



Ing. Kurt Wiggert  
Spolkový výzkumný úřad pro výživu, Stuttgart (NSR)

## Tepelná úprava průmyslově vyráběných zmrazených jídel ve víceporcových miskách

Tento článek pojednává o výsledcích výzkumu o vhodnosti různých způsobů školního stravování, který proběhl v Německé spolkové republice. Získané výsledky měly sloužit především jako pomoc při volbě nejvhodnějšího způsobu školního stravování. Kromě toho měl i ostatním pracovníkům, kteří se zabývají zaváděním a provozem školního stravování, dát podněty k zlepšení dosavadního stavu.

Z různých praktikovaných způsobů se jako první zkoumalo školní stravování při využívání průmyslově vyráběných zmrazených jídel. V rámci této práce se též posuzoval proces tepelné přípravy zmrazených jídel.

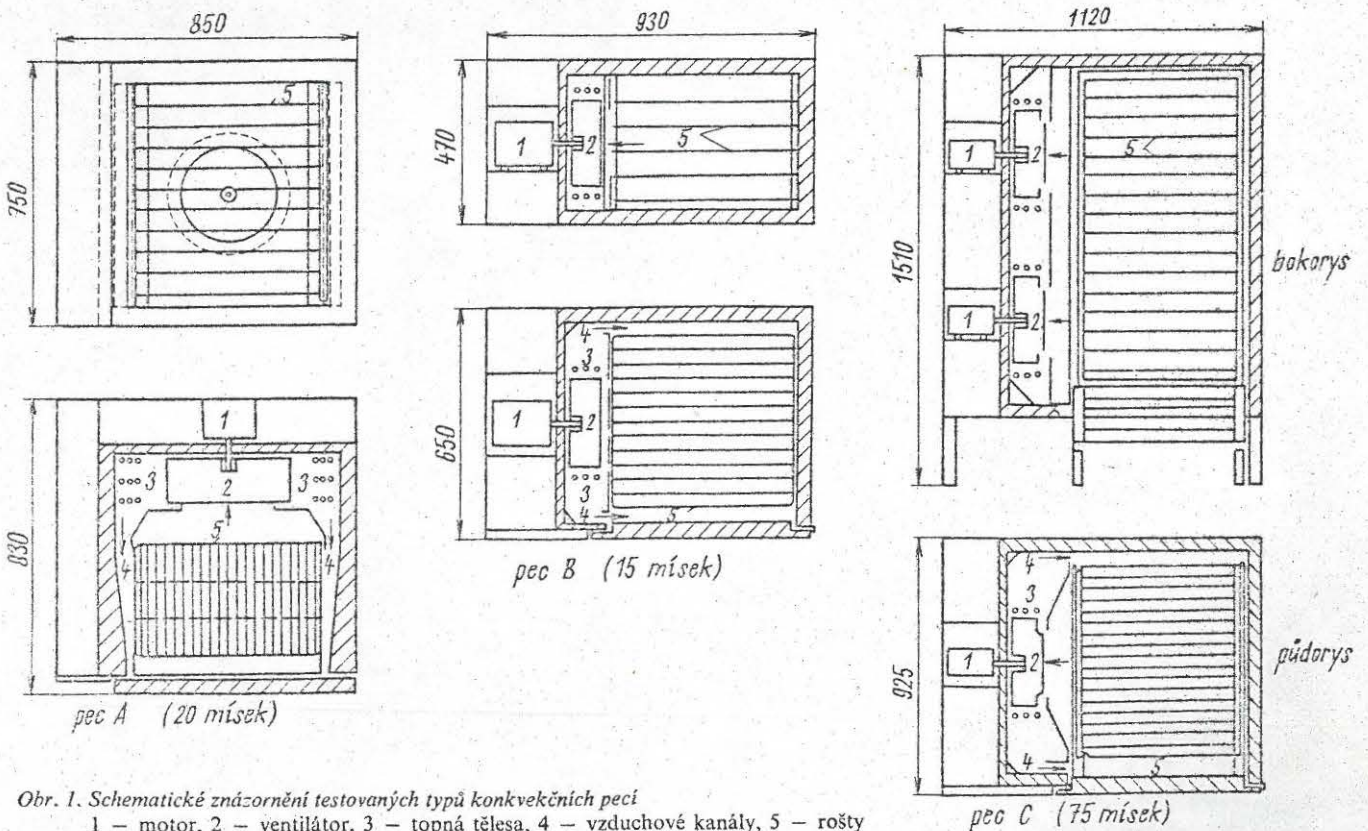
K rozmrazení a chřevu zmrazených jídel se používá různých způsobů, u kterých se využívá jako tepelného média vody, páry, infraohřevu, mikrovlnného ohřevu nebo vzduchu. Vodní lázně jsou

vhodné jen pro sáčkové balení pokrmů, a nehodí se pro všechna jídla. Parní skříně vyžadují vodotěsné balení pokrmů a mimoto je manipulace ztížena zbytky kondenzátu na obalech. Zařízení pro infra- a mikrovlnný ohřev jsou vhodná jen pro omezené tloušťky. Horkovzdušných zařízení (konvekčních pecí) může být naproti tomu využito k přípravě všech zmrazených jídel ve vhodných obalech až do tloušťky vrstvy jídla asi 40 mm. K tepelné úpravě pokrmů, balených do víceporcových obalů à 10 až 15 porcích se dnes ve školním stravování téměř výhradně používá tohoto druhu zařízení. V konvekčních pecích probíhá přestup tepla do jídel balených do obalu z hliníkové fólie, z proudícího vzduchu s mechanicky zajišťovanou cirkulací. Vzduch se přitom odsává ventilátorem z uzavřeného ohřívacího prostoru, vede topným tělesem a vodicími klapkami nebo regu-

lačním zařízením zpět do ohřívacího prostoru.

Jídla jsou uložena na roštích ve vzdálenostech 60 až 70 mm. Teplotu vzduchu lze termostaticky řídit v rozsahu 50 až 250 °C. Časový spínač umožňuje předvolbu libovolné doby ohřevu.

Vhodnost konvekčních pecí k tepelné přípravě zmrazených pokrmů je všeobecně známá. Tento poznatek byl ověřen především praktickými zkušenostmi. Vědecké výzkumy naproti tomu jsou méně známy. Publikované výsledky se zabývaly jen tepelnou rekonstitucí zmrazených jídel v jednoporcových miskách; podmínky ohřevu takto balených jídel se však podstatně liší od podmínek ohřevu jídel balených do víceporcových obalů, takže předchozí výsledky lze aplikovat jen v omezené míře. Z toho vyplynul úkol zkoumat ohřev jídel balených do velkých obalů (misek) v konvekční peci.



Obr. 1. Schematické znázornění testovaných typů konvekčních pecí

1 - motor, 2 - ventilátor, 3 - topná tělesa, 4 - vzduchové kanály, 5 - rošty

Mezi nejdůležitější problémy patřily: přestup tepla v ohřivacím prostoru, vliv druhu jídla a rozměry obalu. Pro experimentální práci bylo použito tří běžně vyráběných konvekčních pecí s různou kapacitou a odlišným řešením usměrňování proudění vzduchu. Pro výzkum byly nahrazeny zabudované dvupolohové regulátory externími elektronickými proporcionálními regulátory, které zajišťovaly přesnější nastavení a udržování teploty vzduchu. Princip těchto pecí je patrný z obr. 1.

Typ A s kapacitou 20 velkých misek je vybaven vodicími plechy, které usměrňují proud vzduchu. Vertikálně uspořádané plechy na obou stranách ohřivacího prostoru mají pro každý jednotlivý rošt úzké horizontální vstupní štěrbinu, které mají zajistit dobré prostorové rozdělení proudu vzduchu.

U pece typu B s kapacitou 15 velkých misek, podobně jako u pece typu C (kapacita 75 velkých misek) proudí teplý vzduch do ohřivacího prostoru dvěma vertikálními štěrbinami rovnoběžně s přední a zadní stěnou. Konvekční pec typu C je vybavena dvěma nad sebou uspořádanými ohřivacími vzduchu se samostatnou regulací a jedním závazecím vozíkem, který umožňuje naplnění roštů mimo ohřivací prostor.

Použité misky vyrobené z hliníkové fólie s papírem polepeným víčkem odpovídaly běžnému spotřebitelskému balení. Jejich kapacita se pohybovala od 2170 do 2700 cm<sup>3</sup>. Podle potřeby se plnily vodou, bramborovou kaší nebo bylo použito průmyslově vyráběných zmrazených jídel. Zmrazené náplně misek (bramborová kaše, jídla) měly ponejvíce vstupní teplotu -20 až -25 °C, při používání vody se počáteční teplota pohybovala kolem plus 20 °C.

Vhodnost určitého zařízení k ohřevu zmrazených jídel určuje rovnoměrnost přestupu tepla do všech misek příslušné šarže.

Pro přestup tepla platí tento vztah:

$$q = \alpha \cdot F \cdot \Delta t$$

kde:  $q$  je množství tepla,  
 $\alpha$  – součinitel přestupu tepla,  
 $F$  – velikost plochy,  
 $\Delta t$  – rozdíl teplot.

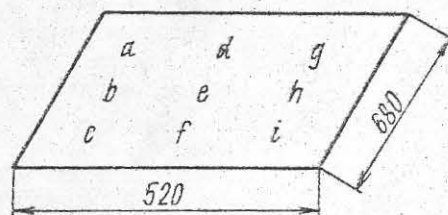
Z uvedeného vztahu je patrné, že přestup tepla při konstantní ploše závisí na  $\alpha$  a  $\Delta t$ . Součinitel přestupu tepla  $\alpha$  je v daném případě funkcí rychlosti proudění vzduchu nad povrchem jednotlivých obalů. Při požadovaném stejném přestupu tepla do všech misek musí být všude stejná povrchová teplota, rychlost

proudění a teplota cirkulujícího vzduchu.

Zkoušelo se rozdělení teplot v prázdné ohřivací komoře při teplotě vzduchu 150 °C. Změřené maximální rozdíly v teplotním poli se pohybovaly u všech tří zařízení mezi 1,0 a 3,5 °C. Toto rozdělení teplot vyhovovalo i nejpřísnějším požadavkům. Od měření rychlosti cirkulujícího vzduchu se upustilo, protože je velmi obtížné, zvláště v místě nad povrchem obalů jídel. Náhradou se měřil průběh teplot ve stejných, prostorově různě rozmístěných vzorcích a z něho byla určena doba ohřevu pro dané teploty. Před-

Na obr. 3 jsou vyneseny aritmetické střední doby ohřevu a jejich rozptyl pro jednotlivé osazené rošty.

Střední doby ohřevu u všech prověřovaných zařízení jsou (v závislosti na šarži) shodné, což umožňuje usuzovat na přibližně stejný specifický průtok vzduchu. Rozptyly u jedné šarže vykazovaly naproti tomu zvýšené rozdíly. U zařízení A jsou standardní odchylky doby ohřevu všech vzorků (vztažené na jejich aritmetické střední hodnoty) 5,5 %. Naproti tomu zařízení B a C vykazují podstatně vyšší hodnoty, tj. 11,4, resp. 16,4 %.



Obr. 2. Doba ohřevu 50 g vody ve skleněných pohárkách z 20 na 95 °C v závislosti na poloze na roštu

| Rošt číslo | V místě |      |     |      |      |      |     |      |      |
|------------|---------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|
|            | a       | b    | c   | d    | e    | f    | g   | h    | i    |
| 1          | 12      | 11,5 | 9,5 | 11   | 10,7 | 14   | 9,8 | 9,5  | 9,5  |
| 5          | 11,5    | 9,2  | 12  | 11,7 | 9,8  | 11,5 | 12  | 10,9 | 10,4 |
| 11         | 14,2    | 10,4 | 9,7 | 15,8 | 10,3 | 9,3  | 9,7 | 10,8 | 9,6  |
| 15         | 14,7    | 11,3 | 8,7 | 15,3 | 13,2 | 9,1  | 9,4 | 12,6 | 11   |

Obr. 3. Doba ohřevu 50 g vody z 20 na 95 °C; aritmetický průměr a rozptyl pro některé rošty

| rošt | konvekční pec A<br>doba ohřevu | konvekční pec B<br>doba ohřevu | konvekční pec C<br>doba ohřevu |
|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1    | →                              | 1                              | →                              |
| 2    | →                              | 2                              | →                              |
| 3    | →                              | 3                              | →                              |
| 4    | →                              | 4                              | →                              |
| 5    | →                              | 5                              | →                              |
| 6    | →                              |                                |                                |
| 7    | →                              |                                |                                |
| 8    | →                              |                                |                                |
| 9    | →                              |                                |                                |
| 10   | →                              |                                |                                |

pokládalo se rovnoměrné rozložení teplotního pole v ohřivacím prostoru pece; proto bylo možno z takto zjištěného průběhu teplot jednotlivých vzorků usuzovat na rychlost proudění vzduchu. Krátká doba ohřevu odpovídá tedy vyšší rychlosti proudění a naopak.

Dále se zkoumala doba ohřevu jednotlivých vzorků v téměř prázdném ohřivacím prostoru. K tomu bylo použito skleněných pohárků o stejné hmotnosti, které byly naplněny 50 g vody; byly umístěny v ohřivacím prostoru pece a zahřívány vzduchem o teplotě 150 °C. Naměřené údaje z konvekční pece typu C jsou uvedeny na obr. 2. Jsou příkladem poměrů v zařízení C.

Rozdělení rychlosti vzduchu zde bylo tedy nepravidelné a úměrné těmto hodnotám. Tyto rychlostní poměry, zjištěné pro prázdné ohřivací prostory, byly při plném obsazení zařízení velkými miskami potvrzeny jen přibližně. Podle rozložení velkých misek v rozmrazovacím prostoru se nutně mění; stejně tak i poměry proudění. Vede to k jinému rozdělení rychlosti vzduchu. Na obr. 4 je uvedena aritmetická střední hodnota doby ohřevu a jejich rozptyl pro různé rošty při použití velkých misek.

Nejmenší rozptyl hodnot doby ohřevu šarže je opět u zařízení A. Při ohřevu bramborové kaše se zjistila standardní odchylka 6,8 %. Jen málo vyšší byla

| rošt | konvekční pec A<br>doba ohřevu | konvekční pec B<br>doba ohřevu | konvekční pec C<br>doba ohřevu |
|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1    | 1                              | 1                              | 1                              |
| 4    | 4                              | 3                              | 5                              |
| 7    | 7                              | 5                              | 11                             |
| 10   | 10                             |                                | 15                             |

Obr. 4. Doba ohřevu 1600 g bramborové kaše ve velkých miskách z asi  $-20^{\circ}\text{C}$  na teplotu jádra  $70^{\circ}\text{C}$ ; aritmetický průměr a rozptyl v závislosti na poloze roštu

u jednotlivých zařízení jen v malé míře a nebyly zjištěny jednoznačné závislosti na míře zaplnění. Určitý trend, a to ve zkrácení doby ohřevu, byl zaznamenán jen u zařízení typu A, ale ani ten nebylo možno statisticky prokázat.

Zatímco při plném obsazení ohřivacího prostoru misky zcela zaplní rošty, na kterých jsou uloženy, je při dílčím obsazení ohřivacího prostoru řada možných variant. Proto se dále zkoumal přestup tepla v závislosti na uspořádání misek. Měření ale opět nedávala jednoznačné výsledky. U všech zkoušených zařízení se zjistilo, že nejpriznivějších výsledků se dosáhlo při uložení celé šarže na několika roštích ve střední výšce rozmrazovacího prostoru. Ani při jiném uspořádání misek

v tomto případě standardní odchylka u zařízení B a C, tj. 7,8, resp. 7,3 %. Misky mají značný vliv na proudění vzduchu v rozmrazovacím prostoru, neboť rozdělují komoru na horizontální proudové kanály. Jelikož však ze standardních odchylek nelze určit polohu extrémních hodnot, bylo by to nutno vyřešit odděleně.

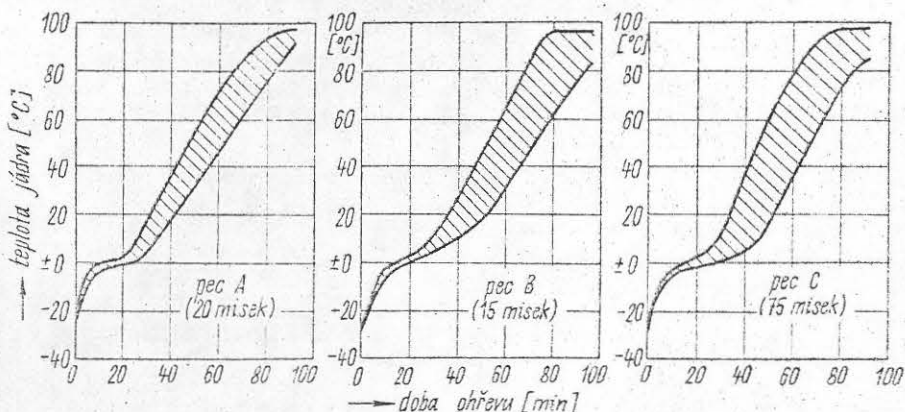
Na obr. 5 je průběh teplot a rozsah rozptylu teplot všech vzorků při ohřívání bramborové kaše. Z rozdílných šířek rozptylu (pro zařízení A na straně jedné a zařízení B a C na straně druhé) je patrný vliv konstrukčního uspořádání. Zatímco v horní části křivek, znázorňujících průběh teplot v zařízení A, je mezi vzorky maximální teplotní diference asi  $25^{\circ}\text{C}$ , je tento rozdíl u zařízení B a C (které nejsou opatřeny plechy pro vedení vzduchu) téměř  $40^{\circ}\text{C}$ .

V praxi to znamená, že při požadovaném ohřátí všech misek na střední teplotu v jádru  $70^{\circ}\text{C}$  bude mít nejstudenější miska, použijeme-li zařízení B, teplotu v jádru jen asi  $50^{\circ}\text{C}$ .

Tento výsledek je u jídel ohříváných způsobem Cafeteria, kdy se obsahy misek vyklápějí do ohřivací nádoby a promíchávají. Pokud se jídla rozdělují přímo z jednotlivých misek, jak je tomu při školní službě obvyklé, je dosažená teplota středních vrstev jídla příliš nízká. V tomto případě lze prodloužit dobu ohřevu tak, aby i nejstudenější místa byla dostatečně prohřáta, což má za následek, že řada

misek by zatím již dosáhla teploty varu. Tím se však kromě prodloužení doby ohřevu a vyšší spotřeby energie snižuje i jakost jídla v příslušných miskách.

Výsledky dosažené se zařízením A jsou uspokojivé. Při zkouškách se zjistilo, že



Obr. 5. Ohřev bramborové kaše v hliníkových víceporcových miskách v jednotlivých typech peci

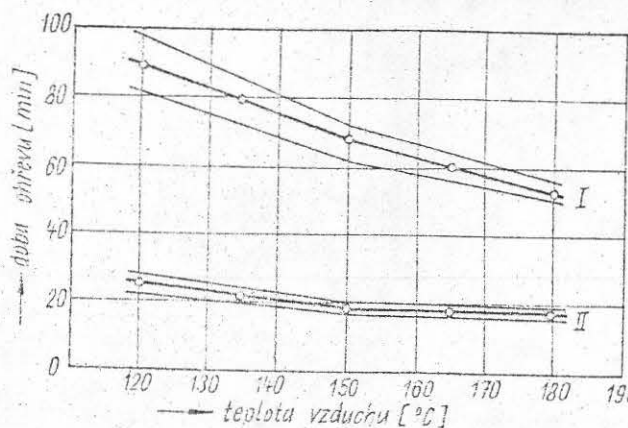
teplota obsahu u nechlazenějšího vzorku byla  $60^{\circ}\text{C}$ . Lze tedy očekávat, že po vnitřním vyrovnání teplot bude teplota jídla při servírování uspokojivější, pokud se jídlo neochladí při výdeji.

V praxi však nelze uvažovat vždy o plném využití kapacity konvekční pece, a je proto nutno zkoumat vliv částečného zaplnění ohřivacího prostoru na přestup tepla. V uvažovaném rozsahu 30 až 100 % kapacity se lišily střední doby ohřevu a rozptyl podle velikostí šarží

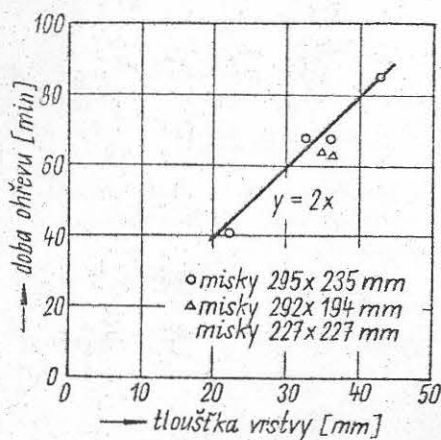
však nelze očekávat závažný negativní vliv na dobu ohřevu a rozdělení přestupu tepla.

Pokud jde o vyšší teploty cirkulačního vzduchu, doporučují výrobci zařízení, stejně jako výrobci zmrazených jídel, nejčastěji v mezích  $140$  až  $160^{\circ}\text{C}$ . Ojedinele se též doporučují (s ohledem na udržení zvláště dobré jakosti jídla) teploty  $120$  až  $130^{\circ}\text{C}$ . Dále se zkoumal vliv teploty okolního vzduchu na přenos tepla. K tomu byla konvekční pec plně osazena zmrazenými jídly ve velkých miskách a měřena teplota ve středu misky postupně při teplotě vzduchu  $120$  až  $180^{\circ}\text{C}$ , po  $15^{\circ}\text{C}$ . Výsledky jsou patrné z obr. 6, který znázorňuje střední doby ohřevu podle šarží a jejich rozptyl v závislosti na teplotě cirkulačního vzduchu. Lineární průběh závislosti pro bramborovou kaši a vodu vykazuje při teplotě  $150^{\circ}\text{C}$  výrazný zlom, pro který se nenašlo žádné uspokojivé vysvětlení.

Při snížení teploty ohřivacího vzduchu ze  $150$  na  $120^{\circ}\text{C}$  se pro bramborovou kaši prodlouží doba ohřevu vzorku na teplotu v jádru  $70^{\circ}\text{C}$  o 30 %. Zvýšení



Obr. 6. Doba ohřevu v závislosti na teplotě vzduchu  
 I – bramborová kaše z  $-25$  na  $70^{\circ}\text{C}$ , II – voda z  $+20$  na  $70^{\circ}\text{C}$



Obr. 7. Střední doba ohřevu bramborové kaše v závislosti na tloušťce vrstvy

teploty vzduchu ze 150 na 180 °C znamenalo zkrácení doby ohřevu o 22 %.

Zvláště pozoruhodný je pokles rozptylu při stoupající teplotě okolního vzduchu. Ve zkoumaném rozsahu se zmenšuje až o 65 %. Zvýšení teploty okolního vzduchu přispívá k zřetelnému a v praxi velmi vítanému zkrácení doby ohřevu a k rovnoměrnému ohřevu všech misek. Tento výsledek však vede k závěru, že závislost jakosti jídel na teplotě cirkulujícího vzduchu nutno podrobit systematickému výzkumu.

Zajímavý je vliv obsahu misek a tloušťky jídla na průběh teploty. Mimo průmyslově vyrobená zmrazená jídla se testovaly ještě tři další jídla stejného druhu, ale s rozdílnou výškou misky. Obsah misek se pohyboval od 1680 do 3100 cm<sup>3</sup>. Tloušťka bramborové kaše v miskách byla 22 až 43 mm.

Mezi dobou ohřevu vzorku a tloušťkou vrstvy ohřivaného jídla se zjistila lineární závislost. Jak je patrné z diagramu na obr. 7 odpovídá doba ohřevu zmrazené bramborové kaše u všech zkoušek přibližně dvěma minutám na 1 mm tloušťky vrstvy jídla. Obsah misek, resp. množství náplně, nemá podstatnější vliv na dobu ohřevu. Dále se zkoumala možnost stanovit průběh teploty uvnitř jednotlivých jídel, aby bylo možno bezprostředně určit dobu jejich ohřevu v závislosti na tloušťce vrstvy. U velmi plochých misek, určených pro tekuté pokrmy, lze toto stanovení těžko provést.

Vliv jednotlivých druhů jídel na dobu jejich ohřevu byl předmětem dalších zkoušek. Použilo se zde zmrazených jídel od různých výrobců. Jídla se ohřívala vzduchem o teplotě 150 °C. Přitom se zkoumaly dva počáteční stavy; zmrazený a rozmrazený. V prvním případě byla výchozí teplota asi -15 °C, ve druhém

se pohybovala kolem 0 °C. Jídla se rozmrazovala skladováním po dobu zhruba 20 hodin při teplotě +4 °C.

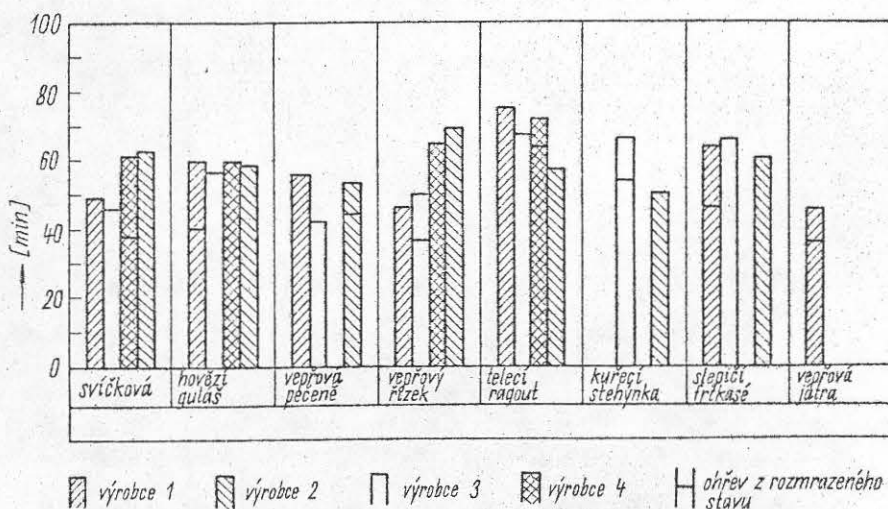
Vzorky se ohřívaly na teplotu jádra 70 °C. Výsledky zkoušek jsou uvedeny na obr. 8. U masitých jídel jsou patrné rozdíly v rozsahu přibližně 25 minut. Kratší doby ohřevu vykazují jídla bez omáček nebo s jejich malým množstvím, např. játra, vepřové řízeky a pečeně, a to vlivem malé tloušťky vrstvy a dostatečně velké plochy k ohřevu. Nejdelší doba ohřevu byla zjištěna pro telecí ragú.

Zkoumané druhy zeleniny, s výjimkou špenátu vykazují jen nepatrné rozdíly. Potřebná doba byla však dost dlouhá (asi 75 minut). Větší rozdíly byly u ohřevu jídel z jednoho hrnce, u kterých se potřebný čas pohyboval od 60 do 75 minut.

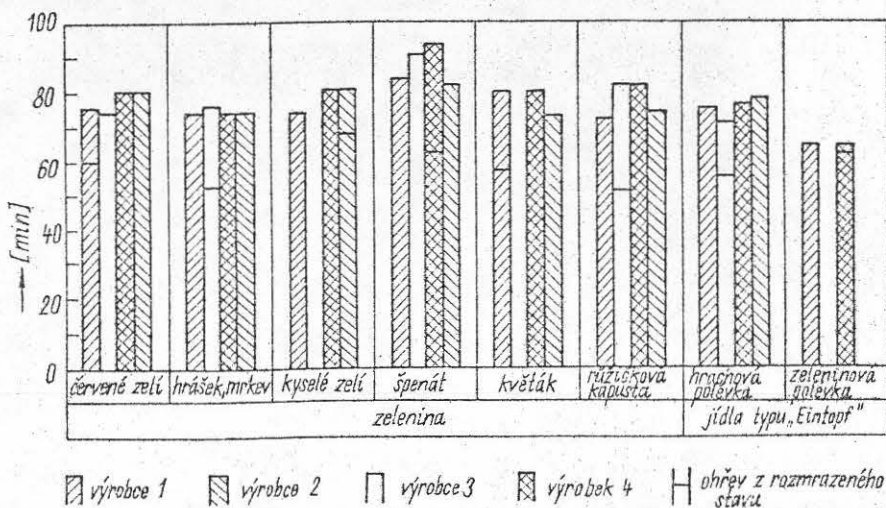
Přílohy měly dobu ohřevu kolem 60 minut. Vliv částečného rozmrazení nebyl jednotný a vykazoval i u stejných jídel rozdíly. Ve většině případů se však doba

ohřevu zkrátila o 25 až 30 %. Stejná jídla různých výrobců měla v několika případech značné rozdíly v době ohřevu, což bylo způsobeno tloušťkou vrstvy. Podobně u kusových jídel byla doba ohřevu ovlivněna velikostí jednotlivých kusů, která není u všech výrobců stejná. Protože tyto pokusy se konaly s průmyslově vyráběnými a balenými jídly, nemohly být vyloučeny různé tloušťky vrstev jednotlivých jídel.

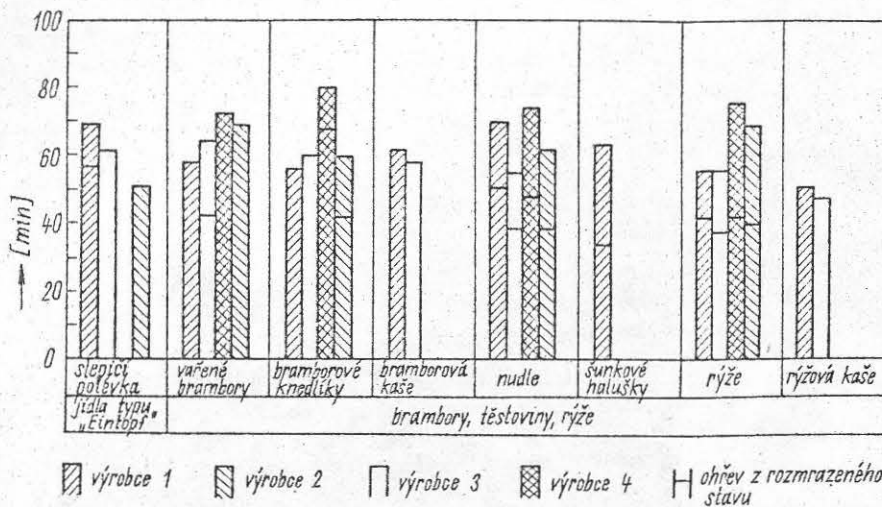
Ze získaných výsledků nelze tedy jednoznačně posoudit tepelné vlastnosti jídel. Poskytují však přehled o dobách ohřevu vztahených na jejich okamžitý stav. Bylo by žádoucí dosáhnout stejné doby ohřevu pro všechna jídla od jednoho výrobce, což by se zjistilo změřením tloušťky vrstvy nebo velikosti kusu. Tím by se vyřešil častý případ z praxe, kdy je třeba ohřívát v jednom zařízení na žádoucí teplotu při servírování jídla rozmanitého druhu.



Obr. 8. Doba ohřevu zmrazených masitých jídel různých výrobců na teplotu jádra 70 °C



Obr. 9. Doba ohřevu zmrazené zeleniny různých výrobců na teplotu jádra 70 °C



Obr. 10. Doba ohřevu zmrazených příloh různých výrobců na teplotu jádra 70 °C

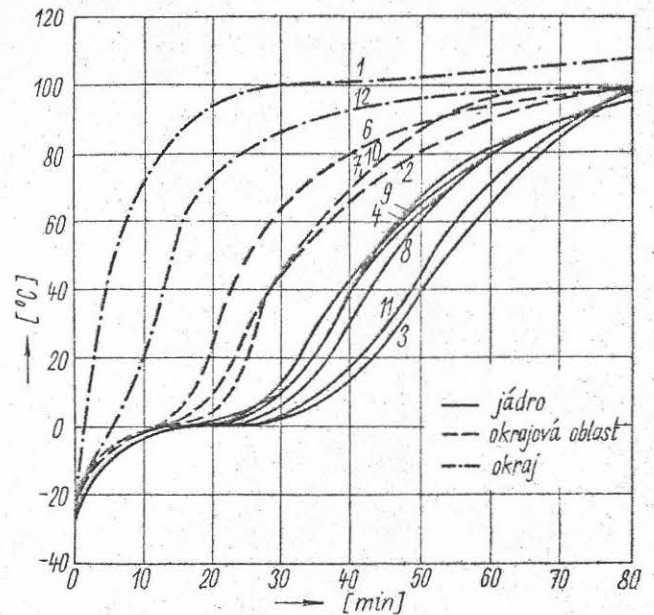
Při určování doby ohřevu se zatím uvažoval geometrický střed náplně. Během ohřevu však nastává rozložení teplot uvnitř jídel v širokém spektru. Při teplotě jádra 70 °C. dosáhly okrajové zóny misky v tloušťce 2 až 3 cm teploty téměř 100 °C. Na obr. 11 je graficky znázorněn typický průběh teplot změřený v různých místech misky, naplněné bramborovou kaší. Z obr. 11 je rovněž patrné, že střední teploty náplně se značně odchyľují od dosud sledované teploty v jádru. Protože v praxi je rozhodující teplota jídla po promíchání, zkoumala se dále závislost mezi naměřenou teplotou jádra a směšovací teplotou.

Průmyslově vyráběná jídla se ohřívala ve velkých miskách v konvekční peci na teplotu jádra 70 °C. Potom se obsah misek krátce promíchal a přesypal do nádoby, opatřené šesti měřicími čidly; nádoba se potom vložila do vodní lázně. Po přespání byly naměřené střední teploty o 4, 6 °C vyšší než teploty jádra, změřené na konci ohřívání. Předchozími pokusy bylo zjištěno, že teplota promíchaných jídel byla kolem 75 °C.

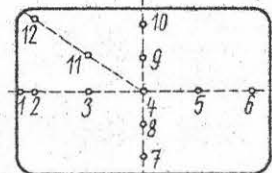
Získané výsledky výzkumu lze shrnout takto:

1. Rovnoměrnost přestupu tepla v ohřívacím prostoru konvekční pece závisí na usměrnění proudícího vzduchu v zařízení. Zařízení (opatřené vodicími plechy) dávají nejpriznivější výsledky. Při konzumu

Obr. 11. Průběh teplot ve víceporcové misce plněné bramborovou kaší



umístění čidel  
1: 4



maci jídel přímo z misek je konvekční pec nejhodnější pro jejich ohřev.

2. Při částečném využití kapacity pece se zjistila závislost přestupu tepla na počtu ohřívacích misek a jejich uspořádání. Výsledky měření prokázaly, že je nejvhodnější uspořádat celou šarži na sousedních rostech ve střední výšce zařízení.

3. Zvýšením teploty ohřívacího vzduchu se zkrátí nejen doba ohřevu, ale zmenší se i rozptyl hodnot doby ohřevu. Vliv zvýšené teploty na jakost ohřívacích jídel je však nutno dále zkoumat.

4. Mezi dobou ohřevu vzorku a tloušťkou vrstvy náplně misek se zjistila lineární závislost. Vliv velikosti obsahu náplně misek na dobu ohřevu se nezkoumal.

5. Doba ohřevu nyní nabízených zmrazených jídel, balených do velkoobjemových obalů, je různá. S ohledem na různou dobu ohřevu jednotlivých komponent je žádoucí sjednotit i dobu ohřevu.

Výzkumné práce byly zaměřeny převážně na okamžitý stav v praxi. Podrobnější zkoumání závislosti při ohřevu zmrazených jídel se v této práci nezjišťo-

valy. Výsledky zkoumání však přesto napomáhají zlepšit dnešní proces ohřevu zmrazených jídel a udávají směry pro zainteresované obory.

Přeložil: Ing. Ladislav Chládek

## DIE WÄRMEBEHANDLUNG VON INDUSTRIELL HERGESTELLTEN GEFRORENEN FERTIGGERICHTEN IN MEHRPORTIONSSCHALEN

Der Autor behandelt die Ergebnisse einer in der Bundesrepublik Deutschland vorgenommenen Untersuchung verschiedener Methoden der Schulverpflegung. Die erzielten Ergebnisse sollten vor allem der Schulverwaltung bei der Auswahl der

geeignetsten Verpflegungsmethoden dienen. Daneben sollten die Ergebnisse auch für alle anderen in der Schulverpflegung tätigen Mitarbeiter neue Gedanken zur Verbesserung des gegenwärtigen Standes bringen. Der Hauptgegenstand der Untersuchung war die Erwärmung der gefrorenen, industriell hergestellten Fertiggerichte in Mehrportionsschalen in Konvektomat.

## HEAT TREATMENT OF INDUSTRIALLY MADE FROZEN MEALS IN MULTI-PORION PLATES

The author presents some results of investigation into the suitability of different systems of school catering made recently in Federal Germany. The results were aimed at helping the school authorities in selecting the most suitable catering system for schools. Also catering specialists could profit from the information obtained and develop new ideas to improve the present state of the catering business. The main subject of investigation is heating of industrially prepared frozen meals in multiportion plates in convection ovens.

## ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАМОРОЖЕННЫХ ГОТОВЫХ БЛЮД В МНОГАПОРЦИОННЫХ ЧАШКАХ

Описаны результаты изучения пригодности различных способов общественного питания в школах по информации из Федеративной республики Германии. Полученные результаты были предназначены как помощь работникам управления образованием для выбора самых выгодных

систем общественного питания, но кроме того также для работников гастрономии в условиях общественного питания в школах, от которых ожидаются новые предложения для улучшения современного состояния в указанной области. Основным предметом изучения является регенерация замороженных промышленных готовых блюд, выпускаемых в многопорционных чашках, в камерах конвективного обогрева.

## LE RÉCHAUFFAGE PAR CONVECTION FORCÉE DES PLATS CUISINÉS CONGELÉS INDUSTRIELS À PORTIONS MULTIPLES

L'auteur présente les résultats de l'étude de l'aptitude des méthodes différentes des repas collectifs pour les écoles, qui était entreprise dans la République Fédérale d'Allemagne. Les résultats obtenus devaient servir avant tout comme une aide aux autorités d'éducation publique pour la choix de la plus avantageuse méthode de l'alimentation. En outre de cela l'étude doit signaler à tous les professionnels, occupés dans le branche des repas collectifs pour les écoles, les nouvelles idées pour l'amélioration de la présente situation. Le principal objet de l'étude est le réchauffage des plats cuisinés congelés industriels à portions multiples à l'aide des fours à convection forcée.

Ing. Vlastimír Balcar — Ing. Milan Řezáč  
Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha

# Využití rotačního fluidního lože pro sušení zeleniny

V posledních letech zkoumá Výzkumný ústav potravinářského průmyslu (VÚPP) nové postupy výroby sušených potravinářských výrobků, při nichž se využívá rázových tepelných a tlakových jevů. Cílem je vytvořit vhodnou vnitřní strukturu materiálu, a tím dosáhnout snadné rehydratace výrobku. Nově vytvořená struktura ovlivňuje kromě toho vnitřní podmínky sušení. Tím také příznivě působí na průběh sušicího procesu, zvláště v úseku klesající rychlosti sušení, čímž výrazně zkracuje celkovou dobu sušení. Snížení tepelného namáhání jak při konzervaci, tak při přípravě ke spotřebě snižuje ztráty tepelně citlivých látek, jejichž konečný obsah v hotovém pokrmu určuje jeho hodnotu. Převážný sortiment vhodných materiálů tvoří kořenová zelenina, brambory a některé druhy ovoce.

Dosud byly propracovány metody využití tepelného a tlakového rázu vyvolaného jednak akumulovanou tepelnou energií při expanzním sušení,<sup>1,4,5</sup> jednak ohřevem v mikrovlnném poli.<sup>2,3</sup> Oba tyto způsoby byly již popsány v odborné literatuře a jsou tedy dostatečně známy. První z nich, expanzní sušení s použitím parního ohřevu, je ve stadiu provozních zkoušek.<sup>2,3,5</sup>

Nyní se ve VÚPP ověřuje metoda působení tepelného rázu (šoku) při použití vysoceintenzivního konvekčního ohřevu. Experimentálními pracemi bylo prokázáno, že uvedeným jevem lze vyvolat rovněž žádaný efekt změny vnitřní struktury materiálu a získat tak produkt požadovaných vlastností. Princip tepelného rázu zůstává týž jako u expanzního, resp. mikrovlnného zpracování. Aby nastalo nadutí částice materiálu, které doprovází změnu struktury a intenzivní sdílení vlhkosti, musí rychlost sdílení tepla do materiálu překročit kritickou rychlost, potřebnou k odpaření vlhkosti obsažené v materiálu. K dosažení vy-

soce účinného mezifázového styku mezi teplonosným médiem a materiálem je využito fluidní vrstvy.

V potravinářském průmyslu se fluidní vrstvy používá pro chlazení, dopravu, ohřev, spékání a sušení. Výhodou je jednoduchost konstrukce, přímý styk plynu se surovinou, vystavení suroviny jednotnému působení plynu bez potřeby mechanického míchání. Tento proces lze snadno kontinualizovat, a tím snížit náklady na obsluhu, výrobní zařízení a zajistit získání stejnorodého produktu.

Klasická fluidní vrstva má však řadu nevýhod. Praktické zkušenosti ukázaly, že u některých materiálů je k dosažení fluidního stavu třeba volit tak vysoké rychlosti proudění, které jsou již neefektivní z hlediska sdílení tepla a hmoty. Další nevýhodou je možnost tvorby kanálek a neregulovatelná doba pobytu v zařízení. Proto se sledují různé vývojové modifikace, např. šikmý rošt, hrabádlá ve fluidní vrstvě, vibrofluidní vrstva, rotující sekce, mezi které patří i rotační fluidní lože (RFL). Na tomto zařízení (*obr. 1*) lze úspěšně zpracovat i částice o ekvivalentním průměru řádově 10 mm. Změnou frekvence otáčení bubny a změnou rychlosti proudění vzduchu lze dosáhnout různých fluidních režimů od rovnoměrné husté fluidní fáze přes vroucí vrstvu až po řídkou fluidní fázi (*obr. 2*). Při vysoké frekvenci otáčení a malé rychlosti vzduchu je odstředivá síla částic větší než aerodynamický odpor částic vyvolaný vstupujícím proudem vzduchu a každá částice zůstává vzhledem k bubny ležet na místě.

Vzrůstá-li rychlost vzduchu, nebo klesá-li frekvence otáčení, je dosaženo fluidního efektu na náběžné straně lože, protože aerodynamický odpor částic je v rovnováze, resp. je nepatrně větší než protipůsobící odstředivá síla.