

Účinek mikrovlnného ohřevu na jakost potravin

Martina Pekníková

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie a mikrobiologie potravin
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martina PEKNÍKOVÁ**
Osobní číslo: **T08354**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Účinek mikrovlnného ohřevu na jakost potravin**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Vlastnosti a využití mikrovlnného záření
2. Klady a zápory mikrovlnného ohřevu potravin
3. Nové trendy v použití mikrovlnného ohřevu
4. Přehled vědeckých poznatků z oblasti efektu mikrovlnného ohřevu na jakost potravin

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J. Chemie potravin I, II, III. OSSIS, Tábor, 1999, 352 s.

[2] PRUGAR, J. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, Praha, 2008. ISBN 978-80-86576-28-2

[3] Noboru Sakai, Weijie Mao, Yukiko Koshima, Manabu Watanabe .A method for developing model food system in microwave heating studies. Journal of Food Engineering, Volume 66, Issue 4, February 2005, Pages 525-531

[4] M. Bouraoui, P. Richard, J. Fichtali. A review of moisture content determination in foods using microwave oven drying. Food Research International, Volume 26, Issue

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Monika Černá, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

11. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2011

Ve Zlíně dne 12. dubna 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: PEKŮKOVÁ MARTINA


Obor: CHATP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 15. KVĚTEN 2011


.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíádne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá účinkem mikrovlnného záření na jakost potravin. Popisuje charakteristiku a základní principy mikrovlnné trouby. Mikrovlnná trouba má své klady i zápory, které je nutno respektovat. Práce se zabývá přehledem vědeckých poznatků, které prozrazují, že mikrovlny působí na každou potravinu jiným způsobem.

Klíčová slova: mikrovlnný ohřev, mikrovlnná trouba, mikrovlnná trouba, elektromagnetické pole, technologie, senzorické hodnocení, jakost, tepelná úprava, vlhkost

ABSTRACT

The Bachelor's thesis deals with the effect of the microwave radiation into the food quality. It describes the characteristics and the basic principles of the microwave oven. The microwave oven has its pros and cons which is necessary to respect. The thesis also deals with the scientific knowledge survey which shows, that the microwaves have an effect on different kinds of food in different ways.

Keywords:

Microwave heating, microwave oven, electromagnetic field, technology, sensory evaluation, quality, preparation by use of heat, humidity

Ráda bych tímto poděkovala své vedoucí bakalářské práce Mgr. Monice Černé Ph.D. Za odborné vedení, připomínky, cenné rady a také za čas, který mi věnovala. Rovněž bych ráda poděkovala Ing. Pavlu Hanuštiakovi za věnovaný čas a poskytnuté materiály.

Dále bych ráda poděkovala své rodině, která mě po celou dobu studia byla velkou oporou.

Člověk jako jednatlivec může pozorovat jak sám sebe tak i ostatní, svůj život a životy druhých a tímto způsobem může srovnávat sám sebe s ostatními ve vztahu k osudu. Při tomto srovnávání si všimne překvapivé zákonitosti a sice, že lidé, kteří jsou si podobní, mají podobné osudy. Jak pokračuje ve svém pozorování, uvědomí si, že příčinou dějů svého osudu je sám člověk, a pomaličku začne objevovat tajemství neviditelných vazeb a propojení. Objeví pravdu, kterou moudří lidé Východu nazývají zákonem karmy. Jednoduše řečeno tento zákon zní "jaký charakter, takový osud".

Elisabeth Haich a Selvarajan Yesudian

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VLASTNOST A VYUŽITÍ MIKROVLNNÉHO ZÁŘENÍ.....	12
1.1 HISTORIE OBJEVU MIKROVLN A JEJICH VYUŽITÍ	13
1.2 PRINCIP PŘEMĚNY MIKROVLNNÉ ENERGIE NA TEPLO	14
1.3 MIKROVLNNÉ ÚČINKY	14
Netepelné účinky.....	14
Tepelné účinky.....	14
1.4 MIKROVLNNÝ OHŘEV	15
1.5 MIKROVLNNÁ TROUBA	17
2 KLADY A ZÁPORY MIKROVLNNÉHO OHŘEVU POTRAVIN	19
2.1 DŮSLEDKY PŮSOBENÍ MIKROVLN NA LIDSKÉ TĚLO	19
2.2 MIKROVLNY A VÝŽIVOVÉ HODNOTY POTRAVIN	21
2.3 KLADY MIKROVLNNÉHO OHŘEVU	22
2.4 ZÁPORY MIKROVLNNÉHO OHŘEVU	23
2.4.1 Karcinogeny v potravinách zpracovaných mikrovlnami	24
2.4.2 Mikrovlnná choroba	24
3 POUŽITÍ MIKROVLNNÉHO OHŘEVU	25
3.1 METODY POUŽITÍ MIKROVLN	25
3.1.1 Rozmrazování a ohřívání	25
3.1.2 Sušení.....	25
3.1.3 Pečení.....	25
3.1.4 Škvaření	26
3.1.5 Smažení.....	26
3.2 OBALOVÉ MATERIÁLY POUŽÍVÁNY V MIKROVLNNÉ TECHNICE	26
4 EFEKT MIKROVLNNÉHO OHŘEVU NA JAKOST POTRAVIN	28
4.1 KVALITA A STRUKTURNÍ ZMĚNY ŠKROBOVÝCH POTRAVIN PŘI MIKROVLNNÉM A KONVEKČNÍM SUŠENÍ.....	28
4.2 VLIV MIKROVLN NA KVALITU RÝŽE.....	29
4.3 VLIV INAKTIVACE ENZYMŮ MIKROVLNAMI A POUŽITÍM ELEKTRICKÉ TROUBY NA ZACHOVÁNÍ KVALITY ZELENÉHO ČAJE.....	30
4.4 VLIV MIKROVLNNÉHO VAŘENÍ NA KVALITU A MIKROSTRUKTURU JEHNĚČÍHO A KOZÍHO MASA.....	31
4.5 VLIV SUŠENÍ POMOCÍ MIKROVLN, SLUNCE A ELEKTRICKÉ TROUBY NA KVALITU CIBULOVÝCH PLÁTKŮ.....	31
ZÁVĚR	33
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	34
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	37
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	38

ÚVOD

V posledních letech vzrostla příprava potravin za pomoci mikrovlnného ohřevu a může být řečeno, že tento způsob značně ovlivnil dnešní uspěchaný život.

Potravinu je nutno tepelně opracovávat, k tomu slouží různé druhy ohřevu jako je mikrovlnný, elektrický nebo také odporový ohřev. Způsoby opracování jsou různé například vaření a to jak v páře, tak i ve vodě, dušení, sušení, pečení nebo popřípadě smažení potravin.

Obecně je v podvědomí lidí, že mikrovlny z výživového hlediska značně snižují výživovou hodnotu potravin. Značný pokles je zaznamenán zejména v oblasti vitaminů a to především vitaminy řady B a dále vitamin C a E. Mezi klady mikrovlnného ohřevu je řazena rychlost a teplotní aspekt, který je projevován výhradně v lokálním nepřehřívání.

Při mikrovlnném ohřevu je nutno dodržovat několik zásadních pravidel jako jsou vhodné obalové materiály ale i to, že by nemělo docházet k tomu, že je mikrovlnná trouba v provozu bez jakéhokoliv materiálu uvnitř, jelikož by mohlo dojít k její destrukci.

Mikrovlnný ohřev má své přednosti ale i svá rizika, které je nutno respektovat při tomto způsobu přípravy pokrmů. Mikrovlny mají značný dopad na lidský organizmus, kde nejvíce trpí zažívací ústrojí. Nadměrná konzumace takto připravené stravy by mohla způsobovat trávicí potíže. V České republice často diskutované téma rakovina žaludku nebo tlustého střeva. Důležitým aspektem je to, že lidský metabolismus není schopen metabolizovat cizí vedlejší produkty, které vznikají v potravinách zpracovaných za pomoci mikrovlnného ohřevu

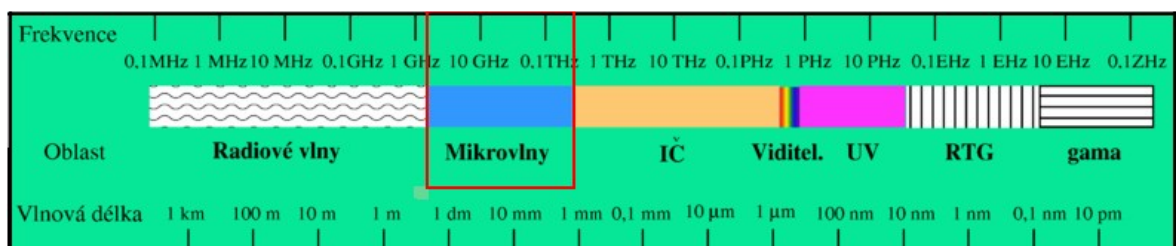
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VLASTNOST A VYUŽITÍ MIKROVLNNÉHO ZÁŘENÍ

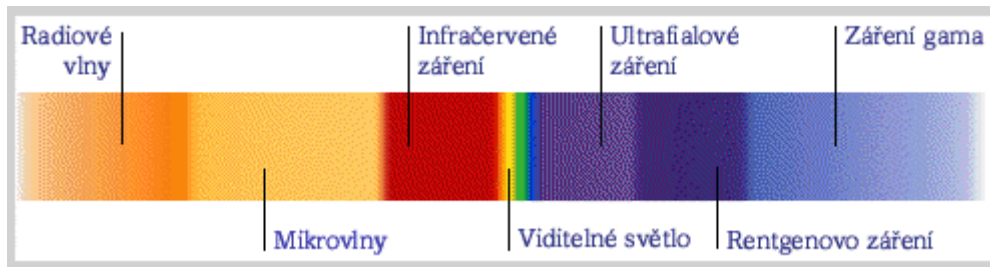
Mikrovlny jsou vysokofrekvenční elektromagnetické záření s frekvencí v intervalu 30–0,3 GHz. Těmto hodnotám odpovídá vlnová délka 0,01–1 m. Zařízení mikrovlnné trouby pracuje na frekvenci mikrovlnných vln 2450 MHz, která je ve světě nejrozšířenější a v České republice také jediná povolená. Této frekvenci odpovídá délka vlny ve vzduchu 12,2 cm, která se při průchodu potravinou sníží [1].

V zařízení pro mikrovlnný ohřev se mikrovlnný výkon generovaný magnetronem vede hliníkovým vlnovodem do kovové komory pro ohřev osádky, nebo do tunelu vybaveného dopravníkem pro kontinuální zpracování. Mikrovlny ohřívají všechny biologické tkáně, proto stále musí být počítáno s rizikem úniku záření. Mikrovlny jsou nebezpečné zejména pro oči, které nejsou dostatečně prokrvovány a může hrozit jejich přehřívání. Komory a tunely jsou uzavřené, aby bylo zabráněno úniku mikrovln. Mikrovlny jsou vysokofrekvenční radiové vlny a jsou částí elektromagnetického spektra. Mikrovlny se šíří prostorem podobně jako světlo, odrážejí se od předmětů a jsou pohlcovány materiály. Kovové materiály mikrovlny odrážejí, nekovové jako je sklo a plast jsou pro mikrovlny často průhledné. Materiály obsahující vodu účinně pohlcují energii, která je potom měněna na teplo [2].

Princip mikrovlnného účinku spočívá v tom, že jsou vlny pohlcovány molekulami vody a jejich energie je převedena do pohybu molekul [1]. Molekuly se rozkmitají a jejich třením se vytváří teplo a materiál je zahříván [2].



Obr. 1 Vlnové délky a frekvence jednotlivých druhů záření [3]



Obr. 2 Elektromagnetické spektrum [3]

1.1 Historie objevu mikrovln a jejich využití

Mikrovlny z historického hlediska byly objeveny na počátku 40. let v Anglii na univerzitě v Birminghamu. První využití bylo uskutečněno během 2. světové války ve formě radaru a sehrálo velice významnou roli v bitvě o Británii. V roce 1961 Dr. Spencer navrhl první mikrovlnnou troubu. Patent na mikrovlnnou troubu byl podán v roce 1952 a první mikrovlnná trouba se na trhu objevila v roce 1961. Byla velká jako skříň, měla 1,7 m na výšku, vážila téměř 340 kg a její cena byla 5000 dolarů [2].

Avšak pro domácnosti se mikrovlnné trouby rozšířily v 80. letech. Největší uplatnění bylo nalezeno v komunikacích (mobilní telefony, televize a radary) ovšem také při ohřevu a zpracování potravin (pečení, rozmrazování a ohřívání potravin) a při sušení různých materiálů jako je keramika, dřevo ale také i léčiva. Uplatnění mikrovln v chemii se rozvíjelo pomaleji [3].



Obr. 3 Dr. Percy Spencer [3]

1.2 Princip přeměny mikrovlnné energie na teplo

Větší částí materiálu mikrovlny pouze pronikají, jedná se především o skla, vzduch nebo umělou hmotu. Tyto materiály jsou označeny jako *transparentní*. Na druhou stranu existují materiály, které mikrovlny pohlcují, ty jsou označovány jako *adsorpční*. Zde se mikrovlnná energie mění na teplo. Třetí případem jsou materiály, kterými mikrovlny nepronikají, ale odrážejí se. Tyto materiály jsou nazývány *odrážející*. Jedná se zejména o kovové materiály, na jejichž principu je založena funkce radaru [4].

1.3 Mikrovlnné účinky

Mikrovlnný ohřev má vlastnosti, které neexistují u klasického ohřevu a projevují se jako mikrovlnné účinky. Tyto účinky lze rozdělit:

- netepelné účinky
- tepelné účinky [1].

Netepelné účinky

Netepelné účinky jsou skutečné účinky při velmi nízké energetické úrovni, kdy nedojde k absorpci většího výkonu a také nedojde ke zvýšení teploty sledované biologické tkáně. Zatím se neprokázaly žádné škodlivé účinky na DNA, enzymy ale ani další součásti buňky [4].

Tepelné účinky

Tepelné efekty jsou vyvolány především přeměnou mikrovlnné energie na teplo. Lze je chápat, jako projev nuceně zvýšené teploty při absorpci vyšší úrovně elektromagnetické energie kdy dochází k ohřevu biologické tkáně [1]. Jsou rozeznávány následující druhy tepelných efektů:

- Objemový ohřev

V celém objemu dochází k ohřevu materiálu, nedochází však k přestupu tepla od povrchu dovnitř. Nejvyšší teplota je uvnitř a ta klesá směrem k povrchu [4].

- Přehřátí

Při rychlém ohřívání kapalin v mikrovlnném poli je konvekce k povrchu kapaliny nedostatečná a nadbytek energie se projeví jako přehřátí. Kapaliny tak vřou za atmosférického tlaku při vyšší teplotě, než je teplota varu [4].

- Selektivní ohřev

U více složkového ohřevu dochází vlivem mikrovlnného pole k ohřevu pouze té složky, která je schopná absorbovat mikrovlny. Neabsorbující složka se neohřeje. Například u směsi voda – tuk nebo voda – olej se ohřeje pouze složka voda. To hraje značnou roli při chemických reakcích nebo procesech sušení [4].

- Teplotní úlet

Je to výjimečný efekt, u kterého dochází pouze tehdy, když je schopnost absorpance mikrovln prudce stoupat s teplotou. U vody však tento efekt nehrozí, jelikož absorpance mikrovln vodou s teplotou klesá [4].

1.4 Mikrovlnný ohřev

K rozšíření mikrovlnného ohřevu došlo u nás až v osmdesátých letech a uplatnění našlo především v domácnosti a v podnicích společného stravování. Během mikrovlnného zpracování je kvalita potravin jednou z nejdůležitějších ukazatelů pro spotřebitele. Při klasických metodách ohřevu je teplo přenášeno ze zdroje tepla od povrchu potravin konvekcí a z povrchu dovnitř potraviny nebo pokrmu. Teplo při mikrovlnném ohřevu prochází postupným přestupem přes povrch potraviny do centra potraviny. Generace tepla a průnik záření jsou děje, které probíhají souběžně [5]. Lze ohřívát všechny materiály obsahující vodu a ty co jsou ve vhodných obalových materiálech. Je důležité dát si pozor na porcelán nebo zdobené sklo. Většina potravin obsahuje významné množství vody. Hlavní vliv na množství absorbované energie, a tím i na rychlost ohřevu má obsah vody a solí v potravine [6].

Při mikrovlnném ohřevu dochází k přímému ohřevu vody přidáním tepla z vnějšího tělesa té části objemu kapaliny, která je s tímto tělesem v přímém kontaktu. V kapalině se teplo

šíří pomocí proudění mezi jednotlivými částicemi. Díky proudění je kapalina v různých částech kapaliny různě teplá. Mikrovlnný ohřev je založen na tom, že molekuly vody mají vzhledem ke své struktuře nevykompenzovaný dipólový moment, což prozrazuje, že se ve vnějším elektrickém poli natáčí do směru pole neboť, je to energeticky nejvýhodnější. V mikrovlnné troubě se orientace vnějšího elektrického pole rychle mění, přičemž rychlost těchto změn je dána frekvencí použitého elektromagnetického vlnění. To má za následek, že molekuly se ve snaze najít ideální polohu nacházejí v neustálém pohybu a vzájemně mezi nimi vzniká tření. Proces tření probíhá ve všech částech kapaliny stejně a proto je prakticky ve všech částech stejná teplota a nedochází k proudění. Je známo, že z povrchu kapaliny probíhá vypařování za jakékoliv teploty.

Za var je považována situace, kdy k vypařování začne docházet i uvnitř potraviny. Při varu se vytvářejí bublinky a páry, které postupně zvětšují svůj objem, a vystupují k povrchu kapaliny. Ke vzniku bublinek dochází při určité teplotě, která je nazývána teplota varu a ta je závislá na vnějším tlaku. Při sníženém tlaku vře voda při nižší teplotě než 100 °C zatím co naopak v Papinově hrnci, kde je tlak vyšší než normální atmosférický, je běžná teplota varu kolem 120 °C. K tomu aby se vytvořila bublinka, je třeba velké množství molekul, které v jednom okamžiku projdou z kapalného do plynného skupenství. Pravděpodobnost vzniku bublinek, je závislá na teplotě. Ukazuje se, že k tvorbě bublinek dochází v místech, kde se kapalina dotýká vnějšího tělesa, jehož teplota je odlišná od teploty kapaliny, a to především v místech, kde povrch tohoto tělesa není zcela rovný. Pokud je vařena voda v hrnci jednoznačně signalizuje var, který se tvoří na dně hrnce. U topné spirály se bublinky tvoří na spirále.

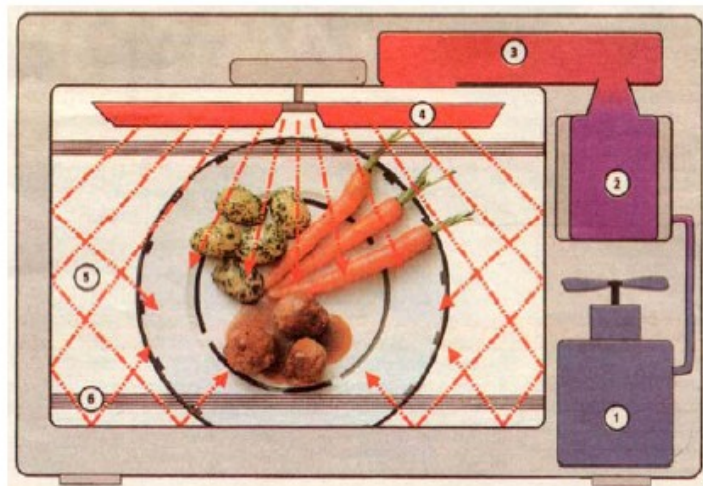
Při mikrovlnném ohřevu není žádné těleso ohříváno, jelikož se ohřívá samotná kapalina a teprve od ní příslušná nádoba, ve které je umístěna. Důsledek je ten, že najednou není místo, kde by mohlo dojít, k tvorbě bublina tedy k zárodku varu. Díky tomu je možno při mikrovlnném ohřevu překonat teplotu varu bez toho, aby byly patrné nějaké příznaky toho, že se voda vaří. V této souvislosti se nutno zmínit skrytý var kdy je řečeno, že se voda nachází v přehřátém stavu. V okamžiku, kdy do takto přehřáté vody byla nasypána káva, došlo k velmi prudkému varu, při nichž voda vystříkla z nádoby.

Proto je lepší v mikrovlnné troubě samotnou vodu vůbec neohřívát. Ale pokud bude tak rozhodnuto, je dobré mít nádobu, která nebude zcela hladká a před samotným nasypáním kávy do horké vody chvíli vyčkat. Platí, že čím hladší nádoba, tím menší pravděpodobnost tvorby bublin a také vyšší nebezpečí skrytého varu [5].

Pro rychlost ohřevu je významné rovněž měrné teplo potravin resp. jeho hlavních složek. Voda absorbuje velké množství energie, ale díky vysoké hodnotě měrného tepla vody je třeba pro záhřev potravin s velkým obsahem vody více tepla než je tomu v případě potravin s nižším obsahem vody. Led jen velmi málo absorbuje energii mikrovln, jejich pronikavost však dramaticky klesá se změnou skupenství z pevného na kapalné, dosahuje minima při teplotě okolo 20 °C a pak s dalším ohříváním vody pronikavost vln vzrůstá. Čím je voda teplejší, tím méně energie absorbuje. Vysokou pronikavost mikrovln do ledu lze vysvětlit menším množstvím pohybu molekul ve struktuře ledu. Podobně v teplé vodě jsou již molekuly rozkmitány a další energie již není absorbována. Sklo, papír a některé polymerní fólie mají velmi nízký ztrátový faktor a nejsou v mikrovlnném poli prakticky zahřívány [6].

1.5 Mikrovlnná trouba

Mikrovlnná trouba je konstruována tak, aby ohřívala vodu, která je velkou součástí potravin. Molekula vody má charakteristický tvar daný atomem kyslíku a dvěma atomy vodíku, které dohromady svírají úhel přibližně 105°. Toto uspořádání způsobuje, že molekula vody vytváří takzvaný dipól. Kladné náboje jader a záporné náboje elektronových obalů nejsou v molekule vody rozmístěny zcela symetricky, to znamená, že molekula se na venek jeví na jedné straně nabitá víc kladně, na druhé záporně. Mikrovlny produkované troubou tvoří elektromagnetické vlnění, které působí na nabitě předměty, molekuly vody. Mikrovlny velmi rychle mění polaritu elektromagnetického pole v daném místě, podobně jako rozkmitaná struna mění svoji polohu nahoru a dolů. Oscilací pole působí na dipóly vody, rozkmitává je a dodává jim energii. Tato energie se projeví například rozrušováním chemických vazeb v řetězcích molekul navázaných k sobě a zvyšováním pohybové energie molekul. Tento zvýšený pohyb molekul se na venek pozoruje jako zvýšení teploty [7].



Obr. 4 Schéma mikrovlnné trouby [7]

Mikrovlny jsou generovány magnetronem a poté se vedou vlnovodem do prostoru trouby. Tam se mikrovlny rozptýlí, odrážejí se od stěn a vytvářejí zde mikrovlnné pole. Mikrovlny se spotřebovávají pohlcením v absorpčních materiálech za vzniku tepla [7]. Pokud se v mikrovlnném poli vyskytnou materiály s nízkou nebo žádnou absorpční schopností, mikrovlny se nemají kde pohltit, dochází k jejich zpětnému odrazu do magnetronu, což snižuje jeho životnost a popřípadě hrozí jeho zničení. Proto se nesmí mikrovlnná trouba zapínat prázdná [8]. Účinnost magnetronu při přeměně elektrické energie na mikrovlnnou je maximálně 65–70 %. Většina ztrát připadá na uvolněné teplo v magnetronu, který se proto musí intenzivně chladit. Při úpravě kuchyňské mikrovlnné trouby pro laboratorní použití je třeba pravidelně kontrolovat detektorem mikrovln, jestli nedochází k úniku mikrovln do prostoru [9].

2 KLADY A ZÁPORY MIKROVLNNÉHO OHŘEVU POTRAVIN

Mikrovlnný ohřev potravin má řadu předností, ale má i svá rizika. Mikrovlny představují nekompromisně civilizační pokrok [9]. Na potravinách vystavených mikrovlnám byly pozorovány změny na mase, kdy během přípravy vzniká známý karcinogen, d-nitrosodiathanolamin. U zmrazené zeleniny, kde byly požitý mikrovlny, se ukázaly následky změny katabolizmu glykozidů a galaktozidů. Za velmi krátkou dobu mění mikrovlny katabolismus alkaloidů u zeleniny a v bílkovinných sloučeninách obsažených ve mléce a v obilných zrnech vznikají rakovinotvorné látky [10].

2.1 Důsledky působení mikrovln na lidské tělo

Základní německý výzkum ohledně biologických účinků mikrovln prováděla Humboldtova univerzita v Berlíně v letech 1942–43, tedy v období, kdy probíhalo vojenské tažení Barbarossa. Stavování mikrovlnným emisím má negativní účinky na celkové biologické zdraví lidí.

Zaživací systém

Labilní katabolizmus potravin upravených v mikrovlnné troubě mění elementární potravinové substance a vyvolává poruchy trávení [12].

Lymfatický systém

V důsledku chemických změn v potravinových substancích se objevují poruchy funkcí lymfatického systému. Důsledkem je ztráta tělesné obrany vůči určitým formám rakovinového bujení [12].

Krev

V krevním séru osob, které byly požitý mikrovlnami připravenou potravu bylo pozorováno vyšší než normální procento rakovinových buněk [12].

Mozek

Účinky zbytkového magnetismu mohou vystavit psychoneurální receptory v mozku vliv umělých mikrovlnných vysokofrekvenčních polí reléových stanic a televizních přenosových systémů.

Volné radikály

Z určitých molekulárních formací stopových minerálů v rostlinných substancích vznikají rakovinotvorné volné radikály [12].

Zvýšený výskyt rakoviny žaludku a střev

Bylo pozorováno statisticky vyšší procento rakovinových růstů v těchto orgánech, plus všeobecné zhroucení periferní buněčné tkáně a postupná degenerace zaživacích a vylučovacích funkcí [12].

Postupný kolaps vitálního energetického pole: u osob zdržujících se poblíž zdroje mikrovln, například u zapnuté mikrovlnné trouby, dochází k oslabení vitálních energetických polí. Stav se zhoršuje úměrně délce expozice [13].

Snížení energie buněk: elektrické napětí v buňkách, zejména krevních a v lymfatické tekutině, u lidí v blízkosti těchto aparátů klesá [13].

Destabilizace látkové výměny: potenciály aktivované v potravě externí energií jsou destabilizující a degenerativní [13].

Poškození buněk: klesá potenciál vnitřní buněčné blány potřebný při katabolickém procesu, což vede k jeho destabilizaci a narušenému přenosu živin do krevního séra [13].

Destrukce mozkových obvodů: elektrické impulsy na stykových potenciálech mozku degenerují a selhávají [13].

Narušení nervové soustavy: nervové elektrické obvody degenerují a selhávají. Symetrie energetických polí nervových center, jak v centrální, tak i v autonomních částech nervového systému, se rozpadá [13].

Ztráta bioelektrické aktivity: projevují se výpadky synchronizace bioelektrického napětí ve vzestupném retikulárním aktivačním systému (řídícím funkce vědomí) [6].

Snížená vitalita: lidé zvířata a rostliny v okruhu do 500 m od provozovaného zařízení trpí dlouhodobou a kumulativní ztrátou vitality [6].

Poškození nervové soustavy a lymfatického systému: v celém nervovém systému a mízní soustavě se tvoří permanentní „depozity“ zbytkového magnetizmu [13].

Hormonální nerovnováha: tvorba hormonů a udržování hormonální rovnováhy u mužů i žen se postupně zhoršuje a nakonec přeruší [6].

Narušování mozkových vln: úroveň poruch vzorců signálů mozkových vln alfa, delta a théta je nápadně vyšší, než je obvyklé [6].

Duševní poruchy: v důsledku neuspořádaných průběhů mozkových vln se projevují negativní psychické efekty. Patří sem ztráty paměti a schopnosti koncentrace, snížení emočního prahu, zpomalení myšlenkových pochodů a přerušovaný spánek [13].

2.2 Mikrovlny a výživové hodnoty potravin

Vystavení mikrovlnám vyvolalo výrazné snížení výživové hodnoty všech studovaných potravin. Zde jsou účinky, pozorované u lidí „nepřímou“ vystavených mikrovlnám [6].

Znehodnocení vitaminů a minerálů: v každé testované potravíně poklesla biologická využitelnost podstatných živin. Jde například o B komplex, vitaminy C a E, základní minerály[11].

Snížení stravitelnosti plodů a zeleniny: mikrovlny mění metabolické reakce a způsoblost integrace alkaloidů, glykozidů, galaktozidy a nitrilozidů [12].

Snížení kvality potravin: mikrovlny podstatně urychlily strukturální rozpad všech testovaných potravin [12].

2.3 Klady mikrovlnného ohřevu

Mikrovlnný ohřev má uplatnění při rozmrazování, vaření, sušení, pasteraci a sterilaci potravin. Rychlost účinku je šetrnější k termolabilním látkám a umožňuje tepelnou úpravu potravin bez použití tuku, dosahuje rovnoměrného prohřátí potravin a tím i jejich rovnoměrnější textury. Vlivem rychlejšího přestupu tepla při použití mikrovlnného ohřevu jsou sníženy nutriční ztráty a obsah sensorických látek oproti klasickým metodám záhřevu. Např. při mikrovlnném blanšírování mrkve nedochází k žádným ztrátám karotenoidních barviv, zatímco blanšírování parou může vést až k 28 % ztrátám barviv a blanšírování varem ve vodě až 45 % ztrátám barviv v důsledku izomerie, a oxidačních reakcí [11]. Obecně se používá mikrovlnný ohřev pro dosažení rychlejšího účinku. Proces probíhá při vyšších teplotách kratší dobu, což přispívá ke snížení nutričních ztrát a sensoricky významných složek potravinářských materiálů. Možnost rychle zahřívát potraviny bez rizika přehřívání potravinových vrstev, a tím bez nebezpečí nežádoucích změn. Nepříliš se na průmyslové úrovni rozvinuly. Aplikace založené na ohřevu produktů s vysokým obsahem vody jako je pasterace. Důvodem je nedostatečná homogenita záhřevu způsobená jednak různě rychlým ohříváním kvůli různému ztrátovému faktoru v různých místech potravin a také pro ochlazování povrchu ohříváné potraviny [12].

Využívání mikrovln v laboratořích má mnohé výhody:

- Rychlost reakcí
 - syntézy ve velmi krátkém čase řádově několik minut
 - rychlý „screening“ molekul

- Reprodukovatelnost
 - zlepšení čistoty produktů
 - dokonalejší teplotní homogenita

- vynikající přenos energie

- Produktivita a náklady
- vyšší výtěžky reakcí
- syntézy s malými objemy rozpouštědel nebo bez rozpouštědel

- Bezpečnost
- dokonalá kontrola a monitorování procesu (výkon, teplota)
- syntézy za normálního atmosférického tlaku

- Teplotní aspekt
- dosažení vysoké a homogenní teploty
- žádné lokální přehřívání
- minoritní rozklad produktu a omezení sekundárních reakcí [7].

2.4 Zápory mikrovlnného ohřevu

Hygienická rizika při mikrovlnném ohřevu potravin spočívají v nerovnoměrném ohřevu heterogenních potravin. Potraviny, obsahující větší části tuku, které obsahují mnohem méně vody a tedy absorbují mnohem méně mikrovln, se mohou stát tzv. studenými místy, kde nedojde k usmrcení mikrobů. Riziko působení na lidský organizmus spočívá v působení tepelných efektů narušujících strukturu některých makromolekul, a ohřívající vodu v buňkách. V případě úniku mikrovln mohou být nejcitlivěji zasaženy oči [8].

V mikrovlnami připravené stravě jsou pozměněné molekuly a přidaná energie. Tepelná energie která je, vyzařovaná sluncem a ostatními tělesy se chová jinak, než uměle generované mikrovlny. Jedna z krátkodobých studií podchytila významné avšak znepokojující změny v krvi jednotlivců, takřka bezprostředně po konzumaci mikrovlnami upraveného mléka a zeleniny. Osm dobrovolníků jedlo různé kombinace stejných jídel připravených odlišným způsobem, přičemž všechna jídla zpracovaná mikrovlnou troubou způsobila významné změny v jejich krvi. Zatím co hodnota hemoglobinu poklesla, stoupla u všech hladina bílých krvinek a cholesterolu. Ke zjištění energetických změn v krvi byly použity luminiscenční bakterie [13]. Po vystavení účinku krevního séra získaného po strávení potravy upravené mikrovlnami, byl pozorován významný nárůst jejich vyzařování.

Konzumace stravy zpracované mikrovlnou troubou působí dlouhodobá až trvalá poškození mozku, způsobená vystartováním mozkových elektrických impulsů. Lidské tělo nemůže metabolizovat cizí vedlejší produkty, vznikající v mikrovlnami zpracovaném jídle. Produkce ženských a mužských hormonů se při trvalé konzumaci mikrovlnami zpracované stravy zastavují nebo mění. Minerály, vitaminy a živiny v každém mikrovlnami zpracovaném jídle jsou redukovány nebo pozměněny tak, že z nich lidské tělo má malý nebo žádný užitek, v tom horším případě si organismus absorbuje směs látek, které nedokáže zpracovat ani vyloučit. Minerály obsažené v zelenině se při vaření v mikrovlnné troubě mění na rakovinotvorné volné radikály [14]. Požívání mikrovlnami zpracované stravy může způsobit ztrátu paměti, koncentrace, úbytek inteligence a emocionální nestabilitu [15]. Zatímco dlouhodobá konzumace jídla upraveného v mikrovlnné troubě způsobuje poruchy imunitního systému v důsledku změn lymfatických žláz a složení krevního séra. Dále vyvolává nadměrná konzumace potravy připravené v mikrovlnné troubě žaludeční a střevní rakovinu a to z části vysvětluje prudký nárůst onemocnění rakoviny tlustého střeva [16].

2.4.1 Karcinogeny v potravinách zpracovaných mikrovlnami

Po ozáření připraveného masa mikrovlnami se vytváří nechvalně známý karcinogen d-nitrosodiathanolamin. Dále rozehrátím zmrazených plodů konvertovaly v jejich částech obsažené glykozidy a galaktozidy na karcinogenní látky. Karcinogenní látky se tvoří výhradně v mikrovlnami upravené kořenové zelenině [13].

2.4.2 Mikrovlnná choroba

Prvním příznakem mikrovlnné choroby je nízký krevní tlak a zpomalený puls. Pozdější příznaky jsou chronická podrážděnost a vysoký krevní tlak. Dále tato fáze onemocnění doprovází bolest hlavy, závratě, bolesti očí, nespavost, úzkost, žaludeční křeče, vypadávání vlasů, neschopnost kontrakce svalů, výskyt zánětu slepého střeva, šedý zákal a problémy s plodností [13]. Chronické příznaky mohou vést ke kritickému vyčerpání nadledvinek a k ischemické srdeční chorobě. Ve většině případů byly analyzované potraviny vystaveny cílenému mikrovlnnému ozáření o energetickém potenciálu $100 \text{ kW}\cdot\text{cm}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$ na dobu, považovanou za přijatelnou k přípravě zdravotně nezávadné stravy [14].

3 POUŽITÍ MIKROVLNNÉHO OHŘEVU

Aplikace mikrovln jako možnost rychle zahřívát potraviny bez rizika přehřívání povrchových vrstev, a tím bez nebezpečí nežádoucích změn, vedla k rychlému rozšíření postupu, který se používá i průmyslově (rozmrazování, ohřívání, sušení a pečení) [10].

3.1 Metody použití mikrovln

3.1.1 Rozmrazování a ohřívání

Mikrovlnný ohřev je používán k rychlému rozmrazování malých dávek potravin a pro rozpuštění tuků. Při rozmrazování větší kusů potravin je nutno počítat s různě rychlým ohřevem ještě zmrzlých částí a již rozmrzlých částí potravin. Během obvyklého způsobu rozmrazování mrazených potravin je díky nižší teplotní vodivosti vody ve srovnání s ledem zpomalen postup tepla a rozmrazování se zpomaluje s narůstáním množství vody směrem od povrchu potraviny do jejího středu.

Mnohem častěji než rozmrazování se používá ohřev zmrazených potravin z teploty $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ na teplotu $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ kdy potraviny zůstávají v tuhém stavu, ale už nejsou tak tvrdé. Po ohřevu je možné maso krájet na plátky nebo dělit. Používá se zejména při zpracování masa a ryb jelikož se maso snadněji vykostuje a dělí [10],[11].

3.1.2 Sušení

Mikrovlnným ohřevem lze překonat bariéru přestupu tepla způsobenou nízkou teplotní vodivostí potravin. To zabraňuje poškození vrchních vrstev, odstraňuje spékání, zlepšuje transport vlhkosti během pozdních fází sušení. Záření selektivně ohřívá velké oblasti, zatímco vysušené části s nízkým obsahem vody nejsou zahřívány. Oxidace vzdušným kyslíkem je omezená proto není nezbytné zahřívát velké objemy vzduchu. Investiční náklady na zařízení a jeho nižší kapacita v porovnání s klasickými sušárnami zatím omezuje širší rozšíření mikrovlnných záření pouze na konečné fáze sušení potravin, k odstranění zbytků vody obsažených v potravinách, které byly částečně usušeny [10].

3.1.3 Pečení

Účinnost pečení může, být zlepšena mikrovlnným dopečením platí to, především u produktů, jako jsou extrudované cereálie, piškoty a crackery. Konvenční pec pracuje účinně, pokud má pečený produkt dostatečný obsah vody. Obvykle je těžké sladit

požadavky na propojenost středu pečiva a odpovídající barvou produktu proto tepelná vodivost v průběhu pečení klesá. Mikrovlnné ohříváče se většinou instalují na konec tunelové pece, aby byl snížen podíl vody v pečivu a dokončen proces pečení bez dalšího tmavnutí povrchu pečiva. Instalace dielektrických zařízení může zkrátit dobu pečení až o 30 % a tak zvýšit účinnost pece. Například koláče s masovou náplní, které vyžadují vytvoření barvy a zároveň je potřebný určitý inaktivační účinek záhřevu uvnitř pečiva. Avšak mohou být kombinovaným způsobem upečené za třetinu času oproti obvyklému konvenčnímu pečení [10].

3.1.4 Škvaření

Mikrovlnné škvaření ve srovnání s klasickým škvařením tuků snižuje náklady o 30 % a nevyvolává vznik nepříjemných zápachů. [10]

3.1.5 Smažení

Mikrovlnné smažení není úspěšné, pokud je použita hluboká olejová lázeň, ale může být použito při smažení v mělkých nádobách, ve kterých se potravina rychle zahřeje. Výhodou použití je šetrnost k vlastnostem oleje, který pomaleji degraduje. Bez použití oleje mohou být v mikrovlnné troubě smaženy koblíhy. Doba zpracování je o 20 % kratší a účinnost o 25 % vyšší [10].

3.2 Obalové materiály používané v mikrovlnné technice

Všechny materiály přicházející do kontaktu s potravinami musí splňovat legislativní požadavky na bezpečnost [17]. Provozovatel potravinářského podniku, který uvádí do oběhu potraviny je povinen používat jen takové obaly a obalové materiály, které odpovídají požadavkům na materiály, které přicházejí do přímého styku s potravinou. Dále obaly, které chrání potraviny před znehodnocením a znemožňují záměnu nebo změnu obsahu bez otevření nebo změny obalu a sensoricky ani jiným způsobem neovlivňují potravinu [18]. Do mikrovlnné trouby jsou nevhodné pěnové tácky i běžné plastové misky, neboť nejsou stabilní při vysokých teplotách a při jejich tavení nebo deformování mohou vznikat nebezpečné látky. Pro přípravu pokrmů s vysokým obsahem tuků nebo cukrů se dokonce nehodí ani některé plastové nádoby jinak určené do mikrovlnných trub. Není

vhodné příprava potravin v mikrovlnné troubě, které jsou zdobené zlatem, neboť může dojít k výbuchu mikrovlnné trouby [18].

Pro sterilaci s využitím mikrovln jsou používány laminované sáčky vyrobené z laminované fólie složené z polyetylenu a etylenvinylalkoholu nebo z polyvinylchloridu a polypropylenu, do kterých je produkt zabalen. Sáčky jsou průchodné pro mikrovlny. Průmyslově jsou produkty baleny na balících strojích, které sáčky svařují před plněním, ale jednotlivé balíčky nejsou oddělovány. Ze stroje vychází pás balíčků, který prochází kontinuálním systémem hydrostatického sterilátoru. Sáčky jsou ponořeny do média s vyšší hustotou dielektrické konstanty než zabalený produkt a ohřev probíhá mikrovlnami místo páry. Produkt prochází systémem lázní zahříváných na teplotu 90 °C a konečná teplota sterilace je 130 °C.

U balených těstovinových pokrmů a měkkého pekařského zboží lze použít pasteraci. Většina systému zahrnuje zabalení pokrmů do misek s vrchní fólií. Na plnicím stroji, který vytvaruje misku, naplní, evakuuje, dávkuje směs balících plynů a zavaří. Zabalené produkty jsou zahřívány průchodem tunelem na dopravníku. Tunel je 25 m dlouhý a ohřev je zajišťován kombinací horkého vzduchu o teplotě 70–90 °C a mikrovln. Následuje vyrovnávací část, ve které je v nejhůře prohříváném místě v produktu dosaženo teploty 80–85 °C a teplota je udržována po dobu 10 min. Balíčky jsou poté ochlazeny na teplotu 1–2 °C a výrobek má trvanlivost přibližně 40 dní při teplotě 8 °C [17],[18].

4 EFEKT MIKROVLNNÉHO OHŘEVU NA JAKOST POTRAVIN

Vědecké studie efektu mikrovlnného ohřevu na jakost potravin se různí v ohledu na druh, složení, strukturu a popřípadě fyzikálně-chemické vlastnosti potraviny. Byly provedeny studie s použitím mikrovlnného ohřevu, který způsobuje změny dielektrických vlastností. K úpravě dielektrických vlastností za účelem pro stanovení sacharózy a chloridu sodného jsou používány krystalické gely. Studie se zabývají především obsahu vlhkosti, chemického složení a hmotnosti vzorku. Jakost potravin je definována jako soubor vlastností, kterými je tato potravina schopna uspokojit konkrétní i předpokládané potřeby konzumenta. Jakost je pojem komplexní kdy celkovou jakost skládají jednotlivé charakteristiky jakosti např. fyzikální, chemické, hygienicko-zdravotní, které posléze ve vzdálených kombinacích vytvářejí konkrétní jakostní ukazatele (např. ukazatele nutriční hodnoty, ukazatele sensorické jakosti a technologické ukazatele) další ukazatelé mohou být spolehlivost, hlediska využitelnosti, životní prostředí (spotřeba energie, vody, likvidace odpadů), hospodárnost a estetika [19],[20],[21],[22].

4.1 Kvalita a strukturní změny škrobových potravin při mikrovlnném a konvekčním sušení

Khraisheh a kol. [23] uskutečnili studii za účelem zhodnocení kvality a strukturální změny brambor v průběhu mikrovlnného ohřevu a konvekčnímu sušení. Kvalita dehydratovaných brambor byla hodnocena z hlediska obsahu vitamínu C a změn ve struktuře (zejména smrštním). Vitamin C je významný ukazatel kvality díky nestabilní povaze vůči teplu.

Mikrovlnné sušení způsobuje složité chemické reakce, které mohou způsobit degradaci vitamínů, oxidaci lipidů a hnědnutí. Tyto změny jsou dále ovlivněny faktory, jako je koncentrace látek v potravíně, teplota a vodní aktivita. Kvantová energie mikrovlnné trouby, na rozdíl od některých jiných typů elektromagnetického záření, je příliš nízké (až o několik řádů), a nezpůsobilo přímé chemické změny ve vazbách mezi atomy a molekulami. Bylo zjištěno, že obsah vitamínů po blanširování, vaření a ohřívání potravin v mikrovlnné troubě je srovnatelné s používáním konvekčních metod ohřívání.

Pozitivnější výsledky sušení získané mikrovlnnou aplikací lze vysvětlit tím, že se vezmou v úvahu tlakové gradienty vyvolané mikrovlnnou aplikací. Smrštní porézního materiálu během sušení je velmi citlivé na vnitřní tlak par. Kvalita takového výrobku závisí na

chování smrštění. Bylo prokázáno, že oba typy smrštění (jak rovnoměrné smrštění, tak objemové) jsou závislé na obsahu vlhkosti v potravinech. Předběžné experimenty prokázaly, že smrštění brambor je nezanedbatelné pouze za požití zkušebních podmínek. Proto jsou zapotřebí matematické modely (včetně napětí a deformace materiálu). Vliv teploty na smrštění je přičítán teplotní závislosti elastickým a mechanickým vlastnostem. Při nízké teplotě zpracování dochází k rovnoměrnému rozložení vlhkosti ve vzorku s malými rozdíly, které byly očekávány mezi centrem a povrchem. Ve srovnání s konvekčním ohřevem mikrovlnný ohřev způsobuje fyzické změny produktu.

4.2 Vliv mikrovln na kvalitu rýže

Účinek mikrovlnného záření na kvalitu rýže byl zkoumán za pomoci průmyslové kontinuální mikrovlnné trouby ve studii Zhao a jeho kolektivu [24]. V průběhu skladování byl hodnocen způsob balení v sáčcích, doba skladování a také účinky mikrovlnného ohřevu. Mikrovlnný ohřev ukazuje značný potenciál pro prevenci plísní v potravinách. A dále bylo zjištěno, že mikrovlnný ohřev lze používat i při hubení škůdců. Tento způsob se ukazuje výhodnější, než chemické vykuřování. Růst škůdců a plísní by mohl být odstraněn zastaven při teplotách mezi 55–60 °C zejména s použitím mikrovlnného ohřevu.

Obsah vody byl snížen s nárůstem mikrovlnné energie. Vyšší mikrovlnná energie způsobuje razantnější odpařování vody a také zvýšení obsahu volných mastných kyselin. Sensorická kvalita vařené rýže se zvýšila po požití mikrovlnného ohřevu ve srovnání s konvekční přípravou. To může být způsobeno nárůstem zjevného obsahu amylázy, což vede k lepší přilnavosti vařené rýže.

Obsah volných mastných kyselin ukazuje, že vlastnosti jak ošetřené, tak neošetřené rýže se změnilly s ohledem na obsah volných mastných kyselin během skladování, ale tyto změny byly menší po ošetření rýže účinkem v mikrovlnné troubě než při klasickém způsobu přípravy. Během doby skladování byl zjištěn pokles v obsahu volných mastných kyselin, protože dochází k odbourávání tuku pomocí lipázy a k oxidaci.

Obsah volných mastných kyselin se, v některých zemích, používá ke stanovení čerstvosti rýže. Mikrovlnný ohřev může snížit aktivitu lipázy, která by mohla být jedním z důvodů, zvyšování obsahu volných mastných kyselin v ošetřené rýži než v neošetřené.

Obsah amylozy se během skladování často zvyšuje v průběhu skladování v důsledku degradace škrobu. Zhao a jeho kolektiv [24] nezjistil mezi rýží, která byla ošetřena a neošetřena mikrovlnami žádný rozdíl.

Obsah bílkovin během skladování ukazuje, že mikrovlnami ošetřená rýže měla nižší obsah bílkovin než neošetřená rýže.

Dále nebyl zaznamenán žádný významný rozdíl mezi dvěma způsoby balení s ohledem na obsah tuku [24].

4.3 Vliv inaktivace enzymů mikrovlnami a použitím elektrické trouby na zachování kvality zeleného čaje

Huang a jeho kolektiv [26] posuzovali kvalitu zeleného čaje, která byla snížena v důsledku oxidace vitamínu C, rozkladem chlorofylu a hnědnutím. Při této analýze se stanovovala kvalita čajových lístků včetně obsahu vitamínu C, chlorofylu, polyfenolů a barvy čaje. Analýza byla provedena při podzimní sklizni čaje a jarní sklizni. Při podzimní se brali lístky každých 30 dní a při jarní sklizni se braly lístky každý 60 dní [25].

Hodnocení senzorycké kvality bylo provedeno vodní extrakcí čajových lístků za kontrolovaných podmínek, tak aby bylo dosaženo optimální aroma, chuť a barva lístků. Jeden gram čaje byl extrahován ve 100 ml destilované vody v šálku po dobu 3 min. Extrahovaný roztok se nadále filtroval a byl požit k senzoryckému hodnocení.

Díky mikrovlnnému ohřevu byl zaznamenán vyšší obsah zvýšen obsah vitamínu C. Oproti tomu při sušení v elektrické troubě byl obsah toho vitamínu mnohem nižší

Při použití mikrovlnného ohřevu na podzimní lístky čaje bylo zjištěn vyšší obsah a delší uchování kvality flavonoidů než při zpracování v elektrické troubě. Během prvních dvou měsíců nebyl významný rozdíl v obsahu chlorofylu mezi podzimní sklizní a jarní sklizní. Během čtvrtého měsíce se obsah změnil. U mikrovln upravených lístků, byl detekován vyšší obsah chlorofylu než u lístků zpracovaných v elektrické troubě. Byla vyslovena hypotéza, že mikrovlnný ohřev by mohl zabránit nepříznivému hnědnutí a šíření rozkladu chlorofylu.

Mikrovlnný ohřev výrazně posílil senzoryckou kvalitu zeleného čaje, neboť u čaje takto připravovaného byla vůně a sladkost podstatně výraznější než hořkost [26].

4.4 Vliv mikrovlnného vaření na kvalitu a mikrostrukturu jehněčího a kozího masa

Kromě vody a proteinů maso obsahuje běžně asi 1,5 % tuku asi 1 % minerálních látek a malé množství cukrů. Účinky byly zkoumány za pomoci fluorescenční světelné mikroskopie [27]. Yarmand a Homayouni [28] studovali tukové buňky ve struktuře u kozího a jehněčího svalu. Použito bylo mikrovlnné vaření za pomoci domácí a průmyslové mikrovlnné trouby a konvekční způsob vaření [28]. Bylo zjištěno, že rozložení tělesného tuku se liší v různých typech tepelných ošetření [29].

Lipidová složka ve svalu je uložena ve skupinách sférických tukových buněk. Tyto tukové buňky mohou být zobrazeny pomocí fluorescenční mikroskopie. Obsah tuku obsaženého v mase ovlivňuje jeho štávnatost. Způsob vaření výrazně ovlivňuje, rozložení tělesného tuku a následné křehkosti masa. Výhodami pečení a dalších úprav masa je větší možnost uchování tuku v mase. Rozložení tělesného tuku bylo změněno za pomoci mikrovlnného a konvekčního vaření. Obsah tuku má všeobecný vliv na přenos tepla. Proto sval s vysokým obsahem tuku má menší tepelný výkon, než ve svalové hmotě, což má vliv na kvalitu vařeného masa. Obecně platí, že nerovnoměrné rozložení tuku ve svalovém systému je ovlivněno ztrátou tuku a tukových buněk při vaření, který byl umístěn uvnitř svalu.

Během mikrovlnného ohřevu u kozího masa došlo k migraci tukových kapének, které bylo vyšší než u konvekčního vaření. Obsah tuku u jehněčího masa byl snížen po tepelném opracování. U mikrovlnného vaření byl snížen obsah tuku u kozího masa, zatímco u jehněčího byl tento pokles mnohem nižší. V domácí mikrovlnné troubě byly zjištěny větší deformace tukových buněk. Obecné výsledky prokázaly, že velikost tukových buněk u kozího masa byla větší než u jehněčího masa. Vnitřní část svalu měla větší tukové buňky ve srovnání s vnitřní strukturou svaloviny [29].

4.5 Vliv sušení pomocí mikrovln, slunce a elektrické trouby na kvalitu cibulových plátků

V případě cibule k tvorbě typického aroma dochází enzymovým rozkladem aminokyselin C-S lyázou. Při krájení nebo jiném poškození dochází k rychlému rozkladu aminokyselin za tvorby pyruvátu, amoniaku a alkylsulfenové kyseliny, jejichž kondenzací vznikají

dialkyltiosulfínáty. Obecně jsou to látky velice nestálé, které se neustále rozkládají. Cibule byla sušena v elektrické troubě 11 hod, kdy nedošlo k výraznému úbytku vlhkosti [29].

Araland a Ozcan [30] se zabývali vlivem různého typu sušení cibule (na slunci, pomocí mikrovlnného ohřevu a konvenční trouby) na kinetický průběh sušení a kvalitu degradačních produktů. Bylo zjištěno, že nejvyšší množství minerálních látek (K, Ca, Na, Mg, P) obsahoval vzorek sušen konvenčně. Způsoby sušení a teploty výrazně ovlivnily barevné změny cibule. Při sušení plátků cibule v konvenční troubě došlo k výrazně tmavšímu zbarvení, zatímco v mikrovlnném sušení docházelo k nevýznamným barevným změnám. Dále bylo zjištěno, že obsah celkových polyfenolů v sušené cibuli byl vyšší, než u čerstvé, což bylo zapříčiněno ztrátou vlhkosti [30].

ZÁVĚR

Práce je zaměřena na porovnání kladů a záporů mikrovlnného ohřevu. Při shromažďování informací o dané problematice bylo ve studijních materiálech nacházeno protichůdné tvrzení na mikrovlnný ohřev. Mikrovlnný ohřev je uplatněn při vaření, sušení, rozmrazování, pasteraci a sterilaci potravin. K termolabilním látkám je šetrnější a umožňuje tepelné opracování potravin bez použití tuku.

Mikrovlnný ohřev zabezpečuje rovnoměrné ohřátí potravin a tím i jejich rovnoměrnější struktury. Vlivem rychlejšího prostupu tepla při používání mikrovlnného ohřevu je snížen obsah vitaminů a obsah sensorických látek oproti používání klasických způsobů ohřevu potravin. Obecné použití pro mikrovlnný ohřev je rychlejší prohřátí. Tento proces probíhá při vyšších teplotách kratší dobu, což přispívá ke snížení nutričních ztrát a sensorických složek potravin. Já sama shledávám, že u toho způsobu přípravy pokrmů převládají více zápory. Zvláště problematické je však tvorba karcinogenních látek. Při používání mikrovlnné trouby by mělo být také dbáno na správné obalové materiály (např. nezdobený porcelán či sklo zlatem), které by mohlo způsobit nevratné poškození mikrovlnné trouby.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VRBKA, J. *Aplikace mikrovlnné techniky*, Praha: ČVUT, 2003. 147 s. ISBN 80–01–02294–3.
- [2] KVASIL, B. *Kvantová elektronika*, Praha: Academia, 1968. 448 s.
- [3] TYSL, V., RŮŽIČKA, V. *Teoretické základy mikrovlnné techniky*, Praha: SNTL, 1989. 452 s. ISBN 80–03–00141–2.
- [4] VRBKA, J. *Úvod do mikrovlnné techniky*, Praha: ČVUT, 2003. 236 s. ISBN 80–01–02112–2
- [5] *Proč není dobré vařit vodu na kafe v mikrovlnné troubě?.* [online]. [cit. 2011-26-03]. Dostupný z: <http://home.zcu.cz/~jkohout4/članek-mikrovlny.doc>
- [6] VRBKA, J. *Lékařská aplikace mikrovlnné techniky*, Praha: ČVUT, 2003. 168 s. ISBN 80–01–02705–8.
- [7] KOLOUCH, M., VOLFOVÁ, A. *Stroje a zařízení v gastronomii*, Praha: Fortuna, 2000. 112 s. ISBN 80–7168–719–7.
- [8] *Mikrovlnná chemie.* [online]. [cit. 2011-25-03]. Dostupný z: http://is.muni.cz/th/77987/prif_m/mikrovlny.doc.
- [9] *Jak funguje mikrovlnná trouba.* [online]. [cit. 2011-03-02]. Dostupný z: <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=44>.
- [10] INGR, I. *Základy konzervace potravin*, Brno: MZLU, 1999. 130s. ISBN 80–7157–396–5.
- [11] *Účinky na mikrovlnné zařízení na potraviny a člověka.* [online]. [cit. 2011-28-5]. Dostupný z: <http://www.createyourhealthyhome.com/microwave-ovens.htm>.
- [12] *The alarming effects of microwave apparatus on food and humans.* [online]. [cit. 2011-28-5]. Dostupný z: <http://www.mindfully.org/Food/Irradiate-Microwave-Effects-FoodMay96.htm>.
- [13] KADLEC, P. a kol. *Procesy potravinářských a biochemických výrob*, Praha: VŠCHT, 2003. 308 s. ISBN 80–7080–527–7.

- [14] HÁJEK, M. *Mikrovlny v akci*. [online]. [cit. 2011-25-04]. Dostupný z: <http://archiv.otevrena-veda.cz/users/Image/default/C2Seminare/MultiObSem/112.pdf>.
- [15] *Co jsou mikrovlny? WHO o vlivu mikrovln na lidský organismus*. [online]. [cit. 2011-03-02]. Dostupný z: <http://blisty.cz/art/35536.html>
- [16] *Radiační trouby*. [online]. [cit. 2011-03-02]. Dostupný z: <http://www.mwm.cz/CD/c03.html>.
- [17] *Bezpečnost potravin*. [online]. [cit. 2011-03-02]. Dostupný z: <http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92332>.
- [18] *Legislativa obalových materiálů*. [online]. [cit. 2011-30-05]. Dostupný z: <http://www.svetbaleni.cz/legislativa/sb-3-2008-legislativa-novela-zakona-plati-i-pro-obaly-potravin.htm>.
- [19] SAKAI, N., MAO, W., KOSHIMA, Y., WATANABE, M. A. Method for developing model food system in microwave heating studies. *Journal of food engineering*, 2005, 66, s. 525–531.
- [20] BOURAONI, M., RICHARD, P., FICHTALI, J., A review of moisture content determination in foods using microwave oven drying. *Food research international*, 1993. 26, s. 49–57.
- [21] PRUGAR, J. a kol. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: VÚPS, a.s., 2008. 327 s. ISBN 978–80–86576–28–2.
- [22] KOMPRDA, T. *Obecná hygiena potravin*. Brno: MZLU, 2004. 146 s. ISBN 80–7157–757–X.
- [23] KHRAISHEH, M. A. M., McMINN, W. A. M., MAGEE, T. R. A. Quality and structural changes in starchy foods during microwave and convective drying. *Food research international*, 2003, 37, s. 497–503.
- [24] ZHAO, S., XIONG, S., QUI, CH., XU, Y. Effect of microwaves on rice quality. *Journal of stored products research*, 2007, 43, s. 496–502.
- [25] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin III*. Tábor: OSSIS, 1999. 368 s. ISBN 80–90239–5–3.

- [26] HUANG, Y., SHENG, J., YANG, F., HU, Q. Effect of enzyme inactivation by microwave and oven heating on preservation quality of green tea. *Journal of food engineering*, 2007, 78, s. 678–692.
- [27] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin I*. Tábor: OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80–902391–3–7.
- [28] YARMAND, M. S., HOMAYOUNI, A. Effect of microwave cooking on the microstructure and quality of meat in goat and lamb. *Food chemistry*, 2009, 112, s. 782–785.
- [29] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin II*. Tábor: OSSIS, 1999. 328 s. ISBN 80–902391–4–5.
- [30] ARALAN, D., OZCAN, M., M., Study the effect sun, oven and microwave drying on quality of onion slices. *LWT-Food science and technology*, 2010, 43, s. 1121–1127.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DNA Deoxyribonukleová kyselina

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Vlnové délky a frekvence jednotlivých druhů záření [3]	12
Obr. 2 Elektromagnetické spektrum [3]	13
Obr. 3 Dr. Percy Spencer [3]	13
Obr. 4 Schéma mikrovlnné trouby [7].....	18