

K problematike ohrevu zmrazených hotových jedál

M. POLÁŠEK

Stravovanie je dennou nevyhnutnosťou každého človeka a chápané komplexne od nákupu surovín až po prípravu stravy predstavuje v celoročnom meradle obrovské kvantá vynakladanej ľudskej energie a času. Táto oblasť, sledovaná v duchu socialistickej racionalizácie, je potenciálnym zdrojom úspor vynakladaného ľudského úsilia, ktoré môže byť zužitkované na iné účely v prospech celej spoločnosti. Ak k tomu uvažíme, že úchova surovín, príprava stravy a zužitkovanie odpadu sú len zriedkavo na žiadúcej odbornej úrovni, potom zavádzanie komplexnej racionalizácie do tejto oblasti je mimoriadne aktuálne.

Ako veľmi životaschopný systém prípravy stravy sa javí priemyselná výroba mrazených hotových jedál a polotovarov, čomu nasvedčuje aj vývoj vo vyspelých krajinách. Obzvlášť sa oceňujú výhody tohto spôsobu: úspora pracovných síl, zníženie investičných nákladov, zníženie a zužitkovanie odpadu, veľký výber jedál, nároky akosti a množstva, pohotovosť pri podávaní, riešenie problému nedostatku kvalifikovaných kuchárov, umožnenie podávania kvalitnej stravy všade, kde nie je kuchyňa.

Ako obaly mrazených hotových jedál sa najčastejšie používajú hliníkové misky a obaly z plastických hmôt. Lisované misky z hliníkovej fólie majú niektoré vynikajúce vlastnosti:

1. dobrá tepelná vodivosť a stálosť pri mrazení aj ohreve,
2. misky môžu slúžiť súčasne ako tanieri,
3. pred plnením misky možno sterilizovať ohriatím na viac ako 200 °C,
4. hliník brzdí tvorbu plesní a baktérií,
5. chuťovo neovplyvňuje potraviny,
6. svetelná nepriepustnosť,
7. malá váha.

Samozrejme, je veľa rôznych druhov obalov a obalových materiálov na tieto účely, avšak ich hodnotenie nespadá do rámca tohto článku.

Často sa stáva, že technologicky správne zmrazené a uskladnené potraviny sa poškodia pri nevhodnom rozmrazovaní, a to:

1. narastaním kryštálov ľadu,
2. koncentráciou rozpustných tuhých látok,
3. zvýšením počtu mikróbov.

Voda v mrazených potravinách

Základnou vlastnosťou vodných roztokov je, že zvyšovaním koncentrácie rozpustných pevných látok sa znižuje ich bod mrazu. Zvýšený obsah solí, cukrov, minerálov alebo proteínov v roztoku znižuje bod mrazu a aj zmrazovanie trvá dlhšie. Napríklad pri zmrazovaní ovocnej šťavy, keď je už teplota značne pod bodom mrazu vody, môžeme pozorovať kusy ľadu a kaše. Voda tu zmrzla prvá a rozpustné tuhé látky zostali v koncentrovanom roztoku, ktorý vyžaduje stále nižšiu teplotu zmrazenia. Pri rozmrazovaní sa začne taviaci proces už pri teplotách hlboko pod 0 °C. Najskôr sa začnú taviť časti, ktoré mrzli ako posledné, t. j. voda s najvyššou koncentráciou rozpustených tuhých látok. Proces ohrevu sa pomalí úmerne s natavovaním ďalších, stále čistejších častí ľadu, ktorého množstvo zapájajúce sa do tavenia exponenciálne vzrastá s približovaním sa k 0 °C. Tu teplota zostane na chvíľku konštantná a po zaniknutí všetkého ľadu sa znova zvyšuje.

Nebezpečenstvo narastania kryštálov

Ak je rozmrazovanie príliš pomalé, prechádza voda z prvých roztavených eutektík na okolité kryštály ľadu a spôsobuje ich narastanie. Ohrozené sú tým hlavne potraviny s bunečnou stavbou štruktúry, pri ktorých dochádza k trhaniu bunečných stien a tiež k trhaniu spojenia medzi jednotlivými bunkami. Ohrozené sú však aj také potraviny, ako maslo, krémy, pudinky a pod., kde je voda síce jemne rozptýlená, avšak pri náraste kryštálov a ich zhľukovaní sa mení štruktúra potravín a po roztavení sa voda už nevracia na pôvodné miesto, ale odteká von.

Nebezpečenstvo koncentrácie rozpustných tuhých látok

Mrazené potraviny prechádzajú počas rozmrazovania cez mnoho eutektických zložení. Ak je tavenie pomalé, je tu dost času, aby tieto koncentrované eutektické zmesi pôsobili na zložky potravín a poškodili ich.

Pritom môže dôjsť k týmto prípadom:

- a) Ak sa látky zrážajú alebo vykryštalizujú z roztoku, môžu dať potravine zrnitú, pieskovitú štruktúru.
- b) Ak sa látky nevyzrážajú, ale zostávajú v koncentrovanom roztoku, môžu narušiť proteíny pôsobením vysolovacieho efektu.

c) Niektoré látky sú kyslé a koncentráciou môžu spôsobiť pokles pH pod izoelektrický bod (bod minimálnej rozpustnosti proteínov) a tým ich koaguláciu.

d) Koloidné suspenzie sú v jemnej vnútornej rovnováhe s rešpektovaním ich koncentrácie aniónov a katiónov. Niektoré z týchto iónov sú nevyhnutné na udržanie koloidov v suspenzii.

Koncentrácia alebo vyvrážanie týchto iónov môže narušiť rovnováhu.

e) Plyn v roztokoch sa po vymrazení vody koncentrujú tiež. Toto môže spôsobiť presýtenie plynov a konečne ich vypudenie.

f) Koncentračný účinok môže spôsobiť dehydratáciu priľahlých tkaní v úrovni mikrookolía. Toto posunovanie vlhkosti zriedka úplne reverzuje pri tavení a môže spôsobiť stratu tkaňového turgoru.

Podľa spôsobu prívodu tepla, potrebného na rozmrazenie a ohrev na konzumnú teplotu, môžeme hovoriť o ohreve:

1. v kvapalnom prostredí,
2. v plynnom prostredí,
3. v prostredí elektromagnetického žiarenia,
4. v kombinovanom prostredí.

1. Rozmrazovanie a ohrev v kvapalnom prostredí

Rozmrazovanie sa robí ponorením zmrazenej potraviny do ohriatej kvapaliny, najčastejšie vody. Tento spôsob je mimoriadne vhodný na ohrev mrazených potravín v tzv. varných vreckách z plastických hmôt a pri rozmrazovaní bez obalu, kde rozmrazovacia voda sa stane súčasťou jedla.

2. Rozmrazovanie a ohrev v plynnom prostredí

Tu sa teplo privádza do potravín pomocou prúdu horúceho vzduchu alebo pary, pričom tieto spôsoby sú si dosť blízke, ak uvážime, že aj prúd horúceho vzduchu sa postupne zvlhčí vodou z roztavenej námrazy na potravinách.

Ak si bližšie všimneme vyrábané teplovzdušné rozmrazovacie zariadenia, pozorujeme zjavnú snahu dosiahnuť rovnomerné rozdelenie teplotného vzduchu na zamedzenie nehomogénosti ohrevu. Tento problém je možné riešiť pohybom ohrievaného materiálu alebo vhodným rozvodom vzduchu.

Napr. takto pracujú kontinuálne stroje firmy Vosswerke GMBH určené na ohrev, pečenie, smaženie a varenie za nepretržitého pohybu cez rôzne tepelné zóny a zabezpečujúce tak rovnaké podmienky pre všetky porcie. Tiež rozmrazovacia tunelová pec firmy Larmuseau ohreje mrazené jedlo kontinuálnym spôsobom z -20 na $+80^{\circ}\text{C}$ prúdením teplého vzduchu. Kapacita je podľa váhy chodu až 800 porcií/hod.

Zo zariadení, kde sa materiál pri ohreve nepohybuje, možno spomenúť zariadenie VOSS convair II, určené pre rozmrazovanie, ale aj pečenie, grilovanie a smaženie v prúde horúceho vzduchu. Pozostáva z dvoch

komôr, každá so samostatným ohrevom a ventilátorom. Potraviny sú uložené na kontejneri s 18 alebo 12 policami, ktorý sa zasunie do stroja.

Podobných zariadení vyrába firma JUNO BURGER EISENWERKE AG 5 druhov.

Známe sú tiež elektrické ohrievače Garomat — švédskej firmy ELECTROHELIOS. Menší stroj je stavaný na kapacitu 36 porcií a na teplotný rozsah 50—200 °C. Väčší stroj pojme 72 porcií. Potraviny sa k strojom privádzajú uložené v kontejneri na vozíčku a presúvajú sa s celým kontejnerom do stroja, resp. po ohriatí zo stroja na vozík.

3. Rozmrazovanie a ohrev v prostredí elektromagnetického žiarenia

Zo širokého spektra elektromagnetického žiarenia sa na účely ohrevu potravín hodia infračervené, dielektrické a mikrovlnové žiarenie. Na našom výskumnom ústave bola a je naďalej venovaná tejto problematike pozornosť, preto tu stručne spomeniem len niektoré poznatky, týkajúce sa najpoužívanejšieho spôsobu — mikrovlnného ohrevu.

Používané frekvencie sú 2450 a 915 megacyklov za sekundu (USA), a to z dôvodu zamedzenia interferencie s telekomunikačnými a radarovými frekvenciami. Mikrovlny podobne ako svetlo sa šíria priamočiaro. Sú odrážané kovmi; prechádzajú cez vzduch a väčšinu skiel, cez papier a cez plastické materiály; sú absorbované takmer všetkými zložkami potravín, včítane vody. Na ohreve sa zúčastňuje absorbovaná časť žiarenia, pričom stráca elektromagnetickú energiu. Výrazy „stratový faktor“ a „stratový uhol“ (stratová tangenta) charakterizujú množstvo mikrovlnovej energie, premenenej na teplo pri prechode cez určitý materiál za daných podmienok. Vzhľadom na rôznosť zloženia potravín, tieto majú rôznu spôsobilosť pre ohrev mikrovlnami, čo ukazuje nasledujúca tabuľka:

Stratová tangenta pre rôzne materiály ($\times 10^4$)*

Materiál	900 megacyklov	2450 megacyklov
Voda 15 °C	700	1700
Voda 55 °C	300	700
Voda 95 °C	200	450
0,1 molárny roztok NaCl	6700	3400
Mäso (steak)	7000	4000
Loj	1100	700
Polyetytén	2	2
Teflón	2	2
Papier	660	660
Parafínový vosk	2	2

* Food Engineering (1964).

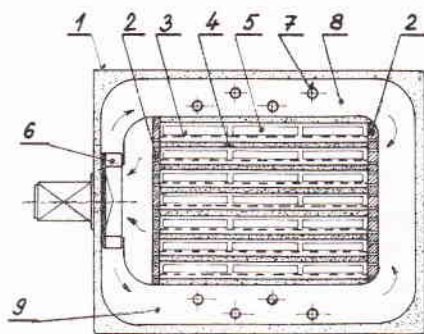
Z tabuľky vidieť, že ak pri jednom materiáli zvýšenie frekvencie pôsobí priaznivo, pri druhom je tomu práve naopak. Okrem toho je tu dôležitá aj hrúbka prehrievaného materiálu. Túto okolnosť zohľadňuje napr. patent NSR č. 1, 492629, kde v zariadení na mikrovlnný ohrev je výška ohrievaného materiálu menšia alebo rovná 0,25 použitej vlnovej dĺžky.

4. Kombinované spôsoby rozmrazovania a ohrevu

Netradičné metódy tepelnej úpravy málokedy vedú k získaniu hotových jedál s vlastnosťami, na aké sú ľudia zvyknutí. Aby sa jedlá priblížili chuťovo aj vzhľadom k tradične pripravovaným pokrmom, používajú sa rôzne kombinácie moderných spôsobov ohrevu. Výnimku v tomto smere predstavuje len teplovzdušný ohrev, ktorý potravinám poskytuje takmer podobné vlastnosti ako pri tradičnej príprave.

Teplovzdušný rozmrazovač a ohrievač VUPOTHERM

Z uvedeného prehľadu rozmrazovacej a ohrievacej techniky vidieť, že na privedenie zmrazených hotových jedál do konzumného stavu sa používajú rôzne druhy ohrievačov, ktoré naraz ohrejú celú vsádzku potravín pri zhruba rovnakých tepelných podmienkach. Z toho vyplýva, že sa v týchto ohrievačoch súčasne môžu ohrievať len potraviny s rovnakými nárokmi na čas a intenzitu ohrevu. Pokiaľ sa ohrieva viacero druhov potravín, využíva sa nepravidelné rozloženie tepelných polí v ohrievačoch, avšak bez možnosti aktívneho ovplyvnenia zvonka. Túto skutočnosť otvorene priznávajú autori v rôznych materiáloch. Napríklad

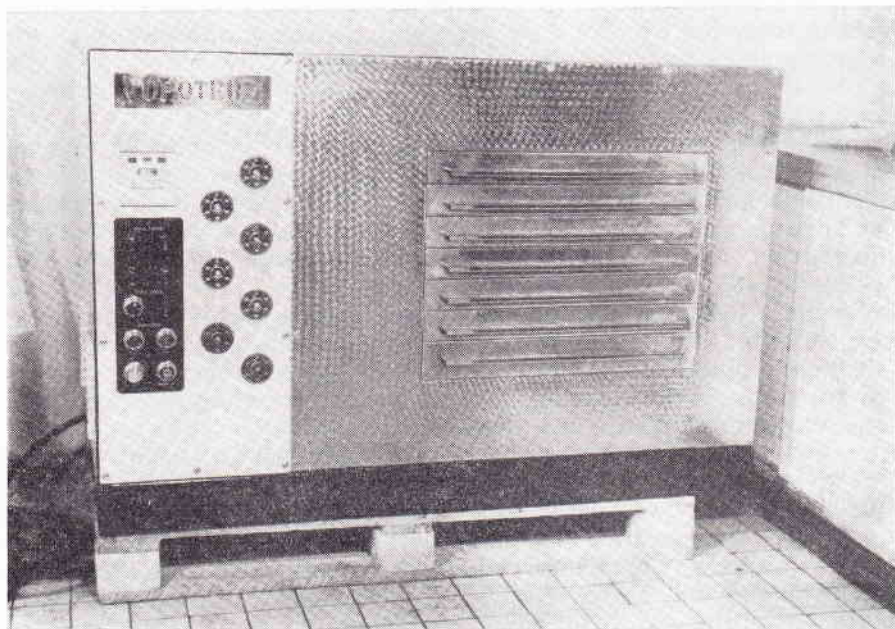
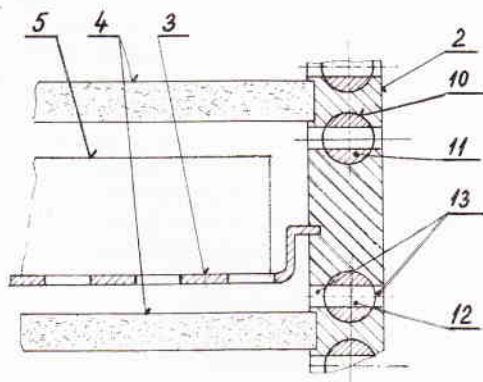


Obr. 1. Funkčné schéma ohrievača VUPOTERM

v švédskom patente č. 193146 je nakreslená aj schéma rozloženia potravín v ohrievači podľa rôznych druhov. Je jasné, že takýmto spôsobom nie je možné poskytnúť potravinám technologicky optimálny ohrev. V praxi je však často potrebné zohrievať potraviny so značne rozdielnymi nárokmi na čas a intenzitu ohrevu, a to súčasne. Jednak je potrebné dodržať špecifičnosť technológie ohrevu každej komponenty potraviny, a tiež je dôležité, aby všetky komponenty boli pripravené približne sú-

časne. Technologovia jasne upúšťajú od balenia hotových jedál do misiek s niekoľkými pričkami (celý obed v jednej miske), pretože každá zložka má iné požiadavky na zmrazovanie a tiež na ohrev. Za týchto okolností, ak sa každá zložka špeciálne mrazí a skladuje vo zvláštnej miske, je potrebné aj ohrev uskutočniť technologicky správne. Preto sme sa rozhodli postaviť zariadenie, ktoré umožní ohrev viacerých druhov potravín súčasne s možnosťou voľby intenzity a času ohrevu.

Obr. 2. Detail usporiadania prívodu vzduchu k miskám



Obr. 3. Fotografia prototypu stroja

V tepelne izolovanej skrini 1 sú uložené priedyšné rošty 3 navzájom od seba oddelené izolačnými priečkami 4. Rošty 3 aj priečky 4 sú posuvne uložené v postranných vedeniach 2. Potraviny 5 uložené na roštach 3 sú ohrievané vzduchom prúdiacim účinkom ventilátora 6. Vzduch sa ohrieva na potrebnú teplotu vykurovacími telesami 7 umiestnenými vo vzduchovodoch 8, 9. V postranných vedeniach 2 sú vytvorené kanály 10, v ktorých sú umiestnené regulačné tyče 11. Na regulačných tyčiach 11 sú štrbiny 12, zodpovedajúce svojou veľkosťou štrbinám 13 na postranných vedeniach 2. Zmenou polohy tyčí 11 sa dá nastaviť veľkosť prietokových otvorov, ktorými prúdi ohrievací vzduch. Každý rošt 3 má na strane vstupujúceho vzduchu dve takéto regulačné tyče 11 a na strane vystupujúceho vzduchu tiež dve tyče. Týmto usporiadaním je možné nastaviť samostatný tepelný režim na jednotlivých roštach 3 a okrem toho je možné regulovať osobitne intenzitu ohrevu spodnej a hornej časti potravín 5 umiestnených na rošte. Regulačné tyče 11, umiestnené na strane roštov 3, bližšej k ventilátoru 6, sa využívajú hlavne na nastavenie rovnomerného rozloženia prúdnic teplého vzduchu, t. j. na zamedzenie tvorenia mŕtvych kútov. Tyče 11, umiestnené na opačnej strane roštov 3, slúžia hlavne k nastaveniu diferencovaných tepelných pomerov na jednotlivých roštach a tiež k regulácii ohrevu spodných a vrchných častí potravín 5. Vzhľadom na to, že jednotlivé rošty sú umiestnené v samostatných komorách, je možné ich obsluhovať, t. j. plniť a vyprázdňovať separátne, bez narušenia prevádzky na ostatných roštach. Pri potrebe hromadného ohrevu väčšieho množstva rovnakých potravín je možné rošty 3 a priečky 4 zo zariadenia vybrať a namiesto nich vložiť do ohrievacieho priestoru paletu s naloženými potravinami. Aj v tomto prípade sa využije možnosť nastavenia homogénneho tepelného poľa pomocou tyčí 11.

Zariadenie je vhodné nielen na ohrev zmrazených potravín, ale aj na prípravu širokého sortimentu čerstvých pokrmov v prúde horúceho vzduchu. Na každý rošt možno uložiť pätnásť misiek o rozmeroch 160 × 110 × 30 mm, teda spolu 105 kusov. Vykurovacie telesá sú elektrické s hliníkovým rebrovaným plášťom. Stroj obsahuje 10 ks týchto telies o výkone à 1200 W, teda spolu 12 kW.

Pri práci s jednotlivými oddelenými poliami je možné jednotlivé rošty vyberať a vkladať do stroja bez prerušenia ohrevu na ostatných roštach. Oplyvnenie tepelného režimu stroja vonkajším vzduchom pri vybratí roštu za chodu je obmedzené účinkom prúdenia teplého vzduchu, ktorý vytvára vzduchovú clonu.

Aby bola jednoduchšia obsluha jednotlivých roštov nezávisle na sebe, sú po ľavej strane stroja v úrovni každého roštu namontované hodinové časovacie strojčeky — s rozsahom 0 až 60 minút, na ktorých si obsluha po zasunutí roštu nastaví potrebný čas ohrevu toho-ktorého roštu.

Aby sa predišlo poškodeniu elektrických vykurovacích telies, sú tieto telesá zapojené tak, že ich činnosť je možná len pri chode ventilátora. Teplota cirkulujúceho vzduchu je regulovateľná v rozsahu 0 až 250 °C

pomocou tranzistorového regulátora s ukazovateľom a svetelnou signalizáciou.

Rozmery stroja sú:

dĺžka 1200 mm

výška 850 mm

šírka 770 mm

S ú h r n

Vhodné zariadenia na rozmrazovanie a ohrev hotových jedál sú dôležité nielen z hľadiska pohotovosti a výkonu pri podávaní stravy, ale aj z dôvodov zachovania organoleptických a nutritívnych vlastností potravín.

Za účelom skúmania defrostačných účinkov na potraviny bolo na Výskumnom ústave potravinárskom v Bratislave vyvinuté teplovzdušné zariadenie VUPOTERM o kapacite 105 porcií a tepelnom príkone 12 kW. V tomto zariadení je možné potraviny ohrievať na 7 roštoch, pričom na každom rošte je možné ľubovoľne zvoliť intenzitu a čas ohrevu bez ovplyvnenia tepelného režimu na ostatných roštoch. Zariadenie je prihlásené na patentovanie a môže poslúžiť ako základ pre konštrukciu a priemyselnú výrobu teplovzdušných ohrievačov podobného typu.

L i t e r a t ú r a

1. Potter N., Food Science, The Avi Publishing Co. Inc. 1968.
2. Červeňová, E., Nové ohrevy v potravinárskom priemysle. Literárna rešerš VÚP Bratislava 1970.
3. Vašicová, Uplatnenie nových technológií tepelného spracovania potravín pri výrobe hotových jedál. Dielčie záv. správy VÚP Bratislava 1967, 1968, 1970.
4. Patenty:
Švédsko — 193146, 200544, 201080,
NSR — 1, 492629,
USA — 3, 455231,
Rakúsko — 272059.

К проблеме подогрева мороженных блюд

Резюме

Подходящее оборудование для размораживания и подогрева готовых блюд очень важно не только с точки зрения готовности и подачи питания, но и с точки зрения сохранения органолептических и nutritивных свойств продовольствия. Поэтому для исследования дефростативных воздействий на продовольствие, в Научно-исследовательском институте пищевой промышленности в Bratislave было разработано тепловоздушное оборудование ВУПОТЕРМ емкостью 105 порций с потреблением 12 кВт.

В этом оборудовании можно пищу согреть на 7 решетках, причем на каждой решетке есть возможность произвольного выбора интенсивность и времени подогрева без того, чтобы тепловой режим на остальных решетках изменился. Оборудование

предъявлено на патентное право и может служить как основа для конструкции и производства нагревателей подобного типа.

The problem of warming of the frozen food

Summary

Suitable facilities for thawing and warming of ready food are important not only from the point of view of promptness and serviceability of food servicing, but also from the point of view to preserv the organical eching and nuritive qualities of the food. For research purposes of thawing effects on food, there have been in the Research Institute for food in Bratislava developed one airheating equipment VUPOTERM with a capacity of 105 portions and with heat input power of 12 kW. In this airheater it is possible to warm up food at one stroke on 7 grates and nearby it is posible for each grate to choose an optional warming intensity and time without any influence of the warming regime on the other grates. A patent aplication was made for this airheater and it may serve as principle for the designe and production of similar types of airheaters.