

# Ambalaža za pakovanje u modifikovanoj atmosferi

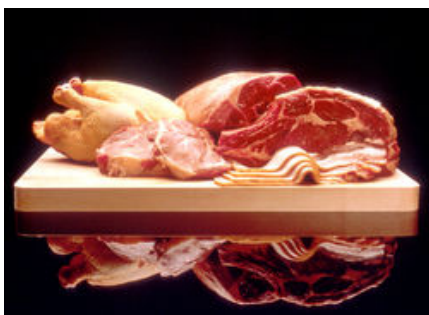


**P**akovanje prehrambenih proizvoda u modifikovanoj atmosferi ("Modified Atmosphere Packaging" – MAP) sve više dobija na važnosti, zahvaljujući daljem rastu trenda ambalaže za samoposluživanje. Kako bi se sačuvao kvalitet različitih prehrambenih proizvoda i produžio rok trajanja, neophodno je korišćenje posebnog tipa ambalaže u kojoj se namirnica nalazi u modifikovanoj atmosferi.

## Šta omogućava MAP?

Pakovanje u modifikovanoj atmosferi na prvi pogled izgleda kao obično pakovanje za samoposluživanje, koje je obmotano (pokriveno) filmom. Međutim, ovo pakovanje omogućava produženi rok trajanja, što je značajno sa aspekta prodavaca i kupaca, kao i manji otpad, izbegavanje sredstava za konzerviranje, vizuelno efektan izgled i niže troškove prodaje. Namirnica je upakovana u ambalažu nepropusnu za vazduh u modifikovanoj atmosferi, uz pomoć azota, kiseonika i ugljen-dioksida. Mešavina gasa je specijalno optimizovana za određeni proizvod, kako bi se obezbedio minimalni rast bakterija i najbolji mogući izgled proizvoda (npr. crvena boja za meso).

Tipični proizvodi kod kojih se koriste MAP su voće, pica, sir, i sl. Primena MAP-a za pakovanje svežeg mesa je enormno porasla poslednjih godina, posebno u Nemačkoj. Inače, meso nastavlja da bude najvažniji sektor prehrambene industrije, obuhvatajući oko 20% ukupne prodaje prehrambene industrije, težinski posmatrano.



Sveže meso spremno za pakovanje

## Materijali za MAP ambalažu

Polipropilenski (PP) podmetači su postali standard kao nosači MAP ambalaže, s obzirom da svi drugi materijali poseduju ozbiljne nedostatke. Tako, amorfni poli(etilen-tereftalat) - PET-A ima relativno visoku cenu i težak je za zavarivanje, dok ekspanzirani polistiren - PS-E takođe poseduje slabu zavarljivost, kao i slabu udar-

nu žilavost na niskim temperaturama i nema transparentnost. Nedostatak transparentnosti ima negativan efekat na prodaju, s obzirom da kupci vole da vide šta kupuju. Poli(vinil-hlorid) - PVC i PVC/PE takođe mogu da budu konkurentni materijali ali, bar u Nemačkoj, ovakav tip podmetača je teško pronaći usled ekoloških nedoumica. Dodatno, samo PP podmetači su pogodni za mikrotalasne pećnice.

## Ambalaža za sveže meso

Kompletan proizvod se sastoji od polipropilenskog podmetača, jastučića od netkanog tekstila kao apsorbenta i filma za zavarivanje na podmetač. U suštini, kupac više ne kupuje samo meso, nego MAP ambalažu koja sadrži sveže meso. Naznačeni datum roka trajanja je takođe deo ambalaže i validan je samo dok pakovanje nije otvoreno, kao i dok je pravilno skladišteno (van dometa sunčevog svetla, na suvom i hladnom mestu sa temperaturom od +2 °C do +4 °C).

**Film za zavarivanje.** Postoji više opcija za proizvodnju ovog filma, koji se obično projektuje kao višeslojni film. Film se može proizvoditi kao liveni film, laminirani film ili ekstrudirani duvani film. Poslednjih godina se razvijaju tipovi polipropilena koji se mogu preradivati tehnikom duvanja tubularnog filma. Pokrivni film je skoro uvek višeslojni, s obzirom da je obično znatno tanji od polipropilenskog podmetača, sa kojim čini celinu pakovanja. Često je pokrivni film posebno modifikovan aditivima za sprečavanje zamagljivanja.

**Folija za termoformiranje.** I ovde je na raspolaganju više mogućih načina za proizvodnju folije, koja se obično koristi kao jednoslojna. Tehnologija livenja folije sa rashladnim ("čil") valjcima se obično primenjuje za proizvodnju folija maksimalne debljine 200-400 µm. Ove folije se ne koriste kod PP podmetača za pakovanje mesa, koji imaju debljinu 500-1.000 µm.

Ukoliko se koriste višeslojne folije, one su najčešće kompozicija PP/adhezivni sloj/EVOH/adhezivni sloj/PP.

Tabela 1. PP ima najveći raspon vrednosti skupljanja

Materijal	Skupljanje, %
PP	1,2-2,2
ABS	0,4-0,7
PET	0,5-0,7
PS	0,3-0,6
PVC	0,4-0,5
PC	0,6-0,8

## PP podmetači

Pri proizvodnji podmetača na mašini za termoformiranje, neophodno je potpuno higijensko rukovanje i transport. Takođe je veoma važan pravilan izbor materijala koji poseduje dovoljna barijerna svojstva, udarnu žilavost na niskim temperaturama, krutost i potpuno glatku i ravnu površinu za zavarivanje. Preko 90% folija koje se koriste kao podmetači za sveže meso je izrađeno od jednoslojnog polipropilena. Proizvodnja podmetača od višeslojnih barijernih folija u kojima je EVOH barijerni sloj za kiseonik, relativno je skupa i time se preporučuje samo kada je potrebno postići minimalni rok trajanja od preko nedelju dana. Drugi razlog bi mogao da bude taj što prodavci žele da povećaju bezbednost proizvoda, čak i u slučaju nepravilnog korišćenja ambalaže od strane kupaca, i osiguravaju se od reklamacija na svežinu proizvoda.

Za MAP je specijalno razvijena mašina za termoformiranje koja ispunjava visoke zahteve proizvodnje, a izrađuje je nemačka firma Kiefel AG. Kako bi se omogućila ekonomična proizvodnja termoformiranih artikala u velikim količinama, potrebno je ispuniti nekoliko važnih zahteva. Jedan od njih je da se u istovremenom ciklusu proizvodi što više elemenata, odnosno, da se koriste kalupi sa više kalupnih šupljina.

Problem koji se dešava pri termoformiranju polipropilena se sastoji u različitom termičkom širenju pri grejanju i visokom, različitom, skupljanju nakon termoformiranja. PP poseduje najveće vrednosti skupljanja u odnosu na materijale koji se koriste za izradu folije, kao i najveći raspon vrednosti,



kao što je prikazano u tabeli 1. Posledica ovoga je smanjena preciznost pri opsecanju, što je rezultat nelinearnog skupljanja.

Jastučić od netkanog tekstila se umeće u podmetač da bi apsorbirao tečnosti, odnosno, sok iz svežeg mesa. Jastučići mogu da budu fiksirani na podmetaču putem zavarivanja ili korišćenjem "hot-melt" adheziva. Njihovo umetanje može da se vrši na liniji ili kao posebna operacija nakon proizvodnje podmetača.

U zavisnosti od vrste mesa i ostalih zahteva, potrebno je izabrati odgovarajuću kompoziciju gasova za MAP postupak. Tako, na primer, da bi se održala crvena boja svežeg mesa koristi se mešavina kiseonika sa CO<sub>2</sub> u kojoj je sadržaj kiseonika veoma visok i prelazi 70%. S obzirom na očuvanje svojstava upakovanog sadržaja, MAP ambalaža stiže sve veću popularnost u primeni.

## Eksterno prevlačenje PET boca u modulu za "streč" duvanje

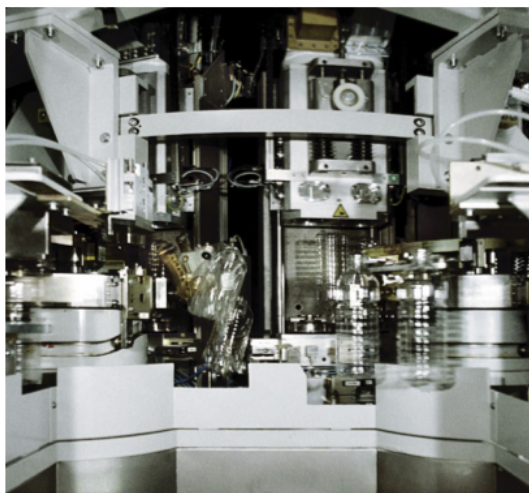
**S**talna zamena metalne i staklene ambalaže tokom poslednjih godina vodi ka konstantnom rastu pakovanja na bazi poli(etilen-tereftalata) – PET-a. Poboljšanje barijernih svojstava predstavlja stalno polje istraživanja i inovacija. Tako je proces unutrašnjeg prevlačenja PET boca potpomognut plazmom već široko primenjen u industriji. Na laboratorijskom nivou je izvršen značajan napredak u postupku prevlačenja boca putem plazma polimerizacije potpomognute mikrotalasima.

Proces "streč" duvanja se koristi kod proizvodnje visoko kvalitetnih PET boca sa izuzetnim mehaničkim i optičkim svojstvima, a uz malu težinu i jeftinu proizvodnju. Gazirani napici, voćni sokovi i pivo postavljaju strožije zahteve za ambalažu sa aspekta obezbeđivanja barijere za ugljen-dioksid, arome i vodenu paru, a takođe i u odnosu na

maksimalno dozvoljenu apsorpciju kiseonika. Barijerni efekti boce su primarno uslovljeni materijalom ili kombinacijom materijala (kod višeslojnih boca) koji se koriste, stanjem materijala (kristalnost i orijentacija) i debljinom zidova boce i geometrijom boce. S obzirom na trend koji je usmeren posebno ka bocama manjeg kapaciteta ("single-serve"), ključna stvar postaje veća barijerna aktivnost u odnosu na propustljivost. S tim u vezi, kod boce dolazi do povećanja odnosa površine boce u odnosu na zapreminu. Odlučujući faktor za dozvoljeni rok trajanja je prihvatljiv nivo apsorpcije ili ispuštanja supstanci. U slučaju, na primer, ugljen-dioksida, uobičajene vrednosti su gubici koji ne prelaze 17,5% (kod gaziranih napitaka) ili 10% (kod piva) u poređenju sa početnim stanjem. Prolaženje ovih supstanci kroz zid boce je poznato kao permeabilnost i sastoji se od četiri individualna procesa: adsorpcija na površini; apsorpcija u sadržaju u blizini površine; difuzija kroz plastični materijal i desorpcija na suprotnoj površini.

Rok trajanja od najmanje tri meseca se obično specificira za gazirane napitke. Proizvodi osetljivi na kiseonik, kao što su voćni sokovi i pivo, zahtevaju rok trajanja u opsegu od 4 do 9 meseci. Standardno dizajnirana PET boca ispunjava barijerne zahteve za pivo samo za oko 2 nedelje. Korišćenjem višeslojnih plastičnih boca sada je moguće postići rok trajanja i do 9 meseci. Dalji načini za poboljšanje barijernih svojstava PET boca su njihovo prevlačenje putem procesa potapanja, prskanja ili vakuumiranja.

Najveći broj sistema za poboljšanje barijernih svojstava uključuje tehničke probleme vezane za proces ili vodi ka neprihvatljivoj ceni koštanja boce. Kod tehnika koje se baziraju na višeslojnim materijalima, na primer, deformacija boce može da prouzrokuje razlivanje (delaminaciju) sistema slojeva. Ovim se narušavaju optička svojstva i smanjuje barijernost. Nanošenje prev-



lake putem potapanja dovodi do neuniformne debljine barijernog sloja, a takođe je nepodobno za sadašnje visoko produktivne procese koje se kreću do 20.000 boca na sat. Kod nanošenja prevlaka prskanjem, kompleksna geometrija boca smanjuje efikasnost rada ukupnog postrojenja.

Kod višeslojnih i konvencionalnih procesa prevlačenja dolazi i do značajnog mešanja materijala jer, na primer, kod višeslojnih boca barijerni slojevi učestvuju i sa 10%. Jedino sa plazma prevlačenjem se mogu postići odgovarajuće barijere, uz veoma malu debljinu prevlake koja iznosi 20-200 nm.

Sa aspekta reciklovanja se jedino vakuumsko prevlačenje može primenivati kao ekonomično. Tako je nedavno PetCore (neprofitna organizacija koja se bavi reciklovanjem PET materijala) objavila da plazmom potpomognuto prevlačenje postupkom CVD (Chemical Vapour Deposition) nema nikakve negativne posledice na reciklovanje PET-a. Jedan od proučavanih procesa u ovom slučaju je bio "Actis Light", koji je rešenje firme Sidel.

Postoji značajna razlika kod plazma polimerizacije u procesu CVD i PVD (Physical Vapour Deposition), kao i metoda unutrašnjeg i spoljašnjeg prevlačenja. Kod CVD procesa koriste se veći pritisci (1-100 Pa), dok su u PVD procesu pritisci znatno niži i kreću se u opsegu 0,01-1 Pa. Prvi navedeni proces je podjednako za postupke sa kraćim vremenskim ciklusima, što je slučaj u industriji pakovanja. Dodatno, CVD postupak se može prilagoditi kako za unutrašnje, tako i za spoljašnje prevlačenje šupljih tela.

Vakuumski postupci prevlačenja za PET boce koji su trenutno razvijeni na tržištu, poboljšavaju barijerna svojstva sa faktorom 2-7 za CO<sub>2</sub> i sa faktorom 10-30 za kiseonik, u poređenju sa neprevučanim bocama. U najvećem broju slučajeva ove vrednosti omogućavaju rok trajanja koji prelazi 6 meseci, što je specificirano za osetljive napitke. Uz naglašene prednosti, proces vakuumske prevlačenja izgleda da postaje varijanta koja najviše obećava, u smislu formiranja barijere. Posebno su povoljni niski materijalni troškovi, koji se danas kreću u iznosu od 0,06 evra na 1.000 boca. Uprkos ovome, ukupni troškovi procesa dostižu vrednost od oko 15 evra na 1.000 boca, što je još uvek visoko i nalazi se na sličnom nivou troškova kao i kod višeslojnih boca. Dugoročno posmatrano, samo proces koji obezbeđuje dobra barijerna svojstva sa najmanjim troškovima ima šanse da bude usvojen kao rešenje.

**Slika 1. Uređaj za prevlačenje boca sa ulazom i izlazom boca**

*IKV Plastics Processing Institute*