

Riziko spojené s mikrovlnným ohrievaním potravín

S. Sekretár: Risks of Microwave Food Heating. Život. Prostr., Vol. 42, No. 4, p. 202 – 204, 2008.

The microwave oven is at present a convenient and frequently used tool to thaw, cook and reheat foods. However, the safety of the microwaved food has aroused some public interest. This study reviewed the basic principles of microwave cooking, the associated potential food hazards and the health risks posed to consumers as a result of consumption of microwave food. Some examples of nutrient degradation and oxidative fat deterioration during microwave heating are illustrated. Some rules of purchasing and correct using of microwave oven was also given.

Mikrovlny sú elektromagnetické vlny s frekvenciou v rozsahu 300 MHz – 300 GHz. Okrem technického použitia na prenos informácií (radar, telekomunikácie) sa využívajú na ohrievanie rôznych materiálov, najmä potravín (priemyselné a domáce mikrovlnné pece). Najskôr sa mikrovlny využívali v radarových systémoch (asi od r. 1940). V r. 1945 sa objavili prvé patenty využitia mikrovln na ohrievanie a v r. 1952 bola zostrojená prvá komerčná mikrovlnná rúra. V domácnostiach sa mikrovlnné ohrievanie rozšírilo až v r. 1970 – 1980. V súčasnosti sa celosvetovo predá asi 55 miliónov mikrovlnných rúr ročne.

Princíp mikrovlnného ohrievania

Mikrovlnné rúry v domácnostiach pracujú s frekvenciou 2,45 GHz (12,25 cm) a mikrovlnným výkonom 700 – 1200 W. Ohrievanie je spôsobené interakciou elektrickej zložky mikrovlnného žiarenia s elektricky nabitými (alebo polarizovanými) molekulami, ktoré sú tak nútené meniť rotáciu v súlade s frekvenciou mikrovln, teda $2,45 \cdot 10^9$ za sekundu. Kvapaliny a tuhé látky nie sú schopné takto rýchlo reagovať, v dôsledku čoho sa intenzívne ohrievajú. Potraviny sú mnohozložkové systémy a pri mikrovlnnom ohrievaní sa zahrievajú podľa toho, aké zložky obsahujú. Rýchlo sa zahrievajú potraviny s vysokým obsahom tuku, vody a soli. Určitú úlohu pri mikrovlnnom ohreve má aj tvar a veľkosť (hmotnosť a hrúbka vrstvy) zahrievaných potravín.

Mikrovlnné zahrievanie má, v porovnaní s konvenčným, určité odlišnosti. Pri mikrovlnnom

ohrievaní sa materiál zahrieva zvnútra v celom objeme naraz, pri konvenčnom sa najskôr zahreje materiál, ktorý je v priamom kontakte s ohrevným telesom (stenou nádoby) a až potom sa teplo šíri vedením (kondukciou) do celého objemu. Určitou nevýhodou mikrovlnného ohrievania je nerovnomernosť a tvorba prehriatych miest v zahrievanom materiáli pri vysokých výkonoch ohrevu. V mieste absorpcie mikrovln sa vytvára v krátkom časovom intervale veľké množstvo tepla, ktoré sa nestačí odvádzať do okolia. Výsledkom je rýchle stúpanie teploty v danom mieste (2 – 10 °C za sekundu), čo spôsobuje lokálne prehriatie a umožňuje tak priebeh termických reakcií, ktoré pri konvenčnom ohrievaní obyčajne neprebiehajú. Mikrovlnné žiarenie s frekvenciou 2,45 GHz, na rozdiel od ultrafialového svetla alebo ionizujúceho žiarenia, nemá energiu potrebnú na rozštiepenie žiadnej chemickej väzby. Ak molekula kontinuálne absorbuje mikrovlnné žiarenie, môže sa zahriať na veľmi vysokú teplotu. V organickej syntéze sa to s obľubou využíva. Reakcie, prebiehajúce pri klasickom ohreve desiatky hodín, prebehnú pri mikrovlnnom ohrievaní za niekoľko minút (Loupy, 2006).

Mikrovlnné ohrievanie v potravinárstve

Tento spôsob ohrevu sa používa v mnohých výrobných procesoch: pri temperovaní a rozmrazovaní potravín, varení, pečení, pasterizácii, sterilizácii, sušení a blanširovaní (Datta, Anantheswaran, 2001). V domácnostiach, reštauráciách a v stánkoch rýchleho ob-

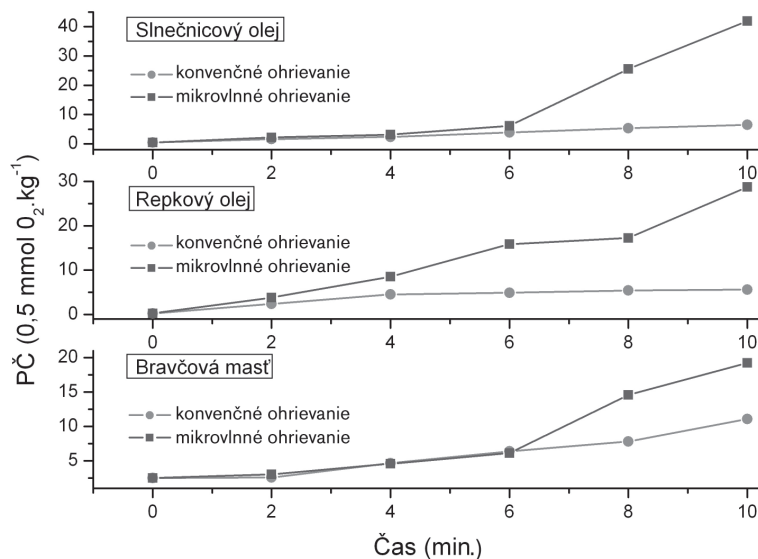
čerstvenia sa najčastejšie používa na rozmrazovanie a zohrievanie hotových jedál, menej na priamu prípravu pečením a varením. V porovnaní s konvenčným je mikrovlnné ohrievanie 4-krát rýchlejšie a úspornejšie, ušetrí asi 20 % nákladov na energiu.

Rizikové faktory mikrovlnného ohrievania potravín

Po počiatočnej eufórii z výhod mikrovlnného ohrievania potravín sa začali objavovať informácie o niektorých jeho nepriaznivých účinkoch.

Chemické rizikové faktory – produkcia zdraviu škodlivých látok reakciami nutričov (vzájomné reakcie, degradácia, oxidácia) a kontaminácia migráciou zložiek z obalových materiálov. Pri mikrovlnnom ohrievaní potravín s vysokým obsahom vody teplota substrátu obyčajne nepresiahne teplotu varu vody. Po odparení vody (lokálne alebo na povrchu), resp. pri ohreve potravín s nízkym obsahom vody, môže teplota vystúpiť na veľmi vysokú hodnotu (nad 250 °C). Pri tejto teplote sa potom zo zložiek potravín tvoria škodlivé látky s potenciálnym kancerogénnym účinkom (heterocyklické amíny, polyaromatické uhľovodíky a nitrózoamíny), podobne, ako pri klasickom grilovaní a pečení. Vážnym problémom je oxidačná degradácia tukov (Albi a kol., 1997; Sekretár a kol., 2000), pri ktorej sa tvoria hydroperoxydy 3 – 4 razy rýchlejšie, ako pri konvenčnom ohrievaní. Rozkladom hydroperoxidov sa tvoria voľné radikály, ktoré majú mutagénny účinok na organizmus. Na obr. 1 je znázornený priebeh oxidačnej degradácie rastlinných olejov a bravčovej masti pri ich 10-minútovom mikrovlnnom ohrievaní v porovnaní s konvenčným na panvici pri 155 °C (Sekretár a kol., 2000).

Oxidačná degradácia (meraná hodnotou peroxidového čísla) pri mikrovlnnom spôsobe začína asi po 4 – 6 minútach ohrievania, keď teplota substrátu presiahne 100 °C a potom rýchlo narastá. Pri konvenčnom ohrievaní na panvici pri stálej teplote 155 °C je priebeh oxidačnej degradácie vo všetkých prípadoch oveľa miernejší. Po 10 minútach mikrovlnného ohrievania je hodnota peroxidového čísla rastlinných olejov, resp. bravčovej masti 6 – 7-krát, resp. 2-krát vyššia, ako odpovedajúca hodnota peroxidového čísla z konvenčného ohrevu. Podľa *Potravinového kódexu SR* sa na konzumáciu neodporúča tuk s hodnotou peroxidového čísla vyššou ako 10. Pri mikrovlnnom ohrievaní sa táto hodnota prekročí už po 6 – 8 minútach, pri konvenčnom je to v poriadku (obr. 1). Pri mikrovlnnom



1. Oxidačná degradácia tukov pri mikrovlnnom a konvenčnom ohrievaní

spôsobе sa pozoroval oveľa väčší úbytok nutričov (najmä antioxidantov a vitamínov), ako pri konvenčnom ohrievaní. Pri varení brokolice mikrovlnným spôsobom sa zaznamenal úbytok troch typov antioxidantov: flavonoidov o 97 %, derivátov sinapovej kyseliny o 74 % a derivátov kávovej kyseliny o 87 %. Pri klasickom varení brokolice v pare bol úbytok tých istých antioxidantov 11 %, 0 % a 8 % (Vallejo a kol., 2003). Podobná zvýšená degradácia sa pozorovala v prípade vitamínu B12 v mäsových výrobkoch, nutričov mlieka, vitamínu C, tokoferolov a v mnohých ďalších prípadoch publikovaných v literatúre. Pri mikrovlnnom ohrievaní potravín v nevhodných obaloch môže nastať migrácia zložiek z týchto obalov do potravín. Nebezpečnými pre zdravie sú najmä aditívne látky z plastov (zmäkčovadlá, syntetické stabilizátory, farbivá) a niektoré monoméry (vinylchlorid, akryláty, akrylonitril a pod.). Problém možno ľahko odstrániť použitím vhodnejšieho obalu (skla, keramiky). Ďalšie štúdie poukázali na zvýšené degradačné účinky mikrovlnného ohrievania na nutrienty, ale všetko zostalo nepovšimnuté. Jedna práca však vzbudila neobyčajný záujem verejnosti. Bola to *Porovnávací štúdia vplyvu potraviny pripravenej tradičným spôsobom a v mikrovlnnej rúre na človeka*, švajčiarskych autorov Blanca a Hertela (1991). Ich tvrdenia o škodlivosti mikrovlnami pripravených potravín na ľudské zdravie sa stretli s ostrým nesúhlasom Švajčiarskej asociácie výrobcov a distribútorov domácich elektrospotrebičov. Tá dala vec dať na súd, ktorý v r. 1992 rozhodol v neprospech autorov. Hertel v r. 1994 podal sťažnosť Komisii pre



V domácnostiach sa najčastejšie používa tradičná príprava jedál pečením a varením. Foto: T. Hrnčiarová

Ľudské práva v Štrasburgu a tá po dlhoročných sporoch nakoniec v r. 1998 vyriekla oslobodzujúci rozsudok v prospech Hertela. Rozsudok samozrejme nepotvrdil pravdivosť jeho tvrdení, len právo na slobodu prejavu. Tento príklad jasne ilustruje situáciu, keď sú vedecké výsledky v rozpore so záujmami veľkej firmy. Podobne to môže byť s preukazovaním škodlivosti mobilných telefónov a telekomunikačných zariadení pracujúcich v mikrovlnnom pásme.

• **Mikrobiologické rizikové faktory** – nedokonalá likvidácia škodlivých mikroorganizmov v zohrievaných potravinách. Pred konzumáciou dlhodobo skladovaných, resp. zmrazených potravín sa odporúča ich zahriatie na 75 °C aspoň na 15 sekúnd, aby sa zničili prípadné škodlivé mikroorganizmy. Mikrovlnné ohrievanie potravín je nerovnomerné a v krátkodobu zohrievanej potravine sa nachádzajú studené i prehriate miesta. Nepomáha ani použitie otočnej podložky. Často sa stáva, že mikroorganizmy práve pri mikrovlnnom spôsobe ohrievania prežijú.

• **Iné rizikové faktory** – možnosť poranenia sa pri nesprávnej manipulácii s prehriatymi potravinami a riziko ožiarenia mikrovlnami (poškodenie očí). Voda sa v mikrovlnnej rúre zohreje na teplotu varu, pričom viditeľne nevrie (utajený var). Stačí nepatrný dotyk rukou, voda rýchlo zovrie a vykypí z nádoby. Podobne sa možno pomýliť pri zohrievaní tekutín v sklenej nádobe. Tekutina (napr. mlieko v dojčenskej fľaške) sa prehreje, ale obal zostane chladný. Iným nebezpečenstvom je emisia mikrovln do okolia z poškodenej mikrovlnnej rúry. Treba sa vyvarovať nazeraniu do zapnutej mikrovlnky a zásadne ju neumiestňovať v rovne očí. Očné šošovky nie sú chladené krvným obehom

a rýchlo sa denaturujú teplom dodaným mikrovlnným žiarením.

Užitočné rady a zásady

Mikrovlnnú rúru treba kupovať od renomovaného výrobcu. Je to najlepší spôsob, ako predísť rizikám súvisiacimi s únikom mikrovln do okolia a s nekvalitnou funkciou prístroja. Na ohrievanie v mikrovlnnej rúre treba používať len nádoby a obaly na to určené. Minimalizuje sa tak riziko poškodenia prístroja ako aj riziko z kontaminácie potravín zložkami obalu. Potraviny obsahujúce vodu by sa nemali zohrievať v uzavretom nepriepustnom obale, aby nevznikol v nádobe pretlak. To isté platí i pre ohrev vajčiek. Potraviny treba variť a piecť vo väčších kusoch, pri použití strednej intenzity ohrievania a dlhšie. Eliminuje sa tak lokálne prehriatie a zlepši sa distribúcia tepelnej energie v celom objeme potraviny. Voda a ľad neabsorbujú mikrovlny rovnako. Rozmrazované potraviny treba preto pred mikrovlnným pečením a varením nechať úplne rozmraziť, aby sa eliminovalo ich nerovnomerné ohrievanie. Čiastočne mikrovlnne upravené potraviny by sa nemali odkladať na neskoršie použitie.

Literatúra

- Albi, T., Lanzón, A., Guinda, A., León, M., Pérez-Camino, M. C.: Microwave and Conventional Heating Effects on Thermooxidative Degradation of Edible Fats. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, No. 45, p. 3 795 – 3 798.
- Blanc, B. H., Hertel, H. U.: Comparative Study About the Influence on Man by Food Prepared Conventionally and in the Microwave Oven. *Journal Franz Weber*, 1991, No. 19.
- Datta, A. K., Anantheswaran, R. C.: *Handbook of Microwave Technology for Food Applications*. New York: Marcel Dekker, 2001, 511 p.
- Hertel, H. U.: Hertel proti Švajčiarsku. Rozsudok Európskeho súdu pre ľudské práva z 25. augusta 1998. <http://www.humanrights.coe.int/aware/GB/publi/caselaw/360.pdf>
- Loupy, A.: *Microwaves in Organic Synthesis*. Wiley-VCH. Weinheim: KGaA, 2006, 1 032 p.
- Sekretár, S., Schmidt, Š., Niklová, I., Kováč, M.: Degradation Effect of Microwave Heating on Fats. *Czech J. Food Sci.*, 2000, No. 18 (Special Issue), p. 127 – 128.
- Vallejo, F., Tomás-Barberán, F. A., García-Viguera, C.: Phenolic Compounds Content in Edible Parts of Broccoli Inflorescences after Domestic Cooking. *J. Sci. Food Agric.*, 2003, No. 83, p. 1 511 – 1 516.

Ing. Stanislav Sekretár, PhD.,
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, stanislav.sekretar@stuba.sk