

Mikrovlnový ohrev ovocných štiav

M. GRODOVSKÝ

Za posledných desať rokov veľmi stúpol záujem o nový spôsob mikrovlnového ohrevu potravín. Pretože dĺžka vlny je nepriamo úmerná kmitočtu, používa sa často i názov vysokofrekvenčný ohrev. Príčinou veľkého záujmu o tento spôsob ohrevu je skutočnosť, že sa značne skracujú časy potrebné pre tepelnú úpravu pokrmov; predtým hodiny trvajúce tepelné pochody sa skracujú na minúty. Tiež priemyselný rozvoj výroby zariadený na mikrovlnový ohrev značne napomohol jeho rozšírenie, najmä v podnikoch zabezpečujúcich verejné stravovanie, ako sú bufety, závodné jedálne, nemocnice a pod. Priemyselné využitie na pasterizáciu a sterilizáciu zdá sa byť predbežne len v pokusnom štádiu.

Mikrovlnový ohrev, ako každý ohrev, má výhody i nevýhody. Mikrovlny sú formou radiačnej energie šíriacej sa priestorom podobne ako rádiové vlny.

Pri narazení na prekážku môžu nastať tieto prípady:

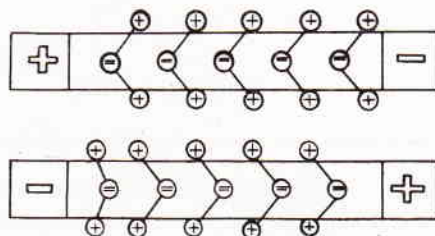
- a) vlnenie sa odrazí,
- b) vlnenie sa pohltí,
- c) vlnenie prechádza telesom.

Hlavné faktory, rozhodujúce o tom, ktorý z uvedených úkazov nastane, sú dielektrický koeficient a obsah vlhkosti predmetu, na ktorý mikrovlnové žiarenie narazilo. Kovy sa chovajú ako zrkadlá, odrážajú skoro všetku energiu. Sklo, papier, porcelán a väčšina plastických hmôt sú pre vlnenie priepustné, pričom sa samy neohrievajú, alebo len v nepatrnnej miere. Potraviny a kvapaliny absorbujú mikrovlnové žiarenie v rozličnej miere, pričom sa samy značne ohrievajú, meniac pohltенú energiu na teplo. Príčinou je vzájomné pôsobenie medzi žiarením a molekulami ožarovaného materiálu (obr. 1).

Mikrovlnový ohrev, ako sme spomenuli, má určité výhody pred konvekčným alebo kondukčným šírením tepla. Energii pohlcuje len materiál určený na ohrievanie, nenastávajú straty ako pri obvyklom ohreve, kde sa musí používať pomocné médium na prenos tepla, ako olej, voda, vzduch a pod. Taktiež nenastávajú straty ohrevom stien nádoby, v ktorej je ohrievaná potravina. Veľkou výhodou je pohotovosť tohoto druhu energie. Otočením gombíka sa ohrev podľa potreby zapne alebo vypne, pričom ohrievané teleso nemá žiadnu tepel-

nú zotrvačnosť. Nevýhodou je v niektorých prípadoch veľká selektívnosť ohrevu, látka s vyššou dielektrickou konštantou sa ohreje viac ako látka s nižšou dielektrickou konštantou. Pri príprave hotových jedál je preto potrebné starostlivo voliť komponenty, aby mali približne rovnaké dielektrické vlastnosti, alebo ohrievať ich zvlášť. Tiež úprava mäsa a hydiny nezodpovedá našim požiadavkám, chrupkavý povrch sa musí „prinobiť“ dodatočným ohrevom, napr. v infragrille.

Vyrábané zariadenia môžeme rozdeliť na 2 kategórie: 1. Zariadenia pre domácnosť, ktoré pracujú s energiou 800–2000 W a 2. priemyselné zariadenia s výkonom 10 kW a viac. Pretože s výkonom zariadenia značne stúpa jeho cena, prechádza sa v poslednom čase na tzv. modulové zariadenie (1), ktoré sa



Obr. 1.

skladá z viacerých za sebou usporiadaných jednotiek s menším výkonom. Poškodený modul možno v prípade potreby ľahko vymeniť a opraviť.

Mikrovlnové žiarenie je druhom žiarenia používaného aj v rádiokomunikácii. Bolo preto potrebné zákonom vymedziť oblasť vĺn, ktoré sa môžu používať na tento druh ohrevu, aby sa nerušil príjem krátkych vĺn. Dnes už toto obmedzenie platí len pre tzv. otvorené žiariče, ktoré však nemožno používať pre zákaz hygienikov. Dnes používané zariadenia pracujú s tienením. U nás vyrábané zariadenia pracujú s kmitočtom 2350 MHz, resp. 1250 MHz.

Ako zdroj mikrovlnového žiarenia používajú sa amplitróny, klystróny a magnetróny. Prvé dva druhy, i keď sú výkonnejšie, sú značne drahšie a vyžadujú odbornú obsluhu a špec. zariadenia.

Na porovnanie cien uvádzame tabuľku 1.

Tab. 1.

Elektrónka	Výkon kW	Cena v am. dolár,	Cena za 1 kW v amer. dolároch
Amplitrón	100	15 000	150
Klystrón	30	7 000	233
Magnetron	2,5	250	100

Magnetrony sú v prevádzke najlacnejšie, preto sú i najviac rozšírené.

Doposiaľ sa pri pasterizácii a sterilizácii kvapalných potravín, ako sú ovocné šťavy, ovocné a zeleninové pretlaky, mlieko, pivo a pod. na zneškodnenie nežiadúcej mikroflóry a na inhibíciu enzymatických sústav používajú klasické

metódy ohrevu, najčastejšie para. Ohrievame buď pomocou výmenníkov tepla rozličného tvaru a veľkosti, kde na jednej strane prúdi prehriata para, na druhej kvapalná potravina, alebo sa používa priamy ohrev parou, ktorá sa vstrekuje do prúdu kvapaliny. Docieľuje sa tak rýchlo vysokých teplôt na krátku dobu — tzv. uperizácia, používaná napr. pri mlieku. V prvom prípade nepriameho ohrevu musí sa voliť len malý tepelný spád medzi ohrevným a ohrievaným médiom, aby nedochádzalo k pripaľovaniu výrobku. Tento nedostatok sa vyvažuje veľkou styčnou plochou. Nevýhodou tohoto spôsobu je skutočnosť, že vrstvička kvapaliny, ktorá je najbližšie k stene rúrky alebo dosky pastera, ako filmová vrstvička, sa pohybuje najpomalšie, a tak dochádza i pri starostlivej práci časom k jej pripaľovaniu na steny. Je preto potrebné nákladné a časovo náročné pravidelné čistenie zariadenia.

Druhý spôsob — vstrek prehriatej pary do kvapaliny — túto nevýhodu nemá. V priemyselnom meradle sa však ťažko docieľuje para vhodnej čistoty, aby neobsahovala stopy oleja a pod., ktoré znehodnocujú výrobok.

Nový spôsob ohrevu — aplikácia mikrovlnového žiarenia — nemá ani jednu spomínanú nevýhodu, vyskytujúcu sa pri použití pary, či už priamom alebo nepriamom. Podľa niektorých literárnych prameňov (2) mikrovlny majú aj iné ako tepelné účinky, napr. baktericidné. Rozhodli sme sa preto vyskúšať tento nový druh ohrevu v laboratóriu.

Zamerali sme pozornosť najmä na stupeň dosiahnutej sterility, na inaktiváciu niektorých enzýmov a na prípadné zmeny zafarbenia štiav. Hlavnú, alebo významnú zložku zafarbenia ovocných štiav, ktoré sme používali k pokusom, tvorili antokyanínové farbivá, venovali sme preto väčšiu pozornosť metódam ich stanovenia a delenia. V tomto článku prinášame výsledky vplyvu mikrovlnového ohrevu na mikroorganizmy v šťavách.

Použitý materiál a metódy

Na prípravu ovocných štiav sme použili jahody odrody Senga-Sengana, višne odrody Ostheimská a rajčiny, zakúpené na trhu. Suroviny pred spracovaním sme skladovali pri -18°C . Pred zmrazovaním sa suroviny neblanširovali.

Nerozmrazené ovocie sa rozkrájalo na malé kúsky a pod prúdom kyslíčnika uhličitého rozmixovalo na hustú kašu, ktorá sa zbavila hrubých podielov vlákny filtrovaním cez gázu. Višne sme pred rozmixovaním vykôstkovali. Ďalej sa už šťava nečírila, ale priamo ohrievala.

Mikrovlnový ohrev: Používali sme zariadenie s kontinuálnym posunom vzorky, výkon zariadenia 10 kW, kmitočet 1250 MHz.

Výkonnejšie zariadenie je skúšobný prototyp.

Samotný ohrev štiav sa konal v otvorených miskách rozmerov 10×15 cm, v ktorých bola navážená šťava do výšky 1 cm v celkovom množstve 100–200 g na miskú. Rýchlosť prechodu tunelom v zariadení sa regulovala rýchlosťou posuvu. V našom prípade to bolo 1,03 m/min, pričom aktívne pásmo, v ktorom dochádzalo k ohrevu mikrovlnovým žiarením, bolo dlhé 60 cm.

V prípade potreby vracali sa vzorky na opätovný ohrev (v tabuľkách označené ako 1., 2. a 3. posuv).

Vzorky sa sterilne odoberali hneď po vyjdení z tunela. Avšak pri opakova-

ných ohrevoch mohlo dochádzať ku kontaminácii zo vzduchu, čo sme však vzhľadom na vysokú teplotu vzorky zanedbali.

Stanovenie celkového počtu mikroorganizmov

Z kontrolnej i mikrovlnovým ohrevom tepelne ošetrenej ovocnej šťavy a pretlaku sa sterilne odobrala vzorka v množstve 1 ml a preniesla do sterilného fyziologického roztoku v množstve 9,0 ml. Takto sa získalo prvé riedenie 1 : 10. Podobným spôsobom sa robili ďalšie riedenia. Živnou pôdou na stanovenie celkového počtu zárodkov bol mäsopeptonový agar (Difco) s prídavkom 1 % glukózy. Výsledky sa prepočítavali na 1 ml pôvodnej vzorky.

Stanovenie koliformných mikroorganizmov sme robili na Gassnerovom a Endovom agare. Kvasinky a plesne sme kultivovali na agare pripravenom podľa Sabourauda. Vplyv mikrovlnového ohrevu stanovený ako počet mikroorganizmov v dvoch skúšaných šťavách je v tabuľkách 2–4).

Výsledky a diskusia

Mikrovlnovým ohrevom po prvom posuve dosiahla sa teplota šťavy 78–80 °C, čo odpovedá obvyklým pasterizačným teplotám. Čas pôsobenia tejto teploty bol asi 60–80/sek. Pri ďalších posuvoch sa teplota ešte zvýšila asi na 90 °C (merané pri východe z tunela), dodávanie tepelnej energie sa kompenzovalo zvýšením odparu vody zo vzorky.

Zatiaľ čo kvasinky a plesne boli vo všetkých vzorkách už po 2. posuve negatívne, celkový počet mikroorganizmov sa znížil na nulovú hodnotu až po treťom posuve. Výsledky pokusov treba však brať ako orientačné, pretože po troch posuvoch v otvorených miskách dochádzalo už k značným zmenám štruktúry ohrievaných štiav pre príčinu už uvedenú — odpar vody.

Dosiahnuté teploty pri mikrovlnovom ohreve však nestačili na deštrukciu spór. Podľa literárnych údajov (3) napr. na zničenie spór *B. thermoacidurans* v paradajkovej šťave sú potrebné nasledovné teploty a časy:

čas	teplota
4 minúty	115 °C
8 "	110 "
17 "	105 "

Dosiahnuť teploty nad 100 °C možno iba v tlakových nádobách, čo sme predbežne na používanom zariadení z materiálnych a bezpečnostných dôvodov nemohli realizovať.

Plánujeme však tieto pokusy vo vlastnom zariadení.

S ú h r n

Stručne sa popisuje mikrovlnový ohrev potravín, pričom sa porovnáva s klasickým spôsobom — ohrevom parou. V prvej časti sa uvádzajú výsledky orientačných pokusov so sterilizáciou jahodovej, višňovej a paradajkovej šťavy. Ohrev je účinný na vegetatívne formy mikroorganizmov, spóry však prežívajú.

T a b. 2. Jahodová šľava

	Celkový počet mikroorganizmov v 1 ml	Počet koliformných mikroorganizmov	Počet kvasiniek a plesní
Kontrola (pred ohrevom)	$3,4 \cdot 10^4$	$7,0 \cdot 10^1$	$1,3 \cdot 10^5$
Po 2. posuve	$1,6 \cdot 10^1$	negat.	negat.
Po 3. posuve	negat.	negat.	negat.

T a b. 3. Višňová šľava

	Celkový počet mikroorganizmov v 1 ml	Počet koliformných mikroorganizmov	Počet kvasiniek a plesní v 1 ml vzorky
Kontrola	$2,0 \cdot 10^1$	negat.	$6,0 \cdot 10^2$
Po 1. posuve	negat.	negat.	$4,5 \cdot 10^2$
Po 2. posuve	negat.	negat.	negat.

T a b. 4. Paradajková šľava

	Celkový počet mikroorganizmov v 1 ml	Počet koliformných mikroorganizmov v 1 ml	Počet kvasiniek a plesní v 1 ml vzorky
Kontrola	$3,0 \cdot 10^4$	negat.	$2,2 \cdot 10^4$ kvasinky $1,0 \cdot 10^4$ plesne
Po 1. posuve	$7,0 \cdot 10^2$	negat.	$2,2 \cdot 10^4$ kvasinky $1,2 \cdot 10^1$ plesne
Po 2. posuve	$6,5 \cdot 10^2$	negat.	kvasinky negat. plesne negat.

Literatúra

1. Gerling J. E., Microwave processing equipment. A modular approach. Food Technology 22, 106, (1968).
2. Anon., Microwave applications in food industry. Food technology, 20, 1010, (1966).
3. Opris S. a Bugulescu H., Preservation of tomato juice. Cit. z Food Manuf., 42, 49, (1967).

Poďakovanie. Mikrobiologické rozbory vykonalo mikrobiologické oddelenie tunajšieho ústavu, za čo mu touto cestou vyslovujeme vďaku.

Микроволный нагрев фруктовых соков

Выводы

В статье в краткости приведен способ микроволнового нагрева пищевых продуктов, причем он сравнивается с классическим способом — нагрев паром. В первой части работы приведены результаты ориентировочных опытов со стерилизацией ягодного, вишневого и помидорового соков. Микроволновый нагрев эффективный на вегетативные формы микроорганизмов, пока споры переживают действие нагрева.

Microwave heating of fruit juices

Summary

A concise description of microwave heating of foodstuff, and comparison of this heating with classical methods-steam heating are provided. The first part deals with the results of orientational experiments with sterilization of strawberry, morello and tomato juices. The heating is effective on vegetative forms of microorganisms. Nevertheless, the spores generally survive this treatment.