

FLUIDIZAČNÉ ZMRAZOVANIE POTRAVÍN

EVA BYSTRICKÁ

Fluidizačné zmrazovanie je taký zmrazovací systém, pri ktorom dochádza k tomu, že zmrazovaný výrobok temer stráca váhu, je unášaný prúdom studeného vzduchu o odpovedajúcej rýchlosti a tlaku, takže výrobok čiastočne vo vzduchu „visí“, rotuje, čo sa podobá toku, vrstva sa načerí a nadobúda vlastnosti kvapalín; odtiaľ anglický názov „fluidizing bed“ alebo nemecky „Rollende Ware“. Nepatrný pohyb má za následok, že jednotlivé čiastočky voľne „tečú“ a zmrazujú sa rýchlejšie v dôsledku veľmi rýchleho tepelného prenosu, čo je zapríčinené vysokou rýchlosťou prúdu. Stálym prívodom prúdu chladeného vzduchu sa docieľuje jednak vyššia účinnosť pri vlastnom zmrazovaní, jednak väčšia rýchlosť celého postupu.

Doteraz sa zmrazoval hrášok takým spôsobom, že sa vrstva hrášku na páse vystavila vplyvu studeného vzduchu, ktorý sa vháňal okolo produktu. Taký postup si vyžaduje veľké plochy pásu s primeraným miestom.

Známe je chladenie zrnkovitých látok, aj potravín fluidizáciou vo vertikálnych komorách na pozorovanie turbulentného prúdenia. Pritom sa chladený tovar pohybuje oproti prúdu vpúšťaného chladiaceho plynu zhora nadol. Tento smer pohybu si vyžaduje pri kontinuálnom spôsobe práce jemnejšie naladenie prúdiacej rýchlosti chladiaceho média ako pri horizontálnom pohybe vo vírivej nádrži. Tento nový systém zmrazovania bol vyvinutý Lewisom v roku 1961. Po štvorročnom výskume sa už osvedčil v mnohých podnikoch USA a Kanade, kde je už zavedený do 35 podnikov. Flo-Freeze, špeciálny fluidizačný zmrazovač bol vyvinutý nedávno inžiniermi švédskej firmy Frigoscandia.

V Európe taktiež s nadšením prijali tento účinný systém zmrazovania. Tohoto roku je systém Flo-Freeze v Európe skúšobne zavedený celkovo do 10 mraziarskych závodov vo Švédsku, Holandsku, Veľkej Británii. Firmy Birds Eye, Eskimo a Findus International ho v sezóne použili na spracovanie hrášku. V dôsledku toho, že hrášková sezóna trvá v Európe veľmi krátko, použili tento systém aj pre iné výrobky.

Jedným z prvých podnikov v USA, ktorý zaviedol Flo-Freeze je Whiteford Packing Co., Whiteford, Maryland, ktorý 2 roky už zmrazoval kukuricu, na kocky nakrájanú karotku, krájanú fazuľku a hrášok, krájanú špargľu a detskú Lima fazuľku. Zariadenie, ktoré pracuje v americkom závode Whiteford, je štandardným výrobkom firmy Helsingborg Frys (Švédsko). Maximálnu hodinovú kapacitu má 1000 kg. Rozmery uzavretej Flo-Freeze jednotky sú nasledovné: dĺžka 6 m, šírka 3,9 m a výška 4,4 m. Celkové zariadenie zaberá $24\frac{1}{2}$ m² podlahovej plochy.

„Lewis IQF. Unitunel“ má konštrukciu, v ktorej sa kombinujú výhody obvyklého pásového zmrazovača s fluidizačným zmrazovaním. Tunel sa vyrába v štandardnom vyhotovení s hodinovým výkonom 1800 kg až 5000 kg (pre výpočet slúžili podklady pri výrobe hrášku). Nižšie alebo vyššie výkony sa dosahujú na zvláštnych konštrukciách.

Na rozdiel od obvyklých zariadení pásového zmrazovača a iných konvenčných systémov na voľné zmrazovanie sa dodáva Lewis tunel v prefabrikovaných jednotkách, čím sa podstatne znížia nadobúdacie náklady a prípadne náklady na rozšírenie. Každá jednotka, ktorá sa zloží podľa stavebnicového princípu, má kombinovanú rozmrazovaciu vodnú nádrž s krytom a zmenou prúdu vzduchu, ventilátory, držáky odparovacích hlavíc a koľajnice dopravného pásu. Ventilátormi do krytu vhaňaný vzduch sa špeciálnym výparníkom od spodu vedie cez dopravný pás z drôteného pletiva pod mrazený tovar, ktorý sa dostane do vriaceho-vírivého pohybu. Tovar sa nezhlukuje a pri vykladaní sa úplne voľne vysype, kotúľajúc sa. Náhon dopravného pásu, pásové mycie a sušiacie zariadenie ako nakladacie prvky, ktoré zároveň slúžia na výdatné sušenie (odňatie) vody z mrazeného tovaru, sú zoradené mimo izolovaného tunelového krytu, ktorého výška nepresahuje viac ako 3,50 m.

Zariadenie sa hodí nielen na rýchlomrazenie malých čiastočiek, ale môžu sa na ňom spracovať aj výrobky, ktoré len čiastočne alebo vôbec nemôžu byť fluidizované, t. j. nemôžu byť unášané prúdom vzduchu ako napr. zemiakové knedle a podobne ťažké druhy tovaru. Na zmrazenie rybiech a zemiakových výrobkov sú potrebné určité prídavné zariadenia, ktoré sa takisto sériovo zhotovujú. Okrem toho poskytuje tunel aj tú zaujímavú možnosť, že rozšírením izolovaného krytu sa môže zmrazovať aj balený tovar na liskách, keď sa nepoužije pásový systém. Bezstupňovým regulovateľným agregátom náhonu pásu a nastaviteľnými krídlami ventilátora možno Lewis Unitunel dobre prispôsobiť zvláštnym produktom, ktoré chceme zmraziť. Okrem toho z rôznych porovnávacích pokusov v USA vyplynulo, že straty vysušením sú v tomto zariadení veľmi nízke. Podstatné znaky tohoto systému sa dajú zhrnúť takto:

1. Konštrukcia podľa stavebnicového systému — tým je montáž jednoduchšia a je možnosť rozšírenia.
2. Mnohostrannosť — použitím dopravného pásu.
3. Veľmi krátke zmrazovacie časy (napr. hrášok 4 minúty).
4. Regulovateľná doba mrazenia, kontrolou pásu s meniteľným obehom studeného vzduchu.
5. Nízke straty vysušením v dôsledku krátkej doby mrazenia.
6. Rozmrazenie normálnou vodou z vodovodu alebo horúcim plynom bez použitia chemikálií.
7. Neprerušované umývanie dopravníkového pásu.
8. Pod $+20^{\circ}$ žiadne podchladenie.
9. Výsledkom je zaručene voľne sa vo vzduchu pohybujúci zmrazený tovar.
10. Na výslovnú žiadosť sa dodá zariadenie na zmrazovanie balených výrobkov na liskových vozíkoch.

V Pendleton — Oregon, USA, v mraziarenskom závode, kde rekonštruovali jestvujúce zariadenia, nahradili doterajšie zariadenie z roku 1946 fluidizačným systé-

mom zmrazovania. Výrobcom tohoto nového zariadenia je firma Lewis IQF, ktorej fluidizačný pásový zmrazovač bol vybraný ako ekonomicky najvhodnejší a kapacitne najvýkonnejší. Napomáhal tomu i nedostatok priestorov v terajších miestnostiach, ako i rýchla prispôsobiteľnosť pre širokú paletu výrobkov.

Napríklad hrášok sa týmto spôsobom zmrazí pod 0°C v 3 minútach. Takéto ultrazmrazovanie znamená potom nepatrné straty na obsahu vlhkosti počas procesu. Kapacita novoinštalovaného tunela je 5000 kg/h , avšak možno ju ľahko aj zvýšiť. Charakteristickým znakom nového strojného vybavenia je to, že tunel pozostáva z 5 samostatných prefabrikovaných jednotiek, ktoré dohromady tvoria uzavretú jednotku. Keď je potrebné, možno pristavovať ďalší počet jednotiek bez podstatných zmien. Inštalčné náklady sa podstatne znížili tým, že zariadenie je už prispôbené tak, aby uvedenie do prevádzky bolo čo najjednoduchšie. Údržba a sanitácia je zjednodušená, používa sa automatický sanitačný systém.

Systém „Free-Flowing“ sa stále viac a viac uplatňuje aj v Európe, kde bol uvedený do prevádzky v roku 1963.

Britská firma Batcherols Food Ltd, použila v sezóne 1933 nové zariadenie typu „Fre-Flo“ na zmrazovanie hrášku. Hneď po zbere sa lusky dopravujú do vylušťovacích (stacionárnych) staníc. Vylúštený hrach sa vedie do systému Fre-Flo, schladí sa na $4,4^{\circ}\text{C}$ z počiatočnej teploty $18,3^{\circ}\text{C}$ pri dennej kapacite 50 t.

Hrášok sa vedie do schladeného žľabu rýchlosťou regulovanou špeciálnym zariadením, namontovaným u vypúšťacieho otvoru. Chladený vzduch kontinuálne cirkuluje priestorom pomocou ventilátora. Hrášok sa schladzuje tak ako „pláva“ (tečie) v prúde vzduchu. Toto chladiace zariadenie je kontinuálne, čím sa docieľuje ekonomickejšia prevádzka.

Zmrazovacia jednotka má v bežných prevádzkových podmienkach kapacitu 12 ton a skladá sa z dvoch kompresorov (chladiace médium F 22) výparníka z medeného potrubia s rebrami, ventilátora a automatickej regulačnej aparatúry pre zmrazovací okruh.

Celý rad zariadení sa uvedie v tomto roku do prevádzky v NSR, ako aj v iných európskych krajinách. Široká je paleta sortimentu potravinárskych výrobkov, ktoré sa týmto systémom spracovávajú. Je to najmä hrášok, fazuľka, ružičková kapusta, bobuľovité ovocie, „Pommes frites“, rybie tyčinky a iné výrobky; výpočet by sa dal ešte značne rozšíriť.

Fluidizačný systém je už patentovaný aj v NSR, pričom Švédsko má prioritu. Vynález sa týka postupu na zmrazovanie potravín ako hrášku, alebo čučoriedok chladeným plynom vo vírivej nádrži s horizontálnym prúdením. Tovar, ktorý sa má zmraziť chladiacim plynom (obyčajne vzduchom) nepretržite vchádza do vírivej nádrže s dierkovaným dnom, hore otvorenej, ktorá je uložená vo vnútri horizontálneho tunelovitého krytu. Chladiaci plyn sa veľkou rýchlosťou horizontálne vzhľadom smerom vháňa na tovar. V dôsledku veľkej rýchlosti prúdenia chladeného vzduchu tovar sa rozvíri a vyvolá dojem vriacej tekutiny, pričom sa veľmi rýchlo zmrazuje. Chladiaci plyn po prejení tovarom sa odsaje, znovu ochladí a opäť vháňa.

Veľmi výhodné je, keď sa súčiastky chladeného tovaru povrchovo ochladia pred ich vstupom do vírivej nádrže. K týmto súčiastkam vo vírivej nádrži sa môžu prímiešať predmety rôznej akosti, napr. guľôčky z umelej hmoty na podporovanie plynuľého pohybu, potažne zlepšenie prístupu tepla, ktoré sa potom mimo vírivej nádrže oddelia a znovu sa zamiešajú do vírivej nádrže. Okrem toho môže chladený plyn vo forme prúdov na pomerne malých miestach prúdiť do nádrže.

V Medzinárodnom ústave chladiarenskom v Paríži dňa 5 decembra 1963 prednášal V. S. Meadows o technike fluidizačného zmrazovania.

V prvej časti tejto prednášky autor opisuje konštrukcie zmrazovača a početné skúšky, ktoré boli robené tri roky. Všetky tieto skúšky boli robené za normálnych prevádzkových podmienok, posledné v júli a auguste 1963, a dávajú podklady z minuloročnej hráškovej sezóny, keď továreň pracovala s maximálnou kapacitou. Treba poznamenať, že autorom popísané zoradenie fluidizačného zariadenia má mnoho modifikácií, ktoré sa skúšali po dobu 3 rokov za účelom dosiahnutia maximálneho výkonu. Autor je presvedčený, že sa môžu uskutočniť ešte mnohé zlepšenia, najmä v úspore podlažnej plochy pri zvýšenej kapacite.

Rýchlosť podávania hrachu do zmrazovača sa kontroluje. Zmenou rýchlosti sa mení za hodinu spracované množstvo medzi 1,2 a 1,8 ton. Pri množstve 1,3 ton za hodinu bola teplota hrachu, ktorý opúšťal zmrazovač -12°F . Pri zvýšenom množstve na 1,5 t/hod., teplota zmrazeného produktu bola -1°F .

Zmrazený hrach na konci zmrazovača padal vlastnou váhou do veľkých nádob.

Boli robené skúšky, ktorými sa malo zistiť, či dochádza pri tomto spôsobe zmrazovania k stratám na váhe (strata vody). Zistilo sa, že dochádza k strate až 1,8 % váhy (maximálna zistená hodnota 2 %). Neskôršie sa však zistilo, že tieto čísla sú vyššie ako skutočná strata vody. Otázka straty vody počas zmrazovania je závažná, čo vyplýva z týchto čísiel: daný zmrazovač s kapacitou 3360 libier za hodinu pracoval za sezónu 1963 denne 20—22 hodín, čo predstavuje množstvo hrachu 28—30 ton denne. Normálna hrachová sezóna trvá približne 40 dní a keď počítame štyri dni na úplné rozmrazenie zmrazovača a jeho čistenie, máme 36 pracovných dní, denne 28 ton t. j. 1008 ton. Strata na váhe 1 % teda predstavuje 10 ton hrachu!

Z toho jasne vyplýva, že keď sa technologicke zaistí, aby na povrchu hrachu ostala tenká vrstva primrznutej vody, možno dosiahnuť značný hospodársky efekt. Podrobné skúšky, robené rozličnými metódami, ukázali, že v skutočnosti treba počítať s priemernou stratou váhy asi 0,36 %.

Ekonomické porovnanie medzi zmrazovacím systémom Flo-Freeze vyvinutým švédskou firmou Frigoscandia a pásovým zmrazovaním

Predpoklad: 2,5 tisíc ton zeleniny ročne, teplota z $+4^{\circ}\text{C}$ na -18°C , cena 5,0 (NSR) za 1 kWh elektrického prúdu.

- a) nižšia účinnosť zmrazovania na páse vyžaduje väčšie množstvo suroviny,
- b) v rozmeroch sú započítané plochy pri vykladaní,
- c) odpadajú dopravné pásy a je menšia spotreba elektrickej energie na ventily,
- d) lepší priestup tepla, žiadne schladzovanie dopravných pásov, odpadá zahrievanie motorov, menší „tlak“ tepla na 1/5 redukovaných strát chladu v dôsledku menšej celkovej plochy,
- e) úšetrná para sa privádza do zachytávača glykolu,
- f) úspory na priestore a strojnom vybavení,
- g) Flo-Freeze systém má minimálne pohybujúce sa súčiastky a ústrojenstvo,
- h) menšia spotreba elektrickej energie na jednotku výrobku,
- i) žiadne straty v dôsledku tvorby zmrazkov alebo ulpievania zmrazených výrobkov na súčiastkách aparatury.

Pri inštalácii aparatury Flo-Freeze je minimálna údržba, čistenie a opotrebovanie zariadenia. Systém možno využiť denne na 22 až 24 hodín a je možné i intervalové kapacitné preťaženie do 150 %.

Váhové straty sú cca 0,5 % — straty pre mechanické poškodenie, tvorbu zmrazkov a iné sú prakticky nulové, teda v porovnaní s doterajším zmrazovaním možno ročnú produktivitu zvýšiť od 3 na 5 %.

Ukazuje sa, že metóda zmrazovania hrachu fluidizačnou technikou predstavuje značný pokrok oproti konvenčným metódam. Hlavná výhoda je skutočnosť, že materiál pri zmrazovaní sa nachádza v úplne voľne sa pohybujúcom stave, t. j. jednotlivé častice sú oddelené a že sa teda nevyžaduje žiadne zaradenie na oddelovanie spolu zmrazených častíc od seba. Ďalej je eliminovaný nákladný proces oddelovania zmrazeného produktu od perforovaných tácní, pričom hrach sa obaľuje jemným filmom ľadu, ktorý hrachu dodá takmer ideálne sférický tvar a uľahčuje balenie. Konvenčné metódy zmrazovania majú za následok, že sa nahromadí značné množstvo od povrchu odtavených malých častíc ľadu a snehu, ktoré vyvolávajú poruchy baliacich strojov. Novou metódou možno pri balení zvýšiť obsah kartónov o 15 %, pretože pri nej nevznikajú zmrazky. Spracovaný hrášok sa balí do kartónov po 27 kg na ďalšie použitie. Väčšia náplň síce vyžaduje pevnejší kartónový materiál, sú však väčšie úspory na materiáli a skladovacích priestoroch.

Produkt má lepší vzhľad a možno tiež tenká vrstva ľadu chráni produkt pred dehydratáciou.

Rovnomerná rýchlosť práce takéhoto zmrazovača ho robí ideálnym pre priame dodávanie produktu do baliacich strojov.

Záverom treba ešte azda spomenúť, že presné skúšky ukázali, že počas zmrazovania dochádza iba u 0,18 % hrachu k mechanickému poškodeniu — číslo, ktoré je úplne zanedbateľné.

Možno snáď poznamenať, že nová fluidizačná metóda sa používa i na praženie, napučanie, sušenie a chladenie potravín. Tak napr. zariadenie „Jetzone Particle Oven“ upraží kakaové boby za 1,5 až 3 minúty, zatiaľ čo v bežnom zariadení to trvá 15 až 30 minút. Výrobná kapacita je viac ako 390 kg na 1 m³ dopravného pásu.

Fluidizačné zariadenie v potravinárskej technológii možno použiť aj na praženie kávy, praženie orechov, čiastočné napučiavanie výrobkov a rôzne sušenia.

S ú h r n

Pri tomto systéme zmrazovania sa potraviny rapídne zmrazujú (napr. hrášok sa zmrazí pod 0 °C za 3 min.) v dôsledku veľmi rýchleho prestupu tepla. Výrobok je unášaný prúdom studeného plynu, obvykle vzduchu, ktorý kontinuálne cirkuluje priestorom pomocou ventilátorov. Celá vrstva zmrazovaného výrobku sa načeri „pláve“ a budi dojem tekutiny. Zmrazovanie je kontinuálne. Popis rôznych zariadení, používaný na fluidizačné zmrazovanie. Lewisov rýchlomraziaci postup — výhody tohto postupu. Fluidizačné zmrazovanie sa používa hlavne na zmrazovanie zrnkovitých látok ako hrášok a bobuľovité ovocie, aplikuje sa však v poslednej dobe aj pri zmrazovaní kukurice, karotky, špargle atď.

Literatúra

1. Hammond E., Swedish Fluidized Freezing System Installed by Three U. S. Firms. 1964, Quick Frozen Foods, **26**, č. 1, s. 40–42.
2. Die Wirtschaftlichkeit des „Flo-Freeze-Verfahrens“ 1963, Tiefkühl-Praxis, **4**, č. 4, s. 6–7.
3. Vegetable Freezing Modernization With a „Fluidized Installation“ 1963, Quick Frozen Foods, **25**, č. 8, s. 46–47. PA č. 1/1964, rada A, poradie 15.
4. Milleville H. P., „Slash rasting time 90 per cent. 1962, Food Processing, **23**, č. 11, s. 67–69. PA 5/1963, r. A, por. 13.
5. Simple fluidizing freezer cuts costs, guards quality. 1962, Food Engineering, **34**, č. 8, s. 46–49. PA 10/63, r. A, por. 15.
6. Das Lewis-Schnellgefrierverfahren. 1964. Tiefkühl-Praxis, **5**, č. 2, s. 10–11.
7. Meadows V. S., Fluidized Bed Techniques in Refrigeration. 1934, The Journal of Refrigeration, **7**, č. 1, s. 2–7.
8. Nový závod s fluidizačným zariadením na zmrazovanie hrášku. 1963, Food Processing and Packing, **32**, č. 385, s. 393. PA 3/64. r. A, por. 15
9. Patent NSR 1 113 862, 53 c 6/01 A 231. Švédsko: 19. 3. 1959. Stal Refrigeration Aktiebolag, Norrköping, Švédsko. Verfahren zum Gefrieren von Lebensmitteln od. dgl. z. B. Erbsen oder Blaubeeren.

ЗАМОРАЖИВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ СПОСОБОМ ФЛЮИДИЗАЦИИ

При этой системе замораживания, продукты стремительно замораживаются (напр. горошек замораживается под 0 °C в течении трех минут), вследствие очень быстрого перехода температуры. Продукт уносится током холодного газа, обычно воздуха, который непрерывно циркулирует в пространстве при помощи вентиляторов. Весь слой замораживаемого продукта становится зыбким, «Плывет» производя впечатление жидкости. Замораживание проходит непрерывно. Статья содержит описание разного оборудования применяемого для замораживания способом флюидизации, скорозамораживающего способа по Лейсу — выгоды этого способа. Замораживание способом флюидизации применяется главным образом при замораживании зернистых веществ, как напр. горошек и ягодных фруктов, однако в последнее время применяется и при замораживании кукурузы, морковки, спаржи итд.

Zusammenfassung

Bei dieser Lebensmittelgefriermethode werden die Produkte äusserst rasch abgekühlt (Erbsen z. B. werden auf unter 0 °C in 3 Minuten abgekühlt); dies wird durch sehr schnellen Wärmeaustausch erzielt. Das Produkt wird von einem Strom kalter Luft, welche mit Hilfe von Ventilatoren kontinuierlich zirkuliert, getragen. Eine ganze Lage des gefrorenen Produktes wird „aufgeschwemmt“ „schwimmt“ und macht den Eindruck einer Flüssigkeit. Der Gefriervorgang ist kontinuierlich.

Es werden verschiedene Einrichtungen, welche bei den Fluidisierungsvorgang verwendet werden, beschrieben.

Der Lewis'sche Schnellgefriervorgang — dessen Vorteile.

Die Fluidisierungsmethode wird hauptsächlich zum Gefrieren von körnigen Produkten wie Erbsen und Beerenfrüchte verwendet; in letzter Zeit wird diese Methode auch beim Gefrieren von Mais, Karotten, Spargeln u. a. angewandt.