

PRIMJENA TOPLINSKE ENERGIJE MIKROVALOVA U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI*

Nikola TABORŠAK, dipl. inž., dr Nada ANIĆ, Krešo ANIĆ, dipl. vet.,
Prehrambeno biotehnološki institut, Zagreb

Sažetak

U radu su izneseni osnovni principi korištenja energije mikrovalova za toplinsko tretiranje namirnica. Opisana su osnovna svojstva mikrovalova i navedene različite mogućnosti primjene u pojedinim tehnološkim operacijama. Ukratko je razmotreno djelovanje mikrovalova na pojedine sastojke namirnica i prehrambenu vrijednost namirnica. Upozoreno je na baktericidno djelovanje mikrovalova i djelovanje na enzime. Analizirane su ekonomske i tehnološke prednosti korištenja mikrovalova u komparaciji s klasičnim postupcima zagrijavanja.

Uvod

Poznato je da se zagrijavanje namirnica tijekom industrijske prerade provodi zbog postizanja kulinarskih efekata, radi sprečavanja razgradnje namirnica djelovanjem mikroorganizama, enzima i sl. Klasične postupke zagrijavanja karakterizira proces vođenja topline sa površine zagrijane namirnice prema unutrašnjosti. To je naročito izraženo kod namirnica čvrste ili pastozne konzistencije, koje su općenito slabi vodiči topline. Radi toga, toplina sporo prelazi u unutrašnjost namirnice, nejednoliko se raspoređuje i dolazi do pregrijavanja vanjskih površina.

Termički tretman namirnica često izaziva nepoželjne organoleptičke promjene. To se posebno odnosi na termički osjetljive namirnice kao što su mlijeko i mlječni proizvodi.

Rezultati izvršenih istraživanja primjene energije mikrovalova ohrabruju, naročito pri uklanjanju negativnih učinaka koji nastaju postupcima klasičnog zagrijavanja.

U nekim postupcima postignute su znatne uštede energije i povećana ekonomičnost procesa. Najčešće se, kao osnovne karakteristike elektromagnetskih valova, navode frekvencije i valna dužina. Svojstvo stvaranja topline dugo se zanemarivalo, čak smatralo nedostatkom koji dovodi do gubitka energije (dielektrični gubici). Upravo postojanje dielektričnih gubitaka omogućilo je razvoj uređaja za dielektrično zagrijavanje.

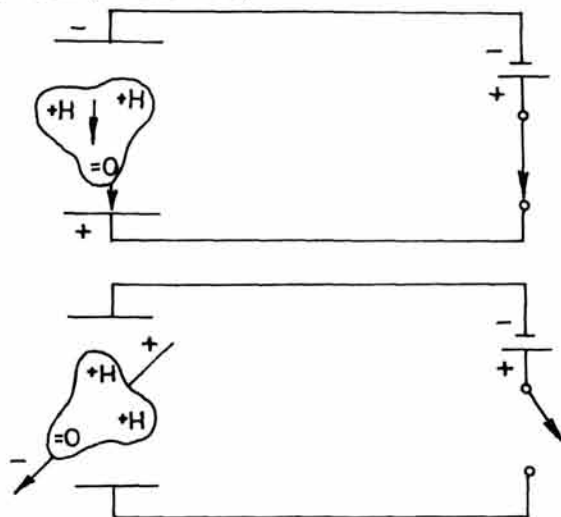
Principi dielektričnog zagrijavanja

Za dielektrično zagrijavanje koriste se elektromagnetski valovi visokih frekvencija. Na izbor frekvencije utječu razni faktori, kao npr. jačina zagrijavanja, debljina materijala, konstrukcija postrojenja, veličina i snaga postrojenja i dr.

* Održano na savjetovanju: Mogućnosti uštede energije racionalizacijom tehnoloških procesa u poljoprivredi i prehrambenoj industriji Opatija, 13–15. 10. 1982.

Ako se materijal koji posjeduje dielektrična svojstva (mogućnost polarizacije molekula) podvrgne djelovanju izmjeničnog elektromagnetskog polja, materija apsorbira dio elektromagnetne energije i pretvara je u toplinsku energiju. Za nastajanje ove pojave bitna su dielektrična svojstva materije. Ova svojstva posjeduju materijali čije molekule, izložene djelovanju elektromagnetskog polja, postaju električno nabijene, polariziraju, premda nemaju mogućnost vođenja električne struje radi nedovoljne količine slobodnih elektrona.

To se objašnjava strukturom ovih materijala koji sadrže električne dipole (molekule) radi nesimetričnog rasporeda naboja u molekuli. Djelovanjem elektromagnetskog polja na elementarni električni dipol (molekule) javlja se sila koja uzrokuje orijentaciju elementarnih dipola iz ranijeg nesređenog položaja u sređeni položaj. Pozitivan naboj orijentira se u smjeru polja, a negativan naboj u suprotnom smjeru polja. Ova pojava prikazana je na slici prema modelu molekule vode (Meisel 1974).



Djelovanje elektromagnetskog polja na molekulu vode (Meisel, 1974)

Ako na elementarne dipole djelujemo izmjeničnim elektromagnetskim poljem (visokofrekventni valovi) dolazi do njihovog neizmjeničnog zakretanja brzinom koja ovisi o frekvenciji. Ovakovo gibanje (titranje) molekule dovodi do njihovog međusobnog trenja, odnosno stvaranja topline.

Intenzitet stvaranja topline ovisi o vrstama molekularnih dipola, načinu polariziranja, frekvenciji elektromagnetskog polja, odnosno o dielektričnim svojstvima materijala.

Naime, električna indukcija u materijalu izloženom djelovanju elektromagnetskog polja proporcionalna je jakosti električnog polja i svojstvima materijala koja se izražavaju faktorom proporcionalnosti ϵ , koji je konstantan za određeni materijal, a predstavlja dielektrična svojstva toga materijala.

Primjena toplinske energije mikrovalova

Proizvodnja i primjena mikrovalnih uređaja u svijetu raste iz godine u godinu. Najviše se proizvode mikrovalni uređaji za domaćinstva, tzv. mikro-

valne pećnice. Proizvodnja mikrovalnih pećnica povećala se u razdoblju od 1965. do 1980. godine za 10 puta, a u V. Britaniji za 40 puta (Rogov 1981). Uporedo sa brojčanim porastom proizvodnje napredovala je i kvaliteta elektronskih sklopova. Radni vijek visokofrekventnog generatora (magnetron) povećan je sa cca 300 sati na više tisuća sati. To je omogućilo znatniji napredak u konstrukciji i primjeni industrijskih uređaja veće snage i kapaciteta. Iako se teško može usporediti s uređajima za domaćinstvo, proizvodnja industrijskih uređaja se naglo razvija. Godišnja prodaja raste po stopi od 35⁰%, a sporija primjena industrijskih uređaja je rezultat nedovoljno ispitanih ekonomskih aspekata primjene ovih uređaja, neusaglašenih metoda izračunavanja ekonomskih efekata (utroška energije), kao i zanemarivanje tehnoloških prednosti (Jolly 1976).

U prehrambenoj industriji dielektrično zagrijavanje primjenjuje se u raznim tehnološkim procesima.

U priloženoj tablici navodimo primjere korištenja mikrovalova u nekim tehnološkim procesima, u prehrambenoj industriji.

Primjena mikrovalova u tehnološkim procesima u prehrambenoj industriji
(Rogov 1981)

Tehnološke operacije	Vrste namirnica				
	Poljoprivredni proizvodi	Voće i povrće	Mlječni proizv.	Meso, riba i pilići	Ostale namirnice
Sušenje	+	+	—	+	+
Uparavanje	—	—	—	—	+
Sterilizacija	+	+	+	+	+
Pasterizacija	+	+	+	+	+
Liofilizacija	—	+	+	+	+
Koncentriranje	—	—	+	—	+
Blanširanje	+	+	+	+	+
Odmrzavanje	—	+	+	+	+
Kuhanje	—	+	—	+	+

Primjenom dielektričnog zagrijavanja znatno se skraćuje trajanje pojedinih tehnoloških operacija. Dielektričnim zagrijavanjem moguće je postići poboljšanje kvalitete pojedinih proizvoda, a može se olakšati kreiranje i uvođenje novih proizvoda. Postižu se bolja iskorištenja u tehnološkom procesu (randmani).

Tretiranjem proizvoda koji su pakirani u pogodnu hermetičku ambalažu, može se znatno produžiti trajnost, radi inaktivacije nepoželjnih mikroorganizama i enzima.

Mikrovalovi se koriste i za dezinsekciju brašna, riže i sl. Dessel, (1960) u svom radu navodi da su u pudingu uspjeli uništiti *Serratia marcescens* mikrovalnim tretiranjem za 4 minute i 15 sekundi, a u klasičnoj električnoj pećnici bilo je potrebno 36 minuta.

Vršena su i ispitivanja promjene sadržaja vitamina. Tretiranjem namirnica mikrovalovima i komparacijom s klasičnim zagrijavanjem utvrđeno je da cvjetača sadrži oko 14⁰% više vitamina C, rajčica 7⁰% više, kelj 17⁰% više itd. (Anon, 1976).

Osnovne prednosti dielektričnog zagrijavanja namirnica u odnosu na klasične postupke zagrijavanja prema Rogovu (1981), bile bi:

- mogućnost skraćenja procesa zagrijavanja 3 do 10 puta ovisno o načinu rada. Kod sušenja može se postupak skratiti za 10 do 30 puta, a kod odmrzavanja 20 do 60 puta,
- uređaji su gotovo trenutno spremni za rad,
- nema inercije pri zagrijavanju što omogućava potpuno automatiziranje i fino reguliranje procesa pomoću mikroprocesora,
- postiže se visoki stupanj iskorištenja energije u svim slučajevima pravilne primjene,
- oscilacije randmana u toku procesa su minimalne, a randmani su često znatno veći, naročito u procesima kuhanja i odmrzavanja,
- značajno su smanjeni gubici topline u okolini, tj. radna okolina se zagrijava znatno manje (mikroklimatski uvjeti),
- postiže se baktericidno djelovanje,
- moguće su uštede masti i ulja pri raznim kulinarskim obradama,
- veće očuvanje prehrambene vrijednosti (sastava) namirnica, naročito vitamina,
- veće mogućnosti izrade proizvoda s novim svojstvima,
- poboljšanje higijensko-sanitarnih uvjeta rada zaposlenog osoblja,
- mogućnost boljeg iskorištenja električne energije.

Važno je napomenuti, da primjena mikrovalova ne daje u svim slučajevima bolje efekte od klasičnog zagrijavanja, jer postoje ograničenja fizikalne prirode. Stoga se uspješni rezultati mogu postići, ako se podjednako vodi računa o prednostima i ograničenjima.

Zaključak

Na osnovu navedenih podataka može se zaključiti da primjena mikrovalova u industriji znatno raste. Razlog tome su mnoge tehnološke prednosti, mogućnost uštede energije i smanjenje ostalih troškova. Kvalitetu proizvoda moguće je povećati, a isto tako može se proizvesti proizvode novih svojstava. Mikrovalovima se mogu tretirati i proizvodi koji su teško podnosili tretiranje klasičnim postupcima zagrijavanja.

Literatura

- ANON (1976): Qualitätverbesserung durch Mikrowellenkochen Industrielle **Obst — Gemüseverwertung** 59 (1) 20—21.
- DESSEL, M. N, BOWERSAX, E. M, JETER, W. S (1960): Bacteria in Electronically Cooked Foods. **Journal of The American Dietetic Association**, 27, (9) 230—233.
- JOLLY, J. A (1976): Economies and Energy Utilization Aspects of the Application of Microwaves: A Tutorial Review **Journal of Microwave Power** 11 (3).
- MEISEL i sur. Utilization des rayonnements dans les industries agricoles et alimentaires, Apria Paris 1974.
- ROGOV, J. A. i sur: Tehnika sverhvisokočastnogo nagreva piščevih produktov, Moskva 1981.