

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE

TECHNICKÁ FAKULTA

1119647

**VPLYV MIKROVLNNÉHO OHREVV NA KVALITU
POTRAVÍN**

2011

Ľuboš Šindler

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE

TECHNICKÁ FAKULTA

**VPLYV MIKROVLNNÉHO OHREVV NA KVALITU
POTRAVÍN**

BAKALÁRSKA PRÁCA

Študijný program: Manažérstvo kvality produkcie
2386700

Pracovisko (katedra/ústav): Katedra Fyziky
Vedúci diplomovej práce: RNDr. Jana Fúsková

Nitra 2011

Ľuboš Šindler

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Podpísaný Ľuboš Šindler prehlasujem, že túto bakalársku prácu som vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry a dostupných zdrojov informácií.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre dňa 25.4.2011

.....
Ľuboš Šindler

POĎAKOVANIE

Touto cestou vyslovujem úprimné poďakovanie pani RNDr. Fúskovej za vedenie, spoluprácu a podnetné rady pri príprave a spracovaní mojej bakalárskej práce.

Ďalej chcem poďakovať celej svojej rodine, ktorá ma v štúdiu podporovala a pomáhala mi zvládnuť všetky svoje úskalia, ktoré ma na tejto ceste stretli.

ABSTRAKT

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo zhrnúť najdôležitejšie informácie z oblasti vplyvu elektromagnetických vln na kvalitu potravín, resp. potravinárskych výrobkov a ich účinkov na človeka. Na tieto otázky sa vyskytuje viacero rozporuplných názorov svedčiacich o nejednotnom postoji na predmetnú problematiku.

Elektromagnetické vlnenie pôsobí na človeka z viacerých zdrojov. Okrem vzdialených vysielačov pôsobí na človeka aj spotrebná elektrotechnika nachádzajúca sa v našej blízkosti. Táto práca vzhľadom na možnosť jej rozsahu bola zameraná len na vplyv mikrovln na tepelnú úpravu potravín, a to prostredníctvom štandardného domáceho spotrebiča – mikrovlnnej rúry.

Bakalárska práca v úvodnej časti jej jadra stručne opisuje históriu objavu mikrovlnného vlnenia a následne samotného vynálezu mikrovlnnej rúry. V nasledujúcich kapitolách práca popisuje jednotlivé parametre a konštrukčné vlastnosti mikrovlnnej rúry. Najdôležitejšiu časť práce tvorí opis vedeckých výsledkov v oblasti samotného vplyvu mikrovlnného vlnenia na potravinu a jeho možné dôsledky na kvalitu ohrievanej potraviny. Súčasťou práce je samostatná kapitola o charaktere nádob, resp. materiálov, v ktorých by mali, resp. nemali byť potraviny v mikrovlnnej rúre ohrievané.

Výsledkom tejto práce je porovnanie jednotlivých vedeckých, resp. aj nevedeckých názorov a odvolanie sa na vyhlásenie Svetovej zdravotníckej organizácie v skúmanej oblasti.

KEÚČOVÉ SLOVÁ:

elektromagnetické vlnenie, mikrovlnný ohrev, potravina, mikrovlnná rúra

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis was to summarize the most important information on the impact of electromagnetic waves on food quality and food products and their effects on humans. There is a number of different opinions representing a non-uniform on respective area.

Humans are affected by electromagnetic waves from various sources. In addition to distant transmitters are humans also affected by consumers electronics in their vicinity. This work as regards to its scope was focused only on the effect of microwaves to heated food through a standard household appliance - the microwave oven.

The introductory part of bachelor thesis briefly describes the history of the discovery of the microwave wave and then the invention of microwave ovens. In the following chapters work further describes the particular parameters and constructional characteristics of the microwave oven. The most important part of the thesis concerns scientific results of the actual impact of waves on microwave food and its possible impact on the quality of the heated food. Part of this work is a separate chapter about types of containers or materials, in which food should be and should not be heated in a microwave oven.

The result of this work is to compare the various scientific and unscientific statements and appeal to the Declaration of the World Health Organisation in the reviewed area.

KEYWORDS:

electromagnetic waves, microwave heating, food, microwave oven

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| OBSAH | 7 |
| ZOZNAM ILUSTRÁCIÍ..... | 8 |
| ZOZNAM TABULIEK | 8 |
| ZOZNAM POUŽITÝCH ZNAČIEK A SKRATIEK..... | 8 |
| ÚVOD..... | 10 |
| 1 CIEĽ PRÁCE..... | 11 |
| 2 METODIKA PRÁCE | 12 |
| 3 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY..... | 13 |
| 3.1 História objavu mikrovln a vynález mikrovlnnej rúry | 13 |
| 3.1.1 História objavu mikrovln | 13 |
| 3.1.2 Vynález mikrovlnnej rúry | 14 |
| 3.2 Základné vlastnosti elektromagnetického vlnenia | 15 |
| 3.3 Jednotky a terminológia | 16 |
| 3.4 Konštrukcia mikrovlnnej rúry | 16 |
| 3.5 Parametre mikrovlnnej rúry | 18 |
| 3.6 Spracovanie potravín..... | 18 |
| 3.7 Priebeh mikrovlnného ohrievania | 19 |
| 3.8 Spracovanie potravín pomocou mikrovlnnej energie | 20 |
| 3.9 Obaly vhodné na mikrovlnný ohrev..... | 20 |
| 3.9.1 Všeobecne o obaloch na mikrovlnný ohrev..... | 20 |
| 3.9.2 Legislatíva v oblasti plastových materiálov v SR..... | 23 |
| 3.9.3 Legislatíva v oblasti plastových materiálov v EÚ | 24 |
| 3.10 Hlavné výhody mikrovlnného ohrevu | 25 |
| 3.11 Nepriaznivé faktory mikrovlnného ohrevu potravín | 26 |
| 3.11.1 Chemické faktory..... | 26 |
| 3.11.2 Mikrobiologické rizikové faktory | 27 |
| 3.11.3 Zdravotný faktor | 28 |
| 3.12 Bezpečnosť mikrovlnného ohrievania..... | 29 |
| ZÁVER | 32 |
| ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY..... | 34 |

ZOZNAM ILUSTRÁCIÍ

| | |
|--|----|
| Obrázok 1 – Spektrum elektromagnetického vlnenia (žiarenia) aj s príslušnými frekvenciami a vlnovými dĺžkami | 15 |
| Obrázok 2 – Konštrukcia mikrovlnnej rúry | 17 |
| Obrázok 3 - Rez mnohodutinového magnetrónu | 17 |

ZOZNAM TABULIEK

| | |
|---|----|
| Tabuľka 1 – Prehľad úbytku antioxidantov | 27 |
| Tabuľka 2 - Súhrn odporúčaných limitov ICNIRP | 31 |

ZOZNAM POUŽITÝCH ZNAČIEK A SKRATIEK

| | |
|-----------------------|--|
| $\vec{E}(\vec{r}, t)$ | intenzita elektrického poľa |
| $\vec{H}(\vec{r}, t)$ | intenzita magnetického poľa |
| $\vec{D}(\vec{r}, t)$ | elektrická indukcia |
| $\vec{B}(\vec{r}, t)$ | magnetická indukcia |
| $\vec{j}(\vec{r}, t)$ | prúdová hustota |
| $\rho(\vec{r}, t)$ | objemová hustota elektrického náboja |
| EFSA | The European Food Safety Authority Európska úrad pre bezpečnosť potravín |
| EUFIC | The European Food Information Council Európska rada potravinárskych informácií |
| FDA | The Food and Drug Administration Americký úrad pre potraviny a lieky |
| ICNIRP | International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection Medzinárodná komisia pre radiačnú ochranu |

MP SR Ministerstvo pôdohospodárstva Slovenskej republiky
MZ SR Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky
PK SR Potravinový kódex Slovenskej republiky
WHO World Health Organization
Svetová zdravotnícka organizácia

ÚVOD

Neustále zvyšujúce sa tempo života zasahuje do všetkých oblastí činností človeka. Medzi nevyhnutné a pravidelne sa opakujúce úkony patrí aj príprava a úprava jedál. Veta: „Pokojne a kludne sa najedz, máš čas.“ už dávno neplatí. Všeobecne sa hovorí, všetko je o rýchlosti.

Novým a prevratným pomocníkom v boji s časom sa stal mikrovlnný ohrev potravín prostredníctvom mikrovlnnej rúry. Jeho rýchlosť je nespochybniteľná, hoci keď sme príliš hladní, zdá sa nám čas otáčania časového spínača nekonečný, ako je to však s jeho kvalitou a prípadnou bezpečnosťou sa stalo cieľom tejto bakalárskej práce v ktorej bolo snahou zmapovať dosiaľ získané a overené poznatky.

Uvedenou problematikou sa zaoberalo a stále zaoberá veľa vedcov, výskumníkov po celom svete. Aj napriek niekoľkým desaťročiam výskumu a sledovania vplyvu mikrovlnného ohrevu na kvalitu ohrievaných potravín, nedošlo ani v súčasnom období k jednoznačnému záveru. Počnúc vynálezom mikrovlnnej rúry, ktorá svojou veľkosťou dosahovala rozmery dnešnej chladničky, až po dnešnú mikrovlnnú rúru mal tento spotrebič pracujúci na princípe mikrovlnného vlnenia odporcov i obhajcov. Na jednej strane úspora času, energie, priestoru a na druhej strane odporcami tvrdené škodlivé vplyvy mikrovlnného ohrevu na človeka. Spotrebiteľ sa vysporadúva s názormi oboch skupín vedcov. U jednotlivých spotrebiteľov existujú prísne limitujúce normy, ktoré sú podľa náročných atestov skutočne dodržiavané. Nie sú však už dodržiavané v prípade vplyvu elektromagnetického vlnenia z viacerých zdrojov a dochádza pritom k vzájomnej interakcii a ku vzniku úplne nových štruktúr, ktoré majú celkom iné, odlišné vlastnosti a účinky na živé organizmy než dosiaľ hygienikmi sledované a pre kritériá škodlivosti používané tepelné pôsobenie.

Pokiaľ si chceme urobiť objektívny pohľad na predmetnú problematiku, je nutné vychádzať zo skúseností tých, ktorí sa týmito otázkami zaoberali už pred polstoročím a komparovať ich s názormi a poznatkami dnešných vedcov, ktorí sa nimi doteraz zaoberajú. Moderná elektronika a elektrotechnika prináša pokrok a pohodlie ale nemala by so sebou prinášať škodlivé účinky na človeka. Nedávno to prof. Erhard prehlásil: „*Ak už musíme s elektrotechnikou žiť, tak na ňu však nemusíme umierať.*“

1 CIEĽ PRÁCE

Cieľom práce bolo z dostupných prameňov zhrnúť poznatky o vplyve mikrovlnného ohrevu na kvalitu potravín a zároveň vytvorenie uceleného prehľadu dôsledkov tohto typu tepelného spracovania jedál. Z takto získaných informácií bolo snahou dosiahnuť objektívny pohľad na súčasný stav uvedenej problematiky.

2 METODIKA PRÁCE

Bakalárska práca má kompilačný charakter. Poznatky k téme bakalárskej práce pochádzajú z literárnych zdrojov a internetu. Literárny prehľad obsahuje charakteristiku mikrovlnného vlnenia, parametre i konštrukčné prvky mikrovlnnej rúry a v neposlednom rade vedecké stanoviská Svetovej zdravotníckej organizácie. Bakalárska práca je doplnená o grafické ilustrácie a tabuľky, ktoré majú napomôcť absorbovaniu niektorých náročnejších informácií.

3 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

3.1 História objavu mikrovĺn a vynález mikrovlnnej rúry

3.1.1 História objavu mikrovĺn

Existenciu elektromagnetických vĺn teoreticky dokázal významný fyzik **James Clerk Maxwell** (1831 – 1879) v roku 1865. Na základe teoretických úvah vytvoril Maxwell obecnú teóriu elektromagnetického poľa. Odôvodil štyri vektorové rovnice pomocou ktorých sa prevádzajú presné výpočty elektromagnetických polí. Preukázal neoddeliteľnú a vzájomne podmienenú existenciu elektrických a magnetických javov. Maxwellove rovnice popisujú klasickú interakciu medzi elektrickými nábojmi a prúdmi a dynamickú interakciu medzi elektrinou a magnetizmom. Uvedené interakcie spojené do jednej teórie popisujú vlastnosti elektromagnetického poľa.

Prvá Maxwellova rovnica vyjadruje poznatok, že pohyb elektrického náboja vzbudzuje magnetické pole. Diferenciálny tvar tejto rovnice je nasledovný:

$$\operatorname{div}\vec{D} = \rho$$

Prvá Maxwellova rovnica súvisí s Gaussovou vetou elektrostatiky a vyjadruje zdrojový charakter elektrostatického poľa. Prepis Gaussovej vety do integrálneho tvaru:

$$\int_V \operatorname{div}\vec{D}dV = \oint_S \vec{D}\cdot d\vec{S} = Q$$

kde $Q = \int_V \rho dV$ je celkový elektrický náboj v objeme V obklopenom uzavretou plochou

S . S využitím Gaussovej – Ostrogradského vety môžeme potom písať:

$$\oint_S \vec{D}\cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV$$

čo je integrálny tvar 1. Maxwellovej rovnice.¹

Druhá Maxwellova rovnica vyjadruje zákon o elektromagnetickej indukcii.

Diferenciálny tvar tejto rovnice je nasledovný:

$$\operatorname{div}\vec{B} = 0$$

¹ <http://www.lm.utc.sk/~mullerova/pdf/maxwell.pdf>

Tretia Maxwellova rovnica je vyjadrením poznatku, že tok elektrickej indukcie z uzavretej plochy sa rovná elektrickému náboju obsiahnutému vo vnútri uvažovanej plochy. Diferenciálny tvar tejto rovnice je nasledovný:

$$\operatorname{rot}\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$$

Štvrtá Maxwellova rovnica formuluje skutočnosť, že magnetické indukčné čiary sú vždy uzavreté. Diferenciálny tvar tejto rovnice je nasledovný:

$$\operatorname{rot}\vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}$$

Experimentálne potvrdil existenciu elektromagnetických vln Heinrich Rudolf Hertz (1857 – 1894) v roku 1888. Dokázal, že každý elektrický výboj je sprevádzaný týmito vlnami a demonštroval dokonca stojaté vlny a elektromagnetické vlny o dĺžke 0,6 m. Zaujímavé je, že Hertz týmto vlnám neprpisoval žiadny praktický význam.

Ich technické využitie však dokázali vedci **Alexander Stepanovič Popov**², **Nikola Tesla**³, **Guglielmo Marchese Marconi**⁴ pri nespočetných opakovaníach a variantách Hertzových pokusov sa rozšírila škála vlnových dĺžok týchto vln a získali sa nové fyzikálne poznatky, ktoré vyústili v aplikácie nesmierneho praktického významu.

3.1.2 Vynález mikrovlnnej rúry

Rovnako ako veľa ďalších vynálezov bola mikrovlnná rúra vedľajším produktom iného výskumu. Team anglických vedcov John Randall a dr. H.A.H. Boo z Birminghamskej univerzity pracoval na vývoji mikrovlnných zdrojov pre anglické radary za II. svetovej vojny. V roku 1940 objavil magnetrón, ktorý dokázal vytvoriť elektromagnetické vlny s priemernou dĺžkou 12 cm o kmitočte 2450 MHz.

Na ceste využitia tohto objavu pomohla náhoda. **Dr. Persey Spencer** pracoval v roku 1946 na vývoji radarových systémov vo firme Raytheon Company. Pri testovaní

² Alexander Stepanovič Popov (1859 – 1906) ruský fyzik, novátor a vynálezca, ktorý koncom 19.storočia skúšal prenášať signály bez drôtov s pomocou elektromagnetických vln. Jeden z priekopníkov vtedy prevratnej technológie, vďaka ktorej dnes máme napríklad aj rozhlas a televíziu.

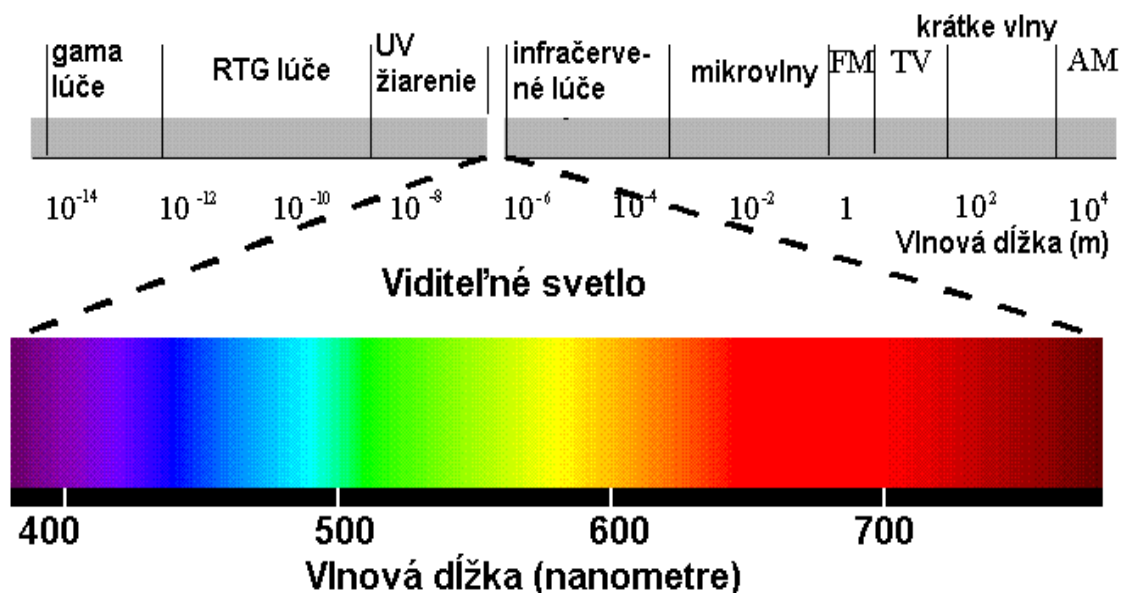
³ Nikola Tesla (1856 – 1943) americký fyzik srbského pôvodu, vynálezca a konštruktér elektrických strojov a prístrojov. Jednotka magnetickej indukcie – tesla.

⁴ Guglielmo Marchese Marconi (1874 – 1937) známy taliansky vynálezca, podnikateľ. Nobelovu cenu za fyziku spolu s Braunom za ich prínos vo vývoji bezdrôtovej telegrafie obdržal v roku 1909.

magnetronu - zdroja mikrovlnného žiarenia sa mu vo vrecku rozpustila čokoláda. Pokusom spočívajúcim v umiestnení kukurice pred magnetron prichádza zmena na pukance. Ďalším dôkazom využitia účinku mikrovln na potraviny bolo explodovanie vajca. Ako nový spôsob ohrevu jedla si ho dal Dr. Spencer patentovať. Prvá mikrovlnná rúra bola masívna, mala hmotnosť 340 kg s veľkosťou chladničky a problémom bolo chladenie, čo spôsobilo nie príliš veľký záujem. Vývinom, zdokonaľovaním a vlastnosťou rýchleho ohrevu sa počiatočná nedôvera stratila. V roku 1975 už počet predaných mikrovlnných rúr prevýšil predaj elektrických a plynových.

3.2 Základné vlastnosti elektromagnetického vlnenia

Všetky druhy elektromagnetického vlnenia je možné charakterizovať ich vlnovou dĺžkou a kvantom energie. Čím vyššie je frekvencia, tým kratšia je vzdialenosť medzi jednotlivými vlnami (tzn. že tým kratšia je vlnová dĺžka) a vyššie kvantum energie v danom poli. Ak je vlnová dĺžka kratšia ako 0,1 mm je kvantum energie vlnenia dostatočne vysoké aby vyvolalo porušenie väzieb a poškodenie štruktúr biologického materiálu, to je nazývanú ionizujúcim elektromagnetickým žiarením.



Obrázok 1 – Spektrum elektromagnetického vlnenia (žiarenia) aj s príslušnými frekvenciami a vlnovými dĺžkami

Zdroj: <http://kluvanek.blog.sme.sk/c/223617/Bojite-sa-mikrovlanky.html>

Pri vysokých frekvenciách (mikrovlnné a rádiové frekvencie) sú elektrické a magnetické polia často posudzované ako zložky elektromagnetickej vlny. Mikrovlnné zariadenia a mobilné telefóny, televízne vysielacie, rádiové vysielacie, mikrovlnné rúry a radar vytvárajú rádiové frekvenčné pole.

3.3 Jednotky a terminológia

Vlnová dĺžka je vzdialenosť medzi dvoma po sebe nasledujúcimi vrcholmi elektromagnetickej vlny.

Frekvencia je počet vln za sekundu a vyjadruje sa v hertzoch (Hz).

Mikrovlny majú vysokú frekvenciu a jednotkami sú preto:

- 1 kHz = 1 000 Hz;
- 1 MHz = 1 000 kHz;
- 1 GHz = 1 000 MHz.

Mikrovlny z domácich mikrovlnných rúr majú vlnovú dĺžku 12,2 cm a frekvenciu 2 450 MHz.

Jednotkou pre meranie nízkofrekvenčného magnetického poľa je Tesla (1 T).

1 T predstavuje veľmi vysokú úroveň expozície, a preto sa viac používajú nižšie jednotky:

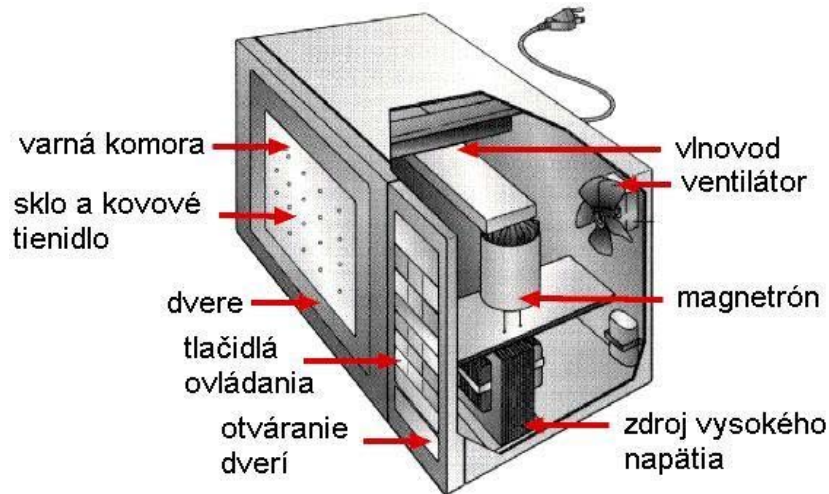
- 1 T (tesla) = 1 000 mT;
- 1 mT (militesla) = 1 000 μ T;
- 1 μ T (mikrotesla) = 1 000 nT (nanotesla).

Vysokofrekvenčné elektromagnetické pole rádiové a mikrovlnné vlnenie je merané vo W/m^2 . Tiež sa používa jednotka mW/cm^2 . V oboch prípadoch sa používa pojem výkonová hustota.

3.4 Konštrukcia mikrovlnnej rúry

Konštrukcia mikrovlnnej rúry je tvorená mechanickou, elektrickou a elektronickou časťou. Základom je plechová oceľová skrinka s dvojitém obalom. Jedna časť je samotný ohrievací priestor. Skrinka je uzavretá dvierkami s priehľadnou

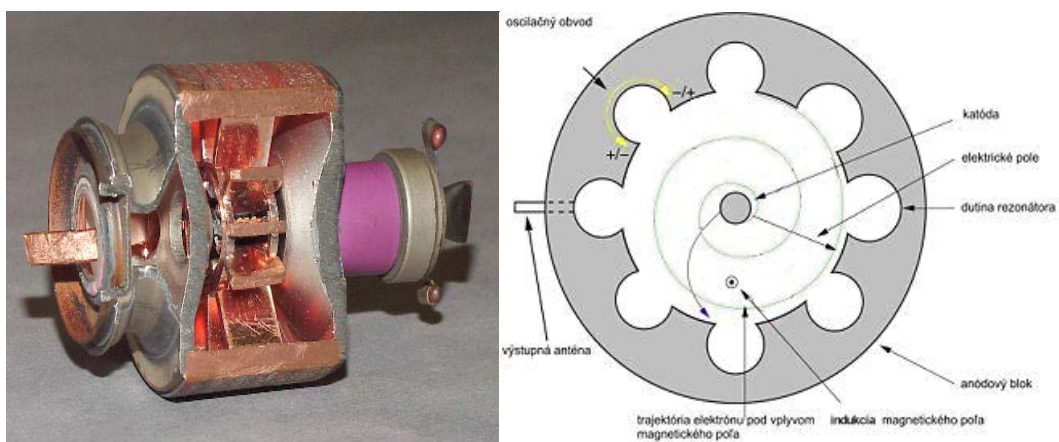
stenou. Stena je vytvorená z kovového plechu s dierkami o veľkosti menšej ako je mikrovlna. Dvierka priliehajú na skrinku s presahom aby nikde neboli vytvorené škáry cez ktoré by mikrovlny unikli do priestoru.



Obrázok 2 – Konštrukcia mikrovlnnej rúry

Zdroj: <http://kluvanek.blog.sme.sk/c/223617/Bojite-sa-mikrovlanky.html>

Samotné mikrovlny vznikajú v magnetróne. Podľa zákona zachovania energie tam dochádza k premene elektrickej energie na energiu elektromagnetického vlnenia. Riadiace obvody slúžia k riadeniu množstva mikrovln vysielaných do vnútorného priestoru rúry. Rúra je vybavená sériou zabezpečovacích prvok aby nebolo možné spustiť zdroj vlnenia tak aby mohlo dôjsť k preniknutiu mimo priestoru. Rúry majú nastavenie výkonu a dĺžka ohrevu je regulovaná časovačom.



Obrázok 3 - Rez mnohodutinového magnetrónu

Zdroj: <http://sk.wikipedia.org/wiki/Magnetron>

Výkonové obvody majú za úlohu vytvoriť vysoké napätie a žhaviace napätie pre magnetrón. Ten vytvorí mikrovlnnú energiu, ktorá je odvádzaná do vnútorného ohrievacieho priestoru. V magnetróne sa uvoľňujú elektróny zo žhaviacej elektródy a tieto sa pomocou magnetu uvedú do rotačného pohybu vo vákuu. Rotačný pohyb elektrónov vytvorí mikrovlnné vlnenie ktoré sa prenesie vlnovodom do vnútra rúry na ohrev jedla. Vlny sa vo vnútri ohrievaného priestoru odrážajú od stien a pokiaľ nie sú pohltené ohrievanou látkou. Časť energie vlnenia sa pri odraze stráca, preto intenzita vln veľmi rýchlo klesá. Energia vln klesá so vzdialenosťou s druhou mocninou, tzn. že pri akomkoľvek prudkom otvorení dvierok vlnenie prestane skôr ako by mohlo vniknúť do priestoru.

3.5 Parametre mikrovlnnej rúry

P_i - príkon - udáva koľko energie odoberie zariadenie za jednotku času zo siete. U kuchynských mikrovlniek sa príkon pohybuje v rozmedzí 1 000-1 500 W.

P – výkon - udáva koľko energie sa za jednotku času privedie do vnútorného priestoru rúry.

Potom **účinnosť**:

$$\eta = \frac{P}{P_i} * 100\%$$

Domáce mikrovlnné rúry majú účinnosť v rozsahu 50 – 65 %. Najväčšie straty vznikajú v magnetróne. Nižší výkon je nastaviteľný. Tento úkon však neznamená, že by magnetrón púšťal do vlnovodu menej energie za jednotku času ale pokles výkonu je dosiahnutý jeho periodickým vypínaním a zapínaním. Významným faktorom ovplyvňujúcim vlastnosti mikrovlnnej rúry sú rozmery vnútorného priestoru – výška, šírka, hĺbka. Medzi ďalšie parametre patrí frekvencia mikrovln, tj. 2 450 MHz a priemer otočného taniera.

3.6 Spracovanie potravín

Prakticky každý deň spracúvame potraviny keď pripravujeme jedlo pre seba alebo svoju rodinu. Všetky potraviny sa určitým spôsobom upravujú kým ich môžeme konzumovať. Ak sa niektoré druhy potravín vhodným spôsobom nespracujú môžu byť

dokonca nebezpečné. Spracovaním potravín ide o rôzne operácie pri ktorých sa surové potraviny upravujú aby boli vhodné na konzumáciu, varenie alebo uskladnenie. Spracovanie potravín zahŕňa všetky činnosti, ktoré menia alebo pretvárajú surové rastlinné alebo živočíšne materiály na bezpečné požívateľné a chutnejšie potraviny. V rámci veľkovýroby potravín spracovanie zahŕňa aplikovanie vedeckých a technologických princípov na zachovanie potravín tak, že sa spomalí alebo zastaví prirodzený proces rozkladu. Zároveň umožňuje vykonávať predvídateľné a kontrolovateľné zmeny v kvalite konzumovaných potravín. Pri spracúvaní sa tiež využíva kreatívny potenciál spracovateľa na premenu základných surových materiálov na množstvo chutných a atraktívnych potravín prinášajúcich spotrebiteľom zaujímavé možnosti pestrého stravovania. Bez spracovania potravín by nebolo možné uspokojovať potreby modernej mestskej populácie a výber potravín by bol obmedzený pestovateľskými sezónami. Potraviny sa spracúvajú už celé stáročia aby ich bolo možné uchovávať a aby boli požívateľné. K spracovaniu dochádza v rámci celého potravinového reťazca. Od zberu plodín až po ich najrozmanitejšie spôsoby kuchynského spracovania v domácnosti čo významne prispieva k neškodnosti potravín na celom svete.⁵

3.7 Pribeh mikrovlnného ohrievania

Vznik tepla pomocou mikrovln je založený na prudkom trení molekúl pri ich rozkmitávaní v mikrovlnnom poli pričom sa mikrovlny nerozptyľujú rovnomerne a preto vznikajú v potravine horúce a studené jadrá. Tento jav sa doposiaľ v žiadnej mikrovlnnej rúre nepodarilo úplne odstrániť. Mikrovlnné rúry v domácnostiach pracujú s frekvenciou 2,45 GHz a mikrovlnným výkonom 700 – 1 200 W. Kvapaliny a tuhé látky nie sú schopné na túto interakciu⁶ reagovať v dôsledku čoho sa intenzívne zohrievajú. Rýchlo sa zohrievajú potraviny s vysokým obsahom tuku, vody a soli. Určitú úlohu má pri mikrovlnnom ohreve tvar a veľkosť zohrievaných potravín. Výsledkom nerovnomerného ohrevu je rýchle stúpanie teploty v danom mieste -

⁵ Prieskum rady EUFIC - Európska rada potravinárskych informácií (European Food Information Council, EUFIC) je nezisková organizácia, ktorá poskytuje vedecky podložené informácie o bezpečnosti a akosti potravín, zdraví a výžive médiám, výživovým odborníkom, lekárom, pedagógom a ľuďom ovplyvňujúcim verejnú mienku tak, aby boli pre spotrebiteľov zrozumiteľné.

⁶ Interakcia - vzájomné pôsobenie, ovplyvňovanie, ovplyvnenie

2 – 10° C/s čo spôsobuje lokálne prehriatie a umožňuje priebeh termických reakcií, ktoré pri konvenčnom ohrievaní neprebiehajú.

Hĺbka, do ktorej mikrovlny prenikajú závisí od hustoty potraviny. Mikrovlny ohrievajú potravinu od povrchu do stredu, samozrejme, malé kusy sa ohrievajú rýchlejšie než veľké. Mikrovlnné žiarenie na rozdiel od ultrafialového svetla alebo ionizujúceho žiarenia, nemá potrebnú energiu na rozštiepenie žiadnej chemickej väzby. Ak molekula absorbuje mikrovlnné žiarenie môže sa zohriať na veľmi vysokú teplotu. Reakcie prebiehajúce pri mikrovlnnom ohreve trvajú len niekoľko minút.

3.8 Spracovanie potravín pomocou mikrovlnnej energie

Spracovanie potravín pomocou mikrovlnnej energie zahŕňa ohrev prostredníctvom mikrovln, namiesto tradičných techník založených na prúdení teplého vzduchu alebo vedení tepla. Mikrovlnná energia sa dostatočne prenáša vodou, nie však plastom ani sklom a kovové materiály ju odrážajú. K ohrevu dochádza vplyvom kmitania vody v potravinách. Keďže voda je zvyčajne v potravinách rozložená nerovnomerne, vyžaduje sa priebežné otáčanie aby sa potraviny správne ohriali a zaobchádzalo sa s nimi bezpečne. Spracovanie potravín pomocou mikrovlnnej energie poskytuje rýchlu metódu ohrevu, ktorá vyžaduje prídanie malého množstva vody, čím dochádza k menším stratám výživových látok ako pri iných spôsoboch prípravy a úpravy jedál.

3.9 Obaly vhodné na mikrovlnný ohrev

3.9.1 Všeobecne o obaloch na mikrovlnný ohrev

Pre mikrovlnnú rúru môže byť problémom ohrev jedál v uzavretých obaloch. Môže ísť o obal prirodzený, napr. vajíčko, niektoré druhy ovocia alebo pôjde o obal umelý, napr. konzerva, kvapaliny v uzavretých fľašiach a pod. Dokonca aj samotné vajíčko môže spôsobiť svojim výbuchom zničenie mikrovlnnej rúry. Ideálne je takýto obal aspoň na pár miestach prepichnúť.

S opatrnosťou treba ohrievať aj malé množstvá potravín. Môže nastať situácia kedy sa veľký výkon sústreďí v malej oblasti priestoru pričom následne dochádza k príliš rýchlemu ohrevu jedla ba dokonca až k jeho zapáleniu. Za účelom predídenia

uvedenej situácie je vhodné do mikrovlnnej rúry priložiť k ohrievanému jedlu pohár vody.

Asi každý vie, že tenké kovové predmety nie sú určené na použitie v mikrovlnných rúrach. Pri použití taniera s kovovou glazúrou dochádza k pretekaniu prúdov pod vplyvom mikrovlnného žiarenia, ktoré ju extrémne zohrejú. Súčasne môže dôjsť k jej nataveniu spolu s iskrením. Dokonca môže nastať tak intenzívne prehriatie, že sa tanier rozbije. Obdobne sa bude správať aj alobal, resp. kúsky alobalu, ktoré by sme vložili do mikrovlnnej rúry.

V neposlednom rade je dôležité spomenúť aj nebezpečenstvo zapnutia prázdnej mikrovlnnej rúry. Za uvedenej situácie môže dôjsť k spätnému prieniku mikrovlnného žiarenia do magnetrónu, a tým k jeho zničeniu. V záujme predídenia uvedeného stavu je vhodné do mikrovlnnej rúry ako poistku vložiť pohár s vodou.⁷

V ostatnom období vzrastá obľúbenosť potravinárskych výrobkov, ktoré sa môžu skladovať v chladničke alebo v mrazničke a následne presunúť do mikrovlnnej rúry za účelom ohrevu, resp. varenia predmetnej potraviny. Moderný spotrebiteľ uprednostňuje dodávanie takýchto potravinárskych výrobkov v nádobách, ktoré mu zabezpečujú takéto dvojité využitie. U niektorých potravinárskych výrobkov (polievky, dusené jedlá), ktoré majú vysoký obsah vody a značne homogénnu konzistenciu, nepredstavuje mikrovlnný ohrev žiadny osobitný problém a výsledky sú vo všeobecnosti uspokojivé. Sú však typy potravinárskych výrobkov, ktoré výsledok dosahujú problematickejšie. Týka sa to najmä potravinárskych výrobkov, ktoré obsahujú dva a viac komponentov rôznych konzistencií, napr. sendvič s hamburgerom. Zemľa má oveľa nižší obsah vody než mäsová placka a zohreje sa oveľa rýchlejšie. Na základe tejto skutočnosti dochádza pri snahe dosiahnuť dostatočný ohrev mäsovej placky k prehriatiu chleba. Dochádza k úniku vlhkosti chleba a výsledkom ohrevu chleba zabaleného je jeho premočenie a pri ohreve chleba bez obalu chleba stvrdne. Kvalita výsledného výrobku je zlá a vo všeobecnosti neprijateľná. Dosiahnutie uspokojivého výsledku je problematickejšie aj pri potravinárskych výrobkoch, ktoré si vyžadujú určitý stupeň hnednutia, vytvorenie kôrky.

V poslednej dobe sa vylepšila kvalita niektorých potravinárskych výrobkov zohrievaných mikrovlnou, ako napríklad rýchle občerstvenie do ruky, a to metódou tzv.

⁷ Kluvánek, Peter.2010. Bojíte sa mikrovlnky?

Dostupné na: <<http://kluvanek.blog.sme.sk/c/223617/Bojite-sa-mikrovlnky.html>>

mikrovlenných susceptorov. Mikrovlenné susceptory sú zariadenia, ktoré majú elektricky vodivú vrstvu, ktorá sa pri vystavení mikrovlennej energii zohrieva. Susceptor absorbuje časť mikrovlennej energie a mení ju na teplo, ktoré sa môže použiť na chrumkavú prípravu potravín. Základom úspechu je podmienka aby sa susceptor vyhriol rýchlejšie ako jedlo, ktoré sa má zohrievať. K plynulého ohrevu dochádza až keď sa dosiahne maximálna teplota (cca 200°C). Susceptor sa až do tejto teploty chová ako konvenčná pečiacia rúra. Následne sa začne susceptor rozpadávať a stáva sa priepustným pre mikrovlennú energiu. Kvôli požadovanej dĺžke varenia malo používanie susceptora len obmedzený úspech.

V poslednom období boli vyvinuté rôzne druhy obalov pre rôzne druhy potravinárskych výrobkov. Napríklad obal na potraviny pozostávajúci z materiálu susceptora z vlnitého plechu, ktorým je aspoň čiastočne dookola obalený výrobok.⁸ V priebehu ohrevu materiál susceptora absorbuje určitú mikrovlennú energiu a vyhrej sa, pričom túto energiu vyžaruje opäť ako infračervené žiarenie na zhnednutie alebo chrumkavú prípravu potravinárskeho výrobku. Ďalším typom obalu pre mikrovlenný ohrev je pozdĺžne uzavreté vrečko, ktorého spoj sa počas ohrevu otvorí aby mohli z vrečka uniknúť pary. Vrečko je vyrobené z papiera a má susceptor na mieste kde sa vrečko dotýka dna mikrovlennej rúry.⁹ Balenia pre varenie mikrovlennou¹⁰, na prípravu potravinárskych výrobkov ako napr. pizze má podnos vybavený materiálom mikrovlenného susceptora umiestnený pod potravinárskym výrobkom. Podnos a potravinársky výrobok sú uzavreté v polymérovom vrečku, ktoré má otvor na regulovanie tlaku, ktorý odvetráva plyn, čím udržuje vysoký tlak vo vrečku počas varenia.

Balený potravinársky výrobok, ktorý získal Európsky patent 17.8.2005, vhodný pre mikrovlenný ohrev, obal obsahujúci mikrovlenný susceptor, uzavretú nádobu, v ktorej je potravinársky výrobok uzavretý a mikrovlenný susceptor a plyn utesnený v nádobe, nádobu ktorá má najmenej jeden rozpáateľne uzavretý otvor, ktorý je prispôsobený na otvorenie počas ohrevu, aby z obalu unikol plyn, susceptor, ktorý je usporiadaný v blízkosti potravinárskeho výrobku, aby zachránil aspoň časť potravinárskeho výrobku proti mikrovlennému ohrevu, zatiaľ čo zároveň zohrieva uvedenú časť infračerveným

⁸ US6137099 - označenie

⁹ EP0294087A - označenie

¹⁰ EP0839737A - označenie

žiarením; vyznačujúci sa tým, že suscepter pokrýva prinajmenšom hornú a spodnú časť potravinárskeho výrobku a je oddelený od nádoby a prispôsobený tak, aby počas ohrevu zostal v tesnej blízkosti potravinárskeho výrobku. Susceptor je usporiadaný tak, aby chránil časť potravinárskeho výrobku, ktorá má pomerne nízky obsah vody, aby zabránil prehriatiu tejto časti výrobku mikrovlnným žiarením. Susceptor sa zároveň ohrieva absorbovaným mikrovlnným žiarením a emituje infračervené žiarenie, ktoré zohrieva vedľajšiu časť výrobku. Ďalšia časť potravinárskeho výrobku, ktorá má vo všeobecnosti vyšší obsah vody je ponechaná zväčša nezakrytá. Nádoba sa najprv vzduchotesne uzavrie za účelom ochrany potravinárskeho výrobku pred kontamináciou. K odvzdušneniu dochádza po vopred stanovenom čase, aby unikol plyn a para z obalu, čím sa zabráni prevlhnutiu potravinárskeho výrobku v dôsledku absorbovanej vlhkosti.¹¹

Väčšina horeuvedených materiálov je vyrobená z polyesterových fólií alebo z kartónu s hliníkovým povlakom. *Hliník pohlcuje mikrovlnnú energiu a pôsobí ako sekundárny tepelný zdroj. Susceptory vyššej generácie sa vyrábajú z vrstiev niklu, kobaltu, železa a nerezovej ocele. Oproti hliníku majú tú výhodu, že konvertujú magnetickú zložku mikrovln na tepelnú energiu, ale na druhej strane vyžadujú nákladnejší spôsob nanášania. Moderné suscepterové technológie znášajú teploty až 450 – 500 °C a rôzne tepelné toky. Zdokonalená adaptabilita vzhľadom na nerovnomerný povrch náplne sa dosahuje zmrašťiteľnosťou suscepterového materiálu.*¹²

Obaly na mikrovlnný ohrev sú z plastov, papiera a ich vzájomných kombinácií. Častý výskyt je tiež obalov z hliníka a skla.

3.9.2 Legislatíva v oblasti plastových materiálov v SR

Potravinový kódex Slovenskej republiky upravuje požiadavky na zdravotnú neškodnosť, hygienu, požiadavky na zloženie a kvalitu potravín, zložky, ako aj technologické postupy používané pri ich výrobe a požiadavky na balenie jednotlivých potravín, ich skupín alebo všetkých potravín, rozsah a spôsob ich označovania, ich skladovanie, prepravu, manipuláciu s nimi a ich obeh, ako aj zásady na odber vzoriek a

¹¹ Úrad priemyselného vlastníctva Slovenskej republiky: Preklad Európskeho patentového spisu EP 1 291 298 B1, č. dokumentu: E 353, uverejnený vo vestníku ÚPV SR č. 3/2006.

¹² Doc. Ing. Igor Kačňačák, CSc., EU Bratislava. http://dal.hnonline.sk/2-24928800-k60000_d-0e

ich vyšetovanie.¹³ Požiadavky ustanovené v potravinovom kódexe je povinný dodržiavať každý, kto potraviny vyrába, manipuluje s nimi a umiestňuje ich na trh. V druhej časti piatej hlave PK SR sú upravené požiadavky na materiály a predmety určené na styk s potravinami. Výnos MP SR a MZ SR z 9.6.2003 č. 1799/2003-100, ktorým sa vydáva hlava PK SR upravujúca materiály a predmety určené na styk s potravinami – nadobudol účinnosť 8.8.2003. Počas jeho platnosti bol už niekoľkokrát novelizovaný. Úpravy bolo nutné vykonať najmä za účelom harmonizácie s legislatívou EÚ. Neodmysliteľnú podporu spotrebiteľa zastáva v súčasnosti aj **zákon č. 250/2007 Z.z. o ochrane spotrebiteľa**, ktorý upravuje práva spotrebiteľov a povinnosti výrobcov, predávajúcich, dovozcov a dodávateľov, pôsobnosť orgánov verejnej správy v oblasti ochrany spotrebiteľa, postavenie právnických osôb založených alebo zriadených na ochranu spotrebiteľa (ďalej len „zduženie“) a označovanie výrobkov cenami.

3.9.3 Legislatíva v oblasti plastových materiálov v EÚ

Všetky materiály, predmety prichádzajúce do styku s potravinami, tzn. aj materiály a predmety používané ako obaly na potraviny alebo nádoby na kulinárnu úpravu potravín musia spĺňať požiadavky stanovené legislatívou. Hygienické a zdravotné kritéria na uvedenú problematiku sú obsiahnuté v legislatívnych predpisoch EÚ a v Piatej hlave potravinového kódexu SR. Na výrobu plastových materiálov a predmetov možno používať len monoméry, východzie látky a aditíva, ktoré sú v tzv. pozitívnom zozname Únie.¹⁴ Do tohto tzv. pozitívneho zoznamu sa dostanú na základe úspešného toxikologického hodnotenia. Súčasne množstvo predmetných látok vo finálnom výrobku musí spĺňať limity stanovené v platnej legislatíve. Testovanie materiálov, predmetov na podmienky aplikácie prebieha podľa schválených štandardných postupov a predmetné podmienky testu sú nastavené tak, aby

¹³ Potravinový kódex SR (PK SR) je upravený v troch častiach, ktoré sú rozčlenené do hláv a oddielov.
I. časť PK SR – Vymedzenie základných pojmov a spôsob skúšania potravín a tabakových výrobkov.

II. časť PK SR – Všeobecné požiadavky

III. časť PK SR – Osobitné požiadavky

¹⁴ PKSR - 2. časť., 5. hlava - Piaty oddiel - Požiadavky na materiály a predmety z plastov:

§ 14 ods. 1

Plasty sú organické makromolekulárne zlúčeniny získavané polymerizáciou, polykondenzáciou, polyadíciou alebo inými obdobnými procesmi z molekúl s nižšou molekulovou hmotnosťou alebo chemickou premenou prírodných makromolekúl. K týmto makromolekulárnym zlúčeninám možno pridávať iné látky a materiály.

§ 15 ods. 1

Na výrobu materiálov a predmetov z plastov možno používať len monoméry a iné východzie látky a prídavné látky uvedené v prílohe č. 5. v časti B.

odzrkadľovali najhoršie predvídateľné podmienky použitia v praxi. Legislatíva EÚ stanovuje postupy testovania plastových materiálov a predmetov určených aj pre mikrovlnný ohrev.

V ostatnom období je často diskutovanou otázkou škodlivosť plastových obalov, nádob používaných pre ohrev, varenie v mikrovlnnej rúre. Objavujú sa názory o možnosti uvoľňovania jedovatých toxínov – dioxínov do potravín, nápojov z predmetných plastových materiálov. Odborníci však jednoznačne vylučujú tvorbu uvedených toxických a karcinogénnych látok pri procese mikrovlnného ohrevu potravín v plastových obalov, nádobách na to určených. Uvedený názor podporujú argumentom, že tieto látky vznikajú len v prípade použitia plastových materiálov vyrobených z východiskových monomérov obsahujúcich chlór, čo nie je prípad obalov a nádob schválených pre styk s potravinami. Ďalším podporným argumentom uvedeného tvrdenia je fakt, že tieto látky vznikajú len pri takých vysokých teplotách, aké je možné dosiahnuť až v procese horenia plastov. Uvedené fakty potvrdili vo svojich stanoviskách aj Európsky úrad pre bezpečnosť potravín - EFSA¹⁵ a americký úrad pre potraviny a lieky – FDA.¹⁶

Povinnosťou každého členského štátu je vykonávanie úradných kontrol, a to aj plastových materiálov a predmetov určených pre styk s potravinami. V prípade výskytu látok, ktoré by mohli nepriaznivo ovplyvniť zdravie ľudí je povinný bezodkladne s touto skutočnosťou oboznámiť Európsku Komisiu a Európsky úrad pre bezpečnosť potravín.¹⁷

3.10 Hlavné výhody mikrovlnného ohrevu

- rýchlosť - minúty namiesto hodín
- objemový prenos energie

¹⁵ Európsky úrad pre bezpečnosť potravín EFSA, ktorý sídli v talianskom meste Parma, bol založený v roku 2002 Nariadením (ES) 178/2002. Jeho cieľom je stať sa svetovo uznávaným orgánom pre hodnotenie rizík v bezpečnosti potravín a krmív, zdravia a ochrany zvierat a rastlín. Úrad poskytuje vedecké poradenstvo Európskym inštitúciám, kompetentným organizáciám, ale aj širokej verejnosti. Svoje poslanie – zhodnocovanie rizík a ich komunikácia – vykonáva otvorene a transparentne, na vysokej vedeckej úrovni, nezávisle a zodpovedne.

¹⁶ FDA - je vládna agentúra USA, ktorá je zodpovedná za kontrolu a reguláciu potravín (pre ľudí i zvieratá), potravinových doplnkov, liečiv (pre ľudí i zvieratá), kozmetických prípravkov, lekárskeho prístrojov, biofarmaceutických a krvných produktov v tejto krajine.

¹⁷ www.mpsr.sk

- úspora energie
- úspora priestoru
- účinnosť – 70 %
- automatizácia
- bezpečnosť¹⁸

3.11 Nepriaznivé faktory mikrovlnného ohrevu potravín

Po nesporných výhodách sa začína stále viac diskutovať o prípadných záporných vlastnostiach a rizikách tohto spôsobu úprav potravín. Tie sa dajú rozložiť do niekoľkých oblastí:

- chemické faktory
- mikrobiologické faktory
- zdravotný faktor

3.11.1 Chemické faktory

Patrí sem najmä produkcia zdraviu škodlivých chemických látok, ktoré vznikajú vzájomnými chemickými reakciami živín v potravinách ich degradáciou či oxidáciou. Pri mikrovlnnom ohrievaní potravín s vysokým obsahom vody teplota jedla obvyčajne nepresiahne bod varu. Po odparení vody vo vnútri alebo na povrchu, či pri ohreve s nízkym obsahom vody ale môže teplota vystúpiť na veľmi vysokú hodnotu, aj nad 250 °C. Pri tejto teplote sa potom zo zložiek potravín tvoria škodlivé látky s potenciálnym karcinogénnym účinkom (heterocyklické amíny¹⁹, polyaromatické uhl'ovodíky²⁰ a nitrozamíny²¹) podobne ako pri klasickom grilovaní a pečení. Vážnym problémom je oxidačná degradácia tukov, pri ktorej sa tvoria hydroperoxydy 3-4 krát

¹⁸ Referencie: Univerzita MU Brno, VUT Brno, ČVUT Praha

¹⁹ Zlúčeniny, ktoré vznikajú pri spracovaní za vysokých teplôt v potravinách živočíšneho pôvodu z bielkovín a sacharidov. Sú dusíkaté heterocyklické látky obsahujúce jednu primárnu aminoskupinu. Vytvárajú sa premenami voľných aminoskupín, kreatínu a bielkovín pri vysokých teplotách - pyrolýze.

²⁰ Skupina aromatických uhl'ovodíkov s najmenej dvoma benzénovými jadrami, ktoré vznikajú prevažne behom nedokonalého spaľovania.

²¹ Vznik nitrozamínov je viazaný na predchádzajúcu redukciu dusičnanov na dusitany a ich nasledujúcu nitráciu. Nitrácia prebieha endogénne za účasti mikroflóry tráviaceho traktu a exogénne pri technologických postupoch. Nitrozamíny vyvolávajú nádory tráviaceho traktu. Okrem karcinogénnych účinkov vyvoláva dusitanová skupina látok závažné ochorenia hlavne u dojcíat v dôsledku blokády červeného krvného farbiva hemoglobínu.

rýchlejšie ako pri klasickom ohrievaní. Rozkladom hydroperoxidov vznikajú voľné radikály, ktoré majú mutagénny účinok na ľudský organizmus. Oxidačná degradácia (meraná hodnota peroxidového čísla) začína v mikrovlnnej rúre asi po 4 - 6 minútach ohrievania keď teplota potravín presiahne 100°C a potom veľmi rýchlo narastá. Pri klasickom ohrievaní na panvici pri stálej teplote 155°C je priebeh oxidačnej degradácie vo všetkých prípadoch oveľa miernejší. Po 10 minútach ohrievania v mikrovlnnej rúre je hodnota peroxidového čísla rastlinných olejov, resp. bravčovej masti 6 – 7 krát vyššia a u bravčovej masti 2 krát vyššia. Podľa PK SR sa na konzumáciu neodporúča tuk s hodnotou peroxidového čísla vyššou ako 10. Pri mikrovlnnom ohreve sa táto hodnota prekročí už po 6 – 8 minútach. Pri mikrovlnnom spôsobe ohrevu sa pozoroval oveľa väčší úbytok zdraviu prospešných látok, najmä antioxidantov a vitamínov ako pri konvenčnom ohrievaní. Príkladom je pokus s varením brokolice, všeobecne vyhlásenej najzdravšej zelenine, počas ktorého nastal úbytok troch typov antioxidantov uvedených v nasledovnej tabuľke.

Tabuľka 1 – Prehľad úbytku antioxidantov

| ANTIOXIDANT | MIKROVLNNÝ OHREV (úbytok v %) | KLASICKÝ OHREV (úbytok v %) |
|-------------------------------------|--|--|
| Flavonoidy²² | 97 | 11 |
| Derivátor kyseliny sinapovej | 74 | 0 |
| Derivátor kyseliny kávovej | 87 | 8 |

Zdroj: <http://cejka.blog.sme.sk/c/220859/Rizika-zohrievania-potravin-v-mikrovlnnych-rurach.html>

Podobná zvýšená degradácia sa pozorovala v prípade vitamínu B12 v mäsových výrobkoch, v nutriente mlieka, vitamínu C a tokoferolov. Ďalšie štúdie poukázali na zvýšené degradačné účinky mikrovlnného ohrevu na nutrienty.

3.11.2 Mikrobiologické rizikové faktory

Tieto vyplývajú predovšetkým z nedokonalnej likvidácie škodlivých mikroorganizmov v zohrievaných potravinách. Dlhodobu skladovanú alebo zmrazenú

²² Flavonoidy nás chránia pred aterosklerózou, srdcovocievnyimi chorobami, infarktom, mozgovou príhodou, cukrovkou a onkologickými ochoreniami.

potraviny by sa mali zahriať minimálne na 75°C aspoň na 15 sekúnd aby sa zničili prípadné mikroorganizmy. Mikrovlnné ohrievanie je nerovnomerné a v krátkodobu zohrievanej potravine sa nachádzajú studené a aj prehriate miesta. Môže sa ľahko stať, že mikroorganizmy práve pri mikrovlnnom spôsobe ohrievania prežijú.

3.11.3 Zdravotný faktor

Dost' hrozivo sa o konzumovaní jedál z mikrovlnnej rúry vyjadruje autor článku uvedeného na stránke www.anticancer.ponuky.info. V článku doporučá nekonzumovať žiadne jedlá z mikrovlnnej rúry, ktoré boli ňou varené alebo prihrievané. Mikrovlnnej rúry by sa mal každý človek, nielen ten trpiaci rakovinou zbaviť. V mikrovlnnej rúre podľa neho nedochádza len k všeobecne proklamovanému ohrevu jedla prostredníctvom rozkmitávania molekúl vody v ňom obsiahnutom ale dochádza tam aj k zmene chemickej štruktúry veľké množstva ostatných molekúl. Bolo dokonca dokázané, že v potravinách prihrievaných mikrovlnným vlnením sa vytvárajú dioxíny, ktoré patria medzi jedny z najtoxickejších látok pre ľudský organizmus a k tomu ešte s veľmi pomalou sobou ich odbúravanja z tela. Pri pokusoch sa rovnako zistilo, že po konzumácii jedla z mikrovlnnej rúry sa chemické zloženie krvi daného človeka na prechodnú dobu zmenilo a svojou štruktúrou pripomínalo zloženie krvi predrakovinových stavov. Pri občasnom použití takto v mikrovlnnej rúre pripravovanom jedle má ľudský organizmus schopnosť sa dostať na pôvodnú úroveň. No pri pravidelnom konzumovaní touto formou upravených jedál je vysoko pravdepodobné, že časom sa už telo nedokáže vyrovnat' s týmto procesom a výsledkom môže byť rozvoj rakovinového ochorenia. Práve dlhodobý príjem toxínov z mikrovlnnej stravy môže v nich po čase vyvolať rakovinové ochorenia. Výrobcovia mikrovlnných rúr tento názor odmietajú. Príčinná súvislosť medzi škodlivosťou mikrovlnných rúr a rakovinou môže predstavovať odstup aj niekoľkých rokov, čiže príliš dlhú dobu na to aby sa dalo jednoznačne dokázať, že táto príčinná súvislosť tam existuje. Tieto uvádzané fakty sa podľa zdroja článku zakladajú na štúdiách a výskumoch nezávislých testovacích inštitúcií vedcov a lekárov.²³

Odbornou odpoveďou na článok uvedený vo vyššie uvedenej podkapitole a veľa ďalších objavujúcich sa v médiách a na stránkach internetu, ktoré sa nezdajú byť príliš

²³ www.anticancer.ponuky.info

dôveryhodnými je informačný list WHO z februára 2005 zaoberajúci sa otázkami elektromagnetického poľa a verejného zdravia. Tento informačný list sa tiež zaoberá funkciou mikrovlnných rúr a otázkami bezpečnosti prevádzky mikrovlnných rúr používaných v domácnostiach. Podrobnosti o podstate elektromagnetických vln a zdravotných vplyvoch rádiových a mikrovlnných polí sú v listoch WHO č. 182 a č. 183.

3.12 Bezpečnosť mikrovlnného ohrievania

I napriek viacerým vyššie uvedeným problémovým oblastiam mikrovlnnej rúry, je táto technológia minimálne tak bezpečná ako iné metódy varenia a ohrievania v domácnosti. Súčasne možno konštatovať, že metóda mikrovlnného ohreву je bezpečnejšia ako napríklad pečenie, pri ktorom sa dosahuje teplota až do 300 °C. Nebezpečná je rúra zvonku avšak aj varenia na plyne nesie so sebou riziko prevrhnutia nádoby s vriacou kvapalinou.

Po postupnom zavádzania technológie mikrovlnného ohreву do domácností sa tak ako akákoľvek iná technológia aj mikrovlnná rúra musela a doposiaľ musí brániť aj jej neochvejnému odporcom. Výskum doposiaľ uskutočnený však doposiaľ nedokázal nebezpečenstvo pre domácnosti, ktoré využívajú uvedený typ technológie. V zmysle dostupnej literatúry a záverov vedcov, výskumníkov možno konštatovať, že mikrovlnné ohrievanie a varenie je samozrejme s podmienkou zachovania bezpečnostných pravidiel počas jeho využitia, bezpečne použiteľné v domácnostiach.

Zachovaním bezpečnostných pravidiel sa myslí aj používanie správnych nádob, v ktorých jedlo ohrievame. Uvedená problematika je bližšie rozobratá v samostatnej kapitole.

Nepostrádateľným aspektom vzniku negatívnych postojov je nepochybne negatívna asociácia v súvislosti s rádioaktívnym žiarením. V uvedenej súvislosti však možno jednoznačne konštatovať, že tieto typy žiarenia nemajú nič spoločné. Ionizujúcim je žiarenie rádioaktívne zatiaľ čo mikrovlnné žiarenie je neionizujúce.²⁴

²⁴ Ionizácia je odtrhnutie jedného alebo viacerých elektrónov od atómu alebo molekuly.

Z tohto hľadiska je mikrovlnné žiarenie blízke rádiovému vysielaniu, mobilným telefónom, bezdrôtovým sieťam a pod. Nie je preukázaná ich neškodlivosť ale ani ich škodlivosť.²⁵

Jediným nebezpečenstvom je ohrievanie v mikrovlnnej rúre s poškodenými dvierkami. Vo vnútornom priestore rúry dochádza k premene energie na mikrovlny, ktoré zvládnu prejsť sklom a pri priamom kontakte by mohli byť nebezpečné. Z tohto dôvodu sú dvierka mikrovlnných rúr opatrené kovovou mriežkou a fóliou, ktoré odrážajú žiarenie späť do priestoru.

Vyskytli sa aj obavy samostatného spustenia mikrovlnnej rúry s otvorenými dvierkami, čo by spôsobilo ujmu na zdraví. Uvedená obava je však ľahko vyvrátená. Obvody spúšťajúce magnetrón sú však elektricky prepojené s vypínačmi - obvykle dvoma, ktoré sa zopnú až keď sú dvierka zatvorené. Dokiaľ sa elektrický okruh neuzavrie, nie je možné zariadenie spustiť, ani pri prípadnej poruche riadiacej elektroniky.

Podľa niektorých tvrdení mikrovlnné žiarenie mení potravinu, resp. ostáva v ňom. No tak ako už bolo vysvetlené vyššie, žiarenie len rozkmitá vodu, ktorá sa následne trením o seba zohreje, z čoho vyplýva, že magnetické pole ako také nemení štruktúru látok a neostáva v nich.

Medzinárodné normy pre vystavenie sa pôsobeniu emisií vypracovala Medzinárodná komisia pre ochranu proti neionizačnému žiareniu – International Commission on Non- Ionizing Radiation Protection a Inštitút elektrotechnických a elektronických inžinierov – Institute of Electrical and Electronic Engineers tak, aby poskytovali ochranu proti zisteným účinkom pôsobenie rádiových polí.

Ionizujúce žiarenie je súhrnné označenie pre žiarenia, ktorých kvantá majú energiu postačujúcu k ionizácii atómov, alebo molekúl ožiarenej látky.

²⁵ Mikrovlnná rúra. http://sk.wikipedia.org/wiki/Mikrovln%C3%A1_r%C3%BAra

Tabuľka 2 - Súhrn odporúčaných limitov ICNIRP

| | Európska priemyslová frekvencia | | Frekvencia základňových staníc mobilných telefónov | | Frekvencia mikrovlnných rúr |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|--|------------------|-----------------------------|
| | 50 Hz | 50 Hz | 900 MHz | 1.8 GHz | 2.45 GHz |
| | elektrické pole | magnetické pole | výkonová hustota | výkonová hustota | výkonová hustota |
| | kV/m | mT | W/m ² | W/m ² | W/m ² |
| Limit expozície obyvateľstva | 5 | 100 | 4.5 | 9 | 10 |
| Limit profesionálnej expozície | 10 | 500 | 22.5 | 45 | 50 |

* Hodnoty uvedené v tabuľke sú expozície celého tela. Podmienky merania sú uvedené v doporučení.

Zdroj: <http://www.who.sk/pdf/pub/ep.pdf>

ZÁVER

Z nesporných výhod vyplývajúcich z ohrevu potravín prostredníctvom mikrovlnnej rúry ako sú úspora energie, rýchlosť ohrevu, hygiena vznikajú zároveň aj otázky kvality a bezpečnosti tohto typu tepelného spracovania potravín. Doba 21. storočia so sebou priniesla propagáciu tzv. zdravej výživy a s ňou spojené vedecké výskumy zamerané na kvalitu potravín, stratu prípadných živín pri ich tepelných úpravách a v neposlednom rade zdravotné riziká jednotlivých typov tepelných úprav jedál.

Pri tomto spôsobe ohrevu sa ponúka niekoľko otázok. Ak je rýchlosť ohrevu príliš pomalá nemusí prísť ku zničeniu nežiaducich mikroorganizmov na ktoré má zásadný vplyv výška teploty a nie dĺžka ohrevu. Pri vyššej teplote môže zase dochádzať k nežiaducim štrukturálnym zmenám, ktoré majú vplyv na konzistenciu, chuť a vzhľad potraviny. Využitelnosť nutričnej hodnoty jednotlivých potravín je tiež nejednoznačná. Na základe zistených skutočností sa javí vhodné využiť mikrovlnný ohrev len na určité druhy potravín a súčasne len na krátkodobú tepelnú úpravu. Pri príprave pokrmov by malo byť samozrejmosťou používanie vhodných nádob, resp. obalov. Bezpečnosť spotrebiča je podmienená dodržiavaním pravidiel jeho použitia, ktorý je súčasťou každého balenia. Neodmysliteľnou požiadavkou bezpečnosti je bezchybnosť elektroinštalčných a mechanických častí. Kvalitná a nezávadná úprava potraviny vyžaduje dodržanie hygienických požiadaviek. Trh nám ponúka široký sortiment výrobkov, a to počnúc renomovanými výrobcami až po menej známych výrobcov. Vzhľadom na možné vplyvy tohto výrobku na zdravotný stav ľudí je otázka kvality na prvom mieste.

Rozporuplnosť a vývoj jednotlivých názorov na tento problém nás núti neustále sledovať, posudzovať, vyvodzovať závery a aktualizovať informácie o danej problematike. Na základe poznatkov zistených odborníkmi danej oblasti je potrebné neustále aktuálne informovať obyvateľstvo o správnom využívaní mikrovlnného ohrevu, a to všetko v záujme predídenia akýchkoľvek možných negatívnych zdravotných dôsledkov. Uvedené si dovoľujeme konštatovať aj na základe štúdia predchádzajúceho tejto práci, kde možno v staršej literatúre pozorovať dnes už prekonané názory.

Po vykonanom štúdiu a analýze dostupných informácií je možné konštatovať, že použitie mikrovlnnej rúry pri dodržaní návodov na použitie a bezpečnostných pokynov

sa na zdraví človeka podľa v súčasnosti dosiahnutých znalostí neprejavuje. Doposiaľ nebol dôveryhodne preukázaný negatívny vplyv na zdravotný stav človeka. Vzhľadom na časový rozsah (masové využívanie od roku 1975) využívania tohto typu tepelného spracovania nie je však vedecky plnohodnotne možné zaručiť sa za uvedené tvrdenie. Otvorenou otázkou ostáva súčet ostatných vplyvov z elektrospotrebičov a vysielačov, ktoré sa môžu stať samostatnou témou budúcej práce. Všeobecnou zárukou sú medzinárodné normy prijaté tak aby poskytovali ochranu proti zisteným účinkom pôsobenia rádiových polí.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. BUKOVSKÝ, Igor. 1998. *Hľadá sa zdravý človek*. 1. vyd. Vrútky: Advent Orion. 1998. 157 s. ISBN 80-88719-76-3.
2. CARLES, Michele. 1991. *Mikrovlny v kuchyni. (Comment utiliser son four a Micro-ondes)*. 1. vyd. Bratislava: Press-Burg. 1991. 116 s. ISBN 80-900497-0-2.
3. FEYNMAN, Richard – LEIGHTON, Robert – SANDS, Matthew. 1988. *Feynmanove prednášky z fyziky 3*. 1. vyd. Bratislava: Alfa. 1988. 576 s.
4. FUKA, Jozef – HAVELKA, Bedřich. 1979. *Elektrina a magnetizmus*. 3. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 1979. 656 s.
5. GOLIAN, Jozef a kol. 2008. *Legislativa a kontrola potravín*. 1. vyd. Nitra: SPU. 2008. 148 s. ISBN 978-80-552-0077-4.
6. HABÁNOVÁ, Marta. 2006. *Úprava potravín a stravovanie*. 1. vyd. Nitra: SPU. 2006. 196 s. ISBN 80-8069-695-0.
7. HAJKO, Vladimír a kol. 1987. *Fyzika v experimentoch*. 1. vyd. Bratislava: Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. 1988. 432 s.
8. HANZELÍK, František. 1982. *Fyzika II*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, vydavateľstvo kníh a časopisov. 1982. 124 s.
9. <http://cejka.blog.sme.sk/c/220859/Rizika-zohrievania-potravin-v-mikrovlennych-rurach.html>
10. <http://www.efsa.europa.eu/>
11. <http://www.freepatentsonline.com/EP0790940.pdf>
12. <http://registre.indprop.gov.sk/registre/pdf/epatenty/0000/353.pdf>
13. <http://sk.wikipedia.org/wiki/Magnet%C3%B3n>
14. http://www.svssr.sk/legislativa/legislativa_kodex.asp
15. <http://www.who.sk/pdf/pub/ep.pdf>
16. HUSÁREK, Radomír. 2002. *Proč škodí mikrovlnky*. 1. vyd. Bratislava: Eko-konzult. 2002. 140 s. ISBN 80-89044-48-4.
17. Informácia pre spotrebiteľov ohľadom použitia plastov prichádzajúcich do styku s potravinami. Dostupné na:
<<http://www.mpsr.sk/sk/index.php?ps=10&q=mikrovlenn%FD+ohrev&navID=45&pa=20&o=0&m=all&wm=wr&t=MPSR>>

18. KAČEŇÁK, Igor. 2007. Obalové materiály a technológie s výraznými inováciami. Dostupné na: <http://dal.hnonline.sk/2-24928800-k60000_d-0e>
19. KITTEL, Charles. 1985. *Úvod do fyziky pevných látok*. 1. vyd. Praha: Academia. 1985. 600 s.
20. KLIMA, Ján – KLIMEŠ, Jan. 1988. *Výpočet intenzity elektromagnetického poľa v pásmach VKV a UKV*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství dopravy a spoju. 148 s.
21. KLUVÁNEK, Peter. 2010. Bojíte sa mikrovlnky?
Dostupné na: <<http://kluvanek.blog.sme.sk/c/223617/Bojite-sa-mikrovlnky.html>>
22. MALÍŠEK, Vladimír. 1986. *Co víte o dějinách fyziky*. 1. vyd. Praha: Horizont. 1986. 272 s.
23. Mikrovlnná rúra. Dostupné na:
http://sk.wikipedia.org/wiki/Mikrovlnn%C3%A1_r%C3%BAra
24. NOVOTNÝ, Martin. 2008. *Nové predpisy pre hygienu verejného stravovania*. 5. vyd. Bratislava: DonauMedia. 2008. 152. s. ISBN 978-80-7350-10-8.
25. PIŠŮT, Ján a kol. 2003. *Fyzika pre 4. Ročník gymnázií*. 6. vyd. Bratislava: Mladé letá. 2003. 214 s. ISBN 80-10-00191-0.
26. Potravinový kódex Slovenskej republiky
27. Úrad priemyselného vlastníctva Slovenskej republiky: Preklad Európskeho patentového spisu EP 1 291 298 B1, č. dokumentu: E 353, uverejnený vo vestníku ÚPV SR č. 3/2006.
28. Zákon č. 250/2007 Z.z. zo dňa 9.5.2007 o ochrane spotrebiteľa a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov.
29. ŽERT, Vlastimil – SÁNDOR, Andrej. 2001. *Jsou mobily bezpečné? Elektrosmog*. 1. vyd. OLOMOUC: Fontána. 2001. 140 s. ISBN 80-86179-65-6.