

GLOBALNE MIGRACIJE SAMOGRIJAJUĆE PLASTIČNE VREĆICE

THE OVERALL MIGRATION OF SELF-HEATING PLASTIC BAG

Doc.dr.sc. Benjamin Muhamedbegović,
dr.sc. Husejin Keran,
vanr. prof., mr.sc. Elvir Karavdić
Univerzitet u Tuzli, Tuzla,

Mr.sc. Suvad Kesić,
dr.sc. Faik Uznović,
Univerzitet u Zenici, Zenica,

REZIME

Prehrambena industrija razvijenih zemalja u novije vrijeme plasira na tržište inovativna samogrijajuća pakovanja u kojima se hrana može podgrijati i iz njih direktno konzumirati. Međutim, grijanje ovih ambalaža, posebno plastičnih, može da utječe na prelazak migrirajućih komponenata ambalaže u hranu koje u određenim količinama mogu narušiti njenu zdravstvenu ispravnost.

Cilj istraživanja bio je da se u kontekstu pregleda literaturnih i legislativnih odredbi za plastične materijale i globalne migracije, kao i dobijenih laboratorijskih rezultata pokaže utjecaj obima kontakta hrana - ambalaža, prirode hrane i temperature na globalne migracije na različitim temperaturnim intervalima koje samogrijajuće ambalaže mogu postići.

U radu su opisane globalne migracije i faktori koji na njih utječu. Izvršena su laboratorijska ispitivanja globalnih migracija uzoraka samogrijajuće plastične vrećice na temperaturama 5°, 20° i 40 °C. U ambalažama je pakirano pileće meso u kari sosu. Napunjenost ambalaže bila je skoro 100%.

Kao što je i očekivano s rastom temperature zabilježen je rast globalnih migracija na ambalažu površine 0,14 dm². Dobijene vrijednosti migracija na temperaturama su se kretale u intervalu do 10 mg/dm² za globalne migracije plastičnih materijala koje precizira Direktiva 90/128/EEC. Na najvišoj temperaturi od 40 °C zabilježena je vrijednost od 17,857 mg/dm². Ova vrijednost je iznad limita. Razlozi za ovu vrijednost migracija osim rasta temperature su velika kontaktna površina hrana – ambalaža, tankoća materijala, te masna i polutekuća hrana koja je veoma sklona migracijama.

Ključne riječi: samogrijajuća ambalaža, plastična ambalaža, migracije

ABSTRACT

The food industry in developed countries in recent years marketed various innovation self-heating packaging in which the food is heated and directly consumed from packaging. Heating of packaging, especially plastic, affect the transition of migrating components of packaging in which the food in certain quantities can cause harm to their health safety.

The aim was that in the context of the literature and legislative provisions for plastic materials and global migration, as well as obtained laboratory results, show the influence of scale food – packaging contact, nature of the food and temperature on global migration. This paper describes global migration and factors which influence on it. We performed laboratory testing of global migration on a self-heating plastic bag at temperatures 5, 20 and 40 °C. The bag was filled with chicken meat in curry sauce, nearly 100% of bag.

As expected, the increase in temperature was recorded growth of global migration patterns on surfaces 14 cm². The values obtained at lower temperatures ranged in the limit of 10 mg/dm² of the global migration of polymer materials which specifies Directive 90/128/EEC. At the highest temperature of 40° C was observed value of 17,857 mg/dm². This value is above the limit. The reasons for this migration value other than rising temperatures are large contact surface food – packaging, thinnes of material, and fatty and semi – liquid food that is very prone to migration.

Key words: self – heating packaging, polymer packaging, migrations

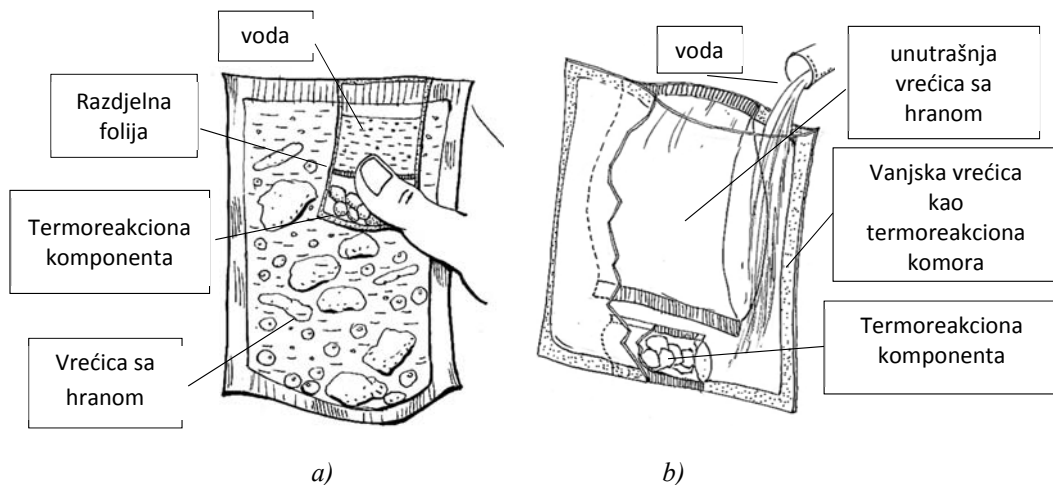
1. UVOD

Inovacije u pakiranju hrane usmjerena su posljednjih desetak godina na razvoj samogrijajućih ambalaža sa određenim termohemijskim mehanizmima koji podgriju hranu do određene temperature za konzamaciju. Grijanje sadržaja samogrijajuće limenke, u koje se pakiraju: kafa, čaj i supe (Slika 1.1.), se ostvaruje blagim pritiskom prsta na aktivacijsko dugme donjeg dijela limenke pri čemu se izaziva termohemijska reakcija između hemijskih supstanci koje reagiraju egzotermno (npr. kreč i voda) (Steeman, 2012a). Ove supstance moraju biti netoksične i odvojene od hrane pregradom od materijala koji dobro provodi toplinu (Butler, 2008).



Slika 1.1. Samogrijajuća limenka

Samogrijajuće plastične vrećice u koje se pakiraju gotova jela tekuće i polutekuće prirode (Slika 1.2.) mogu se grijati na način da manja unutrašnja vrećica služi kao termoreakciona komora dok vanjska sadrži hranu (a) ili obrnuto gdje se vanjska vrećica koristi kao termoreakciona komora, a vrećica sa hranom se ubacuje u nju (b). Miješanjem termoreakcione komponente i vode izaziva se egzotermna reakcija koja u 5 minuta može da zagrije 300 g hrane do 40 °C. Samogrijajuće vrećice su praktične za planinare, alpiniste i posebno za vojsku tokom izvođenja vojnih operacija na područjima gdje upotreba otvorenog plamena donosi rizike otkrivanja položaja (Karavdić, 2016).



Slika 1.2. a) i b) Samogrijajuće vrećice

Plastike se široko koriste za pakiranje hrane jer su jeftine, lako se lijevaju, oblikuju i omogućavaju širok izbor u pogledu: transparentnosti, boja, zavarljivosti, hemijske otpornosti, čvrstoće i barijera (Kirwan i Strawbridge, 2003). Plastike koje se značajno koriste za pakiranje hrane su: polietilen, polipropilen, polietilen tefertalat, poliamid, polivinil hlorid, poliviniliden hlorid i polistiren (Coles, 2003). Ove plastike se mogu koristiti samostalno ili kao komponente višeslojne ambalaže, gdje se međusobno kombinuju plastike ili se plastike kombinuju sa drugim materijalima poput papira ili aluminija. Višeslojni materijali se mogu sastojati od dva ili više slojeva, ali se uvijek strogo vodi računa da unutrašnji materijal bude netoksičan prema hrani, odnosno da nema migracija komponenata ambalaže u hranu koje narušavaju organoleptička svojstva i zdravstvenu sigurnost hrane (Muhamedbegović i sur., 2013).

U europskom zakonodavstvu o migracijama prepoznata su dva tipa migracija: specifične i globalne ili ukupne. Specifične migracije se odnose na pojedine migracione komponente koje i kada su prisutne u malim količinama predstavljaju opasnost za zdravlje potrošača, a globalne migracije se odnose na sve sastojke koji migriraju. Migracija je kombinacija dva procesa: difuzije i sorpcije. Migrant iz ambalaže se kreće radi koncentracijskog gradijenta difuzijom prema namirnici. Dolaskom na površinu materijala, desorbira se, a namirnica ga apsorbira. Ponovno slijedi difuzija u unutrašnjost namirnice, uslijed koncentracijskog gradijenta (Jašić i sur., 2013; Muhamedbegović i sur., 2015). Na migracije utiče veći broj faktora. Faktori koji utječu na migracije prikazani su u tabeli broj 1.

EU je donijela niz akata s ciljem da materijali i predmeti koji dolaze u kontakt s hranom ne bi ni po količini ni po sastavu ugrozili zdravlje potrošača ili uticali na promjenu hrane odnosno na senzorska svojstva hrane. Najznačajniji akti su: Opća okvirnu Direktivu 76/893/EEC od 26. novembra 1976 (izmjenjena sa 89/109/EEC od 21. decembra 1988); Direktiva 80/590/EEC; Direktiva 82/711/EEC; Direktiva 85/572/EEC i Direktiva 90/128/EEC.

Direktiva 90/128/EEC uspostavila je limit ukupnih migracija na nivo od 10 mg/dm² kontaktne površine hrana-materijal. Pod pretpostavkom da bi uobičajeni paket mogao imati površinu kontakta sa hranom obima 6 dm²/L, limit za ukupne migracije ne bi trebao prelaziti 10 mg/dm² za kontaktne površine 60 mg/L. Osim toga, direktiva uključuje dvije liste hemijskih materijala (1.340 u ukupno 540 koje su monomera i 800 aditiva), koji se koriste za pripremi plastične ambalaže za pakiranje hrane (Arvanitoyannis i Kotsanopoulos, 2014). Najvažniji domaći propis o migracijama je Pravilnik o plastičnim materijalima i predmetima namijenjenim za kontakt s hranom (Službeni glasnik BiH, br. 49/10) koji je donijela Agencija za sigurnost hrane BiH (Karavdić, 2016).

Tabela 1. Faktori koji utječu na migracije

Faktor	Utjecaj faktora na migracije
Priroda hrane	Migracije su daleko izraženije kod ambalaže tekućih proizvoda, kao i proizvoda sa povišenim sadržajem masti i ulja (Jašić i sur., 2013).
Tip kontakta	Kontakt migranta iz ambalaže sa hranom može biti direktni i indirektni. Migracije su znatno veće kod direktnog kontakta (Arvanitoyannis i Kotsanopoulos, 2014). Kod indirektnog kontakta migrant se nalazi u jednom od slojeva materijala, koji je odvojen od hrane interventnim slojem, te je njegova migracija u hranu usporena ili spriječena. Čvrsta hrana ima ograničen kontakt, dok tekuća ima izraženiji kontakt sa ambalažom (Barnes i sur., 2007).
Vrijeme kontakta	Koncentracija migrirajućih spojeva je direktno proporcionalna kvadratnom korijenu vremena kontakta $M \approx t^{1/2}$ (Arvanitoyannis i Kotsanopoulos, 2014).

Temperatura kontakta	Povećanje temperature dovodi do veće stope migracije i brže uspostave ravnoteže (Triantafyllou i sur., 2005).
Količina i karakteristike migranata	Veće koncentracije migranta u ambalažanom materijalu neminovno će dovesti do većih migracija. Sastojci visoke molekulske mase (> 1.200) pokazuju manji nivo migracije u odnosu na materijale niske molekulske mase. Mobilnost hemikalija u ambalaži zavisi od veličine i oblika molekula (Barnes i sur., 2007). Kompleksne molekularne konfiguracije (sferno orijentirana molekula, molekula sa bočnim lancima) odlikuju se nižim nivoima migracije (Arvanitoyannis i Kotsanopoulos, 2014).
Priroda materijala	Migracija je veća ako je debljina ambalaže manja (Nerin i sur., 2007). Kod papirne ambalaže koja je u kontaktu sa hranom migracije se mogu javiti zbog ostataka štamparske boje, formaldehida, halogeniranih aromatskih ugljikovodonika, isparljivih tvari i sl. Kod metalne ambalaže ukoliko nije zaštićena prevlakama, migracija metalnih iona u hranu može biti povećana. Migracije iz staklene ambalaže su uvijek vrlo niske. Kod plastičnih materijala migracijski sastojci pored aditiva mogu biti i produkti hemijske razgradnje tokom procesa obrade, kao i ostaci polimernih otapala, katalizatori i sl. (Šarkanj i sur., 2010; Arvanitoyannis i Kotsanopoulos, 2014).

2. EKSPERIMENTALNI DIO

Ciljevi ovog rada bili su:

- ispitati na temelju rezultata laboratorijskih ispitivanja utjecaj temperature na globalne migracije iz plastične samogrijajuće vrećice.
- ispitati na temelju mjerenja i prikupljenih literaturnih podataka utjecaj debljine ispitivanog ambalažnog materijala, kontaktne površine hrana-ambalaža i sadržaja masti u hrani na globalne migracije iz plastične samogrijajuće vrećice u kojoj je bilo pakirano pileće meso u kari sosu.

2.1. Materijali i metode

Laboratorijska ispitivanja provedena su u Hemijsko-keramičko-minerološkom laboratoriju Metalurškog instituta "Kemal Kapetanović" Zenica (Univerzitet u Zenici). Za istraživanje su korišteni sljedeći materijali: uzorci samogrijajuće plastične vrećice, destilirana voda i octena kiselina. Metoda ispitivanja definirana je u priručniku *Analiza ambalažnog materijala* (Galić i sur., 2000).

Ispitivanja su provodena na uzorcima dimenzija 7×1 cm, a potom je preračunat volumen otopine u odnosu na površinu ispitivanog uzorka (za 1 cm^2 izložene površine uzorka potrebno je dodati 2 mL otopine). Pripreme se uzorci ambalažnog materijala i pažljivo prenese u posude za ispitivanje (pincetom da se uzorci ne bi zamastili dodiranjem prstiju) te zatvore staklenim čepom. U svaku posudu (6 posuda, od kojih 3 sadržavaju ispitivani ambalažni materijal izložen djelovanju otopine, a ostale 3 sadržavaju samo otopine koje služe kao slijepa proba) prenese se po jedan uzorak (od istog ambalažnog materijala). Svaki uzorak prelije se otopinom unaprijed određenog i istog volumena. Pripremljeni uzorci su termostatirani pri unaprijed odabranim uvjetima, vremena i temperature (Tablica 2.1). Po isteku odabranog vremena izlaganja uklon je ispitivani uzorak, otopina se prelije u čašu, prethodno izvaganu na tačnost od 0,0001 g, ispari se (na grijaćem tijelu niže temperature ili u vodenoj kupelji) i isuši na $105 \text{ }^\circ\text{C}$ do konstantne mase, što se utvrđuje ponovnim vaganjem čaše na analitičkoj vagi.

Ukupna migracija (M_1 / mg dm⁻²) je računata prema izrazu:

$$M_1 = \frac{M_i - M_{sp}}{A} \text{ [mg dm}^{-2}\text{]} \quad (1.1.)$$

gdje su:

- M_i - masa ostatka nakon isparavanja simulanta, mg;
- M_{sp} - masa ostatka nakon isparavanja slijepe probe, mg;
- A - površina uzorka izložena djelovanju simulanta, dm²;

Upakiranoj hrani, pileće meso u kari sosu, izmjerena je pH metrom pH vrijednost od 3,7. Prema tabelarnim vrijednostima iz priručnika Analiza ambalažnih materijala kao simulant u laboratorijskim ispitivanjima za takve vrste hrane koristi 3% sirćetna kiselina.

Tablica 2.1: Odabir vremena i temperature u skladu sa stvarnim uvjetima u upotrebi (Galić i sur., 2000)

UVJETI U STVARNOJ UPOTREBI	UVJETI ISPITIVANJA
Vrijeme dodira	
t > 24 h	10 dana pri 5 °C
T ≤ 5 °C	10 dana pri 20 °C
°C < T ≤ 40 °C	10 dana pri 40 °C

Debljina uzoraka je mjerena na tri različita mjesta isječenih uzoraka pomoću pomičnog mjerila.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

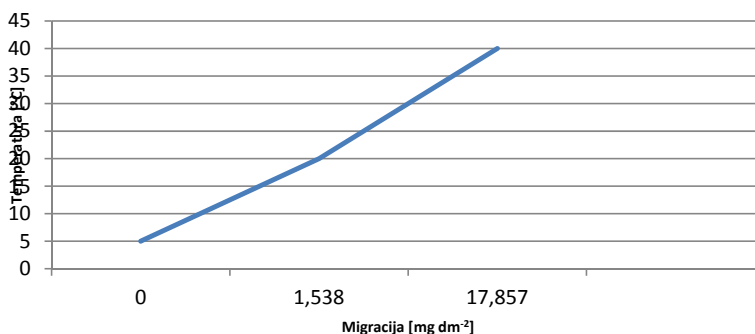
Rezultati određivanja globalnih migracija polimerne ambalaže na različitim temperaturama i debljine višeslojne polimerne folije su prikazani u tabeli 3.1.

Tabela 4.1. Globalne migracije polimernih materijala

Uzorak	Temperatura	Masa ostatka simulanta M_i /mg	Masa ostatka slijepe proba M_{sp} /mg	Površina uzorka A/dm ²	Debljina	Ukupna migracija M_1 /mg dm ⁻²
1	5°C	0	0	0,14	0,4	0
2	20 °C	0,2	0	0,14	0,41	1,538
3	40 °C	2,5	0	0,14	0,39	17,857

Temperature na kojima su ispitivane migracije bile su 5°, 20° i 40 °C. Na ovim teperaturama dobijene su nakon deset dana vrijednosti globalnih migracija: 0; 1,538 i 17,857 mg dm⁻². Ovisnost migracija u odnosu na temperature predstavljene su u dijagramu 3.1. Ispitivanje na višim temperaturama od 40°C nije rađeno iz razloga što samogijajuće ambalaže postižu najviše temperature grijanja između 35 do 40 °C. Dobijene vrijednosti na nižim temperaturama su se kretale u limitu od 10 mg/dm² za globalne migracije polimernih materijala koji precizira EU Direktiva 90/128/EEC. Na najvišoj tepearturi od 40 °C zabilježena je vrijednost od 17,857 mg/dm² koja je iznad limita.

Vrijednost globalne migracije rezultat je sadejstva više faktora koji povećavaju globalne migracije. Zato su razlozi za ovu vrijednost migracija osim rasta temperature i tankoća polimernog materijala, velika kontaktna površina hrana-ambalaža, te polutekuća hrana sa većim udjelom masti koja je veoma sklona migracijama.



Dijagram 3.1. Uticaj temperature na migracije

Kao što je i očekivano sa porastom temperature zabilježeno je povećanje globalnih migracija. Istraživanja drugih autora pokazala su značajan utjecaj temperature na globalne migracije. Begley i sur. (1995) iznose podatak da sa rastom temperature difuzija monomera, oligomera i drugih jedinjenja iz polimerne ambalaže raste tako da se koeficijent difuzije može povećati 6 do 7 puta kada je ambalaža izložena ekstremnim temperaturnim promjenama (na primjer od temperature zamrzavanja do temperature kuhanja). Način grijanja hrane u ambalaži, takođe, ima različite utjecaje na migracije na pojedine tipove hrane. Bhunia i sur. (2013) navode podatak da je za lazanje nivo migracija pri konvencionalnom grijanju gotovo 10 puta veći u odnosu na mikrovalno grijanje, a za pomfrit mikrovalno grijanje pokazalo je veći nivo migracije (2.73 mg / kg) u odnosu na konvencionalno grijanje (0.35 mg / kg). Način grijanja samogrijavajućih ambalaža je i dalje jedan novitet u svijetu ambalaže i pakovanja hrane i stoga nema široko dostupnih objavljenih podataka istraživanja drugih autora. Srednja vrijednost debljine izrezanih uzoraka, nakon tri mjerena pokazala se kao veoma tanka i iznosila je 0,4 mm. Izmjerena debljina se može u skladu sa tvrdnjama Nerina i sur. (2007) da migracione komponente više i lakše migriraju iz tanjih nego iz debljih ambalažnih materijala, smatrati faktorom koji je značajno doprinio dobijenim vrijednostima migracija.

Priroda hrane utiče na obim migracija. Pakirana piletina u kari sosu je hrana sa određenim procentom masnoće i kao takva pogoduje odvijanju migracija. Lau i Wong (1996) su dokazali povećanje migracija iz polimernog filma debljine 0,02 mm u pakirani sir sa različitim sadržajima masti nakon mikrovalnog grijanja. Za istraživanja su koristili uzorke sira sa sljedećim sadržajima masti: 8,2%, 12,5%, 21,3% i 32,8%. Pojedini istraživači pokazali su i utjecaj različitih tipova masti i ulja na količinu migracija. Tawfik (2005) je zaključio da palmino ulje stimulira migraciju plastičnih aditiva i sastojaka više od suncokretovog i maslinovog ulja. Najviši nivo migracija palmिनog ulja se može objasniti visokim procentom kratkih lanaca masnih kiselina (palmitinska kiselina 40,7%) u sastavu palmिनog ulja. Ove kiseline mogu stimulisati migracije više nego masne kiseline koje imaju duge lance. Figge (1972) je ispitivao globalne migracije iz plastičnih ambalaža u kikirijevo ulje, kokosovo ulje i maslac na 20 °C 60 dana skladištenja i dokazao su da je priroda masti utjecala na migraciju komponente iz plastičnih materijala, dok su dužina lanca i stepen zasićenja masnih kiselina utjecali na absorpciju masti u plastične materijale.

Zbog potrebe da efikasno zagrije upakiranu hranu ambalaža je dizajnirana tako da je napunjenost vrećice sa piletinom u kari sosu bila gotovo 100%, što znači da je dodirna površina odnosno veličina kontakta između materijala ambalaže i hrane izrazito velika.

Dimenzije ispitivane vrećice iznosile su 12 x 18 cm. Kada se oduzmu po jedan centimetar sa svečetiri strane vrećice koji se odnose na dimenzija 4 vara, tada se dobije da je površina kontakta hrana-ambalaža 160 cm² na jednoj unutrašnjoj strani vrećice, odnosno stvarna površina

kontakta od 320 cm². Drugi istraživači su na drugim tipovima hrane takođe potvrdili da veća kontaktna površina daje veće rezultate migracija. Barnes i sur. (2007) konstatiraju da je jedinična ambalaža za margarin od npr. 7 g u kontaktu sa ambalažom 28 cm², u odnosu na ugostiteljski rinfuzni margarin od npr. 2 kg koji je u kontaktu sa ambalažom 1050 cm². Ovo praktično znači da će ako se koristi isti polimerni materijal za dvije veličine pakovanja izloženost kontaktu po jediničnim pakovanjem biti i do osam puta veća u poređenju sa ugostiteljskim pakovanjem.

4. ZAKLJUČCI

Grijanje jela u ambalaži, posebno plastičnoj utječe na povećanje migriracija komponenti ambalaže u hranu koje u određenim količinama mogu narušiti zdravstvenu ispravnost pakirane hrane. Pored temperature na rast migracija utječu: debljina ambalažnog materijala, površina i vrijeme kontakta hrana-ambalaža, priroda pakirane hrane i ambalažnog materijala. Vrijednost globalne migracije rezultat je dejstva više faktora. Inovativna samogrijajuća pakovanja nužno moraju imati veliku dodirnu površinu tekuće hrane i ambalaže kako bi ambalaža za kratko vrijeme grijanja što ravnomjernije zagrijala hranu.

Realno je očekivati da će broj inovacija samogrijajućih pakovanja rasti u narednom periodu na globalnom tržištu. Migracije sastojaka ambalaže samogrijajućih pakovanja zahtijevaju čest nadzor i ispitivanja. Domaći relevantni autoriteti bi trebali da i pored literaturnih, kataloških i legislativnih odredbi za ovakve materijale u određenim vremenskim intervalima provode laboratorijska ispitivanja, kako globalni tako i specifičnih migracija kod ovih pakovanja kada se pojave na BH tržištu.

5. LITERATURA

- [1] Arvanitoyannis I. S., Kotsanopoulos K. V., (2014), Migration Phenomenon in Food Packaging. Food–Package Interactions, Mechanisms, Types of Migrants, Testing and Relative Legislation Food Bioprocess Technol 7:21–36;
- [2] Barnes, K.A., Sinclair, C. R. and Watson D.H., (2007), Chemical migration and food contact materials, woodhead publishing limited, Cambridge, England;
- [3] Begley T.H., Gay M.L., Hollifield H.C. (1995) Determination of migrants in and migration from nylon food packaging. Food Addit Contam 12(5):671–6.
- [4] Bhunia K., Shyam S. Sablani S.S., Tang J., Rasco B. (2003) Migration of Chemical Compounds from Packaging Polymers during Microwave, Conventional Heat Treatment, and Storage, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Vol 12, Issue 5, pages 523–545,
- [5] Butler P., (2008), Consumer Benefits and Convenience Aspects of Smart Packaging. In Kerry J. and Butler P. (ed): Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods, Wiley, UK;
- [6] Coles R., (2003), Introduction. In Food Packaging Technology, editors: Coles, R. McDowell, D. Kirwan, M.J., Blackwell Publishing, CRC Press., London, UK p 1–31;
- [7] Figge, K. (1972) Migration of additives from plastic films into edible oils and fat simulants. Food and Chemical Toxicology 10: 819-828.
- [8] Galić K.; Ciković N.; Berković K. (2000) Analiza ambalažnog materijala, Hinus, Zagreb,
- [9] Jašić M., Grujić S., Marić S., (2013) Štetne materije u hrani porijeklom iz okoliša. U Održive tehnologije u prehrambenoj industriji, ur. Grujić R. i Jašić, M., Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad.
- [10] Karavdić E., Globalne migracije polimernih ambalažnih materijala korištenih za trendovska miks-pak i samogrijajuća pakovanja, Magistarski rad, Tehnološki fakultet Tuzla, 2016,
- [11] Kirwan M.J., Strawbridge J.W., (2003) Plastics in food packaging. In: Coles R, McDowell D, Kirwan, MJ, editors. Food packaging technology.: Blackwell Publishing, CRC Press., London , U.K. p 1–31;
- [12] Lau OW, Wong SK., 1996., The migration of plasticizers from cling film into food during microwave heating—Effect of fat content and contact time. Packag Technol Sci 9:19–27;

- [13] Muhamedbegović B., Plančić I., Čatić S. (2013) Uticaj tehnike tiska i postupka kaširanja na savojnu otpornost polipropilenskih dupleks folija za pakiranje snack proizvoda, Zbornik radova 8. Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "Kvalitet 2013", Neum, BiH, 06. – 08. juni 2013;
- [14] Muhamedbegović B., Juul N. V., Jašić M. (2015) Ambalaža i pakiranje hrane, Tehnološki fakultet Tuzla, Off-set, Tuzla;
- [15] Nerin C., Contin E., Asensio E. (2007) Kinetic migration studies using Poropak as solid-food stimulant to assess the safety of paper and board as food packaging materials. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2283–2288;
- [16] Opća okvirna Direktiva EU 89/109/EEC, 1988;
- [17] Steeman A., (2012a) Self-heating packaging containers – part 2, www.bestinpackaging.com, pristupljeno jula 2015;
- [18] Šarkanj B. i sur. (2010) Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani, Hrvatska agencija za hranu (HAH), Osijek;
- [19] Triantafyllou V. I., Akrida-Demertzi K., Demertzi P. G., (2007) A study on the migration of organic pollutants from recycled paperboard packaging materials to solid food matrices. *Food Chemistry* 101(4), 1759–1768;