

OSNOVNE KARAKTERISTIKE AMBALAŽNIH MATERIJALA I AMBALAŽE ZA PAKOVANJE KONZUMNOG MLEKA*

Dr Milivoje CURAKOVIĆ, Vera LAZIĆ, dipl. inž., mr Ivan VUJKOVIĆ,
Tehnološki fakultet, Institut za tehnologiju mesa, mleka, ulja i masti, voća i
povrća, Zavod za ambalažu i pakovanje, Novi Sad

Mleko, kao i druge prehrambene proizvode, potrebno je posle odgovarajućeg tehnološkog tretmana upakovati u ambalažu.

Ambalaža je sredstvo koje prihvata proizvod i štiti ga do upotrebe, a pakovanje je tehnološki proces postavljanja proizvoda u ambalažu.

Ambalaža sa proizvodom čini jednu celinu, koja se prezentira kupcu, što znači da je ona njegov sastavni deo koji ga štiti i nepristrano preporučuje, pružajući pri tome potrebne informacije o sadržaju i zadovoljstvo pri upotrebi.

Ambalažni materijali i ambalaža u koju se pakuje mleko mora biti zdravstveno-higijenski ispravna. Fizičko-hemijske osobine ambalažnih materijala i ambalaže moraju biti poznate i prihvatljive kako je dato u odgovarajućim standardima, normama i Pravilniku o uslovima u pogledu zdravstvene ispravnosti predmeta opšte upotrebe koji se mogu stavljeti u promet (Sl. list SFRJ br. 26/83).

Ambalaža ima osnovni zadatak da štiti mleko (proizvod) od kvarenja. Kvarjenje proizvoda može nastati direktnim utjecajem ambalaže.

Iz ambalaže nije dozvoljen prelazak supstanci u mleko za usvojene uslove pakovanja i deklarirani rok upotrebe.

Zbog loših mehaničkih svojstava i nehermetičnosti ambalaže nastaje brzo kvarenje sadržaja. Uročnici ovih kvarenja su mikroorganizmi.

Sporo kvarenje mleka može nastati zbog loših barijernih osobina upotrebene ambalaže prema spoljnim faktorima kao što su: vlaga, svetlost, kiseonik, toplota i dr.

U tablici 1 data je stabilnost (S) i nepostojanost (N) nekih vitamina prema utjecaju kiseonika (vazduh), svetlosti i toplote.

Kiseonik koji je rastvoren u mleku i koji je zatvoren u ambalažu je nepoželjan. Kiseonik koji prolazi kroz ambalažu, za vreme skladištenja i prezentacije, uslovljava organoleptičke promene i kvarenje mleka. Kvalitetni materijali za dobro formiranje i zatvaranje ambalaže imaju bitnog utjecaja na zaštitu mleka od dejstva atmosferskog kiseonika.

Svetlost manjih talasnih dužina ima katalitičko dejstvo na početak foto-hemijskih reakcija. Svetlost manjih talasnih dužina ima veću energiju. U granicama od 315 do 380 nanometara emituje se 90% ukupne energije ultraljubičastog dela spektra.

* Referat održan na XXIII Seminaru za mljekarsku industriju, Zagreb, 1985.

Tablica 1. Postojanost i nepostojanost vitamina prema utjecaju kiseonika, svetlosti i toplote

Vitamins	Kiseonik (vazduh)	Svetlost	Toplota
Vitamin A	N	N	N
Provitamin A (karoten)	N	N	N
Askorbinska kis.-vit. C	N	N	N
Vitamin D	N	N	N
Vitamin K	S	N	S
Niacin-vitamin PP	S	S	S
Riboflavin-vit. B-2	S	N	N
Tiamin-vit. B-1	N	S	N
Tokoferol-vit. E	N	N	N

Oznake: S — stabilan
N — nepostojan

Samo propuštena svetlost i svetlost koja je došla u dodir sa mlekom ima štetno dejstvo. Pravilnim odabiranjem ambalažnih materijala može se uspešno izvršiti zaštita sadržaja od utjecaja svetlosti.

Temperatura sadržaja u momentu razlivanja u ambalažu, temperature skladištenja i prezentacije, imaju također bitnog utjecaja na hemijske i organoleptičke promene.

Razmena toplote između proizvoda i spoljne sredine obavlja se kroz zidove ambalaže.

Kroz ambalažu toplota se prenosi kondukcijom-provođenjem. Toplotna vodljivost je najveća kod metalne, a zatim kod staklene i plastične, a najmanja kod višeslojne ambalaže.

Ambalažni materijali i ambalaža za pakovanje mleka su različiti.

Za pakovanje pasterizovanog mleka, kod nas se, kao ambalažni materijal, koristi polietilenski film (m.g.). Iz polietilenskog filma formira se kesa primenom POLI-PAK sistema. Na stroju se od folije pravi kesa uzdužnim i poprečnim varenjem. Kada se formirano crevo napuni mlekom onda se drugim varom napunjena kesa zatvori i ambalažna jedinica se odvađa od sistema uređaja kao što su: Prepak, Hasia, Finpak i dr.

Berto-pak uređaj koristi ambalažni materijal koji je prethodno kao crevo namotan na rolnu.

Polietilenska folija mora biti bez mirisa i okusa i potpuno otporna prema delovanju komponenata iz mleka.

Osnovne karakteristike PE folija date su JUS G. C8. 511.

Zatezna čvrstoća i izduženje pri kidanju date su u JUS. G. S2 734.

Otpornost prema cepanju po Elmendorfu, otpornost prema probijanju »Monsanto test« i čvrstoća vara proveravaju se postupkom prema JUS. G. E4. 111.

Dozvoljena propustljivost folija na svetlost prema JUS. G. C8. 511, data je u tablici 2.

Međunarodna mlekarska federacija (IDF) preporučuje da propustljivost svetlosti kroz materijal za pakovanje mleka pri talasnoj dužini od 400 nanometara može maksimalno da iznosi do 2%, a pri talasnoj dužini od 500 nanometara do 8% od upadne (usmerene) svetlosti.

Tablica 2. Dozvoljena propustljivost folije za mleko na svetlost

Svetlost talasne dužine u nanometrима	Propustljivost svetlosti u (%)
do 610	nepropusna
do 650	5
do 700	7
do 750	10

Osim u polietilenske vrećice pasterizovano mleko se pakuje i u višeslojnu (kompleksnu) ambalažu. Kao ambalažni materijal upotrebljava se troslojni kompleks: polietilen-papir-polietilen. Pasterizovano mleko pakuje se u višeslojne ambalažne materijale uz primenu više sistema pakovanja, kao što su: Tetra-pak, Tetra-brik, Pure-pak, Zu-pak i drugi.

U našim mlekarama koristi se za pakovanje pasterizovanog mleka Tetra-brik ambalaža. Papir čini osnovu u ovom troslojnom kompleksu. Karakteristike papira date su u tablici 3.

Tablica 3. Osnovne karakteristike papira u troslojnom kompleksu PE (PAP) PE

Karakteristike i mere	Vrednosti
— masa, g/m ²	260 ± 15
— debljina, mikrometri	385 ± 35
— kvašenje pri jednostranom kvašenju za 1 minut po svakoj strani, g/m ² ne više od	22
— kritična sila, napon, kgs, ne manje u mašinskom pravcu	19
u poprečnom pravcu	9
— izduženje, %, u uzdužnom	1,4
u poprečnom pravcu	2,9
— krutost, gscm, ne manje od, u uzdužnom	140
u poprečnom pravcu	50
— propustljivost vazduha, cm ³ /min	70 — 150
— vlažnost, %	3,8— 6,5

Na papir se sa obe strane ekstruzionim oslojavanjem nanosi sloj polietilena. Na spoljašnju, štampanu stranu nanosi se polietilen u količini 15 g/m², pri temperaturi 300—315 °C. Unutrašnji sloj polietilena nanosi se u količini 65 g/m², pri temperaturi 260—280 °C. Posle ove operacije višeslojni materijal se seče na širinu od 322 mm (za ambalažne jedinice zapremine 1 i 0,5 litara), ili 214 mm (za ambalažne jedinice zapremine od 0,25 l).

Karakteristike polietilena date su u tablici 4.

Kompleksni materijal stiže u mlekaru u rolni, pa se na stroju za punjenje formira ambalažna jedinica koja u ovom slučaju ima oblik kvadra-cigle.

Slična ovoj ambalaži je i Tetra-pak ambalaža za pasterizovano mleko. Tetra-pak ambalažnu jedinicu takođe čini troslojni materijal, ali je formirana ambalažna jedinica u obliku tetraedara.

Tablica 4. Osnovne karakteristike polietilena u troslojnom kompleksu PE (PAP) PE

Karakteristike i mere	Vrednosti za ambalažne jedinice		
	1 l	0,5 l	0,25 l
— masa unutrašnjeg PE filma, g/m ²	65 ± 2,5	65 ± 2,5	50 ± 2,5
— stepen adhezije unutrašnjeg PE filma, prema papiru	1	1	1
— stepen adhezije spoljašnjeg PE filma	2	2	2
— oksidisanost unutrašnjeg PE filma	ne dozvoljava se		
— oksidisanost spoljašnjeg PE filma	dozvoljava se		
— broj kolonija mikroorganizama na 100 cm ² materijala, ne više od	10	10	10
— prisustvo crevnih bakterija na površini materijala	ne dozvoljava se		

Postoje i drugi sistemi za pakovanje pasterizovanog mleka u višeslojnu ambalažu koji se razlikuju po obliku formirane ambalažne jedinice. Pure-pak sistem formira ambalažnu jedinicu u obliku kvadra čiji je gornji deo u vidu krova. Gramatura papira je 320—340 g/m² za ambalažne jedinice zapremine 0,25—1 litra i 450 g/m² za ambalažne jedinice zapremine 2 litra. Sa unutrašnje i spoljašnje strane je sloj polietilena gramature 26 i 14 g/m². Papir daje ambalažnoj jedinici oblik i neophodnu čvrstinu i zajedno sa polietilenom štiti sadržaj od spoljašnjih utjecaja. Prema sadržaju je polietilen inertan i omogućava zavarivanje materijala pri formiranju ambalažne jedinice.

Pasterizovano mleko se može pakovati u boce od plastičnih materijala. To je Botl-pak sistem. Boce za pasterizovano mleko mogu biti zapremine od 0,25—1 litra i ekstrudiraju se u mlekari od granulata polietilena obujamske mase 0,915—0,925 g/cm³. Boce su vrlo lake, oko 20 g. Zatvaraju se zavarivanjem poklopca od Al folije i polietilena na grlo boce, ili zavarivanjem zidova grla boce.

Boce od polivinilhlorida (Meca-pak) uspešno se proizvode, pune i zatvaraju na brzim strojevima, jednostavno transportuju i prezentiraju kupcima.

PVC — boce imaju prednost u odnosu na druge termoplastične materijale, jer imaju izvanredno sjajnu površinu, hemijski se inertno ponašaju prema sadržaju, a gasovi i aromatične materije manje prolaze kroz zidove, nego kod ambalaže od polietilena.

Proizvedene boce imaju malu težinu i nepovratne su. Boce od PVC mogu se proizvoditi u pogonu neposredno pred razlivanje tekućina, tako da kapaciteti proizvodnje, razlivanja, zatvaranja i zbirnog pakovanja u potpunosti budu usaglašeni na liniji pakovanja.

Plastične boce menjaju svoje fizičke osobine kod promena temperature.

Praksa pokazuje da pri temperaturama sadržaja, višim od 85 °C u momentu zatvaranja, nastaju mehaničke deformacije.

U oblasti oko 0 °C plastične boce postaju lomljive.

U plastične boce sadržaji se razlivaaju uz primenu hladnosterilnog postupka. Sadržaj koji se razliva sadrži vrlo malo klica, jer su prethodnom obradom uklonjene, pa je postupak punjenja boca pod stalnom kontrolom.

PVC-boce pune se na linijama s radnim učinkom između 5.000—20.000 boca/čas.

Plastične boce zatvaraju se, najčešće, krunskim zatvaračima sa penušavim PVC podloškom.

Jedna varijanta krunskog zatvarača sa plutom, koji je proizveden od Al-lima ili tankog belog lima sa jezičkom, jeste Fliptop-zatvarač.

Boce od polietilena mogu se zatvarati i Quetsch poklopcima koji se, uz primenu temperature i pritiska, vare na grlo boce.

Plastične boce od polikarbonata-makrolena sve se više proizvode za višekratnu upotrebu. Boce su vrlo lagane sa izvanrednim fizičkim i hemijskim osobinama. Od ovog materijala boca zapremine 5 litara teška je 230 gr. Posebno su interesantne posude veće zapremine, do 20 litara, koje služe za prihvatanje svežeg neobrađenog mleka.

Staklene boce proizvode se od natrijumkalcijumsilikata koji je oplemenjen drugim dodacima radi poboljšanja hemijskih i fizičkih osobina.

Staklo po svom hemijskom sastavu predstavlja najinertniji ambalažni materijal, koji je otporniji prema utjecaju kiselina nego baznih sadržaja. Pored hemijske inertnosti staklo je kompaktan materijal koji ne propušta gasove, vodu, paru, aromatske komponente, rastvarače i masnoće.

Staklo se proizvodi sa fizičkim karakteristikama koje omogućavaju uspešno pakovanje, skladištenje, transport i prezentaciju mleka i mlečnih napitaka pri različitim transportnim i temperaturnim uslovima.

Koeficijent širenja ambalažnog stakla obično je visok, a provodljivost toplote niska, pa boce i staklenke podnose temperaturne razlike (termošokove) do 40 °C. Boce tanjih zidova lakše podnose termošokove. Mala otpornost prema izvlačenju i nizak modul elasticiteta utječu da je staklo lomljivo na udar.

Važna karakteristika staklene ambalaže je providnost. Providnost stakla objašnjava se njegovom razvučenom hemijskom strukturom u modifikovanoj rešetki.

Ambalažno staklo debljine oko 3 mm ne propušta svetlost manjih talasnih dužina od 300 nanometara.

Ukupna propustljivost svetlosti od 312 do 1000 nanometara kroz bezbojne boce iznosi 78,2%, kroz zelene boce 60,3% i kroz smeđe boce 34,1%.

Tehnološki proces proizvodnje boca stalno se usavršava težeći da se ugrađuje što manje materijala (težina) po jedinici zapremine. Posebno treba istaći postupke oplemenjivanja zidova staklenih boca primenom titanizacije i plastificiranjem.

Kao zatvarači za staklene boce koriste se: krunski, navojni (Pilfer proof), Twist off, cepani zatvarači (Pull off) i dr. Zatvarači sa unutrašnje strane imaju plastičnu — PVC masu, pluto sa sintetičkim lepkom i PVC ili alu foliju. Svi zaptivni materijali ne smeju ništa otpuštati u sadržaj i moraju hermetično zatvoriti sadržaj do upotrebe.

Za pakovanje sterilizovanog mleka obavezni su uslovi aseptičnog pakovanja. Aseptično pakovanje predstavlja pakovanje bez mikroorganizama u sadržaju i na ambalažnim materijalima odnosno ambalaži. Najpoznatiji sistemi aseptičkog pakovanja mleka su: aseptik Tetra pak, aseptik Tetra brik, aseptik Pure pak, Dole aseptik Canning system, Anderson Form seal, GEMNIRD aseptik Bottling Machine.

Osnovni problemi aseptičnog pakovanja su: sterilizacija ambalažnog materijala-ambalaže, održavanje aseptičnih uslova za vreme punjenja i zatvaranja kao i očuvanje mleka za deklarirani rok upotrebe.

Za uništenje mikroorganizama sa površine ambalažnih materijala-ambalaže, koja dolazi u dodir sa mlekom, koriste se fizička i hemijska sredstva.

Fizička sredstva obuhvataju tretman temperaturom, ultravioletno zračenje, jonizujuće zračenje i dejstvo struje visoke frekvencije.

Hemijska sredstva obuhvataju tretman etilenoksidom, hlorinom ili vodonik peroksidom. Upotreba vodonik peroksida je najčešća.

Ambalažni materijali za formiranje ambalaže aseptik Tetra pak i Tetra brik su petoslojni. Sa unutrašnje strane je PE (Al-fol) PE(PAP)PE. Zbog pakovanja većih zapremina ambalažni materijali su nešto deblji kod Tetra brika u odnosu na Tetra pak. Naša ispitivanja Tetra brik materijala ukazuju na sledeće karakteristike, od unutrašnje prema spoljnoj strani: PE 52,3 g/m², 57 mikrometara (Al-f 21,8 g/m², 8 mikrometara (PE 16,4 g/m², 18 mikrometara (PAP 21,7 g/m², (PE 13,0 g/m², 14 mikrometara) UKUPNO 320 g/m².

Kod aseptik Pure pak sistema na početku proizvodnog ciklusa (dana) izvrši se sterilizacija zatvorenog prostora, strojeva, uređaja, vazduha i ambalažnog materijala. U toku proizvodnog procesa održavaju se sterilni uslovi.

Mehaničke osobine višeslojnih materijala vrlo su bitne za očuvanje mleka u procesu manipulacije, skladištenja, transporta i prezentacije. Svi ovi materijali spajaju se termozavarivanjem. Kontrola kvaliteta materijala, uspešnost formiranja i zatvaranja ambalaže mora biti stalna briga tehničko-tehnoloških službi u proizvodnim pogonima.

Sterilizovano mleko može se pakovati i u staklene boce prema aseptik DOLE sistemu i GEM-NIRD aseptik Bottling Machine.

Sterilizovano mleko, takođe, može se pakovati i u plastične boce, koje se proizvode u pogonima mlekare od granulata PE ili PP.

U literaturi ima podataka o upotrebi PP za pakovanje mleka.

Naša istraživanja u tom pravcu su skromna i odnose se na proučavanje fizičko-hemijskih osobina domaćeg OPP filma za pakovanje prehrambenih proizvoda koji se konzervišu toplotom. Proizvođač OPP filma je »Centrofan« — »Viskoza«, Loznica.

Za ispitivanje je korišćena OPP folija sa oznakom G 214 ukupne debljine 35 mikrometara. Od folije su formirane kesice na uređaju AUDION ELEKTRO, tip vakuum 30 cm sa telfoniziranim impulsnim grejačima.

Nakon razlivanja mleka kesice se na istom uređaju zatvaraju-zavaruju.

Mleko je u ambalaži sterilisano na 121 °C u trajanju od 30 minuta sa protivpritisakom od 1 bara.

Uzorak OPP folije ispitan je pre početka rada.

Kvalitet formiranog vara ispitan je nakon formiranja kesica, a uzorci su ispitani nakon pakovanja i posle skladištenja od 30 dana.

Ukupna debljina ispitane folije kretala se u granicama, od 33 do 38 mikrometara, a srednja vrednost je bila 34,7 mikrometara. Propustljivost vodene pare ispitivane folije je 3 g/m² · 24 h na temperaturi od 30 °C, a propustljivost gasova (vazduha) je 30 Ncm³/m² · 24 h na temperaturi od 38 °C.

Zatezna čvrstina formiranog vara je u granicama od 12 do 15 N/15 mm, a srednja vrednost je 12,8 N/15 mm. Formirane kesice izdržavaju unutrašnji pritisak veći od 0,5 bara, a da ne dolazi do narušavanja hermetičnosti.

Vizuelnom kontrolom uzoraka, pre punjenja i zatvaranja, nakon zatvaranja i termičke obrade kao i nakon 30 dana skladištenja, nisu utvrđena nikakva odstupanja u odnosu na iste proizvode pakovane u standardnu ambalažu.

Započeta ispitivanja se nastavljaju.

Da bi potrošač dobio za deklarirani rok upotrebe kvalitetno mleko, pored dobro vođenog tehnološkog procesa pripreme i obrade mleka, uspešno izvedene termičke sterilizacije, neophodno je pažljivo odabrati ambalažne materijale — ambalažu i pravilno je primeniti u procesu punjenja i zatvaranja.

Formiranje zbirnog pakovanja, takođe, ima utjecaja na uspešan transport i prezentaciju mleka.

Proces kontrole ambalažnih materijala i ambalaže treba da obuhvati ispitivanja zdravstveno-higijenske ispravnosti, okus, miris, mehaničko-hemijske karakteristike, kontrolu zatvaranja termovarova i mikrobiološko stanje.

Literatura

- ANON (1931.): Big advantages cited for hot-air aseptic systems, **Food Engin. Intl.** 6, str. 58—62.
- CARLSON V. R., CHERRY BURRELL (april, 1980.); Aseptic Packaging, *American Dairy Review*, str. 38—45.
- LAZIĆ V., CURAKOVIĆ M. (1984.); Osnovne karakteristike ambalažnog materijala i ambalaže za pakovanje mleka. **Miljekarstvo**, 34 (2) 50—55.
- CURAKOVIĆ M., VUJKOVIĆ I., GVOZDENOVIĆ JASNA (1984.); Praktikum kontrola ambalažnih materijala i ambalaže, Novi Sad, Tehnološki fakultet.
- CRNČEVIĆ V. (1980.); Ambalaža za životne namirnice, **Privredni pregled**, Beograd.
- CHRISTY G. E., AMANTEA G. F. i dr. (1981.); Evaluation of Effectiveness of Polyethylene Overwraps in Preventing Light-Induced Oxidation of Milk in Pouches, *Can. Inst. Food Sci. Technol.*, J 14, 2, str. 135—138.
- EDGER-TRIFUNOVIĆ JAGODA, KOZAR SONJA, TRIFUNAC M., (1979.); Elektroanalitičko određivanje teških metala u nekim uzorcima mlijeka, **Prehrambeno-tehnološka revija** 17 (1), str. 25—27.
- GAVARIĆ D. (1981.); Magistarski rad, Tehnološki fakultet Novi Sad.
- JORDAN W. K.; Sterilization and Aseptic Packaging of Milk Products Changes in Products, **J. Dairy Sci.** 51, str. 1144—1146.
- MAKUŠINA A. V., GRINEVSKAJA E. S.; Rasfasovka židkih moločnih produktova v bumažnuju laru, **Moločnaja promišljenost**, str. 11—13.
- MAŠIĆ DRAGOSLAVA (1979.); Svetska kretanja u oblasti primene plastičnih masa za ambalažiranje mleka, Savetovanje — plastične mase i prehrambeni proizvodi, Beograd.
- MEHTA R. S. (1980.); Milk Processed at Ultra-high-Temperatures-A Review, **Journal of food protection** vol. 43.
- PETOVAR T. (1981.); Embalaža od valovitega kartona, kombi doze, temperaturno obstojni karton embalaža za mleko in tekočine ter fleksibilna embalaža, *Bitenčevi živilski dnevi*, 6, str. 32—33.
- ŠKARBIDOVA P. A., ŽLOBINSKIJ V. B., RODIN E. M. (1982.); Primenenie upakovočnih linij tipa Pure-pak na Ostokinskom moločnom kombinatu, **Moločnaja promišljenost**, 7.
- ZONJI D. (1979.); Pakovanje mleka i mlečnih proizvoda. **Manipulacija i skladištenje**, 5, str. 6—10.
- CURAKOVIĆ M. (1984.); Ambalaža i pakovanje. **Savremeno pakovanje**, 5—6 (25) 28—29.