

¹VERA L. LAZIĆ
¹JASNA J. GVOZDENOVIĆ
²TANJA S. PETROVIĆ

¹Tehnološki fakultet, Novi Sad

²Poljoprivredni fakultet, Zemun

UDK 637.1:621.798.188

NOVI TRENDovi PAKOVANJA U INDUSTRIJI PRERADE MLEKA

Moderno pakovanje hrane nema više samo pasivnu ulogu u zaštiti i prodaji proizvoda, nego aktivno pakovanje menja stanje u upakovanoj hrani, da bi se produžila njegova trajnost i održao kvalitet. Inteligentno pakovanje komunicira sa okolinom dajući pojedine informacije o kvalitetu upakovanog proizvoda.

U radu je dat osvrt na sadašnje stanje u mlekarama sa aspekta pakovanja. Takođe su date osnovne definicije, kao i pregled različitih postupaka aktivnog i inteligentnog pakovanja.

Razmatrana je mogućnost primene ovih novih postupaka za pakovanje, kako mleka i mlečnih proizvoda, tako i drugih prehrambenih proizvoda.

Ključne reči: ambalaža • mleko • mlečni proizvodi • aktivno pakovanje • inteligentno pakovanje

UVOD

Da bi ljudi opstali moraju se hraniti, a neizbežan pratilac hrane je ambalaža. Napretkom civilizacije menja se ishrana stanovništva, navike pripremanja hrane, uvođene su nove tehnologije konzerviranja različitih prehrambenih proizvoda. Sve ovo je pratilo razvoj ambalaže i pakovanja. Kroz istoriju uloga ambalaže je evoluirala (Robertson 1993, Bureau and Multon 1996). Od najprimitivnijih oblika i elementarne funkcije, do brojnih složenih funkcija. Od prihvatanja proizvoda, konzerviranja u ambalaži, zaštite proizvoda, očuvanja nutritivnih karakteristika, do atraktivnosti, ekološke podob-

nosti, ekonomske prihvatljivosti, pa sve do aktivne i komunikativne uloge (Lazić 1989, 1994, Ahvenainen 2003).

U mlekarama je zastupljen široki asortiman proizvoda koga prati još širi asortiman ambalažnih materijala i ambalaže. Izbor ambalažnih materijala i ambalaže za konkretan proizvod zavisi od niza faktora. Pre svega materijali za pakovanje se biraju imajući u vidu osobine proizvoda koji se želi pakovati i osobine samih ambalažnih materijala, koje treba da omoguće ispunjenje svih funkcija ambalaže (Lazić 1994).

Za svaki konkretan proizvod u mlekarima moguća su izvesna poboljšanja procesa pakovanja. Ukoliko se ne menja oprema za pakovanje, težište je na kvalitetu primenjenih ambalažnih materijala i kvalitetu formiranja. Za svaki ambalažni materijal poznati su načini razvoja koji idu u pravcu smanjenja debljine uz očuvanje (poboljšanje) barijernih svojstava, atraktivnosti i funkcionalnosti pakovanja (Lazić 2000).

U slučaju nove opreme najčešće su u upotrebi i novi ambalažni materijali, i posebni uslovi pakovanja.

U mlekarama se primenjuju specifični uslovi pakovanja (aseptično pakovanje, vakuum, modifikovana atmosfera), posebno kod pakovanja sireva (Curaković i Lazić 1992, Lazić 1994). U ovoj oblasti danas je najaktuelniji princip aktivnog pakovanja AP. Ovaj koncept podrazumeva da komponente ambalažnog materijala stupaju u interakciju sa atmosferom iznad upakovanog proizvoda, produžujući kvalitet i rok upotrebe. Najčešće su to adsorberi kiseonika (*scavenge*) koji sprečavaju oksidaciju, ili komponente koje imaju antimikrobno dejstvo, inhibito-

ri enzima, adsorberi svetlosti (Appendini i Hotchkiss 2002, Ahvenainen 2003).

STANJE U MLEKARAMA SA ASPEKTA PAKOVANJA

Kao što je poznato u mlekarama je zastupljen veliki asortiman proizvoda koga prati još širi asortiman ambalažnih materijala i ambalaže. Unapređenje prehrambenih tehnologija, proizvodnja funkcionalne hrane, prati razvoj ambalažnih materijala, ambalaže, pakovanja, kao i mašina, opreme za pakovanje (Lazić 2000, 2003).

Za svaki konkretan proizvod u mlekarima moguća su izvesna poboljšanja procesa pakovanja. Ukoliko se ne menja oprema za pakovanje, težište je na kvalitetu primenjenih ambalažnih materijala i kvalitetu formiranja.

U slučaju nove opreme, najčešće su u upotrebi i novi ambalažni materijali, te uz stalnu procesnu kontrolu postiže se optimalna zaštitna funkcija ambalaže.

U mlekarama, po proizvedenim i prodanim količinama su najzastupljeniji svakako fermentisani mlečni proizvodi, pasterizovano mleko, sterilizovano mleko i različiti sirevi. Korišteni ambalažni materijali i ambalaža za te namene su prihvaćeni, dobro štite upakovani proizvod i omogućavaju pravilno punjenje, zatvaranje, transport, ali pod uslovom da su standardnog kvaliteta.

Unapređenje u oblasti fermentisanih mlečnih proizvoda postiže se primenom čaša boljih barijernih svojstava (PP) i primenom poklopaca sa ili bez AL folije, sa kvalitetnim termolakom (Lazić 2001), ili primenom boca od barijernih polimernih materijala, koje se formiraju u mlekarima iz pretformi, atraktivnog oblika i dizajna, sa

Adresa autora:
 Prof. dr Vera Lazić, Tehnološki fakultet,
 Bulevar cara Lazara 1, 2100 Novi Sad
 tel. 021-6350-262
vlazic@tehnol.ns.ac.yu

efektnim sliv etiketama. Primena tetra rex ambalaže unapređuje se konstrukcijom različitih zatvarača koji omogućavaju lako otvaranje.

Veliki napredak u pakovanju fermentisanih proizvoda i pasterizovanog mleka je postignut novim linijama tetra - pak tip TB/8 1000 Sq (ReCap) sa ambalažom TetraSqr, koja je montirana u pojedinim našim mlekarima (Marković 2002).

Za sterilizovane proizvode nastavlja se uspešna primena tetra aseptik linija i materijala za pakovanje. U dosta mlekararazvijane su nove linije i novi ambalažni materijali za pakovanje sterilizovanog mleka. Jedno od poslednjih tetra - pak dostignuća su mašine za sterilizovane proizvode tip TBA/8 1000 S (ReCap3), montirane u pojedinim našim mlekarima (Marković 2002).

Kod pakovanja sireva, uticaj ambalaže i uslova pakovanja je veoma izražen. Različiti tipovi polutvrdih i tvrdih sireva mogu da se pakuju nakon zrenja ili da se podvrgnu zrenju u ambalaži. Mogu se pakovati originalne forme ili konfekcionirani. U izboru odgovarajućih polimernih folija najbitnija svojstva su barijerna, odnosno propustljivost gasova i vodene pare. Različiti tipovi sireva tokom skladištenja trpe različite promene u zavisnosti od primenjenih ambalažnih materijala i uslova pakovanja (Lazić 1992, 1994a, 1994b, 1995, 1997, 1998).

Unapređenje pakovanja sireva ide u pravcu veće primene pakovanja u modifikovanoj atmosferi (Parry 1993), što je posebno potrebno kod konfekcioniranih sireva, uz primenu tanjih koekstrudiranih folija.

U mlekarima, prisutne su pojave novih proizvoda, razvoj ambalažnih materijala poboljšanih svojstava, primena specifičnih uslova pakovanja, a takođe i nove mašine za pakovanje. Generalna tendencija razvoja mašina za pakovanje ide ka povećanju brzine, odnosno kapaciteta mašina za pakovanje uz istovremeno povećanje sigurnosti pakovanja.

Na svim linijama i za sve proizvode, kvalitetan proizvod je moguć primenom kvalitetnih materijala, pravilno vođenih procesa pakovanja, uz kontrolu ambalaže na svim nivoima.

TRENDovi PAKOVANJA

Poznate su brojne tradicionalne funkcije ambalaže, na primer, ambalaža treba da prihvati, prenese, zaštiti, promovise i proda, upakovanu hranu.

Nauka o pakovanju, nasuprot tradicionalnom konceptu pakovanja, promovisalo je aktivno i inteligentno pakovanje.

Aktivno pakovanje menja stanje u upakovanoj hrani da bi se produžila njegova trajnost i očuvala kvalitativna svojstva, dok inteligentni sistem pakovanja nadgleda stanje upakovane hrane da bi dao informaciju o kvalitetu tokom transporta i skladištenja.

Generalno, do kvarenja hrane dolazi zbog procesa: disanja (sveže voće i povrće...), nepoželjnih hemijskih procesa (oksidacija masti...), različitih fizičkih procesa (dehidracija...), mikrobioloških procesa ili zagađenosti insektima.

U svim ovim slučajevima moguća je primena aktivnog pakovanja radi eliminacije ili umanjenja nabrojanih efekata (Robertson 1993, Ahvenainen 2003).

U principu, tehnike aktivnog pakovanja se dele na:

1. adsorpcioni sistemi / scavengers /,
2. otpuštajući sistemi / releasing systems /,
3. ostali sistemi.

Mleko, fermentisani mlečni proizvodi i sirevi zahtevaju pakovanje u ambalažu koja ima dobra barijerna svojstva prema kiseoniku, kako bi se izbegle oksidacione promene masti kao i rast nepoželjnih aerobnih mikroorganizama. U novije vreme u upotrebi su aktivna pakovanja sa adsorbensima kiseonika, antimikrobnim jedinjenjima i antioksidantima koja imaju za cilj da produže trajnost i stabilnost ovih proizvoda.

PRIMENA NOVIH TRENDova PAKOVANJA U INDUSTRIJI PRERADE MLEKA

Absorbicioni sistemi adsorbiraju neželjene materije, odnosno jedinjenja kao što su kiseonik, ugljen-dioksid, etilen, vlaga, laktoza, holesterol i drugo. U tabeli 1 su dati primeri za primenu adsorbera kiseonika, adsorbera laktoze i holesterola u industriji prerade mleka (Ahvenainen 2003).

Adsorbensni kiseonika su jedinjenja koja reaguju sa kiseonikom i tako ga uklanjaju iz pakovanja. U upotrebi je nekoliko jedinjenja kao što su: gvožđe u prahu, askorbinska kiselina, glukoza oksidaza. Ova jedinjenja reaguju sa kiseonikom koji se nalazi u prostoru između upakovanog proizvoda i ambalaže ili sa kiseonikom rastvorenim u samom proizvodu. Uklanjanjem kiseonika iz pakovanja se spečava nekoliko štetnih efekata: pojava užeglosti kod proizvoda koji sadrže dosta masti i ulja, degradacija mirisnih komponenti, oksidativno potamnivanje koje dovodi do promene boje proizvoda kao i rast aerobnih mikroorganizama, pre svega plesni na površini sireva.

Najčešće korišćeni način primene adsorbensa kiseonika je u formi «kesice». Naime, aktivna komponenta je zatvorena unutar kesice koja je permeabilna (propustljiva) za kiseonik. Kesica se stavlja unutar pakovanja pri čemu aktivna komponenta adsorbira kiseonik. Adsorbensni kiseonika mogu biti inkorporirani direktno u polimerne ambalažne materijale. Ovi filmovi su višeslojni, pri čemu svaki sloj ima svoju funkciju. Adsorbensni kiseonika je u sloju koji je permeabilan za kiseonik. Takođe, postoji i sloj koji sprečava migraciju adsorbensa kiseonika u proizvod.

Primena adsorbensa ima i nekih nedostataka, jer adsorbensni kiseonika mogu ukloniti sav prisutan kiseonik u pakovanju. Međutim, kada se pakovanje jednom otvori, kiseonik se ponovo vraća

Tabela 1. PRIMERI ADSORPCIONIH SISTEMA ZA PAKOVANJE MLEČNIH PROIZVODA
Table 1. EXAMPLES OF ADSORPTION SYSTEMS FOR PACKING OF DAIRY PRODUCTS

Tip pakovanja Package type	Princip delovanja, reagensi	Svrha, značaj pakovanja	Prehrambeni proizvodi kod kojih se upotrebljavaju
Absorberi kiseonika	Askorbinska kiselina, soli metala, glukozoksidaza, alkoholoksidaza	Redukuje i sprečava razvoj plesni, kvasaca i aerobnih bakterija Sprečava oksidaciju masti, ulja, vitamina i boja. Sprečava razvoj insekata	Sir, proizvodi od mesa , gotova hrana, pekarski proizvodi, kafa, čaj, orasi i slični proizvodi, mleko u prahu
Imobilizatori holesterola (hvatači holesterola)	Imobilizovana holesterol reduktaza u materijalu pakovanja	Poboljšava kvalitet mlečnih proizvoda	Mleko i mlečni proizvodi
Imobilizatori laktoze (uklonjivači laktoze)	Imobilizatori laktoze	Sprečava pojavu laktoze u proizvodima namenjenim osobama sa intolerancijom na laktozu	Mleko i mlečni proizvodi

u proizvod i adsorbens kiseonika više ne može da zaštiti proizvod. Za primenu ovog sistema pakovanja neophodna je upotreba visokobarijernih ambalažnih materijala. Kod primene adsorbensa kiseonika postoje izvesne opasnosti od stvaranja anaerobnih uslova, koji mogu dovesti do rasta bakterija iz roda *Clostridium* spp. kao i fakultativno anaerobnih *Listeria* spp. Drugi problem može biti u vezi sa slučajnim konzumiranjem adsorbena.

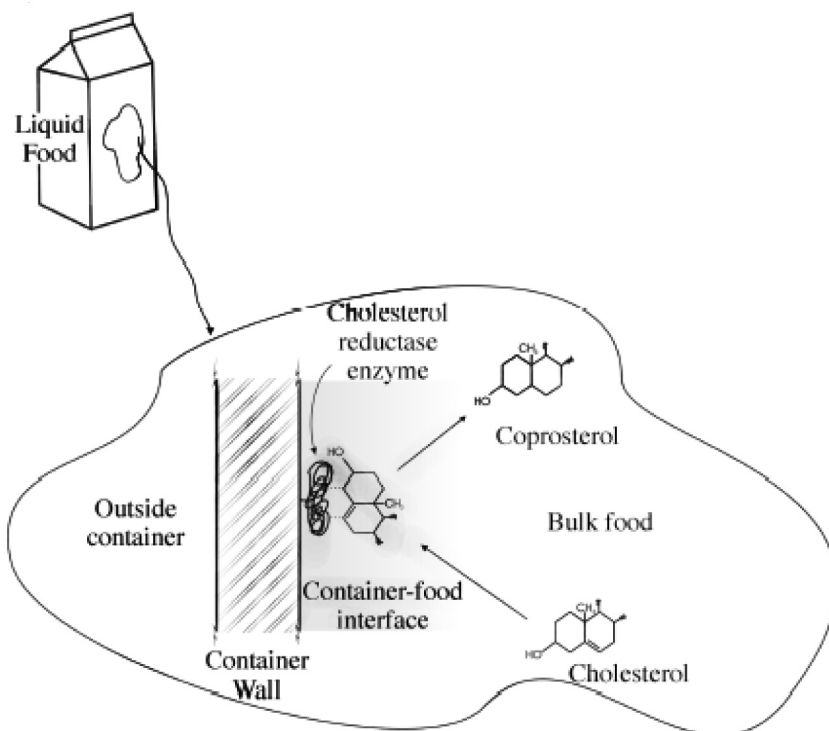
U tabeli 1 prikazana je i mogućnost primene imobilizatora holesterola, čiji je princip delovanja dat na slici 1 (Brody and Budny 1995).

Unutrašnja površina ambalažnog materijala sadrži imobilisani enzim holesterol reduktazu, koja uklanja neželjenu komponentu (holesterol). Tokom skladištenja, sastav upakovane hrane se menja do onog koji proizvođači žele i postiže se optimalni nutritivni sadržaj, rok trajanja koji je prihvatljiv za potrošača.

Osim adsorbena kiseonika i imobilizatora holesterola, moguća je i upotreba ambalažnog materijala koji vrši imobilizaciju laktaze, sa ciljem proizvodnje mlečnih proizvoda sa smanjenim sadržajem laktoze ili bez laktoze. Proizvodi bez laktoze su neophodni za potrošače koji su netolerantni prema laktozi.

Druga tehnika aktivnog pakovanja je primena otpuštajućih sistema koji aktivno dodaju ili emituju jedinjenja, u upakovanu hranu ili u slobodan prostor u ambalaži, kao što su ugljen-dioksid, anitoksidansi i konzervansi (Ahvenainen 2003).

Aktivno pakovanje, koje sadrži antimikrobne oslobađajuće sisteme, može produžiti trajnost upakovanog proizvoda inhibiranjem rasta patogenih mikroorganizama i izazivača kvarenja namirnica. Kao aktivnu komponentu ova pakovanja mogu sadržati etanol, sorbat, benzoat, enzime i bakteriocine. Kesice u kojima su smeštena antimikrobna jedinjenja omogućavaju njihovo postepeno oslobađanje u pakovanje. Ambalažni polimerni



Slika 1. PRINCIP DELOVANJA IMOBILIZATORA HOLESTEROLA
Figure 1. PRINCIPLE OF ACTION OF CHOLESTEROL IMMOBILIZERS

materijali u kojima mogu biti inkorporirana antimikrobna jedinjenja takođe moraju imati više slojeva kako bi se omogućilo postepano oslobađanje antimikrobnog jedinjenja. Ovi višeslojni filmovi mogu biti sastavljeni od a) sloja koji sadrži aktivnu komponentu, b) kontrolnog sloja, poznatih difuznih karakteristika, koji kontroliše migraciju aktivne komponente na površinu proizvoda, c) barijernog sloja, koji treba da spreči migraciju aktivne komponente unutar pakovanja, kao i da obezbedi zaštitu od vlage i kiseonika.

Mnogi konzervansi kao što su sorbinska kiselina, različiti biljni ekstrakti, lizozim i hlor dioksid, mogu se uspešno inkorporirati u ambalažne materijale (Appendini i Hotckiss, 2002). Isto tako, nizin kao prirodni polipeptid koga produ-

kuje *Lactococcus lactis*, može biti ugrađen u različite filmove (An et al, 2000). Dokazano je da ovi filmovi poseduju antimikrobnu aktivnost na gram pozitivne bakterije kao što su *Brochotrix thermosphaacta*, *Lactobacillus helveticus*, *Listeria monocytogenes*, *Micrococcus flavus* i *Pediococcus pentosaceus*.

Antimikrobna jedinjenja koja se koriste u aktivnom pakovanju, ne smeju da budu toksična u koncentraciji u kojoj se koriste i moraju se nalaziti na listi dozvoljenih aditiva u prehrambenoj industriji.

Antioksidanti su hemijska jedinjenja koja mogu da spreče ili uspore oksidaciju nezasićenih masnih kiselina u hrani. Oksidacija masnih kiselina je glavni uzročnik promena hranljive vrednosti i organoleptičkih osobina namirnica koje

Tabela 2. PRIMERI OTPUŠTAJUĆIH SISTEMA KOD PAKOVANJA MLEČNIH PROIZVODA
Table 2. EXAMPLES OF RELEASING SYSTEMS DURING PACKING OF DAIRY PRODUCTS

Tip pakovanja Package type	Princip delovanja reagensi	Svrha / značaj	Prehrambeni proizvodi kod kojih se upotrebljavaju
Antimikrobni agensi (film)	Organske kiseline, kao što je sorbinska kiselina, srebrni zeolit, biljni ekstrakti, lizozim,	Inhibiraju rast patogenih bakterija	Meso, riba, hleb, sir, voće i povrće
Antioksidansi (film)	BHA, BHT, Tokoferol, isparljiva jedinjenja – proizvodi Majardove reakcije	Inhibiraju oksidaciju masti i ulja	Osušena hrana, hrana koja sadrži mast (sir, maslac)
Emiteri arome (kesica)	Razne arome u polimerima	Minimizacija gubitka arome, maskiranje uticaja stranih aroma, poboljšanje arome hrane	Širok spektar prehrambenih proizvoda

sadrže masnoće kao što su mlečni proizvodi. Istraživanja pokazuju da upotreba polimernih filmova impregniranih sa antioksidantima u pakovanju hrane, povećava stabilnost proizvoda prema oksidaciji (Wessling 1999). Antioksidanti koji se najviše koriste za aktivno pakovanje su BHA (butil hidroksianizol) BHT (butil hidroksitoluen) ili TBHQ (tercijalni butil hidrohinon), askorbinska kiselina i α -tokoferol.

Antioksidanti mogu biti inkorporirani u polimerne materijale kao što su polietilen niske gustuine i polipropilen (Mortensen, et al 2004).

Ostali sistemi aktivnog pakovanja mogu imati razne zadatke, kao što su samo-zagrevanje, samo-hlađenje i konzerviranje ili primena UV apsorbujućih filmova za pakovanje sireva.

Osim aktivnog, poznato je inteligentno pakovanje, koje primenom odgovarajućih indikatora nadgleda stanje upakovane hrane, daje informacije o temperaturi, kiselosti ili nekim drugim svojstvima.

ZAKLJUČAK

Na tržištu postoji izvesna sumnja u štetnost "absorbera", "indikatora", što sprečava veću primenu ovih novih tehnika pakovanja.

Futuristi tvrde da će u budućnosti menadžment lanca snabdevanja hranom biti zasnovan na aktivnoj, inteligentnoj i komunikativnoj ambalaži. Ambalaža će da štiti hranu, pruža sve potrebne

informacije o proizvođaču i kvalitetu proizvoda u svakom trenutku od proizvođača do potrošača, odnosno do momenta upotrebe.

LITERATURA

1. Ahvenainen, R.: Novel Food Packaging Techniques, VTT Biotechnology, Finland, p. 534 (2003).
2. An, D.S., Kim, Z.M., Lee, S.B., Paik, H.D., Lee, D.S.: Antimicrobial low density polyethylene film coated with bacteriocins in binder medium. Food science and biotechnology, 9 (2000) 14-20.
3. Appendini and Hotckiss, J.H.: Review of antimicrobial food packaging. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 3 (2002) 113-126.
4. Brody, A.L., Budny, J.A.: Enzymes as active packaging agents. Chapter in: Active food packaging, ed. Rooney M.L., Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK, (1995) pp. 92-174.
5. Bureau, G. and Multon, J.L.: Food Packaging Technology, Vol. I, VCH Publishers, Inc. New York, Weinheim, Cambridge, p. 367 (1996).
6. Curaković, M., Lazić, V.: Pregled ambalaže i uslova pakovanja u industriji mleka,
7. International Symposium "Modern trends in dairy production", 72-75, Kopaonik, 1992.
8. Lazić, V.: The quality and shelf life of sterilised milk in different packaging sterilized by ion radiation, Mr. Thesis, Faculty of Technology, Novi Sad, 1989.
9. Lazić, V.: Influence of packaging and packing conditions on the quality of kashkaval, Ph.D Thesis, Faculty of Technology, Novi Sad, 1994.
10. Curaković, M., Lazić, V.: Pakovanje tvrdih sireva, III International Symposium "Modern trends in dairy production", 73-76, Kopaonik, 1994.
11. Lazić, V., Curaković, M.: Barijerna svojstva ambalažnih materijala i njihov značaj u teh-

nologiji tvrdih sireva, IV International Symposium "Modern trends in dairy production", 56-58, Kopaonik, 1995.

12. Lazić, V., Curaković, M.: Influence of packaging on the rheological characteristics of Kashkaval, Acta Alimentaria, 26 (1997) 153-161.
13. Lazić, V., Gvozdenović, J., Curaković, M.: Ambalažni materijali i ambalaža za sireve tipa kačkavalja, Jugoslovenski mlekarSKI simpozijum, 123-133, Zlatibor, (1998).
14. Lazić, V., Curaković, M., Gvozdenović, J., Krunic, N.: Razvoj novog ambalažnog materijala za pakovanje mleka, Prehrambena industrija, 3-4 (2000) 87-90.
15. Lazić, V., Gvozdenović, J., Curaković, M., Bajić, D., Gvozdenac, B.: Kvalitet ambalaže i uslovi pakovanja fermentisanih mlečnih proizvoda, Zbornik radova sa simpozijuma Savremeni trendovi u mlekarstvu, 154-155, Vrnjačka Banja, 2001.
16. Lazić, V., Gvozdenović, J., Milanović: Characteristics of Packaging Materials for Packaging of Functional Food, Abstracts the 9th European Nutrition Conference, 598, Roma, Italy, 2003.
17. Marković, D.: Zadnja reč tetrapakovog ambalažnog arsenala, Mlekarstvo, 4, (2002) 126-127.
18. Mortensen, G., Sorensen, J., Stapefeldt, H.: Light-induced changes in packaged cheeses, International Dairy Journal, 14 (2004) 85-102.
19. Parry, R.T.: Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods, Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK, p. 299 (1993).
20. Robertson, L. G.: Food Packaging: Principles and Practice, Massey University, Palmerston North, New Zealand, p. 664 (1993).
21. Wessling, C., Nielsen, T., Leufven A., Jagerstad, M.: Retention of α -tocopherol in low-density polyethylene LDPE and polypropylene PP, Science of Food and Agriculture, 79 (1999) 1635-1641.

NEW TRENDS IN PACKAGING IN DAIRY INDUSTRY

¹Vera L. Lazić, ¹Jasna J. Gvozdenović, ²Tanja S. Petrović

¹Faculty of Technology, Novi Sad, ²Faculty of Agriculture, Zemun

Summary

Shelf life and quality of different food products depend a lot on packaging materials used and also on conditions and processes of modern packing. The enabling of packing process in classical sense, assumes modernization of equipment, improvement of quality characteristics of applied packaging materials, or use of vacuum or packing in modified atmosphere. The role of modern food packing is not passive any more regarding protection and selling of products. The active packing affects the condition of the food packed, so the shelf life is prolonged and the quality maintained. The intellectual packing communicates with the surroundings giving some information on the quality of the product packed.

This paper gives a review of the conditions in the dairies, from the aspect of packing. The basic definitions, and the review of different active and intelligent packing are also given (removal of oxygen, removal of ethylene, moisture regulation, antimicrobial effect, ... , (indicators of temperature, pH...).

The possibility of use of these new packing processes (removal of oxygen, cholesterol immobilization, lactose immobilization, antimicrobial packing) for packing of milk and dairy products was reviewed.

Key words: packaging • milk • dairy products • active packaging • intelligent packaging