

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Způsoby chlazení a jejich aplikace v potravinářském průmyslu

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Andrea Smejtková, Ph.D.

Autor práce: Nikola Ješinová

© 2014 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ješinová Nikola

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Způsoby chlazení a jejich aplikace v potravinářském průmyslu

Anglický název

Methods of cooling and their application in food industry

Cíle práce

Popsat a zhodnotit způsoby chlazení a používané technologie v různých odvětvích potravinářského průmyslu.

Metodika

Seznámit se s danou problematikou. Na základě získaných vědomostí porovnat různé způsoby chlazení a mražení ve vybraných potravinářských oborech.

Osnova práce

1. Úvod
2. Přehled současného stavu řešení problematiky
3. Chlazení v potravinářském průmyslu
4. Diskuse a závěry
5. Seznam použité literatury

Rozsah textové části

30 stran

Klíčová slova

Chlazení, mražení, potravinářský průmysl

Doporučené zdroje informací

Hoffman, p. - Filková, I.: Výrobní linky potravinářské. ČVUT Praha 1993

Malěj, J. - Kroupa, P.: Technologie výroby potravin. VŠZ Praha 1992

Dvořák, Z.: Chlazení a zmrazování. Nakladatelství tech. lit. 1985

Ota, J.: Kryogenní technika a její aplikace. ČVUT 2004

Vedoucí práce

Smejtková Andrea, Ing., Ph.D.

Termín zadání

listopad 2013

Termín odevzdání

duben 2015


doc. Ing. Miroslav Píkrýl, CSc.

Vedoucí katedry




prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 3.2.2014

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Způsoby chlazení a jejich aplikace v potravinářském průmyslu“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

V Praze dne 3. 4. 2015

.....

Nikola Ješinová

Poděkování

Ráda bych poděkovala paní Ing. Andree Smejtkové, Ph.D. za její ochotu a cenné rady při psaní mé bakalářské práce a také svým blízkým, kteří mě po celou dobu psaní této práce podporovali.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na systémy chlazení potravin v potravinářském průmyslu. Cílem této práce je popsat a zhodnotit různé systémy chlazení potravin. V práci je popsána činnost chladicích systémů, jejich důležitých částí a používaných chladiv. Práce pojednává o použití chladu v různých odvětvích potravinářského průmyslu, především v masném, mlékárenském, nápojářském průmyslu a k uchování ovoce a zeleniny.

Klíčová slova:

chlazení, mražení, potravinářský průmysl

Methods of cooling and their application in food industry

Summary

This bachelor thesis focused on the cooling systems of food within the food industry. The aim of this study is to describe and evaluate different cooling systems of food. The study describes the operation of refrigeration systems, their important parts, and the refrigerants used. The study also deals with the use of cold in different sectors of the food industry, especially in the meat, dairy and beverage industries and preservation of fruits and vegetables.

Key words:

refrigeration, freezing, food industry

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Cíl a metodika	1
3.	Přehled současného stavu řešené problematiky	2
3.1.	Historie	2
3.2.	Přirozené ochlazování látek	3
3.3.	Umělé (strojní) chlazení	4
3.3.1.	Kompresorový (parní) chladicí systém	5
3.3.2.	Sorpční chladicí systém	13
3.3.3.	Proudový chladicí systém	15
3.3.4.	Plynový chladicí systém	15
3.3.5.	Termoelektrický chladicí systém	15
3.3.6.	Chlazení přímé a nepřímé	16
3.4.	Konzervace chladem	17
3.4.1.	Chladicí řetěz	17
3.4.2.	Vliv teploty	17
3.4.3.	Vliv prostředí	18
3.4.4.	Vliv času	18
3.4.5.	Vliv manipulace	18
3.5.	Chladiva	19
3.5.1.	Požadavky na pracovní látku	19
3.5.2.	Rozdělení a označování chladiv	19
3.5.3.	Druhy chladiv	20
4.	Chlazení v potravinářském průmyslu	22
4.1.	Chlazení	22

4.2.	Mražení.....	22
4.2.1.	Zmrazování v chlazeném vzduchu.....	23
4.2.2.	Zmrazování v chlazeném roztoku.....	27
4.2.3.	Kontaktní zmrazování.....	28
4.2.4.	Zmrazování vroucí kapalinou	29
4.3.	Skladování chlazených a zmrazených produktů.....	30
4.4.	Chlazení v masném, drůbežářském průmyslu a chlazení ryb	31
4.5.	Chlazení v mlékárenském průmyslu.....	33
4.6.	Chlazení v nápojářském průmyslu	34
4.7.	Chladírenské uchování ovoce a zeleniny.....	37
5.	Závěr.....	38
6.	Seznam použité literatury	40
7.	Seznam obrázků	42

1. Úvod

Chlazení je v dnešní době neodmyslitelně součástí našich životů. Chladicí systémy najdeme nejen v automobilovém průmyslu, počítačové technice, ale největší zastoupení mají v potravinářském průmyslu. Pro uchování některých druhů potravin je zapotřebí využití chladu. Velmi důležitá je také doba chlazení a způsob, kterým se chlad vyrábí.

Již naši předkové používali k uchování potravin přírodního ledu nebo studničních vod. Postupem času a za pomoci rozvoje techniky se začaly objevovat účinnější strojní zařízení. Roku 1835 bylo sestrojeno první strojní zařízení na ruční pohon. První domácí ledničky se začaly vyrábět po roce 1910 v USA.

Tato bakalářská práce je zaměřena na způsoby chlazení a jejich aplikaci v potravinářském průmyslu. V úvodní části je stručně uvedena historie chlazení. Dále je vysvětlena činnost různých typů chladicích zařízení, u některých jsou uvedeny hlavní části. Na uchování potravin má svůj vliv nejvíce teplota, ale i čas a způsob přepravy. V další části jsou uvedeny látky používané, jako chladivo pro technologické pochody chlazení a mražení. Každý druh potravin je zmrazován různým způsobem pomocí speciálních strojů. V poslední části je uveden přehled hlavních použití chladu v nejdůležitějších odvětvích potravinářského průmyslu.

2. Cíl a metodika

Metodika

Metodika je zvolena tak, aby byl záměr této práce splněn. Použity byly zdroje internetové i literární. Z internetových zdrojů, které jsou uvedeny na konci práce, byly převzaty obrázky a některé principy jednotlivých témat. Tato práce vyplývá ze zadání, které je uvedeno na prvních dvou stranách po titulní stránce. Veškeré poznatky jsou shrnuty v závěru práce.

Cíl

Cílem mé práce je popsat a zhodnotit používané technologie v různých odvětvích průmyslu. Poukázat na výhody a nevýhody u jednotlivých zařízení.

3. Přehled současného stavu řešené problematiky

Chlazení je nezbytnou součástí některých potravin. Již naši předkové využívaly ledu nebo studničních vod pro chlazení potravin. Postupem času se začalo využívat strojního chlazení. K nejpoužívanějším strojním chladicím systémům patří kompresorový a absorpční chladicí systém.

3.1. Historie

Již od počátku bylo jednou z hlavních priorit člověka, obstarat si potravu. Potravu musel člověk těžce vydobýt a ochránit před nepříznivými okolními vlivy. Kdysi musel přijít na to, že pomocí chladu a mrazu se potraviny déle uchovají v požitelném stavu. Proto lidé začali požívat led pro chlazení potravin. První záznamy o používání ledu pocházejí z Číny, z 11. stol před našim letopočtem. Tam kde nebylo dostatek ledu, se začal led dovážet a uchovávat. Led se na přelomu 18. a 19. století nejčastěji dopravoval pomocí lodní dopravy. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

Roku 1755 Skot Cullen zhotovil první nejjednodušší zařízení, využívající dostupného strojního zařízení. Nicméně toto zařízení bylo v praxi nepoužitelné. Teprve v roce 1835 Angloameričan Jacob Perkins ohlásil svůj patent na skutečně pracující zařízení s ethylenem na ruční pohon. V jeho patentu je vypařovaná látka přinucena kondenzovat, aby mohla být znovu odpařena. Popis tohoto zařízení je zobrazeno na obr. 1. Ale ani toto zařízení Jacoba Perkinse se nerozšířilo, příčinou byly provozní poruchy a následné výbuchy. Roku 1855 Australan James Harrison nahradil ruční pohon parním strojem. Další rozvoj následoval jednak zaváděním nových chladiv (methylether, oxid uhličitý, methylchlorid a zejména čpavek), ale i aplikacemi vyžadující zvyšování výkonu. (HRUBÝ, 1986)

Použití vzduchu jako chladiva poprvé použil Angličan Gorie. Za největší postavu v historii strojního chlazení je označován Francouz Ferdinand Carré, který jako první přišel s myšlenkou využití absorpce pro účely strojního chlazení. Ferdinand Carré nadále

zdokonaloval zařízení a roku 1867 použil poprvé čpavku jako chladiva. Díky jeho zásluze a za pomoci dalšího Francouze Telliera vzniklo první kompresorové chladicí zařízení.

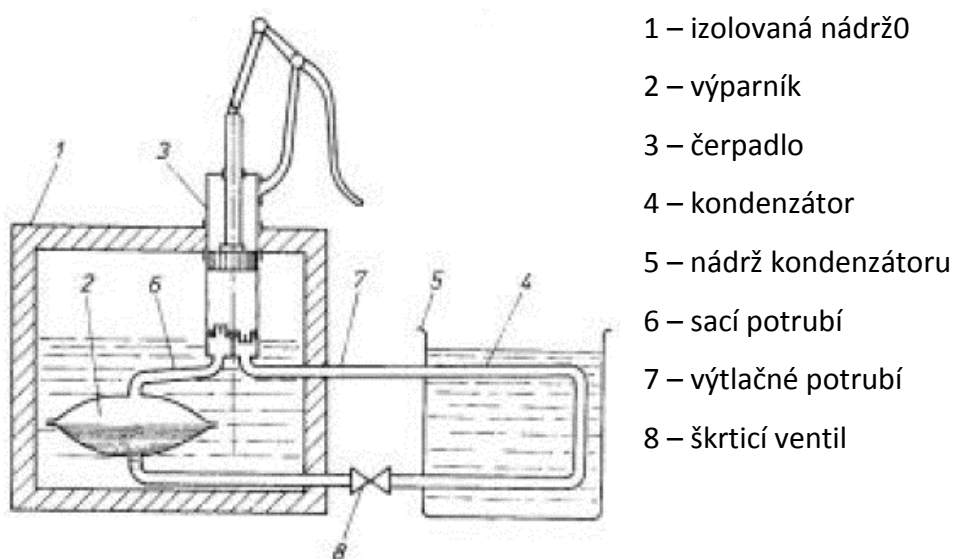
Na našem území roku 1889 vznikají první kompresorová chladicí zařízení, pracující se čpavkem a o tři roky později první absorpční zařízení. (DVOŘÁK, FENCL, 1985), (HRUBÝ, 1986)

První mechanicky chlazená domácí lednička vznikla roku 1910 v USA a o rok později se tyto ledničky začaly vyrábět sériově. Za největší změnu v historii domácích ledniček se zasloužili Švédové Platen a Munters. Kteří v roce 1922 přihlásili patent na difuzní chladicí zařízení pracující kontinuálně. Tento patent se bezpochyby mohl rovnat s kompresorovým chlazením. (HRUBÝ, 1986)

První nejedovaté, nevýbušné a nehořlavé chladivo zásluhou cílevědomého výzkumu, v roce 1930 získali Američané Midgley, Henne a Mc Narry, které nazvali Freon. (FIFTY, 2008)

V Československu k rozvoji chladicí techniky došlo až po druhé světové válce. V roce 1948 byla zahájena výroba průmyslových chladicích zařízení. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

Obr. 1 Chladicí zařízení Jacoba Perkinse



Zdroj: (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

3.2. Přirozené ochlazování látek

Chlazení je odnímání tepla látkám za účelem snížení teploty ochlazované látky nebo prostředí na námi požadovanou teplotu. Teplo nemůže samovolně přecházet z prostředí chladnějšího do prostředí teplejšího. U látek nebo prostředí může dojít k ochlazení pouze

jinou látkou nebo prostředím s nižší teplotou než je teplota ochlazované látky. Pokud je požadovaná konečná teplota ochlazované látky vyšší, než jsou teploty okolního prostředí (vody, vzduchu, nebo podpovrchové vrstvy zemské kůry), je možné toto prostředí využít jako chladicího prostředku. Mezi přirozené chlazení lze zařadit např. chladicí věže elektráren, chlazení automobilových motorů nebo chlazení odlitků. Přirozené chlazení bylo využíváno jako jediná možnost chlazení potravin až do doby, než bylo objeveno chlazení strojní (umělé).

V minulosti bylo nejvíce využíváno studničních vod, pro jejich vhodnost chlazení do teploty 10 °C nebo pomocí ledu pro teploty nad 0 °C. Čerstvě nadojené mléko se nejčastěji v minulosti chladilo pomocí studničních vod. Konve s mlékem byly ukládány do kamenných nádrží naplněných studniční vodou. Tento princip chlazení již nebylo možné použít pro svoz mléka do mlékáren. Proto začaly vznikat první sprchové či průtokové chladiče mléka. Studniční voda protékala systémem vodorovných trubek, po níž samospádem stékalo chlazené mléko. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

K našim typickým národním nápojům bezpochyby patří dobře vychlazené pivo. V minulosti bylo k chlazení piva používáno přírodního ledu. Led odebíraný ze zamrzajících řek a rybníků byl ukládán do staveb s tepelně izolovanými stěnami. Jako izolace bylo využíváno dřevěných pilin. Tímto způsobem se podařilo uchovat led i v létě. Menší kousky ledu se postupně doplňovaly do pivní stolice, která byla tajícím ledem udržována na teplotu 0 °C. Pivo protékalo pomocí stačeného vzduchu soustavou trubek, ponořených do pivní stolice a tak bylo ochlazováno. Na podobném principu pracovaly i první domácí ledničky

Pokud potřebujeme chladit na teplotu nižší, než je přirozená teplota látek, musíme vytvořit chladicí prostředek, kdy jeho teplota bude nižší než teplota ochlazované látky. Takové teploty dosáhneme pomocí strojního chlazení. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

3.3. Umělé (strojní) chlazení

Strojní zařízení vytváří prostředí, kde teplota je nižší než konečná teplota ochlazované látky. U většiny chladicích zařízení se používá vypařování různých druhů kapalin, kdy teplota varu se udržuje na hodnotě požadované k ochlazení. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

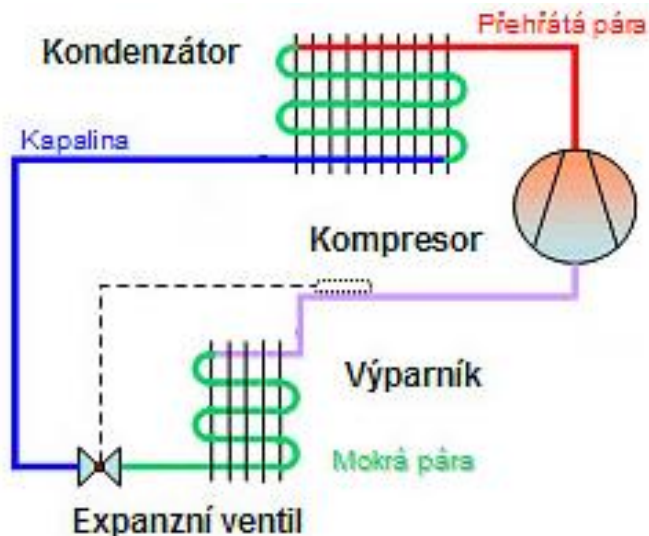
Chladicí systém je zařízení určené pro ochlazování. Jeho úkolem je snížení teploty v uzavřeném prostoru odvodem tepla mimo chlazenou látku nebo prostor. Chladicí systémy rozdělujeme dle fyzikálního principu na kompresorové, sorpční, proudové, plynové a termoelektrické chlazení.

3.3.1. Kompresorový (parní) chladicí systém

Kompresorový chladicí systém je nejstarším a prozatím nejrozšířenějším chladicím systémem, který je uplatňován v celé šíři chladicích výkonů i způsobů využití strojního chlazení. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

Chladicí kompresorový okruh se skládá z chladivového kompresoru, kondenzátoru, expanzivního ventilu, výparníku, regulačních a jistících prvků. Chladivo je v uzavřeném okruhu pod tlakem. Schéma kompresorového chladicího systému je na obr. 2. (Vysílačky, 2009)

Obr. 2 Schéma kompresorového chladicího systému



Zdroj: (JDK,2012)

- Kompresor – stlačuje a nasává odpařené chladivo z výparníku
- Kondenzátor – stlačené páry chladiva ochlazuje a zkapalňuje
- Expanzní ventil – řídí množství chladiva přiváděného do výparníku

- Výparník – odebírá se teplo z chlazeného prostoru
- Regulační a jisticí přístroje – zajišťují spolehlivý a bezpečný provoz

Chladicí proces začíná nasátím vypařeného chladiva za pomoci kompresoru, který páry chladiva stlačuje a zahřívá. Přehřáté páry dále vstupují do kondenzátoru, kde kondenzují (kapalní). Kondenzátor je chlazen atmosférickým vzduchem z okolního prostředí. Z kondenzátoru zkapalněné chladivo proudí k expanznímu ventilu, který snižuje vysoký tlak, který vyrobil kompresor. Kapalné chladivo se při nízkém tlaku ve výparníku odpařuje a tím odebírá teplo z ochlazovaného prostoru. Páry vstupují do kompresoru a cyklus je uzavřen. (JDK, 2012)

Páry vznikající z chladicí látky při vypařování se musí z výparníku odvádět. Při neodvádění par z výparníku, by došlo k jejich nahromadění a následnému zvyšování tlaku. Se zvětšujícím se tlakem nad hladinou vypařujícího se chladiva by se ovšem tomu odpovídajícím způsobem zvyšovala i teplota vypařování. Kdyby došlo k vyrovnání teplot, var chladiva by se zastavil. V tomto momentu by ustálo i sdílení tepla a odnímání tepla ochlazované látky. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

Efekt chlazení je tedy založen na změně skupenství z kapalného na plynné (vypařování). A pokud se jeho základní náplň má znovu použít, potom chladivo z výparníku vypařené musí být znovu přivedené v kapalném skupenství – musí znovu kondenzovat. Dopravu do dalších částí systému, odvádění chladiva a jeho udržování na požadovaném tlaku ve výparníku, ale také i jeho přípravu na změnu skupenství, to vše obstarává kompresor. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

Kompresory

Pomocí kompresoru se tedy zajišťuje cirkulace chladicí látky, aby do výparníku mohlo být přiváděno chladivo, které se v něm vypařuje. Páry odsáté kompresorem musí být v kondenzátoru opět zkapalněny. Páry proto musí být kompresorem stlačeny na tlak, při kterém tato kondenzace proběhne. (FENCL, 1984)

Nejčastěji se kompresory rozdělují podle způsobu, jakým se dosahuje stlačení nasátých par chladiva.

A. OBJEMOVÉ KOMPRESORY

- | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------|
| 1. s vratným pohybem pístu | a) jednočinné | aa) souproudé |
| | | ab) protiproudé |
| | b) dvočinné | ba) stojaté |
| | | bb) ležaté |
| 2. s krouživým pohybem pístu | a) křídlové | |
| | b) s valivým pístem | |
| | c) šroubové | |

B. TURBOKOMPRESORY

1. radiální
2. axiální

(FENCL, 1984)

Objemové kompresory

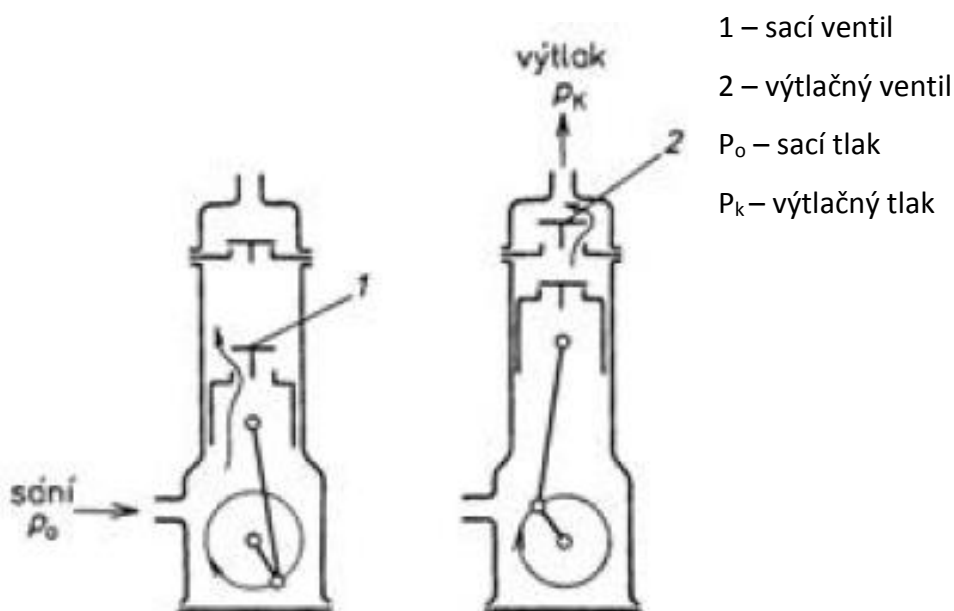
Nejprve píst zvětšuje činný prostor válce, který je postupně vyplňován parami chladiva o vypařovací tlaku p_0 . Po dosažení maximálního objemu je prostor válce uzavřen. A při dalším pohybu pístu se činný prostor zmenšuje. Nasáté páry chladiva jsou v činném prostoru stlačovány a dochází ke kompresi. Po dosažení na hodnotu výtlačného tlaku a při následném pohybu pístu jsou stlačené páry chladicí kapaliny přepraveny do kondenzátoru.
(FENCL, 1984)

Objemové kompresory s vratným pohybem pístu jednočinné souproudé a protiproudé

U jednočinných kompresorů na jeden píst a jednu otáčku vychází jedno sání a jeden výfuk. Souproudové kompresory jsou charakteristické směrem proudění par nasávaných do válce při sacím zdvihu, který je shodný se směrem proudění stlačených par při výtlačku. Do klikové skříně kompresorů jsou nejdříve nasávány páry chladiva. Tlak v prostoru nad pístem se při pohybu k dolní úvrati se snižuje. Výparník je spojen s klikovou hřídelí kompresoru (prostor pod pístem) a nachází se v ní tlak p_0 . Rozdíl tlaků pod pístem a nad pístem způsobí

automatické otevření sacího ventilku. Který se nachází na hlavě pístu, při dalším pohybu pístu směrem k dolní úvrti jsou páry chladiva nasávány z klikové skříně do prostoru válce nad pístem. Při pohybu pístu směrem nahoru je chladivo v prostoru válce stlačováno. Vznikne přetlak chladiva pomocí, kterého se automaticky uzavře sací ventil. Další stlačování chladiva, při kterém je tlak vyšší než tlak v prostoru za výtlačným ventilem, výtlačný ventil se tímto rozdílem tlaků automaticky otevře a spojí tak prostor válce nad pístem s výtlačnou stranou. Páry chladiva jsou při dalším pohybu pístu vytlačovány z prostoru válce do kondenzátoru. Na obr. 3 je schéma souproutého kompresoru. (FENCL, 1984)

Obr. 3 Souproutý pístový kompresor s vratným pohybem pístu [5]



Zdroj: (FENCL, 1984)

U protiproudového systému je změněn směr nasávání a výtlačku par. Sací a výtlačné ventily jsou umístěny přímo v hlavě válce. Chladivo proudí do válce při pohybu pístu směrem dolů a následně při pohybu pístu nahoru je vytlačováno přes výtlačný ventil. Protiproudý kompresor je znázorněn na obr. 4. (FENCL, 1984)

Obr. 4 Protiproudý pístový kompresor s vratným pohybem pístu [5]



Zdroj: (FENCL, 1984)

Objemové kompresory s vratným pohybem pístu, dvojčinné

Dvojčinné objemové kompresory se vyznačují především tím, že na jeden píst a jednu otáčku hřídele připadají dvě sání a dva výtlaky. Obě strany jsou tedy činné. Používají se pouze pro chemický průmysl a v chladicí technice se takřka neuplatňují.

Objemové kompresory s krouživým pohybem pístu

Pomocí rotačního nebo kombinovaného pohybu pístu dochází ke stlačování par chladiva. Kompresory s rotačním pohybem pístu jsou jednodušší a umožňují přímé spojení hřídele kompresoru s elektromotorem. Velkou výhodou je, že některé typy kompresorů nemají ventilový mechanismus. Mezi velké nevýhody patří vysoké požadavky na přesnost, což zabraňuje většímu rozšíření těchto kompresorů. (FENCL, 1984)

Turbokompresory

Turbokompresory nevyužívají běžný způsob komprese jako kompresory objemové. Ke stlačení par chladiva dochází přeměnou kinetické (pohybové) energie na energii potenciální (tlakovou). Páry chladiva jsou nasávány sacím hrdlem, přiváděny do rotoru, který je tvořen soustavou vhodně tvarovaných lopatek, dělících prostor rotoru na kanálky

vytvořené tak, aby v nich chladivo získalo co největší kinetickou energii. Ta se v statoru, který je tvořen opět lopatkami, přeměňuje na energii tlakovou, tj. stoupá jeho tlak. (STROJÍRENSTVÍ, 2010)

Turbokompresory jsou vhodné zejména pro okruhy pracující s běžnými chladivy s malou chladivostí, aby obíhající množství par bylo co největší. Turbokompresory dělíme na radiální a axiální podle směru proudění par chladiva vzhledem k ose hřídele. (STUDIUM, 2008)

U radiálního turbokompresoru proudí nasávané páry chladiva do oběžného kola ve směru přibližně axiálním a v oběžném kole se přemění směr na radiální. Při vysoké obvodové rychlosti kola působí na páry odstředivá síla, která vyvolá jejich částečné stlačení. Po výstupu z oběžného kola následuje zpomalení par v difuzoru s výsledným zvýšením tlaku. (STROJÍRENSTVÍ, 2010)

Turbokompresory axiální mají rotor nejčastěji válcovitý nebo mírně kuželovitý buben a do drážek na jeho obvodu jsou vsazeny oběžné lopatky, zatímco difuzorové lopatky jsou vetknuty do tělesa skříně (statoru). Věnc oběžných lopatek se po délce průtočné části kompresoru střídá s věncem pevných difuzorových lopatek. K zmenšení rázu v prvním oběžném kole a k zvýšení hmotnosti kola je před ním vestavěna lopatková mříž pro vhodné usměrnění proudu par. (STROJÍRENSTVÍ, 2010), (STUDIUM, 2008)

Použití kompresorů v chladicí technice

Každý z využívaných kompresorů má své klady a zápory. Objemové kompresory s vratným pohybem pístu jsou nejvíce využívaným kompresorovým zařízením v oblasti chladicí techniky. Tyto kompresory nejčastěji najdeme v domácnostech – chladničky a mrazničky. Mezi nejrozšířenější chladicí zařízení bezpochyby můžeme zařadit domácí chladničky. (FENCL, 1984)

Pro chladicí zařízení středních výkonů označované také jako distribuční chladicí zařízení jsou opět nejvíce používány objemové kompresory s vratným pohybem pístu.

Kondenzátory

Kondenzátor je součástí chladicího okruhu, ve kterém dochází k přeměně skupenství par, které stlačil kompresor na kapalné chladivo. Kondenzátor umožňuje odvádění tepla z kondenzujících par chladiva do okolního prostředí. Pomocí kondenzátoru je předáváno teplo do okolního prostředí. Takto předaná tepelná energie je označovaná jako kondenzační teplo. (FENCL, 1984)

Kondenzátory můžeme rozdělit podle konstrukčního provedení. Běžnější způsob rozdělení je podle druhu látky nebo prostředí, které odvádějí teplo z chladiva:

- Kondenzátory chlazené vzduchem
- Kondenzátory chlazené vodou
- Kondenzátory chlazené směsí vzduchu a vody
- Kondenzátory chlazené vypařujícím se chladivem jiného okruhu

Nejrozšířenější druh kondenzátoru jsou kondenzátory chlazené vzduchem, které jsou používány u malých chladicích zařízeních a středních výkonů např. domácí ledničky. Kondenzátory chlazené vzduchem jsou používány i tam kde není k dispozici potřebné množství chladicí vody. (FENCL, 1984)

Nejjednodušším kondenzátorem chlazeným vzduchem je trubka, která přichází do styku se vzduchem. Množství tepla, které je odváděno trubkou kondenzátoru, závisí na ploše ochlazované trubky. Proto jsou tyto jednoduché kondenzátory opatřeny žebrovaním, které plochu trubky zvětší a tím je zrychlena kondenzace par chladiva. Způsob zvětšení vnějšího povrchu je řešeno např. pomocí deskového kondenzátoru s připevněnou trubkou, drátěnými žebry, nebo navlékanými žebry. (FENCL, 1984)

Kondenzátory chlazené vzduchem lze rozdělit:

- Přirozená cirkulace vzduchu
- Nucená cirkulace vzduchu – Cirkulace vzduchu je zajištěna ventilátorem.

Kondenzátory chlazené vodou jsou z hlediska spotřeby elektrické energie výhodnější než kondenzátory chlazené vzduchem. Ovšem použitelné jsou jen v případě dostatečného množství chladicí vody. Výhodou těchto kondenzátorů je, že voda má v letních měsících nižší teplotu než okolní vzduch, a proto pracuje s nižším kondenzačním tlakem. Spotřebuje

tak méně elektrické energie pro pohon kompresoru a má i větší chladicí výkon. (FENCL, 1984)

Kondenzátory chlazené vodou můžeme rozdělit na kondenzátory sprchové, průtočné, odpařovací. (DVOŘÁK, FENCL, 1985), (FENCL, 1984)

Výparníky

Ve výparníku, který je součástí chladicího okruhu, dochází ke změně skupenství (vypařování) kapalného chladiva. Výparník umožňuje odvod tepla z vychlazovaného prostoru do vypařujícího se kapalného chladiva. A tím dochází ke snížení teploty ve vychlazovaném prostoru a následně k vlastnímu chlazení. Proces, který probíhá ve výparníku je opačný než u kondenzátoru.

Vychlazovaným prostředím může být vzduch, anebo jiný plyn, nebo voda, či jiná kapalina, eventuálně i kondenzující chladivo jiného chladicího okruhu.

Teplu potřebné pro vypaření chladiva může být vychlazovanému prostředí odnímáno pouze, když je teplota vypařování chladiva nižší než teplota vychlazovaného prostředí. Tlak kapalného chladiva přivedený do výparníku musí být snížen z tlaku kondenzačního na tlak vypařovací. Vypařovací tlak získáme pomocí škrtícího prvku – expanzního ventilu. (FENCL, 1984)

Výparníky se rozdělují podle funkce a konstrukce. Podle funkce lze výparníky rozdělit na suché a zaplavené.

Dle konstrukce rozdělujeme do dvou základních skupin:

- Podle toho, jaké prostředí výparníky ochlazuje:
 - a) výparníky pro chlazení plynů
 - b) výparníky pro ochlazení kapalin
- Podle toho, jakým způsobem je ochlazení dosahováno:
 - a) Výparníky pro chlazení přímé
 - b) Výparníky pro chlazení nepřímé (FENCL, 1984)

Mezi nejrozšířenější patří výparníky pro ochlazování vzduchu, které jsou označovány jako chladiče vzduchu. Používají se pro chladicí zařízení malých a středních výkonů. Vzduch nikdy není absolutně suchý a vždy obsahuje určité procento vlhkosti a to způsobuje komplikace při provozu chladicího zařízení. Výparník je zobrazen na obr. 5. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

Výparníky pro chlazení kapalin se používají pro vyšší chladicí výkony. Pro malé a střední výkony jsou výparníky pro chlazení kapalin používány jen zřídka např. výčepní stolice na pivo. (FENCL, 1984)

Obr. 5 Výparník pro ochlazování vzduchu



Zdroj: (BEIJER REF, 2015)

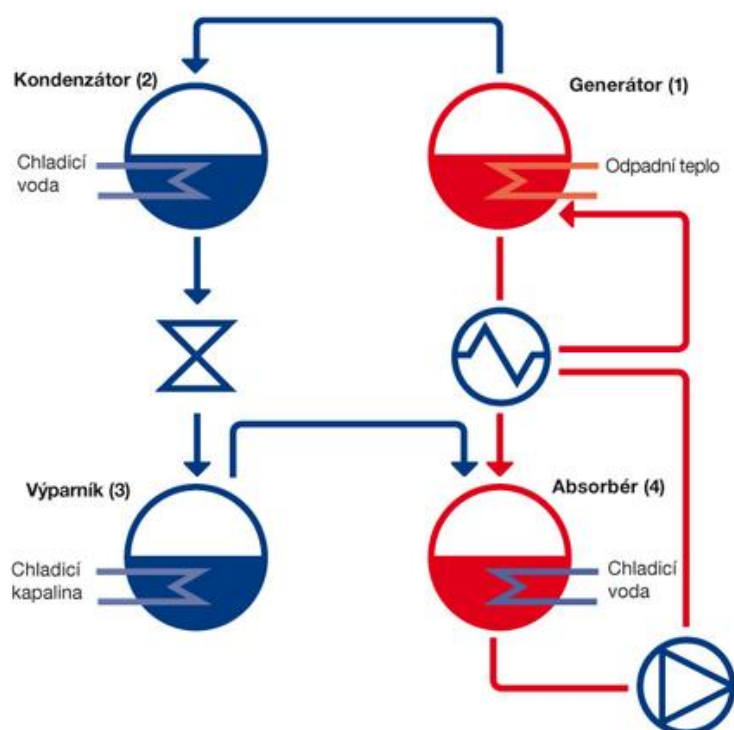
3.3.2. Sorpční chladicí systém

Sorpční chladicí zařízení jsou poháněna energií ve formě tepla. K provozu sorpčních zařízení se nejčastěji využívá především primární energie – tepelná energie ze spalování fosilních paliv nebo vysokoteplotní toky odpadového tepla pro absorpční zařízení. Pro adsorpční zařízení například spaliny kogenerační jednotky. (TYBINFO, 2011)

Absorpce je fyzikální děj, při kterém se rozpouští plynná fáze v kapalině. Absorbent je kapalina a plyn se nazývá absorbát. Jako pracovní dvojice se nejčastěji využívá amoniak-voda, voda-vodný roztok bromidu litného. Pro dvojici amoniak-voda je chladivem (absorbátem) amoniak (čpavek), můžeme tak dosáhnout teplot chlazené látky, které jsou pod nulou. Naopak zařízení s roztokem bromidu litného, kdy chladivem je voda, lze dosáhnout teplot vyšších než nula a proto jsou spíše vhodné pro klimatizační zařízení. Absorpční chlazení je založeno na rozpustnosti plynu v absorbentu. (DVOŘÁK, FENCL, 1985), (TYBINFO, 2011)

Směs čpavku a vody je obsažena v generátoru, po zahřátí odpadním teplem je čpavek odpařen a jeho páry jsou přivedeny do kondenzátoru. Čpavková pára v kondenzátoru kondenzuje pomocí chladicí vody a je vypouštěna přes expanzní ventil do výparníku, což způsobí pokles teploty čpavku. Studená čpavková pára vznikající ve výparníku proudí do nádoby absorbérů, kde se absorbuje do roztoku čpavku a je čerpaná zpět do generátoru. Absorpčního chladičového zařízení je využíváno u domácích ledniček kde není zapotřebí dosahovat velkých chladičových výkonů. Princip absorpčního chlazení je zobrazen na obr. 6. (ALFALAVAV, 2013)

Obr. 6 Schéma absorpčního chladičového zařízení



Zdroj: (ALFALAFAL, 2013)

Proces adsorpce využívá princip fyzikální adsorpce. Adsorbát je pára a tuhá fáze se nazývá adsorbent. Adsorbenty jsou látky s vysokou pórovitostí. Mohou být přírodního typu (aktivní uhlí), nebo průmyslově vyráběné (silikagel). Vodní pára se využívá jako adsorbát, která splňuje požadavek na ekologicky neškodné pracovní látky. Adsorpční chlazení je založeno na principu snížení tlaku nad hladinou vody, což má za následek vypařování vody při nízkých teplotách. Molekuly par jsou zachycovány v pórech adsorbentu, čímž přestávají být součástí páry, což zabezpečí vypařování vody, dokud nebude dosažena

adsorpční rovnováha. Když dojde k obsazení všech volných míst molekulami adsorbentu, proces se zastaví. Dodáním tepla dojde k vypuzení adsorbátů z póru. Tento proces je nazývá desorpce. (TYBINFO, 2011)

3.3.3. Proudový chladicí systém

U proudového chladicího systému se ve výparníku za pomoci ejektoru nebo kompresoru udržuje vakuum a pomocí trysek je v něm rozprašována voda. Voda ve výparníku vře. Část vody se za pomoci ejektoru vypaří. Vypařená voda z výparníku a páry z ejektoru společně putují do kondenzátoru, který je ochlazován vodou. Smíchané páry v kondenzátoru kondenzují. Vroucí voda ve výparníku je neustále doplňována. Část vody, která zůstane ve výparníku, je ochlazována. Tato ochlazená voda je dopravena do ochlazovacího prostoru a následně oteplena, po oteplení se voda vrací zpět do výparníku. (DVOŘÁK, 1986)

3.3.4. Plynový chladicí systém

Plynové oběhy používají jako chladivo nejčastěji vzduch, který nemění své skupenství, pouze teplotu, tlak a entalpii. Pomocí kompresoru je plyn stlačen na požadovaný tlak, čímž dojde ke zvýšení teploty a entalpie. Stlačený plyn je nejprve ochlazen vodou nebo atmosférickým vzduchem a následně přiveden do detandéru (expanzivní stroj). Detandér, který pracuje na podobném principu jako parní stroj, je tímto stlačeným plynem poháněn. Stlačený plyn v detandéru vykonává práci, tím poklesne jeho teplota, entalpie a tlak. Ochlazený plyn je převeden do vychlazeného prostoru nebo do výměníku a odevzdá tam chladicí výkon. Ve vychlazeném prostoru teplota opět stoupne a plyn je opět nasáván do kompresoru. Tento způsob chlazení vyžaduje poměrně velké objemové množství vzduchu, které je potřebné pro dosažení dostatečného chladicího výkonu. Proto je tento systém chlazení využíván jen ve zvláštních případech. (DVOŘÁK, 1986)

3.3.5. Termoelektrický chladicí systém

Principem termoelektrického chladicího systému je využití Peltierova jevu. Roku 1911 jako první Edmund Altenkirch využil Peltierova jevu a zpracoval základní teorii. Princip termoelektrického jevu spočívá ve změně tepelné energie na energii elektrickou a naopak.

Ke změně energie dochází za pomoci elektronických součástí, které jsou nazývány termoelektrické články (obr. 7) nebo termoelektrické zdroje.

Obr. 7 Termoelektrický článek



Zdroj: (GES, 2015)

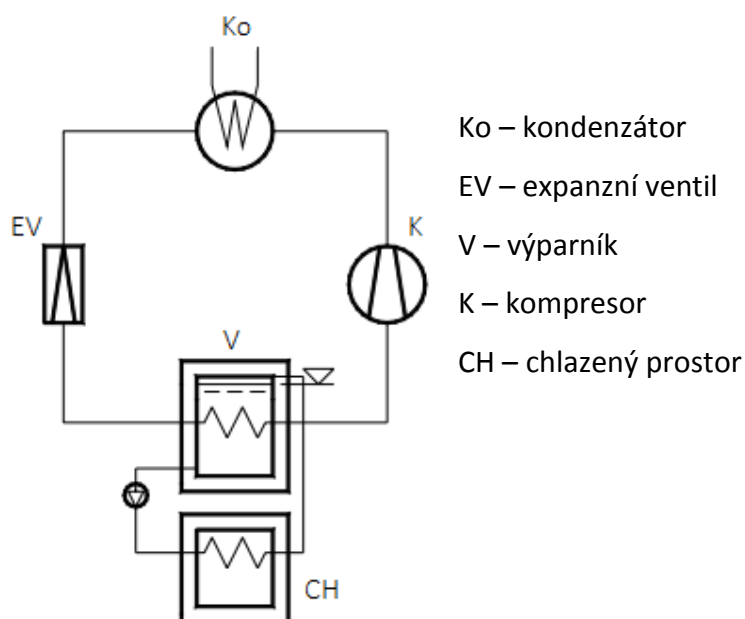
Dva vodiče z různých kovů jsou vodivě spojeny a každému spoji je vystaven různým teplotám. Mezi těmito spoji vznikne napětí, které je tím vyšší, čím je větší rozdíl teplot. Do elektrického obvodu, který je tvořen spojnici těchto kovů, je přiváděn stejnosměrný proud, odpovídající rozdílu teplot. Výsledkem je snížení teploty jednoho spoje na teplotu spoje druhého a naopak stoupnutí teploty druhého spoje na teplotu teplého spoje. (DVOŘÁK, 1986)

3.3.6. Chlazení přímé a nepřímé

Chlazený prostor může být vychlazován chlazením přímým nebo nepřímým. U přímého chlazení je tento prostor chlazen odpařováním chladiva v tomto prostoru.

Při nepřímém chlazení je výchozím chladivem předáván chlad druhému chladicímu prostředku, který vychlazuje chladicí prostor. Nepřímé chlazení je využíváno pro vedení chladu na delší vzdálenosti od chladícího zařízení nebo tam, kde je zapotřebí oddělit prostor výparníku od vlastního chlazeného prostoru. Schéma nepřímého zařízení je zobrazeno na obr. 8. (INGRAJAS, 2014)

Obr. 8 Nepřímé chlazení



Zdroj: (INGRAJAS, 2014)

3.4. Konzervace chladem

Chlazení potravin je výhodnou metodou konzervace z hlediska zachování nutričních, chuťových a vzhledových vlastností. Chlazení napomáhá k omezení ztrát vlivem znehodnocení potravin a umožňuje spotřebu potravin mimo období produkce.

3.4.1. Chladicí řetěz

Potraviny, které chceme udržet v konzumovatelné stavu, musí projít tzv. chladicím řetězem. Je tak označován soubor stabilních i mobilních chlazených prostorů, jimiž prochází potravina od prvního zchlazení až ke konečnému spotřebiteli. Aby došlo k uchování všech nutričních i organoleptických vlastností, musí být splněny velmi přísné a přesné podmínky. Na potraviny mají vliv: teplota, manipulace, čas, prostředí. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

3.4.2. Vliv teploty

Teplota potravin by měla být stálá a udržována tak, aby docházelo k co nejmenším teplotním výkyvům, které jsou způsobeny nejen rozdílem teploty v chlazených prostorech, jimiž potravina postupně prochází, ale i při manipulaci např. při překládání. Vhodné teploty

při skladování, zchlazení, zmrazování a teploty na konci zmrazování jsou odvozovány od druhu potraviny. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

3.4.3. Vliv prostředí

Prostředí je udržované na základě druhu uchovávané potraviny a na jednotlivých parametrech (vlhkost, rychlost proudění vzduchu, výměna vzduchu, složení)

Vlhkost se pohybuje okolo 70 až 90 % v závislosti na jednotlivém druhu potraviny. Měření a udržování vlhkosti je velmi obtížné. Dodržení vhodné vlhkosti je důležité z hlediska hmotnostních ztrát, které jsou způsobeny odpařováním vody u nebaleného zboží. Správné teploty se dosahuje nastavením cirkulace vzduchu a povrchové teploty příslušného chladiče.

Rychlosti proudění vzduchu jsou všeobecně malé. Nejpodstatnější je zajištění profukování vzduchu po celém chladicím prostoru. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

Výměna vzduchu je velmi důležitá pro odvod pachu, vznikajících při uskladněním ovoce, zeleniny a mikroflóry, které se rozmnožují i při nízkých teplotních podmínkách.

Složení skladovací atmosféry se může lišit od atmosférického vzduchu, na základě koncentrace jednotlivých složek.

3.4.4. Vliv času

Velmi důležitý čas je nejen od prvního snížení teploty až ke konečnému konzumu, ale v také jednotlivých fázích. Zajištěním optimálního času zabráníme vzniku škodlivých, znehodnocujících vlivů. Mezi nejdelší časy patří čas skladování, který je nejpodstatnější. Při dopravě se snažíme dodržet co nejkratší čas a vyvarovat se případným teplotním výmkům. Čas konzumace se řídí podle individuálních domácností, podle systému nakupování, uchovávání zásob a velikosti chladničky či mrazničky. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

Při nedodržení optimálních časů a správné teploty například při přepravě zboží musíme zkrátit čas úchovy, aby nedošlo ke snížení jakosti chlazené potraviny.

3.4.5. Vliv manipulace

Kvalita nelze zlepšit žádným konzervačním pochodem, a proto musíme dbát na zpracování potravin, které jsou pouze bezvadné biologické a mechanické jakosti.

Při čištění, třídění a dělení zacházíme se zbožím šetrně, aby nedošlo k jeho poškození. Udržujeme hygienu a čistotu při všech operacích. Zboží balíme do vhodných obalů. Dbáme na optimální čas přepravy zboží. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

3.5. Chladiva

Látka, která v chladicím oběhu přijímá teplo při nízkém tlaku a teplotě a následně ho odevzdává při vyšším tlaku a teplotě je nazývána jako chladicí látka (chladivo). Tato schopnost chladiv je dána jejich fyzikálními nebo fyzikálněchemickými vlastnostmi. Na rozdíl od oběhů plynových je přívod a odvod tepla spojen se změnou skupenství. (DVOŘÁK, 1986)

3.5.1. Požadavky na pracovní látku

Nejdůležitějším požadavkem na pracovní látku patří teplota varu, která je běžně označovaná jako vypařovací teplota. Tato teplota by se měla nacházet v rozmezí přiměřených tlaků a bylo by jí tak možno použít pro účely strojního chlazení.

Požadavky na chladiva:

- Chemické vlastnosti – nehořlavost, nevýbušnost, antikoroziční účinky
- Fyzikální vlastnosti – netečnost
- Vhodné termodynamické vlastnosti – přiměřené tlaky, teplota vypařování
- Fyziologické působení na lidský organismus – nejedovatost, nevýbušnost
- Nízká cena a dostupnost

Ani jedna z přibližně 70 druhů látek, které jsou vhodné pro použití v chladírenském průmyslu, nespĺňuje všechny uvedené požadavky. Úkolem konstruktéra chladicího zařízení je vybrat takovou látku, která se co nejvíce přibližuje požadavkům, vlastnostem tzv. ideální látky. (DVOŘÁK, 1986), (FENCL, 1984)

3.5.2. Rozdělení a označování chladiv

Běžně používána chladiva lze rozdělit do pěti základních chladiv:

- **Čpavek** – nulový vliv na ozonovou vrstvu, má nulový skleníkový efekt, vysokou objemovou chladivost, hořlavý, jedovatý

- **Oxid uhličitý** – nulový vliv na ozonovou vrstvu, nízký skleníkový efekt, dobrá chladivost, vysoké tlaky, hořlavé, výbušné
- **Freony** – negativní vliv na ozonovou vrstvu, nehořlavé, bez zápachu
- **Čisté uhlovodíky** (propan, butan, ethylen, ethan) – nulový vliv na ozonovou vrstvu, nízký skleníkový efekt, dobrá chladivost, hořlavé, výbušné
- **Voda a vzduch**
- **Směsi chladiv**

Chladiva jsou zpravidla označena chemickými názvy a vzorci. Používá se jednotné označování podle normy a to písmenem R a dále dvojmístným nebo trojmístným číslem.

3.5.3. Druhy chladiv

Voda

Voda jako chladivo se vyznačuje velmi nízkými tlaky a vysokými objemy. V závislosti na hmotnostní chladivosti, která je ze všech používaných látek nejvyšší, klesá objemová chladivost a tím je voda použitelná pro paroproudé, absorpční zařízení a v menší míře i u turbokompresoru.

Čpavek

Již přes 100 let je čpavek (amoniak), označovány jako R717, používán jako chladicí látka v průmyslových zařízeních. Čpavek je bezbarvý, pod tlakem zkapalněný plyn s charakteristickým silným zápachem a s menší hmotností než vzduch. Má nulový vliv na rozkládání ozonu (molekula O₃) v ozonové vrstvě a žádný přímý potenciál pro skleníkový efekt. Vzhledem k potřebnému malému množství v porovnání s jinými chladivy má násobně menší nepřímý potenciál na skleníkový efekt. Silný zápach se projeví mnohem dříve, než koncentrace čpavku ve vzduchu, při případném úniku čpavku ze zařízení vlivem netěsnosti, dorazí zdraví nebezpečných hodnot. Čistý čpavek se vyznačuje netečností vůči materiálům, naopak již s malým množstvím vody se stává zásaditým a napadá ostatní kovy. Lehčí a nerozpustný v olejích, takže lze vypouštět ze dna nádoby. (DVOŘÁK, 1986), (FENCL, 1984)

Oxid uhličitý (suchý led)

Suchý led je pevnou formou oxidu uhličitého, který byl v minulosti používán při chlazení ryb na lodích. V současné době je tato látka, až na ojedinělé případy opuštěna.

Halogenové uhlovodíky

Freony jsou kapaliny nebo plyny, vyznačující se chemickou stálostí a nízkou teplotou varu. Jsou bezbarvé, nehořlavé, netoxické, bez zápachu a nezpůsobují korozi. Halogenové uhlovodíky díky těmto vlastnostem způsobily obrovský rozmach nejen v oblasti chladicí techniky, ale i v chemickém průmyslu. Avšak po zjištění negativního vlivu na ozonovou vrstvu byly některé tyto látky zakázány.

Freony rozdělujeme na tvrdé a měkké freony. Tvrdé freony (CFC) vznikají tak, že v molekule uhlovodíku jsou všechny atomy vodíku nahrazeny fluorem a chlorem. Do této skupiny patří chladiva R12, R502, R13, která jsou zakázaná. Měkké freony jsou rozdělovány do dvou skupin (HCFC, HFC). Od roku 2012 je také zakázaná výroba chladiv typu HCFC. Chladiva HFC byly vyvinuty jako náhrada za chladiva poškozující ozonovou vrstvu. (JDK, 2012)

Chladicí směsi

Chladicí směsi používané jako chladiva jsou složeny ze dvou nebo více složek používaných samostatně jako chladiva v jiných aplikacích. Chladicí směs je látka, jejíž oběh je vložen mezi oběh chlazené látky a chladiva. Ideální směs má velkou kapacitu, je chemicky inertní, nezpůsobuje korozi chladicího systému a vyznačuje se nízkou viskozitou. Chladicí směsi rozdělujeme na azeotropické a zeotropické směsi. Jako chladicí směs je často používaná solanka. (FENCL, 1984)

Azeotropní směs se chová jako jednosložková látka. Při kondenzaci a vypařování zůstává koncentrace roztoku konstantní.

Zeotropní směs je charakteristická tím, že její jednotlivé složky vřou při různých teplotách. Pára je zprvu bohatší, teplota postupně narůstá a složení par i kapaliny se mění.

Solanky jsou vodné roztoky různých solí. Sůl snižuje teplotu mrznutí a tak tento roztok zůstává tekutý i při teplotách pod bodem mrazu. Nejčastěji se používá např. roztok vody

a chloridu vápenatého CaCl_2 , methanolu, propylenglykolu. Některé typy solanek jsou žíraviny, a proto je nutné dodržovat bezpečnostní opatření. Solanky se používají, tam kde je potřebné zajistit chlazení na delší vzdálenost od chladicího zařízení (nepřímé chlazení). (DVOŘÁK, 1986), (STROJÍRENSTVÍ, 2010)

4. Chlazení v potravinářském průmyslu

Mezi hlavní konzervační pochody patří chlazení a zmrazování. Chlazením je označováno snížení a následné udržení teploty potraviny nad teplotou počátku vymrzání vody. Naopak zmrazování je snížení a následné udržení teploty, při níž se podstatná část vody přeměnila v led.

4.1. Chlazení

Potraviny zchlazujeme na teploty okolo 0 až 5 °C. Po zchlazení jsou potraviny dále zpracovávány, distribuovány nebo skladovány. Abychom zabránily vysychání potravin, zchlazujeme v prostorách (tunely, komory) za pomoci přístrojů o vysokém proudu vzduchu a při optimální teplotě. Při chlazení dochází ke snížení změn ve směru biochemickém a mikrobiologickém a k prodloužení životnosti zpracovávaných potravin. Pro prodloužení životnosti potravin je chlazení použito s dalšími procesy (pasterací, fermentací nebo ozařováním). (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

4.2. Mražení

Teplota potraviny při zmrazování leží pod teplotou bodu mrazu. Část vody v potravině je přeměněná na ledové krystaly. Rychlost zmrazování musí být vyšší než 0,3 mm/min, jinak se tvoří velké krystaly a potravina po rozmražení ztrácí velké množství šťáv. U mrazených potravin se vyskytují jen malé změny v nutriční nebo senzorické kvalitě.

Způsoby zmrazování

Kromě všeobecného požadavku na rychlost zmrazování, jsou kladeny velké nároky na způsob zmrazování s ohledem na druh potravin. Například kašovitě potraviny mohou být zmrazovány v menších nebo větších kostkách podle požadovaného počtu porcí. U krájené zeleniny, drobného ovoce je požadováno, aby si zachovaly sypkost a možnost oddělení

v požadovaném množství. Z těchto příkladů vyplývá, že požadavky na způsob a zařízení zmrazování jsou u jednotlivých potravin odlišné. (HRUBÝ, 1986)

Základní požadavky na zmrazovací zařízení:

- Látka, sloužící k odvodu tepla nemá potraviny poškozovat a nesmí být zdravotně nebezpečná.
- Krátká zmrazovací doba, aby byla zachována jakost výrobku.
- Univerzální zmrazovací zařízení pro zmrazování podobného sortimentu.
- Hospodárnost zmrazovacích prací (spotřeba energie, obsluha zařízení).

Zmrazování lze rozdělit dle způsobu odvodu tepla a konstrukce zařízení: v chlazeném vzduchu, ve vychlazeném vzduchu, kontaktní a v kapalném a odpařujícím se chladivu. (HRUBÝ, 1986)

4.2.1. Zmrazování v chlazeném vzduchu

Cirkulující vzduch uvnitř nebo na povrchu výměníku tepla slouží jako přenašeč tepla ze zmrazovaného zboží na chladivo nebo chladicí látku. Tento způsob je používán v mrazilkách a zmrazovacích tunelech.

- **Mrazilky**

Mrazilky byly velké místnosti, které v minulosti soužily pro zmrazování masa při teplotách -15 až -20 °C v dnešní době se již nepoužívají. Vzduch v mrazilkách necirkuloval dostatečnou rychlostí, což způsobilo pomalé zmrazování a značné hmotnostní ztráty. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

- **Zmrazovací tunely**

Zmrazovací tunely jsou místnosti připomínající dlouhé chodby, ve kterých je systém cirkulace vzduchu přizpůsobený tak, aby bylo dosaženo co největší rychlosti vzduchu. Vysoké rychlosti vzduchu vedou ke zkrácení doby zmrazování. Cirkulace vzduchu probíhá pomocí ventilátorů, které zajišťují přísun vzduchu ke všem místům zmrazovaného zboží. Tunely jsou většinou postaveny vedle sebe a jejich počet je volen podle požadované zmrazovací kapacity. (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

Podle způsobu pohybu zboží v tunelu rozdělujeme:

- a) Stacionární tunely (zboží zůstává po celou dobu zmrazování na jednom místě v tunelu)
- b) Kontinuální tunely (pohyb zboží při zmrazování)

Stacionární komorové tunely

Chladicí zařízení stacionárního tunelu je sestaveno z výparníku, který je složen žebrovými nebo lamelovými trubkami. Lamelové trubky zvyšují chladicí plochu, a proto jsou více používané. Nepřímé chlazení, které je velmi nákladné se spíše nepoužívá. Naopak u přímého chlazení je velkou výhodou regulace výkonnosti, úprava teplotních spádů a úspora energie. Své značné nevýhody má uspořádání zmrazovacích tunelů, které jsou napojeny na společný chladicí okruh. Napojení na jeden chladicí okruh způsobí kolísání teplot a dojde k prodloužení zmrazovací doby, tam kde se tunely zaplňují postupně.

Nasávaný vzduch pomocí ventilátoru je vytlačován přes chladič. V chladiči je vzduch ochlazen a proudí přes zmrazované zboží, kterému tak odebere teplo. Chladiče mohou být umístěny buď nad tunely, nebo pod tunely, přímo v tunelech nebo po stranách. Umístění pod nebo nad tunely je využíváno pro podélné proudění vzduchu. Pokud jsou chladiče umístěny přímo v tunelech nebo podél nich využívá se příčné proudění vzduchu. Příčné proudění je využíváno pro menší rychlosti proudění vzduchu a pravidelné ochlazování. Proud vzduchu musí být usměrňován již na začátku, aby přišel do kontaktu s co největším počtem zboží. Pokud není proud vzduchu rozdělen již na začátku, dochází k nerovnoměrnému ochlazování zboží. Pro usměrňování vzduchu lze použít reverzibilní ventilátor, pomocí kterého lze měnit směr proudění vzduchu v tunelech. Vysoký volný prostor zapříčiní nevhodný průchod vzduchu zpět k sání ventilátoru, aniž by odvedl teplo ze zboží.

Rychlost proudění v tunelech dlouhých 10 až 12 m se pohybuje okolo 6 až 8 m·s⁻². Výhodou u vyšších rychlostí vzduchu je zkrácená doba zmrazování, menší teplotní rozdíly a vyšší odpařovací teplota.

Nejčastější teplota v tunelech se pohybuje mezi -30 až -38 °C. Snížením teploty dojde ke zkrácení doby zmrazování, ale i ke zvýšení nákladů na jednotku zmrazovaného zboží. Nejvýhodnější je postupné snižování teploty a udržování přijatelných teplotních rozdílů.

Závěsné dráhy mohou být opatřeny mechanickým posuvem závěsu. Posuv umožňuje průjezdnost tunelů, kdy zboží jedním koncem vstupuje a druhým vystupuje z tunelu. Zboží, které má být zmrazeno se připravuje v předtunelí, kde je ochlazováno. Zboží vystupující z tunelů je v zátunelí udržováno při mrazírenských teplotách a následně zabaleno do přepravních obalů.

Zboží je do tunelu dopravováno na speciálních vozících, paletách a regálech. Na závěsných drahách se dopravuje už jen maso na kosti. Naporcované a zabalené zboží se ukládá na plechové podnosy, které se po naplnění zasouvají do klecí. Zboží je uloženo tak, aby vzduch přišel do kontaktu s co největším povrchem zboží. Naplněné klece se posouvají po kolejnicích. Velmi často dochází k přeplnění tunelů. Zboží bývá stěsnáno vedle sebe a tím je zamezen volný přístup proudícího vzduchu. Což způsobí narušení tepelné výměny a zvýšení teploty chladícího vzduchu. A tak dojde k prodloužení doby zmrazování.

(HRUBÝ, 1986)

Tunely s kontinuálním posuvem zboží

U tunelů s kontinuálním posuvem zboží, dochází k plynulému navazování na výrobní linky. Tyto tunely lze rozdělit do několika základních skupin.

Tunely s mechanickým posuvem zboží na pásovém dopravníku. Balené i nebalené zboží je uloženo na transportním pásu. Tunel má uložené chladiče na bocích a směr proudění vzduchu je kolmý na směr dopravy zboží. Pomocí variátoru otáček regulujeme rychlost posuvu pásu podle velikost zboží a způsob jeho uložení. Cirkulační okruh je zajištěn pomocí ventilátorů, které umožňují vytvořit sekce s ustáleným teplotním stavem. Zboží může být dopravováno i pomocí spirálového pásu (obr. 9), kdy zboží vstupuje v horní části tunelu a zmrazené vyjíždí z dolní části ven. Směr proudění vzduchu je od shora dolů. (HRUBÝ, 1986), (DVOŘÁK, FENCL, 1985),

Obr. 9 Mrazicí tunel se spirálovým dopravníkem



Zdroj: (EUROSITEX, 2013)

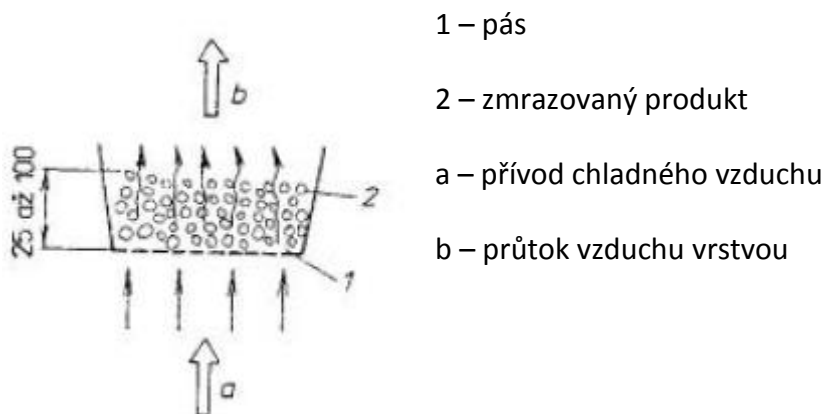
Gravitační tunely mají uloženy několik pásových dopravníků nad sebou. Zboží, které přichází z výrobní linky na páse, se volně přesype na druhý pás, který je níže položený a má opačný směr posuvu. Tak aby se zboží na konci dostalo na nejnižší položený pás, který zboží přepraví k plnicím a balicím strojům.

Tunely pro zmrazování baleného zboží. Transportér přivádí zboží k seřizovači, který jej mechanicky zasouvá do kovových regálových klecí umístěných uvnitř zmrazovače. Ve zmrazovači proudí vzduch příčně přes lamelový chladič, který je bočně uložen. Zmrazovače se používají spíše pro zmrazování zboží v krabicích. (HRUBÝ, 1986)

Zmrazovače sypkých materiálů (fluidní zmrazovače) slouží pro zmrazování nebaleného drobného ovoce, nařezané zeleniny a bramborové hranolky. Pro všechny druhy potravin, které chceme po zmrazení mít sypké. Spotřebitel tak může libovolně odsypávat požadované množství. Pro získání takové úpravy zboží je zapotřebí neustálý pohyb každého kousku. Vysokotlaké ventilátory pohánějí vzduch přes chladiče zespodu ke zboží, které je takto nadnášeno a neustále se pohybuje. Pohyb částic je zobrazen na obr. 10. Některé fluidní zmrazovače nemají dopravní transportér. Zboží je v nich nejen nadlehčováno, ale také usměrňováno proudem vzduchu až k výstupu. Fluidní zmrazování je obvykle spíše sezónní

zařízení. Proto mohou být dodány i pojízdné regálové vozíky, na kterých je možné zmrazovat např. hotové pokrmy. (HRUBÝ, 1986)

Obr. 10 Princip fluidního zmrazování



Zdroj: (DVOŘÁK, FENCL, 1984)

Výhody a nevýhody zmrazování potravin ve zmrazovacích tunelech

Výhodou je univerzální použití komorových tunelů pro různé druhy potravin nepravidelných tvarů, rozličných velikostí a balení. Mezi další výhodou patří možnost mechanizace naplňování a vyprazdňování zmrazovacího zařízení. Fluidní zmrazovače jsou velmi výhodné pro zboží, u kterého chceme zachovat tvar, sytkost a ojínění povrchu. K nevýhodám zmrazování proudem vzduchu patří velké hmotnostní ztráty způsobené vysycháním potravin a u balených potravin delší zmrazovací čas než jiných způsobů zmrazování. Pokud nejsou použity pevné desky nebo formy a je-li zboží zmrazováno volně, dochází tak k deformaci obalů. V dlouhých stacionárních tunelech s podélnou cirkulací vzduchu není zboží stejnosměrně zmrazováno. (HRUBÝ, 1986)

4.2.2. Zmrazování v chlazeném roztoku

• **Zmrazování přímým stykem potravin s chladícím roztokem**

Zmrazování přímým stykem potravin s chladícím roztokem patří k nejstarším metodám zmrazování. Pracuje na způsobu, kdy je výparník ponořen do nádrže s roztokem soli. Solný roztok pomocí čerpadla neustále proudí mezi zmrazovaným zbožím a výparníkem a je ochlazován. Na potravině se musí při ponoření vytvořit tenká ledová vrstva, která

zabrání pronikání soli do potraviny. Tento způsob zmrazování využívají přímořské státy ke zmrazování ryb. (HRUBÝ, 1986)

- **Zmrazování bez přímého styku potraviny s chladicím roztokem**

Potravina nepřichází do přímého styku s chladicím roztokem. Tato potravina je uložena v kovové formě, nebo zabalena ve vodotěsném obalu a ponořena do roztoku soli. Při tomto způsobu zmrazování nemusí být teplota ochlazované látky udržována u bodu mrznutí. Potraviny musí být uloženy, tak aby nevznikaly vzduchové mezery, které by snižovaly rychlost zmrazování. Zboží je posouváno za pomoci závěsného nebo transportního zařízení. (HRUBÝ, 1986)

Výhody a nevýhody ponorného zmrazování

Výhodou je především velká rychlost zmrazování. Velmi výhodné je zmrazování potravin nepravidelného tvaru a u zboží, kde nevadí částečné proniknutí mrazicího roztoku. Potraviny zmrazované ponorem mají minimální ztráty i při rozmrazování. Nevýhodou je potřeba nepropustného obalu bez vzduchových mezer. Při použití chloridu sodného dochází k silné korozi, která snižuje životnost zařízení. Tato zařízení se proto nepoužívají. (HRUBÝ, 1986)

4.2.3. Kontaktní zmrazování

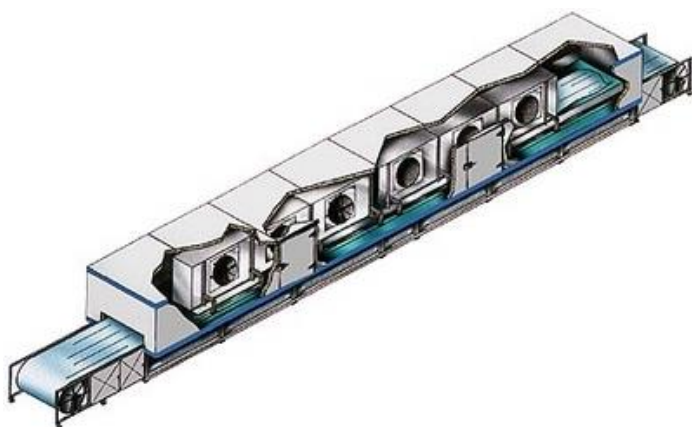
Zboží, které má být zmrazováno je sevřeno mezi dvěma kovovými deskami, ve kterých proudí chladicí látka, nebo se v nich přímo odpařuje chladivo. Teplo je odváděno těmito látkami.

Deskové zmrazovače s přerušovaným provozem. Tyto zmrazovače jsou řešeny jako izolované skříně s horizontálně uloženými deskami. Zboží je urovnáno na kovových rámech, nebo plechových podnosech vsunuto mezi dvě chladicí desky, které jsou pomocí hydrauliky stlačeny ke zboží tak, aby těsně přilehly. Na okrajích jsou lišty, které jsou vyměňovány podle tloušťky zmrazovaného zboží, aby nedocházelo k deformaci obalů při stlačení desek. Po ukončení zmrazovacího procesu se desky od sebe oddálí a zmrazené zboží je z kovových rámců vyjmuto a odsunuto k balení.

Kontinuální deskové zmrazovače plynule navazují na výrobní linky a je tak dosahováno velké produktivity práce. Zmrazovače si zachovávají výhody přestupu tepla oběma největšími plochami a uchovávají tvar pravidelného obalu. Kontinuální deskový zmrazovač je zobrazen na obr. 11.

Horizontální deskové zmrazovače. Zabalené potraviny jsou pásem dopraveny k zarážce, kde jsou seřazeny. Pokud je seřazeno určité množství, podavač automaticky vsune krabičky mezi zmrazovací desky. Při tomto pohybu se posunou ostatní krabičky mezi deskami tak, aby poslední řada zmrazeného zboží vyklouzla na pásový dopravník. Vyrábějí se i vertikální deskové zmrazovače, které jsou obdobou horizontálních. (HRUBÝ, 1986)

Obr. 11 Kontaktní deskový zmrazovač



Zdroj: (IQF BLAST FREEZERS, 2011)

Výhody a nevýhody zmrazování v deskových zmrazovačích

Doba mezi začátkem mražení a zmrazením je rychlejší než při zmrazování ve stacionárních tunelech. Lepší regulace rychlosti zmrazování při použití různých velikostí obalů. Deskové zmrazovače jsou hospodárnější na provoz než zmrazovací tunely. Nevýhodou je podmínka zmrazování zboží jen se dvěma rovnoběžnými plochami. (HRUBÝ, 1986)

4.2.4. Zmrazování vroucí kapalinou

Balené nebo nebalené zboží je pomocí pásu dopraveno do izolovaného tunelu. V tunelu je zboží nejprve osprchováno tekutým dusíkem, takže jeho povrch rychle zmrzne. V další části je zboží ponořeno do lázně s tekutým dusíkem. Takto jsou potraviny dokonale

zmražený. Na konci tunelu jsou potraviny zabaleny do obalu. Pro tento způsob zmrazování lze použít i oxid uhličitý, který ale pracuje s vyšší odpařovací teplotou.

Výhody a nevýhody zmrazování v tekutém chladivu

Při zmrazování v tekutém chladivu je dosahováno velkých rychlostí zmrazování, než u jiných způsobů. Výhodou rychlého zmrazování je uchování lepší konzistence, aroma a vzhledu potraviny. Patří mezi investičně levnější systémy. Nevýhodou jsou vyšší náklady na provoz ve srovnání s ostatními způsoby zmrazování. (HRUBÝ, 1986)

4.3.Skladování chlazených a zmrazených produktů

Skladování chlazených a zmrazených potravin představuje nejdelší úsek s ohledem na jakost potravin. Potraviny chlazené, ale i mrazené se uchovávají v klimatizovaných místnostech za požadovaných teplot. (IBL, 1971)

- Teploty nad nulou (krátkodobé chlazení)
- Teploty pod -18 °C (dlouhodobá úchova potravin)
- Teploty až -30 °C (skladování delší než několik měsíců, nebo doba překračující jeden rok)

Skladování chlazených produktů

Chladírenské sklady jsou strojně vychlazované, tepelně izolované prostory ke skladování čerstvých potravin. V chladírenských skladech cirkuluje vzduch, který se ochlazuje v chladiči. Cirkulace vzduchu je zajištěna ventilátorem, rozvod vzduchu obstarávají vzduchovody, které umožňují proudění vzduchu mezi zbožím ve všech částech skladu tak, aby byla dodržena předepsaná teplota a relativní vlhkost vzduchu. Sklad je vybaven čidly pro měření teploty a vlhkosti vzduchu. (IBL, 1971)

Skladování zmrazených produktů

Mrazírenské sklady jsou dokonale izolované prostory, které jsou vybavené chladicími systémy, nebo rozvodem vzduchu při jeho nucené cirkulaci a při použití blokových chladičů. Uspořádání celého systému mrazírenských skladů, má velký význam nejen pro zajištění

konstantní teploty a dodržení relativní vlhkosti vzduchu, ale také pro odtávání námrazy během skladování. (IBL, 1971)

4.4. Chlazení v masném, drůbežářském průmyslu a chlazení ryb

- **Chlazení v masném průmyslu**

Pro zabránění průběhu biochemických a mikrobiologických změn v mase používáme převážně vychladlé a vychlazené maso. Teplota vychladlého masa se pohybuje pod teplotou 10 °C a teplota vychlazeného masa pod 4 °C. Doba, kterou potřebujeme k vychlazení masa, se pohybuje mezi 20 až 36 hodinami. Maso musí být zchlazeno co nejrychleji po porážce a musí být dodrženo hygienických požadavků tak, aby maso do chladíren přicházelo s minimálním množstvím zárodků.

Čerstvé maso po porážce může být před skladováním zchlazeno:

- Rychlé zchlazování – chlazení probíhá při teplotě –1 až 0 °C, vlhkost 90 až 95 %, doba ochlazování 12 až 24 hodin, podle druhu masa
- Ultrarychlé zchlazování – v tunelech při teplotě –5 až –7 °C, vlhkost 95 %, doba ochlazování 2 až 4 hodiny, podle druhu masa
- Šokové zchlazování – v tunelech při teplotě –14 až –17 °C, vlhkost 95 %, doba ochlazování 2 hodiny

Po zchlazení v komorách či tunelech je maso přesunuto do chladíren, kde je zavěšeno v půlkách nebo čtvrtích (obr. 12).

Při skladování masa je potřeba dodržet následující zásady (IBL, 1971).

- 1) Kusy zavěšené v chladírenských odvěšovníkách se nesmějí dotýkat.
- 2) Relativní vlhkost vzduchu v chladírně by měla být mezi 80 až 90 %.
- 3) Výměna vzduchu 10 krát za 24 hodin, aby nedocházelo ke vzniku zápachu.
- 4) Teplota vzduchu 5 až 2 °C.
- 5) Těžké kusy je dobré dávat přímo k chladičům, naopak lehčí a méně tučné kusy k odsávacímu potrubí.

Obr. 12 Zavěšené hovězí půlky



Zdroj: (CESTR, 2008)

Pro dlouhodobé skladování je potřeba maso zmrazit. Bod mrznutí masa je mezi -1 až $-1,5$ °C. Zmrazovat lze pouze maso, které prošlo veterinární kontrolou. Zmrazování probíhá ve zmrazovacích tunelech v půlkách, čtvrtích nebo blocích. (IBL, 1971), (DVOŘÁK, FENCL, 1985)

- **Chlazení drůbeže**

Po zabalení vykuchané a zpracované drůbeže musí, co nejdříve přijít zchlazení (obr. 13). Chlazení se provádí při teplotě 0 až 4 °C, nejdéle 4 dny po porážce. Chlazení probíhá ponorem do ledové vody nebo proudem vzduchu. Při chlazení je velice nutné dodržet hygienickou čistotu zpracování drůbeže. Nedodržením teplot chlazení dochází k množení hnilobných bakterií, které byly zastaveny zchlazením.

Při teplotách nižších než -2 °C je maso považováno za zmrzlé. Značná část vody obsažená v drůbeži se při zmrazování mění na led. Pro zmrazování je používáno těchto metod: zmrazování proudem vzduchu, zmrazování ponořením, zmrazování postřikováním. Před zmrazováním postřikem nebo ponorem se zmrazená balená nebo nebalená drůbež musí osprchovat čistou pitnou vodou.

Obal má zamezit ztrátám vlivem vysychání, pokud dochází ke zmrazení proudem vzduchu nebo zabránit přímému styku drůbeže a chladiva při chlazení ponorem. (IBL, 1971)

Obr. 13 Zabalená a zchlazená kuřecí stehna



Zdroj: (GSM-PACK, 2015)

- **Chlazení ryb**

Ryby při působení vyšších teplot podléhají rozkladným procesům daleko rychleji než maso teplokrevných zvířat, proto je důležité začít s chlazením co nejdříve po výlovu. Rozklad je vyvolán činností mikroorganismů, které přežívají na povrchu těla ryb. Proto k zpracování, zchlazování nebo zmrazování dochází přímo na lodích, kde jsou následně zasypány ledem např. v polystyrénových krabicích. Další variantou je vakuování rybích výrobků. Trvanlivost chlazených ryb na ledu je 6 dnů, u vakuově balených výrobků 7 dní. (IBL, 1971)

4.5. Chlazení v mlékárenském průmyslu

Mléko patří mezi těžko udržitelné potraviny. Při jeho zpracování musí být dodrženo velmi přísných technologických předpisů. Mléko obsahuje všechny důležité složky, tj. tuky, bílkoviny, sacharidy, minerální látky, vitamíny, stopové prvky pro vývin organismu. Nejčastěji je zpracováváno mléko kravské.

Technologický postup výroby mléka:

- Příjem mléka
- Čištění a odstředování
- Pasterace, sterilace (ošetření mléka)
- Chlazení a konzervace
- Zpracování mléka (MALÉŘ, KROUPA, 1992)

Po nadojení je mléko zchlazeno dle předpisů na teplotu 5 °C. Čas mezi nadojením a zchlazením se pohybuje v rozmezí 2 – 3 hodin. Čerstvě nadojené mléko se uchovává

ve vychlazených nádobách tzv. sběrnách. Kde je promícháváno pomocí míchadla, chladí se buď přímo sublimujícím chladivem, nebo nepřímo vodou. Méně používaný způsob chlazení mléka je v průtočných, sprchových chladičích nebo v konvích. Během dopravy mléka do mlékáren je zapotřebí udržovat teplotu na stejné hodnotě, při které bylo mléko zchlazeno. Zchlazené mléko se do mlékáren dopravuje pomocí izolovaných cisternových vozů. Při ošetření mléka v mlékárnách dochází k tzv. pasterizaci, popřípadě k dalším ošetřením a k opětovnému chlazení. Úkolem pasterizace je zničení choroboplodných zárodků při ohřevu na vysoké teploty 65–100 °C po dobu několika desítek minut. Všechny druhy mléka a mléčných výrobků se po ukončení výroby v mlékárně skladují v chladírnách. (IBL, 1971), (MALEŘ, KROUPA, 1992)

- **Mrazené krémy a zmrzliny**

Mrazené krémy jsou směsi smetany, aromatických přísad a plodů nebo ovoce. Úkolem zmrazování je zmrazit podíl vody ve směsi, takovou rychlostí, aby zůstala zachovaná jemná struktura směsi. Při výrobě se používá kontinuálních zmrazovačů, v nichž se směs zároveň nešlehává. Tímto způsobem se zmrazí asi polovina obsahu vody. Ztužení (domrazování) na teplotu –18 °C probíhá v tunelech nebo komorách. Jednotlivé formy jsou chlazeny solankou nebo přímo chladivem, popř. se jednotlivé kousky vytlačují do folií a chladí proudem vzduchu. Hotové chlazené krémy se skladují při teplotách –20 až –24 °C po dobu 2 týdnů až 2 měsíců dle tučnosti výrobku. (IBL, 1971)

4.6. Chlazení v nápojářském průmyslu

- **Chlazení při výrobě piva**

Při výrobě piva se strojní chlazení využívá zejména k chlazení mladého piva tzv. mladiny; k chlazení místností, kde se pivo vyrábí; k chlazení skladů, kde je chmel uskladněn; k výrobě umělého ledu.

Slad se vyrábí z naklíčeného ječmene při teplotách 10 až 16 °C, podle potřeby udržované strojním zařízením. Chmel se před výrobou piva skladuje při teplotách –2 až –3 °C na dřevěných roštích. Chmel je chlazen pomocí strojního zařízení přímo nebo nepřímo. Varný pochod probíhá ve dvou fázích: varem rmutu; nejprve se smíchá voda a šrotovaný slad

a vznikne sladina a při dalším varu vzniká mladina. Tu je potřeba ochladit na zákvasnou teplotu 5 až 6 °C. První fáze chlazení se uskutečňuje v plochých mísách přirozeným chlazením odpařováním vody. Chmel musí být současně provzdušňován, aby nedošlo k možné infekci. Toho je dosahováno v chladiči mladiny nejdříve studniční vodou a po-té strojně chlazenou vodou v chladiči. Mladina stéká po soustavě chlazených trubek nebo deskových chladičích. Vlastní kvašení probíhá v otevřených nádržích ve spilce (část, kde probíhá kvašení piva). Při kvašení vzniká teplo, které se musí odvádět, pomocí chladicích hadů a větracím vzduchem, který odvádí i vzniklý oxid uhličitý. Dokvašení, dozrání a sycení piva oxidem uhličitým dochází v uzavřených tancích nebo sudech v ležáckém sklepě při teplotách v rozmezí 2 až –2 °C. Uložení sudů v ležáckém sklepě je znázorněno na obr. 14. Další chlazení probíhá při úpravě piva, stáčení a dopravě. Ideální teplota výčepního piva je 6–8 °C. (DVOŘÁK, FENCL, 1985), (IBL, 1971)

Obr. 14 Uložení sudů v ležáckém sklepě



Zdroj: (PIVOVARY, 2015)

- **Vinařský průmysl**

Použití strojního chlazení je pouze ojedinělé a omezeno pouze na velkovýrobu. Při klasické výrobě je používáno sklepů s teplotou přírodního prostředí. Dodržování teplot v jednotlivých fázích výroby je nutné, v jiných výhodné pro zlepšení jakosti. Použití chladu při výrobě vín je omezeno na některé jen doplňkové technologie. Ochlazením vína na teplotu

blízkou vymrzání vody dosáhneme vysrážení kyselého vínanu draselného a tak zabráníme zakalení vína při jeho pozdějším chlazení. Víno by mělo být skladováno při teplotách 10 až 14 °C. Při teplotách přesahující toto rozmezí dochází k urychlení procesu zrání. Pro skladování je vhodné použít sklepy, nebo klimatizované skříně (obr. 15). (DVOŘÁK, FENCL, 1985), (IBL, 1971)

Obr. 15 Klimatizovaná skřín na uskladnění vín



Zdroj: (CHLAZENÍ-KLIMATIZACE, 2015)

- **Nealkoholické nápoje**

Největší zastoupení v průmyslu nealkoholických nápojů dnes zastupují ovocné šťávy. U kterých je potřeba zajistit trvanlivost při nezměněné jakosti a usnadnit distribuci odstraněním části vody, která ale může být kdykoliv nahrazena. Rozlišujeme tři základní technologické postupy: zmrazování nápojů; zahušťování varem; zahušťování vymrazováním vody. Zmrazování nápojů se používá jen zřídka.

Z ekonomického hlediska je více využíváno zahušťování šťáv. Při teplotách 10 až 20 °C po uvolnění absorbovaných plynů v odpárce (kondenzátoru) dochází k varu a šťáva se zahušťuje. V odlučovači dochází k oddělení šťávy a páry. Tyto páry se ve výparníku zkapaňují a vypouštějí do odpadu. Dalším způsobem pro zahušťování šťáv je pomocí termokompresoru.

Zahušťování šťáv vymrazováním vody je rozděleno na dvě fáze: vymrazování vody a oddělení vzniklého vody od šťávy. Rychlost vymrazování má obrovský vliv na velikosti

ledových krystalů. Při rychlém vymrazování dochází k tvorbě malých krystalů, na kterých ulpívá velké množství šťáv. Při pomalém vymrazování vznikají naopak velké krystaly, do kterých zamrzá i část šťávy. Při zmrazování se volí rychlost spíše menší, k čemuž stačí menší teplotní rozdíl mezi šťávou a teplotou vypařování chladiva. Pro oddělení ledu a šťávy lze použít odstředování nebo lisování. (IBL, 1971)

4.7. Chladírenské uchování ovoce a zeleniny

Pro uchování všech nutričních hodnot a hlavně vitamínu se nejčastěji používá chladírenské skladování. Úkolem je snížit teplotu na hodnotu, při které se zamezí rozvoji chorob a sníží se intenzita dýchání ovšem jen tak, aby nenastala postupná zkáza plodů. Uchování ovoce a zeleniny umožňuje prodloužení sezonního výskytu.

Pro zpracování sklízíme ovoce ve stádiu tzv. technologické zralosti. Naopak pro skladování sklízíme ovoce v tržní zralosti. Ovoce v tržní zralosti neodpovídá barvou, chutí, konzistencí a obsahem aromatických látek plně vyžralých plodů. (IBL, 1971)

Skladováním v atmosféře se zvyšuje intenzita dýchání a urychluje se vybarvování ovoce. S rostoucím dýcháním rostou nutriční a kalorické ztráty a uvolňuje se teplo, které je potřeba odvést. Tyto změny neprobíhají u všech druhů stejně, ale jsou odlišné i u jednotlivých odrůd. Při chlazení je třeba snížit teplotu až na takovou výši, při níž se omezí rozvoji chorob a sníží se intenzita dýchání. Většinou platí, že nejlépe lze uchovat plody, jejichž dozrávání probíhá až při skladování a s takovou intenzitou, kterou můžeme ovlivňovat. Kolísání teploty, při kterém často dochází i ke kolísání vlhkosti, je nežádoucí a může způsobit orosení povrchů plodů. Proto je volena snížená vlhkost vzduchu, kdy je ponechán sytostní doplněk, který vyrovná eventuální výkyvy. Proudění vzduchu má zajistit pravidelný odvod tepla vyprodukovaného ovocem a jednak pravidelné ochlazování ve všech částech skladu, aby nedocházelo k postupnému vysoušení plodů. Chladicí zařízení se volí s ohledem na požadované podmínky (teplotu, vlhkost a proudění vzduchu). Zvolený obal plodů by měl umožňovat dokonalé proudění vzduchu a zamezit šíření plísní. Pro lepší skladování lze upravovat složení skladovací atmosféry snížením kyslíku. Atmosféru lze upravovat volbou vhodného propustného obalu, nebo úpravou v celém skladovacím prostoru. Chlad zajišťuje výparník strojního zařízení, nebo chladicí potrubí popřípadě rošty se suchým ledem.

Pro dlouhodobější uchování ovoce je lepší volit zmrazování a mrazírenské skladování. I po rozmrazení většiny ovoce a zeleniny zůstávají barvou, chutí, vůní a celkovým vzhledem stejné jako čerstvé. Zmrazené potraviny umožňují zásobování po dobu celého roku. (IBL, 1971)

5. Závěr

Nejčastějším zařízením používaným pro chladicí techniku jsou systémy, které využívají kompresorového chlazení. Kompresorové chlazení je nejstarší a nejvíce používané zařízení, které je využíváno pro všechny škály chladicí výkony. Výhodou absorpčního chladicího systému na rozdíl od kompresorového je bezhlučný chod. Značnou nevýhodou absorpčního systému je neschopnost vychlazení vnitřních prostor na tak nízkou teplotu jako stejně velké kompresorové systémy, protože mají nižší účinnost (provoz je i finančně náročnější). K dalším méně používaným chladicím systémům patří proudový, plynový a termoelektrický systém, pracující na základě změny tepelné energie na energii elektrickou. U přímého chlazení je chlazený prostor přímo ve výparníku. Naopak při nepřímém chlazení je prostor výparníku oddělen od vlastního chlazeného prostoru.

Chladivem jsou míněny kapaliny, které při přeměně na páru odnímají teplo svému okolí. Úkolem je vybrat takovou chladicí látku, která odpovídá tzv. ideální látce. Nejvíce používaným chladivem je čpavek, který má nulový vliv na ozónovou vrstvu. Dříve se používalo freonů ve velké míře v chladicím zařízení, ale v dnešní době se od jejich používání ustupuje, vlivem jejich schopnosti narušovat ozónovou vrstvu, která zabraňuje dopadu UV záření na zemský povrch.

Chladu je nejvíce používáno v potravinářském průmyslu. Pomocí chladu jsou hubeny škůdci. Při nízkých teplotách je zabráněno množení mikroorganismů, které znehodnocují potraviny a dochází k prodloužení životnosti zpracovávaných potravin. Mražení je na rozdíl od chlazení určeno na delší dobu skladování. Při mražení je část vody v potravine přeměněna na ledové krystalky. Způsob zmrazení potravin vyplývá z požadavku na jejich další použití. Např. u kašovitých potravin dochází ke zmrazení v kostkách, zatímco u drobných plodů, krájené zeleniny je důležité zachování sypkosti, aby bylo možné oddělování v libovolném množství. Pro zachování sypkosti potravin je využíváno principu fluidního zmrazování.

Chlazení nebo zmrazování potravin s možností dlouhodobého skladování v chlazeném nebo zmrazeném stavu je výhodnou metodou konzervace z hlediska zachování chuťových, vzhledových a nutričních vlastností. Při chlazení by nemělo docházet k poškození potravin nebo hmotnostním úbytkům vlivem prostředí, teploty či manipulace.

Chladicí technika se uplatňuje ve většině oborech potravinářského průmyslu, například v nápojářském a mlékárenském průmyslu, při zpracování masa, drůbeže a ryb. Čerstvé maso musí být co nejdříve po porážce zchlazeno, aby se zabránilo mikrobiologickým změnám. Po zchlazení masa v komorách nebo tunelech je maso přesunuto do chladírenských skladů, kde je zavěšeno v půlkách nebo čtvrtích. Pokud je potřeba skladovat maso delší dobu, musí dojít ke zmrazení.

V mlékárenském průmyslu se chladu používá zejména pro chlazení čerstvě nadojeného mléka. Zpracované mléko a mléčné výrobky se uchovávají v mlékárenských skladech. Mezi výrobky z mléka bezpochyby patří mražené krémy a zmrzliny, které využívají chladu k vymrznutí vody ve směsi tak, aby zůstala zachovaná jemná struktura směsi.

Chladu se také využívá k uchování nutričních hodnot a vitamínů v ovoci a zelenině. Při uchování ovoce se snižuje teplota na takovou hodnotu, která zamezí rozvoji škůdců a chorob a sníží se intenzita dýchání plodů.

6. Seznam použité literatury

ALFALAVAL. *Výroba chlazené vody pomocí absorpčního chlazení* [online]. 2013 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.alfalaval.com/campaigns/cs-cz/waste-heat-recovery/zisk-odpadni-teplo/premena-energie/vyroba-chlazene-vody/pages/vyroba-chlazene-vody.aspx>.

BEIJER REF. *Výparník* [online]. © 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.beijerref.cz/e-shop/vymeniky-a-vyparniky/vyparniky/alfa-laval-vyparnik-gle-252-a4-1038cz>

CESTR. *Chlazení a zrání masa* [online]. © 2008 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.cestr.cz/zranimasa.html>

DVOŘÁK. *Základy chladicí techniky*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1986. 248 s.

DVOŘÁK, FENCL. *Chlazení a zmrazování pro 2. a 3. ročník středních odborných učilišť*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1985. 144 s.

EUROSITEX. *Dopravní pásy* [online]. © 2013 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.eurositex.cz/typ-1000/62/60/detail/>

FENCL. *Chladicí zařízení pro sou*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1984. 344 s.

Fifty. *Od chladíren k lednicím* [online]. 20.5.2008 [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: <http://www.fiftyfifty.cz/od-chladiren-k-lednicim-7859241.php>

GES. *Peltierův článek* [online]. © 1991-2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.ges.cz/cz/peltieruv-clanek-tec1-12730-GES05600294.html>

GSM-PACK. *Пищевая PE* [online]. © 2015 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.gsm-pack.by/upakovochnye-materialy/pischevaya/pishchevaya-pe-detail.html>

HOFFMAN, FILKOVÁ. *Výrobní linky potravinářské*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1993. 225 s.

HRUBÝ. *Technologie a technika výroby zmrazených potravin*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1986. 360 s.

CHLAZENÍ-KLIMATIZACE. *Chladicí skříň na víno* [online]. © 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://chlazeni-klimatizace.eu/vinoteky/863-chladici-skrin-na-vino-palava-01.html>

IBL, A KOL. *Chladicí technika v potravinářství*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1971. 452 s.

INGRAJAS. *Chlazení* [online]. 2014 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.ingjars.estranky.cz/clanky/sps-4-rocnik.html>

IQF BLAST FREEZERS. *Contact Stainless Steel Belt Tunnel Freezer* [online]. © 2011 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.iqfsystems.com/freezer-selector/contact-stainless-steel-belt-tunnel-freezer/>

JDK. *Chladivo* [online]. © 1991-2012 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.jdk.cz/cs/produkty/chladivo>

JDK. *Komponenty chladicího okruhu* [online]. © 1991-2012 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://www.jdk.cz/cs/produkty/komponenty-chladiciho-okruhu>

MALÉŘ, KROUPA. *Technologie výroby potravin*. 1. vydání. Praha: Vysoká škola zemědělská Praha ve vydavatelství a nakladatelství H+H, 1992. 343 s. ISBN 80-213-0146-5.

PIVOVARY. *Ležácké sklepy* [online]. © 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.pivovary.info/view.php?cislocclanku=2008030003> STROJÍRENSTVÍ. *Strojní chlazení* [online]. 2010 [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: <http://strojirenstvi.studentske.cz/2010/11/32-strojni-chlazení.html>

STROJÍRENSTVÍ. *Turbokompresory radiální a axiální* [online]. 2010 [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: <http://strojirenstvi.studentske.cz/2010/11/24-turbokompresory-radialni-axialni.html>

STUDIUM. *Turbokompresory radiální a axiální* [online]. 2008 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://strojirenstvi-mechanika.blogspot.cz/2010/11/24-turbokompresory-radialni-axialni.html>

TYBINFO. *Sorpční chladicí zařízení* [online]. 8. 8. 2011 [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/7712-sorpcni-chladici-zarizení>

VYSÍLAČKY MILÍN. *Princip kompresorového chlazení* [online]. [2009] [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: <http://vysilackymilin.cz/informace/autolednice/princip-kompresoroveho-chlazení/>

7. Seznam obrázků

- Obr. 1 Chladicí zařízení Jacoba Perkinse
- Obr. 2 Schéma kompresorového chladicího systému
- Obr. 3 Souproudý pístový kompresor s vratným pohybem pístu
- Obr. 4 Protiproudý pístový kompresor s vratným pohybem pístu
- Obr. 5 Výparník pro ochlazování vzduchu
- Obr. 6 Schéma absorpčního chladicího zařízení
- Obr. 7 Termoelektrický článek
- Obr. 8 Nepřímé chlazení
- Obr. 9 Mrazicí tunel se spirálovým transportérem
- Obr. 10 Princip fluidního zmrazování
- Obr. 11 Kontaktní deskový zmrazovač
- Obr. 12 Zavěšené hovězí půlky
- Obr. 13 Zabalená a zchlazená kuřecí stehna
- Obr. 14 Uložení sudů v ležáckém sklepe
- Obr. 15 Klimatizovaná skříň na uskladnění vín