTET**

Kandidat: mr Stevanović Petra

Mentor: dr Dragoslav Stoiljković, prof.

**DOKTORSKA DISERTACIJA  
PRIMENA ŠTAMPANE POLIPROPILENSKE AMBALAŽE ZA  
PAKOVANJE PROIZVODA OD MLEKA PRODUŽENE  
ODRŽIVOSTI**

**Novi Sad 2008.**

**UNIVERZITET U NOVOM SADU  
TEHNOLOŠKI FAKULTET****KLJUČNA DOKUMENTACIJA**

Redni broj:

RNB

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

TD Monografska publikacija

Tip zapisa:

TZ Tekstualni štampani materijal

Vrsta rada:

VR Doktorska disertacija

Autor:

AU Mr Stevanović Petra

Mentor/ko-mentor

MN dr Dragoslav Stoilković, red. prof. Tehnološkog fakulteta u  
Novom Sadu

Naslov rada:

NR Primena štampane polipropilenske ambalaže za pakovanje  
proizvoda od mleka produžene održivosti

Jezik publikacije:

JP Srpski (latinica)

Jezik izvoda:

JI Srpski / engleski

Zemlja publikovanja:

ZP Srbija

Uže geografsko područje:

UGP Vojvodina

Godina:

GO 2008

Izdavač:

IZ autorski reprint

## Mesto i adresa:

MA 21000 Novi Sad, SR, Bulevar Cara Lazara 1

## Fizički opis rada:

(Broj poglavlja / strana / lit.citata / slika / tabela / grafikona / priloga)

FO (6, 87, 126, 5, 19, 26)

## Naučna oblast:

NO Sintetski polimeri

## Naučna disciplina:

ND Ambalaža i pakovanje

## Predmetna odrednica / Ključne reči:

PO Ambalaža, polipropilen, pakovanje, mlečni proizvodi

UDK 621.798.188:678.06:637.141.4

## Čuva se:

ČU U biblioteci Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu  
21000 Novi Sad, SR, Bulevar Cara Lazara 1

## Važna napomena:

VN Nema

## Izvod / abstrakt

IA

U oikviru ovog rada postavljen je zadatak utvrđivanja mogućnosti primene čaša od polipropilena za pakovanje proizvoda od mleka produžene održivosti.

Istraživanjima je utvrđen dobar kvalitet dostupne polipropilenske ambalaže, utvrđeno je da je pogodna za pakovanje mlečnih proizvoda produžene održivosti.

Mlečni proizvodi (termizirana „pavlaka plus“ i voćni desert „voćko“) do sada su se pakovali samo u neprozirne čaše, a u prozirne su pakovani prvi put prilikom ovog ispitivanja. Proizvodi su pakovani pod aseptičkim uslovima i skladišteni su na temperaturi do +10 °C.

U toku ispitivanja izvršene su hemijske, mikrobiološke i senzorne analize proizvoda.

Ispitivanjem je utvrđena nekoliko puta duža održivost proizvoda u polipropilenskoj ambalaži u odnosu na deklarirani rok održivosti proizvoda koji su dostupni na tržištu. Dokazano je da se i prozirna ambalaža može koristiti za pakovanje termizirane „pavlake plus“ i voćnog deserta „voćko“.

Datum prihvatanja teme od strane NN veća:

DP 20.11.2003.

## Datum odbrane:

DO

Članovi komisije:  
(Naučni stepen / ime i prezime / zvanje / fakultet)

Predsednik:

Član:

Član:

**UNIVERSITY OF NOVI SAD  
FACULTY OF TECHNOLOGY**

**KEY WORDS DOCUMENTATION**

Accession number:

AN

Identification number:

IN

Document type:

DT Monographic publication

Type of record:

TR Textual material, printed

Contents code:

CC Doctoral dissertation

Author:

AU Mr Stevanović Petra

Menthor / ko-Menthor:

MN dr Dragoslav Stoiljković, red. prof. Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu

Title:

TI Usage of printed polypropylene containers for packing milk products with lasting quality.

Language of text:

LT Serbian (Roman)

Language of abstract:

LS Serbian (Roman) / English

Country of publication:

CP Serbia

Locality of publication:

LP Vojvodina

Publication year:

PY 2008.

Publisher:

PB author reprint

## Publ. place:

PL 21000 Novi Sad, SR, Bulevar Cara Lazara 1

## Physical description:

(N<sup>o</sup> of volumes / pages / ref. / tables / figures / graphs / app.)

PD (6 / 87 / 126 / 19 / 5 / 26)

## Scientific field:

SF Synthetic polymers

## Scientific field:

SD Container and packing

## Subject / Key words:

SX Container, polypropylene, packing, dairy products

UC 621.798.188:678.06:637.141.4

## Holding data:

HD Library of Faculty of Technology, Novi Sad  
21000 Novi Sad, SR, Bulevar Cara Lazara 1

## Note:

N

## Abstract:

AB

This paper has a task to determine the possible usage of glasses made of polypropylene for packing milk products with lasting quality. After conducting a research, the good quality of available polypropylene containers has been determined, as well as their suitability for packing milk products with lasting quality.

So far, dairy products (cream "Pavlaka plus" and fruit dessert "Voćko") have been packed only in transparent glasses, and in this research non-transparent containers were used for the first time. Products were packed under aseptic conditions and kept under the temperature up to 10°C.

During this research, products have gone through some chemical, microbiological and sensory analyses. It was determined that the quality of the products packed in polypropylene containers lasted much longer than those available at the market. It has been proven that transparent containers can also be used for the packing of cream "Pavlaka plus" and fruit dessert "Voćko".

Accepted by the Scientific Board on:

ASB 20.11.2003.

## Defeded on:

DE

Thesis defend board:

(Degree / names / surname / title / faculty)

President:

Member:

Member:

# S A D R Ž A J

Strana

<b>1. U V O D</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PREGLED LITERATURE</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. AMBALAŽA ZA MLEČNE PROIZVODE</b> .....	<b>4</b>
2.1.1. ISTORIJA AMBALAŽE .....	4
2.1.2. POJAM, DEFINICIJA I ULOGA AMBALAŽE .....	4
2.1.3. PODELA AMBALAŽE .....	6
2.1.4. AMBALAŽA U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI .....	7
2.1.5. ZAŠTITNA ULOGA AMBALAŽE .....	11
2.1.6. PRODAJNA ULOGA AMBALAŽE .....	12
2.1.7. EKOLOŠKA ULOGA AMBALAŽE .....	13
2.1.8. EKONOMSKA OPRAVDANOST AMBALAŽE .....	13
<b>2.2. PAKOVANJE</b> .....	<b>13</b>
2.2.1. PRIMENA POLIMERNIH MATERIJALA U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI .....	14
<b>2.3. POLIMERI</b> .....	<b>16</b>
2.3.1. POLIPROPILEN (PP) .....	19
2.3.1.1. Struktura polipropilena .....	19
2.3.1.2. Svojstva polipropilena .....	20
2.3.1.3. Primena polipropilena .....	22
2.3.1.4. Prerada polipropilena .....	23
2.3.1.5. Štampa polimerne ambalaže .....	25
2.3.1.6. Značaj dizajna ambalaže .....	29



<b>2.4. ALUMINIJUM</b> .....	
30	
<b>2.4.1. PRIMENA ALUMINIJUMA ZA PAKOVANJE     PREHRAMBENIH PROIZVODA</b> .....	
31	
<b>2.4.2. PROIZVODNJA POKLOPACA ZA ČAŠE</b> .....	
33	
<b>2.5. FERMENTISANI PROIZVODI OD MLEKA</b> .....	
33	
<b>2.5.1. ZNAČAJ MLEKA I MLEČNIH PROIZVODA</b> .....	
33	
<b>2.5.2. KARAKTERISTIKE FERMENTISANIH MLEKA</b> .....	
33	
<b>2.5.3. HRANLJIVA VREDNOST FERMENTISANIH     MLEČNIH PROIZVODA</b> .....	35
<b>2.5.4. STARTER KULTURE ZA FERMENTACIJU</b> .....	
37	
<b>2.5.5. PROIZVODNJA FERMENTISANIH MLEČNIH     PROIZVODA</b> .....	
39	
<b>2.5.5.1. Proizvodnja termizirane kisele pavlake plus</b> .....	
41	
<b>2.5.5.2. Proizvodnja mlečnog deserta – voćnog jogurta</b> .....	
43	
<b>3. EKSPERIMENTALNI DEO</b> .....	
46	
<b>3.1. EKSPERIMENTALNI MATERIJAL</b> .....	
46	
<b>3.2. METODE ISPITIVANJA</b> .....	
49	
<b>3.3. STATISTIČKA OBRADA DOBIJENIH     REZULTATA</b> .....	
50	
<b>4. REZULTATI I DISKUSIJA</b> .....	
51	
<b>4.1. REZULTATI ISPITIVANJA AMBALAŽNIH MATERIJALA</b> .....	
51	
<b>4.1.1. DEBLJINA AMBALAŽNIH MATERIJALA</b> .....	
51	
<b>4.1.2. MASA PO JEDINICI POVRŠINE</b> .....	
52	
<b>4.1.3. PROPUSTLJIVOST SVETLOSTI AMBALAŽNOG         MATERIJALA (Al/lak za izradu poklopaca)</b> .....	
53	
<b>4.1.4. ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST AMBALAŽNIH         MATERIJALA</b> .....	
54	
<b>4.1.5. MIRIS I UKUS</b> .....	
54	
<b>4.2. REZULTATI ISPITIVANJA IZRAĐENE AMBALAŽE</b> .....	
54	
<b>4.2.1. DEBLJINA ZIDA ČAŠA</b> .....	
54	
<b>4.2.2. ZAPREMINA ČAŠA</b> .....	
58	

4.2.3. PROPUSTLJIVOST SVETLOSTI ČAŠA .....	59
4.2.4. HERMETIČNOST VARA IZRAĐENE AMBALAŽE .....	62
4.2.5. KVALITET ŠTAMPE NA POSUDICAMA I ŠTAMPE NA POKLOPCU .....	62
4.2.6. PODOBNOST ČAŠA ZA TOPLOTNU OBRADU .....	62
4.3. REZULTATI ISPITIVANJA UPAKOVANOG PROIZVODA .....	63
4.3.1. TERMIZIRANA PAVLAKA PLUS .....	63
4.3.2. VOĆNI DESERT „VOĆKO“ (BRESKVA) .....	72
4.3.3. VOĆNI DESERT „VOĆKO“ (MALINA) .....	75
4.3.4. VOĆNI DESERT „VOĆKO“ (ŠUMSKO VOĆE) .....	78
5. ZAKLJUČAK .....	81
6. LITERATURA .....	83

# 1. U V O D

Svakodnevno se susrećemo sa upakovanim proizvodima, u kvalitetnoj, funkcionalnoj i lepo dizajniranoj ambalaži. Ambalaža sa proizvodom čini jednu celinu, koja se predstavlja kupcu, što znači da je ona sastavni deo proizvoda, štiti ga i preporučuje, pružajući pri tome potrebne podatke o sadržaju i čini zadovoljstvo pri upotrebi. Osnovna uloga ambalaže je da prihvati proizvod i štiti ga u deklarisanom roku održivosti. Pored ove, ambalaža u prometu roba ima sledeće uloge:

- zaštitnu,
- prodajnu,
- upotrebnu,
- ekološku.

Kod dobre ambalaže moraju biti dobro ostvarene i međusobno usklađene sve uloge. Ambalaža ima veoma značajnu ulogu i mora da zaštiti proizvod od mehaničkih naprezanja, atmosferskih uticaja, od fizičkih i hemijskih uticaja, od delovanja mikroorganizama, insekata, glodara, da spreči gubitak robe ili nekih sastojaka u okolinu.

Pakovanje je tehnološki proces postavljanja proizvoda u ambalažu. Pakovanje je sastavni i završni deo svake proizvodnje, a odvija se od momenta preuzimanja proizvoda i ambalaže do isporuke upakovanog proizvoda u magacin gotove robe i ima za cilj da omogući krajnjem proizvodu lakše, pouzdanije i sigurnije rukovanje, skladištenje i transport do kupca.

Za pakovanje proizvoda u polimernu ambalažu sve više se primenjuje aseptičko pakovanje. Aseptičko pakovanje predstavlja pakovanje bez mikroorganizama u sadržaju i na ambalaži. U zavisnosti od vrste ambalaže za sterilizaciju njenih unutrašnjih površina koriste se: pregrejana vodena para, vodonik peroksid, neka hemijska sredstva koja sadrže još i jonizujuća zračenja. Danas se aseptičko pakovanje primenjuje kod raznovrsnih prehrambenih proizvoda.

Za pakovanje prehrambenih proizvoda koriste se razne vrste ambalaže, a zbog svojih dobrih odlika kvaliteta sve više se koristi ambalaža od polimernih materijala. Pod termoplastičnim masama podrazumeva se grupa materijala koji su čvrsti na sobnoj temperaturi, a pri povišenoj temperaturi se tope i u otopljenom stanju oblikuju u željeni oblik.

Od svih prehrambenih proizvoda mleko je namirnica koja u svom sastavu sadrži sve sastojke neophodne ljudskom organizmu. Mleko i mlečni proizvodi u optimalnom odnosu sadrže masti, mineralne materije, belančevine, ugljene hidrate i vitamine.

Od proizvoda mleka veoma značajni su fermentisani mlečni proizvodi. Fermentaciju izaziva dodata starter kultura bakterija mlečne kiseline. Fermentacijom se produžava trajnost proizvoda a dobija se i novi ukus. Od fermentisanih proizvoda važni su jogurt, kiselo mleko i kisela pavlaka i mlečni deserti na osnovu jogurta.

Do sada se kod nas u prodaji nalaze fermentisani mlečni proizvodi održivi od nekoliko dana do mesec dana. To je slučaj i sa proizvodima kao što su kisela pavlaka i mlečni desert „voćko“, koje proizvodi mlekara „Imlek“.

Rok trajanja proizvoda je vreme za koje se proizvod može skladištiti bez promene kvaliteta ispod određenog minimuma. Za postizanje duže održivosti proizvoda postoji više načina:

- termička obrada,
- pakovanje pod aseptičkim uslovima.

Da bi postigli što dužu trajnost proizvoda koji su pakovani u ispitanoj ambalaži toplotno su obrađeni pre pakovanja i pakovani su pod aseptičkim uslovima.

Održivost proizvoda zavisi od načina proizvodnje, ambalaže u koje je pakovan i uslova čuvanja. Za pakovanje proizvoda produžene održivosti mora se koristiti i ambalaža boljih karakteristika kvaliteta. Za održivost proizvoda od posebnog značaja je kvalitet ambalaže. Za pakovanje ovih proizvoda koriste se čašice izrađene od polistirena (PS) i baš zbog toga je i održivost nedovoljno duga. U zemlji se već proizvode čašice od polipropilena (PP) i polipropilenskog kompaunda (PP-kompaund) i odgovarajući termozavarivi štampani poklopci od aluminijumske folije a koriste se uglavnom za druge namene. Do sada nisu izvršena potrebna ispitivanja, niti postoje naučni dokazi o kompatibilnosti proizvoda i ambalaže, pa prema tome ne postoje ni rezultati koji bi potvrdili deklarisan rok održivosti termiziranih fermentisanih proizvoda od mleka.

Istraživanjima predviđenim u radu će biti utvrđen kvalitet dostupne polipropilenske (PP i PP-kompaund) ambalaže i objektivno proverena održivost proizvoda od mleka izrađenih po osvojenoj tehnologiji. Iz ovoga i proističe radna hipoteza tj. da se pronađe način kako da se deklarisan rok održivosti što više produži, a i da se ispita mogućnost pakovanja fermentisanih mlečnih proizvoda u prozirnu ambalažu. Time će biti dat značajan doprinos nauci a rezultati su od posebnog interesa za praktičnu (industrijsku) primenu. U ovom radu će se definisati metodologija na osnovu koje će se u svakom konkretnom slučaju (za svaki pojedinačni ili grupu sličnih proizvoda) moći definisati rok održivosti. Biće dokazano koja ambalaža se može koristiti za pakovanje mlečnih proizvoda

(termizirana „pavlaka plus“ i voćni desert „voćko“) a da se postigne što duži rok trajanja.

Da bi se došlo do konkretnih rezultata mogućnosti primene ambalaže za proizvode produžene održivosti, izvršiće se sledeća ispitivanja:

- ispitivanja karakteristika kvaliteta ambalažnih materijala,
- ispitivanje karakteristika kvaliteta izrađene ambalaže,
- ispitivanje trajnosti pakovanog proizvoda u ambalažu.

Proizvodi će biti skladišteni na temperaturi do 10 °C. Prilikom ispitivanja sadržaja obuhvaćene su hemijske i senzorne metode.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. AMBALAŽA ZA MLEČNE PROIZVODE

#### 2.1.1. ISTORIJA AMBALAŽE

Još u praistorijsko doba čovek je imao potrebu da ostavlja vodu i sakupljenu hranu za vremena kada neće moći da ih nađe. Problem je kako sakupljenu hranu sačuvati od vlage, truljenja, fermentacije, isušivanja... Ljudi koji su živeli u hladnijim krajevima otkrili su mogućnost korišćenja leda i zamrzavali su hranu, ali oni u toplijim krajevima su tražili druga rešenja. Sve ono što je čovek nalazio u prirodi a bilo je pogodno za čuvanje i prenos namirnica koristio je kao ambalažu. (41)

Praistorijskom čoveku prva ambalaža je bila list, kora od drveta, prirodno oblikovan kamen, životinjska koža i sl. Ova ambalaža je imala ulogu da prihvati i prenosi vodu i hranu. Nešto kasnije primitivni oblici ambalaže su čuvali i odmeravali hranu (33).

Ideja o konzerviranju namirnica potekla je u Napoleonovo doba. Njegova vlada je 1795. godine objavila natječaj kojim traži rešenje za konzerviranje hrane potrebne vojsci za osvajanje Evrope (58).

U Londonu se konzervisana hrana u limenkama prvi put pojavila 1830. godine i ubrzo su kupci postali zainteresovani za nju. Od tada je konzerviranje hrane ušlo u masovnu upotrebu i traje i danas, a iz dana u dan se sve više upotrebljava i osavremenjuje. Plastična ambalaža se pojavila početkom XX veka (64).

#### 2.1.2. POJAM, DEFINICIJA I ULOGA AMBALAŽE

Razvojni put ambalažnih materijala i ambalaže kao i pakovanja prehrambenih i drugih proizvoda vrlo je dug, a cilj je bio i ostao isti, da pripremljene i konzervisane proizvode sa nepromenjenim svojstvima kao i proizvode u svežem, osušenom, pothlađenom i zamrznutom stanju očuva za duži vremenski period (6).

Reč ambalaža je francuskog porekla. Potiče od reči «amballage», a znači omot i sve ono u šta se roba pakuje. To je opšti izraz za sve vrste sredstava koja služe za pakovanje robe (30).

Često se u literaturi pojmovi **ambalaža** i **pakovanje** poistovećuju ili se objašnjavaju kao sinonimi, ali ta dva pojma nisu isto. Ambalaža je sredstvo pakovanja, a pakovanje je čitav tehnološki proces koji podrazumeva pripremu ambalaže, postavljanje proizvoda u ambalažu, zatvaranje itd. (52).

Pod pojmom ambalaže podrazumeva se sve ono u čemu je roba upakovana (78). Takođe se može definisati i kao sredstvo koje prihvata proizvod i štiti ga do upotrebe (6). Može se još reći da je ambalaža sredstvo koje omogućava zaštitu proizvoda od delovanja spoljašnje sredine (3).

Ambalaža se može razmatrati i sa gledišta više oblasti (58).

**Proizvodnja** - Ambalaža je sredstvo spremanja, čuvanja i zaštite proizvoda za vreme pakovanja u toku proizvodnje, te odgovarajuće pripreme proizvoda za tržište.

**Trgovina** - Ambalaža je sredstvo koje najviše približava proizvod potrošaču. Prilagođena je uslovima trgovine. Na svakom mestu najbolje izražava šta proizvod sadrži. Ona je na svakom mestu «tihi prodavac» proizvoda.

**Ekologija** - Ambalaža je sredstvo zaštite i čuvanja proizvoda da ne bi zagađivao prirodu. Izabira se tako da bude po količini minimalna ali dovoljna za pakovanje, da se lako uništava, raspada ili reciklira, da joj je životni ciklus ograničen da ne bi zagađivala prirodu ili smetala potrošačima pri upotrebi proizvoda.

**Psihologija** – Ambalaža je sredstvo koje kod potrošača budi želju za kupovinom proizvoda i stvara zadovoljstvo njegovom upotrebom. Svojom bojom, oblikom, originalnošću, konstrukcijom i dr. skreće pažnju na sebe i psihički priprema kupca za kupovinu (73).

Pravilno odabrana ambalaža omogućava lakše rukovanje, jednostavnije skladištenje i lakšu upotrebu upakovanih proizvoda. Jedna od važnih uloga je da privlačnim izgledom usmeri pažnju kupca i probudi želju da se kupe upakovani proizvodi, a ponekad i da prikrije nedostatke proizvoda (5, 11, 20, 62, 78).

Pakovanje je završni proces u proizvodnji svakog proizvoda. Ona u užem smislu obuhvata postavljanje proizvoda u ambalažu i zatvaranje iste, a u širem smislu obuhvata i sve operacije neposredno pre i posle postavljanja proizvoda u ambalažu i njenog zatvaranja (priprema i doziranje proizvoda i priprema same ambalaže, postupci sa upakovanim proizvodom) (60, 78).

### 2.1.3. PODELA AMBALAŽE

Podelu ambalaže možemo izvršiti na nakoliko načina (44, 45) :

**Prema nameni se deli na:**

- komercijalnu,
- zbirnu,
- transportnu.

*Komercijalna* je ona ambalaža u koju su upakovani pojedinačni proizvodi namenjeni krajnjem korisniku. Komercijalna ambalaža služi za unutrašnje pakovanje, predstavljanje proizvoda, čuvanje izgleda i kvaliteta kao i za podatke potrošaču. Ona treba da:

- svojim estetskim izgledom pomaže prodaju,
- pomaže kupcu pri izboru i upotrebi proizvoda,
- svojim praktičnim rešenjem izaziva interesovanje kupca,
- čuva proizvod od spoljnih uticaja,
- je kvalitetno grafički obrađena,
- ima na sebi oznake ili uputstva kako se koristi proizvod.

*Zbirna* ambalaža služi za pakovanje većeg broja pojedinačno upakovanih proizvoda zbog lakšeg rukovanja pri transportu do maloprodaje.

*Transportna* ambalaža služi za transport prethodno upakovanih proizvoda ima zadatak i da sačuva proizvod od mehaničkih oštećenja i raznih atmosferskih uticaja.

**Prema načinu upotrebe se deli na:**

- povratnu,
- nepovratnu.

*Povratna* ambalaža je ona koja se vraća proizvođaču robe i može se više puta koristiti za pakovanje (tekstilne vreće, sanduci, baloni, staklene boce, kontejneri...).

*Nepovratna* ambalaža se koristi samo jednom i kupac je ne vraća proizvođaču posle upotrebe. Troškovi ove ambalaže u celosti su sadržani u ceni robe (69).

**Prema materijalu se deli na:**

- papirnu ambalažu (omoti, nalepnice, etikete, kese, vreće i vrećice),
- kartonsku ambalažu (kutije...),
- ambalažu od ravne lepenke (kabaste i složive kutije...),
- ambalažu od talastog kartona (složive kutije...),
- ambalažu od plastičnih masa (boce, bočice, baloni, kutijice, vreće...),
- metalnu ambalažu (limenke, kutije, tube, dozne, posude...),
- staklenu ambalažu (bočice, boce, epruvete, ampule, baloni...),
- drvenu ambalažu (sanduci, korpe, palete, kutije...),



- tekstilnu ambalažu (vreće, vrećice, omoti...),
- ambalažu od kombinovanih materijala.

**Prema spoljašnjem obliku se deli na:**

- ambalažu sa pravougaonim presecima (razne kutije i sanduci),
- ambalažu sa kružnim presecima (okrugle kutije, futrole, baloni),
- kombinovanu.

**Prema vrsti upakovanih proizvoda se deli na:**

- za prehrambenu industriju,
- za hemijsku industriju,
- za kozmetičku industriju,
- za farmaceutsku industriju,
- za industriju prerade metala,
- za industriju prerade nemetala,
- za tekstilnu industriju,
- za industriju kože.

**Prema osnovnoj ulozi se deli na:**

- zaštitnu,
- skladišno-transportnu,
- prodajnu,
- upotrebnu.

#### 2.1.4. AMBALAŽA U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI

Prehrambeni proizvod predstavlja veoma osetljiva namirnica organskog porekla, u kome se tokom skladištenja odigravaju fizičko-hemijski procesi koji kao posledicu imaju promenu kvaliteta, organoleptičkih i hranljivih vrednosti upakovanog proizvoda.

Prisutan je veliki broj hemijski aktivnih materija kao što su askorbinska kiselina, bojene materije, amino kiseline, šećeri, belančevine itd. Tokom skladištenja, raznim međusobnim reakcijama stvaraju nova hemijski aktivna jedinjenja koja reaguju međusobno ili sa nekim drugim, što prouzrokuje promene u upakovanom proizvodu. Zbir ovih promena koje se dešavaju u namirnicama nakon proizvodnje i tokom skladištenja definiše vreme održivosti prehrambenog proizvoda (19).

Osnovni zadatak ambalaže je zaštita upakovanog proizvoda od mehaničkih, fizičko-hemijskih i bioloških promena. Treba imati u vidu da neodgovarajući materijal i loše odabrana ambalaža mogu znatno uticati na kvalitativne karakteristike proizvoda kao i na vek održivosti upakovanog sadržaja.

Da bi se ambalažni materijal mogao koristiti za pakovanje mora da ispuni sledeće uslove (59, 80):

- da je bez ukusa i mirisa,
- da sadrži mogućnost potpune zaštite proizvoda od delovanja spoljnih uticaja,
- da omogući zaštitu od delovanja aromatičnih materija,
- da ima dobru mehaničku otpornost,
- da ima zadovoljavajuću otpornost na delovanje temperature (povišene i snižene),
- da ima tačno određenu propustljivost vodene pare i gasova,
- da je otporan na delovanje i da ne propušta masnoće,
- da se od njega mogu proizvoditi različiti oblici ambalaže,
- da ima dobru savitljivost,
- da ima dobru primenljivost,
- da se može štampati,
- da je cena niska.

Ambalažni materijali i ambalaža moraju biti pogodni za primenu na savremenim linijama za pakovanje velikih kapaciteta. Ambalaža se može izrađivati u toku pakovanja od ambalažnih materijala, najčešće polimernih. Za pakovanje se koristi i izrađena i pripremljena ambalaža. Metalna i staklena ambalaža se može koristiti kao već izrađena. Izbor načina pakovanja uslovljen je pored ostalih činioca i podobnošću ambalaže (ambalažnih materijala) za primenu na brzim mašinama za pakovanje. (78)

Da bi se odabrao odgovarajući ambalažni materijal za pojedini prehrambeni proizvod, potrebno je uzeti u obzir niz činioca. Potrebno je voditi računa o postojanosti samog proizvoda odnosno sastojaka (proteini, masti, vitamini) kod kojih može doći do neželjenih promena kao posledica izlaganja samog proizvoda svetlosti i kiseoniku. Postojanost proizvoda zavisi od njegove hemijske, biohemijske i fizičke prirode. Na postojanost začajan uticaj imaju barijerne karakteristike ambalaže. Potrebno je voditi računa o uticajima iz okoline (temperatura, relativna vlažnost, kiseonik, svetlost) kojima je pakovanje izloženo tokom isporuke i skladištenja. Ako je proizvod zagađen pre pakovanja učinak ambalaže je znatno umanjen (12, 61).

Materijali za pakovanje se biraju na osnovu osobina proizvoda koji se želi pakovati, predviđenog postupka pakovanja kao i na osnovu njihovih osobina koje treba da omoguće:

- da nema interakcije sa proizvodom,
- da potpuno zaštite proizvod,
- da imaju dobra barijerna svojstva za gasove, vodenu paru, svetlost i rastvarače,
- termohemijsku otpornost pri preradi i punjenju,
- dobra fizičko-mehanička svojstva,
- mogućnost lakog otvaranja,
- da pruži potrebne podatke.

Najstroži zahtevi se postavljaju pred ambalažne materijale za pakovanje prehrambenih i farmaceutskih proizvoda. Kontrola kvaliteta polimerih ambalažnih materijala se vrši (32):

- u toku njihove proizvodnje u fabrikama proizvođača ambalažnih materijala i ambalaže,
- u toku prijema i njihove primene u fabrikama korisnika ambalaže,
- u specijalizovanim laboratorijama za kontrolu kvaliteta ambalažnih materijala i ambalaže.

Ispitivanja polimernih ambalažnih materijala i ambalaže mogu se podeliti na (35):

- ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava,
- ispitivanja barijernih svojstava i
- ispitivanja zdravstvene ispravnosti.

Poseban vid ispitivanja ambalažnih materijala i ambalaže je ispitivanje zdravstvene ispravnosti. Ova ispitivanja vrše isključivo specijalizovane i ovlašćene institucije i laboratorije. Zdravstvena ispravnost ambalaže regulisana je Zakonom o zdravstvenoj ispravnosti životnih namirnica i predmeta opšte upotrebe i odgovarajućim pravilnikom (18). Korišćenje svih supstanci koje su u vezi sa hranom strogo je propisano (81).

Prema «Pravilniku o uslovima u pogledu zdravstvene ispravnosti predmeta opšte upotrebe koji se mogu stavljati u promet» propisano je (14, 35):

- koje se materije ne smeju koristiti pri proizvodnji ambalažnih materijala i ambalaže,
- najveća dozvoljena količina štetnih materija koje mogu preći iz ambalaže u namirnice.

Jedan deo ispitivanja zdravstvene ispravnosti je određivanje senzornih svojstava (ukusa i mirisa) ambalažnih materijala i ambalaže. Senzorna ili organoleptička svojstva ambalaže potiču od sirovina i od lepka i boja. Zavise i od parametara tehnološkog procesa proizvodnje mono ili kombinovanih ambalažnih materijala. Zavisno od sadržaja koji se pakuje nedozvoljen intenzitet mirisa i ukusa veoma nepovoljno deluje na organoleptička svojstva upakovanog proizvoda.

Na tržištu postoji veoma veliki broj polimernih materijala, pa se nameće pitanje koji od tih materijala mogu da se koriste za izradu ambalaže za pakovanje prehrambenih proizvoda. Načelno u tu svrhu se može koristiti svaki polimerni materijal koji sa jedne strane štiti upakovani proizvod od zagađenja iz okoline i sprečava njegovo kvarenje, a ne sadrži sastojke koji su štetne za ljudski organizam i mogu da se izlučuju iz ambalaže u hranu (7, 29, 38).

Izbor polimernih materijala za izradu ambalaže za prehrambene proizvode, koji treba da zadovolje navedene uslove, kao i način provere njihovih svojstava se ne prepušta proizvođačima polimernih materijala, ambalaže i prehrambenih proizvoda, već je u svim zemljama regulisano čitavim nizom zakona, propisa i obavezujućih preporuka u kojima je definisana odgovornost svakog subjekta u

proizvodnom lancu i na taj način smanjena mogućnost rizika od štetnog uticaja ambalaže na ljudsko zdravlje.

Polimeri u principu nisu štetni po zdravlje ljudi, ali neki dodaci mogu da budu štetni po zdravlje ljudi i da pri dodiru ambalaže od polimernih materijala sa prehrambenim proizvodom migriraju u prehrambeni proizvod i izazovu neželjene posledice. Na ambalaži od polimernih materijala štampaju se različiti podaci pa je moguće da se niskomolekulske supstance iz štamparske boje difuzijom prenesu do prehrambenog proizvoda, a slične pojave mogu se odigrati i pri primeni lakova i lepila. (2, 26)

Proizvođač ambalaže za prehrambene proizvode mora (26):

- da se strogo pridržava Zakona o prehrambenim proizvodima svoje zemlje i svih propisa koji iz njega proističu, a ako želi da izvozi treba da se pridržava i zakona zemlje u koju želi da izvozi.

Osnovna funkcije ambalaže su sledeće (6, 25):

- da štiti proizvod od spoljnih uticaja,
- da prilagodi i prikazuje proizvod prema uslovima tržišta, standardu potrošača, običajima i navikama naroda,
- da je lepo oblikovana i da svojim dizajnom, estetičkim izgledom pomaže prodaju proizvoda,
- da odgovara uslovima skladištenja, transporta, rukovanja i distribucije,
- da se uklapa u savremeni automatizovani proces proizvodnje,
- da je jednostavna i praktična u primeni,
- da je ekonomična,
- da odgovara svim propisima, sanitarnim, trgovačkim itd.,
- da pruža sve podatke o proizvodu kao i načinu njegove upotrebe,
- da ima datum proizvodnje i rok upotrebe sadržaja,
- da je na deklaraciji označena masa proizvoda i cena (ako se zahteva),
- da se vidi naziv proizvođača i drugi uslovi koje propisuju pravilnici za deklaraciju prehrambenih proizvoda,
- da bude u skladu sa zakonskim odredbama inostranih tržišta na koje se proizvod izvozi.

Tečni proizvodi stoje u neposrednom dodiru sa unutrašnjom površinom pa lako može doći do razmene materija između proizvoda i ambalažnog materijala, a i do razmene sa spoljašnjom sredinom. Tečni proizvodi zahtevaju od ambalaže dobro zaptivanje čime se sprečava mogućnost curenja sadržaja. Propustljivost ambalaže mora biti što niža, da bi bilo izbegnuto postepeno isparavanje ili gubljenje mirisa. Ambalaža mora biti nepropustljiva i za mikroorganizme. U ovom radu su ispitivani proizvodi koji su delimično tečni a to su pavlaka i voćni desert.

### 2.1.5. ZAŠTITNA ULOGA AMBALAŽE

Na svom putu od proizvođača do potrošača roba je izložena raznim uticajima i napreznjima koji je mogu više ili manje oštetiti ili sasvim uništiti. Zadatak ambalaže je da robu na tom putu što bolje zaštititi da bi došla u ruke potrošača neoštećena (66). Kod nekih roba ni to nije dovoljno, već se traži od ambalaže da štiti robu još neko vreme i kod kupca. Ambalaža mora zaštititi robu od raznih mehaničkih napreznja, atmosferskih uticaja od fizičkih i hemijskih uticaja, od delovanja mikroorganizama, insekata i glodara. Osim toga ambalaža treba da spreči gubitak boje ili nekih njenih sastojaka u okolinu, bilo zato što njihov gubitak smanjuje kvalitet robe ili zato što roba i njeni sastojci predstavljaju opasnost po okolinu. Kod prehrambenih proizvoda izbor ambalažnog materijala odnosno ambalaže u velikoj meri zavisi i od načina konzervisanja kao i od prirode, sastava i osobina prehrambenog proizvoda. Tako namirnice konzervisane toplotnom obradom moraju se pakovati u hermetički zatvorenu ambalažu (3). Štete koje nastaju zbog nedovoljnog ili čak pogrešnog pakovanja su velike.

Svojstva koje obezbeđuju zaštitnu ulogu ambalaže moraju biti definisane vrstom i karakteristikama kvaliteta svakog pojedinačnog ili grupe proizvoda, željenim rokom održivosti, načinom konzervisanja i uslova čuvanja. Ove karakteristike utvrđuju se na osnovu sledećih zahteva (58, 78):

- da se proizvod obezbedi od rasipanja,
- da se proizvodi obezbedi od delovanja mehaničkih uticaja (oštećenja, loma),
- da je željenih barijernih svojstava za gasove, vodenu paru, mirisne materije, mikroorganizme i svetlost,
- da je ambalaža otporna na delovanje niskih i visokih temperatura, u zavisnosti od obrade proizvoda toplotom (zamrzavanje, pasterizacija ili sterilizacija) i
- da obezbedi potrebnu željenu održivost upakovanog proizvoda.

Za pravilnu primenu odabrane ambalaže važno je (18):

- da materijal ima odgovarajuće fizičko-hemijske odlike koje omogućuju dobru postojanost pakovanja,
- da odgovarajuća ambalaža ima propustljivost na svetlost, vodenu paru i gasove koja je optimalna za određeni sadržaj da bi se sprečile promene pri skladištenju proizvoda,
- da izrađena ambalaža po svojoj veličini omogućava optimalni odnos upakovanog sadržaja i površine pakovanja,
- da se odaberu najpovoljniji uslovi pakovanja,
- da se izvrši optimalna izrada termovara ambalažnih jedinica, odabiranjem najpovoljnijih uslova temperature, vremena i pritiska zavarivanja.

Svetlost kao negativan činioc spoljne sredine smanjuje hranljivu vrednost i rok održivosti proizvoda, jer započinje ili ubrzava razgradnju sadržaja (18).

Ambalažni materijali različito propuštaju svetlost. Najveće razlike su kod polimernih ambalažnih materijala koji mogu biti veoma propusni, selektivno propusni, pa čak i nepropusni na svetlost, zavisno od prirode, proizvodnje, obojenosti i osobina (7).

Svetlost manjih talasnih dužina (UV oblast od 200-400 nm) ima veću energiju od svetlosti većih talasnih dužina (vidljiva oblast 400-800 nm), pa zato ambalažni materijali treba da imaju bolja barijerna svojstva prema UV delu spektra.

Ustanovljena je zavisnost između brzine oksidacije i talasne dužine svetlosti (47). Svetlost manjih talasnih dužina izaziva jače oksidativne promene.

Da bi došlo do započinjanja reakcije pomoću svetlosti kod bilo kod prehrambenog proizvoda, odlučujuću ulogu imaju sledeći činioci (21):

- ambalažni materijali,
- uslovi skladištenja (spoljna ili veštačka svetlost),
- jačina svetlosnog izvora i njegova talasna dužina,
- apsorpciona moć proizvoda.

Samo je apsorbovana svetlost fotohemijski aktivna. Radi obezbeđenja zaštite od nepovoljnog uticaja svetlosti (4, 5, 18) preporučuju pogodni ambalažni materijal sa UV apsorberima, bojenje folija i straklenika ili korišćenje kombinovanih materijala sa papirom ili aluminijumskom folijom.

Ambalaža treba da štiti i od negativnog uticaja vodene pare i vazduha posebno kiseonika. Oksidacioni procesi u prehrambenim proizvodima tokom skladištenja menjaju sastav i organoleptička svojstva proizvoda.

Ambalažni materijali dobrih zaštitnih svojstava, pružaju odgovarajuću zaštitu upakovanom proizvodu (31).

U okviru zaštitne uloge, ambalaža ima i higijensko-zdravstvenu ulogu, posebno kod prehrambenih proizvoda (23).

## 2.1.6. PRODAJNA ULOGA AMBALAŽE

Pored ostalih uloga ambalaža u prometu roba ima i prodajnu ulogu. Značenje prodajnih uloga usko je povezano sa savremenim razvojem robe široke potrošnje, prerastanjem malih uslužnih trgovina u moderne samousluge i supermarkete sa savremenom samouslužnim postupkom prodaje robe.

Ambalaža mora ispunjavati estetske, praktične i funkcionalne zahteve da bi, uz lep izgled, olakšala transport, skladištenje, spremanje i upotrebu proizvoda i time stekla poverenje potrošača. Izgled i pakovanje proizvoda pokazuju nivo potrošačke kulture sredine u kojoj se proizvod prodaje. Ambalaža mora biti

privlačna, prikladne veličine i praktična ne samo za krajnjeg proizvođača, nego i za distributera i maloprodaju. Ona je sama po sebi propagandna poruka nekog proizvoda i sam svoj prodavac (23, 62). Česta je pojava da kupac ne baca lepu ambalažu, on je zadržava i pretvara u kutiju za sitnice (70). Koliki je značaj moderne ambalaže za uspešnu prodaju mnogih potrošnih dobara, najbolje će potvrditi činjenica da su dobra ambalaža i dobro ime proizvoda važnije i od fizičkih obeležja samog proizvoda (36).

### **2.1.7. EKOLOŠKA ULOGA**

U poslednje vreme se posebna pažnja posvećuje kriterijumu ekološke prihvatljivosti ambalažnih materijala i ambalaže. Prvi kriterijumi su se odnosili na procenu uticaja iskorišćene i odbačene ambalaže na čovekovu okolinu i definisani su pojmom ekološke podobnosti ambalaže. Iskorišćena ambalaža čini veliki deo čvstog otpada u gradovima, a ne retko se može naći razbacana. Najmanje prihvatljiva je ambalaža od polimernih materijala jer se pod uticajem atmosferskih pojava vrlo sporo raspada, praktično je neuništiva. Jedini način rešavanja otpada od polimerne ambalaže je recikliranje ili spaljivanje, ali spaljivanje u velikoj meri zagađuje vazduh.

Međutim, na čovekovu okolinu ne utiče samo iskorišćena i odbačena ambalaža, nego i procesi dobijanja i prerade sirovine, proizvodnje ambalaže i pakovanja proizvoda, kao i postupci sa iskorišćenom i odbačenom ambalažom (72, 78, 79).

Ipak kad se sve uzme u obzir može se zaključiti da su polimerni materijali ekološki prihvatljivi.

### **2.1.8. EKONOMSKA OPRAVDANOST AMBALAŽE**

Troškovi pakovanja (ambalaža i postupci pakovanja) moraju biti primereni vrednosti upakovanog sadržaja, pri čemu zaštita proizvoda mora biti odgovarajuća. Nije ekonomski opravdano koristiti skupu ambalažu, ako i jeftinija pruža potrebnu zaštitu. Takođe nije opravdano koristiti jeftinu i nedovoljno kvalitetnu ambalažu, zbog mogućih šteta usled nedovoljno zaštićenog upakovanog proizvoda (78).

## **2.2. PAKOVANJE**

Različiti proizvodi se pakuju (postavljaju) u ambalažu ili se omotavanjem oblikuje ambalaža. Ove operacije su definisane pod pojmom pakovanje. Pri tome se mogu postaviti dve suštinski različite definicije (79).

Pod pojmom pakovanja u užem smislu podrazumevaju se operacije postavljanja proizvoda u ambalažu i njeno zatvaranje. Pod pojmom pakovanja u širem smislu podrazumevaju se sledeći postupci:

- a) priprema proizvoda i ambalaže za pakovanje,
- b) postavljanje proizvoda u ambalažu,
- c) zatvaranje ambalaže,
- d) postupci s upakovanim proizvodima.

### **2.2.1. PRIMENA POLIMERNIH MATERIJALA U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI**

Proizvodi se pakuju u razne vrste ambalaže: staklenu, papirnu, drvenu, metalnu, a poslednjih godina se sve više koristi i polimerna ambalaža, posebno za pakovanje prehrambenih proizvoda. Polimerni materijali nalaze primenu kao monomaterijali ili u kombinaciji sa drugim materijalima.

Činioci koji utiču na primenu polimernih materijala za izradu ambalaže su sledeći (25):

- postojanje srazmerno jeftinih i dostupnih sirovina za njihovu izradu,
- mogućnost prilagođavanja svojstava polimernih materijala različitim namenama što omogućava njihovu primenu za pakovanje proizvoda prehrambene, farmaceutske, elektronske, metaloprerađivačke i druge industrije,
- činjenica da se jednostavnim postupcima prerade može dobiti ambalaža različitog oblika i namene,
- povoljan odnos: svojstvo/cena,
- njihova postojanost i neotrovnost kao i činjenica da su polimerni materijali ekološki prihvatljivi.

Ambalaža se može proizvoditi udaljeno od mesta pakovanja, kod proizvođača ili korisnika ambalaže, a može se oblikovati i u procesima pakovanja.

Polimerna ambalaža se zatvara na različite načine. Postupci zatvaranja se mogu podeliti na:

- omotavanje sadržaja koji se pakuje,
- lepljenje ambalaže,
- zatvaranje ambalaže zatvaračima,
- zavarivanje ambalaže.

Prilikom izrade ovog rada korišćena je ambalaža koja je zatvarana zavarivanjem. Zavarivanjem se najčešće izrađuje i zatvara ambalaža od polimernih i kombinovanih ambalažnih materijala. Pojedini polimerni materijali se jednostavno zavaruju, jer imaju relativno niske temperature omekšavanja i prelaska u termoplastično stanje. Ovo ponašanje je iskorišćeno za izradu i hermetično zatvaranje ambalaže, što obezbeđuje dobru zaštitu upakovanih proizvoda. Ambalaža izrađena od odgovarajućih polimernih materijala se može koristiti u vrlo širokom temperaturnom području. U nju se mogu pakovati,



zamrzavati i u zamrznutom stanju čuvati proizvodi. Ona se može koristiti i za pakovanje proizvoda koji se konzervišu sterilizacijom u vodi ili vodenoj pari (na temperaturi +125 °C). Postoje i takvi polimerni materijali koji izdržavaju uslove stalne primene u temperaturnom području od -50 °C do +200 °C (78).

Proizvodi u ambalaži od polimernih materijala se mogu konzervisati i drugim postupcima, pa čak i jonizujućim zračenjem. Ambalaža od polimernih materijala podobna je za konzervisanje ili podgrevanje sadržaja mikrotalasima (12).

Promene kvaliteta hrane tokom skladištenja su osim izvesnih izuzetaka (starenje, fermentacija) nepovoljne, što znači kvarenje hrane. Očigledno je da do promena dolazi zbog loše prerade. Ipak se može reći da na brzinu i mehanizam kvarenja upakovane hrane, uključujući i kvarenje mikrobiološkog porekla, neposredno utiču barijerna svojstva ambalažnog materijala u pogledu gasova, vodene pare i svetlosti (72). Postoji uska veza između strukture i propustljivosti polimera. Promene kvaliteta hrane se odvijaju u zavisnosti vremena. Analize promena kvaliteta pokazuju da su osnovni uzroci kvarenja fizičke i hemijske prirode.

Promene sadržaja vode upakovanog sadržaja utiču na fizička i mehanička svojstva hrane, na brzinu enzimskih reakcija kao i promene kvaliteta mikrobiološkog porekla.

Važan uticaj je temperatura okoline koja povećava ili smanjuje brzinu reakcije i propustljivost ambalažnog materijala.

Svetlost ubrzava promene koje smanjuju hranljivu vrednost i rok trajanja proizvoda. Pod uticajem svetlosti u proizvodu dolazi do nepoželjnih promena tako što započinju ili ubrzavaju procese razgradnje. Preduslov da određena vrsta svetlosti hemijski deluje je da sistem može da apsorbuje svetlost. Samo apsorbovana svetlost je fotohemijski aktivna (19).

Da bi došlo do promene kvaliteta upakovanog prehrambenog proizvoda veliku ulogu imaju sledeći uticaji (19):

- jačina svetlosnog izvora i njegova talasna dužina,
- uslovi skladištenja (dnevna ili veštačka svetlost),
- uticaj propustljivosti ambalaže na svetlost,
- moć apsorbovanja svetlosne energije od strane proizvoda,
- kako apsorbovana talasna dužina svetlosti deluje, na koje hemijske procese utiče i kako ovi procesi deluju na krajnji kvalitet sadržaja.

Na održivost i rok trajanja upakovanog proizvoda tokom skladištenja utiču i oksidacioni procesi tako što menjaju sastav i organoleptička svojstva, odnosno utiču na hranljive vrednosti i ukupni kvalitet proizvoda. Međutim ako je proizvod zagađen pre pakovanja učinak ambalaže je znatno umanjen (12).

Da bi se sprečile promene kvaliteta upakovanog proizvoda koje se dešavaju pod uticajem prethodno pomenutih činioca, preporučuje se odabir polimernih materijala sa što boljim barijernim svojstvima.

Kvalitet i održivost svih prehrambenih proizvoda, pa i mlečnih proizvoda zavisi od sirovine, tehnološkog procesa proizvodnje, kvaliteta primenjene ambalaže i kvaliteta pakovanja (13).

Toplotnom sterilizacijom hrane, pri dovoljno visokoj temperaturi, uništava se mikrobiološka i enzimaska aktivnost, čime se trajnost hrane značajno produžava (od 3 do 12 meseci pa i duže).

## 2.3. POLIMERI

Savremeno pakovanje, a naročito pakovanje životnih namirnica zahteva upotrebu takvih materijala koji ne utiču nepovoljno na svojstva upakovanog sadržaja i nisu štetna po zdravlje ljudi.

Polimerni materijali, bilo pojedinačno ili u kombinaciji sa drugim polimernim materijalima, nezamenljivi su u savremenom, estetskom i funkcionalnom pakovanju. Svojim izgledom, fizičkim i hemijskim svojstvima, prevazilaze svojstva papirne, kartonske, staklene i metalne ambalaže.

Upotreba sintetskih polimera se danas toliko razvila da se dvadeseti vek, s pravom može nazvati vekom plastičnih masa. Ne postoji ni jedna vrsta delatnosti, gde plastične mase nemaju značajnu ulogu.

Prvi proizvod prerađen modifikacijom prirodnog kaučuka, 1851. godine bio je ebonit. Međutim, stvarni početak ere sintetskih polimera smatra se 1868. godina. Masovna proizvodnja polimera razvila se tek u novije vreme kada su se plastične mase počele primenjivati i u tehničkim područjima. Druga polovina dvadesetog veka je označena snažnim usavršavanjem proizvodnje poznatih polimernih materijala i pronalascima i sintezama polimera različitih kvaliteta. Ovaj period odlikuje porast primene polimernih materijala različite namene.

Pod pojmom „polimer“ podrazumeva se osnovno makromolekulsko jedinjenje. Makromolekulski lanci sintetskih polimera su izgrađeni ponavljanjem karakterističnih strukturnih jedinica. Pojam „polimerni materijal“ podrazumeva polimer kome su dodana jedinjenja male molekulske mase u cilju poboljšanja svojstva i omogućavanja lakše prerade i primene. Dodaju se plastifikatori (omekšivači), antioksidansi, antistatici, pigmenti, punila, UV stabilizatori itd. (79).

Polimerni materijali imaju široko područje primene, a jedna od oblasti primene je i izrada ambalaže. Za izradu ambalaže se koriste isključivo polimerni materijali koji su topivi na povišenim temperaturama. Oni se sastoje od jedne vrste

homopolimera ili od dve ili više vrsta ponavljajućih jedinica (kopolimera) i dodataka koji poboljšavaju fizička i hemijska svojstva polimernog materijala.

Pod termoplastičnim masama podrazumeva se grupa materijala koji su čvrsti na sobnoj temperaturi ali koji se na povišenoj temperaturi tope i pod pritiskom i u rastopljenom stanju mogu se oblikovati u željeni oblik i taj postupak se može ponoviti više puta. To su organska jedinjenja uglavnom sintetska. Plastične mase predstavljaju najvažnije tehničke materijale modernog vremena. One se mogu koristiti u vrlo različitim područjima primene i u tome nadmašuju sve ostale materijale.

Za uspešnu primenu plastičnih masa, mora se voditi računa o raznim prednostima i nedostacima, da se za određenu primenu odabere odgovarajuća vrsta polimera (10).

Prednosti plastičnih masa su (10):

- *Lako se prerađuje* – Plastične mase su pogodne za masovnu proizvodnju, a uspešno se mogu proizvoditi i predmeti vrlo složenih oblika u velikim serijama, uz nisku cenu.
- *Mala masa* – Gustina plastičnih masa je manja nego metala, pa su predmeti izrađeni od plastičnih masa laki.
- *Otpornost na koroziju* – Većina plastičnih masa su otporne na koroziju, pa se mogu koristiti u uslovima agresivne sredine.
- *Elektroizolaciona svojstva* – Mnogi polimerni materijali su dobri elektroizolatori.
- *Termička izolacija* – Plastične mase po pravilu su slabi provodnici toplote, a u obliku pena predstavljaju nenadmašive termičke izolatore.
- *Dekoratívni efekti* – Polimerne mase mogu biti providne, prozračne i neprovidne, a mogu se bojiti u neograničenom broju boja i nijansi. Ispravno odabrane i oblikovane mogu dati izvanredno dobre dekorativne efekte.
- *Prigušivači zvuka* – Polimerne mase prigušuju zvuke bolje nego drugi materijali, pa se uspešno upotrebljavaju kao zvučni izolatori.

Nedostaci plastičnih masa (10):

- *Mala čvrstoća*.
- *Mala dimenziona postojanost* – Polimerne mase se često iskrivljuju, skupljaju i gube čvrstoću kod dugotrajnog, pa makar i malog opterećenja. Osim toga su relativno meke i lako se mehanički oštećuju.
- *Termička nepostojanost* – Ne mogu se grejati na visoke temperature (do crvenog usijanja). Većina polimernih materijala su zapaljivi, a neki su i opasni zbog te zapaljivosti.
- *Trajnost* – Neke plastične mase su neotporne na sunčeve zrake i kiseonik, a mnoge su podložne napadu gljivica i bakterija.
- *Miris* – Mnogi polimerni materijali imaju izraziti, često neugodan miris.
- *Poteškoće popravljavanja* – Slomljeni ili oštećeni delovi obično se mogu vrlo teško popraviti, pa je često bolje celi deo zameniti novim, nego pokušati popraviti oštećeni deo.

Kod polimernih materijala za određenu primenu treba obratiti pažnju na tehnička svojstva kao što su čvrstoća i krutost. Ova svojstva zavise i od načina prerade i od uslova primene. Neki od polimernih materijala su providni i bezbojni. Oni propuštaju sve talasne dužine vidljivog dela spektra. Mnogi polimeri su propusni za UV zrake. Ova osobina je nekada nepoželjna jer pod uticajem UV zraka mnogi polimerni materijali mogu da požute. To im ograničava primenu, jer pojava žute boje smanjuje dekorativni efekat neobojenih polimernih materijala. Da bi se to sprečilo u polimerne materije se dodaju UV-stabilizatori.

Mehanička svojstva predmeta od polimernih materijala zavise od strukture polimera, oblika proizvoda, primenjene metode za oblikovanje, kao i od dodataka koji se dodaju u različite svrhe. Molekulska struktura utiče i na hemijsku otpornost i otpornost prema povišenoj temperaturi. Karakteristična osobina koja ih izdvaja od drugih ambalažnih materijala je popustljivost na vodenu paru i gasove.

Ukoliko jedan polimerni materijal ne ispunjava sve stroge zahteve kvaliteta da bi se određeni prehrambeni proizvodi upakovali i sačuvali do upotrebe, spaja sa drugim polimernim materijalima, pri čemu se dobijaju dvoslojni (dupleks) ili višeslojni materijali (3, 16, 78).

Polimerni materijali mogu se spajati i sa aluminijumskom folijom manjih debljina (7, 9, 12  $\mu\text{m}$ ) pri čemu se dobijaju troslojni ambalažni materijali (tripleksi) u kojima se Al-folija nalazi između dva polimerna materijala (3, 17, 39, 75).

Polimerni materijali najviše se koriste za proizvodnju ambalaže a zatim u građevinarstvu, elektroindustriji i sve više se koriste za potrebe automobilske industrije.

Ne treba govoriti o dobrom i lošem polimernom materijalu nego o dobrom i lošem izboru polimernog materijala za određenu namenu. Za dobar izbor polimernog materijala potrebno je dobro poznavati svojstva polimernih materijala.

Od polimernih ambalažnih materijala najčešće se koriste:

- polietilen (PE)
- polipropilen (PP)
- polistiren (PS)
- polivinilhlorid (PVC)
- polivinilidenhlorid (PVDC)
- poliamid (PA)
- polietilentetraftalat (PET)
- polikarbonat (PC)

Pored navedenih za izradu ambalaže se koriste: polimeri na osnovu celuloze (celofan), jonomeri, drugi homo- i kopolimeri, barijerni materijali i neki drugi polimerni materijali ali u manjoj količini.

### 2.3.1. POLIPROPILEN (PP)

#### 2.3.1.1. Struktura polipropilena

Polipropilen se dobija polimerizacijom propilena kao osnovne jedinice monomera. Sama struktura monomera ukazuje na mogućnost dobijanja proizvoda različite prostorne konfiguracije, zasnovane na simetriji lančanih ostataka. Prostorni raspored monomera u lancu, odnosno, prostorna uređenost naziva se konfiguracija (50).

Ako do reakcije polimerizacije dođe po stereo – selektivnom mehanizmu dobija se izotaktni polimer u kome su sve metil grupe (-CH<sub>3</sub>) postavljene na istu stranu polimernog lanca.

Ako se polimerizacija odvija bez nekog reda, u polimernom lancu se dobija ataktna struktura, amorfni materijal sa nižom temperaturom topljenja, gustinom, većom propustljivošću.

Treći tip strukture, koja je stereoregularna, nazvan je sindiotaktnim tipom jer su metil grupe naizmenično raspoređene sa obe strane polimernog lanca.

Pri proizvodnji predmeta od polipropilena, od izuzetnog značaja je toplotna obrada u tehnološkom procesu proizvodnje. Češći vidovi kristalne strukture su: monoklinička, heksagonalna, triklinička i parakristalna (50).

Mehanička svojstva proizvoda od polipropilena se razlikuju zbog toga što se industrijski tipovi polipropilena sastoje približno od 2-3 mas.% sindiotaktnog, isto toliko ataktnog i iznad 93 mas.% izotaktnog polipropilena. Koliki će udeo pojedinih struktura polipropilena biti u proizvodu zavisi od tipa polipropilena i proizvođača, a zatim i različitih primenjenih tehnologija i uslova proizvodnje. Procentualni udeo izotaktnog polimera u proizvedenoj masi, naziva se izotaktni indeks (50).

#### 2.3.1.2. Svojstva polipropilena

Fizičko-mehanička svojstva svih proizvoda od PP zavise u najvećoj meri od molekulske mase odnosno brzine tečenja rastopa (melt flow rate-MFR), sadržaja amornog dela, a isto tako i od uslova prerade (43).

Najvažnija mehanička svojstva polipropilena bitna za primenu su: zatezna čvrstoća, modul elastičnosti, skupljanje, tvrdoća i ostalo. Tako krutost, izduženje, elastičnost opadaju smanjenjem molekulske mase odnosno porastom MFR (43).

Osnovna ispitivanja mehaničkih svojstava vrše se deformacijom uzorka pri čemu se prati naprezanje uzorka. Odnos naprezanje – deformacija je važan podatak za upoređivanje materijala radi određivanja primene proizvoda.

Molska masa (MM) polipropilena je obično između 220000 – 700000 (g/mol). Za primenu su značajna toplotna, hemijska i električna svojstva.

Poznavanje toplotnih svojstava polipropilena je od izuzetnog značaja za preradu i za primenu. Pod toplotnim svojstvima polipropilena podrazumevaju se toplotna postojanost, toplotni kapacitet, toplotna provodljivost. Za primenu interesantna je temperatura omekšavanja, temperaturna granica upotrebljivosti polipropilena, kao i promena mehaničkih svojstava u zavisnosti od temperature. Polipropilen se može upotrebljavati do temperature 90 °C. Ako se u polimer dodaju posebni antioksidanti, tada se polipropilen može trajno izlagati temperaturi do 120 °C. Toplotna razgradnja polipropilena pri zagrevanju u odustvu vazduha se primećuje tek pri temperaturi od 300 °C tj. znatno nižoj od temperature primene. U osnovnom lancu polipropilena svaki drugi atom je tercijarni, zbog čega polimer lako oksidiše pri višim temperaturama ili pod dejstvom UV ili gama zračenja.

Polipropilenski film se uspešno koristi kao izolator u kondenzatorima. Dodatkom usporivača gorenja ili modifikatora otpornosti na udar pri niskim temperaturama, širi se oblast primene u proizvodnji električnih kablova. Elektroizolaciona svojstva se ne menjaju ni nakon dužeg stajanja u vodi.

Polipropilen odlikuju dobra optička svojstva potrebna za brizganje delova tankih zidova, za duvanje kozmetičke i farmaceutske ambalaže, za proizvodnju filma. Ukoliko se proizvod naknadno biaksijalno isteže u biaksijalno orijentisan film ili termooblikovanu ambalažu dobija se dobra prozirnost. Kada je reč o optičkim svojstvima neophodno je razlikovati mutnoću, prozirnost i sjaj površine.

Mutnoća uzorka se najlakše opisuje time što lik predmeta iza filma nije u potpunosti jasan. Propilen odlikuje kristalna struktura sa kristalima različite veličine, pa film deluje kao da je mlečno bele boje i može da menja boju upakovanog predmeta.

Prozirnost uzoraka je mogućnost uočavanja finih detalja udaljenih objekata kroz uzorak. Moguće je dobiti odličnu prozirnost promenom kristalne strukture polimera u smislu dobijanja veoma ujednačene veličine sitnih sferulita.

Sjaj uzorka je procenat odbijene svetlosti od površine uzorka. Sjaj polipropilena se može menjati dodatkom aditiva, ali najviše zavisi od obrađenosti alata na kojem je uzorak dobijen (50).

Poboljšanje svetlosne postojanosti PP od velike je važnosti za primenu. Pozitivno dejstvo ima čađ i to tako što sadrži neke pigmente (zasenjavanjem). Bolji UV apsorberi apsorbuju upadno UV-zračenje i preuzetu energiju pretvaraju u manje opasan oblik (IC-zračenje).

Polipropilen homopolimer je neotporan na udar ispod 0 °C i lako puca. Pобољшanje otpornosti na udar postiže se dodavanjem elastomera, pri čemu se otpornost побољшава do te mere da se elastomerno modifikovani polipropilen koristi za proizvodnju branika za automobile.

Primenjivost proizvoda zavisi od dizajna gotovog proizvoda, od otpornosti polimerana spoljne uticaje i od zadovoljenja zahteva mehaničkih, zdravstvenih, ekoloških, estetskih i ostalih željenih svojstava.

Polipropilen je izuzetno otporan na delovanje životinja i bakterija. Retki su mikroorganizmi koji mogu delovati na površinu polipropilena. Njihovo delovanje može biti uočljivo samo na vlaknima, pri čemu se ne menjaju mehanička svojstva vlakana (3, 50).

Ispitivanjem hemijske postojanosti polipropilena neposrednim dodiranjem uzorka sa organskim i neorganskim hemikalijama, pri sobnoj temperaturi, dobijeni su podaci da je otporan na minerale, kiseline, baze, vodene rastvore neorganskih soli, deterdžente, ulja i gasove. Veoma oksidativne supstance napadaju polipropilen. To su halogeni, hidroperoksidi, pušljiva azotna kiselina, koncentrovana sumporna kiselina i hlorsumporna kiselina.

Jedna od zanimljivih primena polipropilena je gasno barijerna ambalaža za pakovanje hrane koja se sterilizuje pri temperaturama oko 121 °C. U ovoj ambalaži hrana može da ima rok trajanja preko dve godine van frižidera (u sobnim uslovima).

Važna odlika polimera kao ambalažnih materijala je propustljivost gasova, vodene pare i lakoisparljivih mirišljivih materija. Za sve njih je izražena manja ili veća propustljivost a ona zavisi od (78):

- strukture polimera,
- debljine polimernog materijala,
- strukture defundujuće materije,
- razlike koncentracije defundujuće materije na površinama polimernog materijala,
- temperature.

Kada je potrebna što manja propustljivost za izradu ambalažnih materijala treba koristiti barijerne i visokobarijerne materijale. Oni se najčešće spajaju sa drugim polimerima i tako se dobijaju višeslojni materijali. Pri tome se postiže sabiranje pozitivnih karakteristika kvaliteta. Ako se spoje dva filma jedan dobrih barijernih svojstava za gasove, a drugi za vodenu paru, spojeni materijal ima dobre barijerne karakteristike i za gasove i za vodenu paru.

Ako se postavi zahtev za nepropustljivošću ili vrlo malom propustljivošću tada je najjednostavnije polimerne materijale spojiti sa aluminijumskom folijom. Barijerna svojstva ambalažnih materijala imaju glavnu ulogu u zaštitnoj ulozi ambalaže.

Ukratko rečeno polipropilen je (12, 22):

- izrazito nepropustljiv za vodenu paru i gasove,
- postojan pri visokim temperaturama,
- postojan pri niskim temperaturama,
- postojan na masnoće,
- pogodan za toplo zavarivanje,
- otporan na svakodnevne i neorganske hemikalije,
- pogodan da se na njega štampa.

### 2.3.1.3. Primena polipropilena

Zbog dobrih svojstava, mogućnosti kopolimerizacije i modifikacije, kao i zbog jednostavne prerade, primena polipropilena je vrlo raznolika.

Polipropilen se koristi za izradu razne vrste ambalaže među kojima su čaše za mlečne proizvode. Čaše od plastičnih masa, zbog svoje niske cene i drugih dobrih osobina, vrlo često se upotrebljavaju i za pakovanje mnogih drugih roba. Proizvode se obično zapremine 50-500 ml. Čaše od plastičnih masa obično su lakše od papirnih. Prazne se mogu slagati jedna u drugu, pa im je potreban mali skladišni i transportni prostor. Izborom pogodne plastične mase mogu se dobiti čaše nepropusne za gasove i vodenu paru. Sva ta svojstva, uz nisku cenu omogućuju upotrebu čaša od plastičnih masa za pakovanje vrlo različitih roba (67).

Prednosti polipropilenskih posuda u odnosu na posudice od PVC, PE su sledeće (49):

- moguća je sterilizacija posudica sa sadržajem pri temperaturi 120 °C, a kratkotrajno i do 140 °C, što omogućava da se koriste za punjenje vrelim sadržajem ili da se naknadno sterilišu,
- moguće ih je koristiti u mikrotalasnim pećnicama,
- ne rastvaraju se u rastvaračima, pa se može koristiti za pakovanje hemikalija,
- PP je najprihvatljiviji u medicini, koristi se za izradu medicinskih špriceva,
- jeftinija je i domaća sirovina,
- ima bolja barijerna svojstva na gasove i pare (bolje čuva miris, svežinu i vlažnost hrane),
- nema slobodnog monomera,
- pri savijanju nema krtoog loma,
- posude iste debljine su lakše pa je lakše rukovanje pri punjenju,
- moguće je potpuno recikliranje,
- ne oslobađa otrovne gasove prilikom gorenja.

Prednosti ovakvog pakovanja je što se konzerva sa sadržajem može staviti u mikrotalasnu pećnicu, te se zagrejati i servirati u originalnom pakovanju. Kombinacija PP/adheziv/EVOH/adheziv/regenerat/PP je izuzetno povoljna za



ovakvu namenu. Polipropilen odlikuje dobra nepropustljivost vodene pare što omogućava čuvanje sadržaja bez gubitka u masi, a EVOH je izvanredna prepreka za prolaz kiseonika iz atmosfere ka hrani, što omogućava čuvanje masti od oksidacije (48).

Osim za izradu ambalažnih materijala i ambalaže, PP se koristi i za izradu čitavog niza proizvoda koji se koriste za izradu predmeta opšte upotrebe, u proizvodnji nameštaja i opreme, u automobilskoj industriji, tekstilnoj industriji i elektroindustriji (79).

Poklopci koji se koriste za zatvaranje čaša koje smo ispitivali proizvode se od folija ili laminata, a zatvaranje se vrši zavarivanjem. Alumunijumski poklopci se proizvode od Al-folije ili Al-laminata.

#### 2.3.1.4. Prerada polipropilena

Da bi se dobili željeni proizvodi od polipropilena postoji nekoliko načina kako se on prerađuje:

- presovanje,
- ekstruzija,
- oslojavanje,
- brizganje,
- termooblikovanje,
- duvanje,
- rotaciono livenje.

Plastične čaše za mlečne proizvode proizvode se postupkom termooblikovanja (termoformiranja), polimernih mono i višeslojnih materijala.

**Termooblikovanje:** Pre desetak godina termooblikovanje polipropilena se vršilo u zanemarljivim količinama. Razvojem kontrole i vođenja procesa termooblikovanja polipropilenom se sa tržišta izbacuje polistiren (PS) i polivinilhlorid (PVC) i dr.

Termooblikovanje je postupak prerade folija, kod koje se one zagreju do visoko elastičnog stanja i onda oblikuju. U tom stanju lanci molekula imaju izvesnu pokretljivost i, delovanjem mehaničkih sila, mogu da se pomeraju. Najveće promene oblika postižu se iznad temperature omekšavanja (54).

Toplo oblikovanje (termoformiranje) zahteva upotrebu materijala u obliku poluproizvoda kao što su predforme (epruvete), ploče i folije.

Termooblikovanje se vrši pri temperaturama pri kojima su poluproizvodi u entropijski elastičnom stanju. Pri ovom procesu teži se postizanju potrebnog oblika. Sirovine koje se najviše termooblikuju su polimerni materijali sa širokim intervalom omekšavanja. Kod polipropilena sporim hlađenjem kristali mogu da

porastu čak do 1 mm, a stepen kristalnosti je 70-80 %. S toga se preporučuje nukleiranje tako što se u polipropilen ubacuje veliki broj klica kristala, na kojima se započinje kristalizacija, pa se dobija veliki broj sitnih kristala, između kojih su amorfne oblasti koje se lako termooblikuju.

Za zagrevanje koriste se IC keramički grejači sa obe strane ploče radi dostizanja ravnomerne temperature i ravnomerne mekoće ploče.

Tokom zagrevanja ploča prelazi u visukoelastično stanje i počinje da se vitoperi. To je posledica nejednake zagrejanosti i različitih toplotnih širenja polimerne mase u preseku ploče. Tek kada se postigne željena temperatura ploča omekša i ravnomerno se uvije pod sopstvenom težinom. Na ovoj temperaturi oblik ploče podleže promenama. Ako je ploča obojena gubi svoj sjaj, dok bezbojna teži da postane prozirna (50).

Postupci termooblikovanja dele se u nekoliko grupa (48, 50):

- savijanjem,
- presovanjem,
- vakuumiranjem,
- izvlačenjem,
- termooblikovanjem naduvanog predoblika,
- naduvavanjem brizgane predforme,
- mešoviti postupci.

Postupak savijanja primenjuje se pri proizvodnji aparata i uređaja namenjenih za hemijski agresivnu sredinu u industriji. Ploča dobijena postupkom presovanja koristi se u autoindustriji za unutrašnje oblaganje vrata automobila, prtljažnika i sl.

Vakuumiranje je najrasprostranjeniji postupak toplotnog oblikovanja termoplasta. Najviše se koristi za proizvodnju ambalaže. Relativno je jednostavan, brz i ekonomičan.

Kod ovog, a i kod drugih postupaka termooblikovanja, od izuzetnog značaja je temperatura kalupa, koja treba da je 40 do 60 °C. Kalup treba da je poliran i napravljen od materijala koji dobro provodi toplotu. Proizvodi koji se dobijaju ovim postupkom su tanki sa malom dubinom izvlačenja, kao što su poklopci za margarin.

***Izvlačenje predoblika i formiranje vazduhom:*** Ova metoda kombinuje vakuum u ženskom delu kalupa sa mehaničkim utiskivanjem (izvlačenjem), do jedne određene mere. Nakon mehaničkog izvlačenja predoblika dalje oblikovanje se vrši uz pomoć vakuuma u spoljnjem delu i nadpritiska vazduha u unutrašnjem delu alata. Prečnik predoblika je obično za 10 % manji od prečnika matrice, a dubina mehaničkog izvlačenja je veća od 70 % dubine vučenja. Isecanje proizvoda vrši se smicanjem sa noževima. Proizvodi koji se dobiju ovom tehnologijom oblikovanja su ujednačene debljine zidova, uprkos tome što su artikli jako istegnuti, čak i do odnosa 1:2. Na ovaj način se proizvode čaše za mlečne

proizvode, sokove, posude za pakovanje margarina, posude za mikrotalasnu pećnicu...(50).

Pri proizvodnji čaša može doći i do raznih grešaka, a to su (50) ovalna čaša, izobličena čaša, nedostaje deo oboda čaše, obod čaše se uvija na gore, nepravilno isecanje čaše, isecanje sa pojavom končića, izobličenje vrha čaše, prstenasto zadebljanje na donjoj trećini čaše, otisak na unutrašnjem delu dna čaše, debelo dno čaše.

Zbog niza grešaka koje smo prethodno nabrojali u proizvodnji se izvodi međufazna kontrola i završna kontrola. Međufaznom kontrolom se uočavaju propusti i greške rukovaoca usled tehnoloških poremećaja. Završna kontrola predstavlja niz kontrolnih operacija koje imaju za cilj da dokažu stvarnu upotrebljivost ambalaže u skladu sa zahtevima tržišta sa stanovišta upotrebljenih materijala i tehnologije izrade.

Namena ambalaže predstavlja zajednički interes proizvođača i korisnika materijala. Proizvođači moraju voditi računa o svojstvima materijala, razvoju, zaštiti zdravlja i životne sredine. Korisnici brinu o upotrebljivosti i zahtevaju standardizaciju u odnosu na primenu materijala i ambalaže za sopstvene proizvode. U slučaju kad se ambalaža koristi za pakovanje prehrambenih proizvoda moraju se dobro definisati i standardizovati procesi raznih tipova sterilizacije i prema ambalažnom materijalu i prema proizvodu. Posebno pažljivo treba utvrditi uticaj toplotnih procesa često neophodnih u procesima pakovanja (27).

### 2.3.1.5. Štampa čaša

Polimerni filmovi ili višeslojni ambalažni materijali se štampaju zbog (78):

- deklarisanja upakovanog proizvoda,
- delimične ili potpune zaštite od delovanja svetlosti,
- dekorativnih razloga.

Proizvodi upakovani u bilo koju ambalažu moraju sadržavati deklaraciju, odnosno, rok trajanja, uputstvo za korišćenje i ostale informacije od interesa za kupce, pa i reklamne poruke. Ovo je moguće obezbediti nalepnicama (samolepljive etikete) ali je mnogo privlačnije i pouzdanije ako je ambalaža štampana. U tom slučaju tekst ostaje trajno na ambalaži i ne postoji mogućnost da se proizvod na tržištu nađe bez deklaracije, što povlači zakonsku odgovornost.

Radi zaštite od delovanja svetlosti polimerni materijali mogu da se boje i u masi ili je moguća štampa polimernih materijala. U zavisnosti od vrste boje i stepena pokrivenosti površine moguće je delimično ili potpuno sprečiti propuštanje svetlosti.

Tvrđnja da «ambalaža prodaje proizvod prvi put» je dokazana u praksi, a to znači da se traži veoma privlačna i upadljiva ambalaža. To je moguće postići izborom vrste ambalaže, izborom dekorativnih oblika, ali je željeni efekat ipak najlakše postići dekorativnom štampom. U tom pogledu na raspolaganju su boje svih nijansi, postoji mogućnost delimičnog ili potpunog pokrivanja štampane površine, mogu se primeniti sva grafička rešenja i na taj način podstaći kupca da odabere baš taj proizvod.

Iz prethodno navedenih razloga štampanje je redovna operacija u proizvodnji ambalažnih materijala. U zavisnosti od vrste, sastava i načina proizvodnje ambalažnih materijala otisak boje (štampa) se može naneti na spoljašnju površinu ili može biti između dva sloja višeslojnih polimernih materijala. Kada su u pitanju monofilmovi ili koekstrudirani ambalažni materijali štampa je na spoljašnjoj površini, a kod ekstruziono oslojenih i kaširanih višeslojnih materijala može biti na površini ili u međusloju. Prednost štampanog otiska u međusloju je potpuna zaštita od skidanja boje pri upotrebi ambalaže, dok se slična zaštita kod štampe na spoljašnjoj površini može postići naknadnim lakiranjem. Ambalaže za pakovanje hrane ne sme biti štampana sa unutrašnje strane, odnosno, boja ne sme biti u neposrednom kontaktu sa hranom, niti sme prolaziti kroz ambalažni materijal, da bi se onemogućilo zagađenje hrane sastojcima boje (78).

Poznati su razni postupci štampe polimernih materijala ali se najčešće primenjuju sledeće:

- duboka štampa,
- flekso štampa,
- ofset štampa,
- sito štampa i dr.

Od navedenih tehnika najčešće se koriste duboka i flekso štampa. Tim tehnikama odrađuje se preko 80% ukupne štampe na polimernim materijalima (37).

Čaše od PS, PVC i polipropilena, koje se koriste za pakovanje, vrlo često su po svom obimu štampane u jednoj ili više boja. Danas se najveći deo čaša štampa postupkom suvog ofseta. Kvalitet zavisi od nekoliko činioca:

- od oblika čaše,
- od ujednačenosti debljina,
- od materijala (od koga je napravljena).

Postupak izrade čaša se vrši dubokim izvlačenjem ili brizganjem. Čaše koje se izrađuju brizganjem su pogodnije za štampu od čaša izrađenih izvlačenjem. Ako je spoljna kontura korektno oblikovana, teoretski ne bi trebalo kod štampe da nastanu nikakvi problemi, pošto se pritisak vrši na tom delu.

U toku štampe, čaša se postavlja na nosač. Nosači čaša se nalaze na zvezdastom telu koje se okreće oko svoje ose, a čiji oblik odgovara unutrašnjem obliku čaše. Na ovaj nosač čaša mora da naleže čitavom površinom. Nejednaka

debljina čaša može prouzrokovati neravnomerno naleganje čaša na nosač. Samo deblji delovi ivice čaše naležu na nosač čaše, a delovi koji ne naležu ne mogu se osloniti na nosač jer su zidovi čaše tanji. Razlike debljine zidova čaše stvaraju razmak između dna čaše i kraja nosača.

Naleganje gume (koja nosi štamparske elemente) po obimu čaše, na ovim mestima imaće neravnomeran prenos boje. Vrlo je teško postići ravnomerno naleganje čaša dobijenih masovnom proizvodnjom termooblikovanjem. Ako se pođe od toga da kod proizvodnje folije za termooblikovanje nastupa tolerancija u debljini  $\pm 5$  %. Odstupanje u veličini čaša utiče na štampu. Prevelika čaša labavo naleće na nosač. Često se dešava da se čaša deformiše zbog gumene presvlake, pa motiv koji se štampa dobija formu spirale. Mala čaša ne dozvoljava potpuno naleganje na nosač, pa je motiv koji se štampa po obimu čaše previsok (50).

Materijal za kliše je fotopolimerna ploča. Prema određenim dimenzijama filma ploča se seče i stavlja u vakuum komoru, preko nje se stavlja film. Prekriva se sa specijalnom folijom koja propušta UV zrake. Vršni eksplozicija filma u trajanju 1,5 do 4,5 minuta, u zavisnosti od gustine rastera. Nakon eksponiranja ploča se razvija. Osvetljeni delovi ploče su pod dejstvom energetskih UV čestica očvršli, a neosvetljeni deo ispira u opremi za pranje. Ploča se kružno kreće po vrhovima četki u vodi za ispiranje temperature 30 °C. Nakon 4-6 minuta skida se ploča, po potrebi sa četkicom blago očisti se dobijeni reljef, izduva se toplim vazduhom i suši se toplim vazduhom na temperaturi od 75 °C. Nakon sušenja, u cilju potpunog otvrdnjavanja fotopolimerna ploča se vraća ponovo na osvetljavanje (nekih 15-20 minuta) (50).

Pomoću stola za ulaganje čaše nailaze na malu traku, čija je uloga da čaše usmeri i da ih dovede do tzv. puževa koji imaju ulogu da usmere čaše ka nosačima čaša, za vreme procesa štampe. Neposredno pre štampe čaše se moraju površinski obraditi pa su tek onda spremne za štampu.

Polipropilen se ne može neposredno štampati. Radi poboljšanja adhezije hemijski inertnog polipropilena neophodno je aktivirati površine za lepljenje boje.

Za kvalitetnija i brže reagujuća lepila, metalizaciju, laminaciju, kao i štampanje ili bojenje površine polipropilena, neophodna je obrada površine na jedan od sledećih načina:

- oksidacija površine kiselinom,
- obrada plamenom,
- obrada koronom.

Najšire primenjivani postupak je obrada koronom. Pomoću ovog postupka vrše se fizičke i hemijske promene na vrlo tankom sloju površine polimera. To predstavlja bombardovanje površine polimera elektronima visoke frekvencije i energije od nekoliko desetina eV. Prolaskom elektrona kroz vazduh stvaraju se ozon, azorni oksidi, hidroksilne grupe itd. koji reaguju sa degradiranom polimernom površinom. U zavisnosti od gustine snopa elektrona, rastojanja elektroda od površine polipropilena koji se obrađuje i trajanja bombardovanja,

dobija se potrebna polarnost površine koja se ogleda u povećanju površinskog napona. Vrednost električnog napona (ako se bombardovanje vrši u vazduhu) iznosi 15-25 kV, frekvencije 20-40 kHz, a jačina struje 0,5 A. Folija se uvodi između dve elektrode pod naponom (oko 25000 V) ili pod nižim naponom ali višom frekvencijom struje.

Štampanje se preporučuje odmah nakon obrade površine jer se napetost površine smanjuje sa vremenom. Ako se štampa izvrši odmah nakon površinske obrade, tada površinsko prijanjanje vremenom raste.

Prilikom štampe čaša potrebno je doneti pravilnu odluku oko:

- izbora postupka štampanja,
- izbora boje za štampu.

Za razliku od tekstila i papira za štampanje polimera se koriste boje koje ne upijaju rastvarače. Za učvršćivanje boje za podlogu se koriste rastvarači koji bubre ili slabo rastvaraju površinu polimera. Sama boja za štampu polimera se sastoji od vezivnog sredstva koje je hemijski blisko materijalu koji se štampa, organskog rastvarača i pigmenta. Kod štampanja polipropilena kao vezivno sredstvo se koristi PE niske molekulske mase u rastvaračima visoke tačke ključanja ili u spiritu uz dodatak dekalina (50).

Sastav štamparske boje mora da bude prilagođen uslovima štampe i ima važnu ulogu kod četvorbojne štampe u rasteru. Pri tom se misli na jačinu boje, prozirnost, proces sušenja, otisak (prenos boje) i postojanost.

Boja za štampu sastoji se od:

- sredstva za bojenje,
- vezivnog sredstva,
- sredstva za rastvaranje,
- aditiva.

Boje za štampu u rasteru se suše sporije, a sadrže i posebna vezivna sredstva. Kao pomoćna sredstva koja se koriste za štampanje koriste se:

- razređivač (za podešavanje viskoznosti),
- inhibitor – za usporavanje brzine sušenja,
- sredstva za prosvetljavanje boje – smanjuju jačinu boje pri stalnoj viskoznosti.

Štampa je važan aspekt pakovanja. Njena dvojna svrha je da privuče pažnju i da nešto saopšti. Pakovanje izloženo u prodavnici treba da probudi interesovanje kao i želju da bude kupljeno. Mnogi proizvodi se utrkuju da privuku kupčevu pažnju, pa je grafički dizajn veoma važan.

Grafičko rešenje se ne iscrpljuje samo pripremanjem neke lepe slike ili teksta, već se ono mora sagledati u raznim pravcima. Celokupni proces oblikovanja, od ideje pa do gotovog proizvoda, prolazi kroz faze idejnog projekta, grafičkog rešenja, pripreme teksta i štampanja. Da bi se postigao dobar kvalitet

mora se voditi računa o obliku i veličini pakovanja, o njegovoj konstrukciji i načinu zatvaranja odnosno otvaranja, o vrsti materijala, metodi štampanja itd.

### 2.3.1.6. Značaj dizajna ambalaže

U savremenom društvu, u kome živimo, okruženi smo mnoštvom proizvoda kojima je jedini cilj da pronadu svoj put do potrošača. Svaki dan, mogući potrošači, zasuti su hiljadama konkurentskih poruka i slika, koje imaju cilj da uz mnoštva sličnih, izdvoje proizvod određene firme i pokažu kako je baš on vredan pažnje potrošača. Na prezasićenom tržištu, koje diktira uslove opstanka i gde je potrošač taj koji određuje da li će se proizvod zadržati ili ne, pored kvaliteta proizvoda koji je naravno bitan za njegov plasman, postoji jedan drugi aspekt kome se sve više posvećuje pažnja i daje prednost nad kvalitetom, a to je da proizvod svojim izgledom odskoči od velikog broja konkurentnih proizvoda da bi privukao pažnju.

Danas, na grafičko oblikovanje proizvoda utiču brojni činioci. Najvažniji od njih su svakako: sve snažnija konkurencija na tržištu, sve zahtevniji potrošači, kao i promena načina i stila života (42).

Prenošenje ovih informacija treba da bude što tačnije, razgovetnije, jasnije, jednostavnije. Dizajn ima za osnovnu ulogu i zadatak da nekom proizvodu da takav spoljni, estetski izgled koji treba da u što većoj meri zadovolji ukus, želju i kupovni zahtev potrošača.

Uloga dizajna se ogleda u sledećem (11):

- u osmišljavanju savremenog, ukusnog i lepog oblika proizvoda i ambalaže,
- upotrebi boljeg i praktičnijeg materijala,
- izdvajanju dizajna od konkurentskog dizajna,
- pronalaženju najuspelijih i najpogodnijih kreacija za proizvod i ambalažu,
- davanju oblika koji privlači pažnju potrošača i pruža osećaj zadovoljstva,
- izboru boja koje odgovaraju ukusu potrošača.

Osnovni principi industrijskog oblikovanja su: jednostavnost, lepota, izgled, sklad boja, praktičnog, funkcionalnost i originalnost. Pri dizajnu određenog grafičkog proizvoda moraju se poštovati određena pravila, a treba da postoji sklad između funkcionalnog i estetskog. Estetski faktor je veoma značajan u grafičkoj industriji.

Veoma važan grafički proizvod je ambalaža. Ambalaža (pakovanje) i grafičko predstavljanje proizvoda predstavljaju značajne činioce u komunikacijskom procesu, na relaciji proizvođač – potrošač. Estetsko, funkcionalno i praktično pakovanje, koje uz privlačnost izgleda olakšava upotrebu,

prenos, skladištenje, zatim stvara osećanje brige za korisnika, poverenje i nesumljivu naklonost prema proizvođaču. Ambalaža mora biti privlačna, praktična za rukovanje, prikladne veličine, praktična ne samo za potrošača već i za maloprodavca. Ambalaža ostvaruje lični kontakt i određeni osećaj u čoveku. To je ono što stvara emocije i podstiče na kupovinu kada se jedan proizvod drži u ruci, zagleda i procenjuje. To su trenutci kada se stvara želja i odluka. To je tzv. nagla kupovina (kupovanje u samoj prodavnici proizvoda koji nije bio unapred planiran). Pri tome se mora uvek imati na umu da dobar dizajn može prodati i loš proizvod, ali samo jednom. Isto tako treba znati da loš dizajn može naštetiti ili čak uništiti i dobar proizvod (9).

Tekst kod grafičkog rešenja treba da sadrži sledeće podatke: naziv proizvoda, naziv i adresa proizvođača, naziv komponenti sadržaja proizvoda (naročito ako je reč o prehrambenim proizvodima), težina, dimenzija, količina, garantni rok trajanja, uputstvo za upotrebu i dr. Materijali za izradu grafičkog proizvoda predstavljaju važan element u grafičkom dizajnu, jer od njihovih svojstava zavisi konačan kvalitet grafičkog proizvoda. Moramo naglasiti da su boje element na ambalaži koji najjače utiče na emocije. Jedan od najuspešnijih načina da se da potrebna informacija o proizvodu je korišćenje slika na ambalaži, jer slika govori kao hiljadu reči (42).

Pri stvaranju izgleda grafičkog proizvoda naročita pažnja mora se posvetiti ciljnoj grupi kojoj je proizvod namenjen. Da li je proizvod namenjen osobama određene starosne dobi, pola ili zanimanja? Potrebno je pobuditi posebne potrebe određene ciljne grupe i uticati na njih. Ukoliko je proizvod namenjen starijim potrošačima čije oko u toj dobi više ne može jasno da raspozna sve kombinacije boja, potrebno je takve izbegavati, kao i izbaciti iz dizajna sve nepotrebne detalje koji zamagljuju stvarnu poruku koju proizvod treba da pošalje. Takav proizvod treba da je jednostavan, praktičan i da jasno kaže šta nudi.

Tinejdžere i decu kao ciljnu grupu dosta je teško privući i zadržati. Tinejdžeri su podložni markama i trendovima. Kada su u pitanju deca ključ uspeha leži u razumevanju njihovih želja kako bi se stvorio dizajn koji će im biti zabavan i zanimljiv. Bogatstvo boja i smešni likovi sigurno će pronaći svoj put do njih.

Kod proizvoda namenjenih potrošačima određenog pola, naglasak dizajna i njegove poruke obično je stavljen na efekat koji konzumiranjem ili upotrebom datog proizvoda potrošač postiže kod osoba suprotnog pola.

## 2.4. ALUMINIJUM

Najveća primena aluminijuma je u izradi ambalaže namenjene pakovanju prehrambenih proizvoda. Široka primena aluminijuma (Al) i legura zasnovana je na njegovim osnovnim karakteristikama (3, 24):

- mehaničke karakteristike se ne menjaju pri niskim temperaturama. Zatezna čvrstoća i izduženje se poboljšavaju na -195 °C,



- aluminijum je nemagnetičan, što je bitno za određene oblasti primene,
- ima dobru sposobnost oblikovanja,
- sa površine aluminijuma se odbija 75-80 % sunčevih zraka,
- aluminijum je neutralan,
- poseduje visok stepen samozaštite i korozione postojanosti, otporan u određenim hemijskim sredinama,
- ima mogućnost dekorativne zaštite lakiranjem i plastificiranjem,
- moguća je potpuna reciklaža,
- nepropustljiv prema svetlosti – ambalaža proizvedena od aluminijuma ne samo da ne propušta svetlost, već je i odbija pa su proizvodi upakovani u ovakvu ambalažu zaštićeni od fotohemijskih reakcija,
- nepropustljiv prema mirisima i gasovima, odnosno lako isparljivim komponentama proizvoda,
- aluminijum neznatno omekšava na vrlo visokim temperaturama (preko 600 °C), dok na niskim nije krt. To je važna osobina koja omogućava da aluminijum sa uspehom bude upotrebljen za pakovanje hrane konzervisane kako termičkom obradom tako i zamrzavanjem,
- otporan je prema starenju – i posle više godina zadržava svoje fizičke osobine, posebno u pogledu nepropustljivosti i elastičnosti,
- zbog svog srebrnastog sjaja privlači potrošače,
- nepropustljiv je za vodu, vodenu paru i masnoće,
- dobar je provodnik toplote i elektriciteta,
- lak je.

Sve napred navedene karakteristike omogućavaju da se lako oblikuje i koristi za izradu raznovrsne ambalaže i folija različitih debljina. Oplemenjivanjem aluminijumskih traka i folija (lakiranje i kaširanje) postiže se poboljšanje mehaničkih osobina, postojanost na koroziju, prilagođavanje mašinama za pakovanje i zatvaranje (24).

#### **2.4.1. PRIMENA ALUMINIJUMA ZA PAKOVANJE PREHRAMBENIH PROIZVODA**

Aluminijum se primenjuje u svim granama industrije. Svuda gde je potrebna mala masa, otpornost na koroziju, udare i sl. koristi se aluminijum. On je višestruko pogodan lak metal koji nalazi široku primenu u transportu, elektroindustriji, građevinskim konstrukcijama, raketnoj industriji, vasijskim letilicama, a pre svega u prehrambenoj industriji za proizvodnju ambalaže (46).

Ambalaža za pakovanje prehrambenih proizvoda mora biti odgovarajućih karakteristika kvaliteta uslovljenih vrstom pakovanog proizvoda, načinom pakovanja, sistemom zatvaranja, postupkom konzervisanja, definisanom održivošću i drugim zahtevima. Ambalaža mora biti zdravstveno ispravna, što podrazumeva da aluminijum ne sme doći u kontakt sa upakovanom hranom. Za

izradu ambalaže za pakovanje prehrambenih proizvoda aluminijum mora biti obostrano prevučen organskim prevlakama ili na neki drugi način zaštićen (74).

Primena aluminijuma u proizvodnji ambalaže poslednjih godina beleži stalan porast. Posebno se ističu područja proizvodnje limenki za pića, folija i višeslojnih materijala za izradu ambalaže za lekove, folije za domaćinstvo, tube, limenke za bezalkoholna pića, posudice za gotova jela i dr. (24).

Folije od termolakirane aluminijumske tanke trake koriste se za proizvodnju posudica za proizvode industrije mesa, zatim za proizvodnju poklopaca koji se koriste za zatvaranje posudica od aluminijumske trake i za zatvaranje posudica od plastičnih masa u koje se pakuju kiselomlečni proizvodi (34).

Razmatrajući kvalitet oplemenjene aluminijumske tanke trake (folije) kao ambalažnog materijala za proizvodnju ambalaže, utvrđeno je da postoji više kombinacija (76) i to:

- aluminijumska traka ili folija kaširana orijentisanom ili neorijentisanom polipropilenskom folijom
- aluminijumska traka lakirana lakom zavarivim za polipropilensku foliju,
- aluminijumska traka lakirana lakom za formiranje vara – termolak (na osnovu akrilne smole),

U praksi se koriste materijali različitog sastava i debljine slojeva, a isto tako postoje i razlike u kvalitetu formiranog vara u zavisnosti od kvaliteta i debljine termoplastičnih materijala.

Od posebnog interesa je definisanje uslova sposobnosti formiranja i kvalitet formiranog vara. Hermetizacija se postiže formiranjem vara posebnim alatom, delovanjem povišenom temperaturom i povećanim pritiskom u određenom vremenskom intervalu (76).

Kvalitet vara uslovljen je, pored kvaliteta samog termoplastičnog materijala, izborom optimalnih uslova zatvaranja (temperatura, pritisak, vreme). Temperatura alata za zavarivanje treba da bude u granicama od 250 °C do 300 °C, a kod kombinacije sa polipropilenskom folijom i preko 300 °C, pritisak treba da je u granicama do 6 bara, vreme zavarivanja ispod jedne sekunde. Optimizacijom navedenih uslova u datim granicama treba da se postigne dobar kvalitet vara. Ispravnim varom orijentisane i neorijentisane polipropilenske folije može se smatrati onaj koji se kida pri delovanju sile veće od 15 N/15mm. Var izrađen od dva sloja laka ili sloja laka i polipropilenske folije smatra se ispravnim ako se kida pri delovanju sila većih od 10 N/15mm. O kvalitetu vara kombinacija sa polipropilenskim folijama može da se procenjuje na osnovu merenja debljine polipropilena u varu, pri čemu se ispravnim varom karakteriše onaj kod koga je izmerena debljina jednaka polovini zbira debljina polipropilenskih folija koje formiraju var (76).

## 2.4.2. PROIZVODNJA POKLOPACA ZA ČAŠE

Poklopci za zatvaranje termooblikovanih posudica proizvode se pregovanjem i isecanjem. Za to se koriste kombinovani ambalažni materijali sa aluminijumskim slojem koji kao termozavarivi sloj imaju tanki polimerni film ili sloj termolaka. Pod pregovanjem se podrazumeva utiskivanje površine hrapavog metalnog valjka u ambalažni materijal i time izazivanje plastične deformacije aluminijumskog sloja. Pri ovom postupku drugi valjak je sa tvrdoelastičnom površinom, najčešće izrađenom od gume. Dubina prega je do reda veličine debljina ambalažnog materijala. Nakon pregovanja poklopci se isecaju i slažu u ambalažu primerenog oblika i dimenzija (78).

## 2.5. FERMENTISANI PROIZVODI OD MLEKA

### 2.5.1. ZNAČAJ MLEKA I MLEČNIH PROIZVODA

Mleko je biološka tečnost bele boje, specifičnog ukusa i mirisa koju izlučuje mlečna žlezda ženke sisara. Postoje različite vrste mleka: kravlje, ovčije, kozije, kobilje i dr. Najviše se proizvodi kravlje mleko, a ono je i najznačajnije u industrijskoj preradi. Pod pojmom „mleko“ uvek se misli na kravlje, a ako je reč o nekom drugom mleku tada se to mora naglasiti. Mleko je jedina hrana mladunčetu u prvim danima života, a koristi se i kasnije u ishrani odraslih ljudi. Mleko je dragocena prirodna hrana dobrog hemijskog sastava i visoke nutritivne vrednosti. Mleko je složenog hemijskog sastava i prosečno sadrži 88 % vode i 12 % suve materije koju čine: belančevine, masti, ugljeni hidrati, mineralne materije, vitamini, enzimi i druge supstance u tragovima.

Voda sačinjava najveći deo mleka (86-89 %). Voda učestvuje u svim biohemijskim procesima, osnovni je rastvarač za sastojke suve materije. U njoj su rastvoreni svi sastojci osim masti (1, 8). Najveći deo čini slobodna voda, dok je 2-4 % u obliku vezane vode.

Suva materija predstavlja zbir pojedinih njenih sastojaka: masti, belančevina, ugljenih hidrata, mineralnih materija, vitamina i dr. Količina suve materije ima veliki uticaj na kvalitet pojedinih mlečnih proizvoda (fermentisanih mlečnih napitaka, sireva, mleka u prahu i dr.) (8).

### 2.5.2. KARAKTERISTIKE FERMENTISANIH MLEKA

Ako mleko se drži na sobnoj temperaturi koagulisaće se. Razlog tome je što se u mleku nalaze mikroorganizmi koji vrše nekontrolisanu fermentaciju i pri tom procesu stvara se mlečna kiselina koja dovodi do koagulacije osnovnog proteina

mleka - kazeina. Pored bakterija mlečne kiseline mleko može da sadrži druge nepoželjne, čak i patogene mikroorganizme, pa proizvod može biti štetan po zdravlje ljudi i lošeg, izmenjenog ukusa. Pri optimalnoj temperaturi mleka razmnožavanje mikroorganizama je vrlo brzo, jer je generacijsko vreme (vreme udvostručenja) većine bakterija svega oko pola sata.

Razvojem nauke, tehnologije, industrijske mikrobiologije, genetskog inženjerstva u industrijskoj proizvodnji fermentisanih mlečnih proizvoda koriste se odabrani sojevi mikroorganizama, tzv. starter kulture, kojima se obavlja kontrolisana fermentacija laktoze u mleku.

Fermentisani mlečni proizvodi su proizvodi od mleka dobijeni fermentacijom koju izaziva dodatna starter kultura termofilnih ili mezofilnih bakterija mlečne kiseline. Ova mikroflora za svoj metabolizam koristi laktozu, koja se pod anaerobnim uslovima, preko niza proizvoda pretvara u mlečnu kiselinu. Pretvaranje laktoze u mlečnu kiselinu ima efekat konzervisanja mleka (8, 71).

Fermentisani mlečni proizvodi kao i mleko sadrže sve sastojke potrebne ljudskom organizmu za rast, reprodukciju, snabdevanje energijom, održavanje i obnavljanje. Fermentacijom mleka pomoću mikroorganizama neki sastojci se menjaju, a stvaraju se neki novi sastojci, pa tako fermentisani proizvodi dobijaju nova svojstva.

Mlečna kiselina produžuje trajnost proizvoda a nastali novi proizvodi daju fermentisanom proizvodu novi ukus. Proteini mleka delimično razgrađeni do aminokiselina, postaju lakše probavljivi. Mineralne materije mleka u toku proizvodnje fermentisanih mlečnih proizvoda ostaju skoro nepromenjene. Fermentisani proizvodi su siromašni gvožđem i jodom, ali su bogati topivim solima kalcijuma i solima fosforne, limunske i drugih kiselina (1, 8).

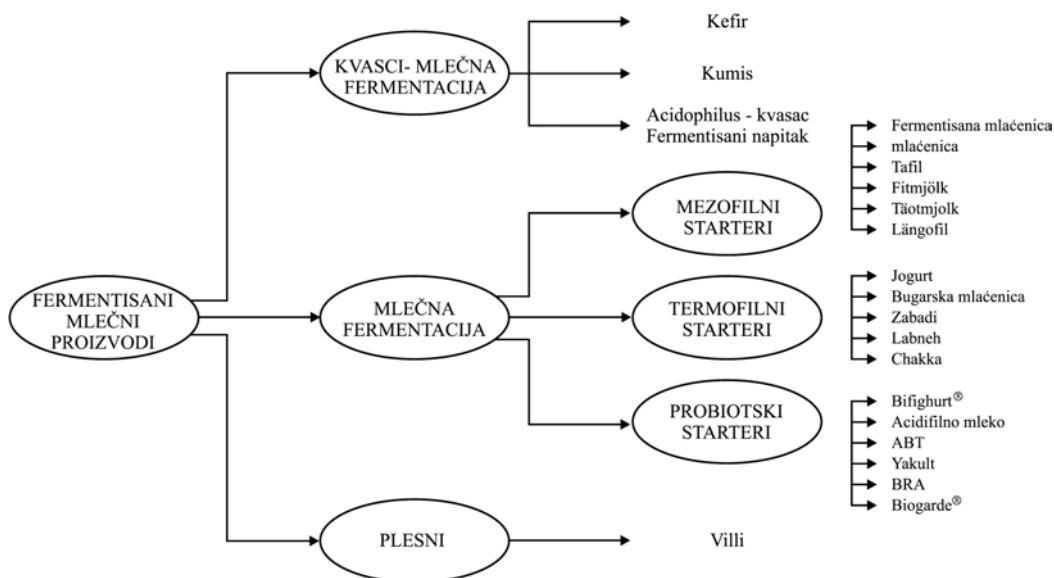
Tokom fermentacije mleka nastaju različiti proizvodi, od kojih su najvažniji mlečna kiselina i isparljive aromatične komponente (acetone, acetoin, acetaldehid, diacetil). Nastala mlečna kiselina prvenstveno utiče na koagulaciju mleka i daje prijatan kiselkast ukus proizvodu. Mirisne materije daju dodatan prijatan ukus proizvodu karakterističan za svaki tip proizvoda posebno (56).

Senzorne osobine zavise od mnogo činioca, a najviše od kvaliteta i vrste mleka, osobina bakterija mlečne kiseline koje se dodaju kao starter mikroorganizmi i od uslova koje treba obezbediti za njihovu biohemijsku aktivnost (56, 71). Ukus i miris su od presudne važnosti za ukupan kvalitet fermentisanih proizvoda.

Promene koje nastaju tokom fermentacije rezultat su (57):

- mlečno-kisele fermentacije,
- propionske fermentacije,
- limunske fermentacije,
- alkoholne fermentacije.

Među najpoznatije industrijski proizvedene fermentisane proizvode ubrajaju se: jogurt, kiselo mleko, kefir, kisela pavlaka, bio jogurt, acidofilno mleko i dr.



Šema 1: Klasifikacija fermentisanih mlečnih proizvoda (68)

Osnovna razlika između pojedinih fermentisanih mlečnih proizvoda koji se danas u svetu proizvode je u vrsti mikroorganizama koje ulaze u sastav starter kulture. Dalja klasifikacija je moguća prema nizu merila (8):

- prema vrsti mleka (kravlje, ovčje, kozje, kobilje i dr.),
- prema hemijskom sastavu – proizvedeno od punomasnog mleka, delimično obranog ili od mleka obogaćenog belančevinama isl.,
- prema vrsti fermentacije – homofermentativna ili heterofermentativna,
- prema načinu obrade mleka – od pasterizovanog, homogenizovanog/nehomogenizovanog,
- prema konzistenciji – čvrsti, tečni, u prahu, zamrznuti,
- prema dodacima – mogu se dodavati: dodaci za poboljšanje konzistencije i povećanje suve materije, koncentri voća i voćne paste, komadi svežeg voća, povrće, čokolada, vanila, med, žitarice, vitamini, mineralne materije, umesto saharoze veštački zaslađivači isl.

### 2.5.3. HRANLJIVA VREDNOST FERMENTISANIH MLEČNIH PROIZVODA

Fermentisani mlečni proizvodi se koriste u ishrani ljudi jer imaju značajnu hranljivu i dijetetsku vrednost. Čovek u svoj organizam kroz dnevne potrebe mora da unese belančevine, ugljene hidrate, masti, mineralne materije, mikroelemente i vitamine, da bi obezbedio pravilno funkcionisanje organizma i njegovu fizičku

aktivnost. Mleko ove sastojke sadrži u kombinaciji optimalnoj za ljudski organizam.

Fermentisano mleko je značajno jer:

- produžava upotrebljivost mlečnih proizvoda,
- povećava hranljivu vrednost stvaranjem mlečne kiseline i mirisnih materija,
- poboljšava svarljivost, što je posledica promena sastava mleka tokom fermentacije.

Tokom fermentacije količina laktoze se smanjuje za 20-30 %, a povećava količina mlečne kiseline, koja utiče na peristaltiku creva i povećava resorpciju kalcijuma i fosfora (53, 71). Hranljiva vrednost mlečne masti u fermentisanim proizvodima određena je količinom mlečne masti u mleku. U toku proizvodnje fermentisanih proizvoda mineralni sastojci mleka ostaju skoro nepromenjeni.

Hranljiva vrednost fermentisanih proizvoda zavisi od kvaliteta mleka namenjenog za proizvodnju fermentisanih proizvoda. Mleko namenjeno za proizvodnju fermentisanih proizvoda treba da je odgovarajućeg mikrobiološkog kvaliteta, da ne sadrži enzime i hemijske supstance koje mogu da uspore ili zaustave razvoj starter kultura i da ne sadrži antibiotike i bakteriofage.

Poslednjih godina sve se više brine o zdravlju ljudi i poboljavanju ishrane u cilju prevencije različitih bolesti.

Različite svetske zdravstvene organizacije i nutricionisti preporučuju smanjeni sadržaj masti, zasićenih masnih kiselina, holesterola i natrijuma u ishrani ljudi. Sve više se vrši obogaćenje namirnica vitaminima i/ili mineralnim materijama namenjenim specijalnim dijetama (40).

Standardizacija mleka namenjenog za proizvodnju fermentisanih proizvoda obuhvata podešavanje količine mlečne masti i suve materije. Podešavanjem količine mlečne masti u mleku moguće je dobiti fermentisane proizvode sa različitim postotkom mlečne masti namenjene potrošačima različitih kategorija.

Od tehnoloških operacija koje utiču na promenu nutritivne vrednosti fermentisanih proizvoda primenjuje se i homogenizacija. Homogenizacijom se utiče na poboljšanje konzistencije i viskoznosti proizvoda, poboljšavaju se svojstva grupa uz smanjenje izdvajanja surutke. Primenom homogenizacije utiče se i na nastajanje takozvanog punijeg ukusa i svarljivosti proizvoda. Homogenizacija se može vršiti pre ili posle toplotne obrade. Tako homogenizacija pre pasterizacije utiče na mikrobiološku ispravnost mleka, a posle termičkog tretmana na konzistenciju fermentisanog proizvoda (28).

I toplotna obrada mleka utiče na kvalitet fermentisanog proizvoda. Da bi se dobio fermentisani proizvod sa najboljim karakteristikama i odgovarajućom nutritivnom vrednošću, neophodno je odabrati odgovarajuću kombinaciju visine temperature i vremena njenog delovanja.

Na kvalitet, konzistenciju, ukus i miris fermentisanih mlečnih proizvoda utiču mnogi činioci (8):

- hemijski i mikrobiološki kvalitet mleka (sadržaj suve materije, rezidue antibiotika, deterdženata),
- sadržaj kiseonika u mleku (od značaja za razvoj bakterija mlečne kiseline),
- termički tretman i homogenizacija mleka,
- primenjena temperatura fermentacije utiče na aktivnost mešane starter kulture, količinu stvorene mlečne kiseline tj. krajnju pH vrednost,
- tehnološki postupci nakon fermentacije, deaeracija, hlađenje,
- sastav i kvalitet starter kulture (kvalitet i aktivnost kulture i međusobni uticaj različitih vrsta i kultura),
- sadržaj citrata u mleku (varira tokom godine i zavisi od načina ishrane krava).

Fermentisanom mleku mogu se dodati različite supstance u cilju poboljšanja konzistencije, hranljive biološke vrednosti, ukusa, mirisa, izgleda i dr. Starteri, stabilizatori, vitamini, soli, zaslađivači i aromatični dodaci po međunarodnoj klasifikaciji spadaju u aditive.

Fermentisani mlečni proizvodi su dva puta probavljiviji od svežeg mleka, pa su važni u ishrani male dece i starijih osoba.

#### 2.5.4. STARTER KULTURE ZA FERMENTACIJU

Pod pojmom starter kulture podrazumevaju se mikroorganizmi koji se koriste za dobijanje fermentisanih proizvoda (28). Najčešće se koriste starter kulture bakterija mlečne kiseline, kao i starter kulture kvasaca i plesni. Ako se starter kulture sastoje i jedne vrste bakterija tada se označavaju kao monokulture. Pored monokultura u industriji mleka se češće koristi mešavina kultura koja se sastoji od dve ili više vrsta mikroorganizama(8). Bakterije mlečne kiseline koje se koriste kao starter kulture dele se na: termofilne (koriste se za proizvodnju maslaca, kisele pavlake, svežih sireva, sirnih namaza) i mezofilne (koriste se za proizvodnju fermentisanih proizvoda tipa jogurta). Savremena proizvodnja kvalitetnih fermentisanih mlečnih proizvoda zahteva upotrebu starter kultura koje najčešće sadrže kombinaciju različitih vrsta i sojeva mikroorganizama, uglavnom bakterija mlečne kiseline. Kultura startera mora da bude čista, da ne sadrži zagađivače i da sadrži 5-8 miliona bakterija po mililitru (28). U tehnologiji fermentisanih proizvoda koriste se starter kulture uobičajene (mogu biti tečne, osušene i liofilizirane) i koncentrovane (smrznute, osušene i liofilizirane (28). Savremena tehnologija fermentisanih proizvoda koristi koncentrovane kulture koje se odlikuju nizom prednosti: lako se koriste, aktivnost je postojana u dužem vremenskom periodu, zahtevaju manje radno angažovanje, mogućnost promene genotipa i infekcije su svedene na minimum. U zavisnosti od stepena koncentrisanja ovi starteri se primenjuju bilo za proizvodnju radnih kultura ili se direktno dodaju mleku namenjenom za fermentaciju (45a).

Kada je u pitanju primena starter kultura u prehrambenoj industriji postoje opšti kriterijumi koji se odnose na sigurnost, tehnološke karakteristike i ekonomski aspekt primene (1a):

- a) sigurnost
  - neposedovanje patogene aktivnosti
  - odsustvo toksičnog delovanja
- b) tehnološke karakteristike
  - dominacija u odnosu na spontanu mikrofloru
  - otpornost na kontaminaciju u toku tehnološkog procesa
  - stabilna metabolitska aktivnost
- c) ekonomski aspekt
  - primena kulture mora biti rentabilna
  - osnovna svojstva se ne smeju menjati u toku roka trajanja
  - rukovanje mora biti krajnje jednostavno
  - kulture moraju biti smrznute ili liofilizovane

Ogroman napredak u savremenom razvoju tehnologije fermentisanih mlečnih napitaka postignut je lansiranjem nove vrste proizvoda za specijalne namene, inkorporiranjem probiotskih mikroorganizama u startere za fermentaciju ili u već fermentisano mleko (40a).

Probiotici su varijabilni mikroorganizmi izolovani iz intestinalnog trakta čoveka. Mlečni proizvodi sa probiotskim svojstvima su uglavnom fermentisani mešavinom nekoliko sojeva. U njihov sastav ulaze definisani sojevi sa potvrđenim probiotskim delovanjem, kao što su: *Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*. Obično jedan ili više sojeva imaju izraženu probiotsku aktivnost, a jedan ili više služe za poboljšanje ukusa, konzistencije ili jednostavnog i sigurnog vođenja proizvodnje fermentisanog napitka.

Zdravstveni značaj probiotskih mikroorganizama ogleda se u sledećem (68a):

- aktivnom delovanju protiv *Helicobacter pylori*,
- povećanju digestibilnosti laktoze,
- stimulaciji probavnog imuniteta,
- stimulaciji crevne peristaltike,
- poboljšanju ravnoteže između mikrobne populacije,
- smanjenju fekalne enzimske aktivnosti ili mutagenosti,
- smanjenju mogućnosti rasta *Salmonella* spp.,
- prevenciji/tretmanu akutnih, rotavirusnih dijareja, kao i onih uzrokovanih antibioticima,
- poboljšanju imuniteta prema različitim bolestima,
- smanjenju povišenog pritiska,
- stabilnosti intestinalne mikroflore,
- sniženju sadržaja holesterola.

Međutim, samo svakodnevno konzumiranje može da ima uticaja na sastav crevne flore (45b).



### 2.5.5. PROIZVODNJA FERMENTISANIH MLEČNIH PROIZVODA

Bez obzira na vrstu fermentisanih mlečnih proizvoda glavne faze tehnološkog procesa proizvodnje uglavnom su iste, a različita je količina suve materije upotrebljene sirovine i vrsta primenjene starter kulture. Važno je da se proizvode fermentisani mlečni proizvodi standardnog sastava karakterističnih senzornih svojstava.

Za proizvodnju fermentisanih proizvoda može se koristiti punomasno mleko, delimično obrano i obrano mleko, a kao sirovina za fermentisanu pavlaku koristi se slatka pavlaka s različitim postocima mlečne masti.

Jedna od najvažnijih operacija kod proizvodnje fermentisanih mleka je izbor sirovine. Važne faze u procesu proizvodnje pored dodataka starter kulture su:

- standardizacija suve materije i mlečne masti,
- homogenizacija,
- termički tretman (pasterijacija ili čak sterilizacija)

U proizvodnji fermentisanih mlečnih proizvoda važno je primeniti homogenizaciju mleka ili pavlake, kojom se, osim usitnjavanja i jednolične raspodele mlečne masti postiže i sledeće (1, 71):

- povećanje viskoziteta i poboljšanje konzistencije fermentisanog proizvoda,
- poboljšanje teksture proizvoda (glatka, bez pojave grudvica) uz smanjeno izdvajanje surutke na površini proizvoda,
- bolji ukus proizvoda,
- poboljšanje probavljivosti proizvoda.

Homogenizovati se može mleko, jogurt i pavlaka. Homogenizacija se vrši pre ili posle pasterizacije. Ako se homogenizuje pre pasterizacije, razbiće se nakupine bakterija koje će se lakše uništiti u toku pasterizacije. Homogenizacijom posle pasterizacije dobija se bolja konzistencija gotovog proizvoda. Porastom pritiska homogenizacije smanjuje se veličina masnih kuglica u mleku, a viskozitet fermentisanog proizvoda se povećava. Kao optimalan preporučuje se pritisak od 150 do 200 bara, a optimalna temperatura homogenizacije je 50 - 60 °C. Kod homogenizacije na višim temperaturama narušava se postojanost belančevina surutke.

U toku proizvodnje, mleko se obrađuje toplotom sa ciljem:

- da se unište svi patogeni i većina nepoželjnih mikroorganizama,
- radi stvaranja fizičko-hemijskih promena koje dovode do poboljšanja sposobnosti vezivanja vode,
- da se omoguće uslovi za rast aktivnosti bakterija dodate starter kulture.

Visoka temperatura toplotne obrade mleka, osim što utiče na nežnu strukturu gela, uništava i vitamine u mleku, posebno one rastvorne u vodi. Važno je odrediti optimalnu temperaturu i trajanje termičke obrade da bi se postigao najbolji sastav fermentisanih mlečnih proizvoda. Zbog toga se u proizvodnji fermentisanih mlečnih proizvoda preporučuje pasterizacija mleka pri temperaturi 85-95 °C, u trajanju 5-20 minuta (71, 82).

Nakon homogenizacije i toplotne obrade vrši se hlađenje do temperature pogodna za inkubaciju starter kulture. Trajanje inkubacije zavisi od temperature i aktivnosti dodane starter kulture. Trajanje inkubacije se mora kontrolisati, tj. odabrati povoljan trenutak kada će se inkubacija prekinuti (hlađenjem) i tako zaustaviti dalje povećanje kiselosti da bi se dobio proizvod dobrih senzornih svojstava.

Radi poboljšanja konzistencije, ukusa i mirisa proizvoda, u mleko za proizvodnju fermentisanih proizvoda mogu se dodati različite materije (aditivi) koje poboljšavaju konzistenciju, ukus, miris i izgled i povećavaju hranljivu biološku vrednost. U mleko za proizvodnju fermentisanih proizvoda često se dodaju stabilizatori – supstance koje vezuju slobodnu vodu i na taj način stabilizuju proizvod. Sredstva za vezivanje slobodne vode i zgrušavanje najčešće se koriste u proizvodnji:

- voćnog deserta i ostalih fermentisanih napitaka,
- pasterizovane pavlake, a takođe i
- različitih pudinga,
- sladoleda.

Fermentisanom proizvodu može se dodati voće, voćne preradevine i voćne arome radi dobijanja proizvoda s novim svojstvima. Voće (posebno pripremljeno) dodaje se pre ili nakon inkubacije fermentisanog proizvoda. Ako se voće dodaje pre inkubacije može pasti na dno pakovanja, pa se najčešće dodaje nakon inkubacije (1).

Rok trajanja proizvoda je vreme za koje se proizvod može skladištiti pri određenim uslovima bez promene kvaliteta ispod određenog minimuma. U vezi sa tendencijom za veće i centralizovanije sisteme proizvodnje tržišta postaju udaljenija i veća. U nekim slučajevima, područja na kojima se vrši prodaja mogu biti toliko velika da je isporuka u ta mesta ekonomski opravdana samo jednom u nekoliko nedelja. Za ovo su potrebne primene metoda produženja roka trajanja proizvoda (56, 68).

Rok trajanja fermentisanih proizvoda se može produžiti na dva načina (57):

- termičkim tretmanom gotovog proizvoda bilo u paketu ili neposredno pre pakovanja uz dodatak stabilizatora pre obrade,
- proizvodnjom u aseptičkim uslovima,
- pakovanjem proizvoda pod aseptičkim uslovima.

U ovim ispitivanjima proizvodi su pre pakovanja termički tretirani, a pakovani su pod aseptičkim uslovima.

Trajnost fermentisanih mlečnih proizvoda u svakom slučaju zavisi od uslova proizvodnje, hlađenja i uslova čuvanja. Aseptičko pakovanje se zasniva na činjenici da se trajnost fermentisanog proizvoda postiže upotrebom sterilne ili gotovo sterilne sirovine i specijalne starter kulture uz aseptičko punjenje u sterilnu ambalažu. Stvorena kiselina u proizvodu deluje kao konzervans i ona kraće ili duže vreme održava dobar kvalitet mlečnih proizvoda (53).

Proizvod treba čuvati od zagađenja kvascima i plesnima koji utiču na kvalitet proizvoda, jer mogu da prežive i da se razmnožavaju u kiseloj sredini, što izaziva loš ukus i izdvajanje surutke u proizvodu. Korišćenjem aseptičkih posuda koje su trajno pod pritiskom sterilnog vazduha, sprečava se zagađenje iz vazduha. Na taj način se produžava rok trajanja proizvoda (56). Pre otpreme fermentisane proizvode treba pakovati u pakovanja pogodna za maloprodaju. Pakovanje se može vršiti ručno, poluautomatski i automatski. Proizvodi sa produženim rokom trajanja ne pakuju se ručno jer postoji mogućnost zagađenja proizvoda (53).

Kod automatskog pakovanja sve radnje su automatske: merenje, punjenje, zatvaranje i otprema. Ovakvo pakovanje ima više prednosti: tačnost doziranja količine proizvoda, velika brzina punjenja, čistoća postupka i čuvanje proizvoda od zagađenja. Redosled radnji je sledeći:

- razlaganje hrpa čašica,
- UV zračenje čašica,
- aseptičko punjenje,
- UV zračenje folije za poklopac,
- zatvaranje čašica.

Nekada su se fermentisani proizvodi pakovali u staklenu (povratnu) ambalažu, a danas se najčešće pakuju u plastičnu (nepovratnu) ambalažu. Svi fermentisani mlečni proizvodi se čuvaju pri temperaturi 4 do 8 °C. Ove niske temperature sprečavaju razvoj mikroorganizama, tj ne povećava se kiselost proizvoda. Ovi proizvodi se takođe moraju zaštititi od svetla čuvanjem u tamnom prostoru ili u ambalaži koja ne propušta svetlo. Pri transportu fermentisanih proizvoda treba osigurati mirno rukovanje, jer svako jače potresanje uzrokuje izdvajanje surutke, što narušava kvalitet proizvoda (8).

#### **2.5.5.1. Proizvodnja termizirane kisele „pavlake plus“**

Pavlaka je proizvod dobijen koncentrisanjem masti iz mleka i zadržava oblik emulzije koju mast ima u mleku. Pavlaka mora da sadrži najmanje 10 % mlečne masti. Prema „Pravilniku“ o fermentisanim mlečnim proizvodima prema sadržaju mlečne masti pavlaka se stavlja u promet kao (55):

- pavlaka i sadrži najmanje 18 % mlečne masti,
- polumasna pavlaka i sadrži 10 % do 18 % mlečne masti,
- pavlaka za lupanje, odnosno lupana pavlaka i sadrži najmanje 28 % mlečne masti,
- punomasna pavlaka za lupanje, odnosno punomasna lupana pavlaka i

sadrži najmanje 35% mlečne masti,

- ekstra masna pavlaka i sadrži najmanje 45 % mlečne masti.

Prema „Pravilniku“ pavlaka se stavlja u promet kao:

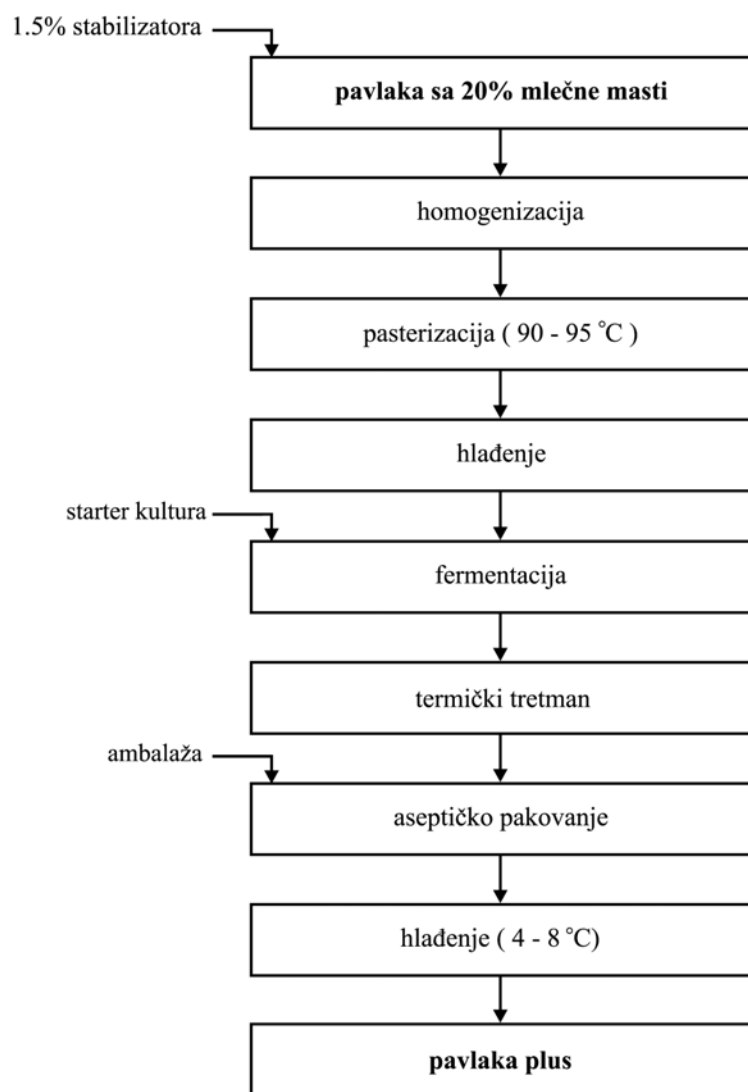
- pasterizovana pavlaka,
- pasterizovana lupana pavlaka,
- pasterizovana lupana zaslađena pavlaka,
- zamrznuta lupana pasterizovana pavlaka,
- zamrznuta lupana pasterizovana zaslađena pavlaka,
- sterilizovana pavlaka,
- sterilizovana lupana pavlaka,
- sterilizovana lupana zaslađena pavlaka,
- kisela pasterizovana pavlaka,
- jogurtna kisela pasterizovana pavlaka,
- termizirana jogurtna kisela pavlaka,
- termizirana kisela pavlaka,
- ostale vrste pavlake (55).

Termizirana kisela pavlaka u proizvodnji i prometu prema „Pravilniku“ mora da ispunjava sledeće zahteve:

- da je bele i belo-žućkaste boje,
- da ima karakterističan miris i blago kiseli ukus,
- da je čvrsta, homogena ili ujednačene guste konzistencije,
- da pH nije manji od 4,
- da je proba na peroksidazu negativna (55).

Proces proizvodnje termizirane „pavlake plus“ prikazan je na šemi 2.

U proizvodnji termizirane „pavlake plus“ polazi se od pasterizovane pavlake sa 20 % mlečne masti. Potom se dodaju aditivi: modifikovani škrob i jestivi želatin. Dodaje se i 1,5 % stabilizatora. Smeša se homogenizuje, pasterizuje na temperaturi 90-95 °C, hladi do temperature fermentacije i inokulacija se vrši termofilnim bakterijama mlečne kiseline. Posle završene fermentacije kisela pavlaka se toplotno obrađuje, a zatim se pakuje na mašini za aseptičko pakovanje. Pavlaka se pakuje u PP plastične čaše koje se zatvaraju zavarivanjem Al folijom. Gotov proizvod se hladi u hladnjači do temperature 4-8 °C. Rok trajanja proizvoda deklarise se 60 dana na temperaturi 4-8 °C.



Šema 2: Šema tehnološkog procesa proizvodnje termizirane“ pavlake plus“

### 2.5.5.2. Proizvodnja voćnog deserta – „voćko“

Osnovna sirovina – mleko određuje kvalitet deserta. Mleko za ovu namenu mora biti sveže, higijenski ispravno i bez prisustva inhibitora, pesticida, deterdženata i drugih štetnih materija. Sadržaj suve materije u mleku je takođe od značaja za konzistenciju krajnjeg proizvoda, jer se povećanjem suve materije povećava sadržaj belančevina i dobija čvršći gel sa manjom sklonošću ka izdvajanju seruma.

Posle prijema i izbora mleka vrši se prečišćavanje mleka u cilju otklanjanja mehaničkih nečistoća iz mleka. Ovaj proces se obavlja filtracijom ili centrifugiranjem.

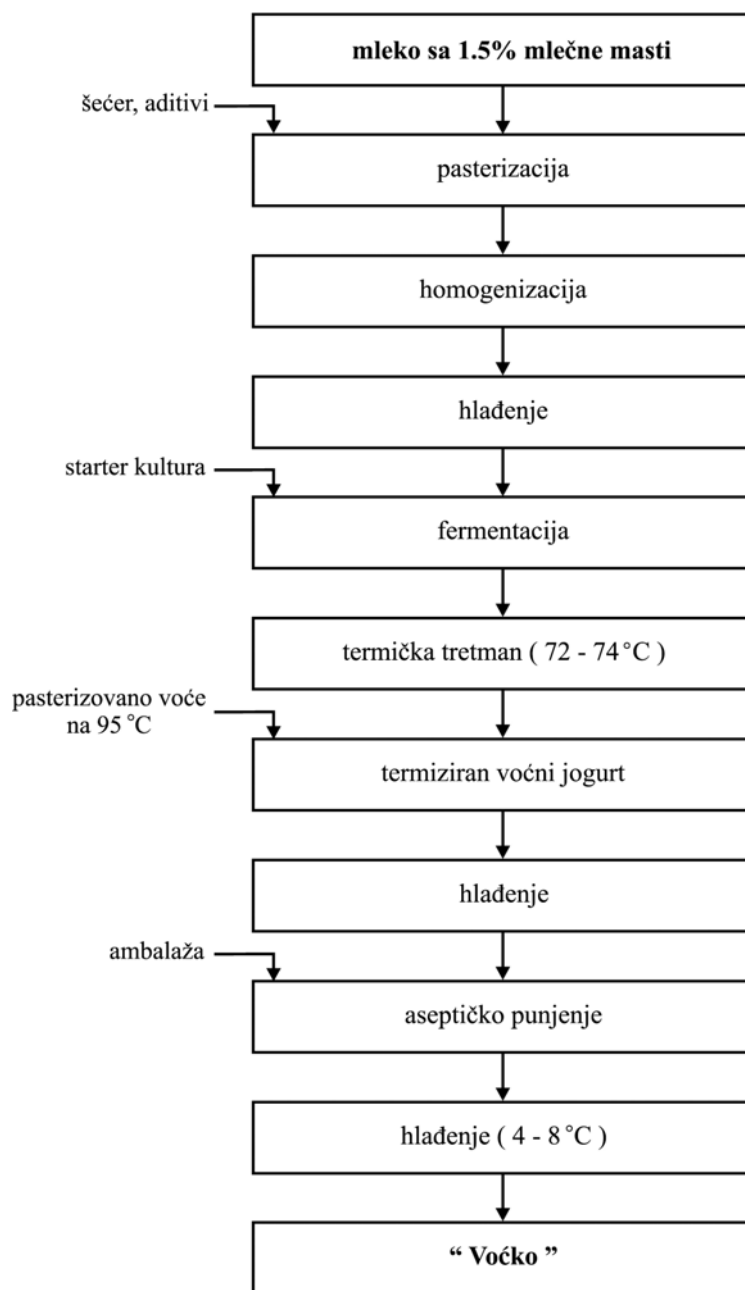
Proces proizvodnje voćnog deserta „voćko“ prikazan je na šemi 3.

Jedna od sledećih značajnih faza je standardizacija mleka u separatoru, tj. procenat masti se podešava na željenu vrednost. U standardizovano mleko dodaje se šećer i aditivi. Šećer se dodaje do 10 %. Ne preporučuje se dodavanje više od 10 % šećera, jer on usporava vrenje. Količina šećera se menja prema vrsti dodatog voća. Od aditiva se dodaje modifikovani škrob i to 10 g/kg i jestivi želatin 10 g/kg.

Smeša se zatim pasterizuje, homogenizuje i hladi na temperaturi fermentacije. Sledeća faza je inokuliranje jogurnom kulturom. Posle završene fermentacije jogurt se toplotno obrađuje na temperaturi 72-74 °C u specijalnom uređaju. U protoku se meša sa pasterizovanim voćem na 95 °C. Smeša se zatim hladi na temperaturu punjenja i pakuje na mašini za aseptičko pakovanje. Pakuje se u plastične polipropilenske čašice i hladi u hladnjači do temperature 4-8 °C. Trajanje proizvoda deklarise se 40 dana na temperaturi 4-8 °C.

Mlečni desert – „voćko“ prema proizvođačkoj specifikaciji mora da ispunjava sledeće zahteve:

- da sadrži najmanje 0,8 % mlečne masti,
- da sadrži najmanje 2,7 % belančevina,
- da sadrži najmanje 11 % ukupnog šećera,
- da pH nije manji od 3,5,
- da ima boju koja odgovara dodatom proizvodu voća,
- da ima miris i prijatno osvežavajući kiseli ukus svojstven dodatom proizvodu voća,
- da je gusto-tečne i blago želirane konzistencije.



Šema 3: Šema tehnološkog procesa proizvodnje voćnog deserta – „vočko“

### 3. EKSPERIMENTALNI DEO

Do sada se pavlaka pakovala u polistirenske posudice sa rokom trajanja do 30 dana. U mlekari „Imlek“ bilo je pokušaja da se pavlaka proizvodi po izmenjenoj tehnologiji, odnosno sa povećanim toplotnim tretmanima uz dodatak stabilizatora. Pavlaka je pakovana u PP čaše, ali ne za domaće, nego za makedonsko tržište. Pavlaka koja je tako pakovana imala je deklarisan rok trajanja 60 dana, ali to nije ni potvrđeno ni odbačeno. Pavlaka je pakovana samo u neprozirnu ambalažu, a u prozirnu je pakovana prvi put prilikom ovog ispitivanja. Iz ovoga proističe radna hipoteza, a to je da se utvrdi na koji način se može produžiti deklarisan rok održivosti. Utvrđeno je koji način proizvodnje i pakovanja treba primeniti i koja ambalaža ima dobre barijerne karakteristike da očuva proizvod u što dužem periodu. Zbog udaljenosti tržišta sa ekonomske tačke gledišta odlučili smo da se pronađe način da se rok trajanja proizvoda produži, ali i da se dokaže na koji način je to moguće i da se ispitivanjem proizvoda tačno utvrdi koji je najduži period održivosti koji se može dostići. Pored termizirane „pavlake plus“ odlučili smo se za voćni desert „voćko“ sa različitim ukusima.

Da bi se došlo do konkretnih rezultata mogućnosti primene termoformirane ambalaže za proizvode od mleka produžene održivosti izvršena su sledeća ispitivanja: ispitivanje karakteristika kvaliteta ambalažnih materijala, ispitivanje karakteristika formirane ambalaže i ispitivanje upakovanog sadržaja. Svi uzorci su proizvedeni na uobičajeni industrijski način, pakovani su pod aseptičkim uslovima i skladišteni na temperaturi frižidera.

#### 3.1. EKSPERIMENTALNI MATERIJAL

Za ispitivanje su korišćeni ambalažni materijali:

- polistiren (PS)
- polipropilen (PP) (iz proizvodnje „Hipol“ Odžaci)
  - a) neprozirni
  - b) prozirni
- koekstrudirani polipropilen sa barijernim slojem (PP/B/PP)
- folija Al/lak koji su korišćeni za termovarive poklopce.

Na ambalažnim materijalima izvršena su sledeća ispitivanja:

- sastav,
- debljina,
- masa po jedinici površine,
- propustljivost svetlosti,



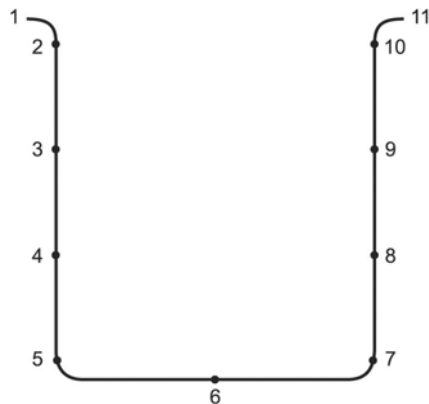
- zdravstvena ispravnost,
- miris i ukus.

Od materijala istog sastava izrađena je i ispitana sledeća ambalaža:

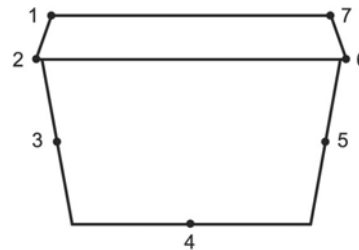
- termoformirane posudice, standardnih dimenzija, zapremine 200 ml, izrađene od trake polipropilena, neprozirni,
- termoformirane posudice, standardnih dimenzija, zapremine 200 ml, izrađene od trake polipropilena, prozirni,
- termoformirane posudice, standardnih dimenzija, zapremine 200 ml, izrađene od trake polistirena,
- termoformirane posudice, standardnih dimenzija, zapremine 200 cm<sup>3</sup>, izrađene od polipropilenskog kompaunda (PPc),
- termoformirane posudice, zapremine 75 cm<sup>3</sup>, izrađene od petoslojne koekstrudirane polipropilenske trake sa barijernim slojem (PP/B/PP)
- termovarivi poklopci izrađeni od trake Al/lak.

Na izrađenoj ambalaži izvršena su sledeća ispitivanja:

- debljina zidova,
- propustljivost svetlosti,
- zapremina,
- kvalitet štampe na posudicama i štampe na poklopcu.



posudica 200 cm<sup>3</sup>



posudica 75 cm<sup>3</sup>

Šema 4: Prikaz preseka posudica

Brojne oznake na šemi 4. predstavljaju mesta na kojima su izvršena merenja debljine zida čaša.

Na izrađenoj i prazno zatvorenoj ambalaži izvršena su sledeća ispitivanja:

- kvalitet vara (zatezna jačina i hermetičnost).

Posle ispitivanja pet vrsta ambalaže (što je prikazano u poglavlju 4.2) za punjenje mlečnih proizvoda čija će se trajnost dalje pratiti kao i sam kvalitet

ambalaže odlučili smo se za: polipropilenske čaše neprozirne i polipropilenske čaše prozirne.

U ispitivanu ambalažu punjeni su sledeći proizvodi:

- „pavlaka plus“ iz redovne proizvodnje firme „Imlek“,
- voćni desert „voćko“ iz redovne proizvodnje firme „Imlek“.

„Pavlaka plus“ i voćni desert su proizvedeni na uobičajeni industrijski način, zatim pakovani na mašinama za aseptičko punjenje i pakovanje mlečnih proizvoda u termoformiranu ambalažu. Navedeni proizvodi su pakovani u polipropilenske čaše (prozirne i neprozirne).

Do ispitivanja proizvodi su skladišteni na temperaturi od 10 °C.

Proizvodi su ispitani neposredno nakon proizvodnje i periodično:

- „pavlaka plus“ svakih 30 dana do isteka roka trajanja, a posle svakih 15-30 dana,
- voćni desert nakon 30 dana, a posle svakih 7 dana.

Svi proizvodi su ispitivani do pojave nepoželjnih promena. Održivost proizvoda ispitivana je primenom hemijskih, mikrobioloških metoda, i senzornom analizom.

Hemijskim metodama ispitani su:

- pH vrednost,
- sadržaj masti,
- promene sastava masti,
- sadržaj suve materije,

Mikrobiološka ispitivanja obuhvatila su prisustvo:

- ukupnog broja mikroorganizama,
- bakterije Salmonella vrste,
- koaguloza pozitivne stafilokoke,
- sulfitoreducujuće klostridije,
- Protels vrste,
- Escherichia coli.

Senzorna analiza su obuhvatila je ocenu:

- spoljnog izgleda,
- boje,
- konzistencije,
- mirisa i
- ukusa.

## 3.2. METODE ISPITIVANJA

Ambalaža i ambalažni materijal:

3.2.1. Debljina je određena po (JUS G.S2.733), mernim vijkom Micro 2000 na položajima označenim na šemi 4.

3.2.2. Određivanje mase po jedinici površine je po postupku JUS G.52.702.

3.2.3. Propustljivost svetlosti uzoraka određena je UV-V spektrofotometar UNICAM-SP-800 u opsegu talasnih dužina 200-800 nm.

3.2.4. Miris se ispituje brzom metodom, razvijanjem mirisa u određenoj zapremini, pojačavanjem na povišenoj temperaturi od 60 °C. Folija se zatvori u bocu zapremine 500 ml. Miris se razvija jedan sat na temperaturi 60 °C, posle čega se ocenjuje jačina mirisa u rasponu od 0 do 5, uz definisanje karakteristika mirisa.

3.2.5. Ukus uzorka kod ispitanih folija je određen obradom uzorka toplom vodom temperature 70 °C i degustacijom ekstrakta nakon 5 minuta stajanja. Folija površine 400 cm<sup>2</sup> se prelije sa 200 ml vode temperature 70 °C i posle 5 minuta se ocenjuje ukus ekstrakta. Intenzitet ukusa se ocenjuje ocenom od 0 do 5 uz opisivanje karakteristika ukusa (6).

Hemijske analize:

3.2.6. pH vrednost je određena elektrohemijski pH metrom, «Iskra» Ma 5713, Kranj.

3.2.7. Sadržaj mlečne masti je određen metodom po Gerberu (1b).

3.2.8. Suva materija je određena direktnom metodom sušenja na 102±1 °C do nepromenjene mase (1).

3.2.9. Kiselinski broj (Kbr), anisidinski broj (Abr) i specifična apsorpcija određeni su iz uzoraka čija je masnoća izdvojena ekstrakcijom na hladno pomoću heksana.

3.2.10. Peroksidni broj (Pbr) je određen iz uzorka čija je masnoća izdvojena ekstrakcijom na hladno pomoću hloroforma.

### 3.3. STATISTIČKA OBRADA DOBIJENIH REZULTATA

3.3.1. Standardno odstupanje (S) se izračunava na osnovu formule:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

3.3.2. Koeficijent varijacije (Kv) se izračunava na osnovu formule:

$$Kv = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100(\%)$$

S = standardno odstupanje

$\bar{X}$  = srednja vrednost

X<sub>i</sub> = pojedinačna vrednost

Kv = koeficijent varijacije

n = broj ponavljanja odnosno broj ispitanih uzoraka

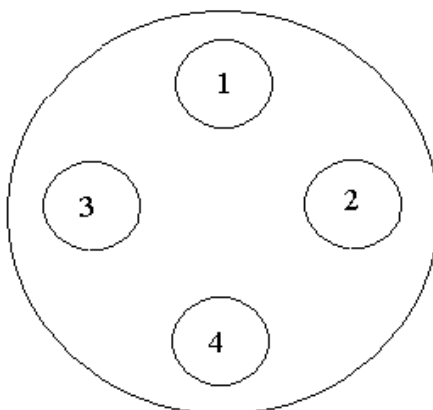
## 4. REZULTATI I DISKUSIJA

### 4.1. REZULTATI ISPITIVANJA AMBALAŽNIH MATERIJALA

Na ambalažnim materijalima izvršena su sledeća ispitivanja:

- sastav,
- debljina,
- masa po jedinici površine,
- propustljivost svetlosti,
- zdravstvena ispravnost,
- miris i ukus.

#### 4.1.1. DEBLJINA POKLOPCA ZA ČAŠE (Al/lak)

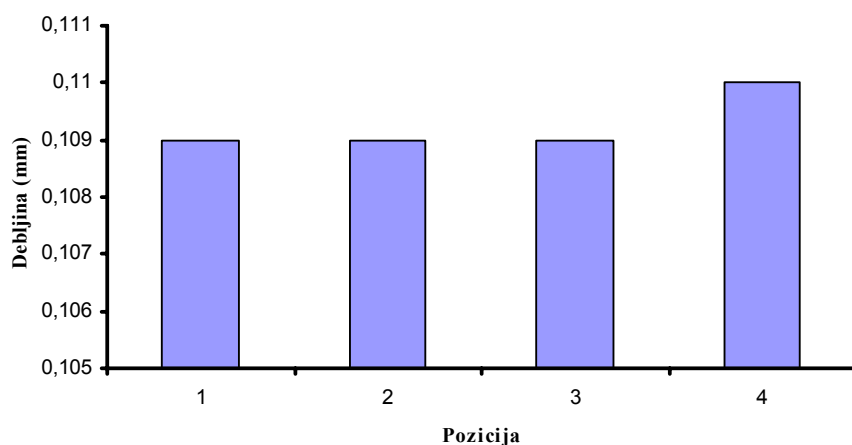


**Šema 5:** Poklopac čaše sa označenim pozicijama

U tabeli 1. i na grafikonu 1. prikazani su rezultati merenja debljine poklopca za čaše.

**Tabela 1:** Debljina (mm) poklopca za čaše (Al/lak):

POZICIJA	$\bar{X}$ (mm)
1	0,109
2	0,109
3	0,109
4	0,11
S	0,0024
Kv (%)	2,276



**Grafikon 1.** Debljina poklopca za čaše.

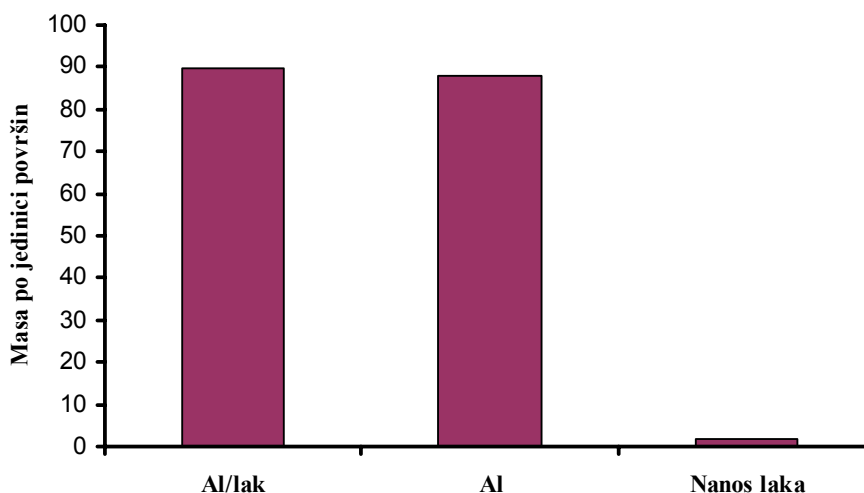
Iz prikazanih rezultata merenja na grafikonu 1. se vidi ambalažni materijal od kog su izrađeni poklopci na svim pozicijama merenja ima istu debljinu. Srednja debljina poklopca je 0,109 mm. Male vrednosti standardnog odstupanja i koeficijenta varijacije pokazuju malo odstupanje vrednosti dobijenih na različitim mestima merenja debljine. Prosečna vrednost standardnog odstupanja je  $S=0,0024$  mm, a koeficijenta varijacije  $Kv=2,276$  %.

#### 4.1.2. MASA PO JEDINICI POVRŠINE

U tabeli 2. i na grafikonu 2. prikazani su rezultati merenja mase po jedinici površine poklopaca za čaše.

**Tabela 2:** Masa po jedinici površine poklopaca Al/lak i nanos laka u  $g/m^2$

UZORAK	Masa poklopca sa lakom (g)	Masa polopca bez laka (g)	Masa laka (g)	Masa Al/lak ( $g/m^2$ )	Nanos laka u $g/m^2$	Al ( $g/m^2$ )
$\bar{X}$	0,3635	0,3561	0,0074	89,549	1,822	87,725
S	0,005	0,001	0,001	0,10	0,36	0,34
Kv (%)	1,375	0,36	18,91	0,12	19,97	0,39



**Grafikon 2:** Masa po jedinici površine nanos laka na poklopcima

Iz prikazanih rezultata merenja na grafikonu 2. se vidi da termovarivi poklopci Al/lak imaju masu po jedinici površine  $89,55 g/m^2$ , masa po jedinici površine aluminijuma je  $87,72 g/m^2$ , a nanos laka je  $1,82 g/m^2$ .

Navedene vrednosti mase po jedinici površine utvrđene merenjem odgovaraju vrednostima koje poizilaze iz debljine i mase. Male vrednosti standardnog odstupanja i koeficijenta varijacije pokazuju malo odstupanje vrednosti dobijenih merenjem debljine i mase različitih uzoraka. Važan pokazatelj karakteristika materijala je debljina. Na osnovu ovih rezultata se vidi da je materijal od koga su izrađeni poklopci za zatvaranje čaša ujednačene debljine.

#### **4.1.3. PROPUSTLJIVOST SVETLOSTI AMBALAŽNOG MATERIJALA (Al/lak za izradu poklopaca)**

U okviru ovog rada radeno je ispitivanje propustljivosti svetlosti za poklopce kojim se zatvaraju čaše sa mlečnim proizvodima. Ispitivanje je urađeno na 50 uzoraka. Kod svih ispitanih uzoraka došli smo do istih rezultata da je aluminijumska traka za izradu poklopaca potpuno nepropusna za svetlost. Ovim ispitivanjem su potvrđeni očekivani rezultati.

#### **4.1.4. ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST AMBALAŽNIH MATERIJALA**

Da bi se ambalažni materijal mogao koristiti za pakovanje prehrambenih proizvoda mora da bude zdravstveno ispravan. Zdravstvena ispravnost ambalaže je regulisana određenim pravilnikom, a utvrđivanje koji je materijal zdravstveno ispravan vrše specijalizovane i ovlašćene institucije.

Na osnovu rezultata ispitivanja ambalažnih materijala kako polimernih materijala za izradu ambalaže tako iz aluminijumske trake za izradu poklopaca utvrđeno je da ispunjavaju sve uslove o zdravstvenoj ispravnosti materijala koji se koriste za pakovanje prehrambenih proizvoda.

#### **4.1.5. MIRIS I UKUS**

Ambalažni materijali pružaju značajnu zaštitu u očuvanju senzornih svojstava, kao što su miris i ukus. Ako je nepravilno odabran ambalažni materijal može imati nepoželjan uticaj na ova svojstva. Miris potiče od lako isparljivih aromatičnih materijala.

Miris ambalaže od polipropilena (neprozirne i prozirne) je prema skali intenziteta ocenjen ocenom 1-2, slabog je intenziteta, karakterističan za prirodu materijala.

Ukus je prema skali intenziteta ocenjen ocenom 0,5-1, slabog je intenziteta, karakterističan za prirodu materijala.



## 4.2. REZULTATI ISPITIVANJA IZRAĐENE AMBALAŽE

### 4.2.1. DEBLJINA ZIDA IZRAĐENIH ČAŠA

U tabelama 3, 4, 5, 6, i 7 i na grafikonu 3 prikazane su izmerene vrednosti debljina zida čaša na različitim mestima, koja su označena na šemi 4.

**Tabela 3:** Debljina zida čaša 200 cm<sup>3</sup> od polipropilena (neprozirne) [mm]

POLOŽAJ	$\bar{X}$ (mm)	S (mm)	Kv (%)
1	1,277	0,047	3,68
2	0,721	0,195	27,04
3	0,328	0,030	9,14
4	0,275	0,034	12,36
5	0,542	0,159	29,33
6	0,289	0,093	32,17
7	0,364	0,097	26,64
8	0,773	0,247	31,95
9	1,304	0,246	18,86

**Tabela 4:** Debljina zida čaša od (200 cm<sup>3</sup>) polipropilena (prozirne) [mm]

POLOŽAJ	$\bar{X}$ (mm)	S (mm)	Kv (%)
1	1,345	0,057	4,23
2	0,576	0,081	14,06
3	0,297	0,025	8,41
4	0,234	0,012	5,12
5	0,402	0,034	8,45
6	0,224	0,011	4,91
7	0,350	0,085	24,28
8	0,613	0,115	18,76
9	1,334	0,046	3,45

**Tabela 5:** Debljina zida čaša  $200\text{ cm}^3$  od polistirena (PS) [mm]

POLOŽAJ	$\bar{X}$ (mm)	S (mm)	Kv (%)
1	1,22	0,66	4,91
2	0,34	0,03	8,59
3	0,32	0,01	3,12
4	0,35	0,02	5,71
5	0,50	0,07	14,00
6	0,37	0,03	8,08
7	0,33	0,09	27,27
8	0,32	0,03	9,37
9	1,21	0,04	3,30

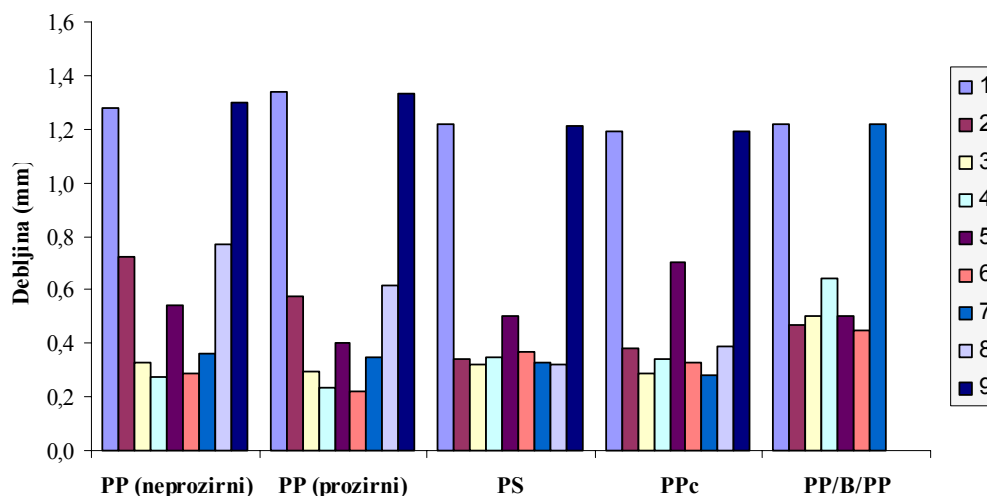
**Tabela 6:** Debljina zida čaša ( $200\text{ cm}^3$ ) od polipropilenskog kompaunda (PPc) [mm]

POLOŽAJ	$\bar{X}$ (mm)	S (mm)	Kv (%)
1	1,19	0,02	1,68
2	0,38	0,05	13,15
3	0,29	0,03	10,34
4	0,34	0,10	29,41
5	0,70	0,21	30,00
6	0,33	0,09	27,27
7	0,28	0,03	10,71
8	0,39	0,05	12,82
9	1,19	0,03	2,52

**Tabela 7:** Debljina zida čaša ( $75 \text{ cm}^3$ ) od PP/B/PP [mm]

POLOŽAJ	$\bar{X}$ (mm)	S (mm)	Kv (%)
1	1,22	0,02	1,63
2	0,47	0,05	10,63
3	0,50	0,05	9,94
4	0,64	0,06	9,37
5	0,50	0,05	10,00
6	0,45	0,06	13,33
7	1,22	0,02	1,63

Na grafikonu 3 prikazane su izmerene vrednosti debljina zida na različitim mestima formiranih čaša.

**Grafikon 3:** Debljina zida izrađenih čaša na mestima označenim na šemi 4.

Debljina zida izmerena je na različitim mestima čaša (šema 4). Zid je najdeblji na ravnoj površini gornjeg dela posudice i na dnu. Debljina na ravnoj površini gornjeg dela posudice za posudice od PP (neprozirne) je 1,27 – 1,30 mm, za PP posudice (prozirne) je 1,33 – 1,34 mm, za posudice od PS je 1,20 – 1,21 mm, za posudice od PPc je 1,19 mm, a za PP/B/PP 1,22 mm. Debljina zidova na stranama je manja, što je posledica istezanja prilikom termoformiranja. Najmanja izmerena vrednost zida posudica PP (neprozirnih) je 0,27 mm, PP (prozirne) je 0,22 mm, za posudice od PS je 0,32 – 0,37 mm, za posudice od PPc je 0,28 – 0,39 mm, a za posudice od PP/B/PP je 0,45 – 0,50 mm. Male vrednosti standardnog odstupanja i koeficijenta varijacije pokazuju malo odstupanje vrednosti dobijenih merenjem debljine zidova sve tri vrste čaša.

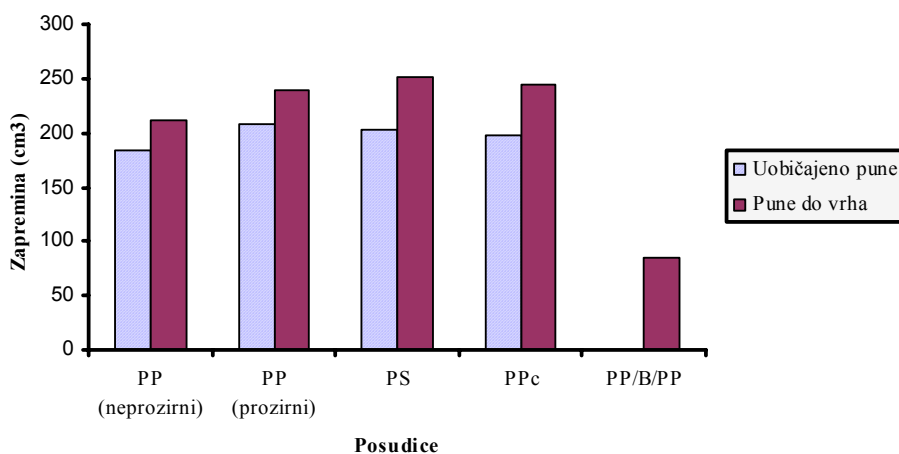
## 4.2.2. ZAPREMINA ČAŠA

U tabeli 8. prikazani su rezultati zapremine čaša.

**Tabela 8:** Zapremina čaša ( $\text{cm}^3$ )

	PP (200 $\text{cm}^3$ ) (neprozirne)		PP (200 $\text{cm}^3$ ) (prozirne)		PS (200 $\text{cm}^3$ )		PPc (200 $\text{cm}^3$ )		PP/B/PP
	Uobičajeno pune	Pune do vrha	Uobičajeno pune	Pune do vrha	Uobičajeno pune	Pune do vrha	Uobičajeno pune	Pune do vrha	Pune do vrha
	$\bar{X}$ ( $\text{cm}^3$ )	183,33	211,31	208,48	239,13	203,43	251,85	196,97	244,82
S ( $\text{cm}^3$ )	1,3	1,46	2	0,82	2,96	0,81	2,06	1,88	0,96
Kv %	0,7	0,69	0,95	0,34	1,45	0,32	1,04	0,76	1,13

Na grafikonu 4. prikazani su rezultati merenja zapremine čaša.



**Grafikon 4:** Zapremina čaša ( $\text{cm}^3$ )

Iz prikazanih rezultata vidi se da su zapremine čaša različite. Njihova zapremina ne zavisi od vrste ambalažnog materijala nego od oblika kalupa. Zapremina posudica od PP (standardnih) uobičajeno punih  $183,33 \text{ cm}^3$  a punih do vrha je  $211,31 \text{ cm}^3$ . Zapremina posudica od PP (neprozirne) uobičajeno punih je  $208,48 \text{ cm}^3$  a punih do vrha je  $239,13 \text{ cm}^3$ . Zapremina posudica od PS uobičajeno punih je  $203,43 \text{ cm}^3$  a punih do vrha je  $251,85 \text{ cm}^3$ . Zapremina posudica od PPc uobičajeno punih je  $196,97$  a punih do vrha  $244,82 \text{ cm}^3$ . PP/B/PP posudice su sve punjene do vrha i njihova zapremina je  $84,67 \text{ cm}^3$ . Pod uobičajeno punim posudicama podrazumevaju se posudice napunjene do nivoa 1 – 9 (šema 4) za one od  $200 \text{ cm}^3$  i 1 – 7 za one od  $75 \text{ cm}^3$ .

Razlog zašto se posudice ne pune do vrha je što se u posudice pakuju proizvodi koji su u trenutku punjenja u tečni; kada bi punjenje bilo do vrha

proizvod bi ometao pravilno zavarivanje, a nepravilan var uzrokuje nehermetičnost a time i kraću održivost proizvoda.

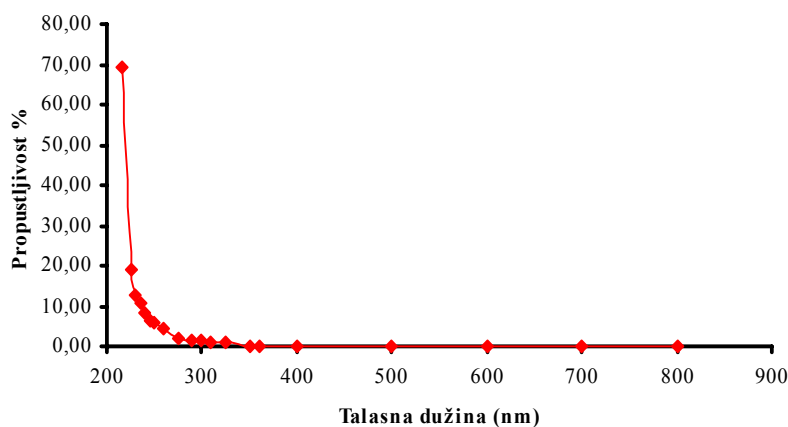
### 4.2.3. PROPUSTLJIVOST SVETLOSTI ČAŠA

U tabeli 9 prikazani su rezultati propustljivosti svetlosti.

**Tabela 9:** *Propustljivost svetlosti čaša*

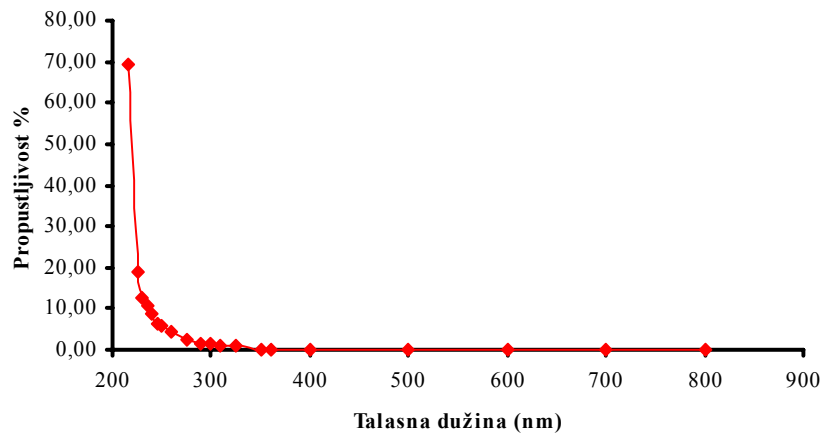
Talasna dužina (nm)	PROPUSTLJIVOST (%)				
	PP (neprozirni)	PP (prozirni)	PS	PPc	PP/B/PP
215	69,40	69,50	50,00	79,40	36,30
225	18,80	19,00	15,80	19,90	10,00
230	12,50	12,40	10,00	14,40	8,70
235	10,70	10,70	7,90	12,50	6,60
240	8,50	8,60	6,00	9,50	5,70
245	6,30	6,20	4,70	7,50	4,30
250	5,90	5,90	4,10	6,60	3,90
260	4,40	4,50	3,60	5,40	3,30
275	2,10	2,20	3,00	2,10	2,10
290	1,50	1,50	2,30	1,50	1,50
300	1,30	1,30	1,70	1,20	1,30
310	1,00	1,00	1,10	1,00	1,10
325	1,00	1,00	1,20	1,00	1,30
350	0,00	0,00	1,10	0,00	0,00
360-800	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Na grafikonu 5. prikazani su rezultati merenja propustljivosti svetlosti čaša od PP (neprozirni).



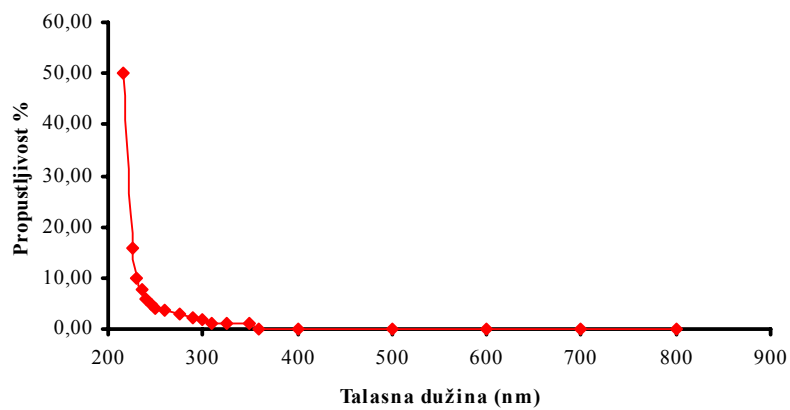
**Grafikon 5:** *Propustljivost svetlosti čaša od PP (neprozirni)*

Na grafikonu 6. prikazani su rezultati merenja propustljivosti svetlosti čaša od PP (prozirni).



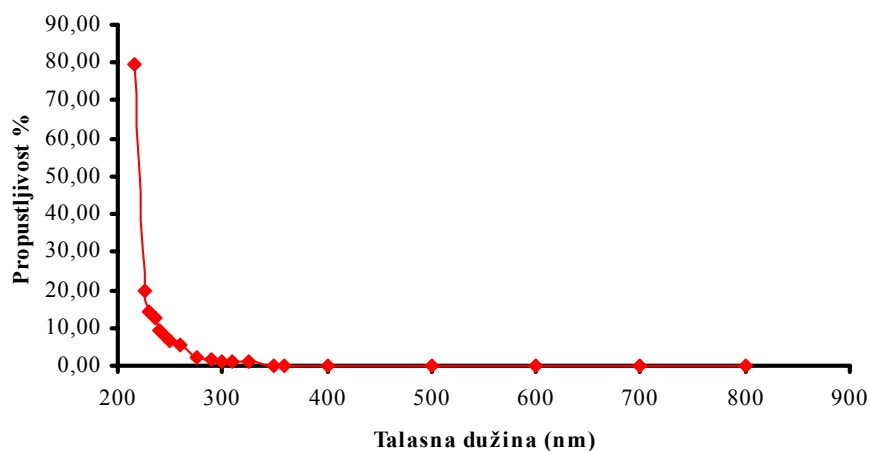
**Grafikon 6:** Propusljivost svetlosti čaša od PP (prozirni)

Na grafikonu 7. prikazani su rezultati merenja propustljivosti svetlosti čaša od PS.



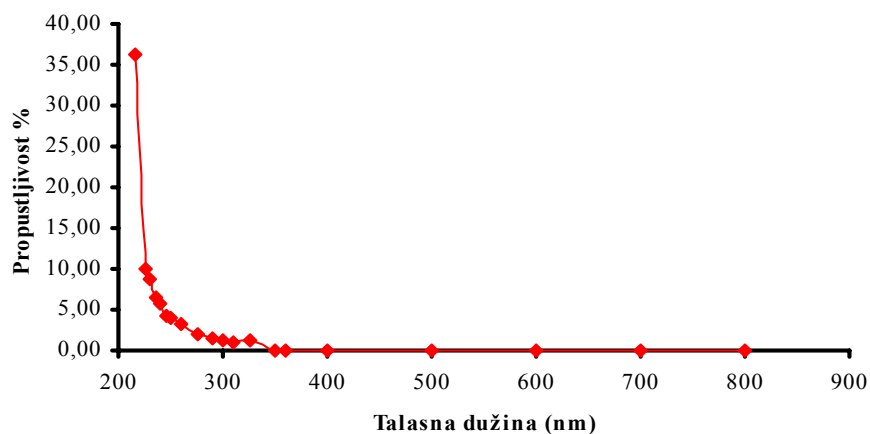
**Grafikon 7:** Propusljivost svetlosti čaša od PS

Na grafikonu 8. prikazani su rezultati merenja propustljivosti svetlosti čaša od PPc.



**Grafikon 8:** Propusljivost svetlosti čaša od PPc

Na grafikonu 9. prikazani su rezultati merenja propustljivosti svetlosti čaša od PP/B/PP.



**Grafikon 9:** Propusljivost svetlosti čaša od PP/B/PP

Mnoge nepoželjne promene vezane za kvalitet a i hranljivu vrednost počinju ili se ubrzavaju pod uticajem svetlosti. Naročito je štetan uticaj svetlosti manjih talasnih dužina vidljivog dela spektra i UV svetlosti. Važne reakcije koje pospešuje svetlost su: oksidacija masti i ulja, razaranje u mastima rastvorljivih vitamina osetljivih prema svetlosti, denaturacija belančevina itd. Ambalaža može da pruži direktnu zaštitu apsorpcijom ili refleksijom svih ili samo škodljivih talasnih dužina. Koliko će ambalaža štititi proizvod od svetlosti zavisi od karakteristika samog ambalažnog materijala, a to su sastav i debljina ambalažnog materijala.

Sa grafikona 5, 6, 7, 8 i 9 se vidi da je formirana ambalaža najviše propusna na talasnoj dužini od 215 nm, a dalje sa porastom talasne dužine propustljivost opada. Na talasnoj dužini 350-800 nm svih pet vrsta ambalaže su nepropusne za svetlost.

#### 4.2.4. HERMETIČNOST VARA ČAŠA

Da bi neki proizvod bio hermetički upakovan mora biti dobar kvalitet formiranog vara prilikom zatvaranja. Od hermetičnosti zavisi kvalitet i održivost proizvoda.

Ispitivanjem kvaliteta formiranih varova utvrđeno je da su oni kod svih čaša hermetični.

#### 4.2.5. KVALITET ŠTAMPE NA POSUDICAMA I ŠTAMPE NA POKLOPCU

Uporedo sa ispitivanjem hemijskog i senzornog sadržaja čaša vršeno je ispitivanje štampe na čaši i na poklopcu. Ispitivanja su rađena u nekoliko serija na svim čašama koje su napunjene mlečnim proizvodima tokom celog perioda skladištenja.

Na osnovu rezultata ispitivanja štampe na formiranoj ambalaži i na poklopcu za čaše utvrđeno je kvalitet štampe odgovara zahtevima koje treba da ispunjava štampa na plastičnim čašama. Utvrđeno je da je pri ispitivanjima adhezivnosti boje manje od 1% odvojeno od površine. Procenat odvajanja boje u toku skladištenja nije se menjao.

#### 4.2.6. PODOBNOST ČAŠA ZA TOPLOTNU OBRADU

U tabeli 10. prikazani su rezultati ispitivanja podobnosti za toplotnu obradu čaša.

	čaše od PP neprozirne				čaše od PP prozirne			
	visina		prečnik		visina		prečnik	
	pre	nakon	pre	nakon	pre	nakon	pre	nakon
$\bar{X}$	92,50	92,50	75,40	75,40	91,00	91,00	74,50	74,50
S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	čaše od PPc				čaše od PP/B/PP			
	visina		prečnik		visina		prečnik	
	pre	nakon	pre	nakon	pre	nakon	pre	nakon
	8,35	8,29	6,73	6,69	3,01	2,81	6,84	6,85
	0,04	0,09	0,05	0,03	0,02	0,05	0,02	0,08
	0,47	1,08	0,74	0,44	0,66	1,77	0,29	0,11



Na osnovu rezultata merenja dimenzija pre i nakon termičke obrade kod čaša od PP (prozirnog i neprozirnog) nije došlo do promena dimenzija, a kod čaša od PPc i PP/B/PP utvrđene su veoma male promene dimenzija što pokazuje da su čaše pogodne za pakovanje proizvoda koji se neposredno pre ili odmah nakon pakovanja toplotno obrađuju. PS nije pogodan za pakovanje ovakvih proizvoda jer je prilikom ispitivanja došlo do potpunog izobličenja (deformacije) čaša od PS.

### **4.3. REZULTATI ISPITIVANJA UPAKOVANOG PROIZVODA**

Na osnovu ispitivanja na izrađenim čašama posebno propustljivosti svetlosti i podobnosti za toplotnu obradu odlučili smo se da se proizvodi pune samo u polipropilenske čaše (prozirne i neprozirne). Razlog takve odluke je što polipropilenske čaše ostaju dimenziono stabilne prilikom toplotne obrade proizvoda, a čaše od PS se potpuno deformišu. Što se tiče propustljivosti svetlosti polipropilen kao ambalažni materijal poseduje mnogo boje barijerne karakteristike, a poznato je da svetlost utiče na započinjanje mnogih procesa koji utiču na održivost proizvoda. Razlog eliminisanja čaša od PPc i PP/B/PP je što tada nije postojala mogućnost izrade prozirnih čaša od ovog materijala, bez obzira što i on poseduje dobre barijerne karakteristike.

Na osnovu rezultata ispitivanja propustljivosti svetlosti i podobnosti za toplotnu obradu PS je odmah odbačen zbog niske temperature deformacije. PP (prozirni i neprozirni) imaju manju propustljivost za svetlost od PPc pa su pogodnije za pakovanje pavlake i voćnog jogurta. Čaše od PP/B/PP bez obzira na dobre rezultate i propustljivost svetlosti i podobnosti za termičku obradu nisu pogodne za pakovanje kisele pavlake i voćnog jogurta zbog svoje male zapremine (75 ml).

Upakovani sadržaj je ispitan hemijskim, mikrobiološkim i senzornim metodama. Hemijskim analizama ispitano je: pH vrednost, sadržaj masti, sadržaj suve materije (SM), kiselinski broj, peroksidni broj, anisidinski broj, specifične apsorbcije i R-vrednost. Mikrobiološkim metodama je kontrolisana mikrobiološka ispravnost proizvoda. Senzornom ocenom dobijeni su rezultati o izgledu, boji, konzistenciji, mirisu i ukusu proizvoda.

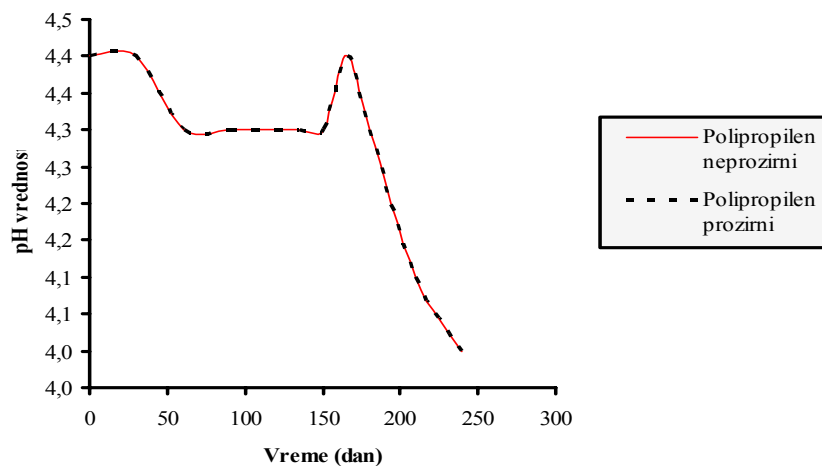
## 4.3.1. TERMIZIRANA „PAVLAKA PLUS“

U tabeli 11 prikazani su rezultati hemijske analize termizirane „pavlake plus“.

**Tabela 11:** Rezultati hemijske analize „pavlake plus“

ČAŠE	DAN	pH-vrednost	MAST (%)	SM (%)
POLIPROPILEN NEPROZIRNI	0	4,4	20,08	25,93
	30	4,4	20,08	25,56
	60	4,3		
	90	4,3		
	105	4,3		
	120	4,3		
	135	4,3		
	150	4,3		
	165	4,4		
	180	4,3		
	210	4,1		
	240	4,0	20,08	26,24
	POLIPROPILEN PROZIRNI	0	4,4	20,08
30		4,4	20,08	25,97
60		4,3		
90		4,3		
105		4,3		
120		4,3		
135		4,3		
150		4,3		
165		4,4		
180		4,3		
210		4,1		
240		4,0	20,08	25,51

Na grafikonu 10. prikazani su rezultati merenja pH vrednosti termizirane „pavlake plus“.



**Grafikon 10:** Promena pH vrednosti termizirane „pavlake plus“ tokom vremena

Iz prikazanih rezultata merenja pH vrednosti na grafikonu 10 vidi se da se pH vrednost termizirane „pavlake plus“ (i u neprozirnoj i prozirnoj ambalaži) kretala od 4,4 do 4,0. U toku perioda skladištenja nakon proizvodnje utvrđena je pH vrednost 4,4 a nakon 240 dana utvrđeno je pH = 4, posle čega se prestalo sa daljim ispitivanjem pomenutog proizvoda. Prema proizvođačkoj specifikaciji „pavlake plus“ je prihvatljiva za upotrebu ako pH nije manji od 4.

Ispitivanja sadržaja masti i sadržaj suve materije (SM) izvršena su nakon proizvodnje, posle 30 dana i posle 240 dana, odnosno na kraju ispitivanog perioda. Vrednosti za sadržaj masti i sadržaj SM su ostale približno iste. Minimalne razlike koje su utvrđene verovatno su rezultat što je za ispitivanje svaki put uziman drugi uzorak (čša) iz iste serije.

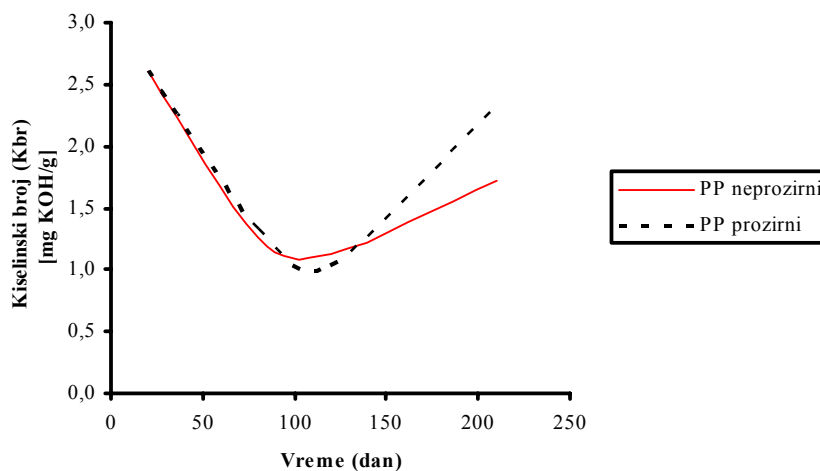
U tabeli 12. prikazani rezultati hemijske analize masti u „pavlaci plus“.

**Tabela 12:** Rezultati hemijske analize masti u termiziranoj „pavlaci plus“

	DAN	Kbr (mg/KOH/g)	Pbr (mmol/log)	Abr (100A <sup>1</sup> % 350 nm)	Specifična apsorbancija		R- vrednost
					232 nm	270 nm	
PP neprozirni	20	2,61	0,72	0,00	5,53	0,47	11,75
	80	1,26	0,75	4,14	3,81	0,65	5,87
	120	1,13	0,33	1,79	3,10	0,65	4,77
	210	1,72	0,38	2,27	7,66	0,70	10,93
PP prozirni	20	2,61	0,72	0,00	5,53	0,47	11,75
	80	1,33	0,71	4,21	3,17	0,65	4,87
	120	1,03	0,2	1,66	3,11	0,60	5,18
	210	2,32	0,43	1,22	7,09	0,65	10,93

Kbr – kiselinski broj  
Pbr – peroksidni broj  
Abr – anisidinski broj

Na grafikonu 11 prikazani su rezultati merenja kiselinskog broja.

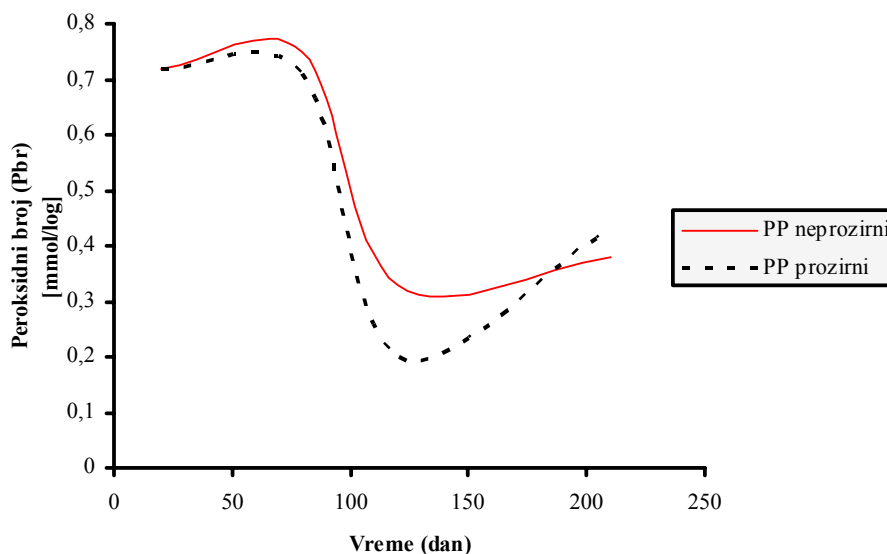


**Grafikon 11:** Kiselinski broj termizirane „pavlake plus“

Iz prikazanih rezultata vidi se da nema velikih promena u vrednostima kiselinskog broja. Dobijene vrednosti su približne u uzorku termizirane „pavlake plus“ upakovane u različitoj ambalaži. Razlika u rezultatima može biti i posledica što za ispitivanje nije korišćen uvek isti uzorak, nego drugi uzorak iste sekcije.

Utvrđivanje vrednosti kiselinskog broja radeno je u čistoj masnoj fazi. Vrednosti Kbr su u opsegu 1,13 – 2,61 a dozvoljen Kbr u čistoj masnoj fazi je 4, što ukazuje na visok kvalitet proizvoda.

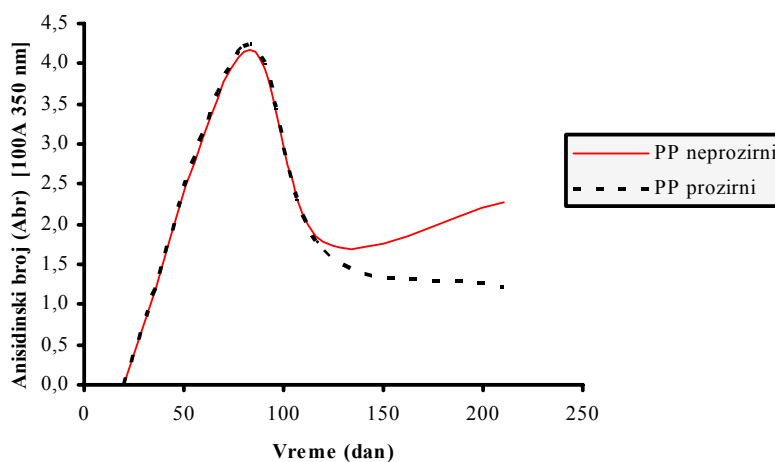
Na grafikonu 12. prikazani su rezultati merenja peroksidnog broja.



**Grafikon 12.** Vrednosti peroksidnog broja (Pbr) termizirane „pavlake plus“

Vrednost peroksidnog broja (Pbr) zavisi od procesa oksidacije. U toku skladištenja došlo je do veoma malih promena Pbr. U obe vrste ambalaže vrednosti peroksidnog broja su male, s obzirom da su kod jestivih nerafinisanih masti dozvoljene vrednosti do 7,5.

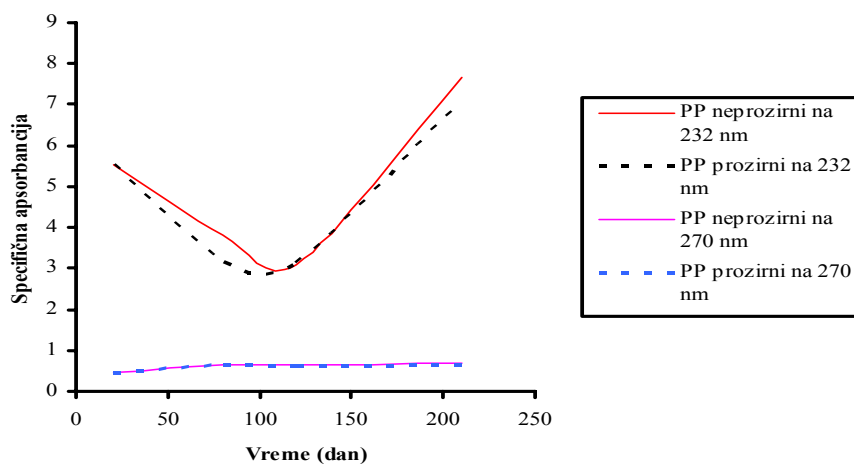
Na grafikonu 13. prikazane su vrednosti anisidinskog broja (Abr).



**Grafikon 13:** Vrednosti anisidinskog broja (Abr) termizirane „pavlake plus“

Na osnovu rezultata ispitivanja anisidinskog broja vidi se da Abr opada tokom skladištenja. Te promene su logične jer Abr nastaje razgradnjom peroksidnog broja (Pbr). U tabeli 12. vidi se da vrednost Abr nakon proizvodnje iznosi 0,00 i u toku skladištenja se povećava analogno smanjenju vrednosti peroksidnog broja.

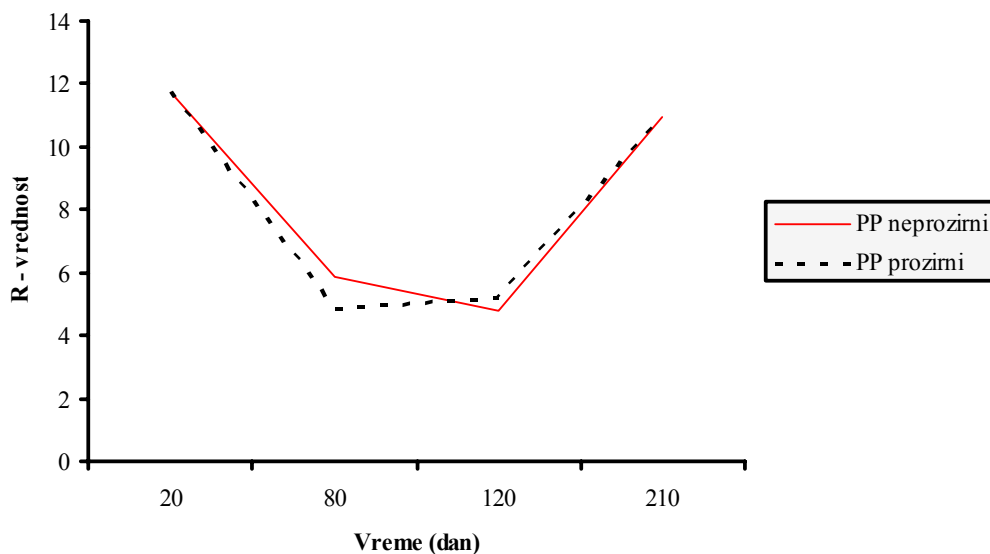
Na grafikonu 14. prikazane su vrednosti specifične apsorbancije za 232 nm i 270 nm.



**Grafikon 14:** *Specifična apsorbancija na 232 nm i 270 nm termizirane „pavlake plus“*

Specifična apsorbancija ukazuje na stepen oksidativnih promena. Oksidativne promene su prisutne i u početku procesa skladištenja ali to je logično jer su prisutni i peroksidi. Skladištenjem proizvoda oksidativni procesi se odvijaju pogotovo na 270 nm.

Na grafikonu 15. prikazani su rezultati R-vrednosti.



**Grafikon 15:** *R-vrednost termizirane „pavlake plus“*

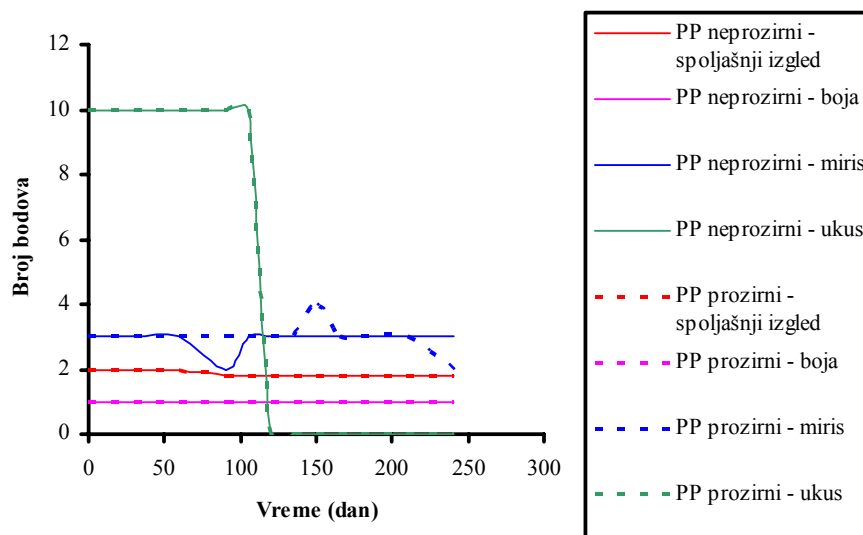
Na osnovu R-vrednosti procenjuje se kvalitet proizvoda. Što je R-vrednost veća kvalitet proizvoda je veći. Tokom skladištenja R-vrednost opada a time i kvalitet. Rezultati R-vrednosti su u opsegu od 4,77 do 11,75. Kod ulja R-vrednost preko 8 je merilo dobrog kvaliteta. Odstupanja u rezultatima su posledica ispitivanja proizvoda različitih uzoraka iste serije. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je proizvod bio dobrog kvaliteta svo vreme skladištenja.

U tabeli 13. prikazani su rezultati senzorne analize termizirane „pavlake plus“.

**Tabela 13:** Rezultati senzorne analize termizirane „pavlake plus“

ČAŠE	DANI	Spoljašnji izgled	Boja	Konzistencija	Miris	Ukus	Ukupno
<b>POLIPROPILENSKA NEPROZIRNI</b>	0	2	1	4	3	10	20
	30	2	1	4	3	10	20
	60	2	1	4	3	10	20
	90	1,8	1	4	2	10	19,8
	105	1,8	1	4	3	10	19,8
	120	1,8	1	4	3	-	
	135	1,8	1	4	3	-	
	150	1,8	1	4	3	-	
	165	1,8	1	4	3	-	
	180	1,8	1	4	3	-	
	210	1,8	1	4	3	-	
	240	1,8	1	3,8	3	-	
<b>POLIPROPILENSKA PROZIRNI</b>	0	2	1	4	3	10	20
	30	2	1	4	3	10	20
	60	2	1	4	3	10	20
	90	1,8	1	4	3	10	19,8
	105	1,8	1	4	3	10	19,8
	120	1,8	1	4	3	-	
	135	1,8	1	4	3	-	
	150	1,8	1	4	4	-	
	165	1,8	1	4	3	-	
	180	1,8	1	4	3	-	
	210	1,8	1	4	3	-	
	240	1,8	1	3,8	2	-	
Maks.bod.		2	1	4	3	10	20

Na grafikonu 16. prikazani su rezultati senzorne analize „pavlake plus“.



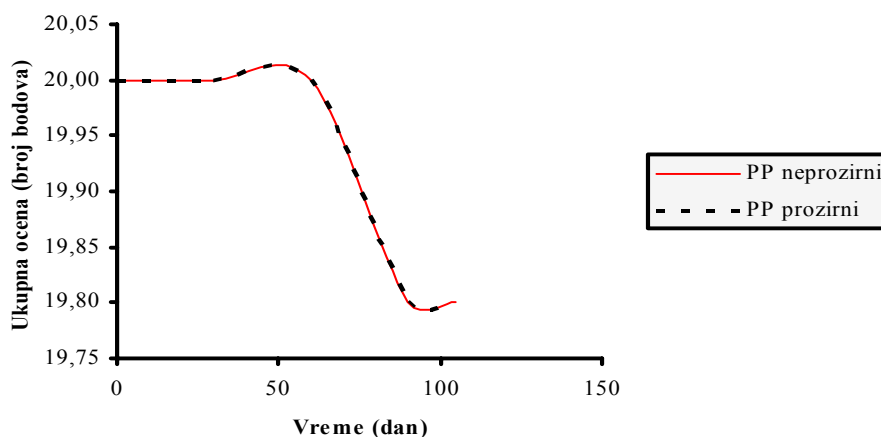
**Grafikon 16:** *Senzorna analiza termizirane „pavlake plus“*

Na osnovu pokazanih rezultata u obe vrste ambalaže termizirana „pavlake plus“ je bila senzorno prihvatljiva 240 dana. U prvih 60 dana proizvod je ocenjen maksimalnim brojem bodova (20), a u narednom periodu ukupan broj bodova minimalno opada. Posle navedenog perioda (240 dana) došlo je do promena koje su prouzrokovale kvar proizvoda a time i zaustavljanje daljih ispitivanja. Te promene su sledeće: porast kiselosti, izdvajanje tečne faze i neprihvatljiv ukus.

Ukupan broj bodova grafički je predstavljen u periodu od 105 dana. U periodu od 105 dana do 240 dana ukus nije ocenjivan iz preventivnih razloga jer su rezultati mikrobioloških analiza bili dostupni posle senzorne ocene. Što se tiče boje, konzistencije i mirisa svo vreme ispitivanja „pavlake plus“ je ocenjena maksimalnim brojem bodova. Spoljni izgled je već posle 90 dana neznatno promenjen.



Na grafikonu 17. prikazan je ukupan broj bodova senzorne ocene „pavlake plus“ u periodu od 0-105 dana nakon proizvodnje.



**Grafikon 17:** Ukupna senzorna ocena termizirane „pavlake plus“

Mikrobiološka ispitivanja su rađena tokom perioda skladištenja u Laboratoriji za mikrobiologiju, Tehnološkog fakulteta, u Novom Sadu, a uporedo i u laboratoriji fabrike „Imlek“, Beograd. Na osnovu mikrobioloških ispitivanja a prema „Pravilniku o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu“ fermentisani proizvodi u času prodaje ne smeju sadržavati:

- ukupan broj mikroorganizama veći od 50000,
- bakterije Salmonella vrste u 25 g/ml,
- koagulaza pozitivne stafilokoke u 0,01 g/ml,
- sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g/ml,
- Proteus vrste u 0,001 g/ml,
- Echerichia coli u 0,001 g/ml.

Na osnovu ispitivanja utvrđeno je da su svi uzorci „pavlake plus“ bili mikrobiološki ispravni i posle deklarisanog roka održivosti, čak 240 dana, u kom periodu su rađene i ostale analize kvaliteta.

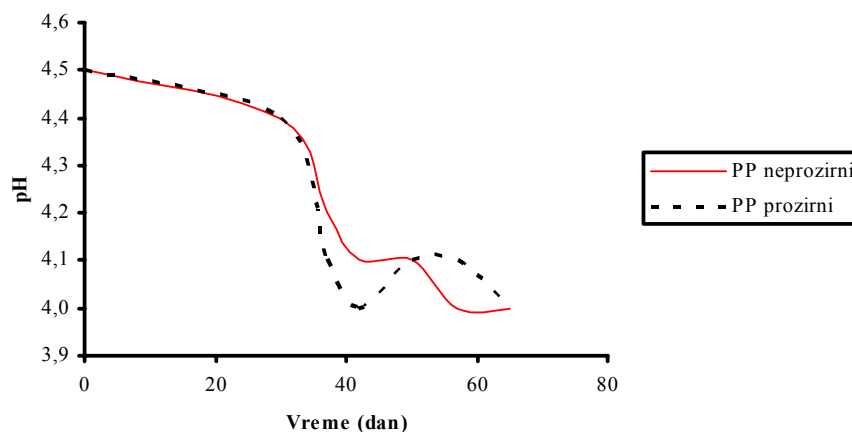
### 4.3.2. VOĆNI DESERT – BRESKVA

U tabeli 14. prikazani su rezultati hemijske analize voćnog deserta (breskva).

**Tabela 14:** Rezultati hemijske analize voćnog deserta „voćko“ (breskva)

ČAŠE	DAN	pH	MAST (%)	SM (%)
PP NEPROZIRNI	0	4,5	1,1	25,32
	30	4,4	1,1	23,69
	37	4,2		
	42	4,1		
	50	4,1		
	57	4,0		
	65	4,0	1,1	24,80
PP PROZIRNI	0	4,5	1,1	26,53
	30	4,4	1,1	23,86
	37	4,1		
	42	4,0		
	50	4,1	1,1	25,04
	57	4,1		
	65	4		

Na grafikonu 18. prikazani su rezultati merenja pH vrednosti voćnog deserta „voćko“ (breskva).



**Grafikon 18:** Promena pH vrednosti voćnog deserta „voćko“ (breskva)

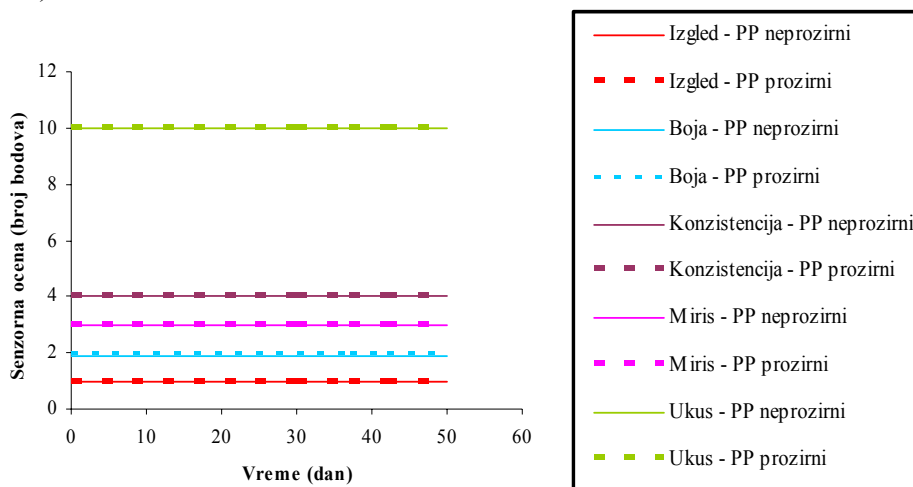
Od hemijskih analiza ispitana je pH vrednost, sadržaj masti i sadržaj suve materije (SM). Utvrđeno je da je pH vrednost u opsegu od 4,5 – 4,0. Prosečni sadržaj masti je 1,1 % u obe vrste ambalaže, a sadržaj SM u PP (neprozirni) je 24,46 % i 25,15 % u PP (prozirni). Utvrđena razlika u sadržaju SM nije posledica vrste primenjene ambalaže.

U tabeli 15. prikazane su senzorne ocene voćnog deserta „voćko“ (breskva).

**Tabela 15:** *Senzorne analize voćnog deserta „voćko“ (breskva)*

ČAŠE	DAN	SPOLJNI IZGLED	BOJA	KONZISTENCIJA	MIRIS	UKUS	UKUPNO
PP NEPROZIRNI	0	1	1,9	4	3	10	19,9
	30	1	1,9	4	3	10	19,9
	37	1	1,9	4	3	10	19,9
	42	1	1,9	4	3	10	19,9
	50	1	1,9	4	3	10	19,9
PP PROZIRNI	0	1	2	4	3	10	20
	30	1	2	4	3	10	20
	37	1	2	4	3	10	20
	42	1	2	4	3	10	20
	50	1	2	4	3	10	20
<b>Maksimalno bodova</b>		1	2	4	3	10	20

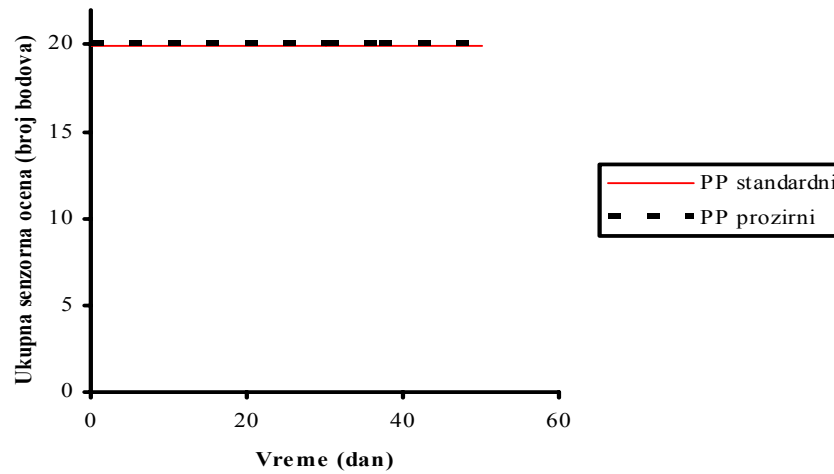
Na grafikonu 19. prikazani su rezultati senzorne analize voćnog deserta „voćko“ (breskva)



**Grafikon 19:** *Senzorna analiza voćnog deserta „voćko“ (breskva)*

Iz prikaza rezultata sa grafikona 19. se vidi da je voćni desert „voćko“ (breskva) senzorno dobro ocenjen u obe vrste ambalaže do 50 dana skladištenja. Svo vreme ispitivanja proizvodi su ocenjeni maksimalnim brojem bodova u pogledu spoljnjeg izgleda, konzistencije, mirisa, ukusa i boje.

Na grafikonu 20. prikazani su rezultati ukupne senzorne ocene voćnog deserta „voćko“ (breskva).



**Grafikon 20:** Ukupna senzorna ocena voćnog deserta „voćko“ (breskva)

### 4.3.3. VOĆNI DESERT (MALINA)

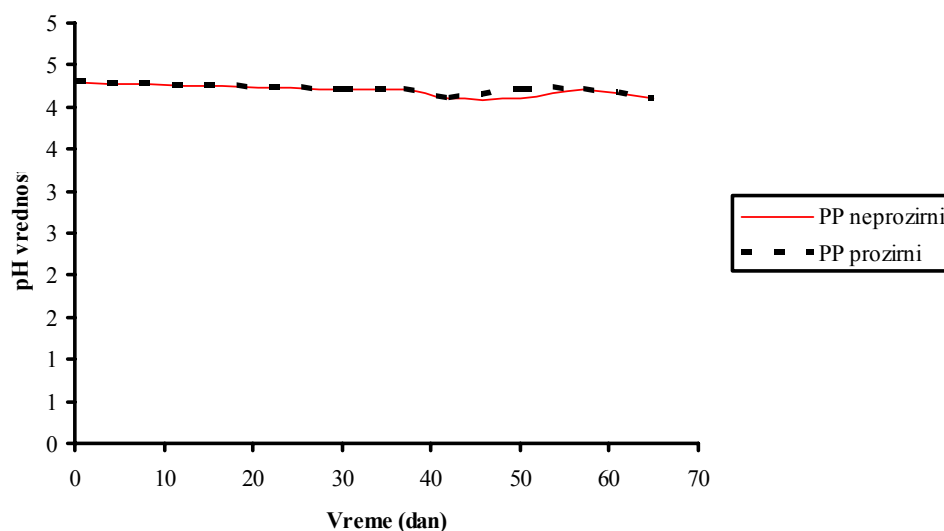
U tabeli 16. prikazani su rezultati hemijskih analiza voćnog deserta „voćko“ (malina).

**Tabela 16:** Rezultati hemijske analize voćnog deserta „voćko“ (malina)

ČAŠE	DAN	pH	MAST (%)	SM (%)
PP NEPROZIRNI	0	4,3	1,1	25,38
	30	4,2	1,1	23,79
	37	4,2		
	42	4,1		
	50	4,1		
	57	4,2		
	65	4,1	1,1	24,80
PP PROZIRNI	0	4,3	1,1	26,41
	30	4,2	1,1	23,81
	37	4,2		
	42	4,1		
	50	4,2	1,1	25,95
	57	4,2		
	65	4,1		

Hemijska analiza voćnog deserta sa dodatkom maline obuhvatila su merenje pH vrednosti, ispitivanje sadržaja masti i sadržaja suve materije (SM). Utvrđeno je da se pH vrednost proizvoda smanjuje u toku skladištenja i to od 4,3 – 4,1 u obe vrste ambalaže. Prema proizvođačkoj specifikaciji voćni desert je prihvatljiv ako mu pH vrednost nije manja od 3,5. Prosečan sadržaj masti je 1,1 % u obe vrste ambalaže, a sadržaj suve materija u PP (neprozirnoj) je 24,67 % a u PP (prozirnoj) je 25,39 %. Različiti sadržaj suve materije nije posledica primenjene ambalaže.

Na grafikonu 21. prikazani su rezultati merenja pH vrednosti voćnog deserta „Voćko“ (malina).



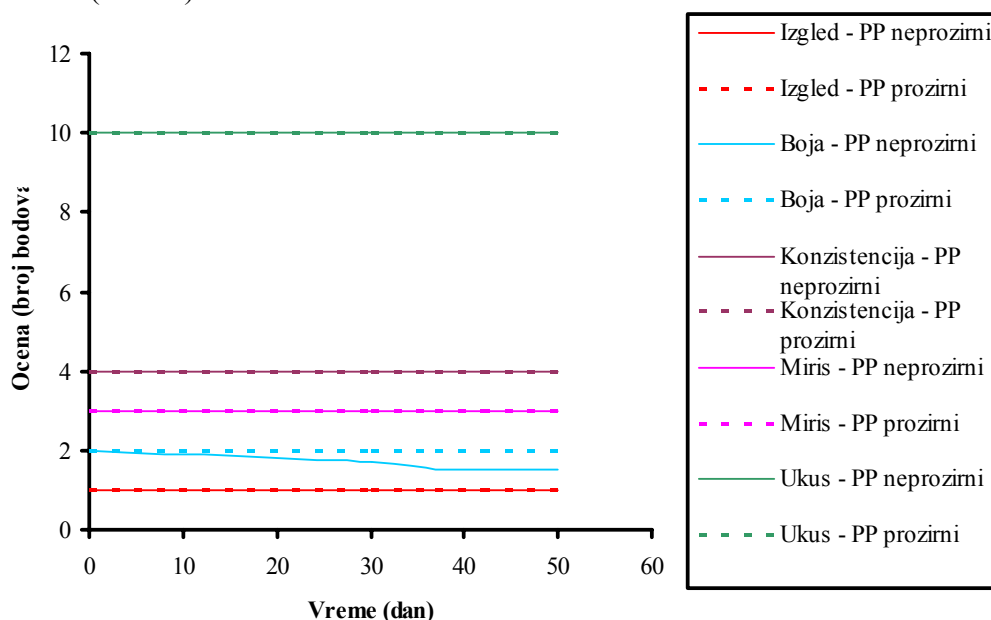
**Grafikon 21:** Merenje pH vrednosti voćnog deserta „voćko“ (malina)

U tabeli 17. prikazane su senzorne analize voćnog deserta (malina).

**Tabela 17:** Senzorne ocene voćnog deserta (malina)

AMBA-LAŽA	DAN	SPOLJNI IZGLED	BOJA	KON-ZISTENCIJA	MIRIS	UKUS	UKUPNO
		1	2	4	3	10	20
PP NEPROZIRNI	0	1	2	4	3	10	20
	30	1	1,7	4	3	10	19,7
	37	1	1,5	4	3	10	19,5
	42	1	1,5	4	3	10	19,5
	50	1	1,5	4	3	10	19,5
PP PROZIRNI	0	1	2	4	3	10	20
	30	1	2	4	3	10	20
	37	1	2	4	3	10	20
	42	1	2	4	3	10	20
	50	1	2	4	3	10	20

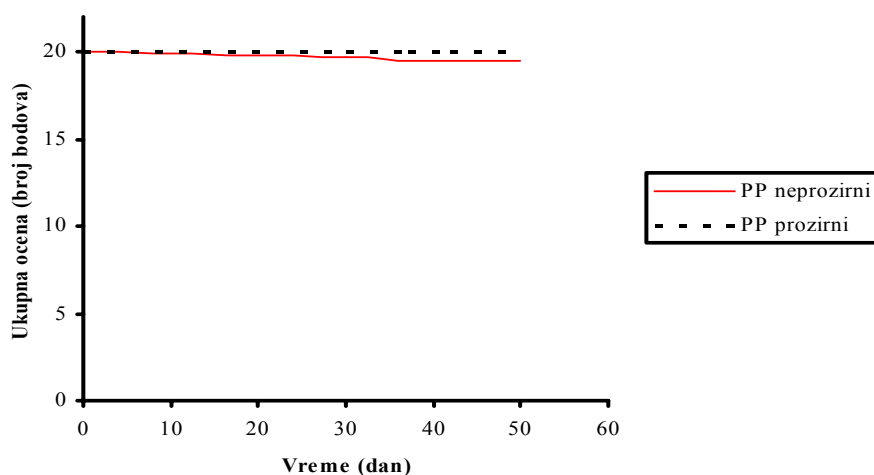
Na grafikonu 22. prikazani su rezultati senzorne analize voćnog deserta „Voćko“ (malina).



**Grafikon 22:** *Senzorna ocena voćnog deserta „voćko“ (malina)*

Iz prikaza rezultata sa grafikona 20. vidi se da je proizvod senzorno dobro ocenjen u obe vrste ambalaže u toku ispitivanja do 50 dana. Proizvod u prozirnoj ambalaži svih 50 dana skladištenja ocenjen je maksimalnim brojem bodova, a proizvod u standardnoj ambalaži prilikom ocene boje okarakterisan je kao malo bleđ tj. boja je nedovoljno izražena, što mu je neznatno umanjilo ukupnu senzornu ocenu.

Na grafikonu 23. prikazani su rezultati ukupne senzorne ocene voćnog deserta „voćko“ (malina).



**Grafikon 23:** *Ukupna senzorna ocena voćnog deserta „voćko“ (malina)*

#### 4.3.4. VOĆNI DESERT (ŠUMSKO VOĆE)

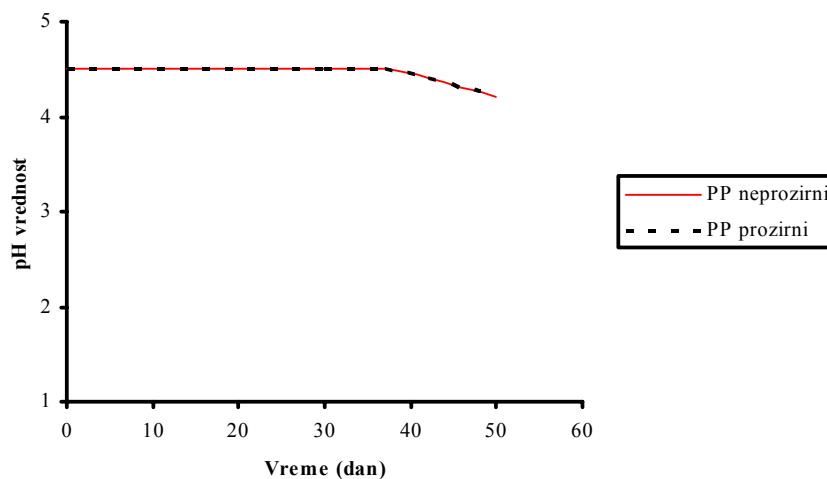
U tabeli 18. prikazani su rezultati hemijskih analiza voćnog deserta „voćko“ (šumsko voće).

**Tabela 18:** Rezultati hemijske analize voćnog deserta „voćko“ (šumsko voće)

ČAŠE	DAN	pH	MAST (%)	SM (%)
PP NEPROZIRNI	0	4,5	1,32	26,25
	30	4,5	1,21	25,94
	37	4,5	1,10	
	42	4,4	1,10	
	50	4,2	1,11	26,28
PP PROZIRNI	0	4,5	1,10	26,38
	30	4,5	1,13	26,45
	37	4,5	1,12	
	42	4,4	1,14	
	50	4,2	1,23	26,32

Od hemijskih ispitivanja izvršeno je merenje pH vrednosti, sadržaja masti i sadržaja suve materije (SM). Utvrđeno je da se pH vrednost proizvoda smanjuje u toku skladištenja od 4,5 – 4,2 u obe vrste ambalaže. Prema proizvođačkoj specifikaciji voćni desert treba da ima pH vrednost namanje 3,5. Prosečan sadržaj mlečne masti je 1,1 % u obe vrste ambalaže, a sadržaj suve materije u PP (neprozirnoj) je 26,15 % a u PP (prozirnoj) je 26,38 %.

Na grafikonu 24. prikazani su rezultati merenja pH vrednosti voćnog deserta „voćko“ (šumsko voće).



**Grafikon 24:** Merenje pH vrednosti voćnog deserta „voćko“ (šumsko voće)

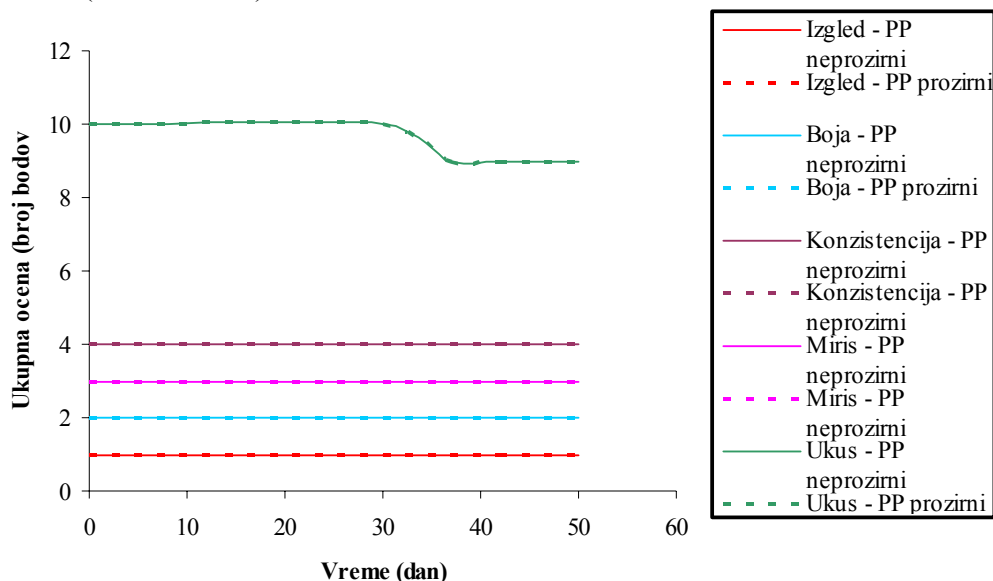


U tabeli 19. prikazane su senzorne analize voćnog deserta „voćko“ (šumsko voće).

**Tabela 19:** *Senzorne ocene voćnog deserta „voćko“ (šumsko voće)*

ČAŠE	DAN	SPOLJNI IZGLED	BOJA	KONZISTENCIJA	MIRIS	UKUS	UKUPNO
<b>Maksimalno bodova</b>		1	2	4	3	10	20
<b>PP NEPROZIRNA</b>	0	1	2	4	3	10	20
	30	1	2	4	3	10	20
	37	1	2	4	3	9	19
	42	1	2	4	3	9	19
	50	1	2	4	3	9	19
<b>PP PROZIRNA</b>	0	1	2	4	3	10	20
	30	1	2	4	3	10	20
	37	1	2	4	3	9	19
	42	1	2	4	3	9	19
	50	1	2	4	3	9	19

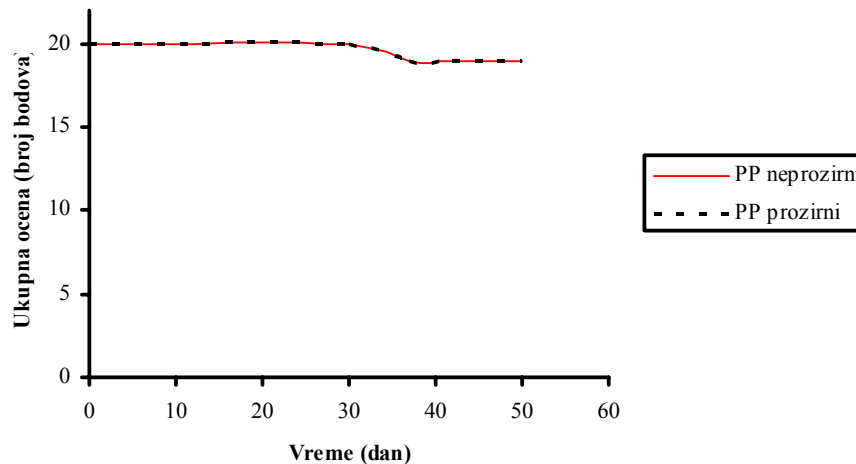
Na grafikonu 25. prikazani su rezultati senzorne analize voćnog deserta „voćko“ (šumsko voće).



**Grafikon 25:** *Senzorna ocena voćnog deserta „voćko“ (šumsko voće)*

Iz prikaza rezultata sa grafikona 25. vidi se da su proizvodi u obe vrste ambalaže senzorno dobro ocenjeni svih 50 dana ispitivanja. Posle 30 dana ukus jogurta u obe vrste ambalaže ocenjen je sa 9 od maksimalno 10 bodova, a razlog je što je neznatno slađi.

Na grafikonu 26. prikazani su rezultati ukupne senzorne ocene voćnog deserta „voćko“ (šumsko voće).



**Grafikon 26:** Ukupna senzorna ocena voćnog deserta „voćko“ (šumsko voće)

Mikrobiološka ispitivanja su rađena u mikrobiološkim laboratorijama fakulteta. Na osnovu ispitivanja utvrđeno je da su svi proizvodi bili mikrobiološki ispravni i posle deklarisanog roka održivosti. Mikrobiološka ispravnost proizvoda potvrđena je i mnogo kasnije od isteka roka trajanja, kod svih uzoraka voćnog jogurta do 50 dana.

## 5. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršenih ispitivanja, dobijenih i prodiskutovanih rezultata mogu se izvući sledeći:

### ZAKLJUČCI:

1. U formiranu i ispitivanu ambalažu punjeni su termizirana „pavlaka plus“ i voćni desert „voćko“ sa ukusom maline, breskve i šumskog voća. Cilj ovih ispitivanja bio je ispitivanje mogućnosti primene termoformirane ambalaže za proizvode od mleka produžene održivosti. Fermentisani mlečni proizvodi ne mogu se u normalnim uslovima čuvati duže vremena nepromenjeni, jer će stepen kiselosti preći određenu, propisima dozvoljenu granicu. U povoljnim uslovima prisutni mikroorganizmi prouzrokuju dalje smanjenje pH, što izaziva nepoželjne promene senzornih karakteristika proizvoda. Rok trajanja mlečnih proizvoda može se produžiti na dva načina: pakovanjem po aseptičkim uslovima i termičkom obradom gotovog proizvoda pre ili nakon pakovanja u ambalažu. Kao metod produžavanja održivosti proizvoda odabrano je pakovanje pod aseptičkim uslovima.

Kvalitet proizvedenih uzoraka su skladištenih do +10 °C ispitivan je hemijskim, mikrobiološkim i senzornim metodama. Nakon toga došlo je do neželjenih promena. Te promene su sledeće: povećanje kiselosti, izdvajanje tečne faze, promena konzistencije i neprihvatljiv ukus.

Održivost proizvoda zavisi od kvaliteta samog proizvoda ali i ambalaže. Dobri rezultati senzornih karakteristika kvaliteta, odnosno utvrđenih minimalnih promena tokom skladištenja a i dug period održivosti ukazuju na dobar kvalitet korišćene ambalaže.

2. Uzorci fermentisanih proizvoda proizvedeni na uobičajeni industrijski način pakovani su u standardnu polipropilensku ambalažu i prozirnu polipropilensku ambalažu a zatim skladišteni na temperaturi do +10 °C.

3. Merenjem debljine zida poklopaca za čaše utvrđeno je da poklopci na svim pozicijama merenja imaju istu debljinu i to 0,109 mm.

4. Masa po jedinici površine poklopaca Al/lak je 89,549 m<sup>2</sup>, aluminijuma 87,72 g/m<sup>2</sup> a nanos laka 1,82 g/m<sup>2</sup> i ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima merenja debljine i specifične mase.

5. Ispitivanjem aluminijumske trake za izradu poklopaca utvrđeno je potpuno nepropusna za svetlost.

6. Ispitivanjem je utvrđeno da polipropilenske čaše i aluminijumski poklopci ispunjavaju uslove o zdravstvenoj ispravnosti materijala koji se koriste za pakovanje prehrambenih proizvoda.

7. Merenjem debljine zida posudica utvrđeno je da je zid najdeblji na ravnoj površini gornjeg dela posudice i na dnu. Debljina na ravnoj površini gornjeg dela posudice od PP (neprozirne) je 1,27 – 1,30 mm, za posudice od PP (prozirne) je 1,33 mm, za posudice od PS je 1,21 – 1,22 mm, za posudice od PPc je 1,19 mm, a za posudice od PP/B/PP je 1,22 mm. Debljina dna PP posudica (neprozirnih) je 0,54 mm, PP posudica (prozirnih) je 0,40 mm, PS posudica je 0,50 mm, PPc je 0,70 mm, a posudica od PP/B/PP je 0,64 mm. Debljina zida na stranama je manja što je posudica većeg istezanja prilikom termoformiranja. Najmanja izmerena debljina zida PP posudica (neprozirnih) je 0,27 mm, PP posudica (prozirnih) je 0,22 mm, PS posudica je 0,32 mm, PPc posudica je 0,28 mm, a PP/B/PP posudica je 0,45 mm.

8. Svetlost najviše propušta ambalaža od polipropilena (standardna) a i ta na talasnoj dužini 215 nm. Sve tri vrste ambalaže pri talasnoj dužini 360-800 nm propuštaju manje od 1% svetlosti.

9. Ispitivanjem kvaliteta formiranih varova utvrđeno je da su hermetični.

10. Ispitivanjem je utvrđeno da kvalitet štampe dobar i na poklopcima i na čašama.

11. Ispitivanjem termizirane „pavlake plus“ na osnovu hemijskih, mikrobioloških i senzornih ocena utvrđeno je da je bila održiva duže od deklarisanog roka, i to 240 dana i u neprozirnoj i prozirnoj ambalaži.

12. Ispitivanjem voćnog deserta hemijskim, mikrobiološkim i senzornim metodama utvrđeno je da su voćni deserti „voćko“ od breskve, maline i šumskog voća bili održivi 50 dana.

13. Ambalaža od polipropilena i neprozirna i prozirna odgovara za pakovanje proizvoda od mleka produžene održivosti i rok trajanja je znatno produžen, posebno kod termizirane „pavlake plus“.

14. Istraživanjima koja su obavljena u ovoj doktorskoj disertaciji utvrđen je kvalitet polipropilenske ambalaže (neprozirne i prozirne) i objektivno je procenjena održivost proizvoda od mleka. Ovim je dat značajan naučni doprinos, a rezultati su od posebnog značaja za praktičnu (industrijsku) primenu. Produženje trajnosti proizvoda značajno je i sa ekonomskog aspekta.

15. Ispitivanja su pokazala da se za pakovanje mlečnih proizvoda može koristiti i prozirna. Pakovanje u prozirnu ambalažu je interesantno zbog lepšeg izgleda, a polipropilen poseduje dobre osobine i izuzetno malu propustljivost za svetlost koja može negativno uticati na trajnost proizvoda.

## 6. LITERATURA

- 1a. Buckenhaus, H.J. (1993): FEMS Microbiol.Rev. 12, 253-272.
1. Carić M., Milanović, S., Vucelja D. (2000): Standardne metode analize mleka i mlečnih proizvoda, Prometej, Novi Sad p.202.
  2. Crnčević V. (2000): Uzajamni uticaj plastičnih masa i životnih namirnica, Zbornik radova – Plastične mase i prehrambeni proizvodi, Društvo za izučavanje novih proizvoda i tehnološko prognoziranje, Beograd, 11-17.
  3. Crnčević V. (1971): Ambalažni materijali i ambalaža, I i II deo, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Savez studenata Poljoprivrednog fakulteta, Beograd – Zemun, 222, 5.
  4. Crnčević, V. (1980): Ambalaža za životne namirnice, Privredni pregled, Beograd, 158.
  5. Curaković M. (1979): Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Zemun
  6. Curaković M., Vujković I., Gvozdenović J., Lazić V. (1992): Praktikum – Kontrola ambalažnih materijala i ambalaže, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 104.
  7. Curaković M., Gvozdenović J., Vujković I., Lazić V. (1993): Primena plastičnih folija za pakovanje hrane, I Jugoslovenski kongres plastičara i gumara – Plastigum '93, Poslovna zajednica industrije plastičnih masa JUPLAS, Beograd, 109-111.
  8. Čurić, M. (1997): uloga starter kultura u formiranju arome fermentisanih napitaka, Jugoslovenski mlekarski simpozijum Kvalitet mleka i fermentisanih proizvoda, Beograd, 38-40.
  9. Eklund J. (2002): Grafičko oblikovanje ambalaže, Ambalaža, broj 2. Zagreb.
  10. Eles-Ljubić V., Tomaž I., Arkapović I. (1971): Termoplastične mase, osnovne karakteristike materijala, konstrukcijske i tehnološke upute, Ljubljana, 8-17, 34-38.
  11. Fruht M., Rakić M., Rakić I. (1992): Grafički dizajn – Kreacija za tržište, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd..
  12. Galić K.: Odabir ambalažnih materijala za pakiranje proizvoda od žitarica, pekarskih i konditorskih proizvoda, Ambalaža, broj 1, Zagreb, 20-25.
  13. Galić K. (2000): Odabir ambalažnog materijala za pakiranje mleka i mlečnih proizvoda, Ambalaža, broj 4, Zagreb.
  14. Galić K. (2003): Interakcija u sustavu hrana – ambalaža, I deo, Ambalaža, broj 4, Zagreb, 4, 19-24.
  15. Gavarić D., Milanović S., Carić M. (1992): Stanje i tendencije u kvalitetu mleka i proizvoda od mleka, kvalitet i zdravstvena bezbednost hrane, Novosadski sajam, Novi Sad, 37-39.

16. Grosby N.T. (1981): Food Packaging Materials, Applied Science Publishers LTD, London, 9, 10, 16, 17, 22-24, 30-33, 145-147.
17. Gvozdrenović J. (1981): Ispitivanje podobnosti kompleksnih ambalažnih materijala i ambalaže za pakovanje instant paradajza, Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 18-26, 58-69.
18. Gvozdrenović J. (1987): Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad
19. Gvozdrenović J., Curaković M., Lazić V. (1995): Održivost prehrambenih proizvoda u plastičnoj ambalaži, Savremeno pakovanje, 1-3/95, 278-285.
20. Hanlon F.J. (1984): Handbook of Package Engineering, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 560.
21. Heiss R. (1980): Verpackung von Lebensmitteln, Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 50.
22. Ishitani T. (1995): Active Packaging for Food Quality Preservation in Japan, u: Foods and Packaging Materials – Chemical Interactions, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 177-178.
23. Janković M, Knežević R. (1989): Ambalažiranje, pakovanje, označavanje i transport kao faktori unapređenja izvoza i podizanja nivoa konkurentnosti, Ljubljana, 62-81, 104-114.
24. Jovanović J., Prtenjak M. (1994): Primena aluminijumske ambalaže u području pakovanja, Savremeno pakovanje 1-3/94, 120-125.
25. Jovanović M. (1995): Polimerni materijali za ambalažu – ekološki materijali, Savremeno pakovanje 1-3/95, 26-31.
26. Jovanović M. S. (1997.): Propisi koji regulišu primenu polimernih materijala za izradu ambalaže za pakovanje prehrambenih proizvoda i obaveze proizvođača ambalaže koje iz njih proističu, Hrana i ishrana, 69-73.
27. Kanački L. (1995): Standardizacija i sistem kvaliteta iz oblasti plastične i kombinovane ambalaže, Savremeno pakovanje, 1-3/95, 321-324.
28. Kršev Lj. (1989): Mikrozne kulture u proizvodnji mlečnih proizvoda, Udrženje mljekarskih radnika SR Hrvatske, Zagreb.
29. Kraštanović G., Đarmati D., Tomašević Z. (1997): Najčešće korišćeni polimerni materijali za izradu ambalaže i ocena njihove zdravstvene ispravnosti, Hrana i ishrana, Beograd, 89-91.
30. Kranjčević F. (1962): Analiza poslovanja preduzeća, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 307.
31. Lazić V. (1989): Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
32. Lazić V., Curaković J., Gvozdrenović J., Vujković I. (1993): Savremene metode za ispitivanje plastičnih ambalažnih materijala, I jugoslovenski kongres plastičara i gumara, Plastigum '93, Poslovna zajednica industrije plastičnih masa, JUPLAS, Beograd, 122-124.
33. Lazić V. (1994): Uticaj ambalaže i uslova pakovanja na kvalitet kačkavalja, Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 11-16.
34. Lazić V., Vujković I., Curaković M., Gvozdrenović J. (1994): Kontrola proizvodnje i primene oplemenjene aluminijumske tanke trake, Savremeno pakovanje 1-3/94, 146-148.

35. Lazić V., Curaković M., Gvozdenović J., Vujković I. (1995): Kontrola kvaliteta plastičnih ambalažnih materijala, *Savremeno pakovanje*, 1-3/95, 231-235.
36. Lulić I. (1989): Industrijski dizajn, pakovanje i ambalaža u funkciji povećanja mogućnosti izvoza hrane iz Jugoslavije, *Zbornik radova, Savetovanje jugoslovenske industrije za preradu voća i povrća*, Novi Sad, 150-152.
37. Lulić I. (1996): Štampanje na plastičnim materijalima, *Savetovanje – Proizvodnja, prerada i primena gumenih i plastičnih materijala, POLI*, Novi Sad, 49-51.
38. Lulić I. (1997): Kontrola kvaliteta plastičnih materijala sa zdravstvenog aspekta, *Hrana i ishrana, Jugoslovensko društvo za ishranu*, Beograd, 93-95.
39. Milan J.D. (1980): Al Foil and Al Foil Laminate Containers, *Developments in Food Packaging-1, Applied Science Publishers LTD, London*, 6, 7, 24, 25.
40. Milanović S. (2001): Nutritivni kvalitet – označavanje mlečnih proizvoda, *Savremeni trendovi u mlekarstvu, Zbornik radova, Vrnjačka Banja*, 117.
- 40a. Fermentisani mlečni napici za specijalne namene, *Jugoslovenski mlekarski simpozijum – Kvalitet mleka i fermentisanih proizvoda, Zlatibor*, 49-55.
41. Nadrljanski J. (2002): Primena polimernih materijala za pakovanje prehrambenih proizvoda, *Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad*, 5-11.
42. Nedeljković S. (1998): Grafičko oblikovanje i pismo, *Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd*.
43. Nemeš A. (1984): Ekstrudiranje polipropilena, *Ekstrudiranje polimera, Društvo plastičara i gumaraca, Zagreb*, 13/1-8.
44. Novaković D. (2001): Prilog rukovanju materijalom u grafičkim sistemima, *FTN, Novi Sad*, 101-103.
45. Obradović T. (2000): *Savremena izrada ambalaže, Izdanje autora, Beograd*.
- 45a. Obradović, D., Ristić, G., Karić, A. (2000): Bifidobakterije – značaj i uloga, *Prehrambena industrija – mleko i mlečeni proizvodi*, 11, 3-4, 28-32.
- 45b. Obradović, D., Ristić, G., Karić, A. (2001): Perspektive primene probiotika u industriji mleka, *Jugoslovenski mlekarski simpozijum - Savremeni trendovi u mlekarstvu, Vrnjačka Banja*, 98-98.
46. Ostojić S. (1995): Kretanje proizvodnje i potrošnje aluminijuma u svetu sa osvrtom na rad industrije aluminijuma SRJ, *II Konferencija industrije aluminijuma SRJ, Aluminijum – Udruženje proizvođača i prerađivača boksita, glinice i aluminijuma, Zlatibor*, 1-24.
47. Paul G., Heiss R., Becker K., Radthe R. (1972): *Fette Safen Anstrichmittel*, 74, 2, 120.
48. Pejak M. (1993): Svojstva i prerada polipropilena, *Hipol, Odžaci*, 132.
49. Pejak M. (1995): Polipropilen u proizvodnji termooblikovanih posuda, *Savremeno pakovanje 1-3/95*, 95-97.
50. Pejak M. (2005): Polipropilen – Znati kako, *Hipol, Odžaci*, 2-11, 54-83, 93-114, 128-141, 345-357, 391-401.
51. Pejić O., Đorđević J. (1973): *Mlekarski praktikum, Zavod za izdavanje udžbenika, Beograd*, 87-88.

52. Perović N.: Ambalaža kao faktor konkurentnosti jugoslovenskog izvoza, Magistarski rad, Ekonomski fakultet, Subotica.
- 53.
54. Popović R., Plavšić M., Popović R. (1995): Tehnologija prerade polimera, Viša tehnološko-tehnička škola, Kruševac, 185-186.
55. Pravilnik
56. Robinson R.K., Tamime A.Y. (1981): Yoghurt Science and Technology, Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Paris, Frankfurt, 102-105, 158-167.
57. Robinson R.K., Tamime A.Y. (1986): Recent Developments in Yoghurt Manufacture, Chapter 1 in Modern Dair Technology, vol 2, Advances in Milk Products, Elsevier Applied Science Publishers, Barking, 1-34.
58. Rodin A. (1977): Ambalaža kao element marketinga, Grafičar, Ludbreg, 2, 10, 11.
59. Spasojević Lj. (1997): Kvalitet proizvoda od polimera kao faktor razvoja primene polimera, Zbornik radova – Conference Proceedings, Svet polimera, Beoplast '97, Beograd, 118-124
60. Stevanović P. (1996): Ispitivanje mogućnosti primene termoformirane ambalaže za proizvode od mleka produžene održivosti, Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1-21.
61. Stevanović P., Vujković I. (1996): Nova ambalaža za pakovanje proizvoda od mleka produžene održivosti, Savetovanje – savremeni pravci razvoja u tehnologiji mleka, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 126-131.
62. Stevanović P., Nikolin A.M., Stanišić Z. (2004): Značaj izgleda grafičkog proizvoda za potrošača, Savetovanje GRID – 2004, FTN, Novi Sad.
63. Stevanović P. (2005): Uticaj dizajna grafičkog proizvoda na korisnike, Međunarodni simpozijum iz oblasti celuloze, papira, ambalaže i grafike, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 87-91.
64. Stoiljković D. (1977): Polimerni materijali i njihov značaj za ambalažu, Hrana i ishrana, 3-4/97, 5-8.
65. Stoiljković D. (1987): Savremeni trendovi u proizvodnji polipropilena u svetu, Plastika i guma 3, 79-84.
66. Stričević N. (1982): Savremena ambalaža 1, Školska knjiga, Zagreb, XIII, 230.
67. Stričević N. (1983): Savremena ambalaža 2, Školska knjiga, Zagreb 342.
68. Tamime A.Y., Robinson R.K. (2000): Yoghurt Science and Technology, 2nd ed., Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England.
- 68a. Tamime, A., Y. (2002): Probiotics Fermented Milks, a Critical Review, Zbornik sažetaka, 35. Hrvatski simpozij mljekarskih stručnjaka, Lovran, Hrvatska mljekarska udruga Zagreb, 38-41.
69. Tešić M. (1990): Spoljnotrgovinsko poslovanje, Savremena administracija, Beograd.
70. Todorović N. (1995): Ambalaža je važna, Kuća stil, Beograd, 58-59.
71. Tratnik Lj. (1998): Mlijeko – tehnologija, biokemija i mikrobiologija, Hrvatska Mljekarska udruga, Zagreb, 78-184.
72. Varsanyi I. Monspart-Sényi J. (1995): Održivost i plastični ambalažni materijali, Savremeno pakovanje 1-3/95, 271-275.



73. Vranić D. (2004): Što i kako dizajn ambalaže govori o proizvodu, Ambalaža, broj 2, Zagreb, 91-95.
74. Vujković I., Curaković M., Gvozdenović J., Lazić V. (1994): Proizvodnja i primena oplemenjene aluminijumske tanke trake, Savremeno pakovanje, 1-3, 139-145.
75. Vujković I. (1980): Utvrđivanje mogućnosti upotrebe oplemenjene aluminijumske tanke trake kao ambalaže za polutrajnu konzervu (400 g), Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1-24.
76. Vujković I., Stevović M., Gagović M. (1982): Prikaz kvaliteta ambalaže od opremljene aluminijumske tanke trake, Domaća dostignuća u proizvodnji i primeni ambalaže, aditiva i opreme u industriji mesa, Jugoslovenski institut za tehnologiju mesa, Beograd, 24-26.
77. Vujković I., Lazić V., Curaković M., Gvozdenović J. (1993): Osobine i primena barijernih i visokobarijernih plastičnih folija i traka, I jugoslovenski kongres plastičara i gumara – Plastigum '93, Poslovna zajednica industrije plastičnih masa JUPLAS, Beograd, 120-121.
78. Vujković I. (1997): Polimerna i kombinovana ambalaža, POLI, Novi Sad, 97-101, 133-138, 147-148, 155-157, 173-176.
79. Vujković I., Galić K., Vereš M. (2007): Ambalaža za pakiranje namirnica, Tectus, Zagreb, 4-57, 155-306, 444-474.
80. Vuković I. (1989): Izučavanje metoda za utvrđivanje uticaja rastvarača, Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 9-19.
81. Wollak H.F. (1997): Garancija ispravnosti ambalaže, Hrana i ishrana, Jugoslovensko društvo za ishranu, Beograd, 27.
82. Zaher M. (1987): Ispitivanje uticaja termičkih tretmana na promene proteina tokom tehnoloških procesa prerađivanja mleka, Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.