

Využitie nových fyzikálnych princípov a poznatkov v potravinárskom priemysle

A. VAVRÍK

S cieľom zvýšiť úroveň technologických procesov v potravinárskom priemysle sa na VÚP rieši čiastková úloha 05 štátneho plánu technického rozvoja P 11-529-269: „Využitie nových fyzikálnych princípov v potravinárskom priemysle“. Technologické procesy, ktoré súvisia s prestupom tepla a hmoty využívajú len v malej miere, resp. vôbec nevyužívajú dilektrický a mikrovlnový ohrev, rýchlozmrazovanie pomocou kvapalných plynov v kombinácii so silovými elektrickými poľami, infračervený ohrev alebo jeho kombinácia s mikrovlnovým ohrevom.

Príspevok zhrňuje výsledky riešenej výskumnej problematiky, ako i poznatky získané počas riešenia jednotlivých vecných etáp.

Riešenie čiastkovej úlohy vyúsťuje do troch hmotných a dvoch nehmotných realizačných výstupov.

Koncom roku 1980 bolo na VÚP navrhnuté a vyrobené overovacie zariadenie na urýchlenie kysnutia cesta na jemné pečivo. V I. polroku 1980 bolo overované v prevádzkových podmienkach v pekárni Dunajská Streda. Výsledky a hodnotenie pekárenských výrobkov vyrobených s použitím mikrovlnového ohrevu za účasti zástupcov ŠIA PP, VP GR MPP a ČHTE SVŠT Bratislava ukázali, že čas kysnutia cesta na jemné pečivo so zvýšeným obsahom tuku a cukru možno skrátiť o 1/3 až o 1/2 času. Napr., makový závin s použitím mikrovln bol po vybratí z pece komisiou ohodnotený vyššie ako štandard. Na základe technologických a prevádzkových skúšok sa uvedené zariadenie upravuje pre kontinuálnu prevádzku. Tepelný mikrovlnový výkon zariadenia je 2 KW.

Druhý realizačný výstup je zameraný na výskum mikrovlnového zariadenia pre rozmrazovanie blokov masla o hmotnosti 20,50 kg a teplote -18°C na potrebnú technologickú teplotu. Rozmrazenie bloku masla sa predpokladá skrátiť z 36 hodín na 1,5 hodiny.

Tretí realizačný výstup je výsledkom výskumu veľmi intenzívneho spôsobu zmrazovania potravinárskych výrobkov pomocou kvapalných plynov v interakcii so stacionárnym poľom. Na základe predbežných pokusov bola vypracovaná dokumentácia a vyrobené overovacie zariadenie na kapacitu 3500 jedál za smenu. O overovanie technológií na zariadení prejavili záujem

Výskumný ústav masného průmyslu Brno, Západočeské drůbežářské závody, závod 03 Loket a Duslo Šaľa pre výrobu hotových jedál.

Z riešenia vplyvu infračerveného a mikrovlnového ohrevu na kvalitu a údržnosť potravín živočíšneho pôvodu boli výsledky odovzdané GRT mäsového priemyslu a hydinárskeho priemyslu pre racionálne využitie nových ohrevov, ako i výrobcovi infražiaričov Elektropraga Hlinsko.

Realizačný výstup „Vypracovanie efektívnejšieho spôsobu konzervovania potravín“ bol zameraný na rozbor energetickej a energetickej bilancie konzervárne a mraziarne, s poukázaním na miesta maximálnych energetických strát s podkladmi pre uplatnenie energetickejšieho hospodárnejších metód konzervovania potravín. Ako podklad pre analýzu energetického hospodárstva slúžil rozbor energetickej náročnosti jednotlivých liniek v prevádzke závodu Slovlik Nové Zámky, braný za rok 1979.

Popri realizačných hmotných i nehmotných výstupoch chceme poukázať i na niektoré dôležité teoretické poznatky z riešenia jednotlivých vecných etáp:

Urýchlenie výrobných procesov kysnutia využitím mikrovlnovej energie

Vysokofrekvenčný výkon je daný vzťahom:

$$P = k \cdot f \cdot E^2 \cdot \varepsilon \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (1)$$

k — konštanta,
 f — frekvencia použitého zdroja,
 E — intenzita elektrického poľa,
 ε — dielektrická konštanta látky,
 $\operatorname{tg} \delta$ — stratový uhol látky.

Tento výkon možno premeniť v materiály, napr. v cestu na teplo, pričom teplotný gradient

$$\frac{dT}{dx} = 0 \quad (2)$$

za predpokladu, že materiál je homogénny.

[1], [7] až [11].

Biologický proces u cesta je podmienený faktormi podľa [3] vo vzťahu:

$$\frac{dx}{dt} = \mu \cdot x, \quad (3)$$

pričom

$$\mu = \mu_0 b \quad (4)$$

b však nie je konštanta,
ale je závislá na teplote.

$$b = f(T) \quad (5)$$

Úpravou rovníc (3), (4), (5) dostaneme vzťah podľa [3], strana 59—61.

$$\ln \frac{x}{x_0} = \mu/bdt, \quad (6)$$

príčom je

x — koncentrácia mikrobiálnej biomasy,

μ — špecifická rastová rýchlosť,

t — čas,

T — termodynamická teplota, $T = 273,15 + ^\circ\text{C}$ v kelvinoch (K),

b — aproximačný koeficient pre μ .

Rovnica (6) bola riešená graficky pre každé b . Zmena μ môže byť pri neizotermickej fermentácii spôsobená len zmenou teploty, teda zmenou hodnoty b . Zmeny v rýchlosti fermentácií sú potom spôsobené len vzrastom teploty spôsobenej konvektívnym ohrevom alebo tepelnou energiou dodanou mikrovlnovým zdrojom.

Uplatnenie mikrovlnovej energie pri rozmrazovaní homogénnych výrobkov

Nestacionárny ohrev rovinatej dosky možno vyjadriť vzťahom [1], [9] až [11]:

$$T_s = T_t + (T_o - T_t)Ae^{-\mu^2 F_o}, \quad (7)$$

príčom

T_s, T_t, T_o — sú teploty v jadre produktu okolitého vzduchu, počiatočné teploty pred rozmrazovaním,

A, μ — sú konštanty.

F_o — Fourierovo číslo

Rovnica (1) a (2) sa uplatňuje pri mikrovlnovom rozmrazovaní a (7) pri konvektívnom rozmrazovaní. Z porovnania rovníc vidíme, že zmena teploty rozmrazovaných blokov masla mikrovlnovým spôsobom je závislá na dodávanom výkone P a lineárne závislá na čase. Rovnica pre konvektívne rozmrazovanie (7) je exponenciálna a teplota rozmrazovania sa mení nelineárne v závislosti na čase. Zmena teploty zmrazených blokov sa spomaľuje so zmenou teplotného rozdielu (spádu) medzi T_s a T_t .

Kinetika kryštalizácie a skupenskej premeny pri zmrazovaní potravín

Na kvalitu zmrazovaných produktov vplýva okrem iných faktorov aj systém zmrazovania. Systém pomalého zmrazovania vytvára podmienky pre tvorbu veľkých kryštálov, čo môže mať nepriaznivý vplyv na štruktúru zmrazeného produktu. Extrémne rýchlym zmrazovaním môže nastať mechanické poškodenie zmrazeného produktu v dôsledku rekryštalizácie pri dlhšom skladovaní. Dôsledkom rýchleho zmrazovania nízkymi teplotami je veľká degradácia energie. Určením vhodného času zmrazovania možno zohospodárniť zmrazovací proces a zvýšiť kvalitu výrobkov.

Čas skupenskej premeny skúšobných vzoriek bol kontrolovaný vzťahmi:

$$\frac{d\xi}{dt} = \frac{a}{\xi \text{ Ph } \ln \frac{\xi}{x}}, \quad (8)$$

$$t_0 = \frac{x_0^2 \text{ Ph}}{4a}. \quad (9)$$

Označenia vo vzťahoch (8) — (10):

a — teplotná vodivosť tuhej vrstvy,
 ξ — súradnica tuhej vrstvy,
 t — čas,
 t_0 — celkový čas skupenskej premeny,
 Ph — kritérium skupenskej premeny,
 x — rozmer telesa.

Z teórie kinetiky kryštalizácie vyplýva, že vo vytýčenom objeme podchladenom na teplotu skupenskej premeny nie každý kryštál rastie rovnaký čas, a teda nie každý narastie na rovnakú veľkosť. Priemerná objemová rýchlosť rastu jedného kryštálu kubickej formy je v lit. [2] [6] vyjadrená vzťahom

$$V_{\text{obj}} = 8V^3 t^3 \text{ [M}^3 \text{ s}^{-1}\text{]}. \quad (10)$$

Výskum nových metód zmrazovania a chladenia potravinárskych produktov využitím skvapalnených plynov v silových poliach

Je všeobecne známe, že ak sa vloží nejaké dielektrické teleso do elektrického primárneho poľa, tak každá elektróda dosková priťahuje najviac elektrických nábojov na čelných plochách telesa, čím vznikne v telese pozdĺžne ťahové pnutie. Súhlasné náboje zoradené v dipóloch nad sebou sa odpudzujú, čím vzniká vo vloženom telese priečny tlak.

Vplyv elektrického poľa na prestup tepla pri zmrazovaní kvapalným dusíkom vidíme zo vzťahov:

$$N_u = a(\text{El} \times P_r)^n, \quad (10)$$

$$\text{El} = \frac{S \frac{\partial u}{\partial T} \lambda \Delta T E^2}{\eta_l^2}, \quad (11)$$

$$P_r = \frac{c_p \eta_l}{\lambda}, \quad (12)$$

S — hustota kvapaliny,

$\frac{\partial u}{\partial T}$ — zmena permitivity teplotou,

a, n — konštanty pre kvapalný dusík $a = 6,8 \cdot 10^{-2}$, $n = 0,4$,

ΔT — tepelný spád,

E — elektrické napätie poľa,

η — viskozita,
 c_p — merné teplo,
 λ — tepelná vodivosť.

Zo vzťahov [10], [11], [12] boli vypočítané koeficienty prestupu tepla α [W/m^2], viď. lit. [4], str. 35. Bez elektrického poľa trvá zmrazovanie pre vzorku misky a obsahu $185 \times 125 \times 30$ mm 15 minút. Časy zmrazovania vo VN poli kvapalným dusíkom sa pohybujú v rozsahu 9 až 5 minút pri napätí 20 až 50 kV [4], str. 37. Poznamenávame, že hodnoty sú vypočítané, ešte neoverené pokusmi v prevádzke.

Súhrn

V článku je rozvedené využitie niektorých nových fyzikálnych princípov v oblasti potravinárskej technológie a optimálneho postupu pri zmrazovaní potravín z pohľadu rýchlosti a rastu kryštálov. Ďalej sú uvádzané poznatky z využitia týchto nových technologických postupov.

Literatúra

1. VAVRÍK, A.: Rozmrazovanie mikrovlnovou energiou, Bulletin VÚP, 1978, č. 4, str. 24—35.
2. MEČÁRIK, K., HAVELSKÝ, V.: Kinetika kryštalizácie a rýchlosť skupenskej premeny pri zmrazovaní potravín, Bulletin VÚP 1978, č. 1, str. 21—32.
3. NEBUSOVÁ, M.: Vplyv mikrovlnového žiarenia na aktivitu kvasiniek, diplomová práca SVŠT — ČHTF 1980.
4. JÁGER, F.: Výskum nových metód zmrazovania a chladenia potravinárskych produktov využitím skvapalnených plynov v silových poliach, Výskumná správa VÚP Bratislava, 1977, 1979.
5. SMIRNOV, V.: Výskum vplyvu infračerveného a mikrovlnového ohrevu na kvalitu a údržnosť potravín živočíšneho pôvodu, Výskumná správa SVŠT — ČHTF Bratislava, P 11-529-264-05/03 1977, 1979.
6. MEČÁRIK, K.: Kinetika kryštalizácie a skupenskej premeny pri zmrazovaní potravín, Výsk. správa SVŠT — SF Bratislava, P 11-529-264-05/04, 1977.
7. VAŠICOVÁ, J.: Urýchlenie výrobných procesov kysnutia využitím mikrovlnovej energie, Výskumná správa VÚP Bratislava 1977.
8. VAŠICOVÁ, J., MALOVEC, P.: Urýchlenie výrobných procesov kysnutia využitím mikrovlnovej energie, Výskumná správa VÚP Bratislava, 1979.
9. MALOVEC, P.: Uplatnenie mikrovlnovej energie pri rozmrazovaní homogénnych výrobkov, výskumná správa VÚP Bratislava, 1978.
10. VAVRÍK, A.: Uplatnenie mikrovlnovej energie pri rozmrazovaní homogénnych výrobkov, Výskumná správa, VÚP Bratislava, 1977.
11. VAVRÍK, A.: Intenzifikácia rozmrazovania pomocou mikrovlnovej energie, Průmysl potravin, 1979, č. 7, str. 413—415.

Использование новых физических принципов и знаний в пищевой промышленности

Выводы

В статье анализировано использование некоторых новых физических принципов в области пищевой технологии и оптимального метода при замораживании пищевых продуктов с точки зрения скорости и роста кристаллов. Далее приведены знания из использования этих новых технологических методов.

The utilization of new physical principles and knowledge in food industry

Summary

In the article is specified the utilization of some new physical principles in the sphere of food technology and optimal procedure in food freezing from the view of crystals velocity and growth. Further the information from utilization of these new technological procedures is stated.