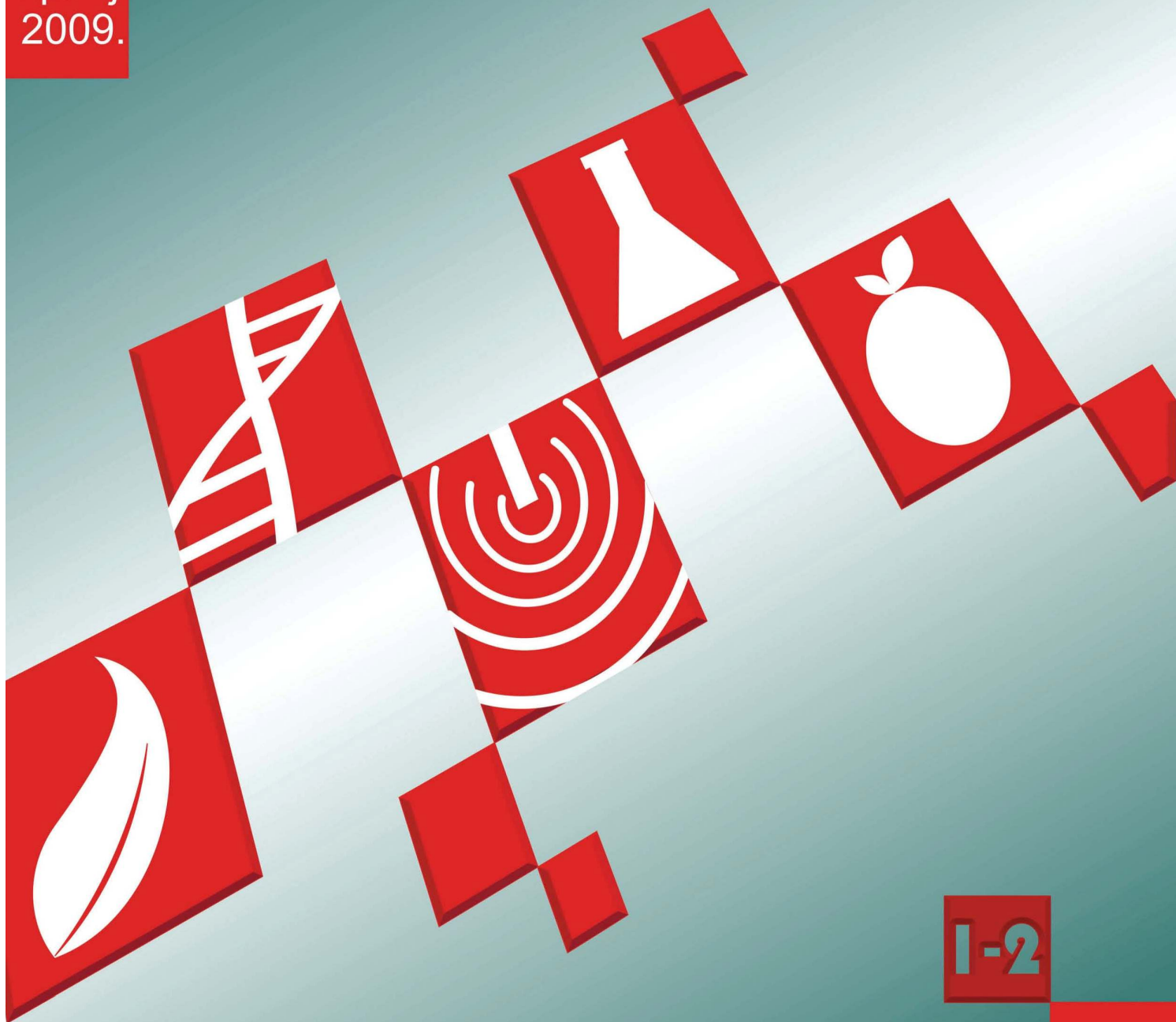




HRVATSKI ČASOPIS ZA PREHRAMBENU TEHNOLOGIJU BIOTEHNOLOGIJU I NUTRICIONIZAM

Znanstveno - stručni časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam

lipanj
2009.



1-2

June
2009.

Vol. 4, god. IV, broj 1-2
Str. 1-64
UDK:664
ISSN:1847-3423



9 771847 342004

CROATIAN JOURNAL OF
FOOD TECHNOLOGY
BIOTECHNOLOGY
AND NUTRITION



RIJEČ GLAVNOG UREDNIKA

Poštovani čitatelji, poštovani članovi, kolegice i kolege!

Pred vama se nalazi novi broj obnovljenog i sadržajno i kvalitetno promijenjenog časopisa pod imenom „Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam, odnosno engleskog naziva „Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition“. Danas je to znanstveno-stručni časopis koji pokriva u naslovu navedena znanstvena i stručna područja.

Časopis se obnavlja u skladu s velikom reorganizacijom društva, koje je posljednjih godina postalo članicom nekoliko velikih organizacija (American Institut of Food Technology (IFT), European federation of Food Science and Technology (EFFoST), kao i Svjetske federacije za znanost o prehrani i tehnologiju (IUFFoST – International Union of Food Science and Technology) o čemu obavještavamo u ovom broju. Pred neki dan (30.06. 2009.) osnovana je u okviru društva i Sekcija EHEDG (Europskog društva za higijenu namirnica).

U međuvremenu društvo je organiziralo i veliki Europski kongres o hrani CeFood 2008 u Cavtatu na kojem su sudjelovali brojni predavači i istraživači iz čitavog svijeta. Ujedno je organiziran i naš tradicionalni Kongres prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista sa međunarodnim sudjelovanjem. Naravno da ovakva aktivnost društva i njenih članova zahtjeva novu organizaciju društva koja treba, kako bi odgovarala novim zahtjevima.

Radi ulaska u Svjetsku federaciju društvo je moralo promijeniti ime u Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista sa skraćenim engleskim nazivom CroFoST. Društvo je osnovalo ili učlanilo postojeće udruge kao podružnice, te tako danas imamo 4 podružnice (Osijek, Split, Rijeka i Zadar). Ukoliko postoji potreba za osnivanjem i drugih podružnica, društvo je voljno pomoći pri osnivanju, kao i dati punu pomoć u ostvarivanju programa novo osnovanih podružnica.

Jedan dio nove organizacije predstavlja izdavačka djelatnost. Upravni odbor društva je na sjednici početkom ove godine donio odluku da se umjesto dosadašnje „revije“ pokrene novi časopis koji će pokrivati znanstvena i stručna područja naše djelatnosti, časopis, koji će isto tako biti i glasilo novog društva. Novi redakcijski odbor započeo je pripreme za prvi broj i već nakon nekoliko mjeseci ovaj broj je pred vama. Predviđa se izlazak 4 broja godišnje sa radovima koji su recenzirali najmanje dva recenzenta. Časopis će biti tiskan na hrvatskom jeziku, te uz sažetke, nazive slika i tablica i na engleskom jeziku. Od sljedećeg broja opisi slika i tablica bit će tiskani također i na engleskom jeziku.

Naravno, očekujemo od vas konstruktivne kritike kako bi sljedeći broj bio još bolji, kako bi opravdali sadržajno naziv časopisa. Od vas, dragi članovi i kolege, očekujemo da publicirate znanstvene i stručne radove u časopisu kako bi od sljedeće godine časopis postao verificiran i članci citirani. Naravno, rado ćemo objavljivati i druge priloge koji predstavljaju zanimljivosti iz struke vaših mjesta ili pogona, izložba i ekskurzija. To će također obogatiti časopis i informirati naše članove.

Novi redakcijski odbor koji ćete naći u impresumu trudio se da ovaj broj izađe. No posebno moram zahvaliti novoj mladoj ekipi izvršne redakcije na čelu sa dr.sc. Mladenom Brnčićem koji je uložio veliki trud u oblikovanje i realizaciju samog časopisa te tehničkim urednicima Tomislavu Bosiljkovu, dipl. inž. i Svenu Karloviću, dipl.inž. te Prof.dr.sc.Branku Tripalu. Na ovom mjestu moram zahvaliti i članovima HDPBN-a: gospodinu Anđelku Čikoviću, dipl.inž., mr.sc. Ivi Babiću, kao i direktoru tiskare „Grafičar“ d.d. Ludbreg gospodinu Franji Beseru, graf. inž. te gospodinu Zvonku Bačaniju graf.inž., gospođici Lidiji Lončarić dipl.oec. i gospodinu Krešimiru Pucu na nesebičnoj pomoći u financijskoj realizaciji, pripremi za tisak i tiskanju ovog časopisa.

Dr.sc. Damir Karlović, prof.emer.



Ključni naslov časopisa

Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam
(Prijašnji naslov: PBN)

Skraćeni ključni naslov časopisa

Hrvat. čas. prehrambenu tehnol. biotehnol. nutr.

Uredništvo - Editorial Office

Kačićeva 23
10000 Zagreb
www.pbn.hr
mbrncic@pbf.hr
Tel: 00 385 1 4605 223
Fax: 00 385 1 4605 200

Izdavač - Publisher

Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista / HDPBN

Glavni urednik - Editor-in-Chief

Damir Karlović

Zamjenik glavnog urednika – Deputy Editor-in-Chief

Branko Tripalo

Izvršni urednik – Executive Editor

Mladen Brnčić

Urednički odbor - Editorial Board

Rajka Božanić, Duška Ćurić, Senadin Duraković, Mirjana Hruškar, Damir Karlović, Branko Tripalo, Frane Delaš, Srđan Novak, Damir Ježek, Božidar Šantek, Suzana Rimac Brnčić, Irena Colić Barić, Draženka Komes, Đuro Zalar, Sven Karlović, Tomislav Bosiljkov, Mladen Brnčić

Tehnički urednici – Technical Editors

Sven Karlović
Tomislav Bosiljkov

Lektura - Proofreading

Milka Knezović

Tisak - Printing

Koprivnička tiskarnica d.o.o.
Đure Estera 1, 48000 Koprivnica

***Godišnja pretplata za dva broja (1-2; 3-4)
/ Subscription per year for 2 issues (1-2; 3-4)***

Hrvatska 300 Kn
Abroad 50 EUR

Pretplata se plaća na žiro račun HDPBN-a
Zagrebačka banka, Zagreb
Žiro račun: 2360000-1101230561



HRVATSKI ČASOPIS ZA PREHRAMBENU TEHNOLOGIJU, BIOTEHNOLOGIJU I NUTRICIONIZAM

Znanstveno – stručni časopis Hrvatskog društva prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista

Suradnja s našim časopisom

Osim suradnje na objavljivanju znanstvenih i stručnih radova te vijesti iz organizacija u našoj stručnoj djelatnosti, suradnja može uključivati i sljedeće:

Suizdavaštvo časopisa

Tvrtkama se nudi suizdavaštvo časopisa za godišnji iznos od 20.000 kuna **za četiri broja časopisa**. Tvrtka suizdavač ima pravo na objavljivanje svojih priloga, oglasa, tehnoloških i drugih stručnih novosti. Takva suradnja u časopisu je navedena u impresumu. Ujedno se objavljuje i u drugim izdanjima HDPBN. Tvrtka ima pravo na 10 primjeraka svakog časopisa i po 5 primjeraka edicija.

Sufinanciranje časopisa

Tvrtka ili poduzeće može biti sufinancijer časopisa. Pritom ostvaruje pravo na objavljivanje poslovnih i tehničkih informacija prema dogovoru, kao i pravo na 6 primjeraka časopisa. Takva suradnja se ističe u časopisu. Vrijednost iznosi 7.000 kn godišnje.

Objavljivanje oglasa

Suradnička tvrtka može objavljivati samo oglas i pritom nudimo sljedeće cijene oglašavanja	
Omotna stranica 2 ili 3, veličina oglasa 1/1	4.000 kn
Oglas u tekstualnom dijelu 1/1	3.000 kn
Oglas u tekstualnom dijelu 1/2	1.500 kn
4 stranice u sredini časopisa, plaćeni stručni promidžbeni tekst	3.500 kn

Postoje i druge mogućnosti prema Vašim prijedlozima.

Uredništvo Hrvatskog časopisa za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam

Kačićeva 23
10000 Zagreb
www.pbn.hr
mbrncic@pbf.hr
Tel: 00 385 1 4605 223
Fax: 00 385 1 4605 200



SADRŽAJ

Radovi

Fontanski sloj, teorija i primjena	5
Spouted bed, theory and applications B. Tripalo, D. Ježek, M. Brnčić, T. Bosiljkov, S. Karlović	
Industrijski procesi dobivanja biodezela	10
Industrial processes of getting biodiesel D. Sinčić	
Primjena ultrazvuka niskog intenziteta pri otkrivanju stranih tijela u prehrambenim sustavima	18
Use of low-intensity ultrasound for foreign bodies determination in food systems M. Brnčić, D. Markučić, M. Omelić, B. Tripalo, D. Ježek	
Jestiva ambalaža u prehrambenoj industriji	23
Edible films in the food industry K. Galić	
Primjena ultrazvuka visokog intenziteta pri obradi hrane	32
Applications of Power Ultrasound for Foodstuffs Processing M. Brnčić, B. Tripalo, A. Penava, D. Karlović, D. Ježek, D. Vikić Topić, S. Karlović, T. Bosiljkov	

Društvene vijesti

Izvješće sa službenog puta u Kinu	38
Biomasa u gospodarskom i energetsom razvoju RH	42
Osvrt na stručni skup „Funkcionalna hrana u Hrvatskoj“ održan 2. listopada 2008. u Hrvatskoj gospodarskoj komori u Zagrebu	46
EU-FRESHBAKE projekt	48

Zanimljivosti iz struke

Pistacije i zdravo srce	49
Koliko je zdravo sojino mlijeko	49
Nagrade i stipendije Biotehničke zaklade	50

Nove knjige

Biodizel: Svojstva i tehnologija proizvodnje	51
D. Sinčić	
Kalendar kongresa, simpozija i izložbi 2009/2010	53

In memoriam

Prof. dr. sc. Vladimir Marić, dipl. inž.	57
Prof. dr. sc. Margareta Šoljan, dipl. inž.	57
Dr. sc. Marijan Bošković, dipl. inž.	58
Mr. sc. Eleonora Perlov – Narančić, dipl. inž.	58
Zlata Bartl, dipl.inž.	59

Upute autorima	63
-----------------------------	----



Fontanski sloj, teorija i primjena Spouted bed, theory and applications

Branko Tripalo*, Damir Ježek, Mladen Brnčić, Tomislav Bosiljkov, Sven Karlović

¹Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

U suvremenoj industriji se sve više koriste procesi i uređaji u kojima se koriste dvofazni sustavi. Primjena ovih sustava i uređaja daje široke mogućnosti unapređenja i primjene u praksi. U ovom radu prikazani su značajniji rezultati istraživanja vezanih za specifični oblik fluidiziranog sloja fontanski sloj. Na osnovu dostupnih literaturnih podataka dat je pregled osnovnih definicija i podataka za najčešće upotrebljavane jednačbe za proračun maksimalne visine fontanskog sloja, minimalne i maksimalne površinske brzine fontaniranja, srednjeg promjera mlaza u fontanskom sloju, pada tlaka i optimalnog kuta otvora konusa.

Ključne riječi: Fontanski sloj, fluidizacija

Abstract

Modern industry more and more is useful processes and equipment in which are useful two-phase system. Practical this system and equipment contribute extended feasibility advancing and apply to practice. In this paper are shown characteristically research result in this connection with fluidization bed spouted bed. On based accessibility literature data gives review founded definition and data for most often used equations for calculated maximum spoutable bed height, minimum and maximum superficial velocity for spouting, spout diameter, pressure drop and optimal angle included by column base cone.

Key words: Spouted bed, fluidization

Uvod

U suvremenoj prehrambenoj i fermentativnoj industriji sve su zastupljeniji procesi i uređaji u kojima se primjenjuju dvofazni sustavi fluid-kruta čestica. Primjena ovih procesa i uređaja sa sustavima fluid-kruta čestica u struji plina ili kapljavine, otkriva široke mogućnosti unapređivanja i primjene u prehrambenoj tehnologiji i biotehnologiji.

Pod toplinskom obradom disperznih materijala podrazumjevaju se procesi zagrijavanja kao pečenje, prženje, hlađenje zatim zamrzavanje, vlaženje plinova, granuliranje, sušenje i sl. Ovi procesi su često praćeni kemijskim promjenama u biološkom materijalu. Kod većine ovih uređaja veliki nedostatak je što se prijenos topline i mase odvijaju na vrlo malom dijelu površine disperznog materijala odnosno na vanjskoj površini krutih čestica odnosno na površini između čestica sloja i struje fluida. U fluidiziranom sloju ili struji raspršene suspenzije krutih čestica, ovaj nedostatak se umanjuje pored niza drugih prednosti koje ti postupci donose. Značajno korištenje fluidiziranog sloja u tehnici objašnjava se visokim intenzitetom procesa, pogodnošću uvođenja i izvođenja materijala iz uređaja, jednostavnom izvedbom, niskim investicijskim troškovima i sa mogućnosti potpune automatizacije i regulacije procesa.

Fluidizirani sloj daje veliku površinu za prijenos topline i mase po jedinici volumena i omogućuje jednoliku raspodjelu temperature i koncentracije u masi čestica intenzivnim miješanjem. Postoje i nedostaci, a to su nejednako vrijeme zadržavanja pojedinih čestica u uređaju, što dovodi do neravnomjernog grijanja ili sušenja, a pri kemijskim reakcijama ne dolazi do potpunog završetka reakcija (Kostić, 1972; Mujumdar, 2007).

Specifični oblik fluidiziranog sloja je fontanski sloj. Fontaniranje u odnosu na klasičnu fluidizaciju je specifičan aktivni

proces prijenosa količine gibanja koji se ostvaruje nespecifičnim kontaktom plina s raspršenim materijalom i često se primjenjuje pri toplinskoj obradi materijala koji se po svojim fizičkim svojstvima loše fluidiziraju u klasičnom fluidiziranom sloju (Kostić, 1972; Mujumdar, 2007).

Postupak sa fontanskim slojem se koristi kada su čestice krute tvari suviše grube za korištenje klasičnog fluidiziranog sloja. To su čestice koje po D.Geldartovoj sistematizaciji veličina čestica spadaju u grupu D ili čestice čiji je srednji promjer veći od 1 ili 2 mm (Geldart, 1986; Smith, 2007).

Pri istraživanju sušenja žitarica u fluidiziranom sloju Mathur i Gishler iz Kanadskog nacionalnog istraživačkog centra u Ottawi 1950 godine su zapazili neuobičajeno ponašanje sloja nasipine zrna pšenice. U članku objavljenom u A.I.Ch.E. Journal 1955 godine opisuju svoje pokuse i definiraju ponašanje fontanskog sloja. Pokusi su provedeni sa nasipinama zrna pšenice, graška, zobi, suncokretovog sjemena, sjemena uljane repice, gorušicinog sjemena, zrna kave i sl. (Mele i Martinez, 1984; Mathur i Gishler, 1955; Mujumdar, 2007).

U ovom radu dat je pregled osnovnih definicija i podataka, te osnova proračuna kolone sa fontanskim slojem, a koji se mogu koristiti pri projektiranju, konstrukciji i vođenju uređaja sa fontanski slojem.

Definicija fontanskog sloja

Pod pojmom fontanski sloj podrazumijeva se sloj koji čine krute čestice i fluid u gibanju. Krute čestice se gibaju pneumatiskim transportom odnosno u mlazu kroz središnji osni dio kolone, da bi postigavši određenu visinu napustile mlaz padajući u „prstenasti prostor“ uz stijenku kolone (slika 1, slika 4b i 4c). U „prstenastom prostoru“ cilindričnog i koničnog dijela kolone

Corresponding author: btripalo@pbf.hr



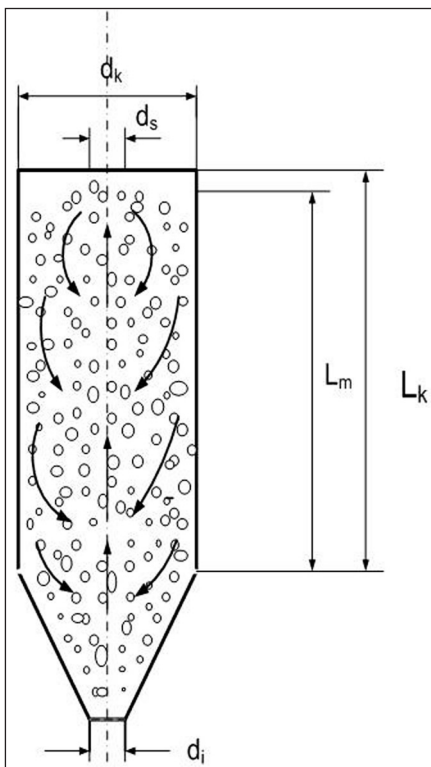
(obrnuti konus) je najveća koncentracija krutih čestica koje klize prema dnu kolone. Očito je da je gibanje krutih čestica i fluida u fontanskom sloju daleko složenije od onog u fluidiziranom sloju (Kostić, 1972; Mujumdar, 2007). Pod konvencionalnim fontanskim slojem se podrazumijeva onaj koji nastaje u cilindričnoj koloni sa dnom u obliku obrnutog konusa.

Osnovne jednadžbe za proračun uređaja sa fontanskim slojem

U prvoj fazi proračuna je potrebno definirati visinu fontanskog sloja, minimalnu brzinu fluida u fontanskom sloju i srednji promjer područja u kojemu se krute čestice gibaju pneumatskim transportom odnosno u mlazu.

Za računsko određivanje ovih parametara razvijeno je niz jednadžbi. Za određivanje maksimalne visine fontanskog sloja se u literaturi najviše koristi jednadžba koju su razvili i predložili Malek i Lu (1965):

$$\frac{L_m}{d_k} = 0,105 \left(\frac{d_k}{d_p} \right)^{0,75} \left(\frac{d_k}{d_i} \right)^{0,4} \left(\frac{\psi^2}{\rho_p^{1,2}} \right) \quad (1)$$



Slika 1. Fontanski sloj
Figure 1. Spouted bed

gdje je faktor oblika čestica u sloju (Mele i Martinez, 1984):

$$\Psi = 0,205 \left(\frac{A}{V^{\frac{2}{3}}} \right) \quad (2)$$

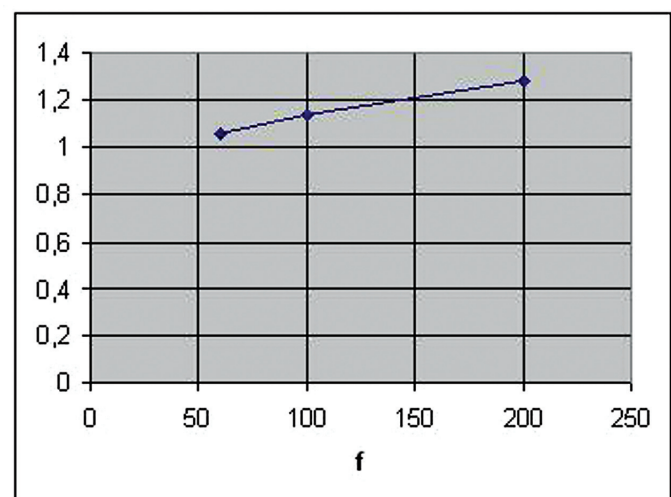
Mathur i Gishler (1955), te Mathur i Epstein (1974) su definirali izraz za minimalnu površinsku brzinu fontaniranja za $0,152 < dk < 0,6$ m i $0,9 < Lk < 2,7$ m

$$v_{ms} = \left(\frac{d_p}{d_k} \right) \left(\frac{d_i}{d_k} \right)^n \left[2gL \frac{\rho_p - \rho}{\rho} \right]^{1/2} \quad (3)$$

Za kolone promjera od 0,152 m do 0,304 m eksponent je $n=1/3$ i ostaje konstantan ako su promjene kuta u vrhu konusnog dijela (obrnuti konus) kolone $\beta = 45^\circ - 85^\circ$. U koloni promjera 0,61 m eksponent ovisi o kutu u vrhu konusnog dijela kolone i mijenja se od $n = 0,23$ pri $\beta = 45^\circ$ do $n = 0,13$ pri $\beta = 85^\circ$. Minimalna površinska brzina fontaniranja raste s visinom fontanskog sloja, a opada s porastom promjerom sloja. Promjena unutarnjeg promjera cijevi za dovođenje fluida također utječe minimalno na pad ili rast minimalne brzine fontaniranja. Međutim ako je brzina fluida dovoljna da nasipina fluidizira, onda fontanski sloj postaje nestabilan i tada fontanski sloj ima maksimalnu visinu fontaniranja iznad kojeg fontaniranje gubi snagu i sloj postaje fluidiziran. Mathur (1971) smatra da je v_{ms} približno jednak minimalnoj brzini fluidizacije kada je visina sloja postigla maksimalnu visinu fontanskog sloja. Ipak treba ukazati da u pojedinačnim slučajevima visina fontanskog sloja treba biti manja od one maksimalne i brzina strujanja fluida za fontaniranje treba biti dosta manja od onih koji se traže kod fluidizacije. Maksimalna brzina fontaniranja se može izračunati iz jednadžbe (3) s time da se umjesto L uvrsti L_m . (Smith, 2007):

Ova jednadžba je postavljena uz uvjet da je temperatura sloja jednaka temperaturi okoliša, kod viših temperatura dobivene vrijednosti za minimalnu površinsku brzinu fluida kroz fontanski sloj treba pomnožiti faktorom f očitanim iz grafa na slici 2 ili izračunatog iz jednadžbe ($R^2 = 0,9988$):

$$f = 0,015\vartheta + 0,99 \quad (3a)$$



Slika 2. Ovisnost faktora f o temperaturi ϑ sloja
Figure 2. Factor f versus temperature ϑ bed



Opsežna istraživanja vezana uz ponašanje fontanskog sloja u koničnim kolonama sa fontanskim slojem proveo je Kmiec (1983). U radu je dao i pregled istraživanja drugih autora koji su radili na definiranju minimalne brzine fontaniranja sloja kao što je prikazano u tablici 1.

Tablica 1. Korelacije minimalne brzine fontaniranja za konusne slojeve (Kmiec, 1983)

Table 1. Minimum Spouting Velocity Correlations for Conical Beds (Kmiec, 1983)

Istraživači / Investigators	Korelacija / Correlation
Kmiec (1977)	$v_{ms} = \frac{\mu}{d_p \rho} \left[0,072 \left(\frac{F_D}{F_G} \right)_{ms} Ar \right]^{0,714}$ <p>gdje je:</p> $\left(\frac{F_D}{F_G} \right)_{ms} = 0,0485 (\epsilon_{ms})^{3,1} \left(\frac{L}{d_k} \right)^{2,15} \gamma$
Nikolaev and Golubev (1964)	$(Re_i)_{ms} = 0,051 Ar^{0,59} \left(\frac{d_i}{d_k} \right)^{0,1} \left(\frac{L}{d_k} \right)^{0,25}$
Tsvik et al. (1967)	$(Re_i)_{ms} = 0,4 Ar^{0,52} \left(\frac{L}{d_i} \right)^{1,24} \left(\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} \right)^{0,42}$
Gorshtein and Mukhlenov (1964)	$(Re_i)_{ms} = 0,174 Ar^{0,5} \left(\frac{d_{sl}}{d_i} \right)^{0,85} \left(\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} \right)^{-1,25}$

Srednji promjer mlaza u fontanskom sloju se može odrediti pomoću izraza koji je predložio Mikhailik (1966)

$$d_s = 1,45 \left[0,115 d_k - 0,077 \left(\frac{m''}{\rho_p} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \quad (4)$$

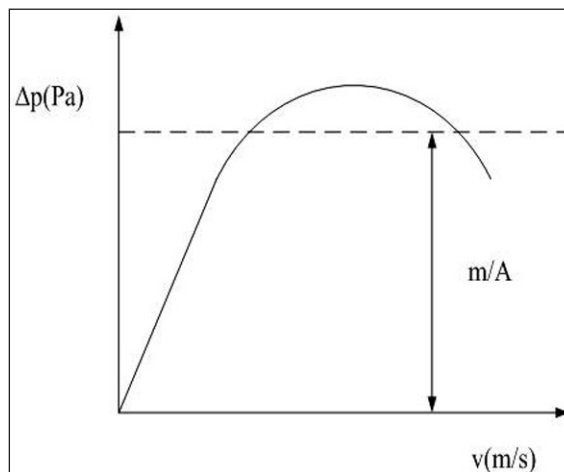
Jednadžba se može primijeniti s točnošću od $\pm 12\%$ za $0,05 \text{ m} < d_k < 0,50 \text{ m}$, $L > 0,30 \text{ m}$ i za $d_p < 0,1 \text{ cm}$.

Maksimalni pad tlaka u fontanskom sloju prema Mathuru i Epsteinu (1974) se može odrediti iz:

$$\Delta p_m = -\frac{6,8L \rho g}{\operatorname{tg} \beta} \left(\frac{d_i}{d_k} \right) - 0,8 + 34,4 \left(\frac{d_p}{L} \right) \quad (5)$$

Međutim je interesantnija jednadžba za određivanje pada tlaka u fontanskom sloju (Kostić, 1972):

$$\Delta p = 75,3 \frac{L \rho_n \left(\frac{\beta}{2} \right)^{0,2}}{\left(\frac{L}{d_i} \right)^{0,33} Re^{0,2}} \quad (6)$$



Slika 3. Pad tlaka u fontanskom sloju (Geldart, 1986)

Figure 3. Pressure drop in spouted bed (Geldart, 1986)

Ovaj izraz treba za svaki slučaj provjeriti i korigirati za što šire područje istraživanja pri različitim uvjetima. Gdje je:

$$Re = \frac{v d_v}{\nu} \quad (7)$$

u ovom slučaju se v određuje iz odnosa protoka sredstva za fontaniranje sloja i površine presjeka kolone, dok je d_v ekvivalentni promjer kod kojega ekvivalentna kugla i čestica imaju jednake volumene:

$$d_v = \left(\frac{6V_p}{\pi} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (9)$$

Izbor optimalnog kuta β otvora ulaznog konusnog dijela kolone s obzirom na brzinu cirkulacije čestica se može odrediti iz:

$$\beta = 180^\circ - 2\left[\gamma + (30 - 40^\circ) \right] \quad (10)$$

gdje je γ kut prirodnog otkosa materijala.

Na osnovu literaturnih podataka da poroznost fontanskog sloja ovisi o dimenzijama čestica u sloju odnosno poroznost je manja što su čestice u sloju sitnije. Izveden je izraz za orijentaciono određivanje poroznosti (Kostić, 1972):

$$\epsilon = 2,17 \left(\frac{Re}{Ar} \right)^{0,33} \left(\frac{d_i}{L} \right)^{0,5} \left[\operatorname{tg} g \left(\frac{\beta}{2} \right) \right]^{-0,6} \quad (11)$$

gdje je L početna visina sloja, dok je:

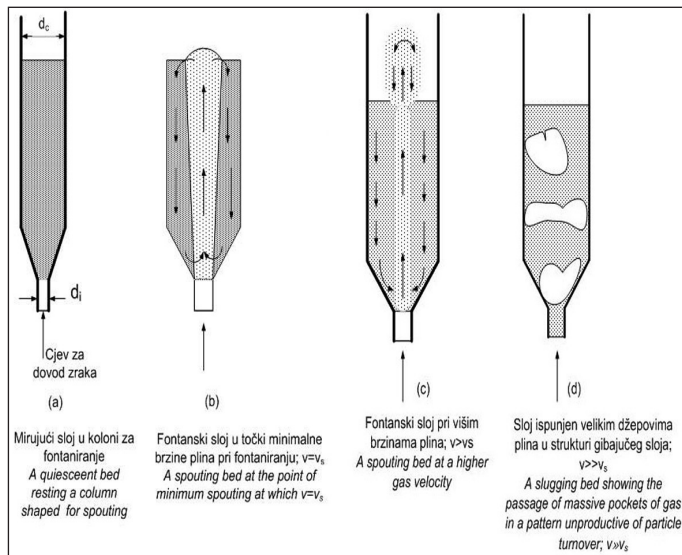
$$Ar = \frac{d_v^3 \rho_p g}{\rho v^2} \quad (12)$$

Ponašanje fontanskog sloja

Mathur i Epstein (1974) smatraju da su recirkulacioni slojevi varijanta konvencionalne tehnike fontanskog sloja. Međutim, njihova svojstva mogu biti izrazito drugačija u odnosu na ona koja susrećemo kod fontanskog sloja. Konvencionalni ili klasični fontanski sloj je onaj koji se formira u cilindričnoj

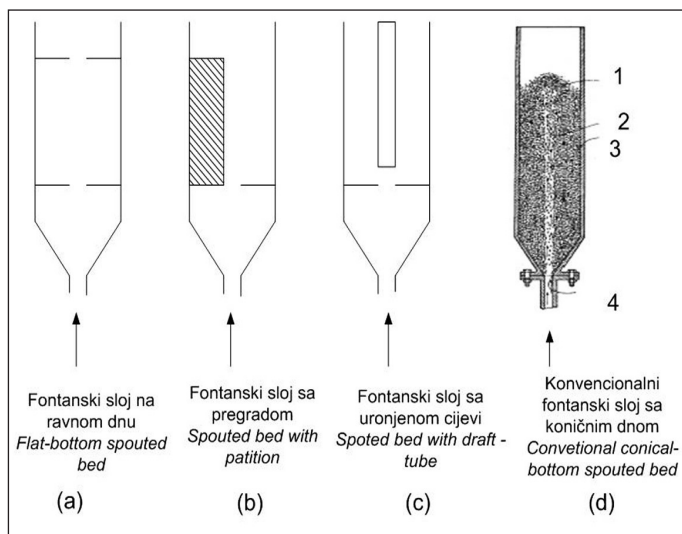


koloni čiji je donji dio u obliku obrnutog konusa. Nastajanje fontanskog sloja je najbolje opisao Becker (1961) od trenutka nasipanja nasipine u kolonu odnosno gustog sloja (slika 4a) gdje se postepenim povećanjem brzine strujanja fluida kroz kolonu odnosno sloj stvara fontanski sloj pri minimalnoj brzini fontaniranja (slika 4b), a zatim daljim porastom brzine fontana je sve izrazitija (slika 4c), da bi se sloj transformirao i postao ispunjen velikim mjehurima ili džepovima plina (slika 4d), kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Povećanje sloja (Becker, 1961)
Figure 4. Bed expansion (Becker, 1961)

Fontanski slojevi se mogu svrstati na različite načine zavise o odabranim kriterijima, tako da su razvijene različite klasifikacijske sheme većeg broja autora. Jedan od takvih pristupa je i onaj prikazan na slici 5 i osnovan je na različitim izvedbama kolona u kojima se postiže fontanski sloj (Swaminathan i Mujumdar, 1984.).



Slika 5. Sheme fontanskih slojeva (1-fontana čestica, 2-velika brzina plina u mlazu, 3 prstenasti prostor sporog gibanja čestica, 4-ulaz plina) (Swanathan i Mujumdar, 1984)

Figure 5. Schematics of spouted beds (1-Particle fountain, 2-Heigh gas velocity spout, 3-Annulus of slowly moving particles, 4- Inlet gas) (Swanathan and Mujumdar, 1984)

U kolonu se vrši dovođenje fluida kroz jednu sapnicu koja je smještena na dnu kolone. Postoje različite izvedbe dovođenja zraka u nasuti sloj zrnatog materijala. Interesantna je izvedba s centralnom sapnicom s pomoćnim tokom fluida u prstenastom presjeku sloja. Također su interesantne izvedba s tangencijalnim dovodom fluida periferno bez centralne sapnice. Specifične su izvedbe s većim brojem sapnica ili pomoću vibracija kolone odnosno površine kroz koju se dovodi fluid za fontaniranje (Swaminathan i Mujumdar, 1984.).

Uređaji sa fontanskim slojem se mogu voditi šaržno i kontinuirano. Kod toga je potrebno ukazati da se sloj čestica može promatrati kao aktivni ili pasivni. Aktivni fontanski sloj je onaj kod kojega se trebaju ostvariti povoljni uvjeti za prijenos topline i mase. Pasivni ili inertni je onaj kod kojega se želi postići slične efekte kao npr. kao kod sušenja pasta ili gustih suspenzija (Swaminathan i Mujumdar, 1984.).

Postupci sa fontanskim slojem mogu biti primjenjeni u slučajevima kada se nasipina sastoji od vrlo grubih čestica ili od čestica koje dobro ne fluidiziraju. Kod fluidizacije imamo za ravnomjernu raspodjelu fluida po presjeku nasutog sloja s propusnom razdjelnom površinom kroz koju struji fluid dovodeći čestice nasipne u stanje lebdenja. Kod fontanskih slojeva gibanje čestica prema gore je vrlo brzo u dobro definiranoj centralnoj zoni mlaza. U preostalom dijelu sloja čestice nasipine se gibaju prema dolje u slabo pomičnom sloju. U nekom vremenskom razdoblju u sloju dolazi do brzog smanjenja temperaturnih razlika slično kao i u gustom sloju gdje su sve čestice u stalnom kontaktu između sebe.

Ograničenja konvencionalnog fontanskog sloja su pad tlaka koji prethodi nastajanju fontanskog sloja, geometrija kolone, regulacija protoka fluida više je vezana uz održavanje fontanskog sloja nego za potrebe vezane uz prijenos topline i mase, kapacitetu po jedinici praznog prostora i maksimalnoj visini sloja, pri prenošenju iz laboratorijskog u industrijsko mjerilo. Vidljivo je da ova ograničenja konvencionalne tehnike fontanskog sloja posebno su prilagođene za kapacitete koji nisu suviše veliki kao npr. u farmaceutici u kojoj se susrećemo s manjom masom sipkog materijala.

Popis simbola Nomenclature

A - površina presjeka čestice, *cross-sectional area of particle*, m^2

Ar - Arhimedov broj, *Archimedes number*

d_k - promjer (unutarnji) kolone, *column (inside) diameter*, m

d_p - promjer čestice, *particle diameter*, m

d_i - promjer (unutarnji) ulazne cijevi za fluid, *fluid inlet pipe (inlet) diameter*, m

d_s - promjer mlaza, *spout diameter*, m

v_{ms} - minimalna površinska brzina za fontaniranje, *minimum superficial velocity for spouting*, m/s

F_D - sila otpora oblika čestice, *drag force on a particle*, N

F_G - sila teža, *force of gravity*, N



L - visina sloja, *static bed height*, m
L_k - visina kolone, *column height*, m
L_m - maksimalna visina fontanskog sloja, *maximum spoutable bed height*, m
V - volumen pojedine čestice, *volume of a single particle*, m³
Re - Reynoldsov broj, *Reynolds number*
m'' - masena brzina, *fluid mass flow rate*, kg/(m²s)
Δp - pad tlaka, *pressure drop*, Pa
Δp_m - maksimalni pad tlaka u sloju, *maximum pressure drop in bed*, Pa
g - nominalno ubrzanje pri slobodnom padu na Zemlji, *standard acceleration of free fall on the Earth*, m/s²
β - kut nagiba konične osnovice kolone, *angle included by column base cone*
ν - kinematička viskoznost fluida, *fluid kinematic viscosity*, m²/s
μ - dinamička viskoznost fluida, *fluid dynamic viscosity*, Pa s
ρ - gustoća fluida, *fluid density*, kg/m³
ρ_p - gustoća čestica, *particle density*, kg/m³
θ - temperatura, *temperature*, °C
n - eksponent, *numerical exponent*
ε - poroznost, *fraction void*
Ψ - faktor oblika čestice, *particle shape factor*

Literatura

Becker A.H.(1961): An Investigation of Laws Governing The Spouting of Coarse Particles, Chem. Eng. Sci.,245-262
Geldart ,D. (1986): Gas Fluidization Technology, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 38-39.
Kmieć, A. (1983):The Minimum Spouting velocity in Conical Beds, Can. J.Chem.Eng, 61,274-280.
Kostić.Ž.G. (1972): Strujanje i prenos topline u sistemima fluid-čvrste česticeInstitut Boris Kidrič, Vinča.
Mathur, K.B. and Gishler, P.F.(1955): A technique for contacting gases with coarse solid particles,A.I.Ch.E. Journal, 1 (2) 157-164.
Mujumdar, S.A., (2007): Handbook of industrial drying, la CRC Press, Amazon com.,
Smith, G.P.(2007): Applications of Fluidization to Food Processing, Blackwell, Oxford, 45-177
Malek, A.M. and Benjamin, C.-Y.Lu (1965): Pressure drop and spoutable bed height in spouted beds, I & EC process design and development, 4(1) 123-128.
Mathur, K.B. and Epstein, E.(1974): Spouted Beds, Academic Press, New York, 45.

Mele, D and J.Martinez: Design of spouted bed, U Deutsch,J. D. and the Staff of Chemical Engineering: Microcomputer Programs for Chemical Engineers (1984), (program translations W.Volk, Princeton , New Jersey), Chemical Engineering McGraw-Hill Pub.Co.New York.
Mikhailik,V.D.(1966):Nauka i Tehnika BSSR, Minsk, 37.
Mujumdar, S.A. (1984): Spouted bed technology – a brief review, Proceedings of the Drying'84, ed.A.S.Mujumdar, Springer –Verlag, Berlin, 151- 157.
Swaminathan, R. and Mujumdar, A.S. (1984): Some aerodynamic aspects of spouted beds of grains, Proceedings of the Drying'84, ed.A.S.Mujumdar, Springer –Verlag, Berlin, 197-204
Thorley,B., Saunby, J.B., Mathur, K.B. and Osberg, G.L. (1959): An analysis of air and solid flow in a spouted wheat bed,Canadian Journal of Chem. Eng., 184-192

Autori / Authors

Prof.dr.sc.Branko Tripalo
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6

Prof.dr.sc.Damir Ježek
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6

Doc.dr.sc.Mladen Brnčić
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6

Tomislav Bosiljkov, dipl.inž.
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6

Sven Karlović, dipl.inž.
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6



Industrijski procesi dobivanja biodizela Industrial processes of getting biodiesel

Dinko Sinčić

Zagrebački Holding, Razvojno središte za proizvodnju bioenergenata, Prehrambeno – biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

U radu se opisuju neki važni industrijski procesi dobivanja biodizela. Prikazane su njihove osnovne karakteristike te naglašena prikladnost šaržnim ili kontinuiranim izvedbama. Navedeni su podaci o potrošnji energije. Posebno je ukazano na važnost analize i poznavanja inženjerskih aspekata pojedine tehnologije u postupku izgradnje konkretnog postrojenja. Također je naglašena potreba za formuliranjem jedinstvenog obrasca kao temelja za mjerodavnu prosudbu ponuđenih tehnologija u tom postupku.

Ključne riječi: biodizel, biogoriva, transesterifikacija, ulje

Summary

Certain important industrial processes for biodiesel production have been described in the paper. Their main characteristics have been described and suitability to continuous or discontinuous operation discussed. The energy consumption data for specific technologies have been presented. In particular, the importance of analysis and knowledge of engineering aspects of particular technology in the process of specific plant construction has been emphasized. Also, the need for formulation of the questionnaire as a basis for proper and unbiased evaluation of various technologies in that process has been pointed out.

Key words: biodiesel, biofuels, transesterification, oil

1. Uvod

Razlozi za proizvodnju biogoriva, pa tako i biodizela, mogu se danas smatrati općeprihvaćenim. Detaljno se o tome govori s različitih aspekata u literaturi, a cjelovita rasprava prikazana je i u nedavno objavljenoj monografiji (Sinčić, 2008). Poticaji koje je dala Europska unija kroz Direktivu 2003/30/EC (EC, 2003) ubrzali su razvoj industrijskih procesa pa se na tom relativno novom području pojavilo niz tvrtki koje nude svoje tehnologije. U ovom se radu predstavljaju glavne značajke nekoliko karakterističnih tehnologija proizvodnje biodizela koje se nude i našim potencijalnim investitorima.

2. Pregled industrijskih tehnologija

Postrojenja koja se u nas grade različitih su kapaciteta. Neka su od njih izgrađena s prvenstvenom namjerom korisne uporabe korištenih ulja za prženje, druga polaze od šire palete sirovina, ali bi se iz kapaciteta dalo zaključiti da im je prvenstvena namjena zadovoljenje potreba domaćeg tržišta. Tek se dovršava jedno postrojenje kapaciteta oko 100 000 t a⁻¹, dok se planira nekoliko postrojenja s kapacitetima od 150 000 – 200 000 t a⁻¹. Naravno da tako velike količine ne mogu biti namijenjene domaćem tržištu, već moraju računati na izvoz. Zbog toga je odabir lokacije iznimno važan aspekt kojim, čini nam se, pojedini investitori ne pridaju dužno značenje.

Kapacitet postrojenja određuje način proizvodnje koji može biti diskontinuiran, dakle šaržni, ili kontinuiran. Za mala postrojenja, kao i za česte promjene sirovina, pogodan je šaržni postupak jer je fleksibilniji, a svaka se šarža može prilagoditi karakteristikama sirovina (Sinčić, 2008).

Komercijalne tehnologije koje stoje na raspolaganju potencijalnim investitorima ne ograničavaju se striktno na samo šaržne ili kontinuirane procese. Stoga je podjela koja slijedi utemeljena na prosudbi autora o prikladnosti pojedinih tehnologija specifičnom načinu provedbe procesa.

2.1. Šaržni postupci i tehnologije proizvodnje biodizela

Tehnologija tvrtke Biorafineria SK tipičan je šaržni proces. Tu je tehnologiju razvio tim stručnjaka na čelu s J. Cvengrošem, profesorom na Slovačkom tehničkom sveučilištu, na temelju dugogodišnjeg razvojno-istraživačkog rada. Na žalost, konkretne podatke o karakteristikama tehnologije koja se komercijalno nudi nismo uspjeli dobiti. Međutim, u brojnim radovima i patentima opisani su različiti aspekti njihovog postupka sinteze biodizela, a posebno je detaljan jedan rad Cvengroša i Povžaneca (1996), koji ćemo zbog toga detaljnije predstaviti.

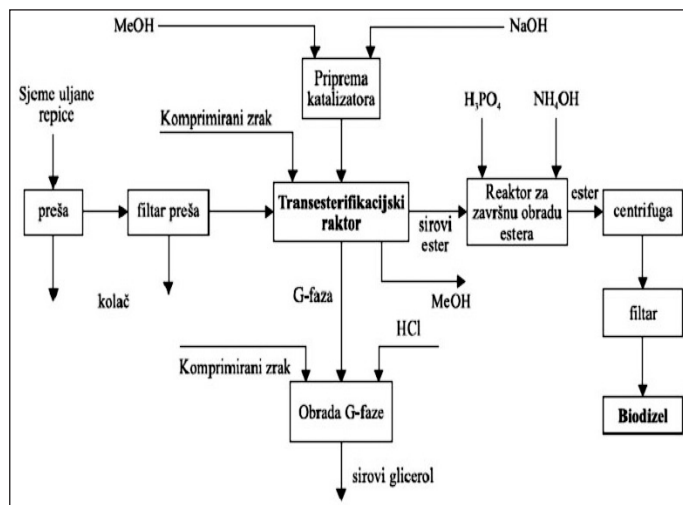
Shematski prikaz procesa opisanog u tom radu dan je na slici 1. Polazi se od hladno prešanog ulja koje je obrađeno tako da ima kiselinski broj manji od 2 mg KOH/g, a udjel vode manji od $w = 0,1$ %. Katalizator je NaOH.

Reakcija se odvija u dva stupnja. U prvom stupnju je molni omjer $r_{\text{MeOH} : \text{IAG}} = 4,5 : 1$, dok je $r = 0,95 : 1$ u drugom. Faze traju 1 do 2 sata. Nakon separacije glicerolna faza (u stručnim se radovima i komercijalnim prikazima često rabi naziv G-faza) se odvodi u poseban spremnik. Nakon što je drugi stupanj završen, ester se podvrgava propuhivanju zrakom radi uklanjanja metanola, koji je već većim dijelom prešao u G-fazu. Smjesa zraka i metanola kondenzira se radi recikliranja metanola. Sirovi

Corresponding author: dinko.sincic@zg.htnet.hr

ester se obrađuje s fosfornom kiselinom radi uklanjanja ostataka katalizatora i smanjenja pepela koji potječe od natrijevih soli slobodnih masnih kiselina.

Nakon što je završen taj korak dodaje se amonijak radi neutralizacije slobodnih masnih kiselina i suvišne fosforne kiseline. Nastale soli uglavnom se istalože. Kako amonijeve soli izgaraju bez pepela, eventualni zaostatak u esteru ne čini problem. Višak amonijaka se uklanja propuhivanjem zraka. Završna obrada estera izvodi se centrifugiranjem, čime se uklanjaju i posljednji tragovi anorganskih tvari. Iskorištenje procesa je $Y=97\%$. Čisti ester se još filtrira ($d_{\text{filtra}} = 4 \mu\text{m}$) i odvodi na skladištenje.



Slika 1. Shema postupka Cvengroša i Povžaneca (1996)
Figure 1. Sheme of procedure Cvengroša i Povžaneca (1996)

Glicerolna faza se obrađuje najprije uklanjanjem metanola, a potom se dodaje klorovodična kiselina da se pH snizi na oko 6. Zbog zakiseljavanja alkalni sapuni se cijepaju i prelaze u polarnu fazu. Inače oni uzrokuju i prijelaz određene količine estera u G-fazu radi svojih emulzificirajućih svojstava. Zakiseljavanje izaziva razdvajanje faza, a lakšu fazu čine ester i slobodne masne kiseline. Sirovi glicerol sadrži $w = 78 - 82\%$ glicerola, $w = 6 - 8\%$ NaCl, $w = 1 - 2\%$ metanola, $w = 10 - 12\%$ vode i $w = 1 - 2\%$ organskih supstancija, u prvom redu estera i slobodnih masnih kiselina (SMK). pH se zatim podiže na oko 8 radi vezanja SMK-a nakon čega se odvodi na sustav uparivača na daljnje pročišćavanje. Sloj iznad glicerinske faze sadrži oko 30 - 40 % SMK, a ostatak je ester.

Tvrtka **Biodiesel Technologies** (www.biodieseltechnologies.com) je svoj postupak zaokružila izvedbom postrojenja smještenog u kontejner dimenzija 6,1 x 2,4 x 2,6 m. To omogućuje brzu i laku instalaciju postrojenja koje je prethodno ispitano u tvornici, a kapaciteta je $1 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ odnosno $8\,000 \text{ m}^3 \text{ a}^{-1}$.

Prednosti takvog postrojenja su prema navodima tvrtke BDT sljedeće:

- brza isporuka i početak rada,
- obuka radnika uključena u cijenu,
- amortizacija investicije u približno dvije godine,
- "plug&play" sustav, spremnost za rad nakon spajanja izvora energije, vode i komprimiranog zraka,
- kontinuirana proizvodnja,

- minimalan broj radnika (jedan operator po procesnoj jedinici i smjeni),
- mali volumen postrojenja,
- moguća modularna ekspanzija,
- mogućnost korištenja različitih ulja,
- proizvodnja bez onečišćenja ili otpada.

Ti navodi se moraju uzeti s dozom opreza budući da kontinuirana proizvodnja zahtijeva stalnu kvalitetu sirovina. Promjena tipa sirovina ili uzimanje korištenog i otpadnog ulja može uzrokovati poteškoće pri ugađanju procesnih varijabli.

Sam proces transesterifikacije je dvostupanjski, temperatura reakcije $55\text{ }^\circ\text{C}$. Čišćenje estera izvodi se pranjem kiselom i čistom vodom u tri stupnja. Voda se odjeljuje centrifugiranjem, a konačni produkt se dobiva sušenjem u vakuumu.

Pri uporabi korištenog ulja za prženje (KUP-a), poseban su problem slobodne masne kiseline. Za takve slučajeve BDT nudi tzv. jedinicu za predobradu s oznakom FRU (FRU – *fatty acid reduction unit*, 500/1000 označava kapacitet). To je procesna jedinica koja se priključuje na centralnu procesnu jedinicu (CPU), a instalirana je također na 6,1 x 2,4 m okvir i spremna za rad priključkom na pojne tokove i energiju. Otpadno ulje prije ulaza u FRU mora biti filtrirano ($d_{\text{filtra}} = 25 \mu\text{m}$). FRU sadrži stanicu za pripremu 20 postotnog kalijevog metoksida. Ovdje se dovodi i G-faza iz CPU i miješa s uljem. Omjer pojedinih sirovina, posebice omjer metoksida i ulaznog ulja, zavisi od karakteristika ulaznog ulja. Za dobro izmješavanje upotrebljavaju se statička mješala, a temperatura se drži na $70\text{ }^\circ\text{C}$, što također pridonosi boljem izmješavanju svih kapljevina.

Nakon reakcije smjesa se odvodi u taložnik, gdje se uljna faza odvaja od G-faze koja sadrži najveći dio masnih kiselina u obliku sapuna. Na taj se način udjel slobodnih masnih kiselina smanjuje na manje od $w = 1,5\%$.

Potrošnja električne energije kreće se oko 50 kWh t^{-1} , ali se u tom slučaju smanjuje potrošnja energije u CPU jer sirovina dolazi predgrijana. Također je potreban i komprimirani zrak s potrošnjom energije 5 - 7 kWh. Voda se može smanjiti ispod $w = 0,1\%$.

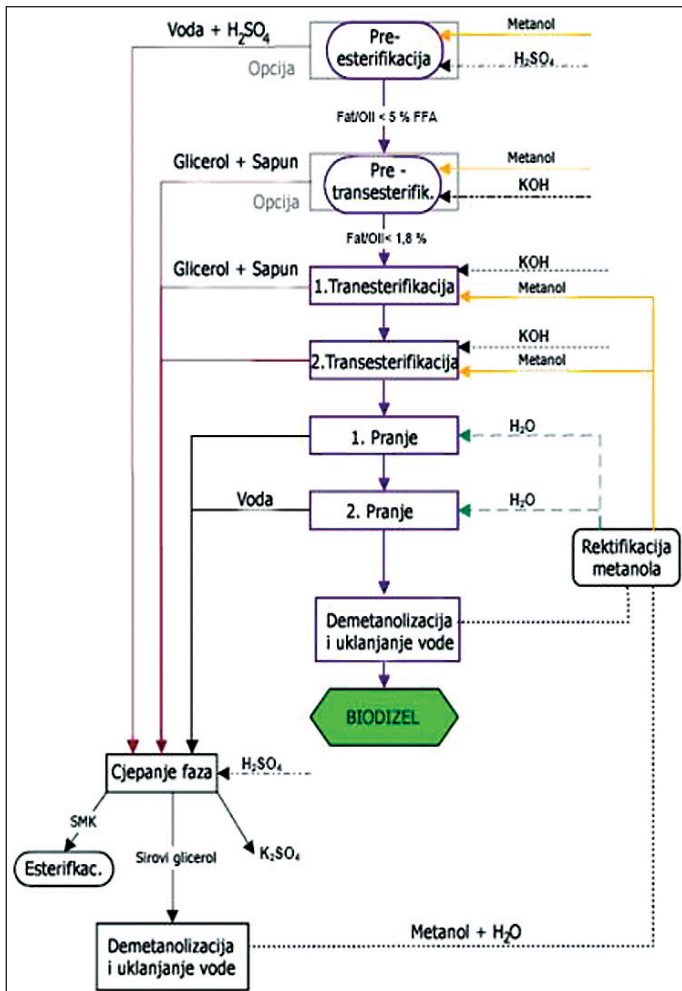
Tvrtka **Energea** (Energea Umwelttechnologie) osnovana je 1997. Prvo postrojenje kapaciteta $40\,000 \text{ t a}^{-1}$ prema vlastitom patentu sagrađeno je 2001. u Zistersdorfu, Austrija. Većina proizvodnih postrojenja koje je izgradila ta tvrtka kapaciteta su do $40\,000 \text{ t a}^{-1}$, ali su izgrađena i dva postrojenja od $250\,000 \text{ t a}^{-1}$.

Proces na kojem se temelji tehnologija tvrtke **Energea** (Energea Umwelttechnologie; Ergun, N., 2006.) polazi od činjenice da je početak reakcije transesterifikacije dvofazni reakcijski sustav kapljevina – kapljevina. Kako je u tom periodu brzina procesa zavisna od međufazne površine, njezino povećanje postiže se posebnom izvedbom reaktora. U jednoj izvedbi je to posuda s kuglicama različitog promjera i mogućim dodacima kao što su razbijači toka, propeleri.

U drugoj modifikaciji reakcija se odvija u cijevnoj zavojnici također s različitim punilima u obliku metalnih kuglica različitih veličina kao i razbijača toka i sličnih umetaka. Jaka turbulencija izaziva raspršivanje faza, a to ima za posljedicu veliku međufaznu površinu. I ultrazvuk se može uporabiti kao način stvaranja velike reakcijske međufazne površine. Obrada



reakcijskog produkta također je moguća na dva temeljna načina: sustavom uparivača, a potom vakuumskom destilacijom. Destilacijski ostatak se odvodi na odjeljivač iz kojeg se gornja faza koja sadrži neizreagirane tvari vraća u reaktor. U drugoj modifikaciji autori navode membransku filtraciju kao metodu razdvajanja produkata.



Slika 2. Shema procesa prema patentu tvrtke Energea (Energea Umwelttechnologie)
 Figure 2. Sheme of procedure based on patent Energea firm (Energea Umwelttechnologie)

Shema industrijskog procesa prikazana je na slici 2. Reakcija se odvija u dva stupnja. Kao katalizator se upotrebljava KOH, a za zakiseljavanje sumporna kiselina. Za manje proizvodne kapacitete prikladan je sustav koji se montira na unaprijed napravljena postolja kao zasebni moduli i to: metanol-KOH jedinica za miješanje, kontinuirani transesterifikacijski modul, modul za rekuperaciju metanola, modul za separaciju glicerol-sapuni te modul za kontinuiranu esterifikaciju sirovina ukoliko one imaju visoki kiselinski broj (korištena i otpadna ulja i sl.)

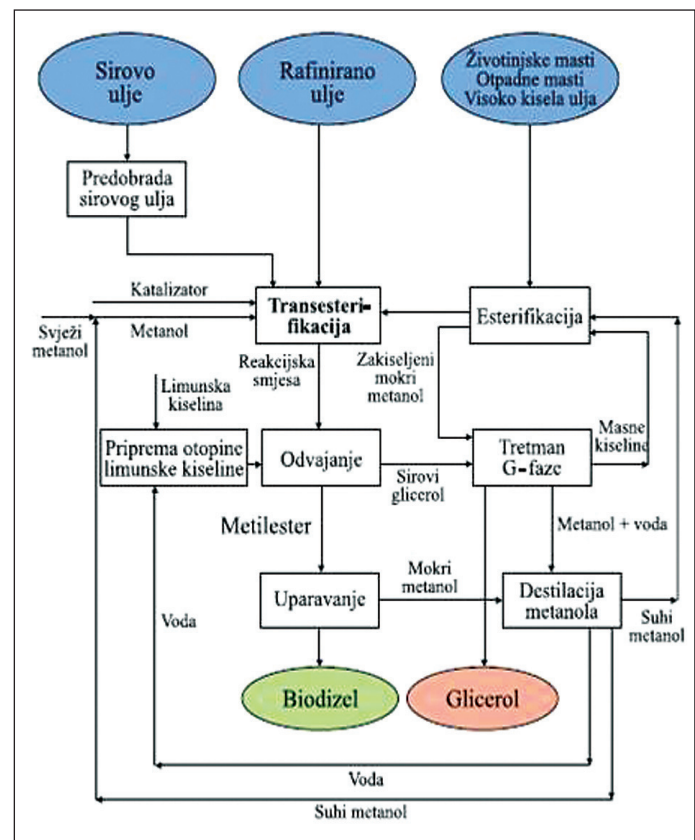
2.2. Kontinuirani procesi i tehnologije proizvodnje biodizela

U prethodnom su odjeljku detaljnije prikazana tri šaržna postupka proizvodnje biodizela. Pregled koji slijedi posvećen je u prvom redu postupcima prikladnim za veće proizvodne kapacitete.

Korisno je najprije upozoriti na neke procesne razlike šaržnih i kontinuiranih procesa. Kada se radi šaržnim postupkom, u početnoj fazi reakcije nastaje dvofazni, heterogeni sustav jer se metanol i ulje ne miješaju, ali s napredovanjem reakcije nastaju komponente koje djeluju kao uzajamna otapala pa dolazi do homogenizacije smjese. U kontinuiranom postupku postoji, međutim, stacionarno stanje koje je definirano s određenim udjelima produkata i reaktanta koji su u dovoljnoj koncentraciji da čine reakcijsku smjesu homogenom. To naravno povećava i brzinu reakcije, pa otuda relativno niska vrijednost za ukupno vrijeme zadržavanja procesa. Osim toga, niža viskoznost reakcijske smjese omogućava da se isti intenzitet miješanja dobiva sa znatno manjim unosom energije pa se time postiže povećanje energetske učinkovitosti sustava. Kontinuirani postupci imaju još i tu prednost da su volumeni reakcijske smjese i procesne jedinice manji pa je smanjena i opasnost od požara i sličnih akcidenta.

Prema dostupnim podacima, najveći broj postrojenja za biodizel u ovom trenutku izvodi firma Ballestra. Osnovana je u Milanu krajem četrdesetih godina prošlog stoljeća s područjem rada u ulju i detergentima. Tvrtka DeSmet osnovana je 1946., kada je Jean-Albert DeSmet razvio prvi proces za kontinuiranu ekstrakciju uljnih sjemenki. Od 2004. DeSmet Ballestra rade kao jedna tvornica.

Prvo postrojenje za proizvodnju biodizela u Italiji tvrtka Ballestra konstruirala 1993. godine. *Ballestrina* tehnologija (Oleochemicals & Biodiesel, www.desmetballestraoleo.com) temelji se na trostupanjskoj kontinuiranoj transesterifikaciji.



Slika 3. Shema postupka tvrtke Ballestra
 Figure 3. Sheme of procedure Ballestra firm



Proces je tako dizajniran da je količina efluenata odnosno otpadnih materijala zanemariva. Prema potrebi Ballestra isporučuje cjelokupnu tehnologiju polazeći od sjemenki, dakle ekstrakciju ulja te odgovarajuće korake predobrade. Kao sirovina može se upotrebljavati repičino, sojino, suncokretovo ulje, korištena ulja, životinjske masti te općenito ulja i masti s visokim kiselinim brojem. Kao katalizator se rabi metoksid otopljen u bezvodnom metanolu. Reakcijska temperatura je niža od 60 °C i maksimalni tlak je 1,5 bara. Ukupno vrijeme zadržavanja u čitavom postrojenju je oko 2 h, a iskorištenje kontinuirane transesterifikacije 99,8 %-tno, ali se ta brojka odnosi na omjer ulje/biodizel. Kako se ne navode detalji karakteristika polaznog ulja, navedena bi brojka mogla biti čak i veća od teorijske vrijednosti!

Reaktori u kojima se odvija transesterifikacija dizajnirani su tako da se glicerol odvaja za vrijeme procesa, što sprječava povratne reakcije, a smanjuje potrošnju katalizatora. Prečišćavanje esterske faze izvodi se pranjem otopinom limunske kiseline. Prije pranja esterska faza se podvrgava uparavanju, čime se rekuperira dio metanola koji je u suvišku. Taj metanol je dovoljno suh da se može reciklirati. Dobiveni glicerol je oko 90 %-tni, pa se za eventualnu farmaceutsku upotrebu treba još pročišćavati.

Tvrtka **AT Agrartechnik GmbH** (Biodiesel International, <http://www.biodiesel-intl.com/>), utemeljena 1982.god. Od 1990. intenzivira razvojni i istraživački rad s glavnim usmjerenjem na biodizel iz repičinog ulja, ali i praktički sva druga ulja raspoloživa na tržištu, koja se mogu koristiti zasebno ili kao smjese u bilo kojem omjeru.

Zavisno od svojstava sirovina, postupak je stvar odabira potencijalnog investitora. Naime, zbog situacije na tržištu prijeko je potrebna i fleksibilnost i velikih postrojenja, mada su pravila pri promjeni sirovina drugačija u odnosu na šaržne procese.

Za sirova ulja nudi se odgovarajuća predobrada, a visok udjel slobodnih masnih kiselina rješava se predesterifikacijom. Proces se odvija u dva stupnja transesterifikacije i odvajanja produkta, nakon čega se produkt podvrgava čišćenju. Kao katalizatori rabi se kalijeva lužina, pa pri neutralizaciji sa sumpornom kiselinom nastaje kalijev sulfat, koji se može koristiti kao umjetno gnojivo. Iskorištenje je procesa oko 99%. Utrošak energenata/ t biodizela : 350 kg pare i 35 kWh pri kapacitetu 250000 t a⁻¹. Nusprodukt glicerol je u koncentracijama 90 – 99,7% (farmaceutska kvaliteta), u skladu s zahtjevima investitora.

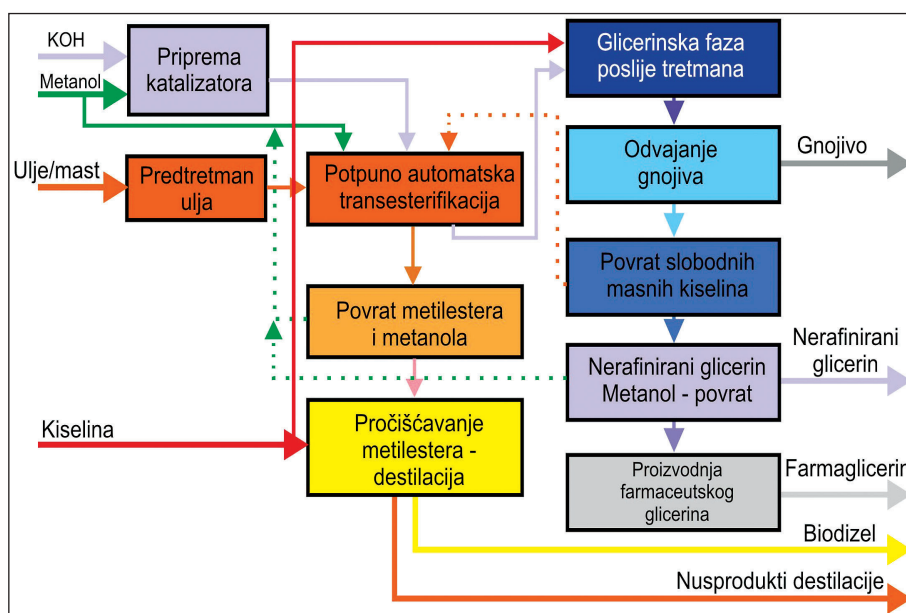
BDI Biodiesel International AG (Biodiesel International) osnovana 1996. kupnjom firme Vogel&Noot koja se bavi biodizelom od 1982. S ovim imenom tvrtka postoji od 2006.

Firma Vogel&Not je posebno bila usmjerena na razvoj postupaka za proizvodnju biodizela iz otpadnog ulja i masti kao sirovinama. Prvo industrijsko postrojenje izgradili su 1991. u

Murecku, Austrija. Tvrtka nudi kompletna postrojenja za proizvodnju biodizela uključujući planiranje i dizajn postrojenja, konstrukciju i puštanje u rad zajedno s tehničkim konzaltingom za vrijeme proizvodnje.

Kao sirovine mogu se rabiti vegetabilna ulja, korištena ulja, životinjske masti, smjese sirovina ili čiste supstancije. Za postrojenja koja su projektirana za jednu konkretnu sirovinu (*single feedstock plants*), ulje mora biti degumirano. Za višestruke sirovine (*multiple feedstock plants*) praktički nema ograničenja, ali zavisno o njihovoj kvaliteti primjenjuje se odgovarajuća predobrada i postobrada produkta.

Proces je potpuno automatiziran, polukontinuirani dvostupanjski uz recikliranje masnih kiselina. Zavisno od sadržaja slobodnih masnih kiselina, može se pojaviti potreba za predesterifikacijom. Kao katalizator upotrebljava se kalijeva lužina, KOH, a iskorištenje je, prema tvrdnji tvrtke, oko 100 % u slučaju jedne sirovine i do 100% u slučaju smjese sirovina. Katalizator se i ovdje pretvara u kalijev sulfat, koji se koristi kao gnojivo. Glicerol se može zavisno od želje korisnika proizvesti u



Slika 4. Shema postrojenja za proizvodnju biodizela prema postupku tvrtke BDI

Figure 4. Scheme of production plant for production of biodiesel based on procedure BDI firm

različitim stupnjevima čistoće, od 80 %-tnog do produkta farmaceutske čistoće. Također se tvrdi da nema proizvodnje otpadnih tvari niti otpadnih voda.

Shema postrojenja prikazana je na slici 4.

CD-Process tehnologiju razvio je J.Connemann (Transesterification of biogenic oils and fats), a plasira se kroz tvrtke Westfalia Separator Food Tec i Cimbria Sket. Jedan od prvih procesa industrijske veličine u Europi započeo je 1991. u Leeru, Njemačka. Postupno su se kapaciteti postrojenja temeljeni na toj tehnologiji povećavali, a najveći su, u izgradnji, 275 000 t a⁻¹.

Ovaj proces zahtijeva neutraliziranu i degumiranu sirovinu. Ukoliko to nije slučaj potrebni su postupci dorade koji zavise o vrsti sirovine.

CD-tehnologija je potpuno automatizirani dvostupanjski transesterifikacijski proces uz istovremenu kontinuiranu sepa-



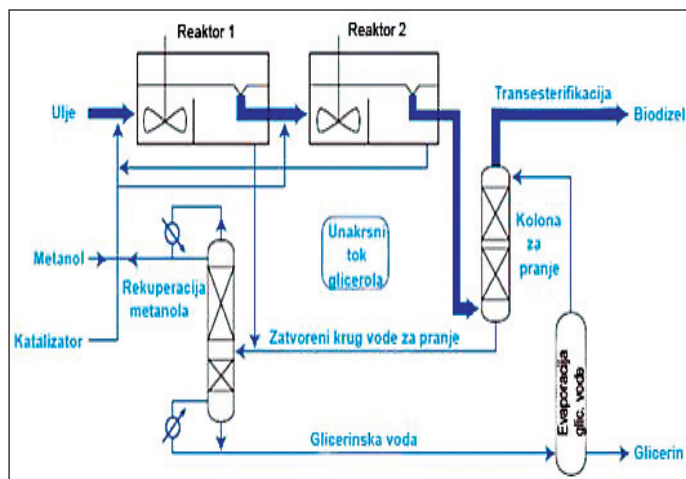
raciju glicerolne faze centrifugama, a iskorištenje je veće od 98%. Centrifuge se koriste i za odvajanje faza pri pranju esterske faze vodom. Biodiesel se nakon pranja suši u vakuumskom sušioniku. Utrošak pomoćnih sredstava je sljedeći: para: 200-400 kg t⁻¹, struja: 20-30 kWh t⁻¹.

Nusprodukti su glicerol različitih stupnjeva čistoće, slobodne masne kiseline te kruti NaCl kod destilacije glicerola. Raspon kapaciteta postrojenja koje se nude: 35 000 – 500 000 t a⁻¹

Tvrtka Lurgi osnovana je 1897. Sada radi u okviru GEA Grupe. Prvi biodizelsko postrojenje od 100 000 t a⁻¹ izgradila je u Marlu 2002

Shema **Lurgijevog postupka** (Lurgi Biodiesel, www.lurgi.com) prikazana je na slici 7.4. Proces se odvija kroz dvije procesne jedinice, mješač i taložnik (engl. mixer-settler). U prvi reaktor se doziraju ulje, metanol i katalizator – natrijev metoksid, a u taložnom dijelu odvajaju se faze. Lakša faza koja sadrži ester odvodi se u drugi reaktor uz dodatak “svježeg” metanola i katalizatora. U drugom reaktoru se reakcija dovršava uz postizanje visoke konverzije. Teža faza iz drugog reaktora sadrži nešto glicerola, ali i suvišak metanola i katalizatora pa se vraća u prvi reaktor. Esterska faza se odvodi u kolonu za pranje, gdje se u protustrujnom kontaktu s vodom uklanjaju zaostale nečistoće. Voda iz te kolone se odvodi u jedinicu za rekuperaciju metanola u kojoj se zajedno s težom fazom iz prvog reaktora “izvlači” metanol. Destilacijski ostatak se podvrgava uparavanju nakon čega se dobiva sirovi glicerol. Kao prednosti postupka Lurgi ističe sljedeća obilježja:

- tehnologija pogodna za različite sirovine,
- kontinuirani postupak pri atmosferskom tlaku i temperaturi od 60 °C, dakle na niskoj temperaturi,
- sustav reaktora s unakrsnim tokom glicerola koji omogućava maksimalnu konverziju,
- proces koristi suvišak metanola, ali se on u potpunosti reciklira,
- zatvoreni krug procesne vode rezultira u minimalnom proizvodnjom otpadne vode,
- oštra separacija faza pomoću specijalnog gravitacijskog postupka što čini nepotrebnim upotrebu centrifuga,
- visoko iskorištenje sirovina, pa 1000 kg ulja daje 1000 kg biodizela (iskorištenje 99,5 % ako se pretpostavi potpuno čisto ulje!).



Slika 5. Shema proizvodnog procesa tvrtke Lurgi
Figure 5. Sheme of manufacturing process Lurgi firm

Zbog razloga zanimljivosti izvedbe, prikazat ćemo još dva tehnološka postupka proizvodnje biodizela.

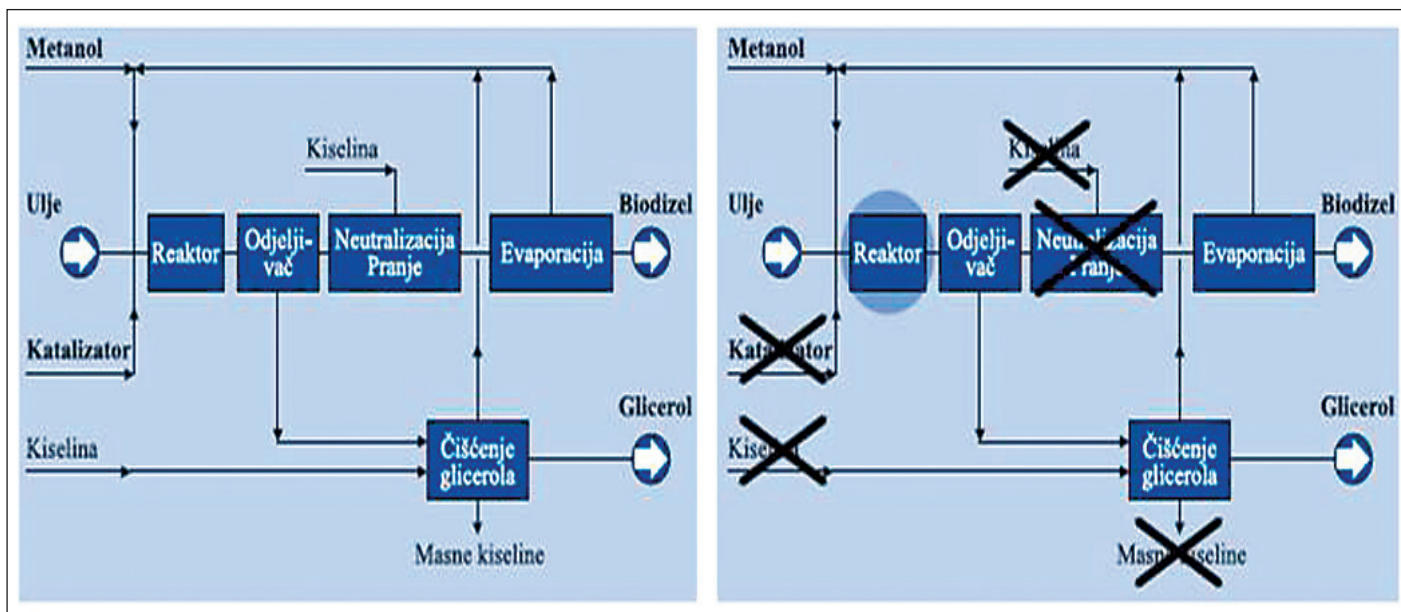
Henkelov proces i patent (Assmann, 1996.) postavlja kao cilj kontinuirani proces visokog stupnja iskorištenja koji bi imao niske troškove održavanja, niske investicijske troškove kao i troškove energije, a uz to bi bio jednostavan i siguran za vođenje. Prema autorima patenta taj problem je riješen izvedbom transesterifikacije u dva stupnja u cijevnim reaktorima. Vrijednost je Re značajke struje reakcijske smjese veća od 10 000, što osigurava dobro izmješavanje. Ulje, alkohol i katalizator se preko izmjenjivača topline zagrijavaju na 75 – 100 °C, a tlak se podiže do 10 bara. Molni omjer alkohol/ulje vrlo je visok: $r = 5 : 1$ do $7 : 1$, a katalizator natrijev metoksid. Nakon statičkih mješača gdje se postiže dobro izmješavanje smjese, u samim reaktorima potrebno je ostvariti takve uvjete da je povratno miješanje (engl. *backmixing*) što manje, kako bi se izbjegla povratna reakcija glicerola i mono i diglicerida. Prema pokusima na šaržnom reaktoru autori su utvrdili da u slučaju repičinog ulja nakon dvije minute konverzija u cijevnom reaktoru dostiže $X = 90 \%$. Reakcijski produkt se dovodi u horizontalne cijevne separatore, gdje se reakcija zapravo dovršava. Vrijeme zadržavanja u separatoru (na temperaturi reakcije) je, naime, 15 min do 2 h. Nakon razdvajanja esterska faza se zajedno s dodatnim metanolom i katalizatorom odvodi u drugi reaktor i postupak ponavlja te se postiže ukupna konverzija $X = 98 \%$. Uštede na metanolu i katalizatoru mogu se povećati izvedbom procesa u tri stupnja.

Iako se upotreba cijevnog reaktora može smatrati dobrim i originalnim rješenjem, njegove karakteristike se čine kontradiktornim. Visoke vrijednosti Re značajke nužno izazivaju povratno miješanje (engl. *backmixing*) koje autori žele izbjeći zbog smanjenja nepoželjnih reakcija. Za konačnu ocjenu ovog zanimljivog procesa nedostaju konkretni podatci.

Biox proces je razvio Boocock (Boocock, 2004) sa željom da ukloni probleme koji su uzrokovani heterogenošću reakcijske smjese ulje/metanol. Učinio je to pretvarajući heterogeni sustav metanolize u jednofazni dodatkom kosolventa za koji je odabran tetrahidrofuran, THF. Pri temperaturi od 23 °C reakcija se odvijala vrlo brzo i 95 postotna konverzija postignuta je za 20 min. Međutim, primijećeno je izrazito usporavanje reakcije nakon dosizanja određene konverzije, pa je tako 68 % estera nastalo u prvoj minuti, a samo 9 dodatnih posto u drugoj. Kao rješenje problema predloženo je znatno povećanje omjera $r_{\text{metanol/ulje}}$ na 27 : 1 uz upotrebu kosolventa, čime se reakcija drastično ubrzava i konverzija od $X = 99,4 \%$ postiže za 7 minuta.

Ta saznanja Boocock je pretvorio u tehnologiju, proces BIOX, koju je tako usavršio da se trajanje alkalne transesterifikacije mjeri u sekundama, a odvija se praktički pri sobnoj temperaturi. Tehnološki postupak je koncipiran tako da može upotrebljavati i sirovine s visokim udjelom slobodnih masnih kiselina koje najprije uz kiselu katalizu pretvara u estere, također u jednofaznom procesu koji traje oko 30 minuta pri temperaturi od oko 60 °C. Prema tvrdnji autora ove tehnologije, ona je vrlo ekonomična.

Svi navedeni procesi transesterifikacije koriste katalizator koji se otapa u reakcijskoj smjesi. Izvedba same reakcije

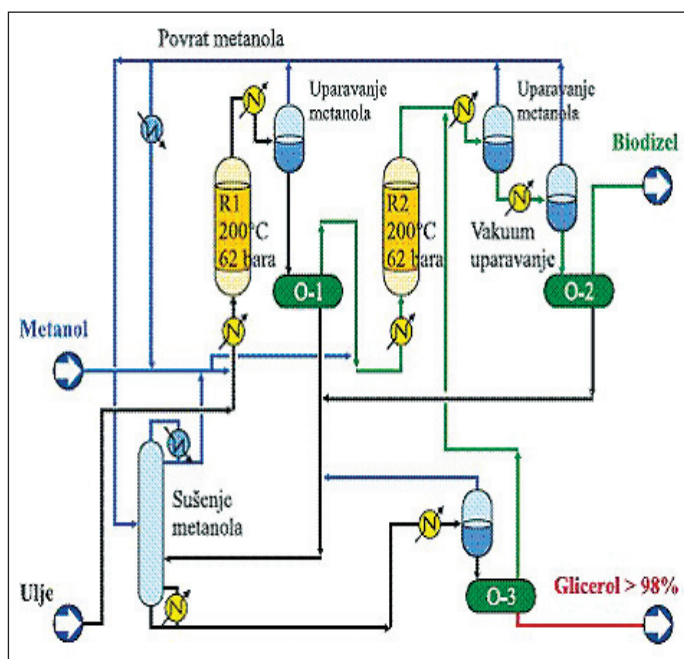


Slika 6. Usporedni prikaz transesterifikacije uz homogeni i heterogeni katalizator
Figure 6. Comparative overview of transesterification using homogeneous and heterogeneous catalyst

je u tom slučaju jednostavna, ali je odvajanje produkata i njihovo čišćenje složeno.

(Bournay i sur., 2005.) patentirali su postupak transesterifikacije uz čvrsti katalizator, pri čemu se izbjegavaju problemi pročišćavanja reakcijske smjese. Njihov je patent komercijaliziran kroz tvrtku Axens (Baudouin, 2005.), a komercijalni je naziv tehnologije Esterfip H. Na slici 6. su klasični i novi postupak prikazani usporedno radi lakšeg uočavanja razlika.

Dakle, nema potrebe za umješavanjem katalizatora, stupanj neutralizacije i pranja nije potreban pa zbog toga niti naknadno doziranje kiselina. U navedenim uvjetima esterificiraju se i slobodne masne kiseline.



Slika 7. Shema postupka heterogeno katalizirane transesterifikacije, Esterfip H proces
Figure 7. Scheme of procedure of heterogeneous catalyst transesterification

Sirovina mora biti rafinirana, uklonjen fosfor kao i voskovi (posebno kod suncokretovog ulja). Posebno je važno da udjel vode u ulju ne bude veći od $w = 700 \text{ mg/kg}$ (700 ppm) jer to utječe na djelotvornost katalizatora.

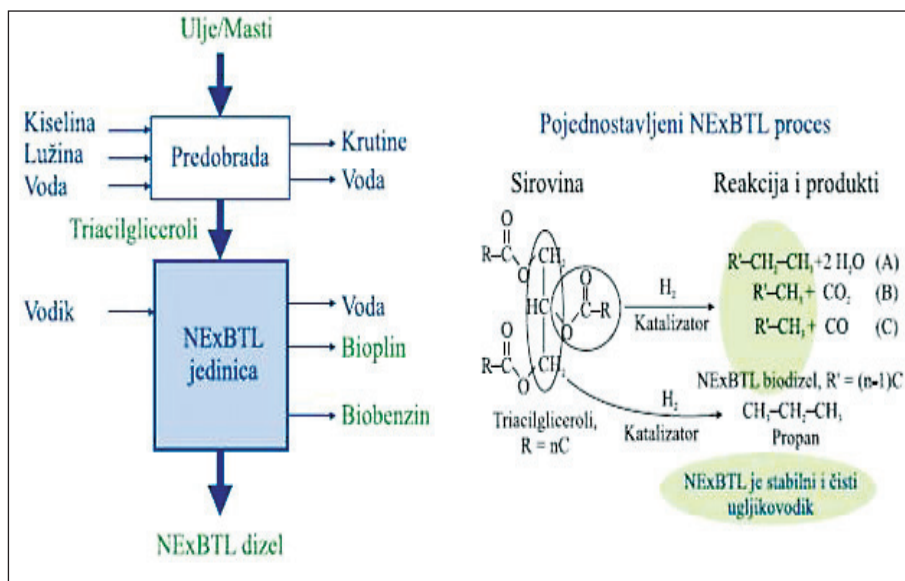
Reakcija transesterifikacije provodi se u dva slojna katalitička reaktora (eng. *fixed bed catalytic reactors*) s ulazom pojnog toka pri dnu. U prvi reaktor ulazi smjesa osušenog ulja i metanola. Katalizator, u obliku valjčića, sadrži cinkov aluminat. Reakcijska smjesa se u reaktoru zagrijava na oko $200 - 210^\circ\text{C}$ i stavlja pod tlak od oko 60 bara. Vrijeme je zadržavanja u reaktoru oko 150 min, pri čemu se postiže konverzija od $X = 94$ do 95 %. Reakcijska smjesa odlazi potom u isparivač gdje se najveći dio metanola ispari (80 – 90 %), a preko kondenzatora vraća u proces. Produkt se potom hladi na oko 50°C i odvodi u odjeljivač O-1 gdje se esterska odjeljuje od glicerolne faze. U sličnim uvjetima kao i u prvom reaktoru reakcija preesterifikacije se dovršava do razine monoglicerida od 0,8 %. Smanjenjem tlaka i ovdje se otpušta najveći dio metanola nakon čega se ostatak reakcijskog produkta uparava u vakuuum uparivaču. U odjeljivaču O-2 se glicerol odvaja od esterske faze iz koje se još uklanjaju tragovi nečistoća. Glicerol iz ovog stupnja reakcije vrlo je čist, dok se onaj iz prvog stupnja podvrgava postupku uklanjanja metanola i drugih organskih nečistoća. Metanol koji se vraća u proces ne smije imati udjel vode veći od 500 mg/kg (500 ppm) kako bi nakon spajanja sa svježim metanolom i sušenim uljem maseni udjel ukupne vode ostao na razini od oko 500 do maksimalnih 700 mg/kg . Glicerol se s dna kolone u kojoj se suši metanol odvodi u vakuuum uparivač zbog uklanjanja tragova metanola, a potom u odjeljivač O-3. Tu se razdvajaju zaostali metilni ester i glicerol koji je visoke čistoće.

Dosadašnji prikazi odnosili su se na tehnologije koje kao svoj proizvod daju „klasični“, biodizel. Striktno govoreći proizvod tvrtke *Neste Oil* (NExBTL, 2006.) ne spada u tu kategoriju, ali radi se o produktu tipa dizela kojemu je uz to sirovina jed-



naka: ulja ili masti. Taj je produkt nazvan NExBTL odnosno obnovljivi sintetički dizel radi razlikovanja od tradicionalnog biodizela. Iako se, dakle, ne radi o esterima masnih kiselina, navest ćemo dostupne detalje procesa jer se radi o komercijalnoj tehnologiji koja bi po nekim naznakama mogla postati ozbiljan konkurent već dobro poznatim tehnologijama.

Polazna sirovina su, kao što je već rečeno, i ovdje triacilgliceroli biljnog ili životinjskog podrijetla. Međutim, umjesto transesterifikacije prema ovoj tehnologiji radi se hidrogeniranje uz katalizator. Shema postupka i reakcijska shema prikazani su na slici 8.



Slika 8. Proces NexBTI
Figure 8. Process NexBTI

Produkt je ugljikovodik koji ne sadrži kisik niti aromatske spojeve. Nusproizvodi su propan i benzin, pa se i za njih može reći da su biogoriva. Količina vodika koji se dodaje u procesu je oko 3 % na masu ulja/masti pa je s obzirom na podrijetlo metanola ovako dobiveni dizel još više obnovljivo biogorivo.

Nepostojanje sumpora, aromata i oksigenata omogućuje da se NexBTI koristi i u gorivima koja traže iznimno stroge uvjete kvalitete kao što su California CARB diesel, švedski MK1 i ultračisto izgaranje WWFC kategorije 4.

Kvaliteta tog goriva ogleda se posebno u sljedećim karakteristikama:

- NO_x emisija reducira se za više od 15 %,
- emisija čvrstih čestica smanjuje se za preko 20 %,
- emisija CO smanjuje se za preko 5 %,
- cetanski broj 84 - 89,
- temperatura zamucenja oko -30 °C,
- bolja svojstva skladištenja bez roka trajanja,
- nema aromata niti sumpora,
- obnovljivi udjel oko $w = 97$ %.

Zaključne napomene

Iako potpuni podatci ne postoje, procjenjujemo da tehnologije i ponuditelji ovdje navedeni sudjeluju ukupnoj izgradnji biodizelskih postrojenja u Europi s preko 90 %. Zbog toga nije jednostavno potencijalnom investitoru izabrati tehnologiju koja najbolje odgovara njegovim potrebama. Potencijalni ponuditelji, u skladu s legitimnom željom da prodaju svoju tehnologiju, nastoje istaknuti svoje prednosti, a ne spominjati moguće nedostatke svoje tehnologije. Moje iskustvo ukazuje da naši potencijalni investitori ne posvećuju dovoljno pažnje inženjerskim detaljima koji u tijeku eksploatacije mogu odrediti profitabilnost/

neprofitabilnost cijelog poduhvata. Posebno je to važno zbog toga što se informacije o svakoj pojedinoj tehnologiji iznose na različite načine. Stoga nepristrana usporedna procjena mora početi od podataka prikupljenih na temelju jedinstvenih podloga. Te podloge moraju sadržavati, između ostalog, kapacitet postrojenja, predviđene sirovine, predviđene pomoćne sustave, stupanj kvalitete glicerola, karakteristike otpada i otpadnih voda, kapacitet skladišnog prostora i, posebno važno, iskorištenje procesa. Posebno se nepotpuni odgovori mogu dobiti na pitanje iskorištenja i otpadnih tvari/voda. Proizvodnja biodizela je „zrela tehnologija“ i iskorištenja od oko 98 % su uobičajena. Međutim, problemi se javljaju kod načina izračunavanja iskorištenja koje se ponekad izražava kao omjer dobivenog biodizela i utrošenog ulja/masti, što je naravno pogrešno i daje rezultat veći od

ispravnog (Sinčić, 2008.). Drugi je moment karakteristika ulazne sirovine. Sirova ulja imaju nečistoće koje nužno smanjuju ukupno iskorištenje procesa što opet treba precizno ustanoviti pri izračunima koji se rade. Postupci predobrade, ukoliko karakteristike sirovina to zahtijevaju, rezultiraju s otpadom i otpadnim vodama pa moguće suprotne tvrdnje ponuditelja tehnologije treba precizno provjeriti.

Stoga je prijeko potrebno da potencijalni investitori poznaju tehnologiju proizvodnje biodizela u dovoljnoj mjeri da bi bili u stanju sami pripremiti jedinstvene podloge za ocjenu različitih tehnologija koje će uključivati sve elemente potrebne za utemeljenu usporednu analizu i time i utemeljenu poslovnu odluku.

Još nešto smramo važnim istaknuti i u ovom radu. „Energetske“ tehnologije u ovom vremenu trebale bi biti od posebnog zanimanja za akademsku zajednicu, fakultete i institute. To u nas nije slučaj pa se odvija nova tehnološka kolonizacija slična onoj iz vremena ekspanzije petrokemije. Svojom neaktivnošću naši joj znanstvenici daju punu potporu.



Literatura

- Assmann G., Blasey G., Gutsche B., Continous process for the production of lower alkylesters, US Patent 5 514 820, (1996)
- Baudouin C., Biodiesel 2nd generation Technology, 6th European Fuels Conference, 2005
NExBTL Renewable synthetic diesel, Tvornička brošura, Neste OIL, 2006
- Biodiesel International , <http://www.biodiesel-intl.com/>
- Boocock, D. G., Process for production of fatty acids methyl esters from fatty acids triglycerides, US Patent 6712867 (2004), Informacije o tehnologiji: www.bioxcorp.com
- Bournay, L., Hillion G., Boucot, P., Chodorge J-A., Bronner C., Forestiere A. , Process for producing alkyl esters from a vegetable or animal oil and an aliphatic monoalcohol US Patent 6 878 837 (2005)
- Cvengroš J., Povžanec F., Production and treatment of rapeseed oil methyl esters as alternative fuels for diesel engines, Biore-source Technol. 55, 145 (1996)
- Directive 2003/30/EC of the European parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources, Brussels, 2003
- Energiea Umwelttechnologie, Tvornička brošura, Beč, Austria, www.energea.at
- Ergun, N., Panning P., Method for producing fatty acid methyl ester and equipment for realizing the same, US Patent 6 440 057 (2002), 7 045 100 (2006)
- EP 11883225 (1999), www.at-AgrarTechnik.de
- Oleochemicals & Biodiesel, www.desmetballestraoleo.com
- Sinčić, D. Biodiesel. Svojstva i tehnologija proizvodnje, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb (2008)
- Transesterification of biogenic oils and fats, pat. DE 4209779, US patent 5 354 878
- Lurgi Biodiesel, www.lurgi.com
- www.biodieseltechnologies.com, tvornička brošura

Autor / Author

*Dr.sc. Dinko Sinčić – znanstveni savjetnik
Zagrebački Holding
Razvojno središte za proizvodnju bioenergenata
Prehrambeno – biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6
Zagreb*



Primjena ultrazvuka niskog intenziteta pri otkrivanju stranih tijela u prehrambenim sustavima

Use of low-intensity ultrasound for foreign bodies determination in food systems

Mladen Brnčić^{1,*}, Damir Markučić², Miroslav Omelić², Branko Tripalo¹, Damir Ježek¹

¹Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska

²Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, I. Lučića 5, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Ultrazvuk je kao i zvuk mehanička vibracija u krutom ili tekućem mediju, a obuhvaća frekvencije veće od 20 kHz. Djelovanje ultrazvuka koristi se u različitim industrijama, a značajno mjesto zauzima i u prehrambenoj tehnologiji, i to kao analitička metoda, a u zadnje vrijeme sve više i kao nova tehnika obrade koja u velikoj mjeri utječe na fizikalno-kemijska svojstva hrane.

Ultrazvuk se može podijeliti na ultrazvuk niskog intenziteta ($< 1 \text{ Wcm}^2$) i ultrazvuk visokog intenziteta ($> 1 \text{ Wcm}^2$). Ultrazvuk visokog intenziteta se koristi za unaprjeđenje, poboljšanje ili mijenjanje fizikalno-kemijskih svojstava hrane tijekom procesa proizvodnje. Primjena ultrazvuka niskog intenziteta se odnosi na nerazorno ispitivanje određenih svojstava sastojaka hrane, ali i gotovih prehrambenih proizvoda kao što su struktura, protok, debljina, kemijski sastav, veličina čestica ili prisustvo stranih tijela.

Pod pojmom strana tijela podrazumijevaju se svi nepoželjni čvrsti komadići različitih materijala slučajno zaostali u hrani. To mogu biti komadi drveta, stakla, gume, kamena, metala, plastike, različita vlakna ambalažnog materijala, nokti ili vlasi kose.

Određivanje stranih tijela u prehrambenim sustavima pomoću ultrazvuka zasniva se na različitoj zvučnoj impedanciji i brzini zvuka stranih tijela i hrane, odnosno njihovim različitim odzivima pri prolasku ultrazvučnih impulsa.

Unutar ultrazvučnog frekvencijskog raspona strana tijela mogu biti otkrivena u smislu odbijanja, loma, raspršenja ili prigušenja zvučnih signala. U praktičnom određivanju prisutnosti nepoželjnih stranih tijela u hrani ta frekvencija je najčešće iznad 50 kHz. U ovom radu teoretski i praktično su prikazani osnovni principi ove tehnologije.

Ključne riječi: ultrazvuk, strana tijela, hrana

Summary

Ultrasound waves are mechanical vibrations in a solid or fluid with frequencies above 20 kHz. Ultrasound has been used in a many different technologies for a various industry applications and more and more in food industry, as an analytical tool, or for the raw material modification before, during and after the manufacturing of food products.

The use of ultrasound in food technology can be globally divided as low-intensity ($< 1 \text{ Wcm}^2$), and hi-intensity ($> 1 \text{ Wcm}^2$). Hi-intensity ultrasound is used to enhance, promote or change physical or chemical properties of foods. Low-intensity ultrasound is non-destructive method that enables data about physicochemical properties of food components and products such as structure, flow rate, thickness, composition, particle size and attendance of foreign bodies.

A "foreign body" is any unwanted piece of solid matter present in foodstuffs. It can be piece of wood, glass, rubber, stone, metal, plastic, fibre, dirt, nail or thin hair. Foreign bodies are significantly dissimilar from foodstuffs in terms of acoustic impedance and ultrasonic velocity, consequently a certain ultrasound response is to be registered.

Foreign bodies can be detected by registering the reflected, refracted or scattered acoustic signals. In practical applications for detection of foreign bodies in foodstuffs frequency is usually above 50 kHz. In this work theoretical and practical approach for this technology is presented.

Key words: ultrasound, frequency, foreign bodies

UVOD

Upotreba ultrazvuka niskog intenziteta u otkrivanju stranih tijela u sirovinama i gotovim prehrambenim proizvodima

Zvuk je val koji se širi prostorom ispunjenim medijem pogodnim za širenje zvučnih valova. S obzirom na frekvenciju titranja i prosječne slušne mogućnosti ljudi sve ono što čujemo tj. "poremećaje" u mediju, ali i ono što ne čujemo dijelimo na:

- ❖ Infrazvuk (0 – 16 Hz)
- ❖ Zvuk (16 Hz – 20 kHz)
- ❖ Ultrazvuk (više od 20 kHz)
- ❖ Za titranje frekvencija viših od 10^{10} Hz koristi se naziv hiperzvuk

Mehaničkim valnim gibanjem se naziva prijenos energije pomoću širenja deformacije u nekom elastičnom sredstvu. Kod valnog gibanja se kroz sredstvo prenošenja vala giba samo elastični poremećaj, a ne medij – on ostaje nepomičan. Mehanički valovi se mogu širiti kroz medije u čvrstom, plinovitom i tekućem agregatnom stanju. U vakuumu se mehanički valovi ne mogu širiti jer u vakuumu nema medija kroz koji bi se prostirala energija ultrazvučnih valova. Prema tome, val je gibanje mehaničkog poremećaja kroz sredstvo, a u praktičnoj primjeni ga susrećemo u obliku impulsa ili harmonijskog vala. Dva osnovna moda titranja mehaničkog vala u sredstvima su:

1. Transverzalni ► valni poremećaj je okomit na smjer širenja vala

Corresponding author: mbrncic@pbf.hr



2. Longitudinalni ► valni poremećaj se događa u smjeru širenja vala

Otkrivanje stranih tijela samo je jedna od brojnih mogućih primjena ultrazvuka u prehrambenoj i srodnim industrijama. Naime, ova nerazorna tehnologija može se koristiti za mjerenje protoka i temperature, određivanje sastava sirovina i smjesa te određivanje veličine čestica, profila pjenjenja i taloženja. Također se može koristiti i u određivanju raspodjele veličine čestica, u kombinaciji s ultrazvukom visokog intenziteta (Mc Clements, 1995).

Proizvođači i trgovci prehrambenih proizvoda najveći broj pritužbi od strane krajnjih potrošača (kupaca) ne primaju, kako bi se moglo očekivati, zbog kemijske i mikrobiološke neispravnosti namirnica, već radi fizikalnih opasnosti tj. prisustva stranih tijela (Mc Clements, 1995). Do kontaminacije ovakvim nepoželjnim stranim tijelima može doći tijekom transporta sirovina ili gotovih proizvoda, prerade, pakiranja i skladištenja odnosno u bilo kojoj fazi proizvodnog procesa. Strana tijela mogu biti prisutna u proizvodima i kao posljedica kvarova na strojevima uslijed istrošenosti pojedinih dijelova opreme, neodržavanja ili zastarjelosti strojeva, uslijed neadekvatnog rukovanja strojevima te nemara. Slučajna prisutnost stranih tijela može se pojaviti čak i u najusavršenijim procesima pripreme i proizvodnje prehrambenih proizvoda. Stoga, proizvođači hrane i trgovci aktivno rade na otkrivanju i uklanjanju stranih tijela iz hrane.

Strana tijela se definiraju kao objekti vidljivi golim okom, a koji ne bi trebali biti prisutni u hrani kao njezin sastavni dio. U

ovu vrlo jasnu definiciju stranih tijela uključeni su materijali za pakiranje kao što je plastika, keramika, papir, staklo; nusproizvodi prehrambenih materijala koji su neadekvatno uklonjeni nakon ili u samom tijeku proizvodnog procesa, kao što su komadi kostiju u mesu; lišće, klasje, korijenje i ostale biljne nečistoće ili strana tijela biljnog podrijetla u voću ili povrću; vanjski dijelovi zrna, listova ili zemlje kod žitarica; te strana tijela u samom proizvodnom lancu bez obzira na vrstu hrane, zaostala ili unešena kao posljedica nepažnje osoblja, nestručnosti osoblja ili zastarjelosti i pohabanosti proizvodne aparature, opreme za pakiranje, loših i neadekvatnih uvjeta i prostora za skladištenje, transport i distribuciju (komadi metala, konopa, papira i živi i mrtvi insekti). Jedna od osnovnih podjela stranih tijela je (Brnčić, 2006):

- Unutarnja strana tijela – one nepoželjne čestice ili zaostaci iz originalne sirovine koji se mogu kao takvi definirati jer se njihovo prisustvo ne želi u proizvodnom procesu ili moguće nečistoće nastale nakon pakiranja hrane npr. nečistoće iz žitarica u brašnu ili pekarskim proizvodima, zaostaci od pulpe u bistrim voćnim sokovima, komadići pluta od čepova u buteljiranim vinima i sl.

- Vanjska strana tijela – ona „prava” strana tijela koja nisu „u srodstvu” tj nisu povezana sa sirovinom ili prehrambenim proizvodom, već se ugrade u proizvod tijekom jednog od dijelova proizvodnog procesa npr. komadić metala u mesu, dijelovi ili čak cijeli kukci u gotovo svim prehrambenim proizvodima, komadi metala u žitaricama i sl.

Tablica 1. Akustička svojstva raznih materijala i hrane na sobnoj temperaturi (Brnčić, 2006)

Table 1. Acoustical properties of various materials and foods at ambient temperature (Brnčić, 2006)

Materijal, Hrana	Brzina (m/s)	Impedancija (kg/m ² s)x10 ⁶	Prigušenje (Np/m)	Napomena
Zrak ¹	343	0,0004	138	1 MHz
Aluminij ¹	6320	17	0,21	1 MHz
Staklo ²	5660	14,15	2	10 MHz
Voda ¹	1480	1,48	0,025	1 MHz
Avokado ³	338,1 ± 55,7		258±43	50 kHz pretvarač, svježe ubrano voće
Marmelada od višnje ⁴ (obrađena)	1420 ± 30	1,63 ± 0,03		5 MHz pretvarač
Marmelada od višnje ⁴ (neobrađena)	1330 ± 30	1,44 ± 0,03		5 MHz pretvarač
Cheddar* sir ⁵	1669 ± 10			1 MHz pretvarač, prosjek 250 dana
Komad sira ⁴ - Jamtgard	1842 ± 70	1,73 ± 0,06	7,97 ± 0,22	5 MHz pretvarač
Margarin ⁴ – Jako slan	1118 ± 20	1,21 ± 0,02	8,93 ± 0,46	5 MHz pretvarač
Margarin ⁴ - Slan	1145 ± 130	1,28 ± 0,03	2,36 ± 0,44	5 MHz pretvarač
Komad sira ⁶ – Mahon (svježi)	1645 ± 20			1 MHz pretvarač, prosjek 60 dana
Komad sira ⁶ – Mahon (polu-doazio)	1676 ± 12			1 MHz pretvarač, prosjek 90 dana
Komad sira ⁶ – Mahon (doazio)	1715 ± 25			1 MHz pretvarač, prosjek 250 dana
Sirup od breskve ⁷	1575 ± 5	1,69	3	10 MHz pretvarač
Sobrassada sa Mallorce ⁸	1626 ± 6			1 MHz pretvarač, prosjek 80 dana

¹Shung i sur. (1992), ²Kaye (1986), ³Mizrach i Flitsanov (1999), ⁴Haeggstrom i Luukkala (2001), ⁵Benedito i sur. (2002),

⁶Benedito i sur. (2001), ⁷Chivers i sur. (1995), ⁸Lulli sur. (2002)

*Cheddar – Grad u Somersetu (Engleska)

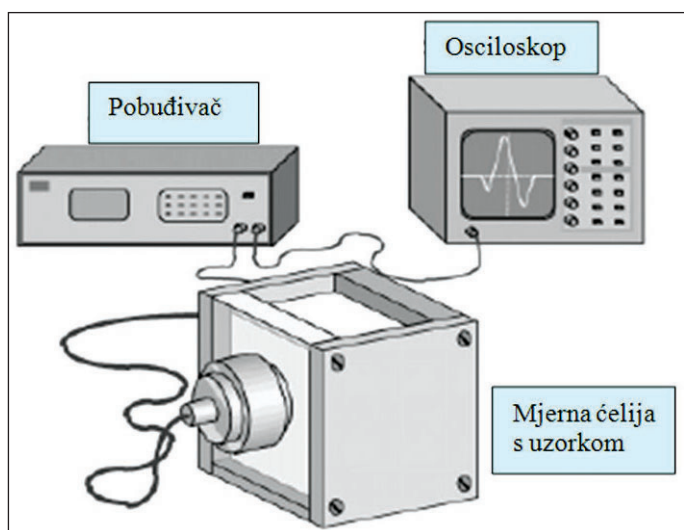


Postupci kojima se uklanjaju strana tijela u sirovinama za prehrambenu industriju i gotovim prehrambenim proizvodima su:

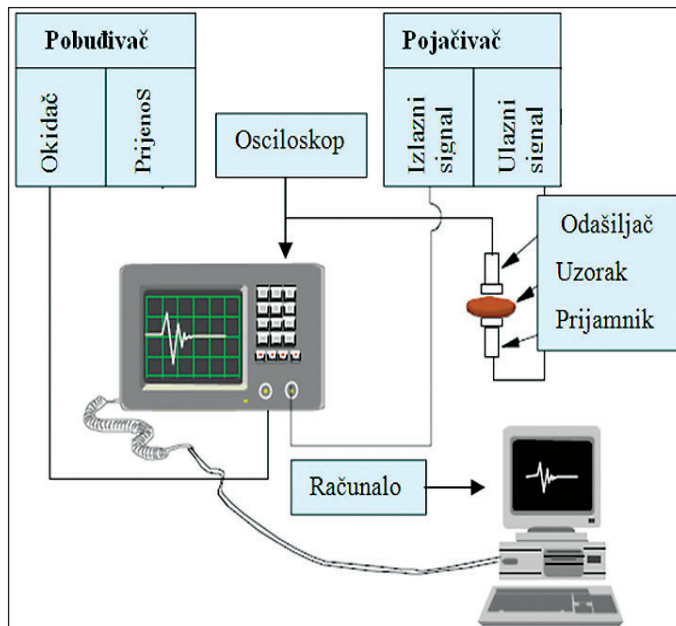
1. Otkrivanje mogućih stranih tijela te njihova identifikacija. Metode otkrivanja stranih tijela zasnivaju se na nekim bitnim razlikama između prehrambenog proizvoda i stranog tijela. To se odnosi na boju, oblik, gustoću, akustička, električna i magnetska svojstva i sl. Veliki broj poznatih metoda za otkrivanje stranih tijela i njihovo uklanjanje koriste svojstva koja su relativno lako uočljiva za operatera, a uključuju upotrebu X-zraka, ultrazvuka, električne impedancije, mikrovalova, magneta, nuklearne magnetske rezonancije i sl.

2. Uklanjanje stranih tijela iz sirovina i gotovih prehrambenih proizvoda. Metodu uklanjanja potrebno je odrediti na osnovu podataka dobivenih na temelju metoda otkrivanja stranih tijela odnosno u ovisnosti o fizičkim svojstvima otkrivenih stranih tijela npr. metal-magnet, kamenčić-sijanje i sl. Dakle, riječ je o klasičnim i već dugo vremena poznatim metodama pomoću kojih se dva ili više sustava razdvajaju (sijanje, flotacija i sl.). U tablici 1. prikazana su akustička svojstva nekih materijala i nekih prehrambenih proizvoda.

Nerazorna primjena ultrazvuka podrazumijeva korištenje raspona frekvencija od 20 kHz do 100 MHz, a najčešće je radni raspon u granicama od 50 kHz do 20 MHz. Koriste se longitudinalni i transversalni valovi. Zvučni se signali najčešće generiraju pomoću piezoelektričnog pretvarača koji je zvučno prilagođen uzorku koji se ispituje. Metode za određivanje stranih tijela u prehrambenim sustavima prikazane su na slici 1 (tehnika odjeka "puls-echo method") gdje se ultrazvučni impuls pobuđuje pomoću pretvarača, zatim prolazi kroz uzorak, nailaskom na granice tijela različitih akustičkih svojstava reflektira se, odnosno dolazi nazad do istog pretvarača, te na slici 2 (metoda "prozvučivanja"). Nakon pobuđivanja pomoću pretvarača ultrazvučni impuls prolazi kroz uzorak i prima se na drugom ultrazvučnom pretvaraču. Primljeni signal se na odgovarajući način obrađuje, pojačava i prikazuje u svrhu interpretacije.



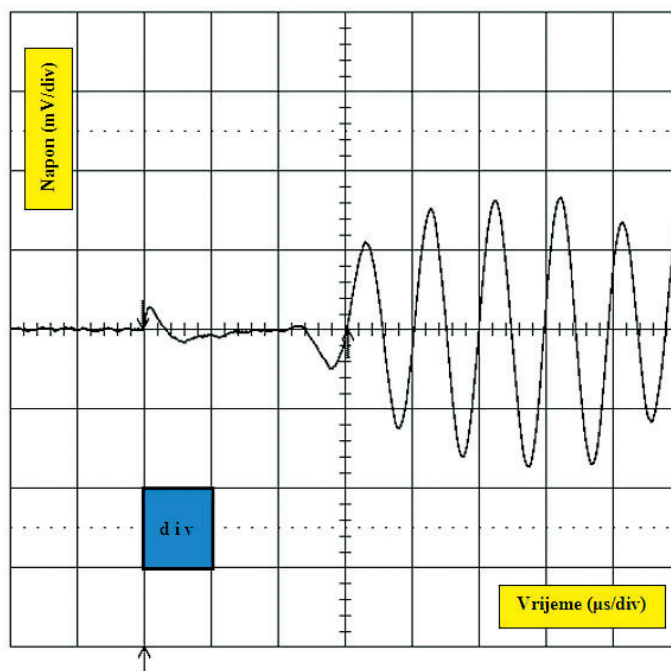
Slika 1. Tehnika odjeka ("Puls-echo method") za detekciju stranih tijela ultrazvukom niskog intenziteta (Kulmyrzaev i Mc Clements, 2000)
Figure 1. Pulse-Echoe technique for foreign bodies detection using low-intensity ultrasound (Kulmyrzaev i Mc Clements, 2000)



Slika 2. Tehnika prozvučivanja za detekciju stranih tijela ultrazvukom niskog intenziteta snage (Mulet i sur., 2002)
Figure 2. Through-transmission technique for foreign bodies detection using low-intensity ultrasound (Mulet i sur., 2002)

Primjer mjerenja:

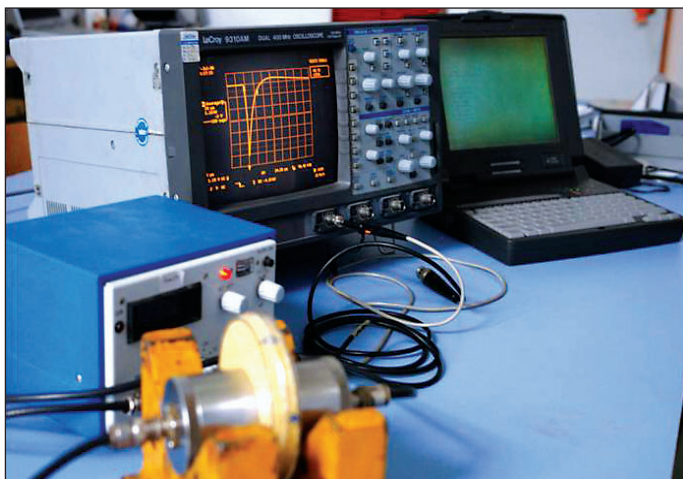
Pri detekciji stranih tijela tehnikom prozvučivanja najprije se mjeri brzina ultrazvuka odnosno vrijeme preleta ("Time of flight"), radi određivanja referentnih vrijednosti, u postavci dva pretvarača uparenih u zračnom prostoru i u postavci dva pretvarača između kojih je postavljena prazna plastična Petrijeva zdjelica. Uzorci su pripremljeni tako da se u kukuruznu krupicu namjerno „ugradilo“ različita strana tijela te su s tako pripremljenim uzorcima ispunjene plastične Petrijeve zdjelice. Za svaki uzorak mjereno je sto uzorkovanih prolaza ultrazvučnih



Slika 3. Određivanje vremena prolaza ultrazvučne zrake (Brnčić, 2006)
Figure 3. Determination of ultrasonic wave time of flight (Brnčić, 2006)

impulsa kroz uzorak postavljen između dva pretvarača, a kao rezultat izračunata je aritmetička sredina. Mjerenje je provedeno u trenutku postavljanja uzorka te nakon 1 minute, 2 minute, 3 minute i nakon 4 minute. Izlazni signal s drugog pretvarača prima pojačalo, signal se digitalizira i prikazuje na osciloskopu u obliku krivulje ovisnosti napona (mV) o vremenu (μ s). Rezultat se pohranjuje u računalo i digitalizira te prikazuje kao dijagram (Slika 3).

Na slici 4 prikazan je potpuni postav za određivanje stranih tijela u uzorcima kukuruznog brašna ultrazvukom niskog intenziteta (manje od 1 W/cm^2) tehnikom prozvučivanja.



Slika 4. Eksperimentalni postav za određivanje stranih tijela ultrazvučnom tehnikom prozvučivanja (Brnčić, 2006)

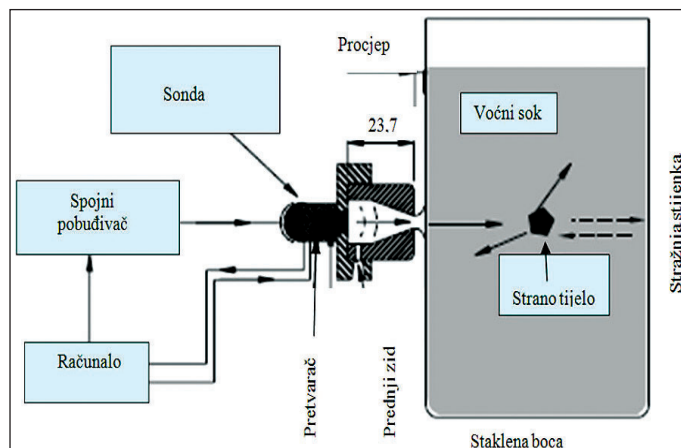
Figure 4. Experimental setup for foreign body determination using ultrasonic through-transmission technique (Brnčić, 2006)

DOSADAŠNJA ISPITIVANJA – PREGLED LITERATURE

U svojem istraživanju Zhao i sur. (2003a) su ispitivali mogućnosti određivanja stranih tijela u različitim vrstama voćnih sokova (bistrih i gustih) pakiranih u različite tipove staklenih boca (slika 5). Koristili su ultrazvučni pretvarač sa samoprilagođavajućim sistemom upada ultrazvučnog snopa. Zaključili su da postoji odnos između snage ulaznog snopa i kuta upada snopa. Kod nekih boca primijećeni su nepravilni odzivi reflektiranog snopa, koji bi mogli biti tumačeni kao postojanje stranog tijela, a u stvari su bili posljedica nepravilnog oblika boce. Ovakav prototip aparature dao je dobre rezultate i za hranu pakiranu u limenke.

Knorr i sur. (2004), proveli su nerazorno ispitivanje dijagnostičkim ultrazvukom da bi se ustanovilo prisustvo namjerno umetnutih stranih tijela (komadići poklopca) u jogurtu pakiranom u plastične čaše (slika 6).

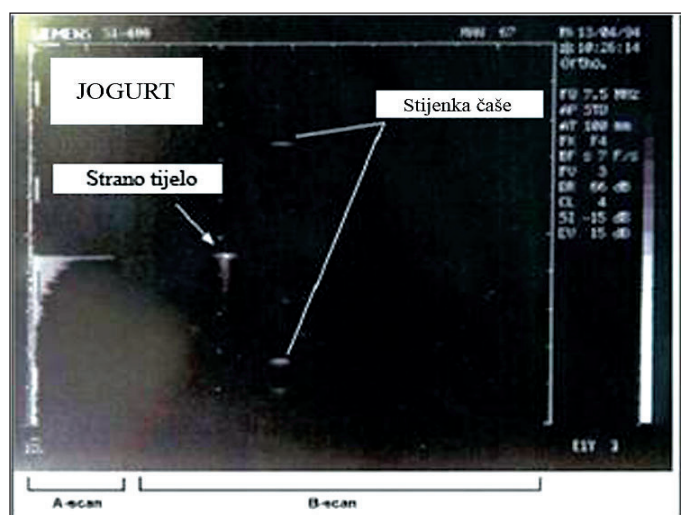
Koristeći se posebno razvijenim algoritmom za analizu ultrazvučnih signala moguće je odrediti strana tijela poput komadića stakla, plastike i sl., što se u najvećoj mjeri odnosi na razne dijelove od ambalaže (komadići ili orezotine limenki, dijelovi plastične ambalaže od jogurta) (Knorr i sur. 2004). Mlijeko pakirano u plastične boce je isto prehrambeni proizvod u kojem se mogu pojaviti strana tijela različitog oblika i porijekla, bilo da su unesena slučajno kao prava strana tijela ili ako se po-



Slika 5. Određivanje stranih tijela ultrazvukom niskog intenziteta u voćnom soku pakiranim u staklenu bocu (Zhao i sur., 2003b)

Figure 5. Foreign bodies determination using low intensity ultrasound in fruit juice packaged in glass bottle (Zhao i sur., 2003b)

jave kao posljedica otpadanja komadića ambalaže. Pokazano je da se takva strana tijela mogu uspješno otkriti i primjenom nerazornog ispitivanja ultrazvukom gdje pretvarači nisu bili u dodiru s plastičnom bocom. Ova su opažanja primijećena pri korištenju pretvarača nazivne frekvencije 250 kHz (Bhardwaj, 1997).



Slika 6. Određivanje stranog tijela u jogurtu pakiranom u plastičnu čašu (Knorr i sur., 2004)

Figure 6. Foreign bodies determination using low intensity ultrasound in yoghurt packaged in plastic glass (Knorr i sur., 2004)

Posebno istraživanje su izveli Haegstroom i Luukakala, 2001. koji su razradili sustav namjerno unesenih stranih tijela u razne prehrambene proizvode koje su uzeli s polica trgovina. Proizvodi su bili različite vrste pakiranih sireva i marmelada, a "inficirali" su ih stranim tijelima od različitih materijala (drvo, metal, kamen, plastiku, staklo i životinjske kosti) i u različitim oblicima. Razumljivo je kako u proizvodu mogu zaostati svi ovi strani materijali, a prisustvo kostiju se može dogoditi u mesnim proizvodima tipa: pileća i pureća prsa, mljeveno meso i sl. i to prilikom odvajanja kostiju, kada se uvijek neki mali komadić može odvojiti i slučajno zaostati u fileu. Oblike su formirali u kuglice i valjke, a prirodne oblike nisu modificirali (drvo, ka-



men). Istraživanje su bazirali na usporedbi dva ultrazvučna signala i to: generiranom ultrazvučnom signalu u uzorku koji je imao strano tijelo i generiranom ultrazvučnom signalu u čistom uzorku. Zatim su filtrirali i analizirali razlike između ta dva signala. Zaključili su da su rezultati dobri u homogenim prehrambenim sustavima.

Strana tijela u siru bila su predmet istraživanja koje su proveli neovisno jedni o drugima Coupland (2004) i Cho i Irudayaraj (2003). Zaključili su da su mekani sirevi pogodniji za određivanje stranih tijela. Materijali koje su koristili kao strana tijela bili su drvo, metal i plastika.

Nerazorni klinički ultrazvuk se može iskoristiti za određivanje stranih tijela u voću i povrću (Chivers i sur., 1995). Autori su koristili tehniku odjeka da bi otkrili sitne kamenčiće u breskvama. S obzirom na veliku razliku u koeficijentu prigušenja ultrazvuka u breskvi i u stranom tijelu metoda se pokazala uspješnom.

Zaključak

Prilagodbe ultrazvuka niskog intenziteta za primjenu u prehrambenoj industriji već su pokazale značajan potencijal u određivanju svojstava prehrambenih sastojaka, sustava i gotovih prehrambenih proizvoda. U mnogim slučajevima tehnike bazirane na ultrazvuku pokazale su značajne prednosti pred drugim postojećim tehnologijama. Ultrazvučni postavi niskog intenziteta pogodni su za brza i točna mjerenja, mogu se koristiti on-line ili klasično za laboratorijske analize, u pravilu su manjih dimenzija pa su stoga i prilagodljivi svakom laboratoriju, nerazorni su i mogu se prilagoditi optički tamnim sistemima. Određivanjem standardnih vrijednosti akustičkih veličina za ispitivani prehrambeni proizvod te odgovarajućim mjerenjima mogu se uspostaviti metode za određivanje stranih tijela u prehrambenim sustavima.

Literatura

- Benedito, J., Carcel, J. A., Gonzalez, R., Mulet, A. (2001) Application of low intensity ultrasonics to cheese manufacturing processes. *Ultrasonics*, **40**, 19-23.
- Benedito, J., Carcel, J. A., Gisbert, M., Mulet, A. (2002) Quality control of cheese maturation and defects using ultrasonics. *Journal of Food Science*, **66**, 100-104.
- Bhardwaj, M.C. (1997) Innovation in non-contact ultrasonic analysis: applications for hidden objects detection. *Materials Research Innovations*, **1**, 188-196.
- Brnčić, M. (2006) Utjecaj ultrazvuka na svojstva sirovine za ekstruziju i gotovog ekstrudiranog proizvoda. Disertacija, Prehrambeno-biotehnološki fakultet.
- Chivers, R.C., Russel, H., Anson, L.W. (1995) Ultrasonic studies in preserved peaches. *Ultrasonics*, **33**, 75-79.
- Cho, B., Irudayaraj, J.M.K. (2003) Foreign object and internal disorder detection in food materials using non contact ultrasound imaging. *Journal of Food Science*, **68**, 967-974.
- Coupland, J.N. (2004) Low intensity ultrasound. *Food Research International*, **37**, 537-543.
- Haegstrom, E., Luukkala, M. (2001) Ultrasound detection and identification of foreign bodies in food products. *Food Control*, **12**, 37-45.

Kaye, G. W. C. (1986) *Tables of Physical and Chemical Constants and Some Mathematical Functions*, New York, Longman, 76.

Knorr, D., Zenker, M., Heinz, V., Lee, D.U. (2004) Applications and potential of ultrasonics in food processing. *Food Science and Technology*, **15**, 261-266.

Kulmyrzaev, A., Mc Clements, D. J. (2000) High frequency dynamic shear rheology of honey. *Journal of Food Engineering*, **45**, 219-224.

Llull, P., Simal, S., Femenia, A., Benedito, J., Rossello, C. (2002) The use of ultrasound velocity measurement to evaluate the textural properties of sobrassada from mallorca. *Journal of Food Engineering*, **52**, 323-330.

Mc Clements, D.J. (1995) Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. *Trends in Food Science & Technology*, **6**, 293-299.

Mizrach, A., Flitsanov, U. (1999) Nondestructive ultrasonic determination of avocado softening process. *Journal of Food Engineering*, **40**, 139-144.

Mulet, A., Benedito, J., Golas, Y., Carcel, J.A. (2002) Noninvasive measurements in the food industry. *Food Reviews International*, **18**, 123-133.

Shung, K.K., Smith, M.B., Tsui, B.M.W. (1992) *Principles of Medical Imaging*, San Diego, Academic Press, 85-91.

Zhao, B., Basir, O.A., Mittal, G.S. (2003a) A self-aligning ultrasound sensor for detecting foreign bodies in glass containers. *Ultrasonics*, **41**, 217-222.

Zhao, B., Basir, O.A., Mittal, G.S. (2003b) Detection of metal, glass and plastic pieces in bottled beverages using ultrasound. *Food Research International*, **36**, 513-521

Autori / Authors

Doc.dr.sc.Mladen Brnčić
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6

Prof.dr.sc.Damir Markučić
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje
Ivana Lučića 5

Miroslav Omelić, inž.
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje
Ivana Lučića 5

Prof.dr.sc.Branko Tripalo
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6

Prof.dr.sc.Damir Ježek
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6



Jestiva ambalaža u prehrambenoj industriji

Edible films in the food industry

Kata Galić

Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Jestivi filmovi nalaze se u uporabi već niz godina (želatina, kapsule, ovitci za kobasice, prevlake od čokolade, šećera i od voska). Od suvremenih zaštitnih filmova zahtijeva se: (i) dobra barijera prema vlazi; (ii) dobra barijera na kisik; i (iii) dobra mehanička i organoleptička svojstva. Aditivi hrane poput antimikotičnih tvari ili antioksidansi također se mogu dodati u jestive filmove u cilju poboljšanja njihovih zaštitnih svojstava koji ipak imaju slabija svojstva u odnosu na nejestive materijale. Primjena jestivih filmova je ogromna: pojedinačna zaštita proizvoda (npr. bombona, suhog voća, sireva, ribe, dijelova mesa, smrznute hrane itd.), kontrola unutarnje vlage ili transporta sokova, npr. kod proizvoda poput pita, pizza (smrznutih ili svježih proizvoda). Svrha jestivih filmova nije u zamjeni za nejestive-sintetičke ambalažne materijale. Njihova primjena očituje se u tome da djeluju na sveukupno poboljšanje kvalitete hrane, povećaju njenu trajnost i/ili smanje udio upotrijebljene ambalaže.

Ključne riječi: Jestivi filmovi, svojstva, primjene

Summary

Edible food films have been used for many years (gelatine, capsules, sausage casings, chocolate or sugar coatings, wax coatings). Modern edible protective films require: (i) good moisture barrier properties; (ii) good oxygen barrier properties; and (iii) good mechanical and organoleptic properties. Food additives such as antimicrobial agents or antioxidant agents could be added to these films, to improve their protective effect which is generally poor compared to that of non-edible materials. Potential applications of edible films are numerous: individual protection (ex. candies, dry fruits, cheeses, fish, meat pieces, frozen foods etc.) control of internal moisture or solute transfers in products such as pies, cakes, pizzas (frozen or fresh). Food companies are looking to edible films and coatings to add value to their products, increase shelf-life and/or reduce packaging.

Key words: edible films, characteristics, applications

Uvod

Sama ideja o upotrebi jestivih zaštitnih filmova već duže vrijeme zaokuplja pažnju znanstvenika. Postupak prevlačenja hrane bilo voskovima ili želatinom patentiran je daleke 1800. godine. U nekim slučajevima dolazi do stvaranja zaštitnog sloja na površini proizvoda tijekom sušenja. Industrijska primjena jestive ambalaže može se svesti na svega nekoliko primjera budući da nejestivi materijali predstavljaju znatno bolju zaštitu proizvoda u odnosu na jestive. Primjeri industrijske proizvodnje jestive ambalaže je primjena prirodnih ovitaka (kobasice i drugi mesni proizvodi) čokoladnih ili šećernih glazura (lješnjak, badem, voće, bomboni, kolači), voskova (voće). Šećerne i čokoladne glazure su ugodnog okusa ali im je nedostatak ljepljivost ili masna površina koje dolaze još više do izražaja dužim čuvanjem takvih proizvoda. Kolagen, koji se koristi u izradi ovitaka za kobasice ili druge mesne proizvode, nije topiv u vodi i ne baš prihvatljiv za konzumiranje. Ti nedostaci tradicionalnih ovitaka uvjetovali su razvoj novih tipova zaštitnih materijala na osnovi polimernih filmova (prevlaka) koji se najviše koriste u farmaceutskoj industriji (od 1954. godine) pri izradi tableta.

Prednosti primjene jestivih zaštitnih filmova u odnosu na nejestive filmove su: (i) jestivi film se konzumira (ii) troškovi su relativno niski, (iii) njihovom upotrebom smanjuje se udio otpadnog materijala čime se doprinosi zaštiti okoliša, (iv) mogu poboljšati ne samo organoleptička svojstva hrane, već i mehanička ili nutritivna svojstva, (v) pružaju zaštitu pojedinačnim manjim



Slika 1. Konditorski proizvod a) bez prevlake b) s prevlakom izolata proteina sirutke

Figure 1. Chocolate confections a) without coating b) coated with edible whey-protein isolate

porcijama hrane (vi) mogu se koristiti unutar heterogene hrane budući da, zbog prisutnog zaštitnog filma, čine barijeru između komponenti hrane.

Jestivi zaštitni filmovi mogu se definirati kao tanki sloj materijala koji potrošač može konzumirati, a koji osigurava barijeru prema plinovima i vodenoj pari (Robertson 2006; Lee i sur. 2008; Gennadios i sur. 1994a, 1994b; Greener i Fennema 1989; Gennadios i sur. 1993; Laohakunjit i Noomhorm 2004; Park i Chinnan 1995). Takav film može potpuno prekriti proizvod ili se može primijeniti kao sloj između komponenti hrane. Od takvih materijala se može zahtijevati da posjeduju dobra jestiva svojstva ili da budu topivi u vodenom ili uljnom mediju. Također mora

Corresponding author: kgalic@pbf.hr



posjedovati dobra fleksibilna svojstva, tj. ne smije pucati tijekom prerade ili skladištenja. Da bi mu se poboljšala mehanička, organoleptička ili zaštitna svojstva moguće je provesti dodatak

konačnog proizvoda željenih svojstava. Sile kohezije i adhezije ovise o strukturi i kemijskoj građi polimera (molekulska masa, pravilnost lančane strukture, razgranatost strukture, polarnost i raspodjela polarnih skupina

uzduž polimernog lanca). Krutost i kohezivnost filma je poboljšana ukoliko je i stupanj uređenosti polimernog lanca veći. Polarne skupine smanjuju difuznost molekula, ali i olakšavaju nastajanje bočno razmještenih lanaca.

Primjenom aditiva, koji dovode do denaturacije i umrežavanja, povećava se kristalnost i uređenost molekula. Funkcionalnost polimera također ovisi o karakteristikama otapala. Maksimalno prevlačenje, solvacija otapala i produženje polimernog lanca omogućuju nastajanje izrazito učinkovitih filmova. Dobar pokazatelj adekvatne solvacije i produljenja polimernog lanca je visoka viskoznost pripremljenog sola. Međutim, odabir otapala za izradu prehrambenih filmova ograničen je na vodu (s različitim pH vrijednosti) i etanol.

Tablica 1. Materijali za izradu jestivih filmova i prevlaka (Hun i Gennadios 2005)

Table 1. Edible film and coating materials (Hun i Gennadios 2005)

Funkcionalni sastav	Materijali	
Materijali za izradu filmova	Proteini	Kolagen, želatina, kazein, proteini sirutke, zein, pšenični gluten, proteini bjelanjka
	Polisaharidi	Škrob, modificirani škrob, modificirana celuloza (CMC, MC, HPC, HPMC) *, alginat, karagenan, pektin, pululan, hitozan, gelan guma, ksantan guma
	Voskovi, lipidi	Voskovi (pčelinji vosak, parafin, karnauba vosak), smole (šelak), acetogliceridi
Plastifikatori (omekšavala)		Glicerol, propilen glikol, sorbitol, saharoza, polietilen glikol, kukuruzni sirup, voda
Funkcionalni aditivi		Antioksidansi, antimikrobne tvari, nutrijenti, nutraceutici, tvari okusa i boje
Ostali aditivi		Emulgatori (lecitin), tekuće emulzije (jestivi voskovi, masne kiseline)

*CMC – karboksimetil celuloza, MC – metil-celuloza, HPC – hidroksipropil celuloza, HPMC – hidroksipropilmetil-celuloza

* CMC-Carboxy methylcellulose; MC-methylcellulose; HPC-hydroxy propylcellulose; HPMC-hydroxy propyl-methylcellulose;

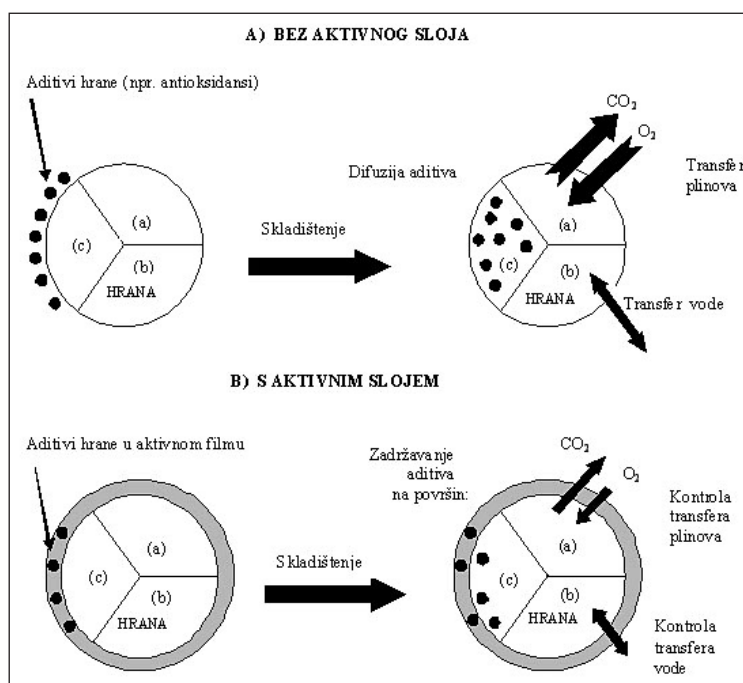
sredstava poput plastifikatora (omekšavala), arome, antimikotnih tvari ili antioksidansa.

Skupine materijala koje se mogu koristiti za izradu jestivih filmova prikazani su u tablici 1.

Oblikovanje filmova

U svakom postupku prevlačenja hrane zaštitnim filmom, gdje se koristi polimerni film, prisutne su sile kohezije (između polimernih molekula koje čine film) i adhezije (između filma i supstrata-hrane). Stupanj kohezije uvjetovat će svojstva filma poput gustoće, kompaktnosti, poroznosti, permeabilnosti, fleksibilnosti i žilavosti. Procesni čimbenici djeluju na sile kohezije i adhezije - najčešće se preporuča primjena tople otopine filma. Međutim, primjena previsoke temperature ili previsoke brzine evaporacije otapala rezultira nekohezivnim filmovima zbog prebrze imobilizacije polimernih molekula što može dovesti bilo do ljuštenja ili nastajanja rupičaste strukture filma. Uočeno je da se jačina kohezivnog filma povećava s debljinom filma do određene vrijednosti nakon čega jakost filma ostaje konstantna.

Primjena otopina za prevlačenje, srednjih koncentracija, općenito rezultiraju visokom kohezivnom snagom. Te koncentracije predstavljaju kompromis između optimalne viskoznosti i solvacije polimera. Proizlazi da je definiranje parametara od presudne važnosti u dobivanju



Slika 2. Shematski prikaz zaštite hrane u prisutnosti i bez prisutnosti zaštitnog jestivog filma ili prevlake, kao aktivnog sloja, pri prvoj pojavi kvarenja uzrokovanog (a) respiracijom; (b) dehidracijom ili vezanjem vode (c) razvojem mikroorganizama ili procesa oksidacije na površini hrane (Guilbert i sur. 1997).

Figure 2. Schematic representation of food preservation with or without edible films or coatings, as active layers, when the first mode of deterioration results from (a) respiration; (b) dehydration or moisture uptake; (c) surface microbial development or oxidation (Guilbert i sur. 1997).



Prevlačenje filmovima od materijala koji nije topiv u vodi (voskovi, lipidi ili njihovi derivati) postiže se oblikovanim stabilnih emulzija ili mikro-emulzija s vodom ili izravnom primjenom filma dok je još u rastaljenom stanju. Na slici 2 dat je shematski prikaz zaštite hrane jestivim filmovima ili prevlakama kao "aktivnim slojevima", i to u uvjetima početka kvarenja proizvoda kao rezultat respiracije, dehidracije ili vezanja vlage, odnosno razvoja mikroorganizama i pojava procesa oksidacije na površini hrane (Guilbert 1986; Guilbert i sur. 1997).

Plastifikatori

Dodatak plastifikatora provodi se s ciljem da se smanji krhkost i poveća fleksibilnost, žilavost i otpornost na pucanje (lom). Plastifikatori smanjuju intermolekulske sile uzduž polimernog lanca što dovodi do smanjenja sile kohezije, rastezne čvrstoće (tensile strength) i temperature staklastog prijelaza (*glass transition temperature*).

Plastifikatori moraju biti kompatibilni s polimerom (tj. moraju se miješati) i, ukoliko je to moguće, i lako topivi u otapalu (da bi se izbjeglo preuranjena separacija tijekom sušenja filma). Za proizvodnju topivih prevlaka koriste se plastifikatori topivi u vodi, odnosno za dobivanje netopivih prevlaka koriste se netopivi disperzni materijali. Od plastifikatora koji se koriste u prehrambene svrhe dolaze u obzir: (i) mono-, di- i oligo-saharidi (najčešće glukoza ili fruktozno-glukozni sirup, med); (ii) poliolli (sorbitol, glicerol, gliceril derivati, i polietilen glikol); (iii) lipidi i njihovi derivati (masne kiseline, monogliceridi i derivati estera, fosfolipidi, površinski aktivne tvari). Ovisno o čvrstoći polimera količina upotrijebljenog plastifikatora iznosi od 10 do 60 % (na suhu osnovu). Učinkovitost plastifikatora određuje se iskustvenim testovima.

Svojstva

Od mehaničkih svojstava filma od velike važnosti su: savojna žilavost (*impact strength*), savojna čvrstoća (*flexural strength*), čvrstoća na odljepljivanje (*peel strength*), fleksibilnost (*flexibility*), stabilnost na temperaturne promjene te otpornost na utjecaj čimbenika iz okoline i na fizičke stresove (Gennadios i

sur. 1996, Cherian i sur. 1995; Kester i Fennema 1986; Cisneros-Zevallos i Krochta 2003a; 2003b; Dangaran i Krochta 2003). Također je potrebno poznavati permeabilnost jestivih filmova na vodenu paru i plinove (uglavnom kisik), kao i sorpciju vode i vodene pare. Permeabilnost vodene pare ovisi o relativnoj polarnosti polimera, dok je propusnost plinova proporcionalna volumnom udjelu amorfne faze u strukturi filma.

Prisutnost plastifikatora u filmu utjecat će kako na mehanička tako i na barijerna svojstva filma. Budući da plastifikatori povećavaju, razrjeđuju i omekšavaju strukturu polimera, povećava se i mobilnost polimera kao i koeficijent difuzije plina ili vode.

Ispitivanje mehaničkih i barijernih svojstava jestivih filmova provodi se istim metodama kao i za nejestive filmove.

Tablica 2. Sastav i svojstva filmova (Guilbert i sur. 1997)

Table 2. Formulas and characteristics of films (Guilbert i sur. 1997)

Sastav komponenti		Topivost u vodi		Barijera na vodu	Napomena
I. faza	II. faza	Hladna	Topla		
CMC ^a 1-3 %; voda		+	-	Prilično dobra	
Malto-Dekstrin (DE:3) 3-10%; voda		+	+	Slaba	Fleksibilan, glatki,
Gumi arabikum 20-30%; glicerol 5-10%; voda		+	+	Slaba	transparentan, bez okusa i mirisa
Natrijev alginat 2%; glicerol 20%; voda	CaCl ₂ 4%; voda	-		Slaba	
Natrijev alginat 2-5%; voda	CaCl ₂ 5%; voda	-		Slaba	
Alginat 5%; glukozni sirup 41%; voda	CMC 1% CaCl ₂ 6%; voda	-		Prilično dobra	Kao i gore, ali slatkog okusa
Složeni film: A ^b (20%) u B ^c (80%) emulziji		(+)	(+)	Dobra	Slabo fleksibilan, glatki, mutni, svjetložuti, mirisa i okusa po vosku
A (20%) u B (80%) emulziji	Mliječna kis. 30%; voda	-	-		Kao i gore, ali kiselog okusa
A (20%) u B (80%) emulziji	Mliječna kis. 30%; taninska kis. 20%; voda	-	-		Kao i gore, ali gorkog okusa

^a CMC = karboksi metil celuloza; b A: karnauba vosak 20 %; palmitinska i stearinska kiselina 40%

^c B: kazein 10%; NaOH (pH 8); glicerol 5-7%; voda ili želatina 20%; glicerol 5-7%; voda

^a CMC = Carboxy methylcellulose; b A: Carnauba wax 20 %; palmitic and stearic acid 40%

^c B: casein 10%; NaOH (pH 8); glycerol 5-7%; water or gelatin 20%; glycerol 5-7%; water



Tablica 3. Propusnost kisika i ugljikova dioksida kod različitih filmova (Guilbert i sur. 1997)
Table 3. Oxygen and carbon dioxide permeabilities of various films (Guilbert i sur. 1997)

Filmovi	Propusnost $\times 10^{18} \text{ mol mm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$		T / °C	a_w
	O ₂	CO ₂		
Polietilen niske gustoće	1003	4220	23	0
Polietilen visoke gustoće	285	972	23	0
Poliester	12	38	23	0
Etilen/vinil-alkohol	0.2	-	23	0
Metilceluloza	522	29900	30	0
Pčelinji vosak	480	-	25	0
Hidroksipropil celuloza	470	28900	30	0
Karnauba vosak	81	-	5	0
Kukuruzni zein	35	216	38	0
Proteini pšeničnog glutena	3	-	38	0
Proteini soje	2	-	23	0
Pšenični gluten	1	7	25	0
Miofibrilni proteini ribe	1	9	25	0
Hitozan	0.6	-	25	0
Celofan	130	-	23	0.95
Pektin	1340	21300	25	0.96
Škrob	1085	-	25	1

Jestivi filmovi, na osnovi polarnih skupina u polimeru, su osjetljivi na promjenu relativne vlage. Pri niskoj vrijednosti relativne vlage filmovi pucaju, dok pri visokoj dolazi do bubrenja polimera što dovodi do značajnog gubitka barijernih svojstava filma. U tom slučaju, jedno od rješenja je primjena dodatnog - vanjskog ambalažnog omota. Alternativa je primjena jestivih filmova nepolarnog karaktera (npr. vosak) ili kombinacija polarnog polimera i nepolarnog materijala (npr. želatina i derivati masnih kiselina). Skupine materijala koje se mogu koristiti za izradu jestivih filmova (tablica 1) su: (i) proteini, (ii) celuloza, škrob, dekstrin i derivati; (iii) biljni hidrokoloidi; (iv) voskovi, produkti masti, monogliceridi i derivati; (v) smjese različitih materijala. Karakteristike nekih jestivih filmova navedene su u tablici 2 (Hun i Gennadios 2005; Guilbert 1986; Guilbert i sur. 1997).

Barijerna svojstva istog ambalažnog filma pokazuju razlike s obzirom na permeabilnost vodene pare i plinova (CO₂ i O₂). Materijali odgovarajućih barijernih svojstava na kisik (smanjenje užeglosti i gubitak vitamina) koriste se za pakiranje hrane osjetljive na oksidaciju, dok se određena propusnost na O₂ i CO₂ zahtijeva kod materijala namijenjenih pakiranju svježeg voća i povrća.

Propusnost nekih biopolimernih i sintetskih filmova na O₂ i CO₂ kao i na vodenu paru navedene su u tablicama 3 i 4.

Filmovi na osnovi hidrokoloida posjeduju značajna barijerna svojstva na plinove (naročito na O₂) ukoliko su u suhom

stanju. U prisutnosti vlage makromolekulski lanac postaje mobilniji što dovodi do porasta propusnosti kisika i ugljikova dioksida (Guilbert i sur. 1997).

Proteinski filmovi

Ovitci načinjeni od kolagena već duže vrijeme se primjenjuju u mesnoj industriji (kobasice i mesni proizvodi). Iako je taj materijal jestiv, ne pripada skupini materijala topivih u vodi pa ih je potrebno ukloniti prije konzumiranja. Želatina posjeduje dobra svojstva prevlačenja te nema ograničenja u primjeni na području prehrambene industrije. Tipični sastav želatinskog filma čine: želatina 20-30%, plastifikatori 10-30% i voda 40-70%. Film se dobije nakon sušenja želatinskog gela. Želatinske filmove odlikuju čvrstoća i prozirnost, ali su vrlo slaba barijera za vodu. Mogu se koristiti za pojedinačna pakiranja suhe hrane kao što su praškasti proizvodi (sa želatinskom kapsulom), orašasti plodovi ili bomboni pri čemu zahtijevaju dodatni vanjski omot.

Zein (proteinska frakcija kukuruza topiva u alkoholu) je jedan od najčešće proučavanih materijala. Ti filmovi su otporni na vodu, ali posjeduju karakterističan okus i miris. Dobra svojstva zeinskih filmova su još poboljšana dodatkom neacetiliranih glicerida i podvrgavanjem zeina posebnim postupcima izbjeljivanja.

Dobri rezultati su dobiveni primjenom zeinske prevlake na voće, orahe, liofilizirane proizvode kao i na komprimirane proizvode veličine jednog zalogaja.

Ovoalbumini i serum albumini se koriste za pripremu filmova iako posjeduju slaba mehanička i barijerna svojstva. Kazeinski filmovi se dobivaju nakon neutralizacije alkalne otopine kazeina prije samog postupka sušenja. Kazeinski filmovi su mekani i ljepljivi; topivi su u alkalijama i relativno su otporni na vodu. Filmovi proteina soje, koji se stvaraju na površini zagrijanog sojinog mlijeka, uklanjaju se ručno i ostavljaju se da se suše na zraku. Film je otporan na vodu i fleksibilan ukoliko mu se dodaju plastifikatori. Najčešće se koristi kao omotni film ili kao dodatak u pripravi različitih jela. Dobiveni filmovi proteina soje izravno iz sojinih izolata posjeduju dobra mehanička svojstva, ali im je otpornost na vodu slaba. U pokušajima da se poboljšaju barijerna svojstva na vodu korišteni su denaturirani, umreženi agensi ili agensi za štavljenje (organske kiseline, taninske kiseline, tri- ili divalentni kationi, toplina i dr.). Denaturirani proteinski filmovi, iako boljih barijernih svojstava, pokazuju slabiju fleksibilnost i transparentnost. Količina i koncentracija sredstva za denaturaciju pažljivo se kontrolira da bi se izbjegao nepoželjni kiseli ili gorki okus. Štavljenje prevlake može se postići dimljenjem. Primjenom proteinskih prevlaka, prije samog dimljenja, u proizvodnji dimljenih mesnih proizvoda značajno im se poboljšava organoleptička i mikrobiološka kvaliteta tijekom



skladištenja (Hun i Gennadios 2005; Guilbert 1986; Guilbert i sur. 1997; Kester i Fennema 1986). Mehanička svojstva (fleksibilnost) te barijerna svojstva na vlagu kazeinskih filmova značajno se poboljšavaju dodatkom voskova (Sohail i sur. 2006).

Polisaharidni filmovi

Od polisaharidnih filmova i njihovih derivata najčešće se spominju alginat, pektin, karagenan, škrob, hidrolizati škroba i celulozni derivati. Zbog hidrofilne prirode ovih polimera predstavljaju vrlo slabu barijeru na vlagu.

Natrijev alginat je sol alginatne kiseline ekstrahirane iz smeđih morskih trava. Oblikovanje filma, koji može ali i ne mora uključiti fazu želiranja, postiže se evaporacijom, umrežavanjem elektrolita ili injektiranjem u vodi topivih otapala (koji ne otapaju alginat). Čvrstoća i propusnost filmova može se modificirati dodatkom kalcijevih soli (klorida, acetata, laktata, tartarata, glukonata, sulfata, citrata). Želatinozne prevlake alginata nalaze čestu primjenu u mesnoj industriji.

Pektin je kompleksna skupina strukturalnih polisaharida biljnog porijekla, koju uglavnom čini polimer D-galakturonske kiseline različitog stupnja esterifikacije s metilom. Kako ovaj film karakterizira visoka propusnost na vodenu paru, za povećanu primjenu suhog pektinskog filma ovaj nedostatak se može riješiti prevlačenjem lipidima.

Natrijeva karboksilmetil celuloza, hidroksipropil-metil celuloza, hidroksipropil celuloza i drugi celulozni esteri koriste se za izradu filmova. Filmovi se pripremaju evaporacijom iz vodenih otopina. Postupkom ekstruzije ili oblikovanjem u kalupima mogu se dobiti ploče ili proizvodi različitih dimenzija. Izravno prevlačenje hrane provodi se potapanjem u otopinu prevlake. Dobiveni filmovi su čvrsti, prozirni, relativno otporni na vodu, masti, ulja i većinu nepolarnih organskih otapala. Značajna karakteristika filmova na osnovi celuloze je usko područje topivosti u vodi. Većina ih je netopiva u vodi iznad 55°C. Primjenom odgovarajućeg plastifikatora moguće je proizvesti i termozataljivi film hidroksipropil-metil celuloze. Škrobni filmovi se tradicionalno koriste za zaštitu "nougat" proizvoda. Hidroksipropilirani amilozni škrobni filmovi su fleksibilni, transparentni, otporni na masnoće, termozataljivi i relativno nepropusni za plin. Međutim, ti filmovi su osjetljivi na vodu.

Za zaštitu voća i orašastih proizvoda preporuča se korištenje dekstrinskih filmova (niske DE vrijednosti). Fleksibilni i čvrsti

Tablica 4. Propusnost vodene pare kod različitih filmova (Guilbert i sur. 1997)

Table 4. Water vapour permeability of various films (Guilbert i sur. 1997)

Filmovi	Propusnost vodene pare $\times 10^{12} \text{ mol mm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$	Debljina mm	T/ °C	RH/ %
Škrob	142	1.190	38	100-30
Natrijev kazeinat	24.7	-	25	100-0
Metilceluloza	7.78	0.025	25	52-0
Kukuruzni zein	6.45	0.200	21	85-0
Hidroksipropilmetil-celuloza	5.96	0.019	27	85-0
Glicerol monostearat	5.85	1.750	21	100-75
Pšenični gluten - Glicerol	5.08	0.050	30	100-0
Pšenični gluten-Oleinska kiselina	4.15	0.050	30	100-0
Miofibrilni proteini ribe	3.91	0.060	25	100-0
Pšenični gluten-Karnauba vosak	3.90	0.050	30	100-0
Hidroksipropil celuloza	2.89	0.075	30	11-0
Tamna čokolada	0.707	0.610	20	81-0
Polietilen niske gustoće	0.0482	0.025	38	95-0
Polietilen visoke gustoće	0.0122	0.025	38	97-0
Pčelinji vosak	0.0122	0.120	25	87-0
Pšenični gluten-dvosloj pčelinjeg voska	0.0230	0.090	30	100-0
Karnauba vosak	0.0185	0.100	25	100-0
Aluminijska folija	0.000289	0.025	38	95-0

filmovi dobiju se evaporacijom 5-15% vodene otopine maltodekstrina (DE:3). Otpornost na vodu im je slaba. Kukuruzni sirupi s niskom DE vrijednošću (DE 28-38) smanjuju brzinu prijelaza vodene pare celuloznog acetata.

Biljni hidrokoloidi najčešće se upotrebljavaju kao stabilizatori i ugušćivači, i sve češće kao sredstva za dobivanje jestivih filmova.

Agar i karagenan se koriste kao materijali za prevlačenje hrane s ciljem suzbijanja rasta mikroba (kod mesa) i gubitka vlage (perad). Održivost brzo smrznute ribe i mesa može se značajno produžiti ukoliko se proizvodi zaštite filmom kalcijeva alginata. Oblikovanje filma se provodi potapanjem mesa ili ribe (prije smrzavanja) prvo u otopinu natrijeva alginata, koji sadrži dekstrozu, a zatim u otopinu kalcijeva klorida. Stvorena prevlaka je čvrsta, stabilna na promjenu temperature, sprječava penetraciju kisika i razvoj oksidativne užeglosti. Allen i sur. (1963) su ispitivali kvalitetu mesa čija je površina bila zaštićena uranjanjem prvo u otopinu natrijeva alginata (ili alginat-škrob otopinu) pri 88 °C, a zatim u 5M otopinu kalcijeva klorida kroz 1-2 sekunde. Isušivanje mesa značajno je bilo usporeno, a poboljšanja su se očitovale u boljoj sočnosti mesa, teksturi i boji, dok je gorki okus proizvoda posljedica obrade s CaCl₂. Jedan od poznatijih



komercijalnih filmova (Flavor-Tex®), dobiven želiranjem malto-dekstrinske otopine natrijeva alginata s otopinom kalcijeve klorida - karboksimetil celuloze (Guilbert 1986), koristi se za zaštitu niza prehrambenih proizvoda. Ispitivanja su pokazala da se primjenom te prevlake značajno smanjuje gubitak mase svježeg mesa (1.5%) tijekom 24 sata u odnosu na kontrolno-nezaštićeno meso (2.8%), dok je ukupni broj mikroorganizama na površini zaštićenog mesa bio nešto niži.

Mikrobne gume također imaju veliki potencijal primjene u izradi filmova. Dekstran se upotrebljava kao konzervans protiv gubitka vlage kod proizvoda kao što su škampi, meso, suho voće, sir, maslac i smrznuta hrana. Pululan karakterizira dobra čvrstoća i elastičnost stvorenog filma.

Voskovi, lipidi

Poznata je upotreba voskova kao zaštitnih prevlaka za sirove koje se uklanja prije konzumacije. Ukoliko se koriste male količine tog filma postaje jestiva te pripada u skupinu jestive ambalaže (npr. prevlake voska na jabukama ili bombonima). Od svih jestivih filmova prevlake voska pružaju najbolju zaštitu od utjecaja vlage. Tako npr. navodi se da je permeacija vode kroz film od pčelinjeg voska deset puta manja u odnosu na permeaciju vode kroz lecitinske ili acetostearinske filmove, odnosno 25 puta manja u odnosu na uljne i 100 - 200 puta manja od propusnosti kroz kazeinske ili pektinske filmove. Nedostatak masnih prevlaka je sklonost užeglosti i masna površina. Povećanjem udjela tekuće masti u masnom filmu značajno se povećava i propusnost na vodu. Nadalje, transformacijom masti u polimorfni oblik više temperature taljenja (tj. stvaranje gušće i bolje orijentirane kristalne strukture) rezultira smanjenjem propusnosti filmova na vodenu paru (Kester i Fennema 1986).

Površinski aktivne tvari su dobri inhibitori isparavanja i to naročito vrijedi za više alkohole (C₁₆-C₁₈) i estere poput monoglicerida ili zasićenih masnih kiselina (palmitinska i stearinska). Ispitivanja su pokazala da aceto gliceridi (ili acetilirani tri- ili di-gliceridi) stvaraju fleksibilne, rastezljive filmove relativno nepropusne na vlagu i kisik. Ta svojstva se pripisuju sposobnosti aceto-glicerida prema skrućivanju u relativno stabilni, nemasni, voštano - kristalni α -polimorfni oblik. Permeabilnost vode u tom slučaju je neznatno veća u odnosu na filmove poput poliamida, etilceluloze i polistirena i značajno veća od one kod celofana i parafinskog voska. Također je poznato da polistiren i etilceluloza imaju znatno veću propusnost kisika od aceto-glicerida. Nedostatak im je što mogu biti kiselog ili gorkog okusa. Postoje preporuke da se aceto-gliceridi, kao zaštitni filmovi, koriste za prehrambene proizvode poput mesnih proizvoda, sireva, groždica, bombona, čokoladnih proizvoda.

Proizvodi se mogu zaštititi rastaljenim voskom ili masnim materijalom izravnim potapanjem u pripremljenu prevlaku. Međutim, iskustva su pokazala da tako nanese prevlake nisu ujednačene debljine i homogenosti (prisutnost napuklina i rupica) i nisu prihvatljiva za konzumiranje zbog voštanog okusa i same krhkosti prevlake. Bolja homogenost prevlake se postiže ukoliko se proizvod, prije nanošenja rastaljene prevlake,

napraši škrobom. Druga mogućnost je primjena emulzija tipa voda u ulju ili ulje u vodi nakon čega slijedi sušenje. Također se preporuča upotreba parafinskih mikroemulzija radi prihvatljive termodinamičke stabilnosti tijekom vremena. Karnaubosak, mikroemulzija tipa ulje u vodi, upotrebljava se kao tekućina visokog staklastog sjaja. Kod izrade prevlaka novih formulacija važno je koristiti zakonom dozvoljene komponente za prehrambene proizvode (Guilbert 1986; Cherian i sur. 1995).

Složeni filmovi

Proizvodnjom dvokomponentnih ili višekomponentnih filmova moguće je ukloniti negativna svojstva pojedinačnih materijala. Od prvih ispitivanih kombinacija spominju se škrob i alginati, gume i škrob, pektin i želatina, dekstrin i polisaharidne želirajuće tvari. Lipidne prevlake, iako vrlo učinkovite barijere na vodu, zbog problema vezanih uz primjenu, mehanička i organoleptička svojstva, najčešće dolaze u kombinaciji s polarnim polimerima koji daje strukturu složenoj prevlaci, dok lipidni dio predstavlja barijeru za vlagu. Provedena su istraživanja svojstava jestivih dvokomponentnih filmova načinjenih od različitih lipidnih materijala i hidroksipropil-metil celuloznog filma (Kester i Fennema 1986). Uočeno je da filmovi, debljine 2.5×10^{-3} mm, koji sadrže čvrste lipide poput pčelinjeg voska, parafina, hidrogeniranog palminog ulja ili stearinske kiseline pokazuju propusnost vodene pare (pri 25 °C) od svega $0.2 \text{ g m}^{-2} \text{ dan}^{-1} \text{ mm Hg}^{-1}$ što je niže od propusnosti u slučaju polietilenske gustoće (PE-LD). Preporuka znanstvenika je da se, za smrznute proizvode poput pizze i smrznutih pita, koriste dvokomponentni filmovi (sačinjeni od stearinske i palmitinske kiseline kao jednog sloja i hidroksipropil-metilceluloze kao drugog sloja) koji otežavaju prijenos vode između slojeva različitog sadržaja vlage. S povećanjem gradijenta relativne vlage ili temperature povećava se i prijenos vlage kroz dvokomponentni sloj.

Ispitivanja su također provedena i na prevlakama načinjenim iz vodenih ili disperznih vodenih otopina proteina topivih u vodi i hidrofobnih komponenti (masti ili voskovi) stabiliziranih dodatkom emulgatora. Također se preporuča i kombinacija acetiliranih monoglicerida i etil celuloze kao i kombinacija acetiliranih monoglicerida i dekstrina ili acetiliranih monoglicerida i zeina (Guilbert 1986).

Aditivi

Postoji čitav niz aditiva koji se mogu koristiti u izradi jestivih filmova u svrhu poboljšanja zaštitnih, nutritivnih i organoleptičkih svojstava materijala. Zaštitna svojstva se mogu poboljšati dodatkom antimikrobnih agensa poput organskih kiselina, ili antioksidansa kao što je tokoferol ili askorbil palmitat. Korištenjem vanjskog sloja prevlake s visokom koncentracijom antimikotičkih ili antioksidativnih agensa moguće je održati izvorni integritet hrane ili, kao alternativa, moguće je koristiti manje količine aditiva (u odnosu na ukupnu masu proizvoda) kao dodatak hrani. U tablici 5 su navedene kombinacije u izradi jestivih filmova koji sadržavaju sorbinsku kiselinu ili antioksidans.



Tablica 5. Sastav filmova koji sadrže antimikrobna ili antioksidativna sredstva (Guilbert 1986)
Table 5. Composition of films containing an antimicrobial or antioxygen agent (Guilbert 1986)

Komponente	Udio u suhoj osnovi % (w/w)	Napomena
Kazein	60	Denaturacija kazeinskog filma
Glicerol	39.10	
Sorbinska kiselina	0.90	
Kazein	55	postiže se pulverizacijom otopine mliječne kiseline 30 % (w/w)
Glicerol	39	
Tokoferol ili askorbil palmitat	6	
Želatina	75	
Glicerol	24.4	Denaturacija želatinskog filma
Sorbinska kiselina	0.60	
Želatina	76	
Glicerol	19	taninske kiseline 30 % (w/w)
Tokoferol ili askorbil palmitat	5	

Također su učinjeni i naponi u razvijanju materijala koji će spriječiti mikrobno kvarenje većih komada mesa upotrebom limunske kiseline i otopine natrijeva klorida u obliku spreja pri čemu se podešava aktivitet vode (a_w) i pH vrijednost površine mesa. Poboljšanje nutritivne vrijednosti hrane može se postići prevlačenjem hrane odgovarajućim nutritivnim aditivima. Dodatkom bojila, zaslađivala, kiselina ili soli u jestive filmove značajno se mogu poboljšati ne samo organoleptička svojstva hrane, već se čak mogu ukloniti neugodni mirisi kod nekih jestivih filmova.

Tehnologija i moguće primjene

Tehnike u proizvodnji jestivih prevlaka moraju se prilagoditi samim karakteristikama materijala. Općenito se preporuča korištenje relativno velikih koncentracija bilo vodenih otopina, koloidnih disperzija ili emulzija za izradu filmova. Primjena i razdioba materijala u tekućem obliku može se postići:

- ⇒ ručnim premazivanjem pomoću četke
- ⇒ prskanjem (sprej)
- ⇒ samomotavanjem spuštenog filma
- ⇒ potapanjem i cijedenjem filma
- ⇒ raspodjelom u posudi koja rotira
- ⇒ prevlačenjem u fluidiziranom sloju ili zračnim četkanjem

U nekim slučajevima (npr. kod filmova kalcijeva alginata) potrebno je provesti i drugu fazu obrade kroz otopinu za umrežavanje.

Stabilizacija prevlake ili filma postiže se bilo sušenjem ili hlađenjem ovisno o vrsti materijala. Iako se s industrijskog

stajališta želi postići što brža proizvodnja filma od velike je važnosti izvesti dobru regulaciju temperature hlađenja ili uvjeta sušenja tako da se dobiveni film čvrsto oblikuje. Ukoliko se stabilizacija provodi prebrzo, dolazi do nejednolikog pucanja prevlake koja poprima rupičasti izgled. U većini slučajeva, za izradu dobrog filma, od presudnog značaja su vještina, iskustvo i dobra prosudba radnika u pogonu.

Dobivanje samostojećih filmova, kod nekih materijala, može se provesti na klasičnoj opremi za dobivanje polimernih materijala (nejestivih). To su najčešće metode ekstruzije, oblikovanja u kalupima ili namatanja u obliku svitka (role).

U tablici 6 dat je prikaz prednosti primjene jestivih filmova i prevlaka u prehrambenoj industriji. Većina tih filmova ne mogu se koristiti za prehrambene proizvode s visokom površinskom aktivnošću vode (tj. $a_w \geq 0.94$) budući da podliježu degradaciji, otapanju ili bubrenju u dodiru s vlagom što ima za posljedicu gubitak barijernih svojstava.

Međutim, primjena tih filmova moguća je u slučajevima kada se zahtijeva kratkoročna zaštita hrane ili se, tako zaštićena hrana, smrzava neposredno nakon nanošenja zaštitnog filma. U posljednjem slučaju hrana postiže aktivitet vode koji odgovara temperaturi smrzavanja ($a_w = 0.825$ pri -20°C). U navedenom slučaju primjena filmova boljih barijernih svojstava na vodu ne predstavlja alternativu budući da takvi filmovi nisu jestivog karaktera. Primjena jestivih filmova uglavnom je ograničena na prehrambene proizvode s niskim ili srednjim udjelom vlage, kao i na smrznute proizvode. Međutim, općenito se može reći da su jestivi filmovi osjetljiviji na dodir vlažnih ruku kao i na promjene okolnih uvjeta (naročito promjene relativne vlage zraka). Kod pakiranja u jestivu ambalažu također se preporuča primjena i dodatnog ambalažnog omota koji ne samo da će očuvati jestivi zaštitni film već i kvalitetu takvog pakiranja. Razvoj jestive ambalaže motiviran je s više aspekata: (i) nutritivni (smanjuje se transfer vlage kod heterogenih proizvoda); (ii) ekonomski (smanjuju se ukupni troškovi pakiranja); (iii) marketinški (stvaraju se novi proizvodi - "različiti" od drugih) (Hun i Gennadios 2005).

Zakonodavstvo

Budući da jestivi filmovi i prevlake čine sastavni dio jestive komponente proizvoda na njih se primjenjuju isti zakonski propisi kao i na prehrambene proizvode. Sa zakonodavnog stajališta jestivi filmovi i prevlake mogli bi se klasificirati kao: prehrambeni proizvod, dodatak hrani, sastojci hrane, tvari u dodiru s hranom ili materijali u dodiru s hranom. Postoji pre-

**Tablica 6.** Primjene jestivih filmova (Guilbert 1986)**Table 6.** Applications of edible films (Guilbert 1986)

Svrha	Željena kvaliteta	Primjene
Zaštita od vlage i kisika	Dobra svojstva prevlačenja, niska propusnost na vodenu paru i kisik (mogući dodatak antioksidanta)	Svježa riba, sir, meso, mesni proizvodi; Hrana srednjeg sadržaja vlage; suha hrana, orasi, suhi pekarski proizvodi; snack – hrana (grickalice)
Usporavanje mikrobnog kvarenja izvana	Dodatak antimikrobnih agensa	Hrana srednjeg sadržaja vlage
Kontrola ravnotežne vlage unutar heterogenih proizvoda	Dobra barijerna svojstva na vodu	Heterogeni proizvodi (pite, pizze, kolači), sendviči, heterogeni smrznuti proizvodi
Kontrola migracije otopine, boja, arome unutar heterogenih proizvoda	Dobra barijerna svojstva na vodu i otapala	Heterogeni proizvodi (pite, pizze, kolači), sendviči, heterogeni smrznuti proizvodi
Sprječavanje penetracije salamure u hranu	Dobra barijerna svojstva na vodu i otapala	Usalamureni smrznuti proizvodi (škampi, rakovi i sl.)
Poboljšanje mehaničkih svojstava tijekom rukovanja	Dobra adhezivna i kohezivna svojstva	Kikiriki, škampe, rakovi, snack-hrana i dr.
Osiguranje strukturalnog integriteta; pojačanje strukture hrane	Dobra adhezivna i kohezivna svojstva	Restrukturirani mesni i riblji proizvodi, mehanički otkoštено meso; liofilizirane porcije hrane ili porcije suhe hrane.
Osiguranje adhezivnosti smjese za paniranje tijekom prženja	Dobra adhezivnost	Panirana hrana, smrznuta hrana (riblji fileti, hamburgeri, narezani luk i dr.)
Sprečavanje migracije vlage pri nanošenju prevlake maslaca i krušnih mrvica u procesu paniranja	Dobra adhezivnost i niska propusnost na vodu	Panirana hrana, smrznuta hrana (riblji fileti, hamburgeri, narezani luk i dr.)
Zaštita većeg broja manjih komada hrane (pakiranih u vrećice ili šalice)	Niska propusnost vode; ne smije biti ljepljiv,	Sir, procesirane kockice sira, voće srednjeg sadržaja vlage; smrznuta hrana; sladoled; proizvodi veličine jednog zalogaja.
Osiguranje neljepljive i nemasne površine	Ne smije biti ljepljiv	Kockice sira, suho voće, konditorski proizvodi, snack-proizvodi, smrznuti proizvodi (da bi se eliminirala upotreba masnog papira između hamburgera)
Poboljšanje izgleda površine hrane	Glatka, sjajna, staklasta površina	Pekarski proizvodi (šećerna i druge glazure); slastice, orasi, voće srednjeg sadržaja vlage, snack-hrana
Pojačanje boje, arome i okusa hrane (dekorativni efekt)	Dodatak bojila, arome, začina	Različita hrana
Da sadržavaju prethodno odmjerene porcije koje se otapaju u vodi ili toploj hrani	Sposobnost stvaranja kapsula topljivih u vodi	Dehidrirane juhe, instant čajevi ili kava, praškasti napitci, začini, zaslađivači

poruka da dobavljači jestivih filmova i prevlaka osiguraju od nadležnih tijela certifikat za uporabu takvih filmova i prevlaka kao sastavnih dijelova hrane uz obavezno razmatranje i adekvatnog označavanja koji bi uključio i informaciju o nutritivnoj vrijednosti i eventualnom alergenom svojstvu proizvoda.

Zaključci

Jestivi filmovi i prevlake predstavljaju daljnju mogućnost poboljšanja kvalitete hrane, njene trajnosti, sigurnosti i funkcionalnosti. Mogu se koristiti kao pojedinačni ambalažni materijali, prevlake za hranu, nosioci aktivnih sastojaka ili mogu



imati funkciju odjeljivanja heterogenih sastojaka unutar prehrambenog proizvoda. Učinkovitost i funkcionalnost jestivih filmova i prevlaka ovisi o njihovim svojstvima, bilo da se radi o biopolimerima (proteini, ugljikohidrati i masti), plastifikatorima ili drugim aditivima. Da bi se proizveli filmovi optimalnih svojstava potrebno je provesti i adekvatna istraživanja u cilju utvrđivanja mehanizma nastajanja filma. Nadalje, potrebno je i provesti studiju izvodljivosti kako bi se utvrdila komercijalna vrijednost i uporaba takvih filmova i prevlaka (istraživanje novih procesa, sigurnost dobivenog proizvoda, usklađenost sa zakonskim propisima, anketiranje potrošača itd.).

Literatura:

- Allen L., Nelson A.I., Steinberg M.P., McGill J.N., (1963) Edible corn-carbohydrate food coatings. I Development and physical testing of a starch-algin coating. *Food Techn.*, 17, 1437-1442.
- Cherian G, Gennadios A., Weller C., Chinachoti P., (1995) Thermomechanical Behavior of Wheat Gluten Films: Effect of Sucrose, Glycerin and Sorbitol, *Cereal Chem.*, 72 (1) 1-6.
- Cisneros-Zevallos L., Krochta J. M., (2003b) Dependence of coating thickness on viscosity of coating solution applied to fruits and vegetables by dipping method, *J. Food Sci.*, 68 (2) 503-510.
- Cisneros-Zevallos L., Krochta J. M., (2003a) Whey protein coatings for fresh fruits and relative humidity effects, *J. Food Sci.*, 68 (1) 176-181.
- Dangaran K. L., Krochta J. M., (2003) Aqueous whey protein coatings for panned products, *The Manufacturing Confectioner*, 83 (1) 61-65.
- Dong Sun Lee, Kit L. Yam, Piergiovanni L. (2008), *Food Packaging Science and Technology*, CRC Press.
- Gennadios A., Brandenburg A.H., Park J.W., Weller C.L., Testin R.F., (1994a) Water vapor permeability of wheat gluten and soy protein isolate films, *Industrial Crops and Products*, 2, 189-195.
- Gennadios A., Weller C.L., Gooding C.H., (1994b) Measurement Errors in Water Vapor Permeability of Highly Permeable, Hydrophilic Edible Films, *J. Food Eng.*, 21, 395-409.
- Gennadios A., Weller C.L., Hanna M. A., Froning G. W., (1996) Mechanical and Barrier Properties of Egg Albumen Films, *J. Food Sci.*, 61 (3) 585-589.
- Gennadios A., Weller C.L., Testin R.F., (1993) Temperature Effect on Oxygen Permeability of Edible Protein-based Films, *J. Food Sci.*, 58 (1) 212-214, 219.
- Greener I.K., Fennema O., (1989) Barrier properties and surface characteristics of edible bilayer films, *J. Food Sci.*, 54 (6) 1393-1399.
- Guilbert S., (1986) Technology and application of edible protective films. In: Mathalouthi M. (ed.), *Food packaging and preservation*. Elsevier Applied Science publishers Ltd, London, str. 371-394.
- Guilbert S., Cuq B., Gontard N., (1997) Recent innovations in edible and/or biodegradable packaging materials, *Food Additives and Contaminants*, 14, (6-7) 741-751.
- Hun J.H., Gennadios G. (2005) Edible films and coatings: a review, u: *Innovations in Food Packaging*, (Hun J.H. ed) Elsevier Ltd.
- Kester J.J., Fennema O.R., (1986) Edible films and coatings: A Review, *Food Techn.*, 40 (12) 47-59.
- Laohakunjit N., Noomhorm A., (2004) Effect of Plasticizers on Mechanical and Barrier Properties of Rice Starch Film, *Starch/ Stärke*, 56, 348-356.
- Park H.J., Chinnan M.S., (1995) Gas and Water Vapor Barrier Properties of Edible Films from Protein and Cellulosic Material, *J. Food Eng.* 25, 497-507.
- Robertson G. L. (2006) *Food Packaging Principles and Practice* (2nd edition), CRC Press.
- Sohail S.S., Wang B., Biswas M.A.S., Oh Jun-Hyun (2006) Physical, Morphological, and Barrier Properties of Edible Casein Film with Wax Application, *J. Food Sci.*, 71 (4) 255-259.

Autor / Author

Prof.dr.sc. Kata Galić
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6



Primjena ultrazvuka visokog intenziteta pri obradi hrane

Applications of Power Ultrasound for Foodstuffs Processing

Mladen Brnčić^{1*}, Branko Tripalo¹, Antonia Penava¹, Damir Karlović¹, Damir Ježek¹, Dražen Vikić Topić², Sven Karlović¹, Tomislav Bosiljkov¹

¹Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska

²Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

U posljednje vrijeme su mnoga istraživanja usmjerena na razvoj novih, blažih tehnika obrade hrane za koje se pretpostavlja da mogu zameniti neke tradicionalne toplinski temeljene procese prerade u prehrambenoj industriji, radi dobivanja prehrambenih proizvoda visoke kvalitete. Sačuvani i unaprijeđeni, aroma, okus, miris, vizualni izgled, boja, teksturalna i nutritivna svojstva samo su neke značajke na taj način obrađene hrane. Tako se u prvom redu istražuje primjena visokog hidrostatskog tlaka, ultrazvuka visokog intenziteta, oscilirajućih magnetskih polja, mikrovvalova te pulsirajućih električnih polja. Zajedničko je svim ovim tehnikama da se obrada materijala odvija na sobnoj temperaturi, odnosno da dolazi do neznatnog povišenja temperature kao posljedice obrade te da sam proces traje kratko i to od jedne do deset minuta. Korištenje ultrazvuka u prehrambenoj industriji i prehrambenoj tehnologiji predmet je intenzivnog istraživanja i primjene unazad nekoliko desetaka godina, kako kao metode za nerazorna ispitivanja tj. dijagnostičke metode za određivanje različitih svojstava prehrambenih sirovina i proizvoda (ultrazvuk niskog intenziteta), te kao razorne metode gdje se ultrazvuk koristi kao tehnika kojom se prehrambenoj sirovini ili materijalu mijenjaju fizikalno-kemijska svojstva (ultrazvuk visokog intenziteta). U ovom radu opisana je primjena tehnologije ultrazvuka visokog intenziteta u prehrambenoj industriji i tehnologiji.

Ključne riječi: Ultrazvuk visokog intenziteta, prehrambena tehnologija, hrana

Abstract

Many investigations recently deal with development of new, sophisticated and moderated techniques for food processing for which it can be assumed that might improve or even replace some traditional heat based processes within food technology and food industry to obtain high quality food products. Preserved and improved flavour, taste, odour, visual appearance, colour, textural and nutritive properties as well are some of the qualities for such treated and processed foods. Primarily applications of high hydrostatic pressure, hi-intensity ultrasound, oscillating magnetic fields, microwaves and pulsed electric fields are being investigated. In common for all mentioned technologies is that processing of foods is conducted under conditions of ambient temperature namely slightly increase of temperature occurs as a consequence of alteration of foodstuffs during which process itself last between one and ten minutes.

Potential applications of ultrasound in food technology and food industry has been matter of intensive research in previous two decades and was divided in two different groups. First (low intensity ultrasound) as powerful tool for non-destructive applications i.e. diagnostic methods for various properties determination of food raw materials and final food products, and second (hi intensity ultrasound) where ultrasound is used to change physical-chemical properties of foods. In this work applications of hi intensity ultrasound in food technology and food industry has been described.

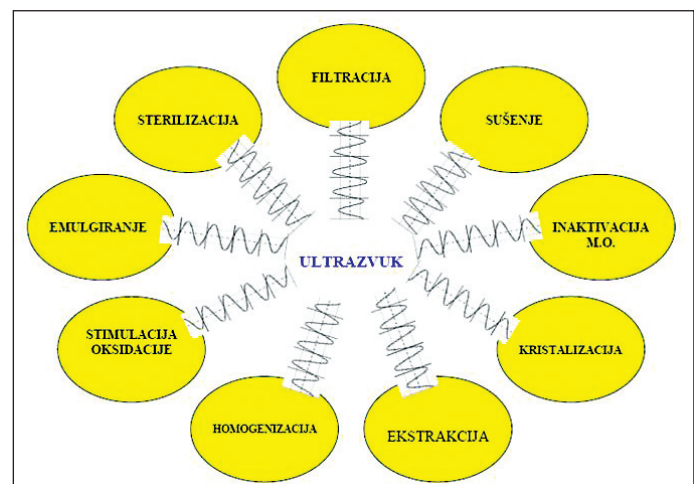
Keywords: Hi intensity ultrasound, food technology, food

Uvod

Paralelno s razvojem ultrazvuka niskog intenziteta koji se koristi kao analitička metoda razvio se i veliki interes za upotrebu ultrazvuka visokog intenziteta pri obradi hrane pri čemu se najčešće koriste frekvencije ultrazvuka od 16 do 100 kHz. Pri nižim frekvencijama energija ultrazvuka u tekućim sustavima izaziva kavitacije koje mogu dovesti do značajnih fizikalnih i kemijskih promjena u sustavu. Općenito, ultrazvuk ima dvije glavne primjene u prehrambenoj industriji: pri niskim intenzitetima (niže od 1 W/cm²) i visokim frekvencijama se koristi kao analitička metoda (Brnčić, 2006), te pri visokim intenzitetima (više od 1 W/cm²) i niskim frekvencijama može se koristiti pri različitim procesima u obradi hrane (Povey i Mason, 1995).

Na slici 1. prikazana je shematski primjena ultrazvuka visokog intenziteta u prehrambenoj tehnologiji i biotehnologiji.

Ultrazvučni valovi slični su zvučnim valovima u čujnom području, ali imaju frekvencije više od 16 kHz pa ih ljudsko



Slika 1. Primjena ultrazvuka visokog intenziteta u prehrambenoj tehnologiji i biotehnologiji.

Figure 1. Application of hi-intensity ultrasound in food technology and biotechnology

Corresponding author: mbrncic@pbf.hr

uho ne može čuti. Tijekom obrade materijala ultrazvukom visokog intenziteta, kada zvučni val dođe do tekuće sredine, nastaju longitudinalni valovi pri čemu dolazi do naizmjeničnih ciklusa sažimanja i ekspanzije (Herceg i sur., 2009; Bosiljkov i sur., 2009). Ovo naizmjenično izmjenjivanje tlaka izaziva kavitacije pri čemu se formiraju mjehurići plina u materijalu (Patist i Bates, 2008). Ovi mjehurići imaju veću površinu tijekom ekspanzijskog ciklusa što povećava difuziju plina uzrokujući ekspanziju mjehurića. Kada energija ultrazvuka nije dovoljna da bi se zadržala plinska faza, u mjehuriću dolazi do brze kondenzacije. Ove kondenzirane molekule sudaraju se velikom brzinom pri čemu nastaju šok valovi. Ovi šok valovi uzrokuju vrlo visoke temperature (do 5500 K) i tlakove (do 100 MPa). Sposobnost ultrazvuka da izazove kavitacije ovisi o karakteristikama ultrazvuka (frekvenciji, intenzitetu), svojstvima proizvoda (viskoznosti, gustoći i površinskoj napetosti) i okolnim uvjetima (temperaturi, tlaku i vlažnosti) (Dolatowski i sur. 2007; Brnčić i sur., 2009).

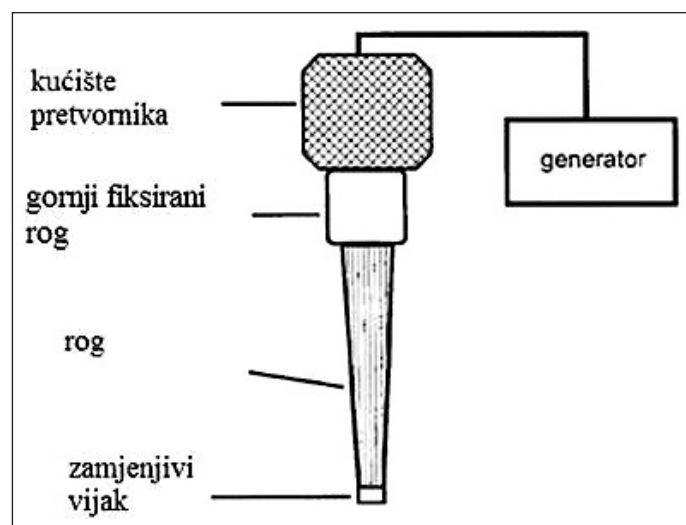
Vrste ultrazvučnih reaktora

Sustav sa direktno uronjenom sondom

Većina uređaja za dobivanje ultrazvuka visokog intenziteta temelje se na elektroakustičnim sustavima, tj. piezoelektričnom ili manje uobičajenom magnetostriktivnom pretvorniku. Koji god se od ova dva pretvornika koristi, najvažnije je da se energija ultrazvuka dostavlja tekućem sustavu koji se tretira (Barbosa Canovas i sur., 2005). Uobičajeni ultrazvučni postav prikazan je na slici 2., i sadrži slijedeće osnovne dijelove:

- Generator koji će pretvoriti električnu energiju u zahtijevanu visoku frekvenciju izmjenične struje
- Pretvornik koji će pretvoriti visoku frekvenciju izmjenične struje u mehaničke vibracije koje stvaraju kavitacije.

U slučaju ultrazvučne kupelji pretvornik je spojen na dno spremnika i dostavlja vibracije direktno tekućini koja je u spremniku.

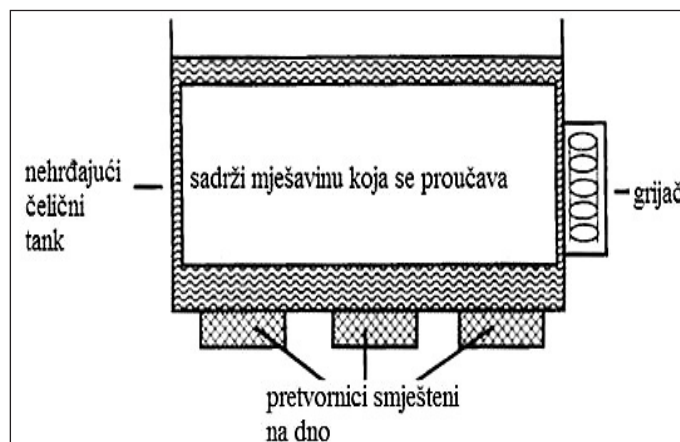


Slika 2. Sustav sa direktno uronjenom sondom (De Castro i Capote, 2007).

Figure 2. System with directly immersed probe (De Castro and Capote, 2007).

Ultrazvučne kupelji

Ultrazvučne kupelji se često koriste u laboratorijima jer su lako dostupne i relativno su jeftine (Fernandes i Rodrigues, 2007; Fernandes i sur., 2008). Obično su elementi pretvornika smješteni na dnu spremnika i glavna ultrazvučnih kupelji radi na frekvenciji od 20-40 kHz, iako postoje izvedbe i u višem frekvencijskom području (Slika 3.).



Slika 3. Ultrazvučna kupelj (Gogate i sur., 2006).

Figure 3. Ultrasonic bath (Gogate et al., 2006).

Različite su mogućnosti izvedbe ultrazvučnih kupelji što omogućava velik broj parametara koji se mogu proučavati, a uključuju:

- Termostatski kontrolirano grijanje i promjenjiva snaga.
- Frekvencijsko prostiranje: dobiva se ujednačenije polje kavitacije pri čemu se izbjegavaju stojni valovi koji bi inače ograničili kavitaciju.
- Pokretna sila koja nastaje uključivanjem ili isključivanjem omogućava kratak signal isprekidane snage ili njezino pulsiranje. Ovo je obično korisno pri otplinjavanju, jer ako se na neko vrijeme zaustavi signal svi otplinjeni mjehurići izbijaju na površinu. U protivnom mjehurići ostaju zarobljeni u stojnim valovima i odgovorni su za absorpciju energije ultrazvuka.
- Električni mjerači vremena koji omogućuju različito trajanje tretmana i perioda kad je isključen.

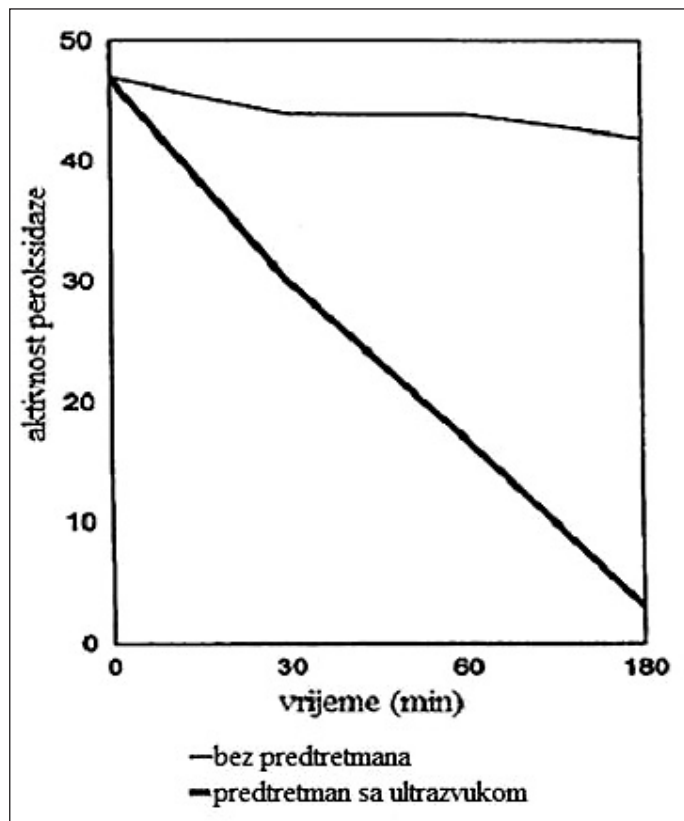
Standardne ultrazvučne kupelji rade pri nižem intenzitetu da bi se izbjeglo oštećenje stijenki spremnika uzrokovano kavitacijom, a i pri manjim akustičkim snagama jer su volumeni tretirane tekućine u spremniku najčešće veliki.

Upotreba ultrazvuka visokog intenziteta pri obradi hrane

Poznato je da se ultrazvuk može upotrijebiti za inhibiciju enzima. Prije 70 godina Chambers (1937) je objavio da se izolirani pepsin inaktivira primjenom zvuka vjerojatno kao posljedica kavitacije. Peroksidaza, enzim koji se nalazi u većini svježeg i neblanširanog voća i povrća, posebice se povezuje sa pospješivanjem gubitka okusa i posmeđivanja. Utjecaj djelovanja ultrazvuka (20 kHz, 371 W/cm²) na aktivnost peroksidaze: sigma-P8000 otopljen u 0.1 M kalij fosfatu pri 20°C i pH 7 prikazan je na slici 4. Aktivnost peroksidaze se postupno



smanji za 90%, ako se tretira ultrazvukom kroz period od 3 sata (Povey i Mason, 1995). Ipak, ne može se generalizirati utjecaj djelovanja ultrazvuka na enzime. Dok se oksidaze uspješno inaktiviraju djelovanjem ultrazvuka, utjecaj djelovanja ultrazvuka na katalaze ima učinka samo pri malim koncentracijama, dok su reduktaze i amilaze visoko otporne na utjecaj ultrazvuka.



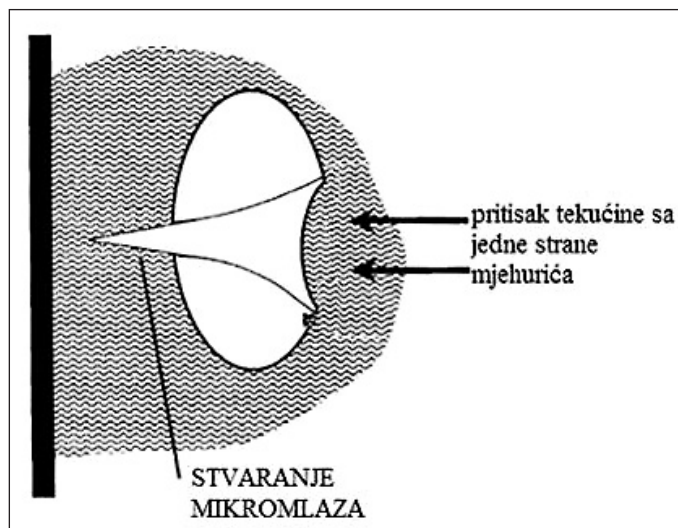
Slika 4. Kontrola aktivnosti peroksidaze uz pomoć ultrazvuka (Povey i Mason, 1995).

Figure 4. Control of peroxidase activity with ultrasound (Povey and Mason, 1995).

Proizvodnja jogurta je važan proces u prehrambenoj industriji. Istraživanja su pokazala da se upotrebom ultrazvuka može skratiti vrijeme proizvodnje jogurta za 40% (Cordemans, 1995). Ultrazvuk se također koristi i pri proizvodnji jogurta sa smanjenim udjelom laktoze. Proizvučivanje pospješuje aktivnost lactobacilla skoro za 50%, a isto tako i slatkoću bez povećanja kalorijske vrijednosti.

Primjer mogućeg korištenja korisnosti ultrazvuka pri pospješivanju oksidacije je pri starenju fermentiranih proizvoda poput vina ili jakih alkoholnih pića gdje ograničena oksidacija doprinosi razvoju okusa i ranom dozrijevanju proizvoda. Proizvučivanjem ultrazvukom frekvencije od 1 MHz pokazalo se da dolazi do promjene odnosa alkohol/ester u takvim proizvodima što daje izgled zrela proizvoda (Povey i Mason, 1995). Ovo je korisno pri proizvodnji žestokih alkoholnih pića, gdje se smanjuje inače dugotrajno sazrijevanje na vrijeme kraće od jedne godine primjenom ultrazvuka na piće u standardnoj bačvi.

Jedna od glavnih primjena ultrazvuka u industriji je ona za čišćenje, a dokazalo se da je to izuzetno učinkovita tehnologija.



Slika 5. Kavitacijski kolaps mjehurića uz čvrstu površinu (Povey i Mason, 1995)

Figure 5. Cavitation collapse of bubble near solid surface (Povey and Mason, 1995)

Ultrazvuk je posebice koristan pri dekontaminaciji površina gdje je pritisak tekućine, koji prati kavitacijski kolaps blizu površine, nesimetričan (Slika 5). Površina onemogućava proboj tekućine sa te strane, pa tako mlaz tekućine nastaje kao rezultat glavnog toka s druge strane mjehurića. Ovaj snažni mlaz uklanja nečistoće i bakterije s površine. Isto tako prednost ultrazvuka je da može doseći pukotine koje se konvencionalnim metodama čišćenja ne mogu doseći. Zapravo se ultrazvuk primjenjuje za pasterizaciju, sterilizaciju i dekontaminaciju instrumenata i površina bilo u medicini, kirurgiji, zubarstvu ili prehrambenoj industriji (Boucher, 1980).

Jedna od prvih primjena ultrazvuka pri preradi hrane bila je za emulgiranje. Ako mjehurić kolapsira na granici dviju tekućina koje se ne miješaju, šok val koji nastaje može pospješiti miješanje tih tekućina. Stabilne emulzije dobivene upotrebom ultrazvuka koriste se u farmaciji, tekstilnoj, kozmetičkoj te prehrambenoj industriji. Tako dobivene emulzije stabilnije su nego one koje se dobiju konvencionalnim metodama i zahtijevaju male količine površinski aktivnih tvari. Singiser i Beal (1960) izveli su niz eksperimenata za usporedbu četiriju metoda koje su se koristile u to vrijeme pri emulgiranju mineralnih ulja, ulja kikirikija i suncokretova ulja. Rezultati su pokazali da je homogenizacija koju su proveli uz pomoć ultrazvuka imala niz prednosti pred ostalim metodama. Danas uz razvoj instrumenata za praćenje procesa emulgiranja, kao što su najmodernije kamere, utvrđeno je da je trenutna kavitacija ta koja osigurava akustično emulgiranje (Cucheval i Chow, 2008).

Mehaničko djelovanje ultrazvuka osigurava više dobiti koje poboljšavaju ekstrakciju klasičnim putem.

- Bolji prolazak otapala u stanicu;
- Poboljšan prijenos mase;
- Razbijanje stijenki stanica u biljnom materijalu što omogućuje lakše otpuštanje staničnih sastojaka.

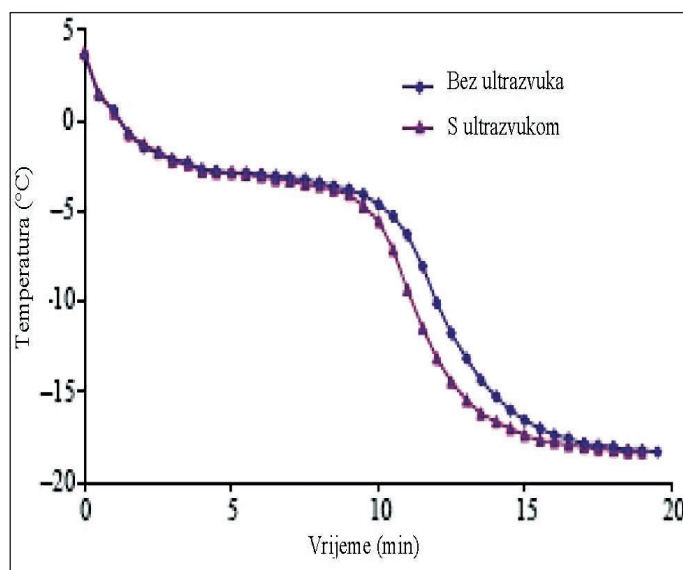
Na osnovu ovih utjecaja, otkriveno je da je značajno bolja ekstrakcija šećera iz šećerne repe ako se upotrebljava ultrazvuk



visokog intenziteta. Ekstrakcija uz pomoć ultrazvuka se može provoditi i pri sintetiziranju tvari u medicinske svrhe (Ruiz i sur., 2003). Wang (1975) je proučavao ekstrakciju proteina iz zrna soje iz kojih je bila uklonjena masnoća. Razvijen je kontinuirani proces pomoću ultrazvuka visokog intenziteta otopine pri 550 W i frekvenciji od 20 kHz što je dalo puno bolje rezultate ekstrakcije nego bilo koja do tada poznata metoda za ekstrakciju. Ovaj proces je uzet kao prototip za ekstrakciju proteina iz soje. Ekstrakcija čvrstih tvari iz čaja je komercijalno važna jer je to prvi korak pri dobivanju instant čaja. Instant čaj je prah dobiven od infuzije čistog čaja kojoj se voda uklanja sušenjem raspršivanjem. Upotrebom ultrazvuka pri ekstrakciji poboljšava se učinak ekstrakcije za 20% pri 60°C. Učinak ekstrahiranja pomoću ultrazvuka je značajno veći i kraće traje nego obična ekstrakcija. Većina se tvari ekstrahira u prvih deset minuta prozvučivanja.

Uočeno je da je ultrazvuk visokog intenziteta koristan pri procesu kristalizacije. Ultrazvuk igra veliku ulogu pri nastajanju i daljnjem stvaranju kristala te rastu kristala. Također ima veliku primjenu pri raznim procesima gdje je posebno koristan i to na način da moć čišćenja uz pomoć kavitacije onemogućuje nakupljanje kristala na rashladnim elementima, pa se time omogućuje kontinuiran prijenos topline. Tretman ultrazvukom visokog intenziteta omogućuje veću brzinu nukleacije kao i veću brzinu rasta kristala u zasićenoj otopini ili predhlađenim medijima tvoreći nove centre kristalizacije. Ta činjenica se može pripisati mjehurićima koji nastaju uslijed kavitacije koji se ponašaju kao centri kristalizacije ili zbog činjenice da uslijed kavitacije dolazi do razbijanja postojećih centara kristalizacije čime se povećava njihov broj u otopini. Jedno od važnijih područja kristalizacije u prehrambenoj industriji je nastajanje kristala leda pri zamrzavanju vode. Namirnice koje se konzerviraju zamrzavanjem nakon odmrzavanja mogu biti dosta promijenjene posebice u smislu teksture. Ovo je posebice problem za „meko“ voće kao što su npr. jagode. Do problema dolazi uslijed rasta malih kristala koji inicijalno nastaju tijekom zamrzavanja. Kako ti kristali rastu dolazi do pucanja staničnih stjenki što dovodi do degradacije strukture materijala. Postoji određeno „vrijeme zadržavanja“ između početka kristalizacije pri otprilike temperaturi od -3°C i potpunog zamrzavanja pri čemu temperatura proizvoda padne (Slika 6). Djelovanjem ultrazvuka znatno brže dolazi do pojave kristalizacije čime se značajno skraćuje vrijeme zadržavanja. Tako dolazi do nastajanja većeg broja centara kristalizacije pri čemu nastaju manji kristali čime se značajno smanjuje oštećenje stanica. Wiltshire (1992) je istraživao utjecaj djelovanja ultrazvuka visokog intenziteta pri proizvodnji sladoleda na štapiću. Prozvučivanjem nastaju manji kristali koji se pravilnije raspoređuju u materijalu. Ovako nastaje proizvod koji je čvršći i prihvatljiviji potrošaču te proizvod puno bolje prijanja uz drveni štapić.

Ultrazvuk visokog intenziteta može se koristiti pri otplinjavanju tekućina uslijed djelovanja kavitacija. Bilo koji otopljeni plin ili mjehurić plina čini jezgru za nastajanje mjehurića kavitacije. Tako nastali mjehurići neće lako kolabirati tijekom komprimiranja vala budući da sadrže plin, nego će i dalje rasti,



Slika 6. Utjecaj ultrazvuka na smrzavanje (Zheng i Sun, 2006.)

Figure 6. Influence of ultrasound on freezing (Zheng and Sun, 2006.)

tijekom ciklusa kojim se smanjuje gustoća medija, puneći se plinom i u konačnici će isplivati na površinu. Budući da se ciklusi razrjeđivanja odvijaju ekstremno brzo (oko 40 000 ciklusa po sekundi koristeći ultrazvučnu ćeliju) mjehurići rastu tako brzo da do otplinjavanja dolazi trenutno. Uklanjanje zraka ili plina je vrlo važan proces u mnogim prehrambenim industrijama, a može biti jako teško posebice kod vrlo viskoznih materijala poput čokolade. Uklanjanje ottopljenih plinova potpomognuto ultrazvukom se posebice brzo provodi kod vodenih sustava i od velike je koristi u slučajevima kada je potrebno brzo i kontrolirano uklanjanje plina ili plinova iz sistema.

Filtracija čestica iz tekućine uz pomoć ultrazvuka je zanimljiva s obzirom da se primjenom ultrazvuka značajno povećava brzina protjecanja kroz filter. Obično se za filtraciju koriste membrane raznih vrsta od onih jednostavnih filter podloga preko polupropusnih osmotskih membrana do onih koji rade na principu isključivanja prema veličini prilikom pročišćavanja polimernih materijala. Međutim, te konvencionalne metode filtracije dovode do začeppljivanja filtera i posljedično se moraju zamjenjivati. Dva su osobita utjecaja djelovanja ultrazvuka koji se mogu iskoristiti za poboljšanje tehnike filtriranja: (a) ultrazvuk će uzrokovati aglomeraciju sitnih čestica (tj. bržu filtraciju) i u isto vrijeme (b) dostaviti dovoljnu količinu energije vibracije sustavu da bi se čestice održale djelomično suspendirane i na taj način ostavile više slobodnih „kanala“ za eluciju otapala. Kombinacija ova dva djelovanja ultrazvuka se može uspješno iskoristiti za poboljšanje vakuum filtracije industrijskih mješavina kao što je ugljeni mulj čija je filtracija dugotrajna i vrlo zahtjevna (Senapati, 1991). Primjenom ultrazvuka pri filtraciji tzv. akustična filtracija može sadržaj vlage mulja sa 50% smanjiti na 25% dok se konvencionalnom filtracijom postiže granica od samo 40%. Zbog činjenice da je ugljeni mulj zapaljiv pri sadržaju vlage od 30% potencijal ovog procesa je zaista velik. Napredak u akustičnoj filtraciji je napravljen primjenom električnog potencijala na mulj dok se akustična filtracija odvija.



Sam filter čini katodu, dok anoda, na površini mulja, djeluje kao izvor privlačenja negativno nabijenih čestica materijala. Dodatna mobilnost postignuta dovođenjem električnog naboja tzv. električno-akustična filtracija povećava učinkovitost uklanjanja vlage za ugljeni mulj sa 50% vlage za još dodatnih 10%. Kada se primjeni za voćne ekstrakte i sokove ova tehnika se koristi za povećanu ekstrakciju soka jabuke iz pulpe. Gdje se konvencionalnim metodama postiže smanjenje vlage sa početnih 85% na 50%, elektro-akustičnom filtracijom se postiže smanjenje vlage na samo 38% (Povey i Mason, 1995).

Sušenje ultrazvukom je od velike komercijalne važnosti. Sušenje potpomognuto ultrazvučnim zračenjem se može izvoditi pri nižim temperaturama nego konvencionalno sušenje, čime se smanjuje oksidacija i propadanje materijala. Za razliku od sušenja vrućim plinom materijal se ne otpužuje niti dolazi do njegova oštećenja. Soloff (1964) je primijenio akustično sušenje na niz materijala koristeći rotacijsku sušnicu sa izvorom ultrazvuka od 169 dB i frekvenciji od 10.9 kHz. Kristali šećera se mogu osušiti upotrebom ultrazvuka na sadržaj vlage koji je za 50-75% manji nego kada se to radi konvencionalnim metodama. Primjenom slične tehnologije je dokazano da se vrijeme sušenja fermentiranog taloga znatno skрати i pri temperaturi nižoj od 40°C. Upotrebom ultrazvuka pri sušenju žitarica u ljusci, cijelog zrna i samljevenog zrna pšenice dokazalo se da se povećala brzina sušenja koja je čak izraženija pri nižim temperaturama. Primjenom ultrazvučnog zračenja se brzina povećala do čak 130% pri temperaturi od 21°C. Pri 63°C se brzina povećala za 66% dok se pri temperaturi od 79.5°C povećala za samo 6%. Ensminger (1988) je istraživao utjecaj ultrazvučnog zračenja tijekom sušenja prehrambenih namirnica koristeći elektro-osmozu. Ovom metodom voda se uklanja potičući molekule vode da prolaze kroz poroznu membranu primjenom električnog potencijala istosmjerne struje. Tijekom ovog procesa može doći do elektrolize vode što uključuje izdvajanje vodika na katodi i kisika na anodi. Prisutnost ovih plinova smanjuje elektrodni potencijal i ograničava pokretanje molekula vode. Primjenom ultrazvuka pospješuje se uklanjanje ovih plinova sa elektroda čime se povećava potencijal i ubrzo sušenje. Mnogi su autori pokazali kako se ultrazvuk visokog intenziteta može koristiti kao pred tretman za sušenje (Cohen, 1995; Zheng i Sun, 2006; Dolatowski i sur., 2007; Fernandes i Rodrigues, 2007; Fernandes i sur., 2008;) Ultrazvuk se može koristiti za povećanje brzine prijenosa topline između površine čvrste tvari koja se grije i tekućine. Može se uvoditi u tekućinu i djelovanjem vibrirajućih valova na površinu čvrste tvari koja se grije. Smatra se da kavitacija potpomaže pri razbijanju graničnog sloja i kako temperatura tekućine raste dolazi do smanjenog efekta kavitacije, a prijenos topline raste otprilike od 30-60%.

Zaključak

Prilagodbe ultrazvuka niskog i visokog intenziteta za prehrambenu industriju su već pokazale značajan potencijal kako u modificiranju tako i u određivanju svojstava prehrambenih sastojaka, sustava i gotovih prehrambenih proizvoda. Korištenje

ultrazvuka u prehrambenoj tehnologiji i industriji nameće se kao nova i unaprijeđena tehnologija koja ima široku primjenu. Kao analitička metoda s parametrima ultrazvuka takvima da je intenzitet manji od 1 W/cm² primjenjuje se u smislu analitike tj. karakterizacije različitih prehrambenih sustava. Otkrivanje stranih tijela, brzina protoka kapljevine u cijevima, određivanje visine nivoa kapljevine i sl. samo su neke od primjena neraznog ultrazvuka.

Upotreba ultrazvuka visokog intenziteta se sve više razvija, a također i sve više pronalazi upotrebu u prehrambenoj industriji. Korištenje ultrazvuka pri obradi hrane je nova i zanimljiva tehnologija koja se često koristi kao dopuna klasičnim tehnikama. Nasuprot ultrazvuka niskog intenziteta, djelovanje ultrazvučne snage visokog intenziteta je prolaskom ultrazvučne zrake popraćeno stvaranjem visokog tlaka, smicanja i temperaturnog gradijenta unutar prehrambenog sistema. Ovakvi novonastali uvjeti mogu značajno promijeniti strukturu materijala, a kao posljedica prolaska ultrazvučne zrake visokog intenziteta mogu se stvoriti neke kemijske reakcije. Danas se ultrazvuk visokog intenziteta uvelike koristi za prehrambenu industriju i to počevši sa prvim prilagodbama koje su omogućavale razbijanje staničnih stijenki nepoželjnih stanica, otpinjavanje tekućina, čišćenje, homogenizaciju emulzija i raspršivanje agregatnih materijala, pa sve do sasvim novo razvijenih prilagodbi kao što su: stimuliranje reakcija oksidacije, inhibicija enzima, razaranje mikroorganizama, zvučno potpomognuta difuzija te ultrazvučno potpomognuta kristalizacija. Primjenom ultrazvuka visokog intenziteta može se unaprijediti obrada hrane u smislu proizvoda boljih senzorskih svojstava i veće nutritivne vrijednosti, a može se i znatno uštedjeti energija te skratiti trajanje procesa proizvodnje.

Literatura

- Barbosa-Canovas, G.V., Tapia, M.S., Cano, M.P. (2005) *Novel Food Processing Technologies*, CRC Press, Boca Raton.
- Bosiljkov T., Brnčić M., Tripalo B., Karlović S., Ukrainczyk M., Ježek D., Rimac Brnčić S. (2009) Impact of ultrasound-enhanced homogenization on physical properties of soybean milk. *Proceedings of the ninth International Conference on Chemical & Process Engineering ICHEAP 9*, Pg.1029-1034, Rome, May 10-13.
- Brnčić M. (2006) Influence of ultrasound on properties of raw material for extrusion and finished extruded product. *Ph.D. Thesis*, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Zagreb.
- Brnčić M., Ljubić Herceg I., Šubarić D., Badanjak M., Rimac Brnčić S., Tripalo B., Ježek D., Cerovec P., Herceg Z. (2009) Influence of power ultrasound on textural properties of corn starch gels. *Proceedings of the fifth International Symposium on Food Rheology and Structure*, Pg.500-501, Zurich, June, 15-18.
- Boucher, R. M. G. (1980) Process for ultrasonic pasteurisation, *U.S. patent* 4, 211,744.
- Chambers, L.A. (1937) The influence of intense mechanical vibration on the proteolytic activity of pepsin. *J. Biol. Chem.* 117 (2), 639.



- Cohen, J.S., Yang T.C.S. (1995) Progress in food dehydration. *Trends in Food Science and Technology*, 6, 20-25.
- Cordemans, E., Mason, T.J. (1995) Synthetic Organic Sonochemistry, *Plenum Press*, New York.
- Cucheval, A., Chow, R.C.Y. (2008) A study on the emulsification of oil by power ultrasound, *Ultrasonics Sonochemistry*, 15, 916-920.
- De Castro L.M.D., Capote P.F. (2007) Analytical applications of ultrasound. Elsevier Science, Langford Lane, Oxford, Great Britain.
- Dolatowski, Z. J., Stadnik J., Stasiak, D. (2007) Applications of ultrasound in food technology, *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 6 (3), 89-99.
- Ensminger, D. (1988) Acoustic and electroacoustic methods of dewatering and drying, *Drying Technology* 6, 473-499.
- Eskin, G.I. (1996) Degassing filtration and grain refinement processes of light alloys in a field of acoustic cavitation, *Advances in Sonochemistry*, 4, 101-60.
- Fernandes Fabiano, A.N.F., Rodrigues, S. (2007) Ultrasound as pre-treatment for drying of fruits: Dehydration of banana. *Journal of Food Engineering*, 82, 261-267.
- Fernandes Fabiano A.N., Linhares Jr. Francisco E., Rodrigues S. (2008). Ultrasound as pre-treatment for drying of pineapple. *Ultrasonics Sonochemistry*, 15, 1049-1054.
- Gaffney, B. (1996) Food Engineering, Hool Research Group, *US patent* 4, 225.
- Gogate P.R., Tayal K.R., Pandit A.B. (2006) Cavitation; A technology on the horizon. *Current Science*, 91, 5-16-
- Herceg Z., Brnčić M., Jambrak Režek A., Rimac Brnčić S., Badanjak M., Sokolić I. (2009) Possibility of application high intensity ultrasound in milk industry. *Mljekarstvo*, 59 (1) 65-69.
- Mason, T.J. (1991) Practical Sonochemistry, Ellis Horwood, Chichester.
- Paniwnyk, L. (1993) The effect of ultrasound on organic synthesis and processing from laboratory to large scale, *PhD thesis*, Division of chemistry, Coventry University.
- Patist, A., Bates D. (2008) Ultrasonics innovations in the food industry: From the laboratory to commercial production. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9, 147-154.
- Piyasena, P., Mohareb E., McKellar R.C. (2003) Inactivation of microbes using ultrasound: a review. *International Journal of Food Microbiology* 87(3), 207-216
- Povey, M., Mason, T. J. (1995) Ultrasound in Food Processing, Blackie Academic & Professional, London.
- Ruiz J., Capote, F., Castro, M.D. (2003) Identification and quantification of trans fatty acids in bakery products by gas chromatography-mass spectrometry after dynamic ultrasound-assisted extraction. *Journal of Chromatography*, 1045, 203-210.
- Senapati, N. (1991) Ultrasound in chemical processing, *Advances in Sonochemistry*, 2, 187-210.
- Shoh, A. (1971) Chemical Engineering, Progress Symposium Series, 109, 126-134.
- Singiser, R.E. and Beal, H.M. (1960) *Journal of American Pharmaceutical Association* (Sci. Edn.) 49, 482.
- Soloff, R.S. (1964) Sonic Drying, *Journal of Acoustical Society of America* 36, 961-965
- Wang, L.C. (1984) Ultrasonic Extraction of a Heat-Labile 7S Protein Fraction from Autoclaved, Defatted Soybean Flakes, *Journal of Food Science* 49 (2), 551-554.
- Zheng, L., Sun, D.W. (2006) Innovative applications of power ultrasound during food freezing processes- a review, *Trends in Food Science and Technology*, 17, 16-23.

Autori / Authors

Doc.dr.sc.Mladen Brnčić
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6

Prof.dr.sc.Branko Tripalo
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6

Antonia Penava
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6

Prof.dr.sc.Damir Karlović
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6

Prof.dr.sc.Damir Ježek
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6

Dr.sc. Dražen Vikić Topić, znanstveni savjetnik
Institut Ruđer Bošković
Bijenička 54
Zagreb

Sven Karlović, dipl.inž.
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6

Tomislav Bosiljkov, dipl.inž.
Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Pierottijeva 6



Izješće sa službenog puta u Kini

Službeni put u Kini, u razdoblju od 17. do 31. listopada 2008., obuhvaćao je sudjelovanje na 14. svjetskom kongresu (14th World Congress of Food Science and Technology); primanje PBN-a u članstvo IUFOST-a (International Union of Food Science and Technology – IUFOST, <http://www.iufost2008.org>); te sastanak projektne skupine na bilateralnom projektu između RH i Kine.

Međunarodni kongres pod pokroviteljstvom IUFOST-a održava se svake dvije godine prema unaprijed utvrđenom rasporedu. Kongres 2008. godine (Shanghai, Kina) organizirao je kineski institut (Chinese Institute of Food Science and Technology-CIFST). Naredni kongresi održat će se u Cape Townu (2010) i 2012. godine u Brazilu. Od ukupno 29 sudionika iz Hrvatske s PBF-a je na kongresu aktivno sudjelovalo 13 djelatnika.

Program kongresa (<http://www.iufost2008.org>), pored plenarnih predavanja kako eminentnih tako i mladih znanstvenika odvijao se paralelno kroz rad više simpozija (15), tehničkih sekcija (30) i foruma (3) te prezentacijom postera (2096).

Symposia:

The Food Security Problem-Factors affecting the Global Food Supply
Food Engineering: Past and Future Directions
African Food Science and Technology
Probiotics and Prebiotics
Hydration and the Health
Nanotechnology
Food Hydrocolloids symposium
AOAC-1
Natural antioxidants and antimicrobials from plant sources
Vision On The Future-Impact Of Science And Technology Advances On The Food Chain On 2030
Economical and ecological usage of Water in Food Processing
AOAC-2
ISOPOW Symposium
Phase Transition and Microstructure
Biotechnology and Food Safety

Technical Sessions

Modern Food Safety Control System
Flavor & Flavoring Substances
Optimization and Control of Fermentation Process, Fermented Food
Food, Nutrition and Health
Protein and Peptide Chemistry
Education Roundtable
Fats and Fatty Acids
Phenolics and Flavonoids
Flour Treatment & Fortified Rice + Round Table; Education
Food Safety Monitoring Technology
Food Safety Regulations and Standards, Hazard Assessment and Food-borne Disease
Starch Chemistry and Modified Starch
Food Storage and Logistics
Technical Development of Functional Ingredients Detection
Micro Elements and Food Supplements
Hot Topics in Safety of Food System
Food Genetic Engineering and Safety
New Product Development to Satisfy Market
Food Market and Sustainable Development in 21st Century
Separation and Purification Technology & Physico-chemical Property Modification of Food Macromolecules
Functional foods and Disease Risk reduction
Thermal and non-thermal Processing, Chilling and Freezing
Soybean foods in 21 century
Orient Diet Culture and Food as Medicine
Food Enzymology and Enzyme Engineering
Polysaccharides and Oligosaccharides
Food Flavors and Sensory Science
Food Processing Equipment & Computer-aided Design and Energy-saving Technology
Functional Ingredients from Plant Resources

Food Safety Forum
Forum Frozen and Refrigerated Food Forum
China Flavor and Modern Food Forum

Unutar navedenih sekcija skupina iz Hrvatske sudjelovala je sa sljedećim radovima:

THE INFLUENCE OF ROSEMARY ADDITION ON THE STABILITY OF THE SUNFLOWER AND VIRGIN OLIVE OIL	Desanka Rade, Dubravka Škevin, Sandra Neđeral, Klara Kraljić, Nada Đurinek
INFLUENCE OF CMC AND GUAR GUM ADDITION ON THE FREEZING AND THAWING TEMPERATURES OF HIGH PRESSURIZED BETA-LACTOGLOBULIN	Vesna Lelas, Greta Krešić, Jasminka Pavelić
EFFECT OF FAT CONTENT ON FLOW PROPERTIES OF SOUP CONCENTRATES	Ingrid Bauman, Davor Janjatović, Domagoj Matković, Matija Boban
DOUGH FERMENTATION OPTIMIZATION BY APPLICATION OF MODIFIED GOMPERTZ EQUATION	Duška Čurić, Domagoj Gabrić, Dubravka Novotni, Nikolina Čukelj, Tajana Krička



OPTIMIZING FERMENTATION OF SOY-MILK WITH PROBIOTIC BACTERIA	Rajka Božanić, Sandy Lovković, Irena Jeličić
EFFECT OF WINE AGEING IN OAK BARRELS ON THE PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF RED WINE	Mara Banović, Natka Čudina, Leo Gracin, Karin Kovačević Ganić
THE EFFECT OF COMPOSITION OF CANDY MIXTURE ON THE PORE STRUCTURE CHARACTERIZATION AND HARDNESS OF CONFECTIONERY PRODUCT	Damir Ježek, Sven Karlović, Damir Karlović, Draženka Komes, Dunja Horžić, Branko Tripalo, Mladen Brnčić, Tomislav Bosiljkov
ABSORPTION OF FOOD SIMULANTS IN POLYOLEPHINIC PACKAGING MATERIALS	Mia Kurek, Marinela Lalović, Amalija Špralja, Kata Galić
INHIBITION OF ASPERGILLUS FLAVUS CULTURE GROWTH AND AFLATOXIN ACCUMULATION IN VITRO BY COUMARIN DERIVATIVE	Delaš Frane, Markov Ksenija, Duraković Lejla, Čvek Domagoj
QUALITY OF FERMENTED RESIDUE OF SLAUGHTERHOUSE WASTE AFTER ALKALINE HYDROLYSIS AND ANAEROBIC DIGESTION	Krička Tajana, Voća Neven, Čuhnil Zdenka, Jurišić Vanja, Ćurić Duška
Monitoring the Total Polyphenols in Foods Using Enhanced Automatic Flow-Injection Analysis with Spectrophotometric Detection	Suzana Berend, Zorana Grabarić
MULTIVARIATE CLASSIFICATION OF CROATIAN CHESTNUT (CASTANEA SATIVA MILL.) USING MINERAL COMPOSITION	Nada Vahčić, Jakov Gačić, Damir Kozlek, Milica Gačić, Marko Zebec, Marilena Idžojtić
MEDICINAL PLANT EXTRACTS WITH GOOD ANTIOXIDANT PROPERTIES AS A SOURCE OF RESVERATROL DERIVATIVES	Višnja Katalinić, Ivana Generalić, Ivica Ljubenković
EFFECTS OF DIETARY SUPPLEMENTATION OF SHIITAKE MUSHROOM ON FATTY ACID COMPOSITION AND CHOLESTEROL CONTENT OF HEN EGG YOLKS	Delaš Ivančica, Beganović Jasna, Bogdanović Tanja, Delaš Frane
THERMAL AND BARRIER CHARACTERISATION OF POLYETHYLENE FILM AS FOOD PACKAGING MATERIAL	Sunčica Ostojić, Mia Kurek, Damir Klepac, Srećko Valić, Kata Galić

Prije službenog početka rada kongresa održan je radni sastanak IUFoST-a na koji su ispred PBN-a bili pozvani prof.dr.sc. Damir Karlović i prof.dr.sc. Kata Galić. Glavna tema sastanka je bila unapređenje rada i aktivnosti IUFoST-a i uključivanje znanstvenika na globalnoj razini putem nacionalnih društava iz područja znanosti o hrani i tehnologiji hrane. U izložbenom prostoru kongresa omogućeno je nacionalnim društvima, pa tako i PBN-u, prezentacija putem promotivnih materijala, na rezerviranim mjestima s natpisom države odgovarajućeg društva.

Tijekom održavanja kongresa održan je i niz radnih sastanaka tehničkih odbora IUFoST-a na kojima je ispred PBN-a prisustvovala prof.dr.sc. Kata Galić, te je ujedno imenovana za člana radne skupine IUFoST Marketing Task Force, i podskupina: a) Adhering Body Membership i b) Promote IUFoST to Adhering Bodies.

Na sastanku je prezentiran plan rada IUFoST-a za razdoblje od 2008. do 2010., a obuhvaća:

1. Korporativna članstva. S ciljem učlanjenja 6 kompanija godišnje.
2. Kreiranje baze podataka predavača. Pridružena društva (Adhering bodies-AD), poput PBN-a, tako bi imali mogućnost iz baze podataka (zaštićene lozinkom) odabrati predavača-eksperta za pojedino područje, koji bi na poziv društva održao predavanje. Naglašeno je da će se u takvoj bazi naći samo ona imena predavača iz cijelog svijeta, na području znanosti o prehrani i prehrambenoj tehnologiji, koji su dokazano izvrsni stručnjaci i predavači. Plan je da baza podataka bude aktivirana do rujna 2009.
3. Članstvo pridruženih društava. U članstvu IUFoST-a trenutno ima 68 pridruženih društava. Cilj je da se u narednoj godini ovaj broj poveća za još 10 članova.
4. Promocija IUFoST-a pridruženom članstvu. IUFoST je za svoju promociju pripremio odgovarajuće brošure te na svojoj web-stranici postavio sve relevantne informacije



o aktivnostima. Pridruženi članovi pored korištenja dostupnih materijala imaju mogućnost i postavljanja linka na svojoj web stranici prema IUFoST-u. Cilj je da se u narednoj godini IUFoST predstavi, bilo putem tiskanih materijala ili prisustvovanjem na nacionalnim skupovima svojih članova. Krajnji cilj je obavezno prisustvovanje na sastancima nacionalnih društava.

5. Izrada vodiča za identifikaciju IUFoST-a. Planira se izrada prepoznatljivosti IUFoST-ovog loga na svim materijalima (Power Point prezentacije, podloga i format za postera itd.) prezentiranim na skupovima pod pokroviteljstvom IUFoST-a.
6. Udžbenik. U ovom trenutku već postoji 7 objavljenih poglavlja dostupnih na web-stranici: www.iufost.org/publications/books/IUFoSTFoodScienceandTechnologyHandbook.cfm. Krajnji cilj je objava 100 poglavlja. S obzirom na navedeni cilj upućen je apel svima koji žele dati svoj doprinos u izradi ovog udžbenika.

Pored sastanaka radnih skupina IUFoST-a održani su i sastanci radnih skupina EFFoST-a, kao Europskog ogranka IUFoST-a. Svečano primanje PBN-a u članstvo IUFoST-a održano je u sklopu generalne skupštine (General Assembly) IUFoST-a održane 23. listopada 2008. Ispred PBN-a generalnoj skupštini IUFoST-a prisustvovao je predsjednik PBN-a, prof.dr.sc. Damir Karlović, s pravom glasa, te prof.dr.sc. Kata Galić, kao promatrač. Tom prilikom profesoru Karloviću uručena je i odluka o članstvu PBN-a (kopija u prilogu). Profesor Karlović zahvalio je predsjedništvu (prošli predsjednik: Dr. David Lineback, novoizabrani predsjednik: Geoffrey Campbell-Platt, budući predsjednik: D. Rodriguez-Amaya) i prisutnim članovima na ukazanom povjerenju i srdačnoj dobrodošlici u članstvo IUFoST-a. S obzirom da ostali djelatnici PBF-a nisu mogli prisustvovati generalnoj skupštini njihova podrška očitovala se u strpljivom čekanju završetka skupštine ispred dvorane u kojoj se sastanak održavao. Po završetku skupštine uslijedile su čestitke kako članova PBF-a tako i svih prisutnih putnika iz Hrvatske. Posebnu čestitku uputio je i predstavnik turističke agencije Azurtoursa g. Trpimir Čokolić.

Daljnji boravak u Kini obuhvatio je sastanak po pitanju bilateralnog projekta između RH i Kine. Sastanak projektne skupine održan je u Pekingu (Beijing University of Chemical Technology-BUCT, http://www.educations.com/Beijing_University_of_Chemical_Technology_BUCT_b9643.html). U odsustvu profesora YANG Weimina (voditelj projekta s kineske strane) sastanak je vodio profesor LIU Yong, koji će boraviti na našem

fakultetu i Sveučilištu u Rijeci u drugoj polovici studenoga (21.-27.11.2008.) ove godine. Prezentaciju Sveučilišta u Zagrebu i PBF-a održala je prof.dr.sc. Kata Galić (voditelj projekta s hrvatske strane) dok je prezentaciju Sveučilišta u Rijeci održao prof.dr.sc. Srećko Valić (suradnik na projektu). Tijekom izlaganja također je prezentirana i znanstvena aktivnost na temu projekta te dogovoren plan daljnjih istraživanja.

*U ime PBF djelatnika
Prof.dr.sc. Kata Galić*



S lijeva na desno: David Lineback, prošli predsjednik IUFoST-a, Geoffrey Campbell-Platt novoizabrani predsjednik IUFoST-a, Judith Meech, IUFoST sekretarica, Kata Galić, D. Rodriguez-Amaya, budući predsjednik IUFoST-a, Damir Karlović, predsjednik PBN društva

International Union of Food Science & Technology

The International Organization of Food Scientists and Food Technologists

This certifies that

*The Croatian Society of Food Technologists,
Biotechnologists and Nutritionists*

Has qualified for membership in the

International Union of Food Science & Technology



*In Witness Whereof I have affixed my signature
and the seal of the Union 23 October 2008*

David R. Linsbach
President

J. Meul
Secretary-General



**Agronomski fakultet
Sveučilište u Zagrebu
Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport
Tajana Krička**

Biomasa u gospodarskom i energetsom razvoju RH

- Okrugli stol -

U Hrvatskom saboru, Odbor za razvoj i obnovu 14. listopada 2008. godine održao je okrugli stol s temom „Biomasa u gospodarskom i energetsom razvoju Republike Hrvatske“.

Okruglom stolu je nazočilo 50 domaćih i stranih sudionika iz privrede, znanosti i politike, a predsjedavala je predsjednica Odbora mr.sc. Zdenka Čuhnil.

Razlozi održavanja okruglog stola su višestruki. Naime, činjenica je da je nafta sve manje, sve teže je njezine preostale rezerve koristiti i cijena joj je nestabilna. Uz to, korištenjem fosilnih goriva dolazi do emisije štetnih plinova koji ugrožavaju okoliš i ljudsko zdravlje. Stoga se, u svrhu ostvarivanja čistijeg okoliša, u zadnjih dvadesetak godina u svijetu traže drugi izvori energije, koji bi ujedno i smanjili ovisnost o sirovoj nafti i plinu. Republika Hrvatska bogata je šumskim resursima, a isto tako ima i velike količine biomase iz poljoprivrede i prehrambene industrije koje bi se mogle koristiti u energetske svrhe. S tim bi se smanjila energetska ovisnost, smanjila emisija stakleničkih plinova te ostvarila gospodarska i socijalna korist preko otvaranja novih radnih mjesta. Uz to, u tijeku je, u nas, izrada Strategije o energiji i najavljena su ulaganja u vrijednosti od 10 milijardi kuna pa je značajno stručno raspraviti o problemima energije s posebnim naglaskom o proizvodnji i korištenju biomase, odnosno obnovljive energije općenito.

Okosnica okruglog stola bile su dvije teme i to:

- iskustva iskorištavanja biomase u Okrugu Burgenland, Austrija koja su prezentirali Bernhard Deutsch, gradonačelnik Güssinga i Franz Jandrešić, ravnatelj Srednje poljoprivredne škole

- iskustva iskorištavanja biomase u R Hrvatskoj prezentirao je akademik Slavko Matić i prof.dr.sc. Tajana Krička s Agronomskog fakulteta u Zagrebu.

Gospoda iz Burgenlanda (Gradišće) dala su presjek događanja kako je taj okrug iz najsiromašnijeg postao jedan od najbogatijih. Naime, nakon Drugog svjetskog rata graničili su s Mađarskom, odnosno istočnim blokom pa se nisu razvijala veća industrijska poduzeća, već su se osnivali samo mali pogoni i bilo je malo radnih mjesta. Zbog toga se stanovništvo iseljavalo. Uvijek im je bio problem loša prometna infrastruktura, odnosno nedostatak autoputa i željezničke pruge. Nepovoljnost su im predstavljali i mali šumarski i poljoprivredni posjedi koji su takvi nastali zbog nasljeđivanja i cijepanja gospodarstva, tako da danas prosječno šumarsko gospodarstvo ima 85 jutara šume. Zbog ovih loših uvjeta proglašeni su 1988. godine najsiromašnijim okrugom u Austriji. Stoga je Općinsko vijeće odlučilo 1989. godine napustiti fosilne sirovine u energetici u prilog korištenja

obnovljive energije. Prije svega postavili su demonstracijske pogone, a onda je nastala mreža od 35 pogona. Sirovina je bila biomasa iz šumarstva i poljoprivrede, a proizvodi su bili: toplinska i električna energija te bioplin, biodizel i bioetanol. U suradnji sa znanstvenim institucijama izgradili su istraživački centar u Güssingu u kojem se usavršavalo 25 znanstvenika za ovaj dio energije. U školama također provode potrebnu edukaciju. Ekoturizam je njihova važna grana poduzetništva. Godišnje imaju 50 000 – 70 000 posjetitelja.

Značajno je što su prije 20 godina stanovnicima osiguravali energiju iz nafte, struje i fosilnih goriva. Kako su to bili veći troškovi bez ostvarivanja nove vrijednosti, Općinsko vijeće odlučilo je da će sami proizvoditi obnovljivu energiju. Na području Güssinga općenito imaju 300 sunčanih dana godišnje pa im to omogućava solarne jedinice za proizvodnju električne struje. Zatim, iz postrojenja proizvodnje parketa već 10 godina koriste dnevno 30-40 tona drvnog otpada koji se koristi za proizvodnju struje i toplinske energije. Isto tako imaju i proizvodnju peleta od drvnih ostataka (i otpadaka) u šumarijama.

Iz poljoprivrede koriste se trave, djetelina i ostali oblici biomase, također za dobivanje obnovljive energije. Noviji pogoni za proizvodnju bioplina i pogonskih goriva (biodizela i bioetanol) koriste također biomasu iz poljoprivrede i šumarstva, uz primjenu najnovijih tehnologija druge generacije. Ekonomska analiza dokazuje jako dobru isplativost ovih pogona. U jednom novijem postrojenju, uz primjenu tehnologija profesora Hoffbauera s Tehničkog sveučilišta u Beču, ostvaruju 53 tone dnevno peleta, nekoliko megavata toplinske energije i električne struje, jedan megavat bioplina i dodatno još bioetanol.

Ova energana je vodeća u svijetu. Kako se to financijski odrazilo na razvoj grada Güssinga? Godine 1991. izdatci su iznosili 652.700 eura za fosilne energente, a od toga je ostalo u Güssingu samo 126.000 eura. Međutim, u 2005. godini potreba za energijom bila je znatno veća (13,6 milijuna eura), ali ova vrijednost je ostala u općini Güssing kroz novo ostvarenu vrijednost. To je omogućilo naseljavanje 50 novih poduzeća i 1300 novih radnih mjesta. Godišnji prirast drvne mase za njih je dostatan, jer na pravilan način gospodare i njeguju šume. Danas Güssing vraća sva ulaganja koja čini u proizvodnji obnovljive energije i po tome su vodeći u EU.

O resursima u šumarstvu i poljoprivredi govorili su naši profesori i može se utvrditi da R Hrvatska raspolaže iznimno velikim resursima biomase.

Naime, Hrvatsko šumarstvo ima velike mogućnosti za proizvodnju bioenergije. Imamo 60 vrsta drveća, veliku proizvodnost i stabilnost prirodnih šuma i po tome smo poznati u svi-



jetu. Hrvatska posjeduje oko 2 milijuna i 700 tisuća ha šuma i šumskih zemljišta na kojima se nalazi oko 400 milijuna metara kubnih drvne zalihe, s godišnjim prirastom od 10,5 milijuna kubika te se može svake godine sjeći 6,5 milijuna kubnih metara. Hrvatske šume se svrstavaju među najprirodnije, najstabilnije i najproduktivnije u Europi. Realizirajući današnji etat (sječu) 6,5 milijuna kubika, od toga se dobiva: 30% trupaca (što iznosi 2 milijuna kubika), 10% ili 650 tisuća kubika celuloznog drveta, 20% ili 1,3 milijuna ogrjevnog drveta, a ostatak od 40% ili 2,6 milijuna kubika predstavlja drvo tanjih dimenzija, koje kao otpad ostaje neiskorišten u šumi. Temeljem istraživanja dobili smo da možemo i dalje dobivati 30% trupaca, 10% drvo za celulozu, za bioenergiju bi mogli koristiti 45% ili oko 3,0 milijuna kubika, dok bi ostalo u šumi otpad od 15% ili blizu jedan milijun kubika. Intenzivnijim gospodarenjem mogli bi povećati godišnji etat (sječu) na oko 7,3 milijuna kubika pa bi u tom slučaju raspolagali s 3,3 milijuna kubika, što je u odnosu na današnje stanje povećanje za 2,0 milijuna kubika. Realno je da bi mogli i dalje povećavati drvenu masu za bioenergiju primjenjujući naprednije uzgojne zahvate, boljim održavanjem i čišćenjem šuma, tako da bi biomasa za proizvodnju biogoriva iznosila 4,2 milijuna kubika. Daljnje povećanje proizvodnje biomase u šumarstvu moguće je činiti pošumljavanjem oko 180.000 ha neobraslog šumskog zemljišta. Na njima bi se mogle zasaditi brzorastuće bjelogorične i crnogorične vrste drveća za proizvodnju industrijskog i energetskog drva. Uz to, bilo bi vrlo korisno postojećih 806.000 ha poljoprivrednih površina, koje su trajno nepogodne za poljoprivrednu proizvodnju u nas, zasaditi šumskim vrstama za proizvodnju bioenergije.

Hrvatska raspolaže s podosta poljoprivrednih površina. Od ukupnih oko 3,0 milijuna ha, oko 2,15 milijuna su sposobne za obradu. Međutim, danas se obrađuju (uračunato i pašnjake) svega 1,2 milijuna ha, a 947.000 ha stoje neobrađene. Ako bi od ovih neobrađenih površina koristili 647.000 ha za proizvodnju hrane, ostalih 300.000 ha mogli bismo usmjeriti za proizvodnju biogoriva. Proizvodnju hrane mogli bi povećati koristeći sadašnje neobrađive površine i povećanjem prinosa po jedinici obradivih površina. Značajno je da smo osamdesetih godina proizvodili pšenicu na 340.000 ha, a danas imamo pod pšenicom svega 176.000 ha. Prinosi su ranije bili u poljoprivrednim kombinatima 6 t/ha, a danas je 5 t/ha. Kukuruz smo ranije uzgajali na 400 do 500.000 ha, a danas na manje od 300.000 ha. Isto tako prosječan prinos je pao s 7 t/ha na 6 t/ha. Uljanu repicu prije dvadeset godina uzgajali smo na 21.000 ha, a prošle godine na samo 8.400 ha. To su činjenice, a u Hrvatskoj govorimo o oduzimanju površina za proizvodnju bioenergije na račun proizvodnje hrane. Poznato je da smo nekada bili izvoznici hrane, dok smo danas veliki uvoznik velikog broja proizvoda.

To potvrđuju podatci i iz stočarstva. Naime, 1984. godine imali smo 976.000 grla goveda, danas imamo svega 483.000 grla. Od 2 milijuna komada svinja, danas imamo 1,2 milijuna komada. S konjima je još gora situacija. Ranije smo imali 98.000, a sada samo 9.000 komada. Uzgajali smo ranije 17 milijuna komada peradi, a danas imamo 10 milijuna. Dakle, drastične su razlike i Republika Hrvatska ima velike potencijalne mogućnosti

za proizvodnju hrane. Uz hranu imamo veće potencijale i za proizvodnju bioenergije. Samo iz postojeće biomase koja se dobiva rezidbom voćarskih kultura i vinove loze te ostataka biljnog materijala u ratarstvu i stočarstvu imamo oko 1,4 milijuna tona biomase. Zbog biološke ravnoteže ako se uzme od te količine samo 30% ostaje 1,2 milijuna tona biomase na godinu. Temeljem ovih 30% količina (ostalih 70% biomase ili 2,8 milijuna tona ostaje na površini za obnavljanje organske tvari u tlu) može se dobiti, u ekvivalentu, 428.000 tona nafte. Ovoj vrijednosti treba dodati 244.000 tona ekvivalentnih vrijednosti nafte koja se može dobiti iz današnjih raspoloživih količina stajskog gnoja i gnojovke u stočarstvu i to uzimajući njihove vrijednosti u iznosu svega 25%, od 100% mogućeg jer stoka nije stalno u štalama i ne može se računati na otpad iz gospodarstava koja imaju 1-2 krave (grla). Ako uzmemo u obzir da je program naše Vlade za podizanje 500 novih stočarskih farmi i da Europska unija obvezuje rješavanje stajskog gnoja, to predstavlja stvarni dokaz o našim dobrim potencijalnim mogućnostima za proizvodnju bioplina u nas.

Dakle, ako zbrojimo sve navedene postojeće sadašnje vrijednosti (a ne potencijalne mogućnosti) o proizvodnji biogoriva (300.000 tona od uzgoja biosjevera na postojećim neobrađivim površinama, 428.000 tona iz biomase u vinogradarstvu-voćarstvu-ratarstvu-povrćarstvu i 244.000 tona iz stajskog gnoja i gnojovke u stočarstvu) tada možemo zaključiti da danas možemo proizvoditi ukupno 972.000 tona ekvivalentnih vrijednosti nafte. Dakako, potencijalne mogućnosti i u poljoprivredi su znatno veće. Očekujemo da ćemo ove naše potencijale iskoristiti u svrhu gospodarskog i ekološkog razvoja Hrvatske.

Nazočni predstavnici Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva; Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva; Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja te Ministarstva regionalnog razvoja i šumarstva, podržali su održavanje ovog Okruglog stola jer rasprave i prijedlozi pomažu gospodarskom razvoju i zaštiti okoliša. Navedena ministarstva poduzela su do sada više mjera u svrhu razvoja proizvodnje i korištenja obnovljivih izvora energije jer pri ulasku u EU Hrvatska mora preuzeti pravnu stečevinu u području novih izvora energije. To je vrlo zahtjevno jer se pravna stečevina temelji na konkretnim ciljevima te mjerama i načinima kako postići te ciljeve. U zadnje vrijeme pokrenuto je, u Ministarstvu zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, financiranje projekata koji rješavaju tehnologije za proizvodnju obnovljivih goriva. Isto tako, od 2004. godine, iz Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost, financiraju se: priprema, provedba i razvojni projekti korištenja obnovljivih izvora energije. Do sada je odobreno 25 projekata korištenja biomase. Na taj način doprinosi se ispunjenju naših obveza prema Kyoto sporazumu, odnosno, smanjenju emisije stakleničkih plinova i do sada su njihovi učinci vidljivi.

Na osnovi iznesenih prezentacija na okruglom stolu donešeni su zaključci u 11 točaka, a dvanaesta točka je ujedno i preporuka koja, neposredno prenesena iz materijala, glasi:

- Obnovljivi izvori energije trebaju biti orijentacija Hrvatske. Imamo dobre uvjete za provedbu ovog projekta. Tako



ćemo najviše doprinijeti energetsom i gospodarskom razvoju te zaštititi okoliša naše zemlje.

- Utemeljenje Agencije za biomasu i proizvodnju obnovljive energije. Ona će ostvarivati uvjete te donositi koncepcije, planove i bilance proizvodnje i korištenja biomase i obnovljive energije.

- Uvodna izlaganja i opširna rasprava na ovom skupu neka se koriste (kao pomoć) pri izradi Strategije o energiji, Zakona o biogorivima, kao i svih navedenih aktivnosti mjerodavnih ministarstava.

- Za pripremu, analizu i stručnu obradu podataka potrebno je uključiti znanstvene i znanstveno-nastavne ustanove. Na ovaj način moguće je imati riznicu podataka, na središnjoj razini, u svezi obnovljive energije u Hrvatskoj. Temeljem toga može se bolje organizirati i podupirati naobrazba mladih znanstvenika i poduzetnika.

- Pozivamo sve mjerodavne institucije do onih na lokalnoj razini, kao i sve sudionike ovog skupa, da svatko čini što može u svojoj kompetenciji. Sve je usmjereno za olakšanje našim poduzetnicima i ostvarenju potrebne količine toplinske i električne energije, bioplina i biogoriva iz obnovljivih izvora energije, odnosno, usmjereno je gospodarskom razvoju i zaštiti okoliša Hrvatske.

prof. dr. sc. Tajana Krička
Agronomski fakultet
Sveučilište u Zagrebu
Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport
e-mail: tkricka@agr.hr

di-go

...jer po kvascu se tijesto poznaje

kvasac

LESAFFRE
GROUP

Cargill Texturizing Solutions Vam nudi rješenja za unapređivanje teksture različitih prehrambenih proizvoda i pića, bazirana na širokoj paleti sastojaka koja uključuje, hidrokoloidne, lecitine, kulture, škrobove, sojino brašno i funkcionalne sustave.

Europe - Middle East - Africa • Tel: +32 (0)15 400 411

Americas • Tel: +1 877 765 8867

Asia Pacific • Tel: +86 21 5282 0099

Kontakt Croatia • +385 (0)1 611 0876

www.cargill.com

www.cargilltexturizing.com

Cargill™

ORGANIZACIJA KONGRESA

MARKETING

FINANCIJSKO PLANIRANJE I PRELIMINARNO
FINANCIRANJE KONGRESA

REGISTRACIJA SUDIONIKA

SMJEŠTAJ SUDIONIKA



IZRADA VIZUALNOG IDENTITETA KONGRESA
KOMPLETAN GRAFIČKI DIZAJN I TISAK
SVIH MATERIJALA



TEHNIČKO VODSTVO
VIDEO SNIMANJA

IZRADA MULTIMEDIJALNIH MATERIJALA
MOGUĆNOST USPOSTAVE VIDEO PRIJENOSA

CD/DVD REPLIKACIJA

OFSET

SITOTISAK

PAKIRANJE

CELOFANIRANJE



PANASONIC BROADCAST

P2 HD



AG-HPX200

NTSC/PAL
DVCPRO HD
MINI DV
16/9 4/3

AG-HPX500

2/3 CCD
NTSC/PAL
VARIJABILNI FRAME RATE
SDI, IEEE



EURO-VAL
Panasonic BROADCAST

EURO-VAL D.O.O. PANASONIC BROADCAST / CD.DVD REPLICATION
MIRNA 11, 10 040 ZAGREB, TEL. +385 1 2917 173
WWW.EUROVAL.HR, INFO@EUROVAL.HR



Osvrt na stručni skup „Funkcionalna hrana u Hrvatskoj“ održan 2. listopada 2008. u Hrvatskoj gospodarskoj komori u Zagrebu

Među brojnim definicijama funkcionalne hrane najčešće se primjenjuje ona prema kojoj: *Funkcionalna je hrana ona što sadržava bioaktivne sastojke za koje je znanstveno utvrđeno da imaju povoljno djelovanje na zdravlje ljudi.* Pojam funkcionalne hrane prvi je put uveden u Japanu još godine 1980. gdje je ona najprije definirana i zakonskom regulativom. Međutim, sukladno tendencijama suvremenog društva, tržište funkcionalne hrane, a i ulaganja prehrambene industrije u razvoj takvih proizvoda, posljednjih nekoliko godina neprestano rastu u gotovo cijelom svijetu, uključujući i Hrvatsku.

Radi što bolje informiranosti o funkcionalnoj hrani općenito, a i o hrvatskim nutritivno visokovrijednim prehrambenim proizvodima, 2. listopada 2008. u prostorijama Hrvatske gospodarske komore organiziran je stručni skup pod nazivom *Funkcionalna hrana u Hrvatskoj*. Skup su organizirali Hrvatska gospodarska komora, Društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista te Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja. U Organizacijskom odboru skupa bile su doc. dr. sc. Draženka Komes, doc. dr. sc. Karin Kovačević Ganić i Dunja Horžić, dipl. ing. (sve s Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta u Zagrebu), Ita Juroš, dipl. ing. (Hrvatska gospodarska komora) i dr. sc. Jelena Đugum (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja).

Na početku skupa sudionicima su se prigodnim riječima obratili predstavnici organizatora, i to redom: ispred Hrvatske gospodarske komore Ružica Gelo, dipl. ing., voditeljica pregovora s EU za poglavlja: *Poljoprivreda i ruralni razvitak, Ribarstvo, Sigurnost hrane, veterinarstvo i fitosanitarni nadzor te Zaštita potrošača i zdravlja*, potom Srećko Selanac, dipl. ing., državni tajnik u Ministarstvu poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja te prof. dr. sc. Damir Karlović, predsjednik Društva prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista.

Na skupu je održano šest predavanja kojima su se nastojala obuhvatiti različita gledišta, počevši od nove terminologije, preko postojeće i planirane zakonske regulative, pa sve do pojedinih hrvatskih funkcionalnih proizvoda te prehrambenih i zdravstvenih tvrdnji vezanih uz funkcionalnu hranu.

Zanimljivo uvodno predavanje o tendencijama razvoja proizvodnje funkcionalnih proizvoda održala je prof. dr. sc. Vesna Lelas (Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb) koja je sudionike skupa upoznala s novim pojmovima što pobliže opisuju pojedine značajke hrane, odnosno njezinu proizvodnju i ulogu u prehrani ljudi. Budući da će, sukladno interesu potrošača i zdravstvenim problemima s kojima je suočen sve veći broj ljudi, posebice iz urbanih sredina, proizvodnja funkcionalne hrane u svijetu i nadalje biti u usponu, prof. dr. sc. Vesna Lelas istaknula je da je nužno kontrolirati tvrdnje koje se ističu na proizvodima, utvrditi korelaciju između doze i učinkovitosti,

a posebice kontinuirano pratiti stvarne zdravstvene učinke konzumiranja takve hrane.

Ružica Vazdar, dipl. ing., načelnica Odjela za sigurnost hrane u Upravi za sanitarnu inspekciju u Ministarstvu zdravstva i socijalne skrbi, upoznala je sudionike skupa s kompleksnom problematikom zakonskih propisa o funkcionalnoj hrani. Naime, trenutačno je važeći nacionalni Pravilnik o hrani za posebne prehrambene potrebe (NN 81/04), dok se do kraja godine očekuje i završetak rada na *Pravilniku o hrani obogaćenoj hranjivim tvarima* (dodavanje vitamina, minerala i drugih tvari hrani) i *Pravilniku o dodacima prehrani*, a početkom godine 2009. trebao bi biti dovršen i *Pravilnik o zdravstvenim i prehrambenim tvrdnjama*.

Mr. sc. Lea Pollak iz Odsjeka za dodatke prehrani i dijetetske proizvode Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo održala je zanimljivo predavanje pod nazivom *Deklariranje prehrambenih i zdravstvenih tvrdnji*. Prehrambena tvrdnja navodi, sugerira ili navodi na mišljenje da hrana ima određena prehrambena svojstva uvjetovana energijom (koju (i) osigurava, (ii) osigurava smanjenu ili povećanu količinu i/ili (iii) ne osigurava) te hranjivom tvari ili drugom tvari (koje (i) sadrži, (ii) sadrži smanjenu ili povećanu količinu i/ili (iii) ne sadrži). Zdravstvena tvrdnja navodi, sugerira ili daje naslutiti da postoji određena veza između prehrambene kategorije, namirnice ili jedne od njezinih sastavnica i zdravlja. Mr. sc. Pollak istaknula je da se bez kontinuiranog praćenja i edukacije stručnog tima za odobravanje i kontrolu označavanja svih tvrdnji te edukacije i organizacije kontrolnih kuća i inspeksijskih organa neće moći provoditi kvalitetan i učinkovit nadzor na tržištu, čime će zaštita potrošača biti upitna.

Sudionici skupa upoznali su se i s nekim funkcionalnim proizvodima domaćih prehrambenih tvrtki, i to: Zvečeva d.d., Jamnice d.d. i Dukata d.d.

Tako je Svjetlana Škrabal, dipl. ing., rukovoditeljica Odjela kontrole u Zvečevu d.d., održala zapaženo predavanje o doprinosu čokolade funkcionalnoj prehrani, prikazujući rezultate znanstvenog istraživanja čokolade različitog udjela kakao-dijelova radi određivanja njihova polifenolnog sastava i antioksidacijskih svojstava. Udjel polifenola i antioksidacijski učinak čokolade povećavali su se proporcionalno udjelu kakao-dijelova, što znači da su čokolade s većim udjelom kakao-dijelova bogatiji izvor antioksidansa.

Mašenjka Katić, dipl. ing., rukovoditeljica razvoja Jamnice d.d., upoznala je sudionike sa specifičnostima razvoja funkcionalnih pića i uspjehom Smart proizvoda Jamnice d.d. Naime, ona je istaknula da se kao najčešći uzrok nepravilne prehrane navodi nedostatak vremena za pripremanje obroka pa je unos određenih sastojaka (vitamini, minerali, polifenoli, vlakna



i sl.) osvježavajućim napitcima praktičan način dopune hrane vrijednim hranjivim tvarima. To je vjerojatno i najveći uzrok zbog čega je segment funkcionalnih pića, u cjelini gledano, jedna od najbrže rastućih kategorija prehrambene industrije. Uspješna komunikacija i „pogađanje“ željenog segmenta potrošača ovisi upravo o umijeću prenošenja spoznaja u jednostavne zvučne marketinške slogane, unutar zakonske regulative.

Mr. sc. Inga Kesner-Koren, rukovoditeljica razvoja Dukata d.d., sudionicima je skupa približila funkcionalne mliječne proizvode te iznijela zanimljiv marketinški osvrt na tendencije i tržište Hrvatske. Skupinu „stare“ funkcionalne hrane osim „hrane+“ (obogaćene probioticima, prebioticima, mineralima, vitaminima, omega-3 masnim kiselinama) predstavlja i „hrana“ u kojoj je smanjen neki sastojak (proizvod s manjim udjelom mliječne masti, manji udjel mliječnog šećera ili pak dodatak umjetnih sladila umjesto šećera). Razvija se nova generacija funkcionalnih dodataka sa specifičnim djelovanjem: koenzim Q–izvor energije, za ljepotu iznutra, antioksidansi- biljni ekstrakti (antocijani, flavonoidi, polifenoli, karotenoidi, likopen)– zaštita organizma od štetnih slobodnih radikala, L-karnitin– izvor energije, za bolji rad srca, peptidi– za reguliranje arterijskog tlaka, steroli i stanoli– pomažu pri snizivanju kolesterola, konjugirana linolenska kiselina (CLA) i druge mješavine masnih kiselina– regulatori tjelesne mase. Mr. sc. Kesner-Koren istaknula je da cjelokupno tržište funkcionalne hrane raste i razvija se u dva osnovna smjera: „Zdravlje“ i „Stil života“. U prvom „Zdravlje“ možemo prepoznati proizvode s dodacima koji pozitivno utječu na probavni, imunološki, kardiovaskularni i koštani sustav, dok je u drugom „Stil života“ obuhvaćeno mlijeko i fermentirani proizvodi za ljepotu općenito, odnosno ljepotu tijela– dijetna

prehrana, hrana kao izvor energije i izdržljivosti, hrana protiv starenja i stresa te za bolji rad i razvoj mozga.

Među sudionicima skupa bili su i predstavnici brojnih Ministarstava (poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja; zdravstva i socijalne skrbi; gospodarstva, rada i poduzetništva), Hrvatske gospodarske komore, Hrvatskoga Zavoda za javno zdravstvo, Agronomskog i Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta te Medicinskog fakulteta iz Zagreba i Rijeke, Veleučilišta u Karlovcu i Šibeniku, Državnog inspektorata te niz predstavnika gotovo svih hrvatskih prehrambenih tvrtki.

Nakon završetka skupa jasno se nameće zaključak da hrvatska prehrambena industrija uvelike prati tendencije razvoja funkcionalnih proizvoda, što se vidi i po sve većem asortimanu prehrambenih proizvoda s različitim bioaktivnim dodacima i jakim zdravstvenim tvrdnjama koje je odobrilo Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi Republike Hrvatske. Kreiranje i proizvodnja zdravstveno ispravnog proizvoda, dobre hranjive vrijednosti, cijenom prihvatljivog, a ujedno i vrlo ukusnog, s jasnom komunikacijom s potrošačem, plod je sustavnog rada interdisciplinarnog tima širokog profila stručnjaka i znanstvenika.

Budućnost razvoja funkcionalnih proizvoda uvelike će ovisiti o edukaciji potrošača i promicanju znanja o pravilnoj prehrani.

Zbog velikog interesa sudionika (koji je bio kudikamo iznad svih očekivanja organizatora i raspoloživog kapaciteta dvorane) i njihove pohvale dobroj organizaciji ovoga skupa te potrebi organiziranja novih skupova, organizatori su najavili sljedeći o temi funkcionalne hrane što će se održati tijekom 2009. godine.

Doc. dr. sc. Draženka Komes



IREKS AROMA d.o.o.
Radnička c. 37
10000 Zagreb
CROATIA
Tel: +385 1 60 40 701
60 40 668
60 40 654
60 40 658
Fax: +385 1
E-mail: ireks@ireks-aroma.hr
www.ireks-aroma.hr



10010 ZAGREB ▪ Bani 100 - Buzin
Tel: 01 660 80 30 ▪ Fax: 01 660 80 40
timzip@timzip.hr



timzip
prehrana - tehnologije - razvoj



FP6 Projekt

Kratki naziv projekta
EU-FRESH BAKE

Naziv projekta

Proizvodnja svježih pekarskih proizvoda povećane prehrambene vrijednosti uz uštedu energije, a na zadovoljstvo potrošača i okoliša

Vrsta projekta: Ciljani istraživački projekti (STRP)

Prioritet: 5, Kvaliteta i sigurnost hrane

Godišnji porast udjela smrznutih pekarskih proizvoda na europskom tržištu proizvedenih „bake-off“ tehnologijom procjenjuje se na oko 10 % godišnje. Najveći rast se očekuje u zapadnim zemljama EU dok se u 12 novih zemalja članica još uvijek uglavnom konzumiraju zapakirani pekarski proizvodi proizvedeni konvencionalnim postupcima.

Obzirom da „bake-off“ tehnologija zahtijeva veću potrošnju energije u odnosu na konvencionalne tehnologije proizvodnje pekarskih proizvoda, cilj FP6 projekta EU-FRESH-BAKE (2006-2009), koji financira Europska Unija, fokusiran je na pronalaženje postupaka smanjenja potrošnje energije kao i povećanja prehrambene vrijednosti pekarskih proizvoda proizvedenih bake-off tehnologijom. Projekt traje 36 mjeseci, a završava u studenom 2009. godine. U projektu aktivno sudjeluju četiri istraživačka tima iz zemalja članica EU (Francuska, Poljska i Španjolska), dva istraživačka tima iz zemalja ne-članica EU (Hrvatska-Prehrambeno-biotehnoški fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Rusija) i pet partnera iz industrije (MIWE, Puracor, Biofurnil, Bezgluten i Dr Schär).

„Dosadašnji rezultati istraživanja su pokazali da primjena „bake off“ tehnologije u proizvodnji pekarskih proizvoda značajno utječe na njihovu prehrambenu vrijednost i to na dva načina“ rekao je koordinator projekta profesor Alain LeBail iz Ecole Nationale d'Ingénieurs des Techniques des Industries Agricoles et Alimentation (ENITIAA) u Nantu, Francuska. „Prvi je da polupečeni smrznuti kruhovi (pšenični bijeli kruh, bezglutenski kruh i ekološki integralni pšenični kruh) imaju niži glikemijski indeks u odnosu na iste proizvedene konvencionalnim postupcima. Utvrđeno je da djelomično pečenje rezultira manjim razaranjem granula škroba u tijestu, što u kombinaciji sa smrzavanjem, dovodi do smanjenja ukupne količine biorasploživih ugljikohidrata u kruhu, bez obzira na proces dopečenja kruha neposredno prije konzumacije.“

„Utvrđeno je također da se smrzavanjem tijesta značajno povećava aktivnost fitaze što ima za posljedicu povećanje biorasploživosti minerala, osobito u cjelovitom kruhu ili kruhu obogaćenom vlaknima. Definiranje receptura i procesnih

veličina u proizvodnji bezglutenskih i ekoloških kruhova primjenom «bake-off» tehnologije omogućit će oboljelima od celiakije, kao i svima onima koji brinu o svojoj prehrani da uvijek kod kuće mogu brzo i jednostavno pripremiti i konzumirati svježe pečeni kruh.“

Istraživanja su pokazala da se značajna količina energije u procesu proizvodnje kruha potroši na dopečenje polupečenog smrznutog kruha. Parenje i formiranje kore su također energetski zahtjevni. Stoga se u okviru projekta razvija nova industrijska peć koja bi trošila znatno manje energije u odnosu na konvencionalne peći. Također je utvrđeno da se potrošnja energije potrebne za smrzavanje kruha može bitno smanjiti pravilnim vođenjem procesa smrzavanja. Inovativne tehnike smrzavanja kao i inovativna oprema se također razvijaju. U projektu se također razmatra novi način označavanja prehrambene vrijednosti pekarskih proizvoda.

U okviru projekta napravljen je „Vodič dobre proizvođačke prakse“ koji sadrži ključne preporuke za smanjenje potrošnje energije u proizvodnji pekarskih proizvoda uporabom «bake-off» tehnologije i dostupan je na web stranici projekta (<http://eufreshbake.eu/eufreshbake>).

Tijekom listopada 2009. godine, bit će organizirano nekoliko konferencija na kojima će biti predstavljeni rezultati istraživanja u okviru projekta EU-FRESHBAKE i to (više informacija na web stranici projekta):

- Konferencija za europske potrošače i znanstvenike, koja će se održati u Grand Hotelu Adriatic, Opatija, 20. listopada 2009. u poslijepodnevnom satima (neposredno prije početka kongresa Brašno- Kruh '09).

- Konferencija za europske proizvođače pekarske opreme, koja će se održati u hotelu Tulip Inn, Dusseldorf, Njemačka, 06. listopada, 2009. u prijepodnevnom satima za vrijeme trajanja IBA sajma.

- Konferencija tijekom sastanka francuskih proizvođača i prerađivača žitarica (JTIC '09), koja će se održati u Reims, Francuska, 15. listopada 2009. u poslijepodnevnom satima.



Pistacije i zdravo srce

Šaka pistacija dnevno može zaštititi vaše srce, izvještaj je Daily Express-a u kojem opisuje studiju koja je pokazala da pistacija snižava „loši“ kolesterol u krvi. Pistacija sadrži lutein, antioksidans kojeg nalazimo u voću i povrću, a ujedno sadrži manje kalorija od kikirikija.

Mala studija koja je uključila 28 osoba pokazala je 10% sniženje LDL kolesterola kod onih koji su konzumirali do 126 grama slanijih pistacija dnevno, što je predstavljalo 20% ukupnog energetskeg unosa dnevno.

Prehrana za sudionike je bila strogo kontrolirana, a udio masnoća i soli u ostatku obroka je prilagođen tako da nije prelazio preporučeni nivo. Pratio se rezultat koji je trebao pokazati da sudionici koji su konzumirali pistacije manje podliježu srčanim bolestima i srčanom udaru.

Istraživači su ocjenjivali učinak dvije doze pistacija dodane niskokaloričnoj dijeti na čimbenik rizika kardiovaskularnih bolesti, uključujući lipide, lipoproteine, apolipoproteine i masne kiseline u plazmi.

Ukupno 28 osoba je uključeno u eksperiment, 10 muškaraca i 18 žena. Prva dva tjedna svi sudionici su se pridržavali uobičajenih američkih obroka. Nakon toga su bili podvrgnuti jednoj od tri vrste prehrane kroz četiri tjedna, dvije koje su uključivale različite doze pistacija i jedne kontrolne bez pistacija. Tada nakon dva tjedna stanke, počinju uzimati drugu vrstu obroka i zatim treću.

Sudionici su odabrani ako su imali povišeni LDL kolesterol (2.86 mmol/L ili više), a drugi parametri su bili u normali, dobro zdravlja i nepušači.

Obroci su kontrolirani, tako da je energetskegi nivo držan konstantnim kroz tri perioda hranjenja. Prosječan dnevni unos je bio 2,500 kalorija. Pistacija dijete su sadržavale 10%, odnosno 20% ukupnog energetskeg nivoa.

Uzorci krvi uzimani su zadnja dva dana nakon svakog dijetetskog perioda te je izvršena analiza naročito lipida, lipoproteina, apolipoproteina i masnih kiselina u plazmi.

Izvršena je statistička obrada rezultata, te se može zaključiti da u komparaciji s kontrolnom dijetom, dijeta s dva obroka pistacija dnevno signifikantno smanjuje ukupni kolesterol do 8%, LDL kolesterol do 11.6% i aktivnost plazma stearoil-CoA desaturaze do 1%. Pokazao se i doza-odgovor efekt odnosno viša doza pistacija, veći pozitivni odgovor.

Za sada još nije jasno koja komponenta pistacija potiče sniženje lošeg kolesterola. Važno je upozoriti na visok sadržaj soli u pistacijama, te važnost uravnoteženosti ostalog dijela obroka kako bi se izbjegla rizičnost povišenja krvnog tlaka i pojave kardiovaskularnih bolesti zbog prevelike količine soli.

Izvor: [http://www.sundayjournal.ie/health-news-from-nhs-choices/Pistachios-and-heart-health\(09-10-2008.\)](http://www.sundayjournal.ie/health-news-from-nhs-choices/Pistachios-and-heart-health(09-10-2008.))

Koliko je zdravo sojino mlijeko

Postavlja se pitanje koja je prednost konzumiranja sojinog mlijeka pred kravljim, te kako nadoknaditi nedostatak kalcija?

Česte su debate o tome je li kravlje mlijeko zdravo i je li uopće dobro za ljude. Povoljan je izvor proteina, kao i kalcija za izgradnju zdravih kostiju i održavanje njihove čvrstoće. Neki istraživači vjeruju da konzumiranje kravljeg mlijeka reducira rizik nastajanja bubrežnih kamenaca, rak crijeva i drugih zdravstvenih problema. Drugi smatraju da zasićene masnoće u kravljem mlijeku doprinose velikom problemu povišene tjelesne težine, povišenom kolesterolu i začepljenju arterija.

Poznati pedijatar dr. Benjamin Spock u posljednjem izdanu knjige „Zdravi razum u njezi dojenčadi i djece“ naglašava da je kravlje mlijeko namijenjeno teladi a ne djeci sugerirajući da je konzumiranje kravljeg mlijeka jedan od mogućih faktora dječjeg dijabetesa, respiratornih smetnji i problema sa sluhom. On ohrabruje majke da dojenčadi pružaju samo majčino mlijeko, a za stariju djecu preporučuje rižino i sojino mlijeko.

Najveće preporuke za zamjenu kravljeg mlijeka u prehrani ima sojino mlijeko koje sadrži približno istu količinu proteina, ali mnogo više vlakana. Sojino mlijeko reducira sadržaj kolesterola, sadrži izoflavone, prirodne biljne hormone koji djeluju kao antioksidansi i uključeni su u mnoge povoljne aspekte

čovječjeg zdravlja kao npr. olakšavanje simptoma menopauze, zaštitu zdravlja prostate, bolje zdravlje kostiju, zaštitu srca i smanjenje rizika od raka.

Mnogi smatraju da sojino mlijeko sadrži manje kalcija od kravljeg mlijeka, što je istina, jer sojino mlijeko sadrži samo šestinu kalcija usporedbom iste količine jednog i drugog mlijeka. To se može riješiti jednostavnim obogaćivanjem sojinog mlijeka kalcijem do odgovarajuće količine. Studije su pokazale da ljudski organizam apsorbira 75% više kalcija iz sojinog mlijeka nego iz kravljeg.

Međutim, sojino mlijeko ipak nije za svakog. Dr. Joseph Mercola, koji održava jednu od najpopularnijih web-stranica o prirodnom održavanju zdravlja, upozorava da sojino mlijeko može inhibirati rad štitnjače, tako da ljudi s bolesnom štitnjačom trebaju izbjegavati sojino mlijeko. Neki istraživači su uočili da sojino mlijeko može inhibirati apsorpciju proteina i minerala u nekim slučajevima.

Druge alternative kravljem mlijeku su rižino mlijeko, bademovo mlijeko, mlijeko od zobi i čak od konoplje. Prema web-stranici Sixwise.com mlijeko od badema je bogato magnezijem, kalijem, manganom, bakrom, antioksidativnim vitaminom E, selenom i kalcijem i jedan je od najhranjivijih zamjena za krav-



lje mlijeko, ujedno ne sadrži kolesterol i niske je kalorijske vrijednosti. Rižino mlijeko je bogati izvor ugljikohidrata i dobra je zamjena za kulinarske svrhe.

Mlijeko od konoplje koje se radi od sjemenki konoplje koje ne sadrže psihoaktivne sastojke, dobar je izvor proteina, kalcija, omega masnih kiselina, vitamina i minerala. Dobra alternativa je

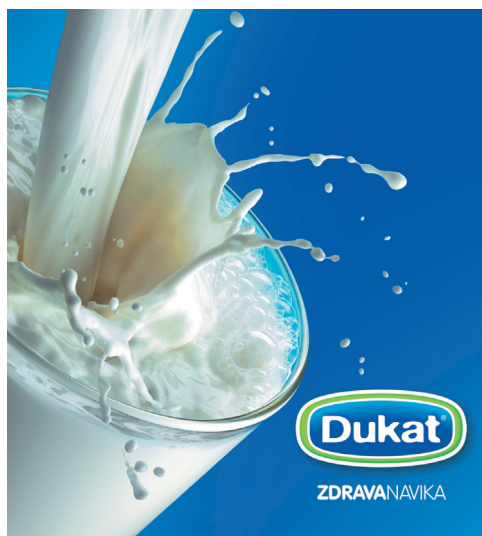
i zobeno mlijeko, koje je bogato vlaknima, ne sadrži kolesterol i laktozu, sadrži vitamin E, folnu kiselinu i druge zdrave elemente i minerale.

Izvor: <http://www.thedailygreen.com/environmental-news/latest/soymilk-460908> (9.10.2008.)

Nagrade i stipendije Biotehničke zaklade

Biotehnička zaklada PBF-a osnovana je 1996. godine s ciljem podupiranja kreativnog i stvaralačkog djelovanja studenata i mladih istraživača u područjima biotehnologije, prehrambene tehnologije, nutricionizma i zaštite okoliša. Inicijativu za osnivanje Zaklade zajednički su pokrenuli djelatnici PBF-a i srodne industrije u području prehrambene tehnologije i biotehnologije. Zaklada PBF-a se financira isključivo sredstvima donatora - uglednih gospodarstvenih tvrtki Republike Hrvatske. Do sada je Zaklada PBF-a dodijelila preko 60 stipendija, 35 potpora te 8 godišnjih nagrada.

U sklopu obilježavanja 12. godišnjice djelovanja Zaklade PBF-a 30. listopada 2008. u Vijećnici PBF-a održana je svečana dodjela stipendija, potpora i godišnje nagrade najboljim studentima i mladim istraživačima. Godišnja nagrada Zaklade PBF-a dodijeljena je dr.sc. Anet Režek Jambrak dipl.inž., iz Laboratorija za procesno-prehrambeno inženjerstvo. Stipendije u iznosu 900 kn mjesečno tijekom 10 mjeseci dodijeljene su studentima: Denisu Đermadi Bebek, Iliji Briziću, Martini Ivanjko, Ivi Nižić, Ivani Rumora i Boži Vidić. Potpore u iznosu 3000 kn dobili su studenti: Domagoj Gabrić, Milna Tudor i Ana Tušek.





Dinko Sinčić

Biodizel: Svojstva i tehnologija proizvodnje

229 str.; meki uvez

Nakladnik: Prehrambeno-biotehnoški fakultet (Razvojno središte za kemijsko, biokemijsko i prehrambeno inženjerstvo), Pierottijeva 6, Zagreb

ISBN: 978-953-96846-8-4



O biodizelu i biogorivima posljednjih se nekoliko godina često raspravlja pa bi se moglo ustvrditi da je to postala popularna tema u javnim i stručnim raspravama u nas. U te su rasprave uključeni najrazličitiji profili diskutanata, često u nesrazmjeru s razinom svog stručnog znanja i poznavanja materije o kojoj govore. Stoga su netočnosti (čak i u pogledu osnovne terminologije!), krive

interpretacije pa čak i nerazumijevanje značenja biogoriva općenito, česte i u stručnim časopisima.

Knjiga Dinka Sinčića, *Biodizel: Svojstva i tehnologija proizvodnje*, mogla bi pripomoći uklanjanju nekih od navedenih manjkavosti. To je, naime, prva knjiga u nas o tehnologiji biogoriva. Kao što autor u predgovoru navodi, u njoj su sustavno prikazana svojstva biodizela, njegove prednosti i nedostaci te uvedena i usklađena hrvatska terminologija. To je bilo posebno važno zbog toga što se biodizelom bave stručnjaci različitih struka koji često stručne termine prevode doslovno s engleskog jezika, pa se tako npr. miješaju dva potpuno različita pojma kao što su plamište (engl. *flash point*) i točka zapaljenja (engl. *ignition point*).

U knjizi su sustavno prikazani kemijski, kemijsko-inženjerski i tehno ekonomski aspekti proizvodnje biodizela. Dana su jednostavna objašnjenja ključnih pojmova, što je posebice važno za one koje zanima biodizel, a nemaju kemijsko ili kemijsko-inženjersko obrazovanje. Sustavno su izloženi brojni literaturni izvori (271 ukupno). Sve je to obrađeno u osam poglavlja uz zaključke koji u širem kontekstu promatraju problem biodizela i njegove proizvodnje, posebice u našoj zemlji.

U prvom se poglavlju knjige - Zašto biodizel i bioetanol? – pokazuje jednostavnim izračunima i podacima da zamjena fosilnih goriva biogorivima nije nova tehnološka moda, već prijetnja potreba kojoj je svrha očuvanje krhke ekološke ravnoteže našeg planeta. Naime, samo potrošnja sada poznatih zaliha nafte s novih će 480 milijardi tona ugljikovog dioksida „obogatiti“ našu atmosferu. Time se udjel CO₂ u atmosferi s oko 300 ppm-a početkom stoljeća povećava na oko 550 ppm-a. Potrošnjom svih fosilnih goriva odnosno „otkapanjem“ zakopanog CO₂, rekreira se zapravo ono stanje u atmosferi koje je vjerojatno vladalo u doba njihova nastanka - vlažno, vruće s visokim udjelom CO₂,

pogodno za bujanje vegetacije. Dio novonastalog ugljikovog dioksida otapa se u vodama, što uzrokuje smanjenje pH voda i mora i utječe na procese stvaranja karbonatnih struktura morskih životinja, pa se o posljedicama može tek nagađati.

U ovom se poglavlju raspravlja i o raspoloživosti sirovina za onu proizvodnju biodizela koju traže postavljeni ciljevi Europske unije za zamjenu fosilnih goriva biogorivima, a daje se i usporedni prikaz stanja razvoja kapljevih biogoriva iz različitih sirovina.

U drugom se poglavlju najprije definira biodizel prema američkoj, europskoj i domaćoj normi te zorno prikazuje odvijanje ključne kemijske reakcije u njegovu dobivanju transesterifikacije – preesterifikacije. Potom se analiziraju prednosti i nedostaci biodizela. Izvedena je najprije točnija srednja formula fosilnog dizela i na temelju toga izračunato stvarno smanjenje emisije CO₂ uporabom biodizela različitog podrijetla. Ističe se da bi za cjelovito tretiranje iskoristivosti biljnog izvora energije trebalo uzeti u obzir uzeti i energetski sadržaj stabljike. Oспорava se često prisutna teza da razvoj biogoriva doprinosi porastu cijena hrane te time i gladi u svijetu. Radi se o floskuli, koja potječe - može se s dosta razloga reći - naftnog lobija, jer je pitanje cijena hrane i fosilnih goriva čisto političko (u širem smislu) pitanje. Jer kako drugačije protumačiti činjenicu da je proizvodna cijena nafte na Bliskom istoku oko 5\$/barrel, a na tržištu je dosegla 2008. i 150 \$/barrel? Što se pak hrane tiče, ilustrativno je da je izvoz kukuruza iz SAD-a (najveći svjetski proizvođač), sirovine za bioetanol i važne namirnice, stalno rastao proteklih godina unatoč snažnom povećanju proizvodnje bioetanola jer je povećanu potražnju pratilo i povećanje proizvodnje. Uz to, cijena kukuruza nije se znatnije mijenjala osim naglog porasta u 2008., do čega je došlo u prvom redu zbog izrazito sušne 2007. godine u Europi. Povećanje proizvodnje u Europi 2008. relativno je brzo vratilo cijene na „normalnu“ vrijednost.

Dileme oko biogoriva i cijene hrane mogu se sažeti u jednu tvrdnju: ništa manje gladnih u svijetu nije bilo prije zamaha industrije biogoriva niti bi ih bilo da se obustavi sva proizvodnja biogoriva iz sirovina koje mogu biti i hrana. U prilog tome ide i činjenica da razvijene zemlje čak stimuliraju *ne*-proizvodnju hrane, lako zaboravljajući gladne u Africi, a još lakše siromašnije u Europi. Stručnjaci bi ipak trebali isticati ključnu činjenicu: smanjenje emisije stakleničkih plinova nije ništa manje važno od pitanja hrane.

Kao jedan od najčešće isticani nedostatak biodizela spominje se povećana emisija dušikovih oksida. Pokazano je kako



kemijski sastav biodizela utječe na tu emisiju. Sljedeći je nedostatak biodizela smanjeni sadržaj energije u odnosu na petrodizel. Na primjeru testiranja usporedne uporabe petrodizela i biodizela u Boulderu, Colorado, SAD, pokazano je da je povećanje potrošnje biodizela u odnosu na petrodizel manje od razlike u sadržaju energije. Toplinske značajke biodizela predstavljene su toplinama sagorijevanja i prvi put cjelovitim podacima o toplinskim kapacitetima za komponente biodizela. Također je pokazano koje su komponente biodizela uzrok posebno dobrog svojstva biodizela – mazivosti.

Treće poglavlje donosi opis značajki nekatalitičkih i katalitičkih postupka transesterifikacije te transesterifikacije *in-situ*. To poglavlje završava raspravom o kinetici transesterifikacije.

U poglavlju „Procesni aspekti transesterifikacije“ posebno se govori o karakteristikama i pripremi sirovina, odabiru, vrstama i značajkama katalizatora. Posebno se ukazuje na bitne faktore o kojima je potrebno voditi računa pri uporabi korištenih ulja kao sirovine. Često se, naime, korištena ulja smatraju važnom sirovinom, ali im je potrebna predobrada, što podiže njihovu nisku cijenu. Uz to, količina im je nedostatna za ozbiljnije proizvodne kapacitete.

U bilancama mase i energije izveden je proračun molarne mase repičinog, sojinog i suncokretovog ulja te njihove srednje bruto formule kao i proračun iskorištenja jer se u praksi često manipulira tim podacima. Posebno se često iskorištenje izračunava kao omjer dobivenog biodizela i uporabljenog ulja što je pogrešno. Izvedene su srednje formule repičinog i suncokretovog ulja na temelju podataka o njihovom sastavu dobivenom iz domaćih uljara. Posebno je analizirana toplina reakcije transesterifikacije, računski i eksperimentalno.

U poglavlju o tehnološkim aspektima proizvodnje biodizela analiziraju se čimbenici cijene biodizela s posebnim osvrtom na cijene sirovina i mogućnosti uporabe nusprodukta glicerola. U procesu dobivanja biodizela nastaje, naime, glicerol u količini od oko 10% mase vegetabilnog ulja ili masti. To nije čista kemikalija već smjesa glicerola, soli i vode. Iz te se smjese glicerol može izdvojiti s različitim stupnjem čistoće, što se neposredno odražava i u njegovoj cijeni i time utječe na profitabilnost čitavog procesa.

U sedmom se poglavlju daje cjelovit prikaz značajnijih industrijskih proizvodnih postupaka te usporedno pokazuju razlike u iskorištenju, potrošnji energije i sličnim bitnim proizvodnim parametrima. Posebno se predstavljaju i dvije nestandardne tehnologije. Jedna koja koristi heterogeni katalizator i druga koji sustav pretvara u homogeni. Svaka od tih tehnologija ima određene prednosti i nedostatke koji se detaljnije analiziraju.

U osmom poglavlju „Novi pravci u proizvodnji biodizela“ govori se najprije o algama kao mogućem izvoru sirovina za proizvodnju biodizela. Naime, uz sav napredak na poboljšanju prinosa glavnih izvora vegetabilnih ulja (repica i soja) te znatan porast proizvodnje iz relativno novih izvora (palma, jatropha), raspoložive površine za proizvodnju ulja kao industrijskih sirovina pokazale su se nedovoljnim. Izlaz je potražen u algama. Alge su, naime, i do 30 puta djelotvorniji pretvarači sunčeve energije i ugljikovog dioksida po jedinici uzgojne površine od biljaka zbog svoje jednostavnije stanične strukture. Navodi se jedna zanimljiva ideja iz literature da se izgradnja ovakvih sustava izvodi uz termoelektrane čiji ispušni plinovi sadrže do 13 % CO₂, pa bi se tako štetan staklenički plin umjesto zagađivanja atmosfere trošio kao sirovina za proizvodnju biogoriva. Intenzivna istraživanja algi kao mogućeg izvora ulja tj. sirovine za biodizel, napravljena su krajem prošlog stoljeća. Optimizam temeljen na obećavajućim početnim rezultatima umanjili su praktični problemi, i s tim u vezi cijena, izdvajanja ulja pri uzgoju industrijski relevantnih količina. Zbog toga su na ovom području prijeko potrebna dodatna istraživanja.

U zaključnom poglavlju autor sažima opsežnu materiju iz knjige u formi kratkih natuknica na vrlo zanimljiv i angažiran način, a čini nam se posebno zanimljiv izdvojiti jedan zaključak:

„Aktivnost domaćih kemijskih inženjera na razvoju vlastitih postupaka i analizi fenomena procesa proizvodnje biodizela nezamjetna je. Hoće li samo političari biti odgovorni za novu tehnološku kolonizaciju koja je već započela?“

Na kraju može se ustvrditi da je knjiga Dinka Sinčića, *Biodizel: Svojstva i tehnologija proizvodnje*, vrijedno djelo u području biogoriva i kemijskog inženjerstva. Autor je, naime, znanje iz kemijskog inženjerstva primijenio na sve dijelove proizvodnje i korištenja biodizelskog goriva, pa je po tome je knjiga jedinstvena čak i u svjetskoj literaturi o biodizelu.



Popis događaja u 2009. i 2010. godini

SVIBANJ			
11.-15.	29th International Exhibition-Congress on Chemical Engineering, Environmental Protection and Biotechnology (ACHEMA 2009)	Frankfurt am Main, Njemačka	http://skrati.net/achema
A mirror of the diversity of topics of the exhibition, the ACHEMA congress programme covers the complete spectrum of process engineering and supplements its classic aspects with special, highly topical series of lectures.			
21.-22.	The Third European Workshop on Food Engineering and Technology	Napulj, Italija	www.efce.info/section/food

LIPANJ			
02.-06.	International Wheat Quality Conference Wheat Science Dynamics	Saskatoon, Kanada	http://skrati.net/wheat
06.-10.	IFT Annual Meeting & Food Expo	Annaheim, SAD	http://www.ift.org
09.-11.	Food and Function (International Scientific Conference on Nutraceuticals and Functional Food)	Zilina, Slovačka	www.foodandfunction.com
13.-15.	4th International Conference on Sustainable Development and Planning	Limmasol, Cipar	http://skrati.net/sustain
The conference will be of interest to planners, environmentalists, engineers, architects, ecologists, economists, policy makers and other governmental officials, researchers and academics involved in the field of sustainability.			
14.-19.	Nanotechnology for the Study of Cellular and Molecular Interactions	Barga, Italija	http://skrati.net/nanot
22.-23.	PROBIOTECH 2009	Nantes, Francuska	http://www.probiotech.eu
28.-03.	XXXII World Congress of Vine and Wine	Zagreb, Hrvatska	http://skrati.net/wine
This conference will focus on themes for exploiting nanoscale tools to interrogate cellular and molecular interactions.			
15.-18.	The International Symposium on Food Rheology and Structure	Zürich, Švicarska	http://skrati.net/reolo
The symposium is devoted to rheology of food and related systems, to food structure and structure analysis, and to the complex relationship between food processing, structure, rheology and resulting food quality.			
24.-26.	ICBFE 2009 : "International Conference on Biotechnology and Food Engineering"	Pariz, Francuska	http://skrati.net/icbfe
Congress aims to bring together researchers, scientists and engineers to exchange and share their experiences and research results about all aspects of Biotechnology and Food Engineering, and discuss the practical challenges encountered and the solutions adopted.			



SRPANJ			
1.-3.	16th International Conference on Thermal Engineering and Thermogrammetry (THERMO)	Budimpešta, Mađarska	http://skрати.net/thermo
1-3.	4th International Dietary Fibre Conference 2009	Beč, Austrija	http://skрати.net/fibre
1.-3.	World Congress on Engineering 2009	London, Velika Britanija	http://skрати.net/wce09
2.-4.	In Vino Analytica Scientia 2009	Angers, Francuska	http://skрати.net/vinoana
5.-9.	Biochemical Engineering XVI	Burlington, SAD	http://skрати.net/bioeng
5.-8.	Euro Food Chem XV	Kopenhagen, Danska	http://skрати.net/eurofood
6.-8.	Functional Molecules from Natural Sources	Oxford, Velika Britanija	http://skрати.net/funct
This conference aims to highlight current trends, challenges and successes in the exploitation of natural products.			
29.-31.	ICBB 2009 : "International Conference on Biosciences and Biotechnology"	Prag, Češka	http://skрати.net/icbb
The ICBB 2009 aims to bring together researchers, scientists, engineers, and scholar students to exchange and share their experiences, new ideas, and research results about all aspects of Biosciences and Biotechnology.			
KOLOVOZ			
15.-17.	ICBN 2009 : "International Conference on Biotechnology and Nanotechnology"	Singapur, Singapur	http://skрати.net/icbn
The ICBN 2009 aims to bring together researchers, scientists and engineers to exchange and share their experiences, new ideas, and research results about all aspects of Biotechnology and Nanotechnology.			
16.-21.	The 55th International Congress of Meat Science and Technology	Kopenhagen, Danska	www.icomst2009.dk
23.-27.	8th World Congress of Chemical Engineering (WCCE8)	Montreal, Kanada	http://www.wcce8.org/
Technical program will emphasize the key role played by chemical engineers from all around the world in developing the processes and products needed by humanity in a more sustainable way			
31.-02.	5th CIGR International Technical Symposium on Food Processing, Monitoring Technology in Bioprocesses and Food Quality Management	Potsdam, Njemačka	www.atb-potsdam.de/CIGRPostharvest2009
RUJAN			
08.-10.	3rd International EuroFIR Congress, 'European food composition data for better diet, nutrition and food quality'	Beč, Austrija	http://www.eurofir.net/
08.-12.	6th International Conference on Predictive Modeling in Foods	Washington DC, SAD	ddonze@helmsbriscoe.com



14.-18.	Enhanced compact and ultra-compact heat exchangers: From microscale phenomena to industrial applications	San Jose, Kostarika	http://skrati.net/heat
Conference theme spans a wide spectrum of topics from the investigation of microscale science to industrial applications of this important class of heat exchange equipment which can provide cost effective solutions to complex contemporary heat transfer challenges in a way that serves the energy and sustainability needs of society.			
18.-20.	International Conference on Biotechnology and Bioinformatics	Bangalore, Indija	http://skrati.net/iscb
The conference objective is to showcase research and development activities in Biotechnology and Bioinformatics			
20.-24.	IDF World Dairy Summit	Berlin, Njemačka	www.NIZOdairyconf.elsevier.com
22.-25.	ABIC — International Conference on Agricultural Biotechnology	Bangkok, Tajland	http://skrati.net/abic
In conjunction with the conference, there will be a trade exhibition namely BioAsia 2009 in which more than 5,000 visitors and over 100 exhibitors will be participating.			
27.-30.	World Congress on Oils and Fats & 28th ISF Congress	Sydney, Australija	http://skrati.net/oils
The program for the Congress will include themes related to Health and Nutrition, Processing, Lipid Chemistry, Olive Oil, Aquaculture, Lipid Bioscience and Genomics, Oleochemicals, Antioxidants, Biodiesel and Lipids in Animal Science.			
LISTOPAD			
09.-11.	International Conference on Chemical, Biological and Environmental Engineering	Singapur, Singapur	http://www.iacsit.org/cbee/index.htm
4.-9.	Elektrokinetic processes in chemical engineering	Niagara Falls, Kanada	http://skrati.net/kinet
10.-14.	Anuga- Internationale Ernährungsmesse	Köln, Njemačka	www.anuga.com
18.-21.	Delivery of Functionality in Complex Food Systems	Wageningen, Nizozemska	www.delivery-of-functionality.com
21.-23.	5th International and the 7th National Congress of Cereal Technologists "Flour - Bread '09"	Opatija, Hrvatska	http://www.ptfos.hr/brasno-kruh/
19.-21.	The 6th Asia-Pacific Drying Conference (ADC2009)	Bangkok, Tajland	www.adc2009.com
STUDENI			
04.-06.	4th International Symposium on Recent Advances in Food Analysis	Prag, Češka	www.rafa2009.eu
06.-07.	EMBO/EMBL science and society conference: Food, sustainability and plant science: a global challenge	Heidelberg, Njemačka	
17.-19.	Food ingredients Europe 2009	Frankfurt, Njemačka	http://skrati.net/foodingr



STUDENI			
04.-06.	4th International Symposium on Recent Advances in Food Analysis	Prag, Češka	www.rafa2009.eu
06.-07.	EMBO/EMBL science and society conference: Food, sustainability and plant science: a global challenge	Heidelberg, Njemačka	
17.-19.	Food ingredients Europe 2009	Frankfurt, Njemačka	http://skrati.net/foodingr
PROSINAC			
12.-13.	Malaysian International Conference on Trends in Bioprocess Engineering (MICOTriBE 2009)	Kuala Lumpur, Malezija	http://skrati.net/malay

2010.			
10.-15.01.	Microencapsulation for Separations and Controlled Release	Santa Fe, SAD	
20.-24.04.	Food colloids 2010	Granada, Španjolska	
09.-12.05.	Advances in Science and Engineering for Brackish Water and Seawater Desalination	Kalabrija, Italija	
16.-19.05.	Fluidization XIII	Gyeong-ju, Koreja	www.engconfintl.org/10af.html
09.-11.06.	IDF Symposium on Microstructure of Dairy Products	Tromsø, Norveška	
22.-26.08.	15th World Congress on Food Science and Technology	Cape town, Južna Afrika	http://www.iufost2010.org.za/
23.-27.08.	20th International Congress on Acoustics	Sydney, Australija	
14.-17.09.	Nanoscience and Nanotechnology for Biological/Biomedical/Chemical Sensing	Kanarski otoci, Španjolska	
04. - 08.11.	World Dairy Summit	Auckland, Novi Zeland	www.wds2010.com
06.-13.05.	Tasting Australia	Adelaide, Australija	www.tasting-australia.com.au
01.-06.08.	19th World Congress of Soil Science	Brisbane, Australija	



Prof. dr. sc. Vladimir Marić, dipl. inž.
redoviti profesor u trajnom zvanju

Dana 22. svibnja 2009. godine preminuo je dr. sc. Vladimir Marić, redoviti profesor Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i redoviti član Akademije tehničkih znanosti Hrvatske. Diplomirao je na Biotehnološkom odjelu Tehnološkog fakulteta u Zagrebu 1964. godine. Doktorirao je 1973. godine u području Biotehničkih znanosti, a za redovitog profesora Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu izabran je 1980. godine. Funkciju dekana Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu obnašao je u periodu od 1984-1988. godine.

Znanstveno-istraživački rad prof. dr. sc. Vladimira Marića bio je usmjeren na različita područja biotehnologije i bioprocenog inženjerstva. U svojim prvim znanstvenim istraživanjima profesor Marić se bavi kontinuiranom tehnikom vođenja mikrobnih procesa što je za ono vrijeme bila vrlo zahtijevna tematika kojom se tada bavilo svega nekoliko vrhunskih laboratorija u svijetu. Svoj znanstveni rad na kontinuiranim procesima nastavlja kao voditelj projekta "Biosinteza proteina", te zajedno s timom od dvadesetak istraživača razvija proizvodnju kvasčeve i bakterijske biomase na metanolu i ugljikovodicima. I to je u to vrijeme bila vrhunska tehnologija na globalnoj razini. Rad na tom projektu rezultirao je patentnom zaštitom postupka. Nakon toga, profesor Marić vodi mnoge zahtjevne projekte u kojima su proučavani i razvijani postupci izolacije, čuvanja i primjene biološki aktivnih biomasa (tzv. starter kulture kao što su npr. bakterije octene ili mliječne kiseline itd.) i metabolita (npr. različite fiziološki aktivne tvari iz kvasaca), uvodeći tako među prvima koncept proizvodnje mikrobnih starter kultura. Kasnije nastavlja rad na mikrobnom metabolizmu, te intenzivira istraživanje na konstrukciji i znanstvenoj karakterizaciji potpuno novog tipa bioreaktora tzv. horizontalnog rotirajućeg cijevnog bi-

oreaktora koji će postati znak prepoznavanja njegovog Laboratorija u međunarodnoj znanstvenoj zajednici.

Autor je preko 150 znanstvenih i stručnih radova, 12 knjiga, 2 monografije i 6 sveučilišnih udžbenika. Održao je mnoga znanstvena i stručna predavanja na skupovima u zemlji i inozemstvu. Bio je predsjednik Znanstvenog područnog vijeća za biotehničke znanosti, član Nacionalnog znanstvenog vijeća i član Znanstvenog savjetodavnog Komiteta Europske federacije za biotehnologiju. Bio je zamjenik glavnog urednika znanstvenog časopisa "Food Technology and Biotechnology" i glavni urednik stručnog časopisa "Svijet piva". Bio je stalni suradnik Leksikografskog Zavoda Miroslav Krleža, Hrvatske opće enciklopedije i četverojezičnog Tehničkog leksikona.

Svoje veliko znanje prenosio je gospodarstvu kroz brojne suradnje, među kojima se posebno ističu, suradnje s pivovarama u Hrvatskoj i susjednim zemljama. Bio je predsjednik Tehničke komisije za pića pri Hrvatskoj gospodarskoj komori za dodjeljivanje znakova "Izvorno hrvatsko" i "Hrvatska kvaliteta". Dobitnik je brojnih nagrada i priznanja među kojima se ističu nagrada "Fran Bošnjaković" 2000. godine i Državna nagrada za znanost 2008. godine, u kategoriji "Nagrada za životno djelo" zbog iznimnog doprinosa razvoju biotehničkih znanosti, a posebno biotehnologije i bioprocenog inženjerstva u Hrvatskoj.

Ogromno znanje i praktično iskustvo profesor Marić je nesebično prenosio na studente i mlađe suradnike. Odgojio je generacije inženjera koji danas zauzimaju odgovorne funkcije u industriji, administraciji i akademskoj zajednici.

Njegovo ime ostat će upamćeno u povijesti hrvatske biotehnologije, bioprocenog inženjerstva i pivarstva.

Prof. dr. sc. Margareta Glancer – Šoljan, dipl. inž.
redovita profesorica u trajnom zvanju

Dana 31. prosinca, 2008. u 65. godini života zauvijek nas je napustila naša draga kolegica, dr.sc. Margareta Glancer – Šoljan, red.prof. Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu.

Vijest o preranoj smrti naše drage kolegice, sve nas je iznenadila i zatekla, iako smo znali da je teško bolesna. Vjerovali smo da će i ovaj puta uspjeti pobijediti tešku bolest, kao što je to već jednom učinila, te da će još dugo iako je odlučila otići u mirovinu, biti s nama i uživati u svojoj obitelji i unucima koje je neizmerno voljela i o kojima je stalno pričala.

Dr.sc. Margareta Glancer – Šoljan, red.prof. Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu rođena je 1944. godine u Tesliću (BiH) gdje je završila osnovnu i srednju Tehničku školu kemijski smjer. Diplomirala je na Tehnološkom fakultetu u Tuzli 1971. godine. Poslijediplomski studij Kemijskog inženjerstva upisala je 1973. na Tehnološkom fakultetu u Zagrebu i magistrirala 1976. Doktorat je obranila 1977. na Tehnološkom fakultetu u Zagrebu iz područja Tehničkih znanosti polje Procesno inženjerstvo.

Tijekom 1978. i 1979. boravi na Massachusetts Institute of Technology (MIT) Cambridge, u SAD. Od 1971. zaposlena je kao tehnički suradnik na Tehnološkom fakultetu u Zagrebu, biotehnološki odjel, a 1973. godine izabrana je na istom fakultetu za asistenta.

Za docenta je izabrana 1979., a u zvanje redovitog profesora izabrana je na Prehrambeno – biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 1986. godine, gdje je vodila kolegije iz područja obrade otpadnih voda i otpadnih materijala na dodiplomskim i poslijediplomskim studijima. Bila je izuzetan nastavnik, koji je svojim

studentima na jednostavan i pristupačan način prenosila potrebna znanja, pokušavajući im istodobno prenijeti i usaditi ljubav prema prirodi koja nas okružuje i njenoj zaštiti čemu je posvetila svoj radni vijek. Područje njenog znanstveno – istraživačkog rada bila je selekcija mikroorganizama iz različitih prirodnih staništa za pripremu mješovitih mikrobnih kultura aktivnih u razgradnji kemijskih sastojaka prisutnih u otpadnim vodama i otpadnom materijalu različitog podrijetla, te za pripremu različitih proizvoda mikrobne sinteze kao vrijednih produkata primjenjivih u kemijskoj, farmaceutskoj i prehrambenoj industriji.

Bila je mentor preko 80 diplomskih radova, 5 magistarskih radova i 8 doktorata. Bila je voditelj 5 domaćih i dva međunarodna znanstvena projekta. Publicirala je više od 60 znanstvenih radova i 7 patenata. Suradivala je sa mnogim istraživačkim institutima i različitim industrijama u zemlji i inozemstvu.

Za svoj bogati znanstveni i stručni rad dobila je nagrade „Nikola Tesla“ i „Kliment Ohridski“ 1988. Za inovacije dobila je nagrade udruženja „International Federation of Inventors Associations“ (IFIA) 1995. i ARCA na Hrvatskoj izložbi izuma, novih ideja, proizvoda i tehnologija 2003.

Prof.dr.sc. Margareta Glancer – Šoljan bila je izvrsna znanstvenica i vrijedna radnica, dobra kolegica i suradnica, te je stoga naša tuga zbog njenog preranog odlaska još veća. Bila je uvijek puna energije, ideja i elana, a istovremeno je bila samozatajna i nenametljiva. Tako nas je i napustila.

Poštovana gospođo profesor, nakon svih poteškoća kroz koje ste prošli tijekom svog životnog puta, želimo Vam da počivate spokojno i u miru.



Mr.sc. Eleonora Perlov – Narančić, dipl. inž.

Početak ljeta preminula je kolegica Eleonora Perlov – Narančić. Rođena je u Bitoli u Makedoniji 11.03.1930. godine. Eleonora je djetinstvo provela u Bitoli, uz rijeku Dragor, u centru najpoznatije makedonske kotline Pelagonije dolazeći u kontakt s kulturnim i povijesnim naslijeđem tog kraja. U Bitoli je završila osnovnu školu, u Zagrebu gimnaziju 1949. godine te diplomirala 1959. godine na Strojarsko-brodograđevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Po završetku studija zaposlila se u projektnoj organizaciji Sanitoprojekt. 1960. godine je bila izabrana za asistenta u Zavodu za tehnološke operacije, Biotehnološkog odjela Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Vodila je laboratorijske vježbe, pismene ispite, sudjelovala u suradnji s privredom na izradi idejnih i glavnih projekata, te ostalim asistentskim poslovima. Stručni ispit za ovlaštenog projektanta položila je 1961. godine. Poslijediplomski studij kemijsko inženjerstvo upisala je 1973. godine na Tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Magistarski rad pod naslovom „Trodimenzionalni i,x –dijagram vlažnog zraka“ obranila je 1977. godine na Tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, znanstveno područje tehničke znanosti i znanstveno polje kemijsko inženjerstvo. Od 1977. godine sudjeluje u nastavi kolegija Osnove strojarstva, a od 1982. godine prelazi u Laboratorij za strojarstvo i organizira nastavu, ispite i vježbe. Objavila je 3 znanstvena

rada u domaćim znanstvenim časopisima, jedan rad u zborniku radova međunarodnog znanstvenog skupa, 7 radova u zbornicima radova domaćih znanstvenih skupova, jedno poglavlje u knjizi, 10 idejnih projekata, 23 glavna projekta i 2 konstrukcijske izvedbe fermentora, te sudjelovala referatima na velikom broju skupova u zemlji i inozemstvu.

U nastavnoj se djelatnosti i kao mentor studentima u diplomskim radovima trudila na sve načine da se osposobe za suvereno vladanje praktičnim inženjerskim vještinama uz dobro razumijevanje teorije, posvećujući posebnu pozornost razumijevanju i interpretaciji suvremenih dostignuća na području tehnike. Kao mlađi kolega s koji je sjedila u istoj sobi skoro dvadeset godina svjedočim da je nesebično prenosila znanje i iskustvo mladim kolegama pomažući im u savladavanju mnogobrojnih poteškoća s kojima se i sama susretala u nastavi i stručnom radu.

Bila je brižna supruga i majka, stalno se brinula za svoju obitelj i ne samo za njih nego i za svoje sestre. Posebno treba istaknuti njezinu veliku majčinsku ljubav prema sinovima.

Prolazeći hodnikom na prvom katu zgrade Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu često se sjetim naše Lole i njenog dobrog majčinskog srca i kolegijalne srdačnosti kojom je sve dočekivala.

Dr.sc. Marijan Bošković, dipl. inž.

Dr.sc. Marijan Ante Bošković rođen je 1939. g. u Zagrebu gdje se i školovao. Diplomirani je inženjer prehrambene tehnologije (1963. godine, Tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu). Koristeći stipendiju Fulbrightovog programa završio je poslijediplomski studij na Massachusetts Institute of Technology (MIT) u Cambridgeu, SAD 1968. i stekao naslov magistra znanosti o hrani i prehrambenoj tehnologiji godine te doktorirao iz područja biotehničkih znanosti na Tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 1972. godine. Od 1966. do 1968. angažiran je kao postdiplomski asistent u Department of Nutrition and Food Science na MIT-u. Nakon povratka iz SAD vraća se na Biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu na mjesto starijeg asistenta gdje ostaje do 1972. godine.

Od 1972. do 1974. godine radi u Coca-Cola Export Corporation (Rim, Italija) kao kemičar na osiguranju kakvoće. Od 1974. do 1979. godine radi u Brady Enterprises (East Weymouth, MA, SAD) kao rukovoditelj službe istraživanja i razvoja. Od 1979. do 2002. godine vodeći je istraživač u Kraft Foods Corp., Središnja služba istraživanja / tehnologija. Tijekom svoje karijere bio je i voditelj projekata (1979.) i istraživač – specijalist (1983.) u General Foods Corporation sve do svog umirovljenja 2002. godine.

Profesionalna karijera dr. sc. Marijana A. Boškovića ima dva velika odvojena dijela. Započeo je kao sveučilišni asistent i istraživač (9 godina), da bi nastavio radom u američkoj prehrambenoj industriji (30 godina), u područjima osiguranja kakvoće, razvoja novih proizvoda i procesa te istraživanja. Umirovljen je kao vodeći istraživač tvrtke Kraft Foods. Objavio je 8 znanstvenih i 11 stručnih tj. tehničkih radova te 4 pregleda, a sudjelovao je na 29 skupova sa 22 usmena priopćenja. Kao suradnik ili vodeći projektant radio je na 8 industrijskih projekata. Glavni je autor jednog američkog patenta. Razvio je 40 novih odnosno poboljšanih prehrambenih i dijetetskih proizvoda (od kojih je većina izašla na tržište) te 10 procesa za njihovu industrijsku proizvodnju. Poduzeće General Foods, prethodnik dijela poduzeća Kraft Foods, nagradilo ga je svojom „Inovatorskom nagradom za kreativne doprinose tehničkim istraživanjima“. Gruba procjena ukupne vrijednosti svih ušteda i inovacija koje je razvio ili u njima sudjelovao tijekom 24 godine pri General Foods i Kraft Foods kreće se u rasponu od 15 do 50 milijuna američkih dolara.

Bio je profesionalni član Instituta prehrambenih tehnologa (IFT-Institute of Food Technologists), Američkoga kemijskog društva (ACS-American Chemical Society), Američkoga udruženja prevoditelja (ATA-American Translators Association) te Hrvatske

Akademije Amerike (CAA- Croatian Academy of America). To se je odrazilo i u njegovom zauzimanju, kao dugogodišnjeg člana i priznatog znanstvenika u SAD, u IFT-u) da Hrvatski kongres prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista preraste u međunarodni skup (2004. godine), a pod okriljem Instituta. Na zahtjev hrvatske vlade, radio je kao jedan od ocjenjivača predloženih dodiplomskih i poslijediplomskih nastavnih programa fakulteta u Zagrebu i Osijeku. Posebno se angažirao oko okupljanja prehrambenih stručnjaka iz Hrvatske i njihovog povezivanja s profesionalnim organizacijama u inozemstvu, uključivši tu i prenošenje novih ili poboljšanih nastavnih programa, razmjenu stručnjaka, pripremu javnih usmenih izlaganja i publikacija te sudjelovanje na kongresima u domovini. Tijekom rada na zagrebačkom fakultetu uvodio je nove programe studentskih laboratorijskih i poluindustrijskih vježbi nastojeći studentima pružiti iskustva i situacije nalik onima u kojima će se kasnije naći u industrijskoj praksi.

Interes i rad dr.sc. Marijana Boškovića zadire u nekoliko područja, kao npr. istraživanja sušenja namirnica uz istovremeno proučavanje problema stabilnosti boje, posebno karotenoidnih pigmenta (likopen rajčice) tijekom skladištenja osušenih namirnica, odnosno smjesa (proizvoda). Dok je radio na fakultetu u Zagrebu, osim izumitelja procesa sušenja u pjenu (Morgan i sur., stanica američkog Ministarstva poljoprivrede u Albanyju, država Kalifornija) i jednog američkog proizvođača opreme, bio je član jedine grupe u svijetu koja se bavila novim procesom sušenja u pjenu te su i razvili pokusne metode pripreme i sušenja. Uz proučavanje navedenih procesa i postupaka bavio se i senzorskim ispitivanjem namirnica i metodologijom. Bavio se kemijom i tehnologijom tvari okusa i mirisa te stabilizacijom i fiksiranjem tvari arome, posebno u obliku suhih (praškastih i granuliranih) pripravaka. Proučavao je fiziologiju percepcije tvari okusa i mirisa; tehnologiju otpuštanja („controlled release“), posebno u područjima primjena u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji. Na području boja proučava prirodne pigmente u namirnicama, posebno karotenoide i antocijane. Proučavao je njihovu kemiju, tehnologiju, primjenu, obogaćivanje hrane i općenito dijetetiku. Također je proučavao prehrambena, kemijska i fizička svojstva namirnica, zakonodavstvo u području hrane te označavanje prehrambenih proizvoda.

Osim znanstvenoistraživačkog, nastavnog i stručnog rada dr. Marijan A. Bošković bio je voditelj mladim istraživačima, mentor razvoja karijere mladih, aktivni sudionik i organizator znanstveno-tehničkih foruma te ugovaratelj i nadziratelj vanjskih istraživanja.



Zlata Bartl - Putokaz prema izvrsnosti

Josip Nakić Alfirević

Pučko otvoreno učilište, Koprivnica

U Koprivnici je 30. srpnja 2008.g. u 89-toj godini života preminula profesorica Zlata Bartl. Stoji li tvrdnja da samo mali broj ljudi za života pribave tu privilegiju, da je dovoljno samo izreći njihovo ime, prezime ili nadimak pa da se pokrene prava bujica asocijacija u vezi s njima i da se oni uzdignu na razinu teško dosežnu za druge? Može li se tvrditi da upravo te osobe, tijekom svoga života oplemenjuju, a nerijetko i kada fizički odu sa životne scene, nastave još dugo oplemenjivati i ohrabrivati svoje sljedbenike svojim životom i djelom? Ne odlikuje li najčešće upravo njih oblik ponašanja, koji isključivo služi dobrobiti drugih, bez očekivanja izvanjskih nagrada? Nije li to **altruizam** po svojoj temeljnoj definiciji? I nisu li upravo tim osobama u velikoj mjeri svojstvena i druga plemenita svojstva kao što su **smjelost, originalnost, inovativnost, kreativnost, vizionarstvo, odgovornost, istraživački duh, skromnost, senzibilnost**? I uz to potpuna i bezrezervna ljubav prema čovjeku i ljudima uopće? Je li čovjek već bogat kada ima barem neko od ovih obilježja i postoje li uopće osobe koje objedinjuju sva navedena svojstva? Jesu li upravo te osobe istinski demijurzi, koji "podiznu ljestvicu" ljudskih vrijednosti na visine koje zavređuju divljenje i želju za sljedbom? Pretvara li se u takvih osoba život i djelo u misiju i nastavlja li se njihov život i djelo u životima i djelima njihovih sljedbenika? Piše li cijeli život takvih osoba svojevrsnu oporuku, u kojoj je u zalag ostavljena nepisana obveza da se njihovom djelu mora omogućiti nastavak postojanja?

Prelistavajući stranice života i djela prof. Zlate Bartl, nudi se pitanje gdje je ona u ovom kontekstu? Koliko je u zbroju navedenih svojstava bilo zapravo potrebno da ih ona posjeduje pa da se u suradnji s njezinim timom iznjedri svjetski poznati proizvod "**Vegeta**" i **juhe**? I koliko se njezin život i djelo utjelovljuju u **misiji**, koja u zalag ostaje Zakladi prof. Zlate **Bartl**? Je li to doista istinski rasadnik u kojemu će neka nova mladica dati novi život nekoj novoj Zlati?

Ključne riječi: altruizam, odgovornost, kreativnost, istraživački duh, inovativnost, skromnost, ljubav prema ljudima, vegeta, juhe, misija, Zaklada

"Samo pravi životi su lijepi i teški",
nobelovac Ivo ANDRIĆ

20. veljače, davne 1920. godine, u Sarajevu, u obitelji općinskog službenika, rodila se Zlata Bartl. Odmah iznad parka, u Trumbićevoj ulici broj 6. Danas je to Ujevićeva ulica. Živjela je s roditeljima i dvije sestre u Čengić vili, išla u zabavište s dragom prijateljicom židovskog podrijetla, Betikom, pohađala pučku školu koja je tada bila na željezničkoj stanici, a prvih pet razreda srednje škole dosegla je u Muškoj gimnaziji. Tada su izgradili Žensku gimnaziju u blizini rijeke Miljacke i mlada je Zlata u njoj završila sljedeća četiri razreda vozeći se tramvajem uz samo jedno presjedanje, a tramvaj se zaustavljao tik do

njezine kuće¹". Naša je nacionalna pripadnost već tada bila sumnjiva, a moram priznati, da sam već kao dijete bila vragolasta i znala izazivati. Na bilježnice sam uporno pisala - za hrvatski jezik - iako se moralo pisati za srpski, a i moja mama nije pristajala da umjesto ispričnica piše izvinjenje² - sjeća se Zlata Bartl.

1938. godine Zlata je otputovala u Zagreb i upisala se na tadašnjem Mudroslovnom fakultetu, smjer kemija, fizika, fizikalna kemija, mineralogija, matematika i meteorologija, a 1942. godine u prvom roku završila je fakultet i stekla zvanje profesorice kemije, fizike, matematike, meteorologije i mineralogije³.

Te ratne 1942. godine mlada je profesorica bila puna zanosa i ambiciozno željela nadopuniti svoja znanja studijem iz agronomije. "Privlačila me je anorganska kemija, ali život me je nekako uvijek nosio sve dalje od nje. Iako sam završila sve u Zagrebu, od kulture do načina života, nije bilo mogućnosti da ostanem. Morala sam prihvatiti posao profesorice matematike i kemije na školi u Sarajevu. (To je bila ista škola u kojoj je Zlata pohađala više razrede Ženske gimnazije. op. a.). Često pomislim kako bi sve bilo drukčije da tada nije bio rat. Vjerojatno bih se udala za svog zaručnika koji je završio elektrotehniku i sanjario da ćemo zajedno otići raditi u inozemstvo. Imala bih mnogo djece, kako je on želio i vjerojatno bih se više bavila kućom nego istraživačkim radom. Kraj rata za nas je, nažalost, značio definitivno razdvajanje - on je stradao na Križnom putu, a ja sam dospjela u zatvor i osuđena sam na osam godina zbog "antidržavne" djelatnosti⁴. 10. travnja 1945. godine započinje trnoviti put mlade profesorice. Toga datuma, usred noći, po "nepodobnu" Hrvaticu, bez ikakva objašnjenja došli su udbaši, odveli je, zatvorili i bez ikakva suda osudili na osam godina zatvora u Zenici. "Oduševljavala se Italijom", kratko je glasila optužnica.

"Na ispitivanju "isljednik" mi je rekao da "zna sve o meni", a "čitao" je to iz papira bez i jednog zapsanog slova. Pitao me zatim da li sam bila u Italiji. Odgovorila sam potvrdno i ispričala kako je Italija lijepa, s mnogo neprocjenjivih spomenika i vrednota, što su uočile i djevojke u grupi koje sam vodila u Italiju i prevodila im s talijanskog. Kazna za posjet Italiji bila je svakodnevno neukusna hrana, pljesnivi kruh i pola litre vode, što sam dobivala uglavnom u samici, vlažnoj i neprimjerenom prostoru čak i za boravak životinja. Sve je to bilo razlogom da sam oboljela od tuberkuloze kralježnice."⁵

Teška bolest mlade zatvorenice "pobudila je humanost" u njenih tamničara i ona je nakon 16 mjeseci puštena iz zatvora, ali s doživotno oduzetim građanskim pravima. Mlada žena našla se bolesna "na ulici", bez prebijenog novčića s obvezom da se svakih 14 dana javlja u UDB-u. "U međuvremenu, moji



su roditelji izbačeni iz stana, sestra Vesna preselila se u Zagreb, a sestra Ksenija nešto kasnije otputovala u Venezuelu⁸. Bolest se i dalje razbuktavala i Zlata je morala ležati u gipsanom «koritu» više od godinu dana. Međutim, unatoč mukotrpnjoj bolesti i deprimirajućoj situaciji, mlada se žena uz pomoć prijatelja zaposlila u sarajevskoj Gradskoj plinari i tvornici asfalta. **“Tek ovdje sam shvatila što znači biti bez građanskih prava. S diplomom profesora i znanjem talijanskog, engleskog, njemačkog i francuskog jezika radila sam i dobivala plaću nekvalificiranog radnika i uz to R-kartu za nabavku živežnih namirnica, a kao “povoljnost” zbog bolesti i T-kartu koja mi je omogućavala nabavu nešto više ulja, masti i brašna nego su to mogli drugi... Ipak, postojala je i «dobra strana» gubitka građanskih prava - nisam smjela ali niti morala odlaziti na česte sindikalne sastanke.”⁶**

Nažalost, teški, i neprimjereni njezinom stanju, uvjeti rada, izazvali su povratak bolesti i Zlata je ponovno u gipsanom “koritu”. Slijedi mukotrpnije liječenje, najprije u Budvi, zatim u Risaku gdje je u “koritu” ležala naredne dvije godine.

Nakon izlaska iz bolnice Zlata se zaposlila u Banja Luki, na radnom mjestu profesorice kemije, radeći za najmanju plaću od svih zaposlenih. A onda, novo razočaranje: na Božić niti jedan učenik katoličke ili muslimanske vjeroispovijesti nije došao na nastavu. “Kriva” je bila Zlata Bartl. Za ženu bez građanskih prava to je, naravno, značilo otkaz! Utjeha joj je bilo jako puno cvijeća koje je dobila od djece, svojih đaka. Nakon toga vraća se u rodno Sarajevo gdje radi u Zavodu za industrijska istraživanja, a honorarno radi i u Plinari.

1955. godine Zlata je otputovala službeno u Zagreb ne sluteći da ovaj put zauvijek napušta Sarajevo...

Bila je to zima velikoga snijega i Zlata se nije mogla vratiti u Sarajevo. Na nagovor sestre Zlata je otišla na pregled gdje liječnik dijagnosticira povratak bolesti i napačena Zlata ponovo nastavlja mukotrpan život okovana “u koritu”, ovaj put “samo dva mjeseca”. Uz sestrinu njegu Zlata ne gubi vrijeme, već s velikim žarom proučava stručne knjige, istovremeno prateći svakodnevno oglase o raspisanim radnim mjestima. Konačno, u jednim od njih Zlata pronalazi oglas kojim koprivnička “Podravka” traži kemijskog tehničara za rad u laboratoriju. Uza sva dotadašnja gorka iskustva i hod po trnju, napisala je molbu, “nejasnu i nepotpunu”, kako sama kaže, jer nije navela u potpunosti što ju je sve do tada u životu i radu pratilo. Istaknula je međutim, da govori četiri strana jezika. Dva dana nakon toga dobila je posao u koprivničkoj “Podravki”.

Dolazak u Koprivnicu i “Podravku”: vrijeme istraživanja i stvaranja

U Koprivnicu profesorica Zlata Bartl doselila se 1. travnja 1955. godine, a nedugo zatim su stigli i njezini roditelji.⁷

Dolazak u Koprivnicu doživjela je kao susret s novootkrivenom planetom, ne samo zbog dobivenog posla, nego i zbog ljudi koji su ovdje živjeli kao u velikoj obitelji i koji su puno truda i mara unosili u svakodnevni posao.

“Činilo mi se da sam u “Podravki” naišla na nekakva druga bića, ugodna, radišna, nesebična i za vrlo kratko vri-

jeme shvatila sam što trebam raditi; počela sam se osjećati dijelom tih ljudi i sredine koja me je izuzetno lijepo prihvatila. Zaljubila sam se u “Podravku” i njezine ljude na prvi pogled...”⁸

Prve juhe

“Te davne 1956. godine “Podravka” je bila u velikim teškoćama i trebalo je brzo nešto učiniti da se oživi i poveća proizvodnja. Naime, tadašnja je koprivnička pekmezara samo prerađivala voće i povrće i sve je izgledalo bez neke izglednije budućnosti za plasman na značajnija tržišta. Zlata se odmah pokazala vrlo marljivom i djelatnicom punom elana te joj je vrlo brzo ponuđeno mjesto šefice laboratorija. Bilo je to vrijeme kada su ona i njezini suradnici radili često do kasna u noć. **“Tadašnje rukovodstvo našega poduzeća, među kojima su bili g. Trojak, g. Mihoković, g. Pavlović, g. Gjerek i ja, često smo razgovarali o tome što ćemo s “Podravkom”, što bi novo valjalo napraviti kako bismo postigli nešto više od pekmeza i sušenog povrća. Najviše smo govorili o mogućnostima proizvodnje dehidriranih juha kakve su, uostalom, bile naznačene u programu razvoja, ali čime se nikada nije počelo. Dodatni razlog toj mogućnosti bilo je i moje “vizualno” i osjetilima okusa potvrđeno iskustvo, koje sam imala od prijašnje godine kada sam s jednom prijateljicom iz Francuske kampirala i kada je ona jednom zgodom skuhalo dobru juhu iz aluminijske vrećice. Moram priznati da sam se tome čudila “kao picek glisti”.** Ispričala sam tu zgodu kolegama na poslu i zajedno smo zaključili da valja početi pa makar i u onako primitivnim uvjetima kakvi su tada bili u “Podravki”.

Radni dogovor pretvorio se uskoro u stvarnost! “Ogledni primjerci” su nabavljeni u inozemstvu. Na njihovim omotnicama i otisnutim deklaracijama bili su navedeni sastojci. Profesorica Bartl je popisala sastojke i njihove odnose te je s onime čime je “Podravka” u to vrijeme raspolagala – sušeno povrće, gljive, tjestenina, uz nekoliko grama nabavljenog glutaminata, “smučkala” prve juhe za koje profesorica navodi da “ništa nisu valjale”.

1957. je godina. Jesenski zagrebački velesajam. Podravka se pojavljuje sa četiri juhe od povrća. Nitko od kupaca nije niti slutio da su se te prve vrećice juha “zavarivale” glačalima zbog nedostatka odgovarajućih strojeva. Već u proljeće naredne godine počela je proizvodnja klasičnih juha: kokoške juhe s tjesteninom te goveđe juhe s tjesteninom, koje su vrtoglavom brzinom osvojile potrošače zbog mogućnosti brze pripreme i “domaćeg” okusa. I danas su te juhe među najzastupljenijima na domaćem i stranom tržištu, a proizvodnja jušnih koncentrata omogućila je uskoro i proizvodnju prvih mesnih konzervi u “Podravki”.

“Možda ta ekipa bez mene u to doba ne bi napravila to što smo napravili, ali to ne bih mogla napraviti niti ja bez njih! Svi smo mi tome doprinijeli s puno srca i ljubavi prema «Podravki», ističe u svakoj prilici Zlata Bartl.”⁹

Bila je to kruna rada i uspjeha profesorice Bartl i njezinog tima. No taj isti tim pod njezinim vodstvom nije možda tada ni slutio, što će, kako to profesorica zna reći, “smučkati” 1959. godine”.¹⁰



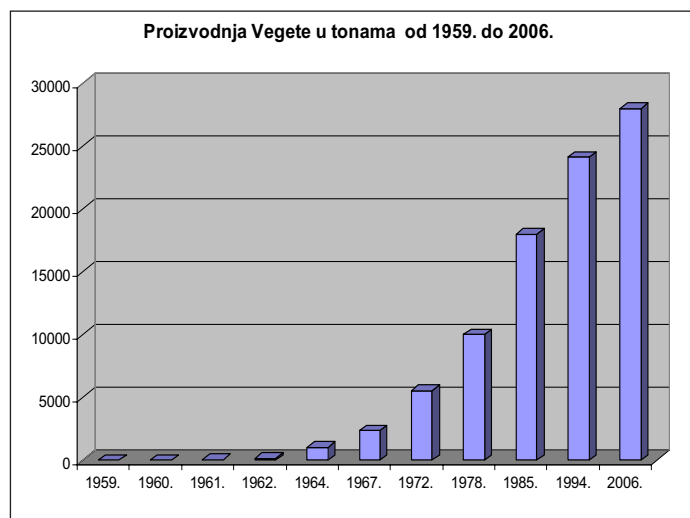
Prva “Vegeta”...

“Vegeta”, naziv izveden iz početnih slova sastojaka: **V** - od “vegetables” - u osnovnom značenju: povrće i **T** - od “taste” - u osnovnom značenju: okus te radi zvučnosti nadopunjen samoglasnicima.¹¹ Naziv se odlično nadopunjuje značenjem latinske riječi “vegetus” koja znači: krepak, zdrav, čio...

Davne 1959. godine stvoren je danas svjetski poznati proizvod – “Vegeta” koja je pod rednim brojem 071067 registrirana u tadašnjem Sanitarnom inspektoratu 6. siječnja 1961. godine.

Nakon već treće godine proizvodnje juha “Podravka” je financijski i kadrovski ojačala tako da se s više sigurnosti moglo ulaziti u nove programe. “Vegeta” je jedan od najuspješnijih primjera kreativnosti i entuzijazma tadašnjih “Podravkinih” kadrova. Poticaj za stvaranje ovog dodatka jelima bio je doduše jedan sličan talijanski proizvod, ali je “Vegeta” u biti stvorena u “Podravkinim” laboratorijima. Osnovica je sastavljena od glutaminata i soli, ali je tome dodana specifična receptura temeljena na bujonu, vitaminskim i drugim dodacima. “Vegeta 40” u početku je bila pakirana u papirnatu ambalažu, koja je kasnije zamijenjena staklenkama. Prvi počeci plasmana bili su vrlo teški. U 1959. godini bilo je proizvedeno samo 0,6 tona “Vegete”, 1960. 3,3 tone, 1961. 16 tona, a u 1962. učinjena je temeljita prekretnica jer je prodano već 117 tona “Vegete”. Otađ proizvodnja ovog dodatka jelima neprestano raste.¹²

Prema podacima iz 2006. godine, radi usporedbe, proizvedeno je cca 28 000 tona.



“Vegeta” je Podravkin originalni i univerzalni dodatak jelima i desetljećima od svoga postanka oplemenjuje obroke ljudi na svim kontinentima.

“Jednoga dana našla sam na radnom stolu bočicu s opisom komponenata u postocima njena sadržaja. Znala sam da mi možemo napraviti bolje od toga. Koristili smo povrće koje nam je bilo dostupno u tvornici, dodavali sušene gljive, začine i glutaminat, a kada je direktor rekao da bi u “Vegeti” trebalo biti vitamina, dodali smo i vitamine B1 čime je dobila karakterističnu žutu boju. Da svi nismo s toliko oduševljenja prionuli na posao te da tržište nije prihvatilo «Vegetu», tko zna što bi bilo s njom.»¹³

Iza bezbroj pokazanih primjera skromnosti i dokazanog sebedarja, zapravo se čitavo vrijeme krila istina koja počiva na njezinoj vječitoj radoznalosti, vizionarskoj i istraživačkoj crti, radnoj disciplini i osjećaju odgovornosti.

Odgovornost, temeljitost i upornost kao životni i radni principi

U godinama do umirovljenja profesorice Zlate Bartl, plodovi njezina samoprijegornog rada u suradnji s najbližim suradnicima, gospođom Anicom Sabolović, gospođom Zlatom Vucelić, gospođom Vladimirom Trojakom, Ignacom Mihokovićem i ostalima jačali su kako sam proizvod “Vegetu”, koja je u međuvremenu postala “svjetska zvijezda”, tako i samu “Podravku”.

Na oproštajnom sastanku s prof. Zlatom Bartl u povodu njezinog umirovljenja 1976. godine zabilježeno je sljedeće: **“Morali smo pratiti kada će profesorica otići kući iz poduzeća (to je bilo uvijek u vrlo različito vrijeme) pa da onda navalimo na proizvodnju. Naime, vrlo je rigorozno zahtijevala da se poštuju pravila o kvaliteti robe pa čak i više od zakonskih normi, a mi smo tada povremeno bili u situaciji da zbog nedostatka sirovina malo i “progledamo kroz prste”. Ona nije htjela! Zato smo je nekada morali i “prevariti” i proizvoditi kada nije bilo u tvornici”**¹⁵.

Anegdota o temeljitosti i upornosti profesorice Zlate Bartl ima poprilično, posebno ih čuvaju u uspomenu njezini najbliži suradnici. Ipak, na životnom putu Zlate Bartl bilo je svega više od samih anegdota; daleko više operative i neprestane utrke sa životnim i poslovnim izazovima.

Postoji mišljenje da ponajviše odgovorni ljudi strepe, da se pribojavaju, često preispituju svoje postupke i što je veća odgovornost, to odgovorne osobe više strepe, imaju veću tremu. A sve samo zbog nastojanja da povjereni im posao što bolje obave.

“Cijeli taj posao prati neka pritajena strepnja. Ljudi, to je hrana za živa bića! Ne smije se griješiti! A uvjeti proizvodnje (i dobava sirovina) često su teški i zahtijevaju određene odmake od standarda. S tom strepnjom, eto, otišla sam i u mirovinu i mislim da je se nikad neću riješiti. Je li učinjeno najbolje, barem ono što je bilo moguće? Je li sve provjereno prije odašiljanja robe potrošaču? Bezbroj pitanja za jednu noć”¹⁶

Altruizam i skromnost kao urođeno svojstvo, opredjeljenje i životni stav

Ali kad god se pokušalo doprijeti do “glavnog krivca” za uspjeh, novinare i istraživače bi dočekao odgovor nalik ovome: “Ne, nisam vam ja za to, za razgovore o meni. Sve što je značajno bilo u mom životu i radu u «Podravki» i čega sam se mogla prisjetiti već sam toliko puta ispričala novinarima da su ponavljanja u tim pričanjima postala neizbježna. A ja vam od svega ponajmanje volim papagajstvo. Uostalom, nije li čovjek, pripovijedajući o sebi, sklon ili prevelikoj samokritičnosti, kudi se, ili je pak isuviše tolerantan i blagonaklon te i nekim krupnicama svojim, a ne samo sitnicama



progledava kroz prste. A i sjećanja - košara je to puna općih dojmova, zamagljenih ili dotjeranih impresija ... Bolje je svakako kada o vama, i to kada niste prisutni pripovijedaju drugi. Vjerodostojnije je.”¹³

Na svako pitanje, kao da je u pitanju neka krivnja, a ne zasluga, Zlata Bartl je sebi svojstvenom skromnošću umanjivala vlastite zasluge. Uvijek je “prokazivala” kolege iz svoga tima i prebacivala “krivnju” za zasluge.

Prigodom dobivanja jubilarnog Priznanja “Podravka 40”, a bilo je to 1987. godine, ne mogavši ipak sakriti plimu toplih osjećaja koja su navirala, izjavila je: **“Kad gledam iz ove vremenske udaljenosti i uspoređujem s današnjom “Podravkom”, cijeli moj rad čini mi se sićušnim, zapravo minijturnim te kao nešto rađeno u euforiji i grču istodobno. Uvjeti u kojima smo tada obavljali svakodnevni, rutinski posao i krali vrijeme za koji istraživački izlet u novo, bili su blago rečeno, skromni. No i takve skromne, mi u laboratoriju uspjeli smo stvoriti idealnima. Naša mala ekipa, bez koje o mojem «neizbrisivom doprinosu» danas ne bismo mogli razgovarati: Trojak, Mihoković, Pavlović, Tušetić, Gjerek, kasnije Anica Sabolović (ako sam koga zaboravila neka mi ne zamjeri) bila je besprimjerno složna; gdje je jedan započeo, tu je drugi nastavio. A i tadašnjem našem rukovodstvu nipošto se ne može odreći sluh i razumijevanje za naše napore. Naprotiv...”¹⁴**

Profesorica Zlata Bartl dobitnica je mnogih najviših državnih i lokalnih nagrada i priznanja, između kojih se izdvajaju:

- 1972. godine: nagrada Srebrno srce Podravke,
- 1985. godine: Nagrada za tehničku kulturu Hrvatske,
- 1987. godine: Spomenica Podravke za životno djelo,
- 1996. godine: Nagrada za životno djelo za višegodišnji rad i izuzetna dostignuća grada Koprivnice,
- 1997. godine: Povelja povodom 50. obljetnice Hrvatske zajednice tehničke kulture za dugogodišnji i izniman doprinos razvitku i promicanju tehničke kulture,
- odlikovanje: Visoko odličje predsjednika Republike Hrvatske Redom Danice s likom Nikole Tesle,
- 1998. godine primila je Zlatnu kunu za životno djelo Hrvatske gospodarske komore
- 2001. osnivanje Zaklade “prof. Zlata Bartl”

Životni put i djelo Zlate Bartl jedinstven je prije svega puninom, koju čini zbroj ljudskih i radnih osobina na temelju kojih je možemo definirati, bez imalo pretencioznosti kao iz-

vrsnost par excellence. I kako smo ranije spomenuli, njezin život i djelo u današnjem pragmatičnom svijetu, jednostavno strše zbog, danas rijetkih, iznad svega ljudskih obilježja, kao što su odgovoran, pošten i humani odnos prema ljudima, poslu i životnom okruženju.

Umjesto zaključka

Je li, i u kojoj mjeri, Zlata Bartl i sama putokaz ili su njezina životna i radna djela putokazi ka izvrsnosti? Jesu li putokazi možda njezine, prije svega ljudske osobine, osobito u ovo vrijeme kada se, blago rečeno, mijenjaju temeljni pogledi i stavovi na osnovne ljudske vrijednosti? Je li pojavljivanje jedne ovakve osobe na životnoj i radnoj sceni doista toliko rijetko i zbog toga zaslužuje posebnu pažnju i njegu? I konačno, ako je sve nama ostavljeno na izbor i nama u zalag, ne trebamo li se upravo mi posvetiti uskravanju i trajnoj pozornosti na iskonske ljudske vrijednosti?

Prosudimo sami.

Reference:

- ¹ Snježana JURAŠIN, osobne bilješke iz originalnog razgovora s prof. Zlatom Bartl; u posjedu autora
- ² Boris FABIJANEC, “Podravka”, br.1356, 14.11.1996.
- ³ S. JURAŠIN, bilješke iz originalnog razgovora s prof. Zlatom Bartl u posjedu autora
- ⁴ Boris FABIJANEC, “Podravka”, br.1356, 14.11.1996.
- ⁵ B. FABIJANEC, “Podravka”, br.1356, 14.11.1996.
- ⁶ B. FABIJANEC, “Podravka”, br.1356, 14.11.1996.
- ⁷ B. FABIJANEC, “Podravka”, br.1356, 14.11.1996.
- ⁸ B. FABIJANEC, “Podravka”, br.1356, 14.11.1996.
- ⁹ B. FABIJANEC, “Podravka”, br.1356, 14.11.1996.
- ¹⁰ B. FABIJANEC, “Podravka”, br.1356, 14.11.1996.
- ¹¹ Željko KRUŠELJ, bilješke u posjedu autora
- ¹² Dragutin FELETAR, Podravka, str.110, 111
- ¹³ Branko KUČAN, “Podravka”, br. 908, 17.9.1987.
- ¹⁴ B. KUČAN, “Podravka”, br. 908, 17.9.1987.
- ¹⁵ Dragutin FELETAR, “Podravka”, br. 346, 16.6.1976.
- ¹⁶ D. FELETAR, “Podravka”, br. 346, 16.6.1976.



Upute autorima

Mole se autori radova za objavljivanje u znanstveno-stručnom časopisu „HRVATSKI ČASOPIS ZA PREHRAMBENU TEHNOLOGIJU BIOTEHNOLOGIJU I NUTRICIONIZAM“ da se prilikom pisanja drže slijedećih naputaka.

Časopis objavljuje radove na hrvatskom ili engleskom jeziku, koji spadaju u slijedeće kategorije:

1. Izvorni znanstveni radovi

Sadrže neobjavljene rezultate vlastitih izvornih istraživanja. Rezultati moraju biti popraćeni i objašnjeni raspravom, te po potrebi statistički obrađeni. Eksperiment treba biti ponovljiv, te tako dobiveni rezultati unutar granica predviđene eksperimentalne pogreške. Rad je podijeljen na slijedeća poglavlja:

- Sažetak (na hrvatskom i engleskom jeziku)
- Uvod
- Materijali i metode rada
- Rezultati i rasprava
- Zaključci
- Literatura

2. Prethodna priopćenja

Kraće obavijesti o novim znanstvenim spoznajama, čija narav zahtijeva hitno objavljivanje. Ne moraju omogućavati ponavljanje ni provjeru iznesenih rezultata, ali obveza autora je da nakon završetka istraživanja objavi izvorni znanstveni rad.

3. Znanstvene bilješke

Kratka priopćenja ili znanstvene bilješke sadrže rezultate završenih kraćih istraživanja, opise izvornih laboratorijskih tehnika, metoda, aparata i dr.

4. Pregledni radovi

U kategoriju preglednih radova spadaju cjeloviti prikazi novih znanstvenih spoznaja, područja ili problema. Izrađeni su na temelju rezultata izvornih znanstvenih istraživanja većeg broja autora, rasprave na temelju literaturnih znanstvenih činjenica i vlastitih pretpostavki.

5. Autorski pregledi

Radovi u kojima se prikazuju cjeloviti pregledi nekog problema ili područja u kojem je autor objavio veći broj izvornih znanstvenih radova.

6. Stručni radovi

Problematicom nisu vezani uz izvorna istraživanja, a u njima se iznose mogućnosti razvoja struke na područjima prehrambene tehnologije, biotehnologije i nutricionizma. Kod stručnih radova bitna je primjena poznatih metoda i činjenica, te se koriste već stečena znanja primijenjena na cilj ispitivanja. Razlučivanje znanstvenog i stručnog rada vrši sam autor, a

temelji se na originalnosti rezultata istraživanja i zaključaka, te prikazanih znanstvenih metoda.

Uvjeti za prihvaćanje rada na recenziju:

Rukopisi sa priložima se šalju Uredništvu u dva primjerka s CD-om, ili putem e-mail adrese.

Rad koji se podnosi uredništvu mora biti napisan bez tipografskih pogrešaka, u trećem licu, uz izbjegavanje pasivnih glagolskih oblika.

Opseg rada treba biti maksimalno 20 A4 stranica (21,0 x 29,7 cm), što uključuje tablice i slike (otprilike dvije tablice ili slike po stranici). Ako sadržaj i kvaliteta nekog rada to opravdavaju, u izuzetnim slučajevima prihvatiti će se i duži radovi.

Za pravilno formatiranje dokumenta, potrebno je uključiti numeriranje redova, podesiti 1,5 prored, te rubne bjeline (margine) na 2.5 cm. Font korišten za izradu rada treba biti Times New Roman, s veličinom slova od 12 pt. Izuzetak je naslov rada, za kojeg se koriste podebljana slova u fontu veličine 14 pt. Početak odlomka ne smije se uvlačiti TAB tipkom, dok se pojedini odlomci razdjeljuju tipkom ENTER. Za numeraciju stranica koristi se automatska numeracija ugrađena u program, s time da se broj stranice postavlja na poziciju dolje-desno.

Slijedeći formati su prihvatljivi: MS Word (do verzije 2008, ekstenzije .doc i .docx), te WordPerfect (do verzije 6). OpenOffice ODT format nije prihvatljiv.

Naslov rada treba biti kratak. Ispod naslova navode se imena i prezimena autora. Na posebnom listu papira priloženom uz rad navode se titule i adrese autora, s punim imenima i prezimenima.

U radu na hrvatskom jeziku se za pisanje decimalnih brojeva koriste isključivo zarezi, odnosno u engleskoj verziji isključivo točke.

Sažetak ne smije biti duži od jedne stranice, te treba sadržavati jezgrovit prikaz, metodologiju, glavne rezultate i zaključak. Piše se na hrvatskom i engleskom jeziku u kurzivu. U samom sažetku ne koriste se skraćenice, niti literaturni navodi. Ispod sažetka navode se ključne riječi.

Uvod sadrži ukratko opisane rezultate prethodnih istraživanja, kao i svrhu vlastitog istraživanja.

Materijale i metode treba kratko izložiti. Za poznate metode i tehniku istraživanja navodi se samo autor i literatura, dok se detaljnije opisuju samo ako odstupaju od već objavljenih u literaturi.

Rezultati i rasprava služe za isticanje i objašnjavanje najvažnijih rezultata, te se ne ponavljaju podaci izneseni u tablicama i slikama.

Zaključci sadržavaju kratko i jasno iznesen značaj rezultata istraživanja.

Literatura mora biti selektivna, osim ako je riječ o preglednim člancima, kada može biti i opširna. Ako originalna literatura nije dostupna, autor mora navesti izvor koji je koristio. Autori odabrane literature navedeni u tekstu moraju biti na popisu liter-



ature. Autorima citiranima u tekstu navodi se u zagradama prezime i godina objavljivanja. U slučaju da je rad napisalo dvoje autora, navode se oba, dok se za radove sa tri ili više autora navodi samo prezime prvog autora uz oznaku „i sur.“, te godina objavljivanja.

U popisu literature potrebno je navesti potpune podatke o svim autorima (prezime i inicijali imena autora), naslov djela, naziv izdavača, mjesto i godina izdavanja, te stranice (od – do). Literaturni navodi navode se abecednim redom, a radovi istog autora i kronološkim redom.

U slučaju zajedničkog rada više autora, u popisu se ne koristi oblik „i sur.“, nego se navode svi autori.

Naslovi knjiga i časopisa pišu se u kurzivu.

Primjer:

Brnčić M., Ježek D., Tripalo B., Karlović D., Čurić D. (2002): Povijesni pregled tehnološkog razvoja ekstrudera i primjene ekstruzije u prehrambenoj industriji, PBN Revija, br.1-2, 5-7.

Tablice i dijagrami moraju biti razumljivi i bez detaljnog opisa u radu. Isti podaci ne mogu se koristiti na tablicama i dija-

gramima. Naslovi, opisi i legende tablica i slika moraju biti pisani na hrvatskom i engleskom jeziku u kurzivu, kao i sav tekst istih. Radi sigurnije i kvalitetnije izvedbe tiskanja rada, potrebno ih je također dostaviti i u jednom od grafičkih ili slikovnih formata (JPEG, TIFF, XLS i sl.).

Separati

Prvom autoru rada dostaviti će se 5 primjeraka časopisa „HRVATSKI ČASOPIS ZA PREHRAMBENU TEHNOLOGIJU BIOTEHNOLOGIJU I NUTRICIONIZAM“. Na zahtjev autora dostaviti će se i veći broj primjeraka.

Adresa Uredništva

Kačićeva 21, 10000 Zagreb

Tel: 00 385 1 4605 223

Fax: Tel: 00 385 1 4605 200

E-mail: mbrncic@pbf.hr

Uredništvo