

J. MIHALIK

Úloha potravinárskeho priemyslu, sústavne zvyšovať podiel zmrazených polotovarov a surovín v záujme najracionálnejšieho uchovania poľnohospodárskych produktov a rovnomerného zásobovania obyvateľstva po celý rok, vyvoláva problém ich rozmrazovania s najmenšími kvantitatívnymi a kvalitatívnymi stratami.

Dlhoročnými skúsenosťami a modernými poznatkami o výrobe chladu dospelo sa k najúčinnjším zmrazovacím a skladovacím metódam pri nízkych teplotách, ktoré zabezpečujú vysokú akosť mrazených potravín.

Pri rozmrazovaní potravín, najmä surovín a polotovarov, zhoršuje sa však ich akosť, vznikajú nežiadúce straty hmotnosti a zhoršujú sa technologické vlastnosti, čo má negatívny vplyv na kvalitu a ekonomiku finálnych výrobkov.

Strácanie týchto hodnôt je spôsobené tým, že dosiaľ sa nevypracoval a do praxe nezaviedol progresívny rozmrazovací spôsob, ktorý by zabezpečoval udržanie pôvodnej akosti potravín.

Rozmrazovanie potravinárskych surovín a polotovarov treba uskutočňovať tak, aby sa svojimi senzorickými a technologickými vlastnosťami nelíšili od porovnateľných vlastností čerstvého mäsa, rýb, hydiny, zeleniny a ovocia, za predpokladu odborného zmrazovania a skladovania pri nízkych teplotách. Pri rozmrazovaní je žiadúce, aby podstatná časť zmrazenej vnútrobunkovej a medzibunkovej tkanivovej tekutiny sa uviedla do kvapalného skupenstva a resorbovala sa. Pri denaturácii mrazom majú potraviny po rozmrazení menšiu schopnosť viazať vodu z vnútrobunkových a medzibunkových priestorov, čo sa prejavuje stratou šťiav. Spôsobuje to značné straty výživných látok, najmä pri mäse a rybách. Šťavy týchto produktov obsahujú vitamíny, minerálne látky, degradačné produkty glykogénu, voľné aminokyseliny a enzýmy. Voda, ktorá sa po rozmrazení dostatočnou rýchlosťou neresorbovala alebo sa resorbovala iba čiastočne, odteká v podobe šťavy a kvalita a výživová hodnota potravín sa zhoršuje.

Konvenčné rozmrazovacie spôsoby

Doteraz používané rozmrazovacie spôsoby majú mnohé nedostatky — nespĺňajú požiadavky na kvalitu rozmrazených potravín. Pri používaní konvenčných rozmrazovacích metód sa straty hmotnosti mäsa a rýb pohybujú

od 5—12 %. So stratami štiav sa zhoršuje farba, konzistencia, vôňa a chuť. Zhoršuje sa hygienický stav potravín.

Výnimku z doteraz používaných metód tvorí dielektrické rozmrazovanie. Na porovnanie vhodnosti dielektrického rozmrazovania akosti potravín sme uskutočnili experimentálne skúšky s rozmrazovaním rýb na dielektrickom zariadení EDV₂.

Z experimentálnych skúšok s dielektrickým rozmrazovaním rýb dá sa usúdiť, že tento spôsob je vhodný na rozmrazovanie do teploty —0 až —2 °C. Ďalšie dielektrické ohrievanie, najmä po rozpustení ľadových kryštálikov, je málo účinné, rapidne sa zvyšujú dielektrické straty a niektoré časti suroviny sa prehrievajú, čím sa surovina stáva na technologické spracovanie nevhodná. Aby sa zachovala akosť potraviny, treba zohriatie z teploty —1 až —2 °C na vyššiu teplotu uskutočniť vzduchom alebo vodou, čo však celý proces komplikuje.

Na realizáciu dielektrického rozmrazovania v priemysle je táto metóda zatiaľ neúnosná z hľadiska vysokej spotreby elektrickej energie, vysokých zaobstarávacích nákladov, ako aj značných prevádzkových nákladov. Metóda nie je univerzálna, hodí sa iba na rozmrazovanie homogénnych materiálov.

Rozmrazovanie potravín vo vákuu

Pre potreby potravinárskeho priemyslu sme vyvinuli novú metódu plynulého rozmrazovania potravín za zníženého tlaku a navrhli sme konštrukciu rozmrazovacieho zariadenia.

Proces rozmrazovania prebieha v uzatvorenej tlakovej nádobe za zníženého tlaku, kde sa pri absolútnom tlaku 25—30 Torr a teplote okolo 20—25 °C intenzívne odparuje prítomná voda. Voda sa sústavne temperuje na teplotu asi 25 °C. Vzniknutá para kondenzuje na chladných plochách rozmrazovaných potravín a vzniknutým latentným teplom sa pri vysokom súčiniteli priestupu tepla potraviny rýchlo a kvalitne rozmrazujú.

Teplu potrebné na rozmrazovanie sa privádza v podobe nasýtenej pary, ktorá kondenzuje priamo vo vode a sústavne ju temperuje na žiadanú teplotu. Teplota varu a hĺbka vákuu sú vzájomne závislé. Pri znižovaní hodnoty absolútneho tlaku sa znižuje aj teplota varu vody. Napr. pri absolútnom tlaku 31,81 Torr je teplota varu vody 30 °C. Pri týchto nízkych a šetrných teplotách nastáva kondenzácia vodných pár na rozmrazovanom materiáli.

Z hľadiska spôsobu priestupu tepla ide o kombinovaný priestup tepla pri kondenzácii na ploche rozmrazovaného materiálu a ustavičný priestup tepla vedením vo vlastnom materiáli. Keďže hodnota súčiniteľa priestupu tepla pri kondenzácii je veľmi vysoká ($= 1000 - 10\,000 \text{ kcal/m}^2 \text{ h deg}$), bude celkový súčiniteľ limitovaný súčiniteľom tepelnej difuzivity a :

$$a = \frac{\lambda}{cp \rho},$$

kde

λ = tepelná vodivosť materiálu (kcal/m h deg),

cp = merné teplo materiálu (kcal/kg deg),

ρ = hustota materiálu (kg/m³).

Pre priestup tepla platí:

teplo prevedené kondenzáciou na ploche rozmrazovaného materiálu A
 Q_2) = teplo prevedené nestacionárnym spôsobom vedením:

$$\alpha_{\text{kond}} A = -\lambda \left(\frac{\partial t}{\partial n} \right) \cdot A,$$

α_{kond} = súčiniteľ priestupu tepla pri kondenzácii (kcal/m² h deg),

A = plocha rozmrazovaného materiálu (m²),

λ = tepelná vodivosť (kcal/m h deg).

Pre neustálený priestup tepla v rozmrazovanom materiáli platí diferenciálna urivierova rýchlostná rovnica.

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \cdot \nabla^2 t,$$

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \text{rýchlosť zmeny teploty},$$

a = tepelná difuzivita (m²/s),

$\nabla^2 t$ = Laplaceov operátor vyjadrujúci miesto, v ktorom t-plotu meriame.

Pri neustálenom priestupe tepla platia tieto kritériá podobnosti:

1. Fourierovo kritérium

$$Fo = \frac{a\tau}{l^2},$$

l — dĺžkový rozmer (m).

2. Biotovo kritérium

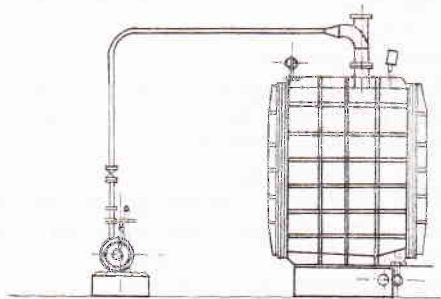
$$Bi = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda_s},$$

λ_s = tepelná vodivosť.

Pre zmenu teploty platí všeobecná závislosť

$$\Delta t = f(Fo, Bi, x, y, z).$$

Vákuový rozmrazovač (obrázok 1) sa skladá z týchto častí: tlaková komora, nádrž s temperovanou vodou, parné vyhrievacie potrubie, regulačný parný ventil, teplomer na meranie teploty vody vo vani, ventil odpadového potrubia, nádrž na udržanie konštantnej hladiny vody, vodný ventil, vákuometer, potrubie na sprchovaciu vodu a na zrušenie vakuua, ventil na zrušenie vakuua,



Obr. 1. Vákuový rozmrazovač.

vodný ventil, vákuové potrubie s poistným bezpečnostným ventilom, vodo-kružná výveva, špeciálna etážová paleta.

Na dôkaz správnej funkcie a vhodnosti vákuovej rozmrazovacej metódy pre potraviny sme skúmali rozmrazovanie mäsa a rýb v laboratórnom vákuovom zariadení. Pokusy sme usporiadali tak, že zmrazené hovädzie mäso, bravčové mäso a ryby sme rozmrazovali vákuovým spôsobom a ako porovnávací spôsob sme použili voľné rozmrazovanie pri teplote -18 až 20°C .

Vzorky mäsa a rýb sme podrobili pred rozmrazením a po vákuovom i voľnom rozmrazení senzorickému hodnoteniu, analytickým a mikrobiologickým rozborom. Straty hmotnosti sme zisťovali vážením pred rozmrazovaním a po ňom. Chemické rozborý spočívali v stanovení popola. Z populovín sme zisťovali obsah Ca, Mg, P a Fe ako významných výživových faktorov. Ďalej sme sledovali hladinu 15 aminokyselín. Mikrobiologické stanovenia sme zamerali na rozborý CPM, kvasiniek, plesní a kolibaktérií.

Výsledky analytického, mikrobiologického a senzorického hodnotenia jednoznačne poukazujú na výhodnosť vákuového rozmrazovania oproti porovnávaným metódam. Z hľadiska hodnotenia výživových faktorov, reprezentovaných v oblasti minerálnych látok Ca, Mg, P a Fe, sa najpreukaznejšie prejavili P a Fe, ktorých straty v mäse i rybách sú pri vákuovom spôsobe zanedbateľné. Naproti tomu pri voľnom spôsobe v hovädzom mäse sú straty P 10 %, v bravčovom mäse 5 %, v rybách 15 %. Straty Fe pri voľnom rozmrazení hovädzieho a bravčového mäsa sú až 20 %, makrely 30 % a sledov dokonca 50 %, keďže v sledoch aj pri vákuovom spôsobe boli straty 15 %. Vápnik zostal na rovnakej úrovni pred vákuovým rozmrazením i po ňom. Pri voľnom rozmrazení boli straty Ca 5 % v hovädzom mäse a 12 % v bravčovom mäse.

Pri Mg sa rozdiel na prospech vákuového rozmrazovania prejavil na vzorkách z makrely. Pri ostatných vzorkách sa rozdiely Mg nezistili.

Výsledky stanovenia aminokyselín pred rozmrazením a po ňom ešte výraznejšie dokumentujú výhodnosť vákuového rozmrazovania. Najmä hodnotenie vybratých reprezentantov aminokyselín, a to kyseliny asparágovej, kyseliny glutámovej, glycínu, leucínu a alanínu, ktoré sú prítomné v najväčších množstvách, dokazuje, že pri vákuovom rozmrazovaní sa nezistili straty, alebo iba zanedbateľné. Pri voľnom rozmrazení sme zistili celkom jednoznačný pokles aminokyselín. V hovädzom a bravčovom mäse sme zistili pokles kyseliny asparágovej z 2,2—2,9 % na 1,6—1,2 %, kyseliny glutámovej z 3—4 % na 1,9—3,0 %. Straty ďalších troch aminokyselín sú obdobné. Pri voľnom rozmrazení makrely a sledov bol pokles kyseliny asparágovej z 2,3 na 1,3 %, kyseliny glutámovej z 3,2 % na 1,8 %. Pri ďalších troch bol priemerný pokles glycínu z 0,8 % na 0,6 %, alanínu z 1,16 % na 0,7 % a leucínu z 1,53 % na 0,06 %.

Z mikrobiologického rozboru vyplýva, že pri vákuovom rozmrazovaní krátky rozmrazovací čas, níзка teplota, ako aj podtlak v zariadení zabraňujú pomnoženiu mikroflóry. Naproti tomu pri voľnom rozmrazovaní dlhý čas rozmrazovania, teplota, ako aj vytekajúce šťavy utvárajú priaznivé podmienky na pomnoženie pôvodnej mikroflóry nachádzajúcej sa na mäse a na rybách.

Straty hmotnosti pri rozmrazovaní mäsa a rýb sú rozhodujúcim činiteľom pri hospodárení s týmito vzácnymi surovinami. Pri vákuovom spôsobe sú straty hovädzieho a bravčového mäsa v priemere 0,2 % a rýb 0,5 %. Pri voľnom spôsobe sú straty hovädzieho a bravčového mäsa v priemere 8,8 % a rýb 10,1 %. Výsledky senzorického hodnotenia, reprezentované vzorkami mäsovej a ry-

bacej suroviny, ako aj vzorkami hotových rybачích výrobkov zhotovených z rozmrazených rybачích surovín, pri hodnotení stobodovým systémom ukazujú, že tieto produkty rozmrazované vákuovým spôsobom nestrácajú na svojej kvalite a hodia sa aj na technologické spracovanie. Pri voľnom spôsobe dosiahnuté bodové hodnoty svedčia o preukaznom zhoršení kvality surovín, čo sa negatívne prejavuje aj v kvalite finálnych výrobkov.

Súhrnné výsledky ukazujú, že novovyvinutá metóda rozmrazovania potravín vo vákuu je moderná, progresívna a spĺňa požadované kritériá na dosiahnutie dobrej kvality rozmrazených potravín. Je to univerzálna metóda, vhodná na rozmrazovanie všetkých druhov mäsa a rýb, zeleniny a ovocia. Realizáciou navrhutej konštrukcie vákuového rozmrazovača a jeho využívaním v potravinárskom priemysle možno pri nízkych investičných a prevádzkových nákladoch a so značnými kvantitatívnymi a kvalitatívnymi výhodami dosiahnuť význačné národohospodárske výsledky.

Сúгнн

Autor rieši progresívne spôsoby rozmrazovania potravín, keďže používané konvenčné spôsoby nespĺňajú požiadavky na kvalitu rozmrazených potravinárskych surovín a polotovarov. Vyvinul novú univerzálnu metódu plynulého rozmrazovania potravín vo vákuu a navrhol konštrukciu zariadenia. Na dôkaz správnej funkcie a vhodnosti vákuovej rozmrazovacej metódy pre potraviny uskutočnil výskum v laboratórnom zariadení na mäse a rybách. Dosiahnuté výsledky analytického, mikrobiologického a senzorického hodnotenia, ako aj sledované straty hmotnosti jednoznačne poukazujú na výhodu vákuového rozmrazovania potravín oproti porovnávaným konvenčným metódam.

Новый метод дефростации пищевых продуктов

Выводы

Автор решает прогрессивные методы размораживания пищевых продуктов, поскольку применяемые конвенциональные способы не удовлетворяют требованиям на качество у размороженного продовольственного сырья и полуфабрикатов. Он разработал новый универсальный метод бесперебойного размораживания пищевых продуктов в вакууме и спроектировал конструкцию оборудования. В целях доказательства правильной функции и пригодности вакуумного метода размораживания для пищевых продуктов провел исследование на лабораторной установке у мяса и рыбы. Полученные результаты аналитической, микробиологической и органолептической оценки, а также и наблюдаемые потери в массе, определенно свидетельствуют о пригодности вакуумного размораживания пищевых продуктов по отношению к сравниваемым конвенциональным методам.

New method of defreezing of food products

Summary

The author solves progressive ways of food-defreezing; because the conventional ways do not fulfill requirements to the quality of defrozen food materials and semiproduets. He developed new universal method of fluent defreezing of foods in vacuum and suggested the equipment construction. To prove faultless function and suitability of vacuum defreezing method for foods, he made a series of laboratory tests on meat and fish. Obtained results of analytical, microbiological and sensoric evaluation as well as observed losses of mass, doubtlessly prove on advantages of vacuum defreezing of foods against comparable conventional methods.