

4. UTILIZAREA FRIGULUI ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ

Frigul artificial are o utilizare largă în industria alimentară datorită efectelor pe care le prezintă din punct de vedere al acțiunii conservante a produselor perisabile, prin oprirea sau frânarea activității agenților modificatori, la temperaturi scăzute.

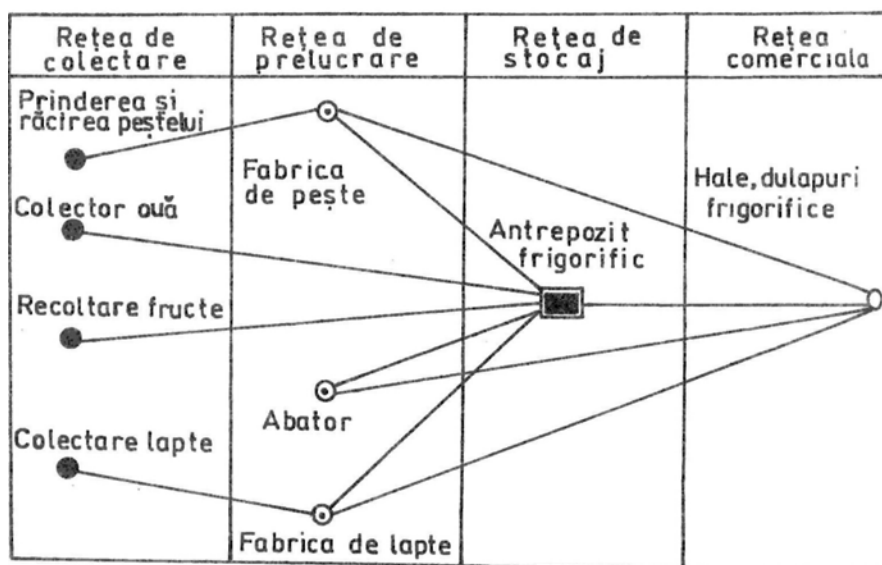
4.1. Lanțul frigorific

Rețeaua de unități în care se utilizează temperaturile scăzute în vederea conservării produselor alimentare, poartă denumirea de *lanț frigorific*. Denumirea simbolizează legătura care trebuie să existe între verigile care asigură prelucrarea prin frig a produselor alimentare, depozitarea acestora la temperaturi scăzute, transportul frigorific sau izoterm între diverse unități comerciale cu profil alimentar și aparatele frigorifice de uz casnic.

Lanțul frigorific este compus din unități fixe și mobile:

- *Unități fixe* (cu excepția celor comerciale se numesc frigorifere sau depozite frigorifice):
 - Centre de colectare (lapte, pește, etc.);
 - Unități de producție (abatoare, fabrici de bere, industrializarea cărnii, industrializarea laptelui, etc.);
 - Antrepozite frigorifice de stocaj și distribuție;
 - Unități comerciale și de alimentație publică;
 - Aparată de uz casnic.
- *Unități mobile* (Mijloace de transport care fac legătura între unitățile fixe):
 - Izoterme auto sau CF;
 - Transport frigorific (auto, CF, nave, avioane cu compartimente frigorifice) (au instalații frigorifice proprii).

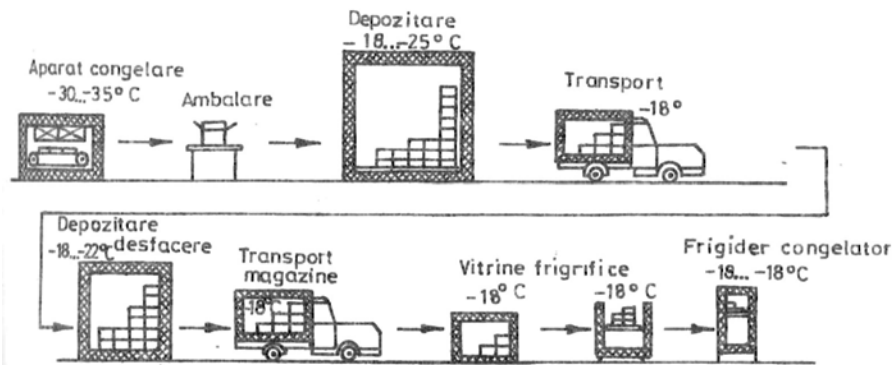
De regulă, fiecare categorie de produse alimentare are un lanț frigorific propriu, așa cum se observă în figură.



Lanțuri frigorifice

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

În mod normal variațiile de temperatură admise, față de optimul recomandat trebuie să fie de maxim 1°C. Trebuie respectate și condițiile de umiditate recomandate. În imagine este prezentat un lanț frigorific pentru legume și fructe congelate.



Schema lanțului frigorific pentru legume și fructe congelate

Clasificarea frigiferelor se poate realiza după mai multe criterii:

- După natura produselor depozitate:
 - Frigorifere generale (produse diverse mai puțin cele care impun un regim special de depozitare - citrice, pește, etc.);
 - Frigorifere cu profil specializat (pt. produse care necesită condiții deosebite de păstrare);
- După destinație:
 - Frigorifere de colectare (pentru produse colectate în vederea industrializării, distribuirii sau colectării);
 - Frigorifere industriale sau tehnologice (pentru refrigerare, congelare, și depozitare de scurtă durată, au capacități de depozitare de 500...5000t și de congelare de 20...100t/24h);
 - Frigorifere de stocaj (pentru uniformizarea ritmului de aprovizionare și asigurarea lanțului frigorific);
 - Frigorifere de distribuție (alimentare periodică de la cele industriale și de stocaj, în vederea distribuției produselor spre consum);
 - Frigorifere speciale (portuare, din comerțul cu ridicata, pentru export);
- După regimul de temperatură:
 - Frigorifere pentru produse refrigerate (0°C);
 - Frigorifere pentru produse congelate (-20°C);
 - Frigorifere mixte;
- După tipul construcției:
 - Frigorifere orizontale sau monoetajate (înălțimi mari de stivuire și paletizare);
 - Frigorifere verticale (pe mai multe niveluri, cu capacitate foarte mare);
- După capacitatea de depozitare:
 - Frigorifere de capacitate mare (1500...16000t);
 - Frigorifere de capacitate medie (300...600t);
 - Frigorifere de capacitate mică (12...125t).

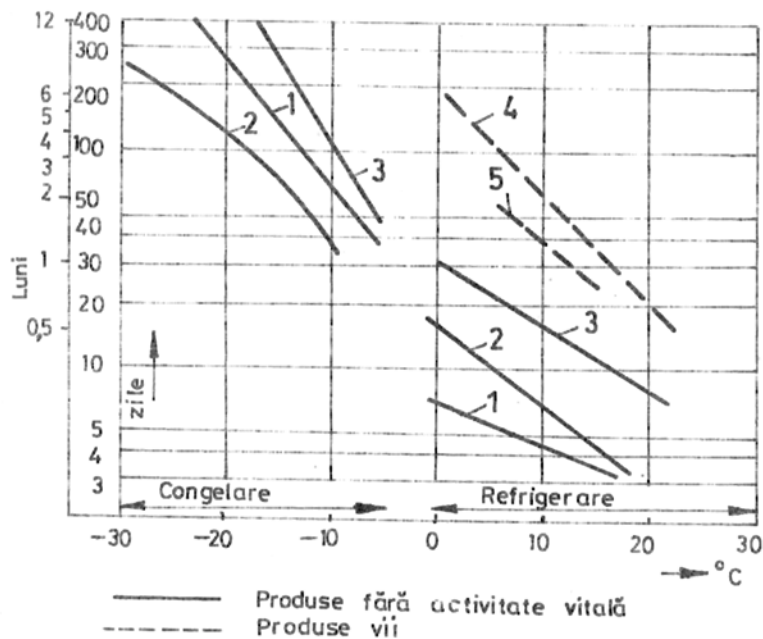
4.2. Prelucrarea și conservarea produselor alimentare prin frig

Există mai multe metode de prelucrare prin frig a produselor alimentare, între care se menționează următoarele:

- *Refrigerarea* - răcire rapidă până la temperaturi de 0...5°C;
- *Congelarea* - răcire până la temperatura finală de -18...-25°C, cu solidificarea apei din produse în proporție de peste 95%;
- *Criodesicarea* sau *liofilizarea* - deshidratarea produselor congelate în prealabil prin sublimarea cristalelor de gheață în vid, cu ajutorul unui aport controlat de căldură.

Obiectivele pe care le poate avea prelucrarea prin frig a produselor alimentare, pot fi următoarele:

- *Prelungirea duratei de conservare* - la temperaturi scăzute, viteza de reacție și acțiunea agenților modificatori scad în intensitate, conform diagramei din figură:



Influența temperaturii asupra duratei de conservare prin frig
(după Lorenzen)

1-găini tăiate; 2-pește slab; 3-carne de vită; 4-mere târzii; 5-portocale

- *Crearea condițiilor optime de temperatură* pentru diverse procese tehnologice sau biochimice (fermenți alcoolici în industria berii sau vinului, maturarea unor preparate din carne, etc);
- *Modificare temporară a unor proprietăți fizico-chimice* (de obicei consistența) în vederea realizării unor operații tehnologice (unt, margarină, ciocolată, untură, înghețată, vinuri spumoase, șampanie, etc.);
- *Tratament termic prin frig* a unor produse lichide în scopul modificării compoziției (limpezirea vinului, concentrarea mustului de struguri, concentrarea vinului, etc.)

4.3. Refrigerarea produselor alimentare

Răcirea produselor alimentare până la temperaturi apropiate de punctul de congelare, fără formare de gheață în produs, este denumită *refrigerare*.

De regulă presupune transfer de căldură și masă (umiditate) de la produs la mediul de răcire.

Temperatura de refrigerare a produselor alimentare este de $0...5^{\circ}\text{C}$.

Mediul de răcire trebuie să aibă temperatura mai redusă cu $3...5^{\circ}\text{C}$.

Clasificarea refrigerării se poate realiza după mai multe criterii:

- După natura mediului de răcire utilizat:
 - Refrigerare în aer;
 - Refrigerare în agenți intermediari (apă, apă de mare, soluții de NaCl, etc.);
 - Refrigerare prin contact cu gheață hidrică;
 - Refrigerarea lichidelor în schimbătoare de căldură;
 - Refrigerarea în vid;
- După viteza de desfășurare a procesului:
 - Refrigerare lentă;
 - Refrigerare rapidă (cea mai recomandată și cea mai des utilizată).

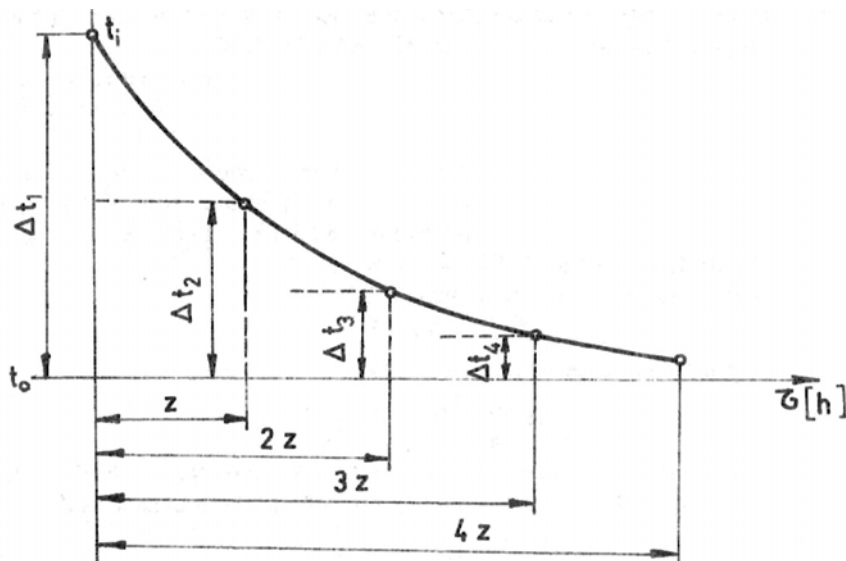
Procesul de refrigerare este tipic nestaționar (viteza de răcire variază de la un punct la altul și în timp). Procesul se consideră încheiat când temperatura medie a ajuns la valoarea dorită.

Există câțiva parametri care descriu procesul de refrigerare:

- Viteza de răcire globală - raportul dintre reducerea totală a temperaturii medii și durata totală a procesului de refrigerare;
- Intensitatea de răcire (timpul de înjumătățire) - durata în care diferența dintre temperatura medie a produsului și temperatura mediului de răcire este redusă la jumătate.

Pentru intensificarea refrigerării se poate utiliza în prima fază aer cu $-8...-15^{\circ}\text{C}$, iar apoi aer cu 0°C .

Un proces de refrigerare este reprezentat în figură:



Variația temperaturii medii a unui produs în timpul refrigerării
 t_0 -temperatura constantă a mediului de răcire;
 z -timpul de înjumătățire a diferenței de temperatură

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

Un exemplu care poate să edifice modul în care se realizează refrigerarea este următorul:

- Timpul de înjumătățire este $z=4h$;
- Temperatura inițială este $t_i=30^{\circ}C$;
- Temperatura finală (dorită) este $t_f=2^{\circ}C$;
- Temperatura aerului utilizat pentru răcire este $t_0=0^{\circ}C$;
- După 4h temperatura medie a produsului ajunge de la $30^{\circ}C$ la $15^{\circ}C$;
- După alte 4h temperatura medie a produsului ajunge de la $15^{\circ}C$ la $7,5^{\circ}C$;
- După alte 4h temperatura medie a produsului ajunge de la $7,5^{\circ}C$ la $3,75^{\circ}C$;
- După alte 4h temperatura medie a produsului ajunge de la $3,75^{\circ}C$ la $1,88^{\circ}C$;
- Se constată că după 16h, produsul a ajuns la cca. $2^{\circ}C$, iar procesul s-a încheiat.

Refrigerarea în aer este procedeul cel mai utilizat pentru refrigerarea produselor solide (carne, produse din carne, brânzeturi, lactate, păsări, pește, legume, fructe, ouă, semipreparate culinare, etc.);

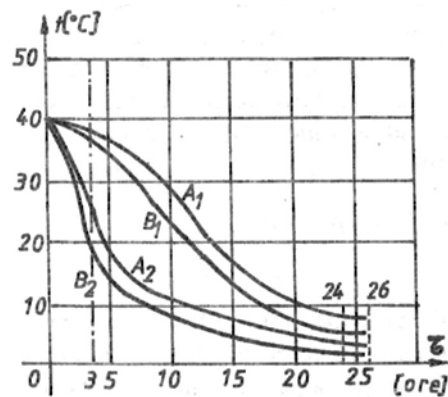
La refrigerarea cu un singur nivel de temperatură a aerului, aceasta variază uzual între $-1...+1^{\circ}C$.

La refrigerarea cu două nivele de temperatură (carcase de carne, păsări, unele fructe), temperatura aerului este de:

- $-8...-9^{\circ}C$ la unele fructe;
- $-5...-6^{\circ}C$ la bovine;
- $-10...-12^{\circ}C$ la porcine.

Temperatura scăzută a aerului este menținută de regulă pe durata primului timp de înjumătățire. Apoi aerul are $-1...+1^{\circ}C$.

În figură sunt reprezentate câteva procese de răcire pentru o carcasă de bovină.



Curbele de variație a temperaturii la racirea unei carcase de bovină;

1-suprafață; 2-centrul termic;

A-refrigerarea într-o fază cu aer la $+2^{\circ}C$;

B-refrigerarea în două faze cu aer la $-5^{\circ}C$ și $0^{\circ}C$

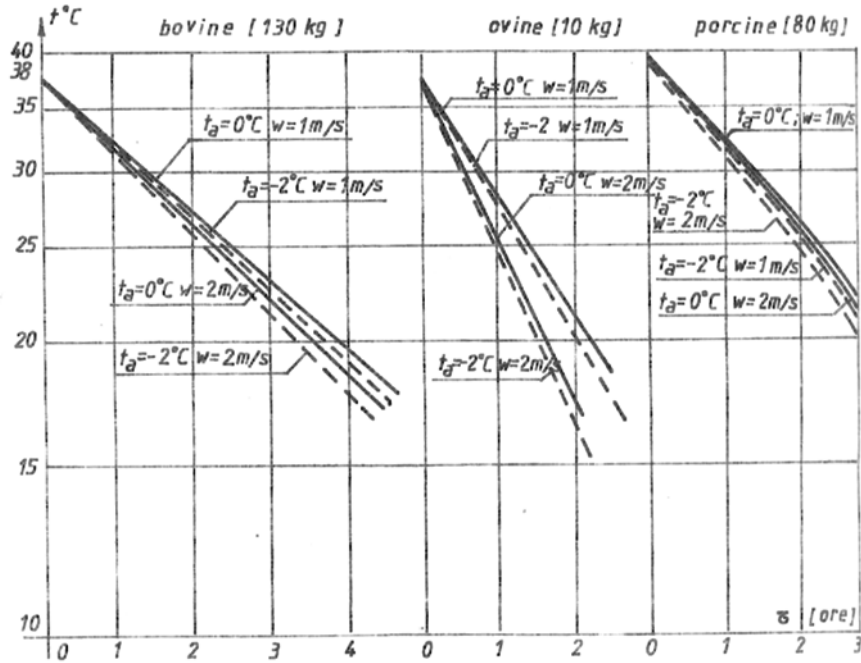
Viteza aerului cu camera de refrigerare goală este de cca.:

- $0,3m/s$ la răcirea lentă;
- $2...3m/s$ la răcirea rapidă

Cu încăperea plină se ajunge la viteze ale aerului de $5...6m/s$ în zonele dintre produse.

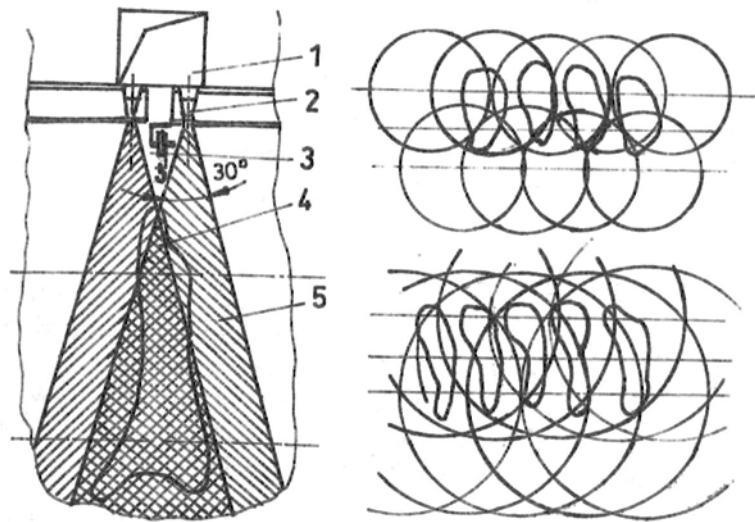
4. Utilizarea frigului în industria alimentară

Atât temperatura cât și viteza aerului influențează durata refrigerării, așa cum se arată în figură.



Influența temperaturii și vitezei aerului asupra duratei refrigerării carcaselor de carne

Modul de așezare a produselor în camerele sau tunelele de refrigerare trebuie să asigure spații de curgere pentru aerul rece. În cazul cărnii s-a dovedit mai eficientă asigurarea unei circulații verticale a aerului, de sus în jos, ca în figură.



Schema distribuției aerului la răcirea cărnii în tunele cu circulație verticală descendentă

- 1-canal de aer; 2-ajutaj; 3-linie aeriană de transport;
- 4-carcasa de carne; 5-canal de distribuție a aerului

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

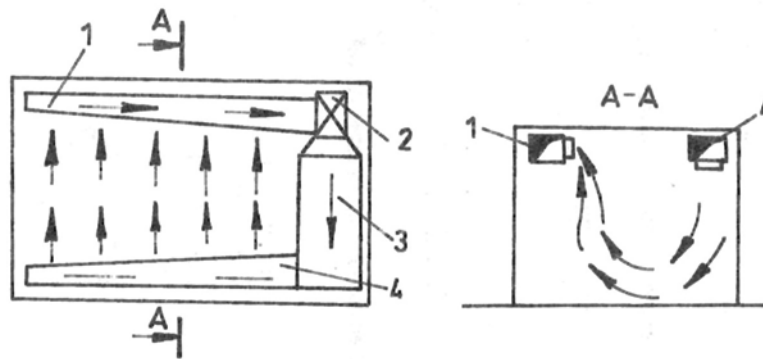
Camerele de refrigerare se execută în numeroase variante constructive, în funcție de natura produselor și modul de distribuție a aerului. De obicei după răcire sunt utilizate și pentru păstrarea produselor.

Dimensiunile uzuale ajung până la 24x24m sau 18x36m, cu înălțimi până la 7...8m.

Capacitatea poate să ajungă până la 200...800t.

Încărcarea trebuie să se poată realiza în max. 4...5 zile. Peste noapte trebuie să se poată răci întreaga cantitate introdusă în cameră peste zi astfel încât variația maximă a temperaturii să nu depășească 4...8°C.

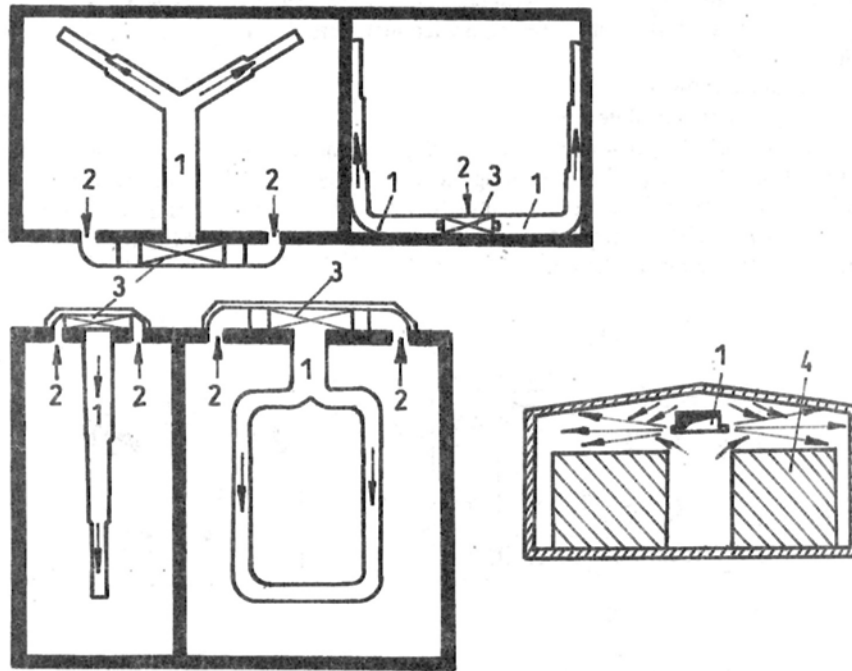
Circulația aerului este realizată prin canale și există mai multe sisteme de răcire. În figură este prezentat un sistem de răcire cu două canale de aer, unul pentru suflarea aerului rece și unul pentru aspirația aerului cald.



Sistem de răcire cu două canale de aer
1-canal de aspirație; 2-ventilator; 3-baterie de răcire;
4-canal de suflare aer rece

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

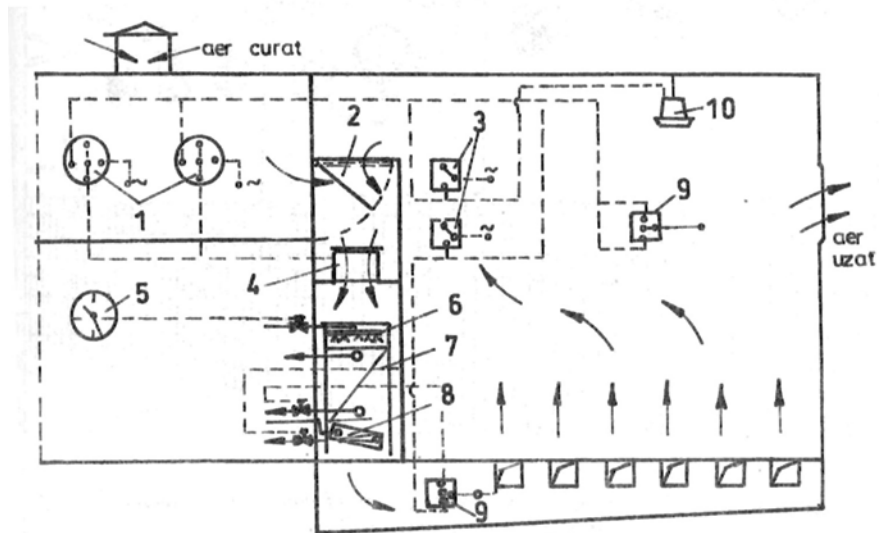
La camerele cu un singur canal de aer pentru distribuția aerului, acesta prezintă ramificații pentru asigurarea unei distribuții uniforme. Aspirația aerului cald se realizează liber prin deschizături practicate în perete.



Sistem de răcire cu un singur canal de aer
1-canal de suflare aer rece; 2-canal de aspirație aer cald; 3-răcitor de aer și ventilator; 4-stivă de produse

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

Se poate realiza suflarea aerului rece și prin canale amplasate sub podea, ca la I.L.F. Alexandria.

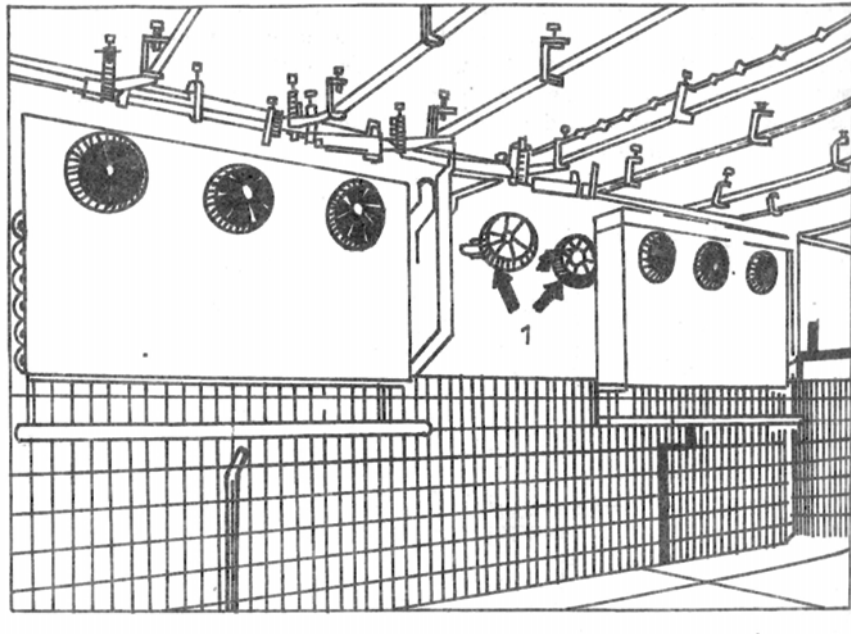


Sistem de răcire cu suflarea aerului prin podea
1-comandă automată ventilatoare; 2-admisie aer proaspăt;
3-higrostate; 4-ventilator axial; 5-ceas programator;
6-duze decongelare și umidificare; 7-baterie de încălzire;
8-baterie de răcire; 9-termostate; 10-umidificator

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

O parte din aerul uzat iese prin fantele practicate în perete, iar altă parte se amestecă cu aerul proaspăt în camera de amestec 2 și este recirculat cu ajutorul ventilatorului 4, peste bateriile 7 (care încălzește aerul iarna) și 8 (care răcește aerul vara). Aerul la parametri dorii este suflat prin canalele practicate în podea. Umidificarea aerului se realizează prin umidifiatorul 10 procesul fiind controlat de higrostatele 3. Termostatele 9 controlează funcționarea ventilatorului (pornit când este cald și oprit când este rece), iar ceasul programator 5, realizează decongelarea automată a bateriilor 7 și 8 la intervalele de timp reglate.

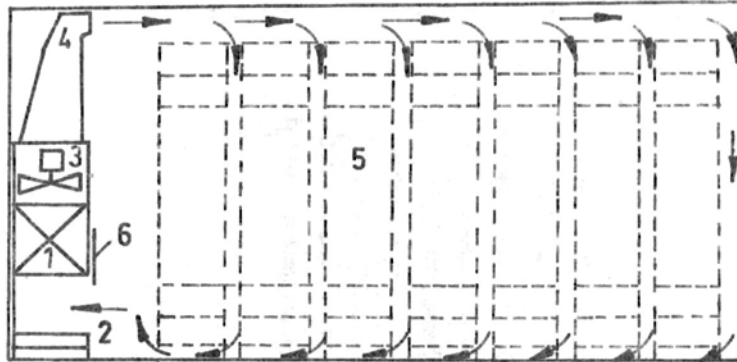
Camerele de refrigerare din industria cărnii și a laptelui se prevăd cu răcitoare de aer carcassate, având ventilatoare proprii. Aceste răcitoare se montează pe unul dintre pereții longitudinali, iar dacă lățimea camerei este mai mare de 6m, răcitoarele se montează pe ambii pereți longitudinali. Pentru intensificarea circulației se utilizează ventilatoare auxiliare, care nu mai supun aerul uscării.



Cameră frigorifică cu răcitoare de perete multiple și ventilatoare auxiliare (1)

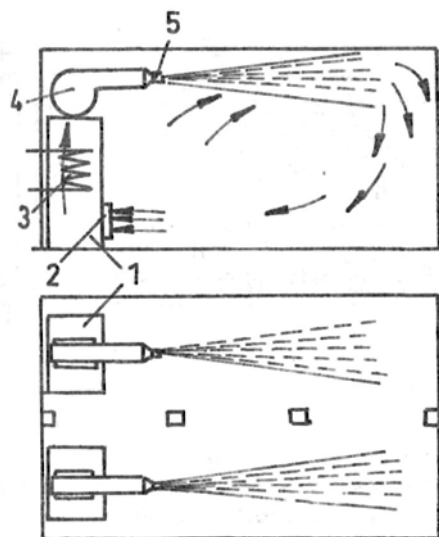
4. Utilizarea frigului în industria alimentară

Se pot utiliza și răcitoare de aer prevăzute cu ventilator axial și difuzor sau ajutaje pentru suflarea aerului. Acestea se montează pe unul din pereții frontali, sau pe o platformă montată deasupra ușii de intrare. Aerul poate fi suflat astfel până la 6...7m. Acest sistem nu asigură o circulație foarte uniformă a aerului suflat printre tavan și produse.



Sistem de circulare având răcitor prevăzut cu ventilator axial și difuzor, fără canale de aer
1-baterie de răcire; 2-tavă de colectarea apei; 3-ventilator axial; 4-difuzor; 5-stive de produse; 6-obturator

Intensificarea circulației aerului se poate realiza prin utilizarea ventilatoarelor centrifugale.



Sistem de circulare având răcitor prevăzut cu ventilator centrifugal, fără canale de aer
1-carcasa răcitorului; 2-admisie aer; 3-baterie de răcire; 4-ventilator centrifugal; 5-ajutaj

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

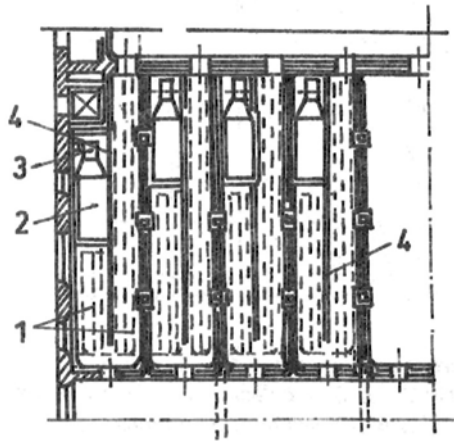
Tunelele de refrigerare se utilizează pentru răcirea rapidă a produselor, asigurându-se curenți de aer cu viteze mari de curgere.

Lățimile uzuale sunt de 3 sau 6 m, iar lungimile sunt de 6, 9, 12, 15, 18 sau 24m. Înălțimile sunt de 3,6...4,8m.

Circulația aerului poate să fie longitudinală sau transversală, fiind asigurată de ventilatoare axiale sau centrifugale.

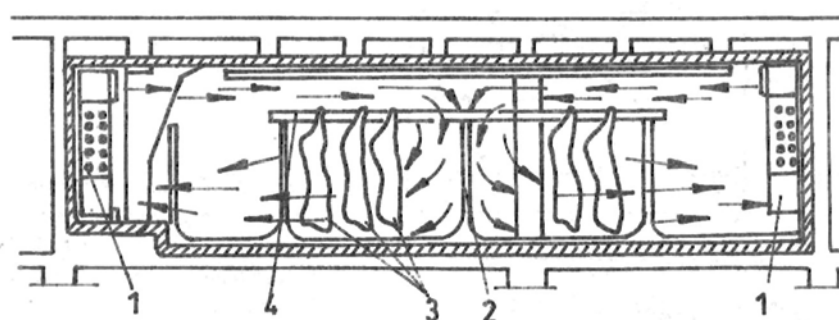
Funcționarea poate să fie discontinuă (întreruptă de încărcare-descărcare) sau continuă.

În figură este prezentat un tunel de refrigerare a semicarcaselor cu circulația aerului în curent longitudinal.



Tunel de refrigerare cu circulație longitudinală a aerului
1-tunel; 2-răcitor de aer; 3-ventilator centrifugal; 4-perete fals

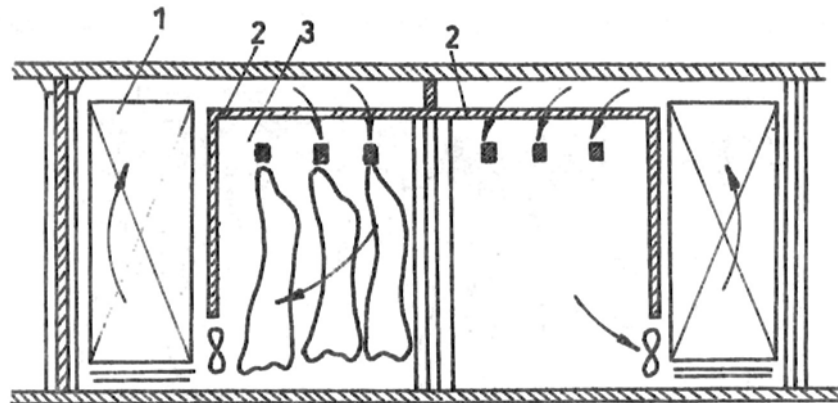
Există și tunele de refrigerare cu circulație transversală a aerului.



Tunel de refrigerare cu circulație transversală a aerului
1-răcitor de aer; 2-perete fals; 3-carcase de carne; 4-tavan fals

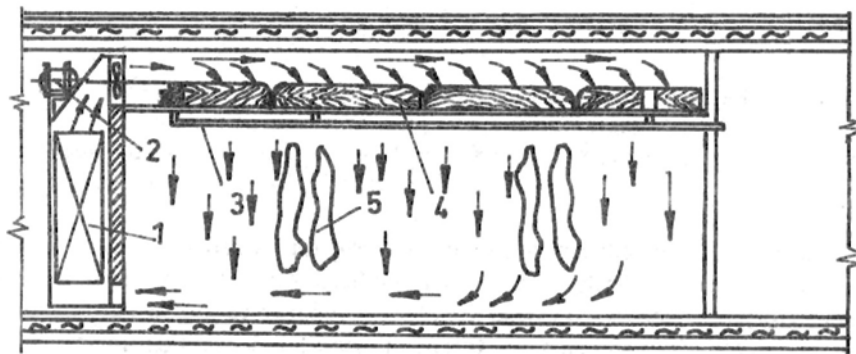
4. Utilizarea frigului în industria alimentară

Tunelele de refrigerare care asigură o circulație verticală a aerului asigură o răcire mai uniformă. O primă variantă prezentată are răcitoarele de aer montate lateral.



Tunel de refrigerare cu circulație verticală a aerului
și răcitoare laterale
1-răcitor de aer; 2-tavan fals; 3-spațiu de refrigerare

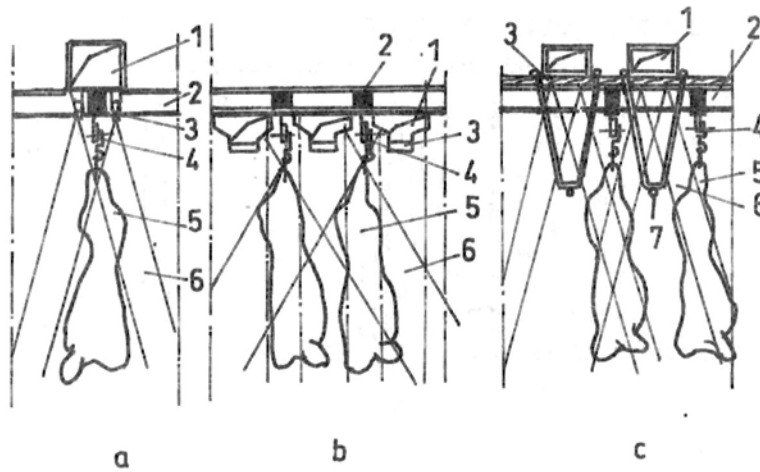
Răcitoarele de aer se pot monta și în exteriorul tunelului, de unde este suflat în interior.



Tunel de refrigerare cu circulație verticală a aerului
și răcitoare exterioare
1-răcitor de aer; 2-ventilator axial;
3-schelet metalic de susținere a liniilor de transport aerian;
4-tavan fals perforat; 5-carcase de carne

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

Intensificarea refrigerării se poate realiza utilizând sisteme de suflare a aerului (dușare) de tipul celor din figură. Temperatura aerului la ieșirea din răcitor este de $-5\dots-7^{\circ}\text{C}$, iar viteza de circulație este de $8\dots 10\text{m/s}$.



Sisteme pentru dușare cu aer rece

a)-cu canal de aer deasupra liniei aeriene;

b)-cu canale de aer sub linii;

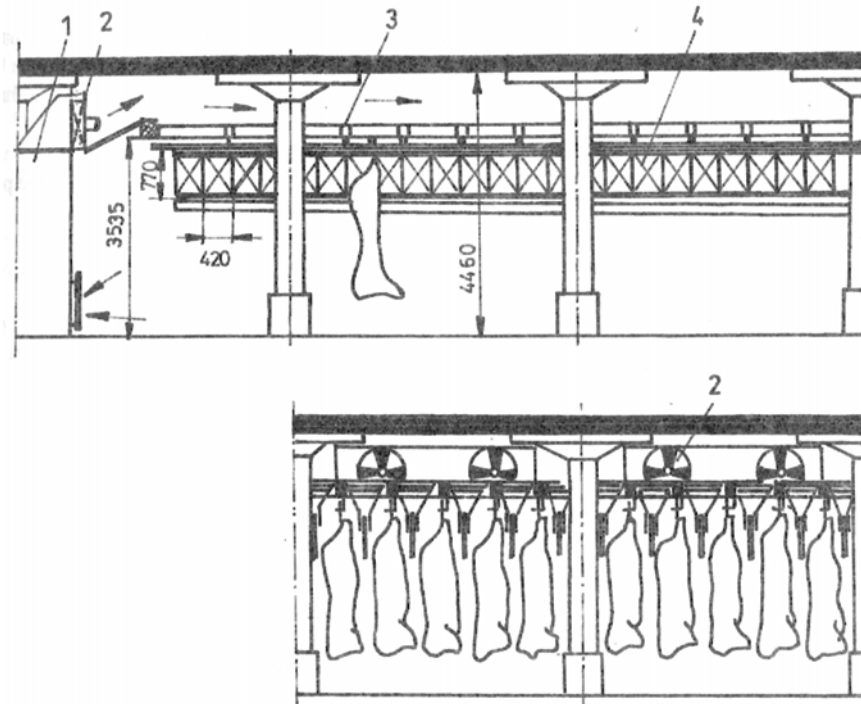
c)-cu utilizarea bateriilor auxiliare de răcire.

1-canal de aer; 2-cadru liniei aeriene; 3-ajutaj; 4-linie aeriană;

5-carcase de carne; 6-con de aer; 7-baterii de răcire auxiliare

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

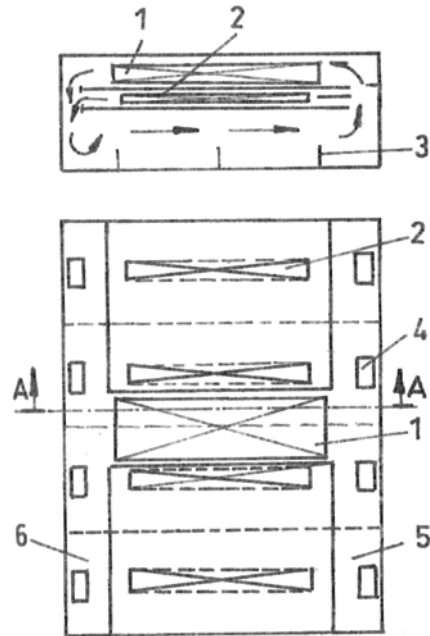
Față de răcirea prin convecție forțată, se poate reduce durata răcirii carcaselor de carne cu 2...3 ore, iar pierderea în greutate cu 20...25%, dacă se utilizează tunele de răcire rapidă prin convecție și radiație.



Tunele de refrigerare rapidă a cărnii prin convecție și radiație
1-răcitoare de aer; 2-ventilatoare; 3-fante de distribuție a aerului;
4-baterii de răcire prin radiație

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

Refrigerarea în două faze în aceeași încăpere se poate realiza utilizând un răcitor de aer centralizat ca în figură. Avantajul constă în reducerea manipulărilor și a pierderilor de căldură datorate acestora, iar dezavantajul în reprezintă necesitatea utilizării unei suprafețe de transfer termic foarte mari.

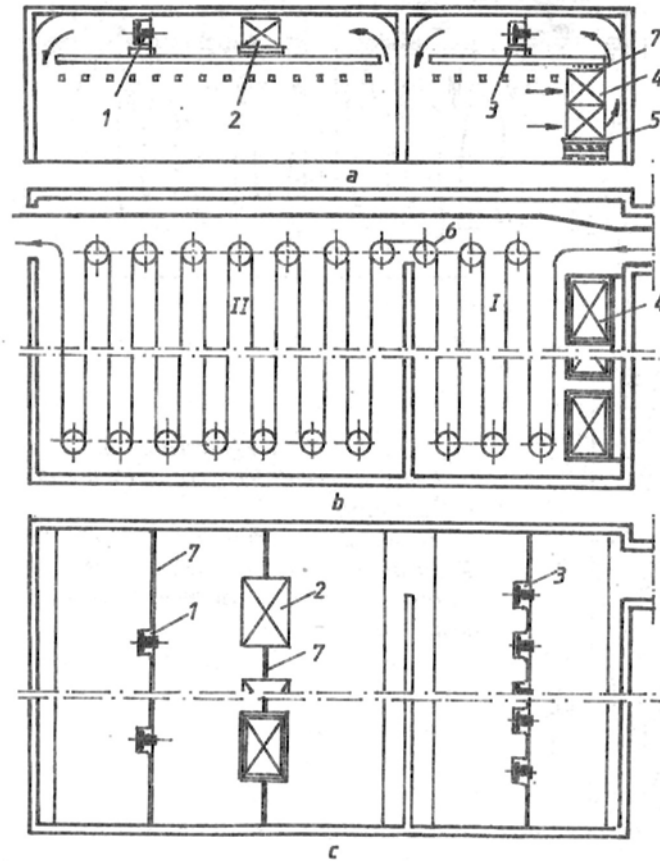


Tunele de refrigerare rapidă în două faze în aceeași încăpere
cu răcitor de aer centralizat;

1-răcitor de aer centralizat; 2-răcitor de aer propriu fiecărui tunel; 3-
șicane; 4-trapă; 5-canale de aer rece; 6-canale se aer cald

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

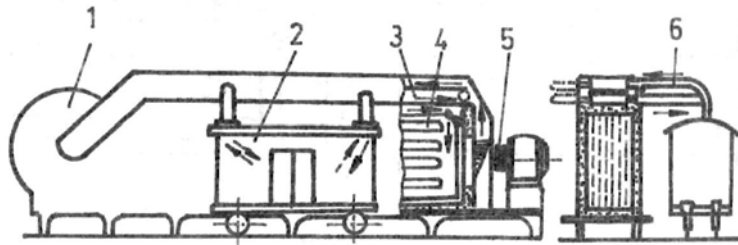
Refrigerarea în două faze se poate realiza și în două încăperi diferite, ca în figură. Prima fază se realizează în tunelul I timp de 4...5h, la $-10...-13^{\circ}\text{C}$, la o viteză medie a aerului de 1m/s, iar a doua fază se realizează în tunelul II timp de 10...15h, la o temperatură de 0°C și cu o viteză medie a aerului de 0,3m/s.



Camăra frigorifică pt. refrigerarea rapidă a cărnii
în două faze în spații diferite;
a) secțiune longitudinală; b) planul camerei;
c) plan de amplasament pt. utilaje
1,3-ventilatoare; 2-4-baterii de răcire; 5-tavă colectoare de condens;
6-linie aeriană de transport; 7-perete fals

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

Mijloacele de transport se utilizează pentru refrigerarea fructelor și legumelor proaspete, în vederea transportului pe distanțe mari. În imagine este reprezentat un agregat frigorific pentru refrigerarea fructelor și legumelor în vagoane C.F. Sensul de curgere a aerului printre lădițele cu fructe sau legume din vagon, se inversează automat după 15...20min, cu ajutorul unor clapete prevăzute pe canalele de aer.



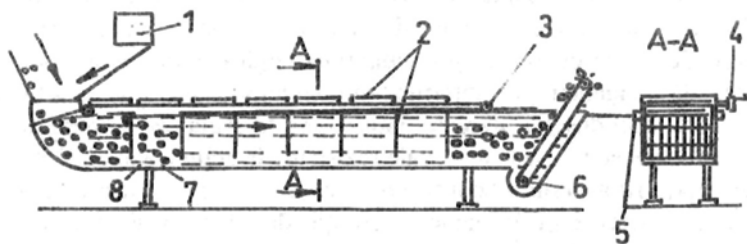
Agregat frigorific pentru refrigerarea fructelor și legumelor în vagoane C.F.;

1-ventilator (aspirație); 2-vagon; 3-canal de aer; 4-răcitor de aer;
5-ventilator (refulare) 6-furtunuri flexibile de racordare

Imersia în agenți intermediari se utilizează pentru refrigerarea unor produse vegetale, a păsărilor sau a peștelui. Ca agenți utilizați pentru imersie, se utilizează:

- Apă la $0,5...+2^{\circ}\text{C}$;
- Apă de mare la $-2...0^{\circ}\text{C}$.

Un asemenea sistem pentru refrigerarea păsărilor este prezentat în figură.

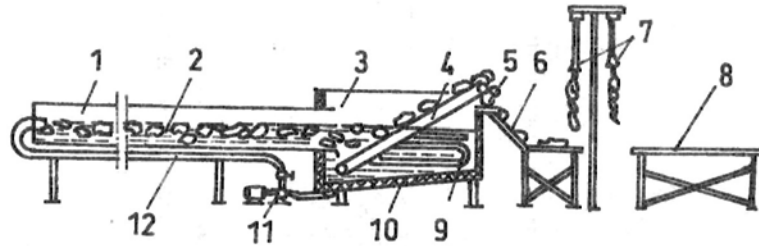


Bazin pentru refrigerarea păsărilor prin imersie;

1-generator de fulgi de gheață; 2-palete directe; 3-transportor;
4-sistem de acționare; 5-racord de prea-plin; 6-elevator; 7-bazin;
8-celulă

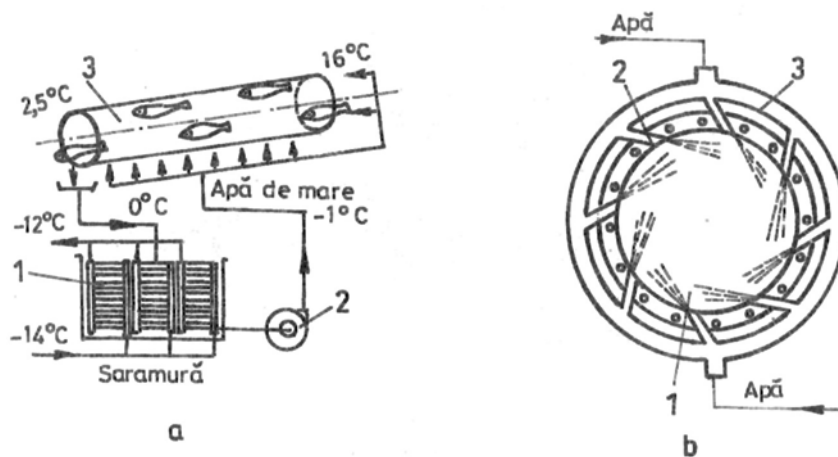
4. Utilizarea frigului în industria alimentară

O altă soluție întâlnită în practică o reprezintă refrigerarea păsărilor în bazine, în curent de apă rece.



Refrigerarea păsărilor în bazine în curent de apă rece;
1-canal de circulare a apei glaciale; 2-păsări; 3-bazin izolat termic;
4-transportor înclinat; 5-reductor; 6-plan înclinat; 7-conveer; 8-masă;
9-serpentină răcire apă; 10-izolația bazinului; 11-pompă;
12-conducte de recirculare apă

Pentru refrigerarea peștelui există mai multe soluții tehnice. O instalație care utilizează răcitoare tubulare este prezentată în figură.



Schema instalației de refrigerare a peștelui în răcitoare tubulare;

a) schema instalației:

1-bazin de răcire a apei de mare cu ajutorul saramurii; 2-pompă;

3-răcitor tubular pentru pește;

b) secțiune prin răcitorul tubular:

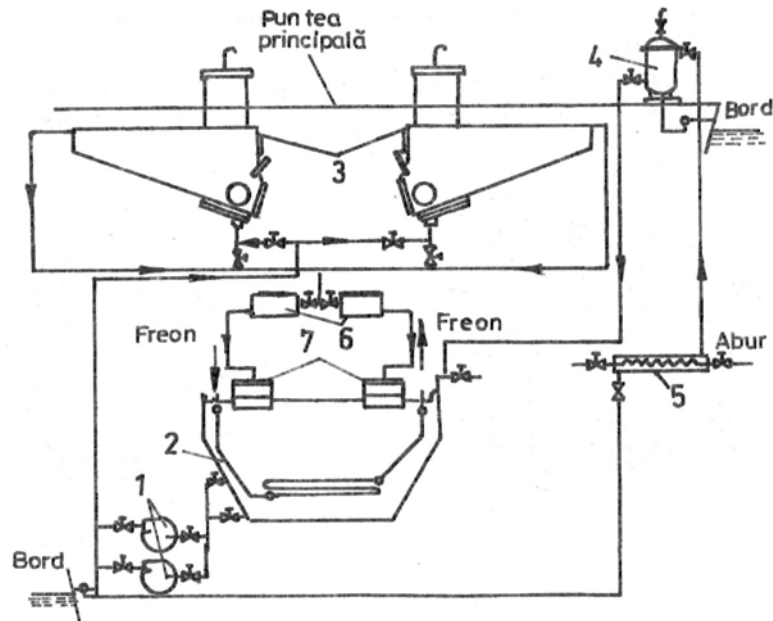
1-spațiu de trecere pentru pește;

2-ajutaje tangențiale pentru intrare apă de mare răcită;

3-cameră inelară

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

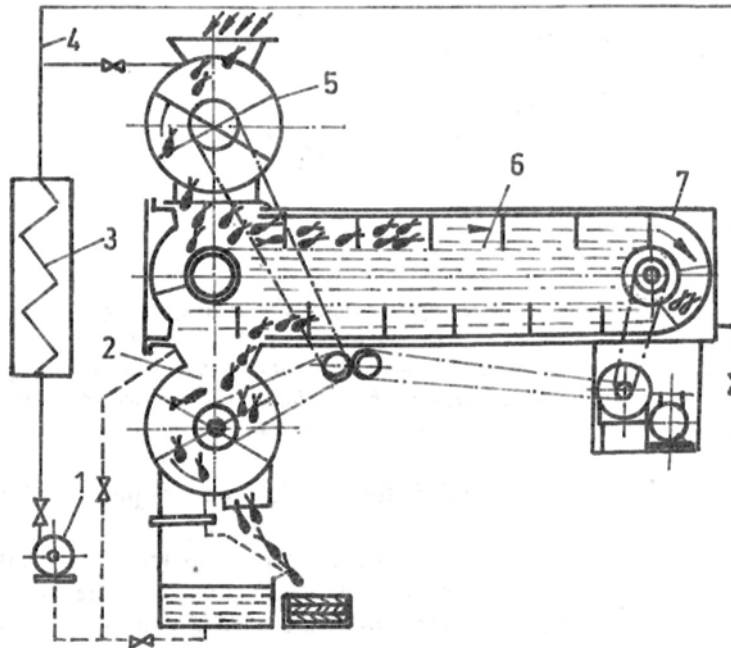
Refrigerarea peștelui se poate realiza și în cisterne alimentate cu apă de mare.



Schema instalației de refrigerare a peștelui
în cisterne de răcire alimentate cu apă de mare;
1-pompe; 2-răcitor de apă; 3-cisternă de răcire a peștelui;
4-concentrator de sare; 5-încălzitor apă; 6-filtru grosier; 7-filtru fin

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

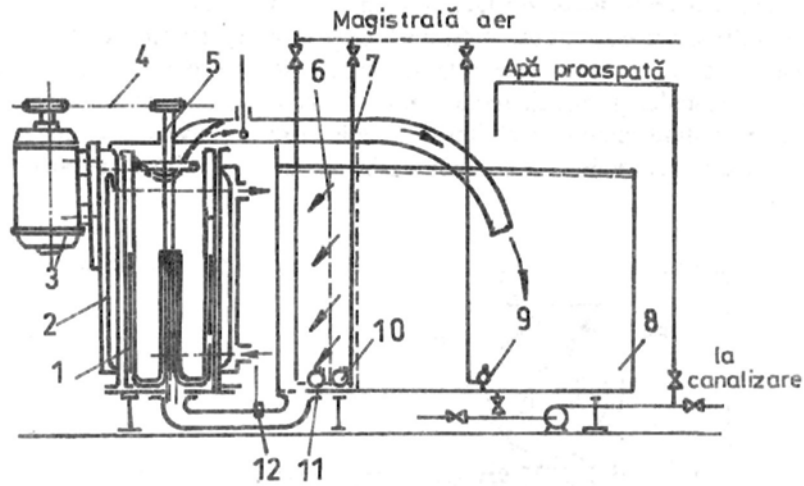
Peștele poate fi refrigerat și într-un transportor, ca cel din figură.



Schema instalației de refrigerare continuă a peștelui prin imersie în apă de mare răcită, cu sistem transportor;
1-pompă; 2-ecluză rotativă pentru descărcare;
3-răcitor de apă de mare; 4-conducte de apă de mare răcită;
5-ecluză rotativă pentru încărcare; 6-transportor (conveer);
7-bazin izolat termic

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

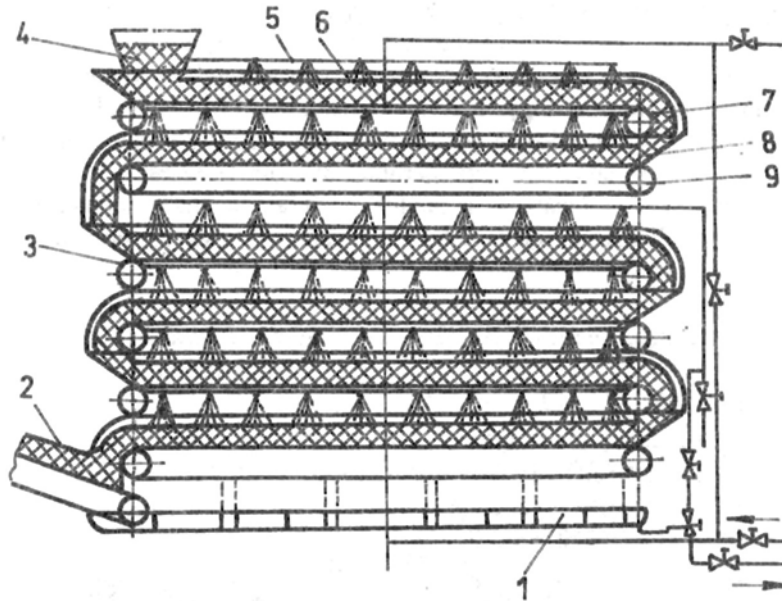
Se poate realiza răcirea peștelui și în bazine. Apa este răcită în vase cu manta, prevăzute cu agitatoare mecanice. Pentru barbotarea peștelui și intensificarea răcirii, prin partea inferioară a bazinului se suflă aer comprimat. Peretele filtrant permite recircularea apei.



Schema instalației de refrigerarea peștelui în bazine cu apă răcită în vase cu manta, prevăzute cu agitatoare;
1-agitator cu brațe; 2-manta de răcire; 3-electromotor; 4-transmisie prin curea; 5-arborele agitatorului; 6-filtru cu sită; 7-conductă de evacuare; 8-bazin; 9,10,11-distribuitoare de aer; 12-traductor de temperatură

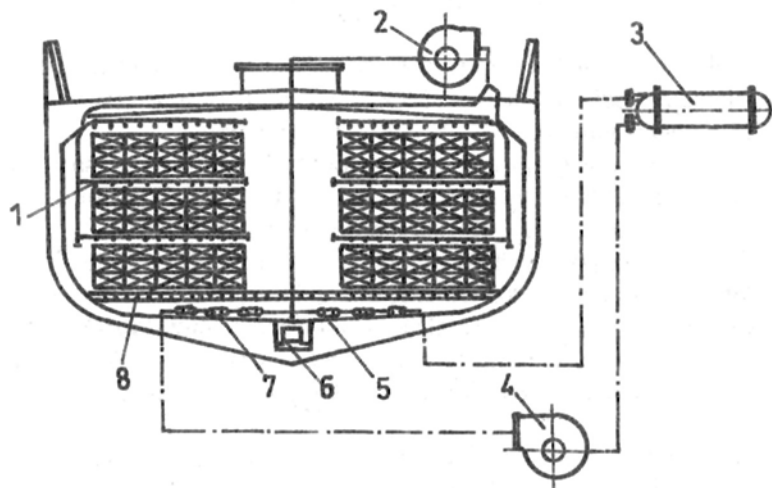
4. Utilizarea frigului în industria alimentară

Pentru refrigerarea peștelui se poate utiliza stropirea cu apă rece peste peștele care se găsește pe transportoare suprapuse.



Schema instalației de refrigerarea peștelui prin aspersie,
cu transportoare suprapuse;
1-tavă colectoare a apei; 2-transportor de pește refrigerat;
3,7,9-transportoare intermediare suprapuse; 4-alimentare cu pește;
5-conducte de stropire; 6,8-dispozitive de ghidare

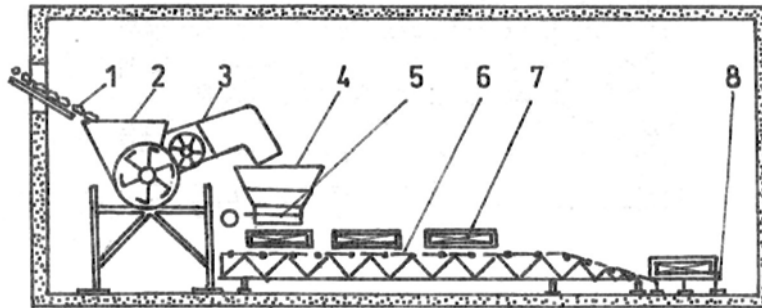
Ultima variantă prezentată pentru refrigerarea peștelui, o reprezintă utilizarea aspersiei în compartimentele de răcire a vaselor de transport.



Schema instalației de refrigerarea peștelui prin aspersie,
în compartimentele de răcire ale vaselor de transport;
1-conducte de stropire; 2-pompă de apă; 3-vaporizator;
4-pompă de saramură; 5-filtru; 6-bazin de aspirație;
7-serpentine de răcire; 8-lăzi cu pește

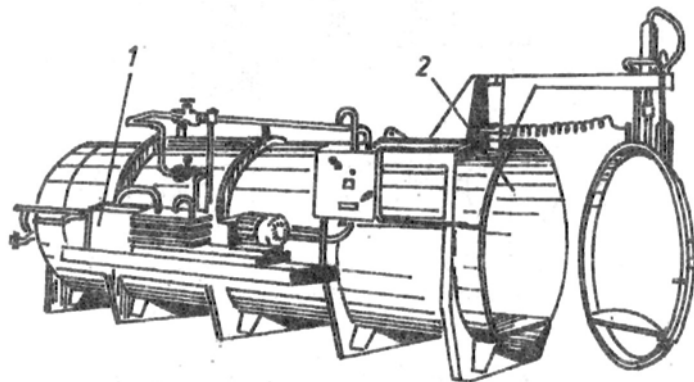
4. Utilizarea frigului în industria alimentară

Refrigerarea prin contact cu gheață hidrică se utilizează ca procedeu industrial, la refrigerarea peștelui, a legumelor, sau a altor produse care necesită o răcire rapidă și menținerea suprafeței în stare umedă cât mai lung timp. În figură este reprezentat un sistem mecanizat pentru încărcarea lăzilor cu fulgi de gheață, pentru refrigerarea legumelor. Masa gheții reprezintă cca. 40% din masa legumelor supuse refrigerării.



Linie mecanizată de încărcare a lăzilor cu fulgi de gheață, pentru refrigerarea legumelor;
1-alimentare cu gheață; 2-generator de zăpadă; 3-furtun flexibil;
4-buncăr cu fulgi de gheață; 5-clapetă; 6-transportor cu role;
7-lăzi cu legume; 8-transportor

Refrigerarea în vid este o metodă modernă de păstrare a produselor cu conținut ridicat în apă și suprafață mare de răcire. Se utilizează în special pentru legume ca salata și spanacul, sau pentru alge marine comestibile. Refrigerarea se bazează pe efectul de răcire datorat vaporizării la presiuni scăzute a unei părți din apa conținută de produse și de apa cu care au fost stropite acestea.



Aparat de refrigerare sub vid;
1-pompă de vid; 2-cameră cu vacuum pentru introducerea produselor

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

Refrigerarea produselor lichide în aparate schimbătoare de căldură se aplică produselor alimentare cum sunt: lapte, smântână, bere, vin, sucuri de fructe, etc.

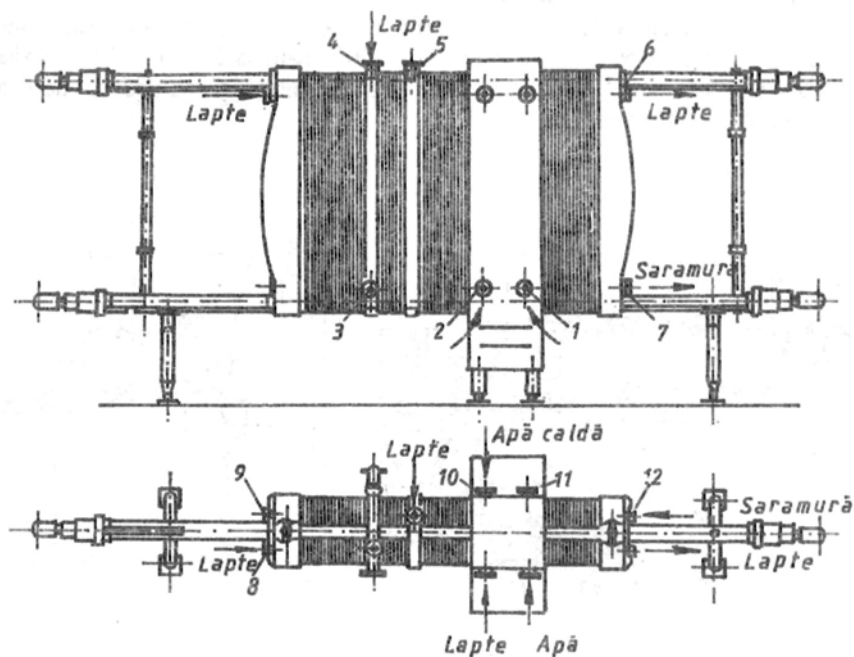
Schimbătoarele de căldură cele mai utilizate sunt de tip:

- Cu plăci;
- Cu manta și agitator interior;
- Țeavă în țeavă;
- Multitubulare.

Cei mai utilizați agenți de răcire sunt:

- Apa glacială;
- Soluții saline;
- Soluții alcoolice.

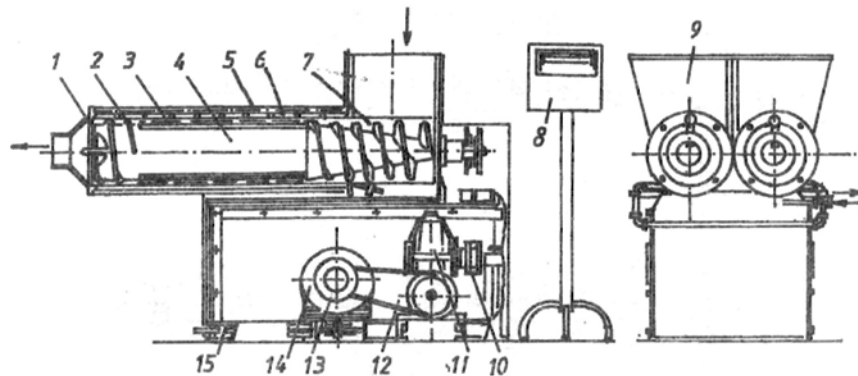
În figură este reprezentat un schimbător de căldură cu plăci pentru pasteurizarea laptelui.



Schimbător de căldură cu plăci utilizat la pasteurizarea laptelui;
1-intrare apă; 2,4,5,8-intrare lapte; 3,6,9-ieșire lapte;
7-ieșire saramură; 10-intrare apă caldă; 11-intrare apă rece;
12-intrare saramură

4. Utilizarea frigului în industria alimentară

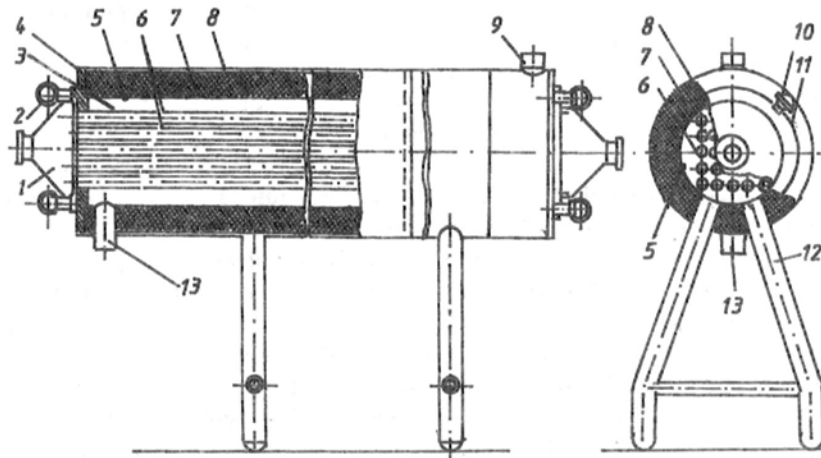
Pentru refrigerarea brânzei se poate utiliza un aparat cu doi cilindri, ca cel din imagine.



Răcitor de brânză cu doi cilindri;

- 1-capac; 2-palete elicoidale; 3-cuțite; 4-tambur; 5-carcasă exterioră;
- 6-manta pentru circularia saramurii; 7-con alimentar;
- 8-tablou de comandă; 9-buncăr de încărcare; 10-cuplaj; 11-reductor;
- 12-transmisie prin curele; 13-răcitor; 14-electromotor; 15-suport

O altă soluție pentru refrigerarea brânzei este prezentată în imaginea alăturată.



Răcitor de brânză tubular de tip Westfalia;

- 1-capac; 2-dispozitiv de închidere; 3-spațiu intertubular;
- 4-placă tubulară; 5-cilindru interior; 6-fascicul de țevi;
- 7-izolație termică; 8-cilindru exterior;
- 9,13-racorduri pentru agentul frigorific;
- 10-șurub de fixare a capacului; 11-flanșă; 12-stativ tubular

În practică se pot întâlni și alte procedee, respectiv sisteme de refrigerare a diverselor produse alimentare.