

Kalla fakta

allt du behöver veta om hanteringen av
kylda och djupfrysta livsmedel

Innehållsförteckning

Kapitel 1	Allmänt om kylda och djupfrysta livsmedel Kyl- och frysteknikens historia och utveckling. Olika metoder för nedkylning och infrysning. Fördel kylda och djupfrysta livsmedel. Upptining.	sida 7
Kapitel 2	Mat och klimat Klimatpåverkan i olika delar av värdekedjan för livsmedel. Klimatpåverkan av energiåtgång för kylt och fryst. Åt upp och spara klimatet.	sida 31
Kapitel 3	Kvalitet - att uppfylla förväntningar Kvalitetskriterier. Kvalitetsanalys.	sida 47
Kapitel 4	Kvalitetsförändringar under hantering och lagring Mikrobiologiska förändringar. Kemiska/biokemiska förändringar. Fysikaliska förändringar.	sida 57
Kapitel 5	Kylda och djupfrysta livsmedels hållbarhet Hur länge kan man lagra? TTT-begreppet. PPP-begreppet.	sida 81
Kapitel 6	Distribution av kylda och djupfrysta livsmedel Allmänt om kvalitetspåverkan. Krav och kritiska moment i distributionen. Temperaturhöjning under hantering och transport.	sida 93
Kapitel 7	Temperaturkontroll Så mäter du lufttemperaturen. Så mäter du produkttemperaturen.	sida 111
Kapitel 8	Lagstiftning, branschriktlinjer och definitioner	sida 125

Författare av Kalla fakta - allt du behöver veta om hanteringen av kyllda och djupfrysta livsmedel

Katarina Nilsson är biolog som disputerat i ämnet Livsmedelsvetenskap. Hon har arbetat med livsmedel och livsmedelskvalitet i 20 år. Hon arbetar nu som miljökonsult på SIK - Institutet för livsmedel och bioteknik. SIK arbetar med företag och institut främst inom livsmedelsområdet om hur livsmedel och livsmedelsproduktion påverkar miljön. Nu är det stort fokus på klimatfrågan och Carbon Footprint.

Niklas Ekman driver livsmedelskonsultföretaget adaptisia tillsammans med några kollegor. Företaget utarbetar smarta affärsdrivande egenkontrollprogram, unikt anpassade för att göra verklig nytta som en del av ledningssystemet.

Niklas har en högskoleexamen i livsmedelskemi och har arbetat som livsmedelsinspektör i Stockholms stad och statsinspektör på Livsmedelsverket. Niklas har varit med om införandet av den gemensamma livsmedelslagstiftningen och väglett kontrollmyndigheterna i tillämpningen av de nya reglerna. Genom inspektörsarbetet har han erfarenhet från både stora och små livsmedelsföretag inom industri, butik, restaurang och bageri. Niklas är en erfaren utbildare inom HACCP, revisionsteknik och livsmedelslagstiftning.

Göran Löndahl är konsult i livsmedelsvetenskapliga och livsmedelstekniska frågor. Tidigare F&U-chef på Frigoscandia AB. Mångårig utbildare, speciellt med avseende på kyl- och frysteknik med 50 års erfarenhet i branschen.

Göran har en bakgrund som kemiskteknisk ingenjör, med vidareutbildning i livsmedelsteknik, mikrobiologi och marknadsföring. Han har verkat som styrelsemedlem och ordförande i ett flertal nationella och internationella bransch- och forskningsorganisationer. För närvarande är han svensk representant i Internationella Kylinstitutets Livsmedelskommission i Paris. Han har publicerat mer än 250 vetenskapliga och tekniska artiklar och är författare och medförfattare till ett flertal böcker.

Design och layout: Peter Buchschatz

Omslagsbild: ©Bring Frigoscandia

Ansvarig utgivare: Djupfrysingsbyrån, Fredrik Strömblad

Utgivningen har fått ekonomiskt stöd av Jordbruksverket

©Djupfrysingsbyrån, 2009



Förord

Djupfrysingsbyrån är en unik branschorganisation då den omfattar alla led i värdekedjan såsom tillverkare, grossister, transportföretag, butiks- och restaurangkedjor.

Djupfrysingsbyrån har sedan starten 1955 bedrivit utbildning kring djupfrysta livsmedels hantering för att bevara bästa kvaliteten fram till dess att produkten serveras på matbordet.

Den 1 januari 2007 tog Djupfrysingsbyrån också över ansvaret för det regelverk som gäller för hur man på bästa sätt ska hantera kylda produkter, då problematiken med en obruten kylkedja är densamma som man försöker uppnå med en obruten djupfryskedja.

Den första januari 2007 trädde de branschriktlinjer i kraft som Djupfrysingsbyrån arbetat fram i samarbete med Livsmedelsverket för hur man ska arbeta med produkter för en obruten kyl- och djupfryskedja.

Dessa riktlinjer fick namnet "Branschriktlinjer för temperaturdisciplin i hantering av kylda och djupfrysta livsmedel". Dessa regler finns i sin helhet återgivna på www.djupfrysingsbyran.se.

Eftersom kylda och djupfrysta livsmedels kvalitet står i direkt proportion till hur de hanteras är det viktigt att kompetensen kring hanteringen av desamma upprätthålls och ökas med de senaste kunskapsrönen.

Därför är det av stor betydelse att Jordbruksverket har identifierat och beviljat Djupfrysingsbyrån medfinansiering för utvecklingsprojektet "Kompetenslyftet i kyl- och djupfryskedjan 2009-2010".

Detta kursmaterial är framtaget med stöd av regeringssatsningen Sverige - Det Nya Matlandet, vilken har som mål att stärka den svenska livsmedelsbranschens konkurrenskraft.

De långa ledtiderna och transportavstånden ställer också krav på att utbilda alla delar, inklusive detaljistledet, om hur man energieffektivt kan bibehålla en obruten kyl- och djupfryskedja för att undvika kvalitetsförsämring. Långsiktigt kommer projektet även att stärka exportmöjligheterna för kylda och djupfrysta produkter. I sammanhanget noteras att djupfrysta produkter under senare år haft en ytterligt stark exportutveckling.

Livsmedelstillverkarna i Sverige har påbörjat ett omfattande förändringsarbete. Klimatanpassade produkter och produktionsformer löper som en grön tråd genom denna dynamiska process. Mot denna bakgrund ägnas ett särskilt kapitel i detta kursmaterial åt att analysera klimatpåverkan i olika delar av värdekedjan för kylda och djupfrysta livsmedel.

Fredrik Strömblad
Verksamhetsansvarig
Djupfrysingsbyrån



1

Allmänt om kylda och djupfrysta livsmedel

Hur länge har man använt industriell kyla för bevaring av livsmedel?

När kom de första djupfrysta produkterna i detaljhandeln?

Hur stor är konsumtionen av djupfrysta livsmedel idag?

Hur kyler och fryser man livsmedel industriellt?

Förändras näringsvärdet vid infrysning och lagring?

Hur ska man tina djupfrysta livsmedel?

Allmänt om kylda och djupfrysta livsmedel

Med kylda och djupfrysta livsmedel förstås sådana livsmedel, vilka för bibehållande av så mycket som möjligt av den ursprungliga kvaliteten och säkerheten hanteras, lagras, transporteras och saluförs med en produkttemperatur nära eller mycket under dess fryspunkt.

Det finns olika sätt och behandlingar för att förlänga ett livsmedels hållbarhet och förhindra okontrollerade kvalitetsförsämringar eller att livsmedlet blir hälsovådligt. Ett övergripande begrepp för att förlänga hållbarheten är konservering.

De flesta metoder för konservering har använts mycket länge, medan endast några få är att betrakta som nya.

Exempel på konserveringsmetoder är:

Torkning

Saltning

Surgörning – Ättiksinläggningar

Värmebehandling (sterilisering, pastörisering, kokning)

Rökning (kallrökning, varmrökning)

Bestrålning

Djupfrysning

Kylning

Listan är inte fullständig, men ger exempel på de vanligast förekommande metoderna. Flera av de nämnda kan och bör i vissa fall kombineras.

I det följande behandlas endast kategorierna kylda och djupfrysta livsmedel.

Kyl- och frysteknikens historia och utveckling

Användningen av kyla för att bevara livsmedel kan följas flera tusen år tillbaka. Grottor har t ex använts för lagring i tusentals år. Temperaturen i dessa var och är naturligt låg genom avdunstning av vatten. Avdunstning av vatten för att alstra kyla användes bl a av egyptierna, vilket framgår av en fris daterad till 3000-talet f Kr. En välkänd applikation idag är i sommarens klassiska smörbytta med vatten.

Lagring med hjälp av naturis anses belagd så tidigt som 1100 f Kr i Kina. En teknik som har följt människan genom århundraden. Det är självklart, att

eskimåerna med en intensiv jakt- och fiskeperiod strax före vinterns ankomst lagrade sina matförråd frysta. Något som självklart gäller för alla som levde eller lever i ett kallt klimat.



*Det som lagrades i visthusbodarna frystes naturligtvis under de kalla vintermånaderna.
(Nordiska Museets Arkiv)*

Bruket att skörda is, som isolerades i sågspån, från de svenska sjöarna för att kyla kött och fisk samt användning i isskåp levde kvar ända in på 1950-talet, om än i begränsad omfattning. I slutet av 1800-talet kylde järnvägsvagnar med smältande is vid transport av temperaturkänsliga livsmedel.

Glass eller en därmed jämförbar produkt, sorbet, kan spåras tillbaka till tredje årtusendet f Kr och då återigen till Kina. I Europa introducerades produkten av Marco Polo. Han hade inte bara recept på produkten utan också beskrivningar på köldblandningar med sig från sina kinaresor. I Italien blandades i slutet av 1200-talet mjölk i produkten och glassen, som vi känner den, var född. Produkten spreds i högre ståndsmiljöerna i Europa och i Sverige introducerades den av Gustav III.

Glass är en av få produkter, om inte den enda, beroende på definition, som konsumeras fryst utan att räknas in i statistiken över djupfrysta livsmedel. Skälet till det senare är sannolikt att glassen från början betraktats som en mejeriprodukt. Ett mera spekulativt skäl kan vara, att den fanns långt innan frystekniken var en industriell företeelse.

Att bevara livsmedel har länge varit en huvudfråga för människan. Vid sidan av kylteknik i form av vattenavdunstning är torkning en urgammal metod. Saltning och rökning, för att förhindra mikrobiell tillväxt, har använts i århundraden. Saltet var en mycket viktig handelsvara som t o m orsakat krig. I större mängd fanns inte salt tillgängligt i Sverige förrän under medeltiden.

Gravning, att gräva ner fisk, som saltats lätt för att hindra snabb förruttelse, var mycket vanligt från 1300-talet och framåt. Metoden har inget eller mycket

litet att göra med dagens gravade fisk. Surgörning är en annan metod med många år på nacken.

Gemensamt för alla dessa metoder utom kylning och frysning är att de påtagligt ändrar produktens sensoriska egenskaper.

Värmebehandling i form av pastörisering och sterilisering är en relativt ny metod och uppfanns under Napoleonkrigen med målsättningen att förse soldaterna med "färsk" mat. De första konserverburkarna var väl förseglade glasflaskor. Till en början koktes produkterna och konserverna var att betrakta som färdiglagad mat. Detta för att avdöda alla mikroorganismerna i produkten. Idag styrs steriliseringsprocessen av noggranna tid-temperaturförlopp för att ge maximal avdödnings effekt med minimala sensoriska förändringar.

Vid pastörisering avdödas inte alla mikroorganismer som finns i produkten varför den i de flesta fall har begränsad hållbarhet och bör hanteras under kyla.

Bestrålning av livsmedel med joniserad strålning för att avdöda mikroorganismer, parasiter eller insekter har prövats laboriemässigt sedan 1940-talet, men ännu inte fått någon större spridning. Det finns en lång rad skäl till detta, främst känslomässiga, men också tekniska. Konsumenterna förknippar felaktigt metoden med atomkraft, bomber och cancer, något som hitintills effektivt hindrat en kommersiell utveckling i större skala.

Vid kraftig bestrålning, för att åstadkomma sterilisering, förändras de flesta produkters sensoriska egenskaper, främst smaken, så kraftigt att de inte är smakliga. Vid låga doser, pastörisering, krävs att produkten hanteras under kyla. Idag bestrålas vissa frukter med låga doser i stora kommersiella försök med gott resultat.

Kryddor behandlas kommersiellt med relativt höga doser för reduktion och avdödnings av insekter och mikroorganismer.

Mekanisk kyla

Redan under 1700-talets senare hälft experimenterade man med olika sätt att på mekanisk väg kyla vätskor och luft. Det var emellertid först i mitten av nästa århundrade som man lyckades utveckla kompressordrivna kylmaskiner. Dessa kom snabbt att få användning i bryggeriindustrin och senare också vid lagring av livsmedel. År 1877 uppförde Lyckholms Bryggeri i Göteborg den första mekaniska kylanläggningen i Sverige.

Inom slakterinäringen togs den första anläggningen i Sverige i bruk 1897 och två år senare var det dags för margarintillverkarna. Det dröjde emellertid ytterligare 15-20 år innan användningen tog riktig fart. Den första fartygsinstallationen kom 1904 och 1910 fick en offentlig saluhall kylanläggning. Ute i Europa hade man tidigt insett teknikens stora betydelse vid hantering och lagring av livsmedel, något som först omkring 1912 blev mera allmän i Sverige.

Jordbruksdepartementet tillsatte 1916 en speciell kommitté för att utreda kylteknikens användning inom livsmedelsområdet. Två år senare var man klar med sitt betänkande. En särskild fond, "Statens kylhusfond", skulle tillsättas för utveckling av tekniken och utrymmen skulle byggas för lagring av minst 10 kilo fryst kött per kyrkbokförd person i landet. Järnvägsstyrelsen skulle arrangera kyltransporter.

Under 1930-talet startade ombyggnaden av de gamla isbodarna i kött-, fisk- och mejeributikerna, men det var ännu långt kvar till moderna tiders kyl- och frysdiskar. De första trevande försöken med snabbköp och självbetjäning kom 1947-48. Tio år senare var strukturförändringarna i detaljhandeln i full fart mot allt större butiksenheter. Kött och chark, fisk och delikatesser såldes emellertid under lång tid framöver över manuella diskar i den stora butiken.

De gamla isskåpen ersattes till viss del under början av seklet med kompressor-drivna skåp, men dessa krävde omfattande service och ljudnivån var störande hög. Baltzar von Platens och Carl Munters examensarbete vid Kungl. Tekniska Högskolan 1922 lade grunden till Electrolux berömda kylskåp, som skulle komma att erövra världen. Det var först med detta skåp, utan rörliga delar, som utvecklingen tog verklig fart. Svenska Dagbladet hade 1925 en rubrik som löd: "Ingen isbrist i sommar! Kyla direkt ur värme – en idealisk kylapparat". Under 1940-talet tillverkade Electrolux 600 000 kylskåp per år.

Industriell frysning

Industriell infrysning och lagring av livsmedel fick sitt internationella genombrott i slutet av 1800-talet, då stora kvantiteter fryst kött transporterades från Sydamerika och Australien till Europa. Framgångarna berodde på att man lyckades sänka temperaturen under -10°C , den temperatur vid vilken så gott som all mikrobiologisk tillväxt avstannar.

Det första fryshuset i Europa byggdes 1881 i London just för detta kött. I Tyskland uppfördes det första fryshuset i Bremen 1882. I Sverige dröjde det fram till 1916, innan man vid Svenska Fryserierna i Göteborg framställde kommersiell kyla ner mot -12 till -15°C . Det finns uppgifter från 1923, som visar, att man från Göteborg bl a bedrev en framgångsrik export av fryst fisk.

Redan 1861 hade man i Nordtyskland fryst fisk med hjälp av saltlösningar och is. Under de första årtiondena på 1900-talet fick frystekniken allt större utrymme inom livsmedelsindustri och vetenskaplig forskning. Speciellt stort var intresset i USA, Tyskland och Danmark.

Frysning blev under de första årtiondena på 1900-talet ett sätt att "rädda" produkter, som inte såldes på färskvarumarknaden och ett sätt att förse den framväxande konservindustrin med råvaror. Infrysning för att rädda produkter resulterade emellertid i att frystekniken fick dåligt rykte, eftersom kvaliteten inte alltid blev den bästa.

Det tekniska genombrottet, för det som vi idag känner som modern djupfrysningsteknik, skedde i USA på 1920-talet. Mannen bakom verket var en päls-handlare vid namn Clarence Birdseye, som tidigt experimenterat med frysning av fisk utan att använda saltlösningar. Under slutet av 20-talet hade man också experimenterat med att frysa bär, grönsaker och kött.

Clarence Birdseye



I mars 1930 introducerades 26 olika konsumentförpackade produkter under namnet Bird's Eye Frosted Foods. Djupfrysningstekniken, som modern bevaringsmetod för livsmedel, hade sett dagens ljus.

Djupfrost i Sverige

Med stor sannolikhet letade sig såväl amerikanska som något senare engelska djupfrysta konsumentprodukter under 30-talet fram till de svenska fryshusen i Göteborg och Norrköping. I Stockholm fanns de för djupfrysningen entusiastiska bröderna Ohlins företag Norrmalms Livs, som på den tiden var något alldeles extra, då det gällde livsmedel. Bröderna importerade djupfrysta livsmedel från Holland och kunde till en kungamiddag 1938 leverera en dessert av djupfrysta hallon, vilket var en sensation.

Fryslagring av smör och kött spelade en mycket viktig roll under andra världskriget, inte bara i de krigförande länderna utan också i Sverige. Svenska folket åt - förmodligen overatande - under långa tider av året nästan uteslutande fryslagrat kött, fläsk och smör, som frysts och lagrades in under våren och sommaren, då det rådde produktionsöverskott.

I början av 40-talet gjordes vid Münchenbryggeriet i Stockholm omfattande infrysnings- och lagringsförsök med olika produkter. Ett arbete som ledde fram till ett produktsortiment som bara såldes på NK genom Kärnbolaget Kabi. Produkterna gick under beteckningen "kärnfrostbehandlade" livsmedel.

Vid AB Marabous köp av en konserveringsanläggning i Skåne 1941 ansågs djupfrysta livsmedel vara en av det nya företags möjliga produktlinjer. Försöken startade nästan omgående och parallellt med arbetet vid Marabous laboratorium och Findus AB i Bjuv pågick också försöksverksamhet inom Konsumentkooperationen.

Under namnet Solman lanserades de första produkterna av Kooperationen i Stockholm 1944. I november 1945 kom så också Findus produkter ut på marknaden i Stockholm. Här fanns vid denna tid endast tre butiker med frysboxar - Arvid Nordqvist på Birger Jarlsgatan, Högströms Livs på Karlavägen och Konsumbutiken på Odengatan.



De första Findusdiskarna för djupfrost, 1945 i Stockholm.

Aktörerna blev snabbt flera, men det skulle dröja till början av 50-talet innan försäljningen tog riktig fart. Fram till 1960 ökade försäljningen av djupfrysta livsmedel från ca 500 ton till 21 000 ton per år, vilket motsvarade en konsumtion av 2,8 kg per person. Optimismen var stor och man beräknade, att konsument- och storhushållsförpackade djupfrysta produkter under de nästa tio åren skulle öka till 50 000 ton. I verkligheten blev det 112 000 ton. De industriförpackade produkterna utgjorde emellertid endast en liten del av den totala mängden djupfrysta livsmedel. År 1960 lagrades ca 130 000 ton för säsongsutjämning och vidareförädling, i första hand kött, fisk och smör.

*Idag utgör kyl-
och frysdiskarna en
mycket stor del av
butikens utrymme.*



Hemfrysningen tog också fart och så tidigt som 1949 hölls i Malmö ett föredrag med temat "Några intryck och erfarenheter vid användandet av djupfrysning på landsbygden". Vid denna tid var det i första hand de kollektiva frysfacken som användes. De första facken byggda 1947 i Skåne fanns i bruk långt in på 70-talet.

De första frysexarna importerades från USA i slutet av 40-talet. Elektro Helios startade 1950 den första tillverkningen i Sverige och något år efter var man uppe i en produktion på knappt 2 000 boxar per år.

Utvecklingen gick snabbt och 1960 beräknas hemfrysningen varit i storleksordningen 100 000 ton. Idag räknar man med att per capita konsumtionen av hemfrysade livsmedel är ca 75-80 kg per år.

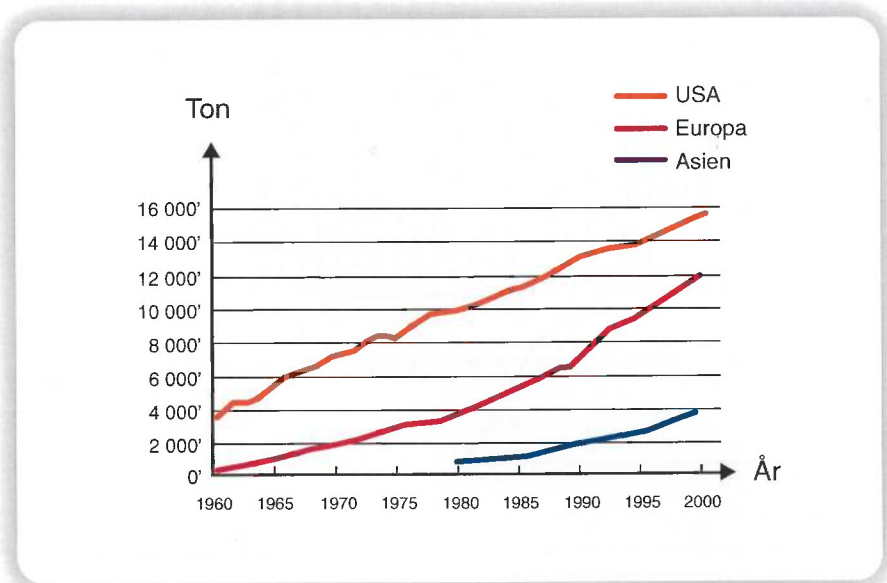
Konsumtionsutvecklingen för djupfrost

Idag hanteras i storleksordningen 4 miljoner ton livsmedel i de svenska kyl- och fryskedjorna, beräknat på per capita konsumtionen. I uppskattningen har endast hälften av frukt- och grönt-sortimentet räknats in och inte några drycker med undantag av mjölk. Av dessa 4 miljoner ton svarar djupfrysade produkter för 10-12 procent. Medan den årliga ökningstakten för livsmedel i allmänhet, inklusive kylda varor, har varit ca 1-2 procent har den för delar av det djupfrysade sortimentet varit 5-6 procent.

Genom åren har utvecklingen av djupfrysade livsmedel i Sverige, liksom i övriga världen, varit oavbrutet positiv med nya tekniska framsteg. Inom infrysningstekniken, där Sverige länge varit ledande och dominerande genom lansering av nya maskiner som bidragit till ständigt ökande försäljningsvolymmer.

Mer än 95 % av alla hushåll har idag frysbox eller frysskåp, vilket innebär att djupfrysta livsmedel har blivit en självklar livsmedelsgrupp i alla hem. Kylskåpen har sedan många år funnits som standard i alla svenska hem. Idag finns de i fritidsbåtar, husvagnar, husbilar och för utflykter och camping.

Mikrovågsugnen för snabb, energieffektiv beredning och tillagning av djupfryst och andra livsmedel har också den erövrat hemmen och finns idag i mer än 80 % av de svenska hushållen. Bekvämligheten, lättillgängligheten och inte minst de ekonomiska fördelarna med att använda djupfrysta råvaror och halvfabrikat har påtagligt ökat användningen också inom storhushållsnäringen.



Figur 1
Världskonsumtionen av
djupfrysta livsmedel
1960-2000.

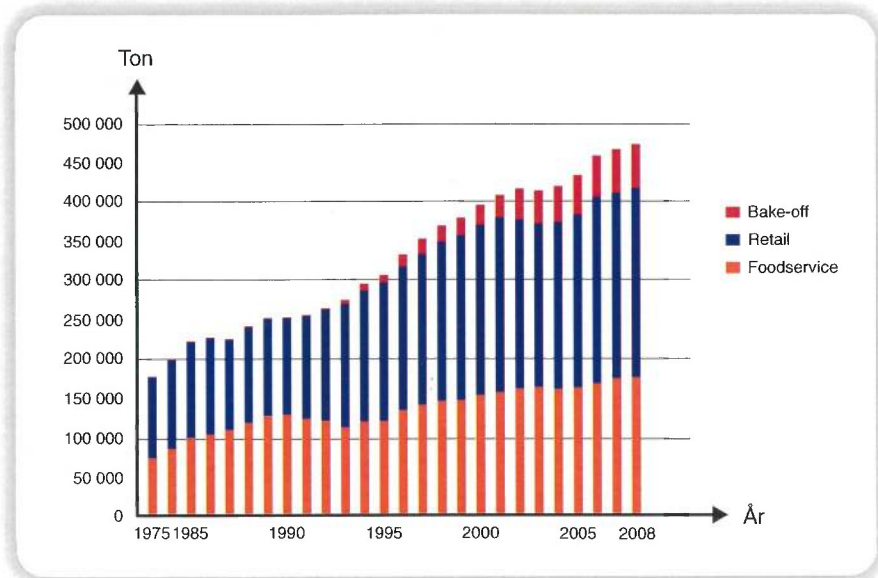
Djupfrysningstekniken har spelat och spelar en mycket stor roll för de socioekonomiska förändringarna i samhället. Matkulturen i de flesta industrialiserade länderna har dramatiskt förändrats under de senaste 40 åren, mycket beroende på just djupfrysta livsmedel. Samtidigt får tekniken allt större betydelse utanför västvärlden. Konsumtionsutvecklingen i världen framgår av figuren ovan.

Gensvaret från de svenska konsumenterna har varit och är fortfarande mycket stort. Detta framgår också av figur 4, som visar den svenska utvecklingen. Under 1998 passerades två magiska volymgränser, försäljningen i dagligvaruhandeln översteg 200 000 ton av marknadens totala 363 694 ton. Samtidigt passerade per capitakonsumtionen 40 kilostrecket och blev under året 41,3 kilo.

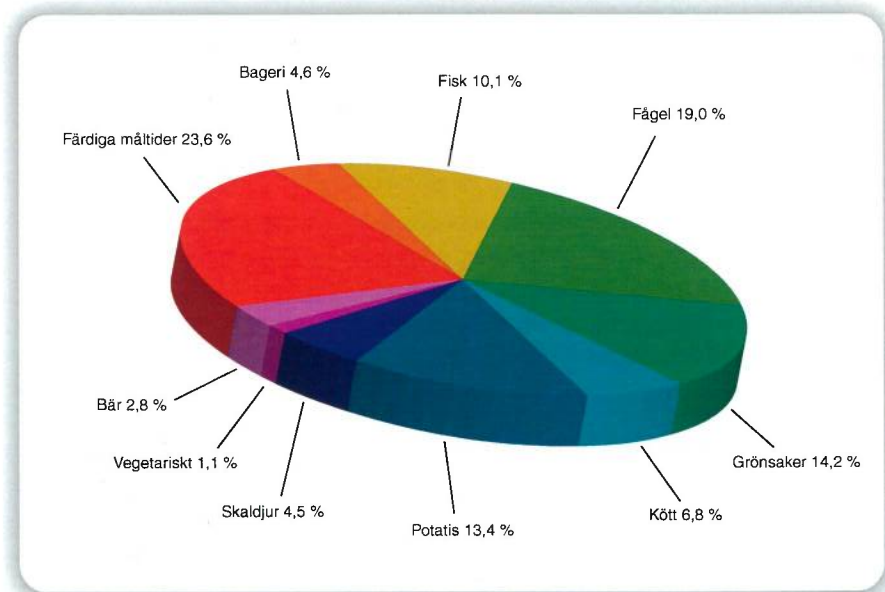
År 2007 översteg per capitakonsumtionen totalt 50 kg och var 2008 50,9 kg. Fördelningen av olika varugrupper framgår av figur 3.

Glasskonsumtionen har under de senaste åren varit nästan konstant med ca 10 liter per person och år.

Figur 2
Utveckling av
djupfrystkonsumtionen
i Sverige.



Figur 3
Konsumtionen av olika
varugrupper, Retail 2008.

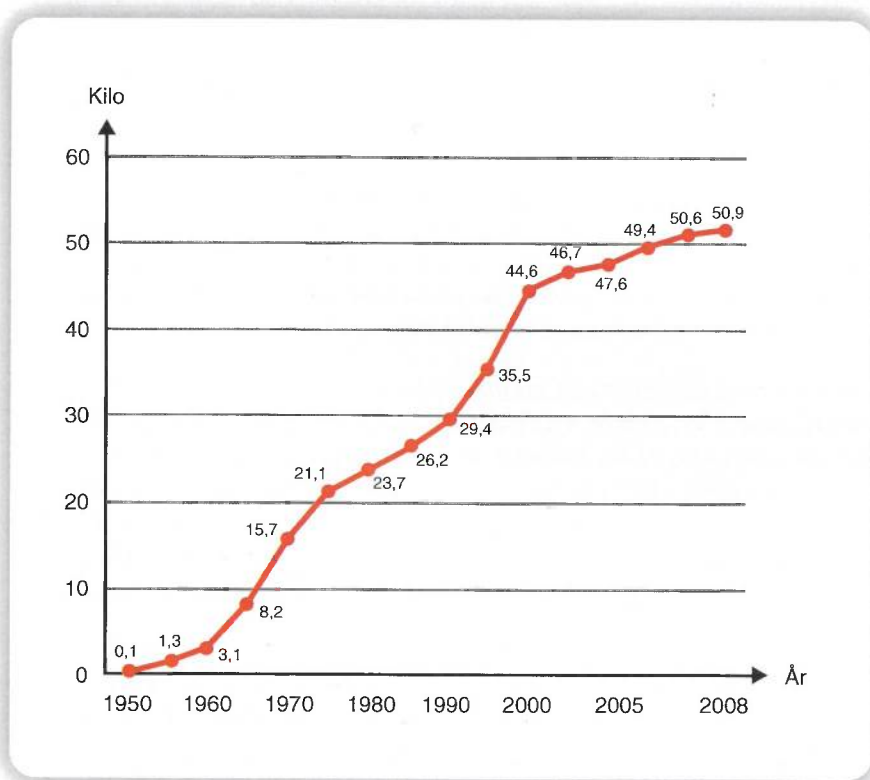


Djupfrysingsbyråns roll

En bidragande orsak till den snabba tillväxten av djupfrost var utan tvekan bildandet av Djupfrysingsbyrån 1953. Byrån bildades som en utrednings- och informationscentral för "de djupfrysta livsmedlens rationella infogande i landets hushåll".

Framgången för Djupfrysingsbyrån visade sig i en snabb ökning av konsumtionen, som gjorde Sverige till det ledande landet i Europa på detta område. Byrån och dess verksamhet har också stått modell för övriga Europa och världen vid introduktionen av djupfrysta livsmedel.

Sedan 2004 arbetar Djupfrysingsbyrån också med kylda livsmedel vad gäller hantering och distributionsfrågor.



Figur 4
Konsumtionen av djupfrost
per capita exklusive glass.

Fördel kylda och djupfrysta livsmedel

Nedkylning och infrysning är de metoder för att förlänga temperaturkänsliga livsmedels hållbarhet som ger de minsta förändringarna av produkternas signifikanta egenskaper. Detta gäller såväl sensoriska egenskaper som näringsvärde.

Andra konserveringsmetoder, som torkning, värmebehandling (sterilisering, pastörisering) rökning m fl, resulterar ofta i helt nya produkter jämfört med de ursprungliga råvarorna, dvs de sensoriska egenskaperna förändras. Samtidigt påverkas också delar av produkternas näringsvärde. Förändringarna sker oftast i samband med den process livsmedlen utsätts för.

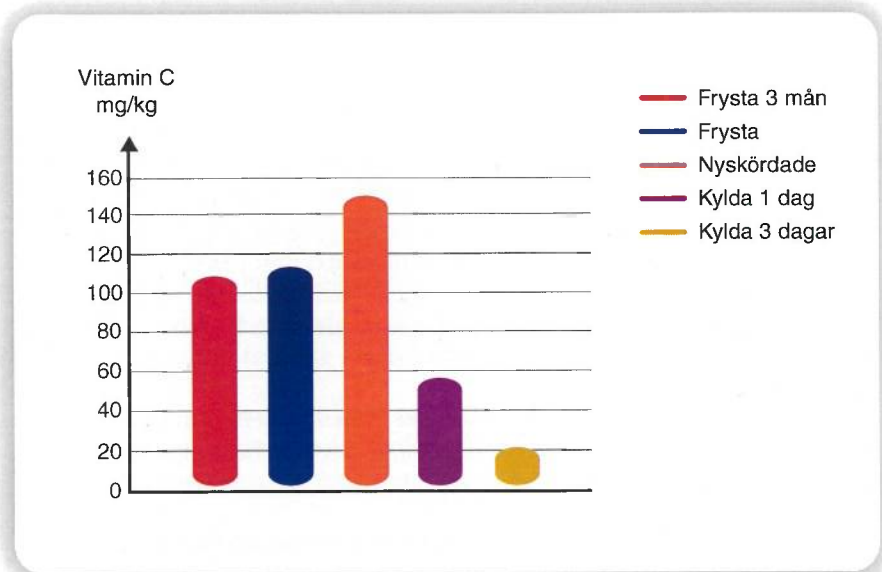
Kylda och djupfrysta livsmedel förändras under den efterföljande lagringen, men sker långsamt under förutsättning att lagringen sker vid rätt temperatur. Nedkylning medför som regel inga som helst förändringar, men lagringstiden till en viss grad av förändring är kortare än om produkten djupfrysas. Infrysningen ger texturförändringar i framför allt vegetabilier. Dessa är dock små, så länge rätt teknik kommer till användning. Under den fortsatta lagringen sker emellertid förändringarna mycket långsamt.

Jämsides med hållbarhetsundersökningar har också ett stort antal undersökningar av näringsvärdet hos kylda och djupfrysta livsmedel gjorts. Nedkylning och infrysning innebär som regel ingen större påverkan. Extremt långsam infrysning kan emellertid medföra betydande vätskeförluster i samband med upptiningen. Detta kan i sin tur leda till förluster av vattenlösliga vitaminer.

I senare avsnitt beskrivs några kemiska reaktioner som kan tänkas inverka på produkternas näringsvärde; ett sådant exempel är proteindenaturering. Undersökningar har visat att förändringen under infrysning och fryslagring normalt är så liten, när det gäller proteinernas näringsvärde, att ingen praktisk skillnad kunnat uppmätas. När det gäller kylda livsmedel är de sensoriska förändringarna som regel så stora att produkten väljs bort innan några påtagliga förluster skett.

En annan i detta sammanhang intressant förändring är oxidationen av fetter - härskning. Också i detta fall visar det sig, att konsumenternas känslighet för härskning är så stor, att man undviker produkten långt innan dess näringsvärde allvarligt påverkats.

I en jämförande undersökning med ärter konstaterades att blanchering gav en förlust på 20-25 procent av C-vitaminhalten. Motsvarande förlust vid burksterilisering var ca 40 procent och för lufttorkade hela 85-90 procent. Under lagringen av de burksteriliserade ärtorna läcker ytterligare vitaminer ut i det vattnet (spad) som finns i burken. De mest påtagliga förändringar i näringsvärde, under nedkylning och infrysning samt kyl- och fryslagring, är vitaminförluster och då de mera känsliga vitaminerna som t ex askorbinsyra, thiamin och riboflavin. I grönsaker sker den huvudsakliga förlusten av vitaminer i samband



Figur 5
C-vitamininnehåll
hos nyskördade,
kyllda och frysta
ärter.

med blanchering före infrysningen. En korrekt genomförd blanchering med avseende på tid och temperatur är därför mycket viktig.

Nedbrytningen av askorbinsyra, vitamin C, är starkt temperaturberoende och fortsätter även efter infrysningen, men med mycket låg hastighet. Ett klassiskt exempel är spenat som nyplockad, distribuerad och såld okyld, normalt förlorat mellan 60 och 80 procent av sitt C-vitamininnehåll. Djupfryst spenat, fryst omedelbart efter skörd och lagrad 10 månader, har inte förlorat mer än 30-40 procent. Vid kylhantering är förlusterna också större, men ju lägre temperaturen är desto lägre är förlusterna. Blomkål förlorar t ex i storleksordningen 0,1-0,2 procent per 24 timmar av den ursprungliga C-vitaminhalten under lagring vid 0-2°C, medan motsvarande förlust vid 12°C är i storleksordningen 10 procent. Motsvarande värden för sallad är 0,5-1,0 och 10-20 procent. Figur 5 visar C-vitaminhalten i kyllda och djupfrysta ärter.

Det är emellertid viktigt att studera eventuella skillnader i näringsvärde, t ex vitamininnehåll, på rätt sätt och vid rätt tidpunkt. Att jämföra innehållet av C-vitamin i nyskördade ärter med djupfrysta ärter, lagrade i några månader, ger ingen rättvisande bild, om inte ärterna konsumeras råa.

Jämförande undersökningar som utförts med beredda produkter, kyllda och djupfrysta, i ett normalt ätsammanhang visar på mycket små skillnader, om ens några. Ibland är vitamininnehållet t o m högre i de grönsaker som varit frysta, beroende på att de kyllda hanterats och lagrats vid för hög temperatur eller för länge. Innehållet av C-vitamin i burksteriliserade grönsaker är naturligtvis påtagligt lägre eftersom förlusterna vid värmebehandlingen och den efterföljande lagringen varit större än för de djupfrysta.

Förlusterna vid själva beredningen är naturligtvis intressanta också ur ekonomisk synvinkel. Vid en jämförelse mellan färsk broccoli och industriellt infrysning konstaterades en total beredningsförlust på 45 procent för den färska, medan motsvarande förlust för den djupfryssta var 4,5 procent, d v s en tiondel. För spenat visade samma studie 30 respektive 1,5 procent förluster. Skillnaden beror naturligtvis på att de industriellt hanterade produkterna trimmats i samband med infrysningen. Man har alltså en likvärdig totalförlust. En viktig skillnad kvarstår, de industriella förlusterna tillvaratas som t ex djurfoder eller råvara för biogas. Den industriella hanteringen innebär alltså ett bättre totalt utbyte av råvaran. Till detta kan läggas att konsumenten ofta betalar mer för den "färska" råvaran än den djupfryssta.

En annan betydelsefull faktor vid jämförelser mellan olika berednings-, konserverings- och distributionsmetoder är den miljöpåverkan eller miljöbelastning som sker. Detta behandlas mera detaljerat i kapitel 2, Mat och klimat.

Med några få undantag innebär all konservering en värmebehandling - att energi tillförs och/eller bortförs. I figur 6 jämförs bara den energimängd som går åt för själva nedkylningen, infrysningen, steriliseringen o s v.

*Figur 6
Teoretiskt energibehov
för olika hållbarhets-
behandlingar.*

Konserveringsmetod	Energi (kWh/ton)
Nedkylning	15
Infrysning	100
Pastörisering	130
Sterilisering	225
Torkning	660

Studerars hela flödet från produktion till konsumtion blir skillnaderna mindre dramatiska, men fortfarande fördel kylt och djupfrysst. Som framgår av kapitel 2, Mat och klimat, är miljöpåverkan marginell då hela kedjan från jord till bord studeras. Vid val av konserveringsmetod är faktorer som hållbarhet, säkerhet, sensorisk och näringsmässig kvalitet och inte minst priset viktigare än energikostnaden.

Olika metoder för nedkylning och infrysning

Den utrustning som används för nedkylning och infrysning kan indelas i olika grupper, bl a med avseende på produkttyp som kyls eller fryses, eller med avseende på det sätt på vilket värmeöverföringen sker.

När det gäller produkttyp skiljer man på:

- utrustning som i huvudsak används för förpackade livsmedel och
- utrustning för oförpackade livsmedel. När det gäller djupfrysning talar man om individuell infrysning - IQF, Individual Quick Freezing.

Någon egentlig skarp gräns finns emellertid inte, utan de flesta typer av utrustning kan i praktiken användas för både förpackade och oförpackade livsmedel. Ur kvalitetssynpunkt kan dock resultatet variera, beroende på vilken utrustning som används.

Med avseende på värmeöverföringssättet kan utrustningarna indelas i fyra huvudgrupper:

- Olika typer av vattenbad, för kylning.
- Lufttunnlar, för kylning och frysning.
- Kontaktfrysare, för frysning.
- Kryogena kylare och frysare. Dessa används normalt endast för infrysning med något undantag. Koldioxid används också för nedkylning.

Enligt livsmedelslagstiftningen får endast fyra kylmedier komma i direkt kontakt med ett livsmedel vid nedkylning och djupfrysning: vatten/is, luft, kväve och koldioxid.

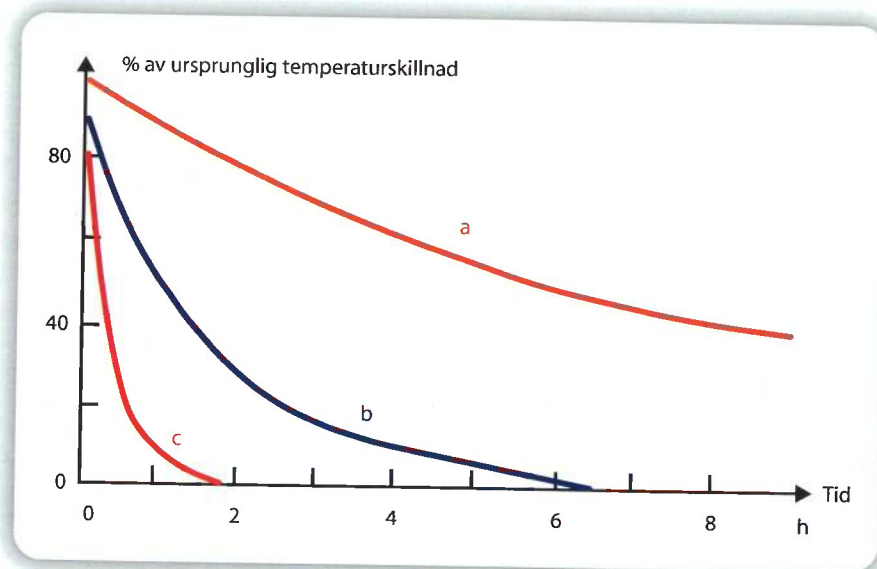
Som kylmedium i slutna system, där det alltså inte kommer i direkt kontakt med livsmedlet, används främst ammoniak och olika kolväteföreningar.

Vattenkylning

Kylning med vatten och/eller is är som tidigare nämnts den äldsta kända nedkylningsmetoden. Medan värmeövergångskoefficienten, ett mått på hur effektiv nedkylningen är för luft, som i regel räknas i tiotal $W/m^2°C$, är den i vatten några hundra. Vatten är således en mycket effektiv nedkylningsmetod, men har klara begränsningar så länge produkten som ska kylas inte är vattentätt förpackad. Skillnaden mellan luft- och vattenkylning framgår tydligt av figur 7 nedan.

Förutom den ger vattnet också en tvätt- och rensningseffekt. Denna är som regel positiv, men innebär ökade krav på vattenomsättning och den mikrobiologiska kvaliteten på vattnet. En viss urlakning är oundviklig vid nedkylning av oförpackade produkter. Detta kan medföra förluster av t ex vattenlösliga vitaminer. Tvätteffekten kan lösa upp naturligt förekommande skyddsvaxer på t ex vissa frukter.

Figur 7
Temperaturförloppet vid kylning
av persikor med a) stillastående
luft och b) cirkulerande luft vid
0°C samt c) vatten vid 0,5°C.
(Källa: P E Andersen,
Jörgen Risum)



Direktkylning, immersionskylning, i vatten sker i olika typer av vattenbad med såväl stillastående som strömmande vatten. Vattnet kan kylas mekaniskt eller med hjälp av is. Metoden används i första hand för vegetabilier, som frukter och grönsaker. Typiska exempel är äpplen, päron, meloner, sparris, morötter, men också mindre kompakta produkter, som vissa typer av sallader.

Ombord på de större fångstfartygen kyls fisken ofta i stora vattentankar med kylt havsvatten. Vattnet kyls som regel på mekanisk väg, även om iskyllning förekommer. I mindre skala kyls den nyfångade fisken, liksom i huvuddelen av all distribution, med is.

Vattenkylning ingår också som ett led i kycklingslakten, under strikt kontrollerade former med avseende på mikrobiologisk kvalitet och vattenupptag.

Vatten används också vid evaporativ kylning i kyltunnlar. Produkten begjuts med vatten och nedkylningen blir mera effektiv genom att den nödvändiga förångningsvärmerna tas från den varma produkten. Metoden används för nedkylning av såväl vegetabilie- som animalieprodukter. Metoden är också känd under namnet "våtkylning".

Vatten förekommer också i slutna system, t ex värmeväxlare för kylning av vätskor.

Nedkylning och infrysning med luft

Det absolut vanligaste nedkylnings- och infrysningssättet är att använda luft för värmeöverföringen. Utrustningen finns i ett stort antal olika konstruktioner.

Luften kyls med kylelement, vilka i sin tur kyls genom direkt förångning av ett köldmedium, eller genom avkylning med en kall vätska.

Luftfrysaren arbetar med en mycket låg lufttemperatur, -30°C till -50°C , medan kylaren har en temperatur på någon minusgrad till $+10^{\circ}\text{C}$. I båda fallen är som regel lufthastigheten hög. Värmeöverföringen från livsmedlet sker huvudsakligen genom strålning.

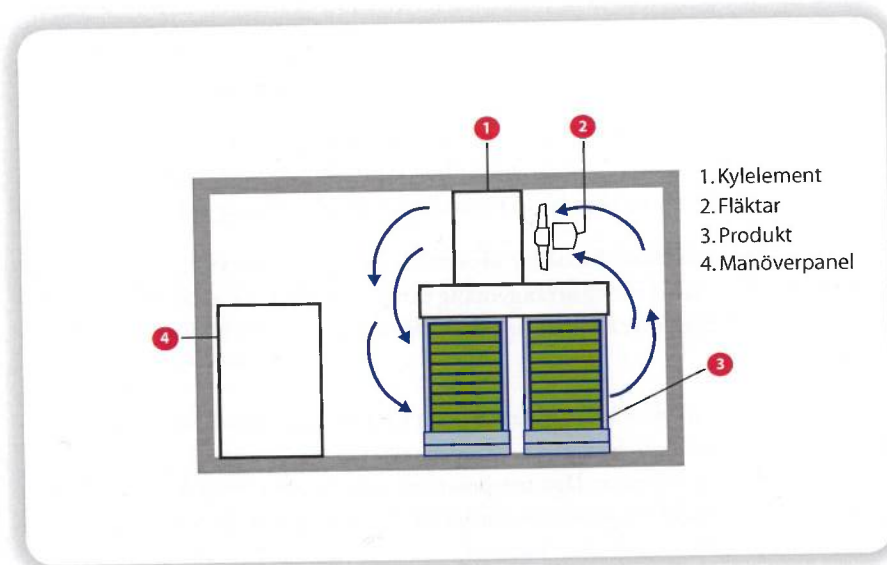
I den industriella kylteknikens barndom skedde såväl nedkylning som infrysningen i stillastående luft i lagerrummet. Då kapacitetsbehovet ökade försågs utrymmet med fläktar, som ökade värmeövergången något, men nedkylnings- och infrysningshastigheterna var fortfarande mycket låga. Inte minst på grund av att relativt stora produktenheter kylades eller frystes.

Idag används ett stort antal olika konstruktioner, alltifrån enkla, manuellt opererade tunnlar till datastyrda höghastighetskylare och -frysare, impingementfrysare och vakuumkylare.

Kyl- och frystunnlar

Kyl- och frystunneln är ett samlingsbegrepp för ett stort antal konstruktioner. Tunneln är den enklaste typen av utrustning, som ger ett tillfredsställande resultat för ett stort antal produkter. Den är uppbyggd av ett isolerat utrymme utrustat med kylelement och fläktar, för ökad luftcirkulation över eller genom en produktbädd, se figur 8.

Tunnelkonstruktioner användes ursprungligen för hantering av i stort sett alla typer av produkter från nedkylning av slaktkroppar till infrysning av dessa och infrysning av grönsaker, frukt, bär och hamburgare.



Figur 8
Principiell uppbyggnad av kyl- och frystunnel.
(FMC Food Tech AB)

Ett av problemen med den universella användningen var och är att tunneln naturligtvis designas för en viss produkt eller produktgrupp. Då andra produkter kyls eller fryses påverkas såväl kapacitet som produktens kvalitet. Viktförlusten kan t ex under infrysning bli mycket stor.

De enklare typerna av tunnlar används idag främst till nedkylning av slaktkroppar och en del vegetabilier och då ofta i kombination med vatten, evaporativ kylning, se ovan.

Användningsområdet när det gäller infrysning utgörs huvudsakligen av förpackade produkter och med kapaciteter upp till ca. 1 ton/timme. De används också vid infrysning av t ex köttkartonger och hela eller delar av djurkroppar och då med stora kapaciteter.

Under åren har ett stort antal automatiserade kyl- och frystunnlar utvecklats. Några exempel är:

Bandtunnlar

Introduktionen av band- eller bältkylaren/frysaren innebar stora fördelar, inte minst ur hanteringssynpunkt. Det manuella arbetet med att hänga upp eller fylla och lasta av brickor och ställningar eliminerades. Samtidigt ökade som regel nedkylnings- och infrysningshastigheterna. Utrustningen är som regel specialdesignad för en viss produkttyp än den traditionella frystunneln.

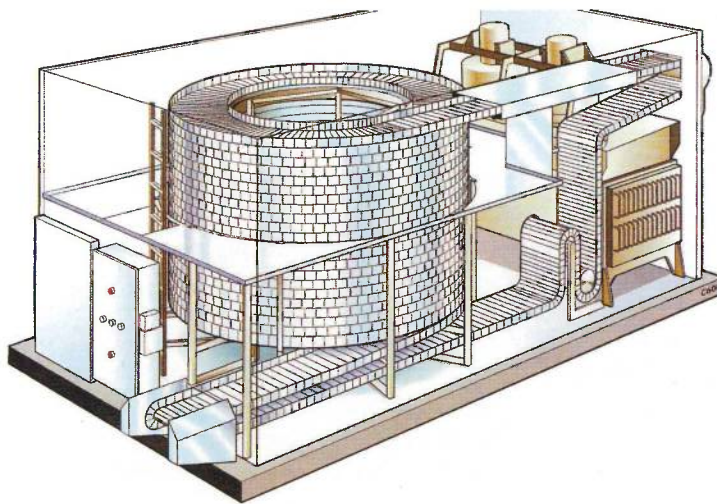
Den enklaste typen, med endast ett band, oftast med en genom bandet uppåtriktad luftström, används för infrysning av relativt torra eller friterade produkter, vilka inte fryser samman till klumpar. Typiska produkter är pommes frites, fiskpinnar och bönor. I de senaste modellerna har frysaren ofta en fluidiserande zon för att erhålla individuellt frysta produkter (IQF).

När det gäller nedkylning används denna utrustning för olika typer av förpackade produkter, oftast i mindre förpackningar, t ex konsumentdito.

För stora kapaciteter kräver utrustning med ett enkelt band stora golvytor, varför banden då staplas över varandra. I de mest avancerade typerna för stora kapaciteter lindas ett ändlöst band i spiral runt en eller flera trummor, figur 9.

Produkten läggs på bandet utanför utrustningen och ligger kvar på samma plats under hela processen. Detta arrangemang gör det möjligt att kyla och frysa för mekanisk hantering mycket känsliga produkter utan skador, t ex tunna fiskfiléer.

En ny typ av bandkylare och -frysare är den s k impingementutrustningen, vilken utvecklats för att frysa tunna produkter, upp till 25 mm tjocka. Utrustningen arbetar med mycket låga temperaturer och extremt höga lufthastigheter, vilket ger värmeöverföringshastigheter jämförbara med de som uppnås vid den effektivaste immersionskylning i vatten.



Figur 9
Spiralfrysare-kylare.
(FMC Food Tech AB)

Vid kylning utnyttjas den extremt höga infrysningshastigheten som gör det möjligt att ytfrysa t ex en köttprodukt för efterföljande temperaturutjämning till önskad låg temperatur, 0-2°C, utan några fysikaliska skador. Utrustningen används för mycket snabb nedkylning av produkter med en tjocklek upp till 130 mm. Ytfrysningen utnyttjas också vid skivning och portionering av t ex kött- och charkvaror. (Se också kapitel 4.)

Vid fluidisering används ett avlångt tråg med en perforerad botten eller band, genom vilket luft blåses med så stor hastighet att produkten som finns i tråget eller på bandet svävar på luftströmmen. Detta sker om produktenheterna är ungefär lika stora, t ex ärter, vissa bär, räkor, pommes frites. Metoden används i första hand för infrysning. Som ett kuriosum kan nämnas att det är denna frysare som från början gav upphov till begreppet lösfrysning, individual quick freezing (IQF).

Utrustningen är som flera andra kylare och frysare en svensk uppfinning.

Vakuumkylning

Vakuumkylning är en form av evaporativ kylning och utförs i en tryckkammare, ur vilken luften evakueras. Den fuktiga produkten, vilken ofta befuktas extra före processen, kyls mycket snabbt genom den kraftiga avdunstningen av vatten från produkten.

Kontaktfrysare

Produkten placeras direkt på en kall yta, ofta en platta eller en plåt, vilka kyls på samma sätt som kylelementen i en luftfrysare. Metoden används uteslutande

för infrysning. Något undantag kan finnas för t ex kylning i stabiliserings syfte vid speciell bearbetning av livsmedel. Värmeöverföringen sker huvudsakligen genom ledning.

Den mest kända och använda typen av kontaktfrysare är den s k plattfrysaren. Denna används i första hand för regelbundet formade produkter eller förpackningar. Dessa placeras mellan ihåliga plattor genom vilka ett köldmedium, t ex ammoniak, cirkulerar. Genom att plattorna pressas samman erhålls en mycket god kontakt mellan dessa och produkten som ska frysas.

En speciell kontaktfrysare används för infrysning av vätskor och trögflytande massor till pellets eller tärningar. Utrustningen består av två solida rostfria band, vilka roterar med varandra med ett smalt mellanrum mellan banden. Det undre bandet är korrugerat och vätskan fylls i korrugeringen varefter det övre släta bandet stänger till. Frysningen sker genom att kall glykollösning sprayas på bandens motsatta sidor.

Den första frysningen av glassmassa sker ofta i en skrapfrysare. Denna består av en mantlad cylinder. Inuti denna finns en roterande kniv som kontinuerligt skrapar av den frysta isblandningen som bildas på cylinderns vägg. Den frysta massan blandas ner i resten av glassblandningen samtidigt som luft rörs in i massan.

Speciella kontaktfrysare används också för efterfrysningen, härdningen, av glass och produkter som ska formas till pinnar eller särskilda figurer.

Kryogena metoder

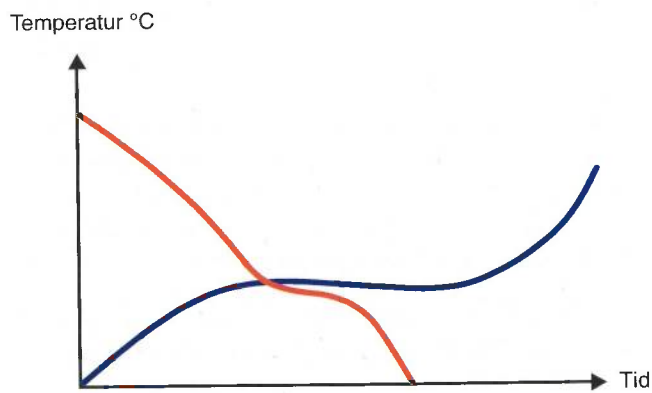
Kryogena kylare och frysare skiljer sig från alla andra typer av utrustning, genom att de inte ansluts till en kylanläggning. Värmeöverföringen sker med hjälp av expanderade gaser, kväve vid -196°C och koldioxid vid -78°C , som kyls ned till vätskor vid särskilda anläggningar och transporteras i tryckbehållare till infrysningsanläggningen.

Frysning med flytande kväve ger mycket snabb infrysning, men används endast undantagsvis för kylning, förutsatt att produktjockleken inte är för stor. Typiska produkter som fryses i denna typ av utrustning är hamburgare, fiskfiléer och andra tunna produkter. Frysarna finns i ett antal olika konstruktioner som skåp, tunnlar, enkla bandfrysare och spiralfrysare. De vanligast förekommande är de enkla raka bandfrysarna. Utrustningen används framför allt vid lägre kapacitetsbehov.

Doppning i flytande kväve, immersionsfrysning, förekommer industriellt endast för ytfrysning av för mekanisk hantering mycket känsliga produkter såsom råa räkor, musslor och liknande produkter. Yttemperaturen sänks mycket snabbt, vilket ger en stabil produkt, som sedan kan frysas färdigt i en mera konventionell frysare, t ex en spiralfrysare.

Nedkylning och infrysning ska aldrig ske i utrymmen med stillastående luft som inte dimensionerats för ändamålet. Exempel är lagerutrymmen, frysboxar, kyl- och frysskåp, kyl- och frysdiskar eller andra exponeringsutrymmen. De kylaggregat som finns i transportfordon och containere är inte dimensionerade för att kyla eller frysa de livsmedel som hanteras i dessa utrymmen.

Vid kylning med kryogena metoder används endast koldioxid, vilken sprutas över produkten i form av snö från en tryckbehållare. Metoden kan ge en snabb nedkylning, men resulterar ofta i ojämn produkttemperatur. Önskad partiell ytfrysning kan också förekomma.



Figur 10
Typiska infrysnings-
och upptinningsförlopp.

Hur ska djupfrysta livsmedel tinas?

Det är inte bara infrysningen och lagringen av djupfrysta livsmedel som har betydelse för den slutliga kvaliteten, även upptiningen och tillredningssättet spelar stor roll. Produkten bedöms och konsumeras ju som regel i upptinat och tillagat tillstånd. Undantag är t ex glassprodukter.

Upptining är i princip den omvända processen till infrysning. Det är samma energimängd (värmemängd), som bortfördes vid infrysningen, som ska tillföras vid tiningen. Skillnaderna för tid-temperaturförloppen vid de båda processerna är trots detta stora, även med samma drivande temperaturskillnad. Detta beror på att is och vatten har olika värmeledande egenskaper. Is leder värme bättre än vatten eller med andra ord, vatten är ett bättre isoleringsmaterial än is.

Vid infrysningen sker värmetransporten dels genom ett allt tjockare islager, dels kyls produkten vid allt lägre produkttemperatur. Vid upptiningen tillförs värme genom ett successivt tjockare skikt tinat material med sämre värmeledningsförmåga och vid stigande produkttemperatur.

Upptiningen blir därför betydligt långsammare vid samma värmedrivande förhållanden. En bidragande orsak är att man vid upptining som regel undviker höga temperaturer för att minimera den mikrobiella tillväxten, d v s temperaturskillnaden mellan produkt och omgivning är mindre vid tining än vid infrysning.

Tining eller inte tining

En gyllene regel för konsumenten är att följa producentens rekommendationer.

Många produkter kan tinas i samband med tillagningen utan föregående separat upptining. Grönsaker hålls med fördel direkt ner i grytan. Kött- och fiskprodukter läggs direkt på stekjärnet, i grytan eller i ugnen. Även relativt stora köttstycken, t ex en rostbiff, kan sättas direkt in i ugnen under förutsättning att temperaturen sänks något och stektiden förlängs. För vissa produkter är upptining direkt olämplig, detta gäller t ex panerade produkter.

Ska produkten upptinas, ska detta ske vid låg temperatur vare sig tiningen sker i luft eller i vatten, så snabbt som möjligt. Förpackningar i form av kartong eller dylikt bör tas bort, eftersom de förlänger upptiningstiden. Emballage i form av plastpåse kan med fördel behållas, eftersom den minskar uttorkning vid tining i luft och förhindrar urlakning, om tiningen sker i vatten.

Upptining i mikrovågsugn sker mycket snabbt, men processen kan vara svår att styra. Ett bra sätt är att tillföra energi (värme) stötvis, d v s värma - vila - värma - vila o s v.

Vid upptining i restauranger och storhushåll används ibland speciella upptings-skåp. Vid sådan hantering ska livsmedelsproducentens och skåptillverkarens rekommendationer följas.

Vid industriell upptining anpassas tid-temperaturförloppet efter den aktuella produkten. Ofta startas processen med hög temperatur +20 till +25°C till dess produktens yttemperatur nått +5 till +8°C, då lufttemperaturen sänks till aktuell kylrumstemperatur. Den valda temperaturen sammanhänger med produkttyp och tidsaspekt för vidare hantering.

Kvalitetsförändringar vid upptining

När livsmedel tinas ökar naturligtvis hastigheten för de kvalitetsnedsättande processerna i takt med temperaturhöjningen, för att återgå till den hastighet de hade före infrysningen. Den mikrobiella aktiviteten av praktisk betydelse startar då produkttemperaturen stigit till ca 0°C, men är relativt långsam till en början och varierar med typ av mikroorganismer.

Mikroorganismerna befinner sig fortfarande till en början i vilofasen, men även vid rekommenderad kylrumstemperatur i området 0 till +8°C kommer tillväxten av mikroorganismer igång i varierande grad beroende på produkt och typer av mikroorganismer.

Om produkterna vid tiningen förvaras vid högre temperatur än rekommenderad, så kan tillväxten och förökningen av mikroorganismer i synnerhet i ytskiktet gå snabbare än önskvärt och därmed försämra kvaliteten och påverka produktsäkerheten. Särskilt viktigt är att hantera fisk- och skaldjursprodukter vid låg temperatur.

Efter upptining bör inte produkten lagras någon längre tid, utan tillredas eller vidarfördlas omedelbart.

Observera att förpackningar med köttvara, fiskvara eller bröd, som varit fryst och saluhålls utan vidare beredning ska märkas med uppgift om att livsmedlet varit fryst.

Sammanfattning av det här kapitlet

- Nedkylning och infrysning är urgamla naturliga sätt att bevara kvalitet och säkerhet.
- Utvecklades för storskalig användning i takt med samhällets industrialisering.
- Svenskarna är bland världens storkonsumenter av djupfrysta livsmedel.
- Kylning och djupfrysning är det energieffektivaste sättet att bevara livsmedlets ursprungliga egenskaper.
- Luftfrysare ger lika snabb infrysning som kväve.
- Upptining ska ske snabbt med kontroll av yttemperaturen.



2

Mat och klimat

Vad har maten med klimatförändringen att göra?

Kor som rapar, transporter och förpackningar, vad är stort och vad är smått?

Kylda och frysta livsmedel, kan det vara bra för klimatet?

Vad är det i livsmedelsproduktionen som påverkar klimatet och hur kan vi själva påverka vårt klimatbidrag?

Mat och klimat

Att människans aktiviteter här på jorden påverkar vår miljö på olika sätt är det inte många som ifrågasätter längre. Dagligen möts vi av rapporter och inslag om hur miljön i vår närhet eller i världen påverkats på olika sätt och ofta handlar det om klimatpåverkan. Det är kanske inte det första man tänker på men livsmedelsproduktionen har stor inverkan på klimatet. I Sverige kommer så mycket som 25 % av våra totala utsläpp av växthusgaser ifrån livsmedelsproduktionen och hanteringen av livsmedel i hela kedjan, från jord till bord. Det vill säga ¼ av Sveriges klimatpåverkan kommer från livsmedel. Tittar man på global nivå tillskrivs 18 % av jordens totala utsläpp av växthusgaser produktionen av animaliska livsmedel, köttprodukter.

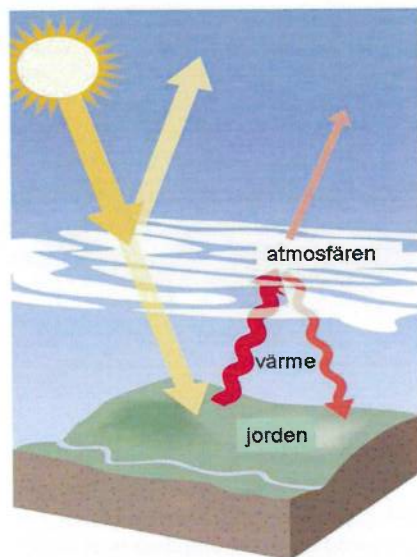


Med utgångspunkt från konsumtion av varor och tjänster inom EU står livsmedel och drycker för 29 % av utsläppen av växthusgaser, vilket är den största enskilda klimatpåverkande posten av utsläpp kopplat till vår konsumtion. På andra plats kommer utsläppen från transporter med 18,5 %.

Klimatpåverkan vad är det egentligen?

Klimatet påverkas av det vi kallar växthuseffekten. Vi har på jorden en naturlig växthuseffekt innanför vår atmosfär. Utan denna naturliga växthuseffekt skulle medeltemperaturen vara ca 30°C lägre än den är i dag och temperaturskillnaderna mellan dag och natt skulle vara mycket större.

I atmosfären finns växthusgaser (t ex koldioxid och vattenånga) som reflekterar en del av solljuset tillbaka ut i universum och släpper igenom resten. Solljuset reflekteras mot jordytan som värme och en del av denna värmestrålning försvinner ut genom atmosfären. Resten absorberas och stannar kvar i "växthuset" under atmosfären och värmer upp jordytan.



Det som pågår nu är att vi genom våra aktiviteter på jorden släpper ut mer växthusgaser än vad som naturligt kan tas emot av kretsloppet i atmosfären vilket leder till att jämvikten rubbas. Ju mer växthusgaser som ansamlas desto mer värme absorberas och stannar kvar i "växthuset". Den växthusgas som man mest talar om är koldioxid, CO_2 . CO_2 ingår i alla biologiska processer i ett naturligt kretslopp men vid förbränning av fossila bränslen som olja, bensin, naturgas och kol frigörs däremot koldioxid som varit bundet i marken i miljoner år. CO_2 ansamlas nu istället i atmosfären och bidrar till en ökad växthuseffekt. Men det finns andra växthusgaser som, per kg, har större påverkan på växthuseffekten

än vad CO₂ har och flera av dessa är direkt eller indirekt relaterade till livsmedelsproduktion. Metan eller biogas bildas vid kompostering och förmultning av biologiskt material och bildas även i magen hos alla idisslande djur. Kossor rapar ca 130 kg metan om året. Lustgas är en annan viktigt växthusgas och olika typer av köldmedia som används till frysar och kylaggregat är andra. För att kunna räkna ihop påverkan av olika växthusgaser måste de ha samma enhet och den gemensamma "valutan" är koldioxidekvivalenter, CO₂-ekvivalenter. Ett gram CO₂ motsvarar 1 gram CO₂-ekvivalenter medan 1 gram lustgas motsvarar 298 gram CO₂-ekvivalenter, det vill säga lustgas har 298 gånger större påverkan på växthuseffekten än vad CO₂ har. De flesta typer av köldmedia har mycket stor påverkan på växthuseffekten och läckage av köldmedia är därför inte bra för klimatet.

	Påverkan på växthuseffekten
Koldioxid, CO ₂	1
Metan	25
Lustgas	298
Olika Köldmedia	Upp till ca 13 000
<i>(Källa: IPCC, 2007)</i>	

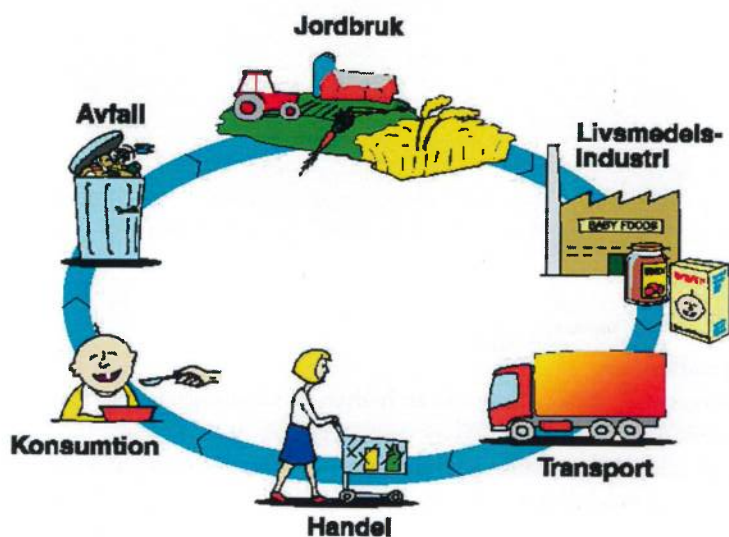
Växthuseffekten är en global effekt till skillnad från t ex övergödning. Övergödande ämnen ger en lokal effekt där de släpps ut medan växthusgasutsläpp påverkar globalt. Våra utsläpp här i Sverige har på tre veckor spridits ut i atmosfären och effekten av utsläppen blir desamma överallt på jorden.

Hur kan man mäta klimatpåverkan från en liter mjölk?

Alla livsmedelsprodukter vi konsumerar har i varje steg i hela sin produktionskedja både använt olika former av resurser (t ex energi, vatten) och gett upphov till olika former av utsläpp och avfall. Ska man då undersöka produktens hela miljöpåverkan behövs därför en kartläggning av varje led i värdekedjan. Livscykelanalys är en ISO-standardiserad¹ metod att använda och det innebär som namnet säger att man analyserar en produkts hela livscykel, steg för steg. Låt

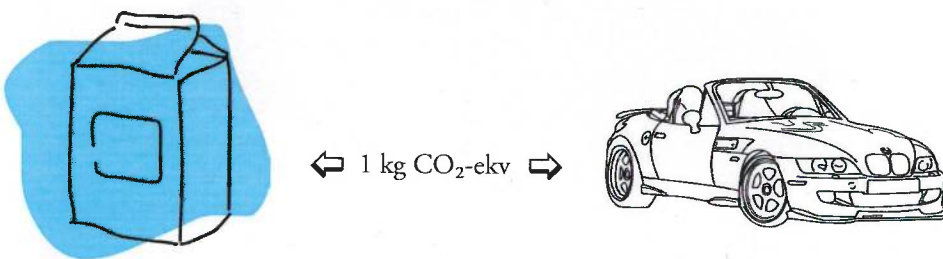
¹ *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework, ISO 14040:2006(E), International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland*

oss ta ett exempel: en liter mjölk hemma hos konsument. Då börjar kartläggningen med fodret korna har ätit, hur och var fodret är producerat, hur mycket foder korna äter o s v, och slutar med avfallshanteringen av förpackningen. Alla steg i värdekedjan undersöks och inventeras och relateras till en liter mjölk hos konsument. Bidrag från de olika transporterna i hela kedjan, förpackningsmaterialet liksom energiförbrukning i processning och lagring ingår också. För en produkt som är fryst eller kyld krävs förutom processenergi för tillagning dessutom energi för själva kyl- och frysprocesserna, men även extra energi för kyl- och frys-lagring och transport. Varje steg kartläggs nogga och summeras till den sammanlagda miljöpåverkan av produkten och kan redovisas som bidrag till exempelvis klimatpåverkan eller övergödning.



En livscykel för produktion av ett livsmedel.

Hela livscykeln från 1 liter mjölk ger upphov till ca 1 kg CO₂-ekvivalenter. Det är lika stor klimatpåverkan som utsläppen från en genomsnittsbil som kört 5,5 km.



En "medelbil" släpper ut 180 g CO₂-ekvivalenter/km och kör 1439 km i snitt per år. Det ger ett klimatbidrag på 260 kg CO₂-ekvivalenter per år.

En "medelvilla" med oljeeldad uppvärmning använder i snitt 15 000 kWh per år. Förbränning för 1 kWh villaolja ger upphov till 270 g CO₂-ekvivalenter. Det ger ett klimatbidrag på 4050 kg CO₂-ekvivalenter per år.

Klimatpåverkan i olika delar av värdekedjan för livsmedel

Vilket steg i ett livsmedels värdekedja påverkar klimatet mest? Generellt sett kan man säga att primärproduktionen d v s odling av grödor och uppfödning av djur är det steg i kedjan som har störst påverkan. Vidare kan man säga att produktion av vegetabilier, frukt och grönsaker oftast påverkar klimatet mindre än vad produktion av animalier, köttprodukter, gör.

Nedan följer två exempel på klimatpåverkan från produktionen av livsmedel. Det är klimatpåverkan från isbergssallad och fläskkött uppdelat på olika delar i värdekedjan. Utan att jämföra näringsinnehåll så är den totala klimatpåverkan från 1 kg isbergssallad är ca 1/9 av klimatpåverkan från 1 kg fläskkött. Fördelningen av klimatbidraget från de olika stegen syns i bilderna på nästa sida.

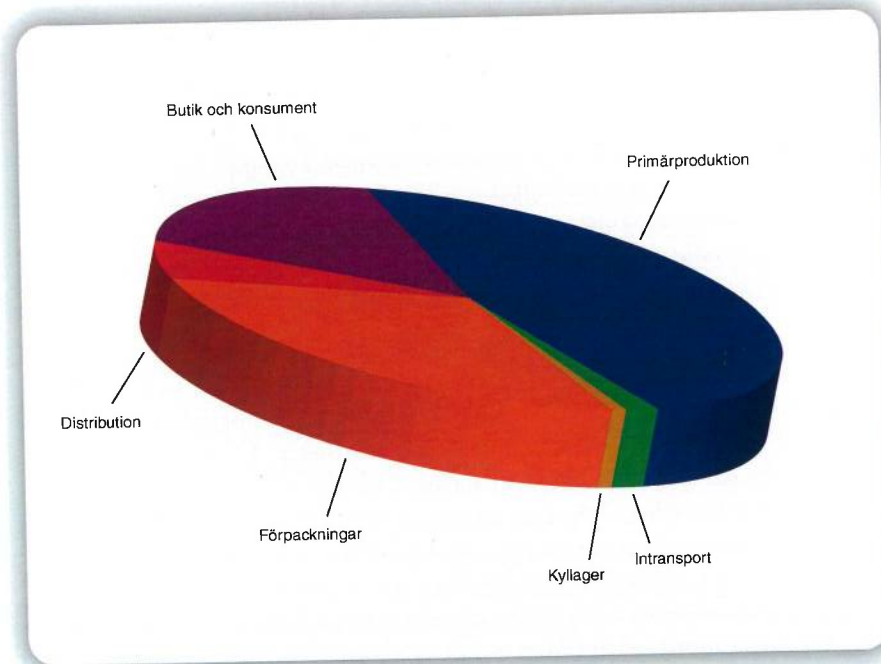
Isbergssallad

För isbergssallad uppkommer nästan hälften av växthusgasbidraget i odlingen, primärproduktionen. Sallad kräver mycket gödning och orsaken till bidraget till klimatpåverkan ligger främst i produktionen och användningen av handelsgödselmedel. Vid produktion av handelsgödsel bildas lustgas, en av de mest påverkande växthusgaserna. En omställning till produktion av "grön" handelsgödsel pågår, en produktion med lustgasrening. Med "grön" handelsgödsel skulle det totala klimatbidraget från isbergssallad kunna minska med uppemot 20 %.

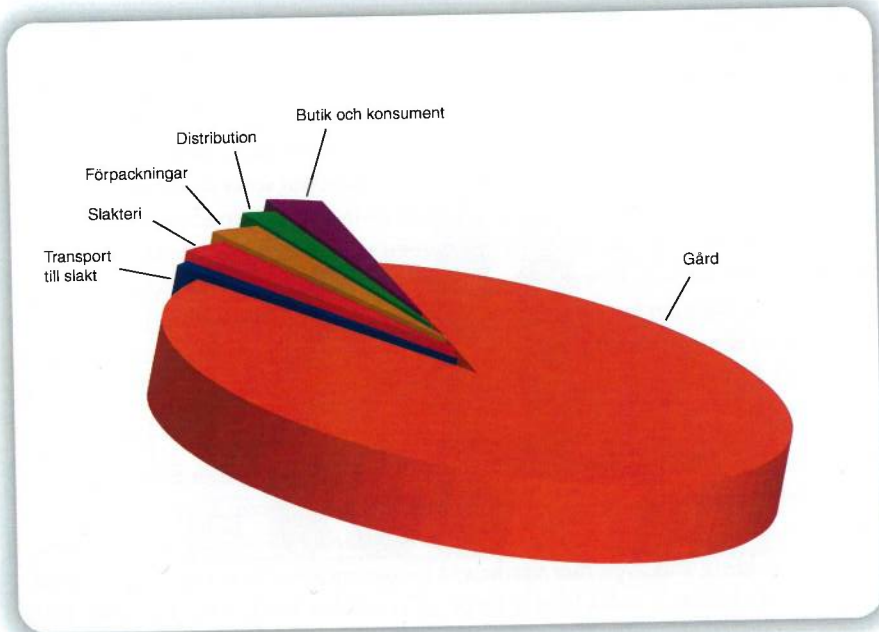
Det näst största klimatbidraget i kedjan kommer från förpackningen. Isbergssallad kräver relativt mycket förpackningsmaterial i förhållande till sin vikt, därav den stora andelen. Förpackningen är dock nödvändig för att salladen ska hålla sig fräsch och ett alternativ utan förpackning skulle ge alltför stort svinn i handeln. Förutom rent ekonomiska förluster skulle detta även ge upphov till helt onödigt påverkan på klimatet. En producerad vara som inte konsumeras har givit upphov till helt onödigt miljöpåverkan bara genom att bli producerad. Därför är det viktigt att hantera alla livsmedelsprodukter så bra som möjligt så att kvaliteten och hållbarheten blir maximal. Trots förpackning är det ett relativt stort svinn i butik och hos konsument av salladen. Detta är den främsta orsaken till att klimatbidraget från just butik och konsument är så stort som det är. Klimatbidraget från transporterna i livsrygeln är litet. Mer om transporter längre fram i detta kapitel.

Fläskkött

Den absolut största delen, över 90 %, av klimatbidraget från produktionen av fläskkött kommer från uppfödningen av grisarna. Det är igen produktionen och användningen av handelsgödsel till odlingen av foder till grisarna som står för den största andelen. De övriga delarna i värdekedjan har mindre relativ påverkan på klimatet, men är väl så viktiga när det gäller påverkan på hållbarheten av köttet, d v s för att minimera svinnet.



Klimatpåverkan från produktion av isbergs-sallad. 1 kg sallad ger upphov till 500 g CO₂-ekvivalenter.



Klimatpåverkan från produktion av fläskkött. 1 kg fläskkött ger upphov till 4,5 kg CO₂-ekvivalenter.

Kyl- och fryshantering för bättre kvalitet

Mat behöver förvaras och hanteras på rätt sätt under hela fasen från produktion till konsumtion för att kvaliteten ska vara den bästa och hållbarheten så lång som möjligt. Temperatur, ljus och syre är alla faktorer som direkt påverkar hållbarheten och de kvalitetsförändringar som uppstår orsakas både av kemiska förändringar, t ex att fett härsknar eller av mikrobiologisk aktivitet, t ex mjölk som surnar. Vissa livsmedel är känsligare än andra och det är framför allt livsmedel med högt vatteninnehåll som är känsligast. Torkad pasta har till exempel lång hållbarhet även om den förvaras i rumstemperatur medan färsk pasta som innehåller mer vatten har betydligt kortare hållbarhet trots att den förvaras kylt. Temperaturens inverkan på hållbarheten av ett livsmedel är i princip att ju lägre temperatur desto längre hållbarhet. När temperaturen är under noll och livsmedlet fryses in avstannar nedbrytningsprocesserna ännu mer och hållbarheten förlängs ytterligare. Infrysningen i sig gör att vattnet bildar iskristaller och inte blir tillgängligt för nedbrytningsmekanismerna i livsmedlet.

Det finns även ett samband mellan ett livsmedels hållbarhet och den tid- och temperaturhistoria livsmedlet har genomgått. Detta gäller främst livsmedel som ska kyl- eller frysförvaras. Om livsmedlet en viss tid håller högre temperatur än vad som angivits för produkten förkortas hållbarheten. Låt oss ta exemplet mjölk. Mjölk har ungefär 10 dagars hållbarhet om den lagras i kyl, +4°C, och inte utsätts för förvaring i högre temperatur. I hemmet åker mjölken kanske in och ut ur kylan många gånger per dag och således höjs temperaturen lika många gånger och hållbarhetstiden kanske halveras. Varma sommardagar blir temperaturvariationerna ännu större och mjölkens hållbarhet förkortas ännu mer. Begreppet röt månaden (slutet av juli och början av augusti) kommer just från att livsmedel lättare blir dåliga då, på grund av hög lufttemperatur och ofta hög luftfuktighet.

Vissa livsmedel har väldigt begränsad hållbarhet även som kylda produkter och får en betydligt längre hållbarhet om de fryses in, fisk är ett bra exempel. Kyld fisk håller sig högst 10-14 dagar (om den är packad i skyddande atmosfär) men uppemot ett år som fryst alternativ (beror lite på vilken sorts fisk, fiskar med högt fettinnehåll har kortare hållbarhet jämfört med fiskar med lågt fettinnehåll). Frysta livsmedel ger oss konsumenter en valfrihet. Vi kan handla hem mycket vid ett tillfälle, förvara det i frysen och sedan konsumera det när vi vill under längre tid utan att riskera att maten blir dålig. Vissa livsmedel har en relativt kort säsong, såsom gröna ärter och bär men kan som frysta erbjudas året om. Dock finns det i dag med vårt globala utbud ofta kylda alternativ av allting året runt.

Man kan inte alltid likställa den kylda och den frysta produkten för i vissa fall är det olika slutprodukter när de väl hamnar på tallriken. Frysta grönsaker förlorar något av den krispighet och spänst som färska grönsaker har och kött, fisk och kyckling kan avge mer vätska vid tillagning efter frysning jämfört med motsvarande kylda. A och O vid infrysning är att den kylda råvaran måste hålla

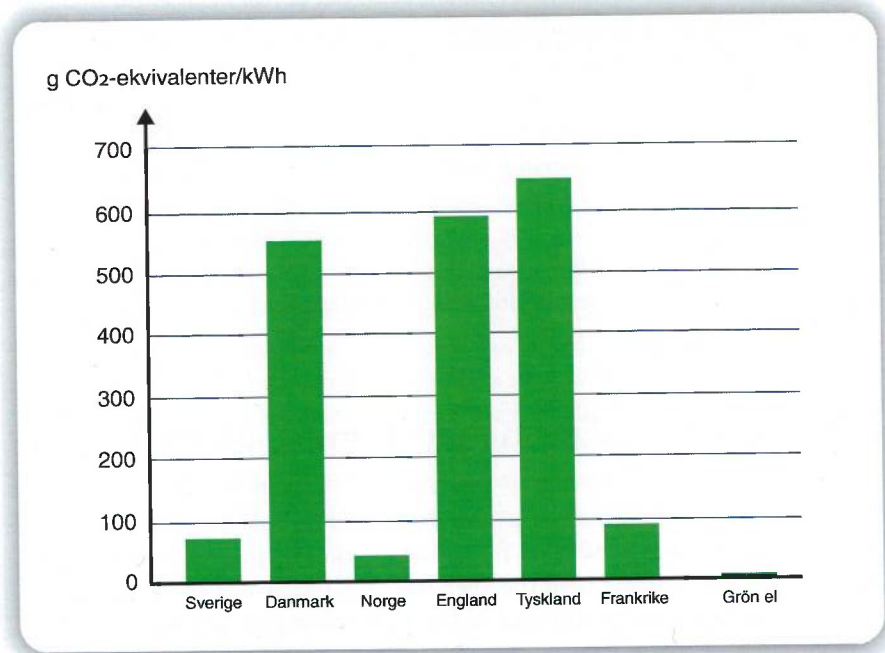
god kvalitet för att den frysta varan ska vara av bra kvalitet. En fryst produkt som hanterats på ett optimalt sätt, det vill säga snabb infrysning följt av en fryslagring vid jämn fryslagringstemperatur och sedan tillagats efter snabb eller ingen upptining, ger det bästa resultatet.

Energiåtgång för kylt och fryst

För kyl- och fryshantering åtgår energi och all energianvändning påverkar klimatet.

Generellt kan man säga att användning av fossila energikällor såsom olja, kol och naturgas ger upphov till större klimatpåverkande utsläpp medan icke-fossila energikällor såsom vatten- och vindkraft, träflis och kärnkraft ger låga bidrag. El är den vanligaste formen av energi som används för kyl- och fryshantering både i hemmen och i industrin. För att producera el krävs andra primära energikällor. I runda tal krävs 3,5 gånger så mycket primärenergi för att producera en viss mängd elenergi, dvs 3,5 kWh primärenergi krävs för att ge 1 kWh el. I Sverige produceras elen till största del av kärnkraft och vattenkraft, vilket medför att användning av svensk el ger upphov till liten påverkan på klimatet. I Danmark, för att ta ett närliggande exempel, produceras elen till stor del av naturgas och därför bidrar användningen av dansk el i högre grad till klimatpåverkan.

För att exemplifiera detta följer en beräkning av en hemmafrys. En hemmafrys drar ca 1 kWh per dygn. Beroende på i vilket land frysen används blir bidraget till klimatpåverkan per dygn olika, se figur nedan.



I Frankrike produceras elen i stor utsträckning från kärnkraft och det ger ett mindre bidrag till klimatet. Används grön el, det vill säga el som är producerad enbart från förnyelsebara energikällor blir bidraget mindre än 1 % av det danska bidraget. I figuren ovan är bidraget från den el länderna importerar även medräknat vilket motsvarar den el som faktiskt konsumeras i de olika länderna. Svensk elproduktion genererar i sig lägre klimatbidrag än det som visas i diagrammet.

Kyl- och fryskedjans olika delar

Som sagts tidigare åtgår energi för kyl- och fryshantering och all energianvändning påverkar klimatet. Infrysning, fryslagring och frystransporter kräver något mer energi än motsvarande kylhanteringsprocesser. Låt oss titta närmare på de olika fryshanteringsstegen:

- Infrysning
- Fryslagring
- Frystransporter

Infrysning

Det finns en rad olika infrysningstekniker (se kapitel 1) som används för olika typer av livsmedel men gemensamt för alla är att det konsumeras el vid infrysningsarbetet. Rent fysikaliskt krävs en bestämd mängd energi för att ett livsmedel ska frysas in. Räkna man på det behövs det ungefär 0,1 kWh för att frysa in 1 kg livsmedel (från +10°C till -20°C). Om man sedan lägger till effekten av verkningsgrad på anläggningen blir energiåtgången ännu högre. Låt oss ta exemplet 50 % i verkningsgrad vid infrysningen, då blir energisiffran istället ca 0,2 kWh per kg. Är det svensk el som används vid infrysningen ger detta ett klimatbidrag på strax under 20g CO₂-ekvivalenter för infrysning av 1 kg livsmedel. Jämför denna siffra med klimatbidraget från 1 kg kylt fläskkött, som var 4,5 kg, utgör infrysningen ett försumbart klimatbidrag.

Effektivare fryslagring ger mindre klimatbidrag

Generellt kan man säga att energianvändningen per kg fryst produkt ökar ju längre ut i värdekedjan produkten fryslagras, det vill säga ju närmre konsument man kommer. Ett kommersiellt fryslager drar ca 1/100 av den energi per kg produkt som fryslagras jämfört med vad en hemmafrys gör, förutsatt samma

lagringstemperatur och förstås att både anläggningen och frysen drivs optimalt. Man kan alltså säga att det är bättre för klimatet att fryslagra i industrin än i hemmet. Energianvändningen påverkas även av andra faktorer och för hemmafrysar gäller att nya frysar drar mindre el än gamla. De bör inte öppnas alltför ofta eller stå öppna länge och frostas av med jämna mellanrum om elanvändningen ska hållas nere.

Hur stor andel av ett fryst livsmedels klimatpåverkan kan då tillskrivas fryslagringen? Vi antar att 1 kg fläskfilé lagras på två olika sätt, antingen längst i ett industriellt fryslager eller längst i hemmafrysen. I hemmafrysen antas 15 kg utgöra en full frys.

Exempel 1. Lagring sker 2 månader i industrins fryslager, 2 veckor i butik och 2 veckor i hemmet. Detta ger ett klimatbidrag på ca 140 g CO₂-ekvivalenter och motsvarar ca 3 % av fläskfiléns klimatpåverkan på 4,5 kg.

Exempel 2. Lagring sker 2 veckor i industrins fryslager, 2 veckor i butik och 2 månader i hemmet. Detta ger ett klimatbidrag på ca 440 g CO₂-ekvivalenter och motsvarar ca 10 % av fläskfiléns klimatpåverkan på 4,5 kg.

Klimatbidraget ovan är baserat på antagande av följande energiåtgång: industrifryslager 0,025 kWh per kg och månad, butiksryslager 0,7 kWh per kg och månad och hemmafrys 2,5 kWh per kg och månad.

Båda fryslagringarna ger upphov till en relativt liten andel i jämförelse med fläskfiléns totala klimatpåverkan. Om fryslagringsbidraget varit relaterat till någon fryst grönsak istället hade det utgjort en betydligt större relativ andel eftersom klimatbidraget från grönsaker är lägre än klimatbidraget från kött.

Fryslagringstemperaturen påverkar energiåtgången och följaktligen även klimatpåverkan genom att låg lagringstemperatur drar mer energi än högre. En höjning av lagringstemperaturen ger en större energibesparing i kWh per kg produkt i hemmafrysen jämfört med besparingen i det industriella stora fryslagret eftersom dessa är mer energieffektiva. Kommersiella stora fryslager har ofta en lagringstemperatur på -26°C +/-2°C vilket omräknat till klimatpåverkan utgör ett bidrag på ungefär 25g CO₂-ekvivalenter per kg lagrad produkt och år. En höjning av lagringstemperaturen med 3 grader i ett stort industrifryslager skulle innebära en minskad energiåtgång med ca 6 %. Omräknat i klimatbidrag blir det en minskning med endast ca 2g CO₂-ekvivalenter per kg och år. Denna marginella minskning i klimatpåverkan ska då vägas mot den kvalitetsför-sämring eller kortad hållbarhet av livsmedlet som en högre lagringstemperatur innebär. Svinnet eller kassationen av produkterna blir sannolikt högre och med ett betydligt större bidrag till klimatpåverkan från produktspillet i sig. Viktigt för kvaliteten av livsmedlet är att lagringstemperaturen är låg och så stabil som möjligt. Se mer om kvalitetsförändringar och lagringstemperaturer i kapitel 4.

Kyl- och frystransporter

Förutom det klimatbidrag som själva transporten ger upphov till tillkommer ett ytterligare bidrag från driften av kyl- och frysaggregaten. Dessa drivs med diesel och man kan för större frystransportbilar räkna med ungefär 0,5 liter extra dieselåtgång per mil för att driva kylaggregaten. Detta motsvarar ungefär 10 % ökad dieselförbrukning jämfört med en motsvarande icke-kyltransport. Kylaggregaten hålls även igång då transporten står stilla och de drar då ca 3 liter diesel i timmen. Logistiken för frystransporter blir extra viktig så att avlastning kan ske i anslutning till när transporten når fram. Eftersom det rör sig om mobila kylaggregat kan det ofta förekomma läckage av köldmedium och då många köldmedia bidrar mycket starkt till växthuseffekten är det viktigt att minimera dessa läckage.

Kyl- och fryshanteringen ofta ett mindre klimatbidrag i matens livscykel

Sammantaget utgör ofta hela kyl- eller fryshanteringen av en livsmedelsprodukt en mindre andel av produktens klimatpåverkan när man ser till hela produktens livscykel. Den största andelen av klimatpåverkan uppstår för alla matvaror i själva produktionen av råvarorna. Den relativa andelen som kommer från kyl- och fryshantering är något större för grönsaker än för kött och fisk eftersom animaliska produkter oftast har en större klimatpåverkan från jordbruket och fisket än vad grönsaker har.

Klimatbidrag från transporter

Ofta är det transporterna som målas ut som de stora klimatbovarna, men när man beräknar klimatpåverkan av ett livsmedels hela livscykel är det oftast inte så. Den största klimatpåverkan uppstår ofta i primärproduktionen, själva odlingen eller uppfödningen. För transporter gäller generellt att ju effektivare transporter, d v s ju mer last per transport desto lägre klimatbidrag. Detta innebär t ex för biltransporter att ju senare i värdekedjan desto större klimatbidrag från transporterna. Hemtransporten från butik till konsument är oftast den minst effektiva transporten och också den enskilda biltransport som påverkar klimatet mest i hela livsnyckeln av ett livsmedel räknat per kg livsmedel. Det är heller inte avståndet som är det mest avgörande utan i stället hur transporten sker, inte "food mile" utan "food mode", se bild på nästa sida.



Tåg



Lastbil



Båt



Flygplan

Båt och tåg är de mest effektiva transportsätten, det vill säga att transporten kan lastas med mycket last per transport och därför ge ett litet klimatbidrag per ton transporterad vara. För väldigt långa båttransporter påverkar dock avståndet och klimatbidraget från båttransporten utgör då ett större relativt bidrag i ett livsmedels totala klimatpåverkan. För tåg som körs på svensk el blir klimatbidraget per ton transporterad vara väldigt lågt.

För lastbilstransporter spelar lastningseffektiviteten stor roll. Lastbilar som lastas effektivt ger ett mindre bidrag per ton transporterat gods än lastbilar med lägre lastgrad. Större lastbilar ger även lägre klimatbidrag per ton transporterat gods än mindre lastbilar.

Detta kan illustreras med exemplet i bilden nedan. Om man jämför en lättare lastbil, 8,5 ton, som används för distributionstrafik i stan och ofta har en lägre lastgrad, här har vi antagit 50 %, med en tyngre lastbil (40 ton) som används vid långa transporter och som är effektivare lastad, här har vi antagit 90 %, kan den tyngre lastbilen köra mer än fyra gånger så långt för att ge upphov till samma mängd koldioxid per ton transporterad vara.

25 mil med en 8,5t distributionslastbil med 50 % lastgrad

↑
CO₂
↓



115 mil med en 40t lastbil med 90 % lastgrad

Flygtransporter ger alltid ett högt klimatbidrag per ton transporterad vara och bör undvikas för livsmedelstransporter. Flyg ger i storleksordningen 1 000 gånger högre klimatbidrag per ton som transporteras jämfört med samma sträcka för en stor lastbil.

Förpackningen inte heller värst för klimatet

Livsmedelsförpackningar är också något som gärna beskrivs som mycket klimatbelastande för ett livsmedel men som oftast inte är det. Förpackningen har ett primärt syfte och det är att skydda livsmedlet och förlänga hållbarheten. Genom att svinn och kassationen då minskar "sparas" livsmedel och således också klimatet. Två andra funktioner som förpackningar bör ha och som indirekt sparar klimatpåverkan är att de ska gå att tömma på sin produkt och att de är utformade så att de kan packas och därmed också transporteras effektivt.

Dessa tre funktioner bör en förpackning ha och naturligtvis ska inte onödigt mycket förpackningsmaterial användas.

I en 1 liters takås-förpackning med yoghurt fastnar 8-10 % av produkten.

Klimatbidraget från den "oåtkomliga" yoghurten är ca dubbelt så stor som klimatbidraget från förpackningen.

Ät upp och spara klimatet

Eftersom all mat genom sin produktion ger upphov till klimatpåverkan och den ackumulerade klimatpåverkan blir större ju senare i livscykel vi kommer är det viktigt att faktiskt äta upp den mat som produceras och som vi köper hem. Det behövs lite planering när man handlar och tillagar så att så lite som möjligt faktiskt slängs. Med all mat som slängs följer helt onödig klimatpåverkan. Maten som

slängs eller kasseras hade ju i princip inte behövts produceras. Man kunde ha odlat mindre mängd råvaror och sparat resurser eller odlat annat på den åkerarealen i stället, energiskog eller grödor till biodiesel.

Ett alternativ att minska spillet i hemmet är att frysa in mat. Att dela upp storpacksförpackningar och ta vara på rester. Klimatbidraget från infrysningen och fryslagringen är med stor sannolikhet betydligt mindre än klimatbidraget från själva maten om den istället hade slängts. Enligt en studie har hushållen i Stockholm ca 3 kg onödigt matavfall i veckan. En engelsk studie om matavfall som översattes till svenska förhållanden indikerade att Sveriges matavfall på ett år motsvarar i storleksordningen klimatbidraget från ett års körning med 700 000 svenska medelbilar. Båda studierna kan man läsa i sin helhet på Konsumentförbundet Stockholms hemsida, www.konsumentforeningenstockholm.se.

Så det viktiga för klimatet är dels vad vi äter men ännu mer viktigt att vi faktiskt äter upp.

Sammanfattning av det här kapitlet

- Det största bidraget till klimatpåverkan i ett livsmedels hela värdekedja uppstår i primärproduktionen av livsmedlet, d v s i odlingen av grödor och uppfödningen av djur. Oftast har animaliska livsmedel högre klimatbidrag än vegetabiliska.
- Andra led i värdekedjan såsom transporter, förpackning, kyl- och frysförvaring utgör ofta en mindre del av den totala klimatpåverkan av ett livsmedel.
- Klimatbidraget från kyl- och fryshantering beror på vilken el som konsumeras, svensk el ger lägre klimatbidrag än europeisk el.
- All mat som produceras bör ätas upp! Det primära för att minska klimatpåverkan från livsmedel är att minska svinnet eller spillet längs hela produktionskedjan. Den klimatpåverkan som uppstått under produktionen av ett livsmedel blir helt onödig om maten inte äts upp. För bästa hållbarhet och kvalitet är det därför viktigt att upprätthålla optimala lagringsbetingelser längs hela kedjan framför allt att hålla rätt temperatur för kyllda och frysta livsmedel.



3

Kvalitet - att uppfylla förväntningar

Vad menar vi med kvalitet?

Hur definieras färskhet?

Vilken bas finns det för egenkontrollen?

Kan livsmedel konsumeras efter Bäst före-dagen?

Kvalitet – att uppfylla förväntningar

Utvecklingen av kyltekniken gör att vi kan bevara livsmedlens ursprungliga kvalitet under lång tid. Vi tar för givet att kunna äta höstens skörd året runt och att vi kan äta exotiska fiskar från jordens alla hörn. Kyl- och fryskejdans uppgift är att bevara den ursprungliga kvaliteten. Kyld och fryst mat i Sverige har hög kvalitet. Men vad menar vi egentligen med hög kvalitet? Säker och hygienisk tycker nog alla att maten ska vara. Sedan lägger skilda personer in olika förväntningar om smaken, färgen, konsistensen eller hur och var maten producerats.

Kvalitet i livsmedelssammanhang är inte något entydigt begrepp. Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien ger följande beskrivning och definition på kvalitet i allmänhet:

”En produkt som uppfyller marknadens förväntningar kan sägas ha god kvalitet. Därför kan man definiera en produkts kvalitet, som ett mått på dess förmåga att uppfylla förväntningar.”

Svensk standard SS 02 01 04 definierar kvalitet som:

”Alla sammantagna egenskaper hos en produkt, som ger dess förmåga att tillfredställa uttalade eller underförstådda behov.”

Vi blir skeptiska om sådana kvalitetskrav inte är uppfyllda. Prova till exempel att dricka vanlig mjölk som färgats grön. Det är svårt, innan man smakar på den vill man ha garantier för att det bara är färgen som förändrats. Men när mjölken ser ut som vanligt tvekar vi inte att dricka den. Man kan gissa att det har med vår överlevnad att göra. Tänker vi oss tillbaka till grottmänniskan, så var det viktigt för överlevnaden att bara äta sådant man kände igen, annars kunde det ju vara giftigt.

Kvalitetsförsämringar som kan ske under hantering, lagring och transport är sällan så tydliga som att livsmedel ändrar färg. Tydligast är om datum för hållbarhet passerats. Då är det många som kastar maten, utan att undersöka om den ändå inte kan användas.

Kvalitet – ett mångdisciplinärt begrepp

Antalet kvalitetskomponenter av intresse för konsumenten har under de senaste 20 åren ökat. Man talar om fyra huvudgrupper, vilka liksom de i grupperna ingående kriterierna har olika värdeordning för olika grupper av konsumenter.

1. Den första gruppen är objektiv kvalitet och omfattar funktionell kvalitet, ätkvalitet, näringskvalitet och hygienisk kvalitet. Dessa egenskaper är mätbara och kan kvantifieras i registrerbara mätvärden.

- Med funktionell kvalitet förstås bl a kemisk sammansättning, livsmedelstekniska egenskaper, berednings- och matlagningsspekter.
- Med ätkvalitet avses produktens sensoriska egenskaper, d v s utseende, smak, lukt och konsistens/textur. Hit räknas också produktens bidrag till den kompletta måltiden.
- Med näringskvalitet avses livsmedlets sammansättning och innehåll av näringsämnen - produktens ”nyttighet” för den enskilde konsumenten.
- Med hygienisk kvalitet avses livsmedlets säkerhet och är ett mått på förekomsten av mikroorganismer, vilka förändrar och förstör produktens kvalitet, samt sådana som gör den otjänlig som föda. Dessutom ingår i begreppet hygienisk kvalitet miljögifter, t ex rester av bekämpningsmedel, läkemedelsrester och naturligt förekommande ämnen som kan vara skadliga i större eller mindre doser.

2. Den andra huvudgruppen är miljö kvalitet, vilket avser den inverkan produktion, förädling och distribution har på den yttre miljön och resursbehov som t ex energi och vatten. I begreppet ingår också påverkan på arbetsmiljön.

3. Den tredje huvudgruppen är immateriell kvalitet. Produktionsetiska aspekter såsom djurvänliga uppfödningssätt, ekologisk odling m m, tilldrar sig allt större intresse. Hit hör också frågor som berör tradition, kultur och konsumentens ursprung som har betydelse för konsumentens uppfattning om kvalitet. Detta kan sammanfattas under rubriken etniska/kulinariska aspekter.

Till gruppen räknas också produkt- och företagsknytta frågeställningar, som nationell kontra multinationell tillhörighet, produktion i andra länder och miljöer, inte minst när det gäller utvecklingsländer.

4. Den fjärde huvudgruppen är servicekvalitet, d v s hur produkten motsvarar konsumentens förväntningar, när det gäller pris, tillgänglighet och leveranssäkerhet.

Det är också viktigt att man i dag skiljer på begreppen synlig och osynlig kvalitet. Med synlig kvalitet förstås t ex ätkvalitet, hållbarhet och hygienisk kvalitet. Till den osynliga kvaliteten räknas t ex etniska och estetiska aspekter, djurhållning och religiösa hänsynstaganden.

Kyl- och fryskejdjorna är långa, komplicerade hanteringskedjor fram till konsumenten med många inblandade aktörer. Missar i kedjorna kan göra att kvaliteten inte motsvarar den slutliga kundens förväntningar. Kvalitet handlar, som nämnts, om att uppfylla kundens förväntningar. Förväntningarna kan i vissa fall betyda mer än själva produkten. Rätt produkt ska finnas på rätt plats i rätt tid så att man kan använda produkten på det sätt man tänkt sig.

Principiell kvalitetsförändring

Ett livsmedels kvalitet förändras successivt med tiden och livsmedlet blir förr eller senare otjänligt. Kvalitetsförlusten är en ständigt pågående process och orsakas av kemiska, biokemiska, fysikaliska och mikrobiella förändringar. Se också kapitel 4 och 5. Dessa förändringar startar omedelbart efter det att fisken fångats, djuret slaktats, frukterna och grönsakerna skördats. De fortsätter naturligtvis också under förädling och tillverkning av till synes nya produkter och inte minst under den fortsatta distributionen.

Målsättningen i livsmedelshanteringen från gården och fältet till butiken och storhushållet är naturligtvis att så stor del av den ursprungliga kvaliteten som möjligt ska vara kvar till den slutlige konsumenten.

Med hänsyn till den kvalitetsförsämring som sker med tiden i de flesta produkter borde det ligga i alla producenters intresse att produkterna ska konsumeras så snabbt som möjligt efter produktionen. Kvalitetsnivån vid konsumtionstillfället avgör hur nöjd konsumenten blir och hur hon/han ställer sig till återköp. Utan återköp ingen produktlönsamhet.

Allmänt om livsmedelskvalitet

Normalt ger inte vetenskapliga analyser av våra livsmedel genomsnittskonsumenten någon hjälp i hans eller hennes bedömning av den aktuella produktens kvalitet. Det är oftast livsmedlets specifika sensoriska eller fysikaliska egenskaper som avgör vad som är god kvalitet. Ett begrepp, förutom säkerhet som är mycket viktigt för i stort sett alla konsumenter, är färskhet eller fräschhet, något som konsumenten dock ofta har svårt att definiera.

Ur språklig synvinkel finns två definitioner av intresse när det gäller livsmedel:

- Den första och den som många konsumenter först får i tankarna är ny i motsats till konserverad, d v s inte saltad, jäst, rökt, torkad, värmebehandlad (burkkonserverad) o s v.
- Den andra är bibehållande av den ursprungliga kvaliteten, inte försämrad eller förändrad, inte gammal.

För allt fler av dagens konsumenter och speciellt för morgondagens är sannolikt den sistnämnda den viktigaste definitionen, vilket gör kylda och djupfrysta livsmedel speciellt intressanta.

Saltade, rökta, torkade, pastöriserade eller steriliserade produkter är de i flesta fall påtagligt förändrade i jämförelse med sitt ursprung och utgör speciella produktsortiment. Viktigt att notera är emellertid att också många av dessa speciellt förädlade produkter kräver hantering under kontrollerade klimatförhållanden, främst temperatur.

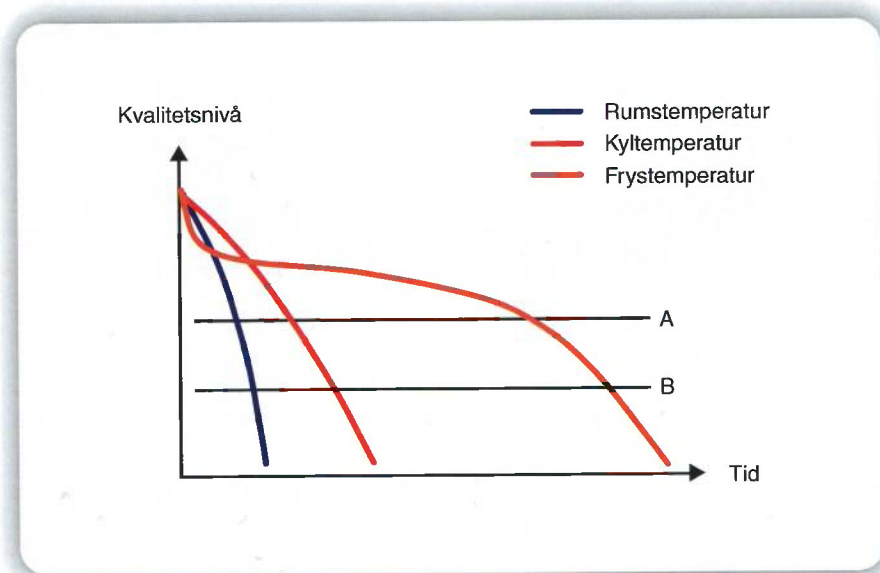
Hur snabbt förändras livsmedlen vid olika temperaturer?

- Många, för att inte säga de flesta animaliska och vegetabiliska livsmedlen, förändras och förstörs snabbt vid lagring i rumstemperatur.
- Hållbarheten förlängs markant om produkten kyls och förvaras i kyla.
- Djupfrysta produkter förlorar något av den ursprungliga kvaliteten vid infrysningen, men de kvalitetsnedsättande, kemiska och fysikaliska processerna fortsätter därefter med mycket låg hastighet.

Dessa samband illustreras i figur 1 nedan.

I figuren har två kvalitetskriterier lagts in:

1. Den övre linjen (A) visar den nivå där en första förändring av produktens egenskaper kan upptäckas eller påvisas, den s k första iakttagbara förändringen. En annan benämning för denna gräns kan vara "Bäst före".
2. Den undre linjen (B) visar acceptabilitetsgränsen, d v s under denna nivå är produkten så förändrad att den inte längre kan accepteras eller godkännas som livsmedel.



Figur 1
Principiell skillnad i kvalitetsförlust under lagring av ett livsmedel vid rums-, kyl- och frystemperatur.
(Källa: G Löndahl)

Av speciellt intresse och vikt är att konsumenternas ökade intresse för kvalitet innebär att de har rört och rör sig uppåt i diagrammet, från acceptabilitetsgränsen mot den första iakttagbara förändringen. Man är idag mycket observant på att Bäst före-datum inte överskridits, d v s att den övre linjen (A) passerats.

Produkttemperaturens betydelse kan illustreras med två exempel:

1. En torsk passerar efter fångsten acceptabilitetsgränsen:

- Vid rumstemperatur inom 24 timmar.
- Kyld, d v s isad vid 0°C, efter 8-14 dagar.
- Djupfrost, -18°C eller kallare, först efter 18-24 månader, beroende på bl a val av förpackningsmaterial och lagringstemperatur.

Medan den första iakttagbara förändringen kan påvisas:

- Vid rumstemperatur efter 4-6 timmar.
- Kyld, d v s isad vid 0°C, efter 2-6 dagar.
- Djupfrost, -18°C, efter 6-12 månader.



2. Ett annat och klassiskt exempel är C-vitamininnehållet i spenat.

- Trädgårdsfärs spenat, förvarad i rumstemperatur, har dagen efter skörd förlorat 60-80 % av C-vitamininnehållet.
- Djupfrost spenat har efter 10 månaders lagring endast förlorat 30-40 % av den ursprungliga halten. Huvuddelen av denna förlust uppstår då spenaten blancheras före infrysningen.

Kylda livsmedel anses ofta vara färskare än djupfrysta. Om ett livsmedel uppfattas som färskt så länge inga förändringar kan iakttas, d v s till dess produkten passerat gränsen för den första iakttagbara förändringen, är påståendet korrekt endast under en mycket kort tid för många produkter, se figur 1. Man kan säga att kylda livsmedel eller livsmedel hanterade vid rumstemperatur är färskare än sin djupfrysta motsvarighet endast så länge kurvan för kvalitetsförlusten befinner sig över motsvarande kurva för den djupfrysta produkten.



Hållbarhetstider

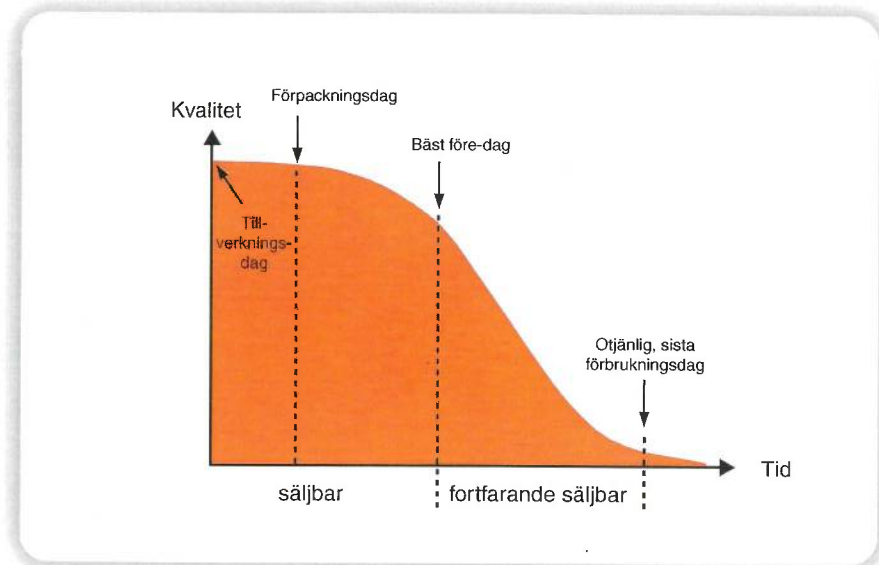
För att tillförsäkra konsumenterna säkra livsmedel med så stor del av den ursprungliga kvaliteten som möjligt ska i princip alla förpackade livsmedel hållbarhetsmärkas. Datummärkningen ska relateras till en bestämd lagringstemperatur. Ansvar för märkningen åvilar producenten/tillverkaren.

Hållbarhetsdatum är inget exakt mått på hur länge produkten kan lagras eller livsmedlet användas/konsumeras, se kapitel 5. Det tjänar som riktlinje för konsumenten när det gäller produktens kvalitet och säkerhet. Tyvärr finns det stora brister i kunskapen om betydelsen av datummärkningen. Detta innebär att onödigt stora mängder livsmedel kasseras.

Bäst före-dagen ska ange hur länge produkten har kvar alla sina signifikanta egenskaper. Med andra ord ange då den första förändringen kan upptäckas eller förväntas. Kvalitetsförsämringen sker gradvis och inträffar alltså inte precis en viss dag. Bäst före-dagen ska ge konsumenten en uppfattning om hållbarheten. Detta är annars svårt att avgöra utan att veta mer om produkten, hur den har

hanterats och vilka egenskaper som skulle kunna vara försämrade. Produkten ska fortfarande vara bra, se figur 2, under förutsättning att den hanterats i rätt temperatur. Produkten får fortfarande säljas efter Bäst före-dagen om den är hygieniskt säker.

Figur 2
Kvalitetsutveckling
med tiden.



Sista förbrukningsdagen är förknippad med livsmedlets säkerhet. Märkning sker bara för speciellt känsliga produkter. Fram till och med sista förbrukningsdagen ska produkten vara säker. När sista förbrukningsdagen passerat ökar risken för att skadliga bakterier hunnit tillväxa eller bilda gifter i produkten som skulle kunna göra konsumenten sjuk. Inte heller detta sker precis när sista förbrukningsdagen är över. När sista förbrukningsdagen passerats får produkten inte säljas.

För att hållbarhetstiderna ska gälla måste förvaringsanvisningen ha följts under hela varans livslängd. En viktig del av det är att alla i kyl- och frys-kedjan gör sin del av jobbet.

Egenkontroll

För att förstå hur viktigt det är med rätt hantering i varje del av kyl- och frys-kedjan måste aktörerna veta hur kvaliteten påverkas i de olika delarna. Vad kan försämra kvaliteten? Hur gör vi för att undvika kvalitetsförluster? Alla aktörer måste känna till både sina egna och andras roller och arbetsuppgifter, och vem

som har ansvar för vad. Därför krävs tydliga rutiner för hur hanteringen ska fungera och kommuniceras till andra. Egenkontrollen är det styrverktyg som enligt lag ska finnas i alla livsmedelsföretag.

I Europaparlamentets och Rådets Förordning (EG) nr 178/2002 uttrycks klart att företagaren har det primära juridiska ansvaret för att tillhandahålla livsmedel som är säkra. Hälsorisker ska förebyggas, elimineras eller minimeras genom riskanalys HACCP - Hazard Analysing Critical Control Points. HACCP grundar sig på att man ska analysera vilka risker som är viktiga och vilka åtgärder som är kritiska för att maten ska vara säker. Med stöd av HACCP-principerna görs en faro-/riskanalys som är argument till hur verksamhetens egenkontrollrutiner ska utformas och struktureras. Med hjälp av analysen anpassas sedan rutiner för att arbeta med livsmedel på ett säkert sätt och så att rätt kvalitetsnivå kan upprätthållas.

Sammanfattning av det här kapitlet

- Kvalitet är ett mångdisciplinärt begrepp.
- Färskhet är detsamma som oförändrat.
- Djupfrysst kan vara färskare än färskt.
- Riskanalyser är grunden för egenkontroll.
- Bäst före-datum är ingen definitiv gräns.



4

Kvalitetsförändringar under hantering och lagring

Vad förstörs i våra livsmedel?

Hur förökar sig bakterier och andra mikroorganismer?

Är alla bakterier farliga?

Varför måste man frysa snabbt?

Varför har kylda livsmedel kortare hållbarhet än djupfrysta?

Vad är frysbränna?

Kvalitetsförändringar under hantering och lagring

Under lagring och hantering efter skörd, fångst, slakt och bearbetning förändras alla livsmedel genom mikrobiell aktivitet och kemiska, biokemiska samt fysikaliska reaktioner. Dessa processer eller reaktioner är ofta interaktiva, d v s påverkar varandra. Uttorkning t ex leder till att en större yta exponeras mot luftens syre. Detta i sin tur innebär en snabbare oxidation av ytan som kan leda till en härsken smak. Produkten blir torr, luktar och smakar illa.

Flera av dessa förändringar är såväl önskvärda som nödvändiga för produktens signifikanta egenskaper. Några exempel på önskvärda förändringar är nedbrytning av äggviteämnen (proteiner) i en slaktkropp, då den förvandlas till kött och den mognadsprocess som sker i frukt.

Generellt sett förändras livsmedlets kvalitet förr eller senare till det sämre av dessa processer. Detta gäller såväl sensoriska (utseende, smak, textur) som näringsmässiga egenskaper. Livsmedelssäkerheten kan påverkas genom den mikrobiella aktiviteten.

Hastigheten med vilken processerna sker är temperaturberoende på så sätt att ju lägre denna är desto långsammare sker förändringarna.

Mikrobiologisk aktivitet

Mikroorganismer finns överallt och i mycket stort antal. Varje gram av den till synes livlösa jorden innehåller många miljoner bakterier och svampar av olika arter. Stora mängder finns också på olika växter och djur inklusive människan. De är livsviktiga i det naturliga kretsloppet och bryter ner allt dött material till jord. En frisk människa har och måste ha ett stort antal bakterier i matsmältningsskanalen för att leva ett normalt liv. Detta gäller också alla djur.

Naturligtvis finns det mikroorganismer av olika slag också på och i de flesta typer av livsmedel, som påverkas av dessa på ett eller annat sätt.

I vissa fall används naturligt förekommande mikroorganismer för att förbättra kvaliteten på livsmedel inom mejeri-, charkuteri-, bageri-, grönsaks- och bryggeriindustrierna. Ibland är de rent av nödvändiga för att ge specifika egenskaper, t ex fermenterade charkprodukter, yoghurt m fl mejeriprodukter. I de flesta fall försämrar mikroorganismerna emellertid kvaliteten. De kan i värsta fall orsaka matförgiftningar eller andra sjukdomar hos konsumenten.

Aktuella mikroorganismer i livsmedel är svampar (jäst och mögel), bakterier och virus.

I livsmedelssammanhang kan mikroorganismer vara:

- Nyttiga
- Produktförstörande
- Hälsovådliga

Produktförstörande mikroorganismer skadar produkten genom att bryta ner äggvita, fett och kolhydrat. De bildar då nedbrytningsprodukter i form av nya kemiska föreningar, som kan smaka och/eller lukta illa. De orsakar oftast synliga förändringar när produkterna förstörs, vilket innebär att konsumenten undviker sådana livsmedel. Fukt, rotfrukter och grönsaker kan ruttna eller mögla. Animalier kan förändras i utseende, färg och konsistens av mögel eller bakterier. I värsta fall kan kraftig bakterieväxt på produktytan ge en "filkig" - slemmig hinna på livsmedlet.

Patogena eller hälsovådliga mikroorganismer kan orsaka matförgiftningar eller andra sjukdomar. Förgiftningen eller sjukdomen förorsakas antingen genom mikroorganismerna själva, t ex Salmonellabakterier, eller genom de toxiner (gifter) som mikroorganismerna bildar i livsmedlet. Det senare gäller t ex *Stafylococcus aureus*, en av de vanligaste matförgiftningsframkallande bakterierna.

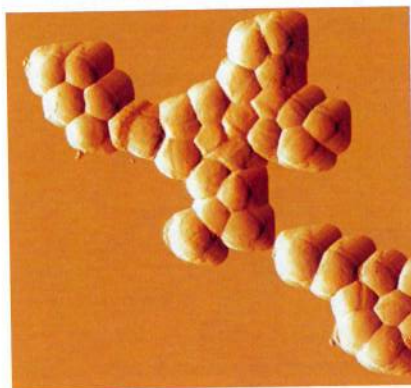


Foto: Smittskyddsinstitutets presarkiv

Stafylokokker

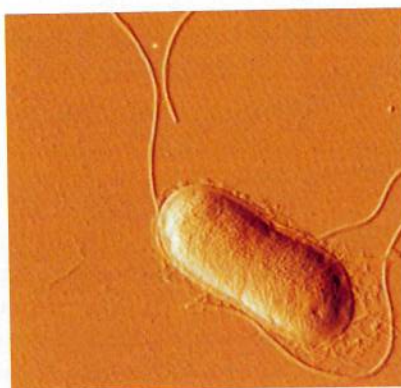


Foto: Smittskyddsinstitutets presarkiv

Salmonella

Det bildade giftet tål hög värme i motsats till bakterierna själva, som dör vid upphettning till strax över 70°C.

Antalet arter av sjukdomsframkallande mikroorganismer är förhållandevis litet i förhållande till det antal arter mikroorganismer som totalt finns i vår miljö, men konsekvenserna kan bli förödande. Matförgiftningar som orsakas av bakterier direkt eller bakteriernas toxin har oftast ett akut förlopp med ett snabbt insjuknande och en inkubationstid från någon timma till några dygn. I enstaka fall, t ex vid salmonellainfektion, kan sjukdomsförloppet dessutom gå över i ett kroniskt tillstånd.

Mögelförgiftningar har oftast ett kroniskt förlopp och det är gifter, s k mykotoxiner, som orsakar insjuknandet. Det finns f n cirka 200 kända mykotoxiner. Dessa påverkar inre organ som matsmältningsorganen, lever, njurar och nervsystem. Vissa, t ex aflatoxin, är cancerogena, d v s kan orsaka cancer. Mögeltoxiner är som regel mycket värmetåliga och förstörs alltså inte alls eller i ringa grad vid kokning, stekning eller bakning.

Hur förökar sig mikroorganismerna?

Bakterier kan under de mest gynnsamma förhållanden dela sig var 20:e minut, vilket betyder att de fördubblar sitt antal var 20:e minut. Den tid det tar för en bakterie att dela sig kallas generationstid. Denna varierar mycket, från 20 min till flera timmar eller dygn, beroende på de miljöbetingelser som råder. I verkligheten kan totalantalet bakterier i en normal råvara eller produkt mycket väl ligga på nivån 10 000 till 100 000 bakterier per gram produkt. Detta innebär t ex att om det finns 10 000 bakterier per gram i en produkt har dessa ökat till 20 000 på 20 minuter, om detta är den aktuella generationstiden. Generationstiden påverkas av temperaturen så att ju lägre temperaturen är desto längre blir generationstiden.

Svamparnas förökningssätt genom sporer innebär att de producerar ett stort antal sporer som mycket lätt sprider sig med luftströmmar, ventilation, drag, öppna dörrar och fönster eller vid städning om inte denna sker på ett lämpligt sätt. Sålunda är sopning i vissa fall helt olämpligt. Förökning genom knoppning eller hyfer medför under vissa omständigheter kraftig förökning.

Förökningen av virus sker inne i celler och smittbärare kan vara människor eller djur. Smittan till livsmedel kan spridas via avloppsförorenat vatten. Ett klassiskt exempel är utbrott av gulsot via ostron, som konsumeras utan värmebehandling, varför någon avdödning av virus ej sker.

Tillväxten följer ett bestämt mönster och består av fyra olika faser. Under den första, vilofasen (kallas också lagfas), anpassar sig bakterierna till den aktuella miljön och de ev nya förhållandena som råder. Någon tillväxt eller förökning sker ej. Bakterierna vilar emellertid inte under vilofasen. Det råder tvärtom hög aktivitet inne i bakterien, som anpassar sin ämnesomsättning för att kunna föröka sig.

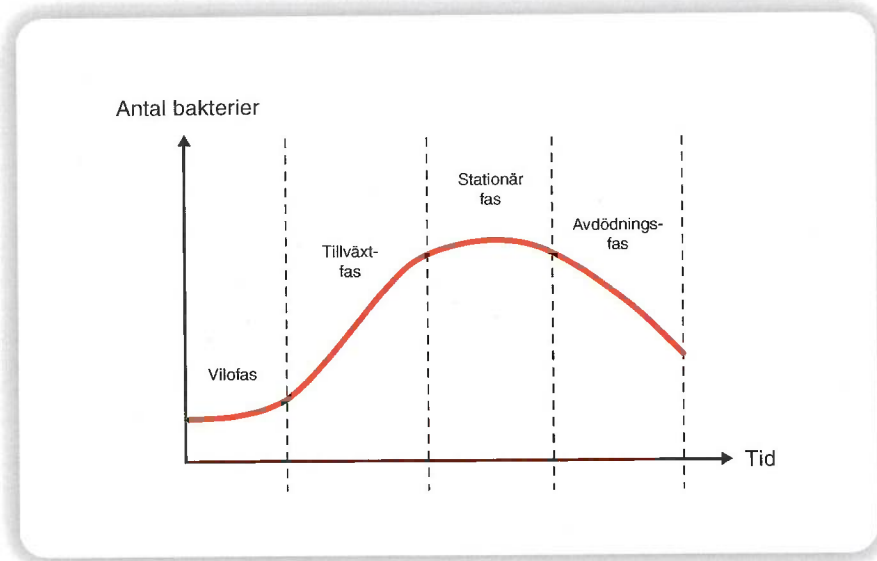
Under tillväxtfasen (kallas också logfas) förökar sig bakterierna och en ny generation uppkommer efter varje celldelning. Hur fort bakterierna förökar sig beror på en rad faktorer, se figur 1.

Under denna fas förändras livsmedlet, genom att nedbrytningsprodukter bildas av äggvita, fett och kolhydrat. Dessa kan påverka smak, färg, lukt och konsistens så mycket att produktkvaliteten kan passera såväl bäst före-tiden som acceptabilitetsgränsen. Antalet hälsovådliga mikroorganismer kan nu bli tillräckligt stort eller bilda tillräckligt mycket toxin (gift), för att sjukdomsutbrott ska bli följden.

I den stationära fasen dör, p g a förändringar i livsmedlet, lika många bakterier som det bildats nya. Slutligen, under den sista fasen, avdödningsfasen, dör det fler bakterier än det bildas nya och livsmedlets kvalitet blir kassabel.

- Bakterier förökar sig genom delning.
- Svampar förökar sig genom knoppning, sporer eller hyfer.
- Virus har mer komplicerad förökning, som måste ske inne i celler av något slag.

Figur 1
Bakteriernas
tillväxtkurva
med tiden.



Temperaturen och tiden vid aktuell temperatur är de viktigaste faktorerna, vilket understryker hur viktigt det är att hantera kylda och djupfrysta livsmedel på rätt sätt.

Faktorer som påverkar mikroorganismernas tillväxt

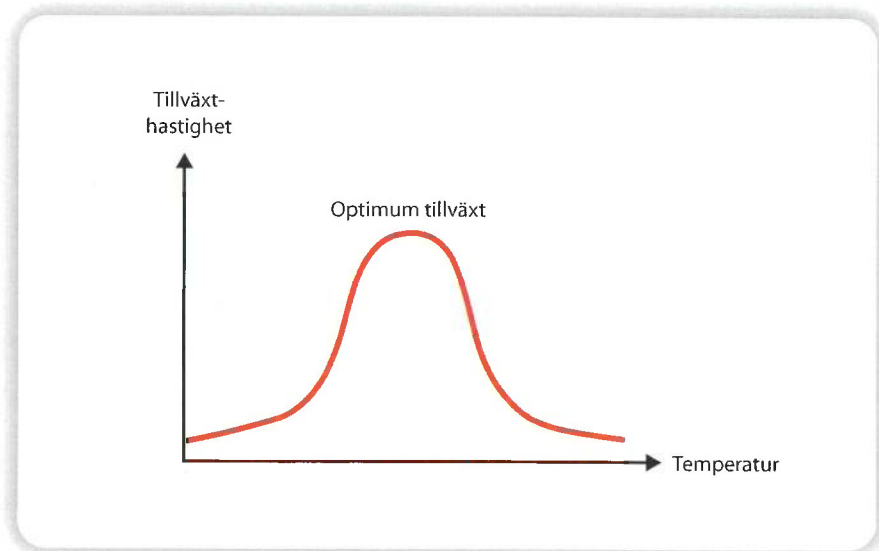
För att bakterier och svampar ska tillväxa kräver de tillgång till näring, lämplig vattenhalt, lämplig temperatur samt rätt surhetsgrad, pH. Vissa typer är beroende av tillgång till syre medan andra kräver en syrefri miljö. En tredje grupp kan tillväxa i både och, men då oftast med olika hastighet.

Näring finns det alltid tillgång till vid livsmedelshantering, främst i form av de livsmedel som hanteras, men också som rester och föroreningar i lokaler eller på utrustning. Den personal som är sysselsatta i hanteringen inte att förglömma. Vatten finns i tillräcklig mängd för mikroorganismernas förökning i de flesta livsmedel. Vattenhalten är t ex i kött, fisk och grönsaker 50 till 90 %, och mycket lämplig för mikroorganismernas förökning.

Temperaturen är mycket viktig för mikroorganismernas tillväxt och är den faktor som är lättast att påverka. Tillväxten kan bara ske inom vissa temperaturområden. Mellan den lägsta och högsta temperaturen vid vilka den kan ske, finns en optimumtemperatur, d v s den mest lämpliga temperaturen för just den aktuella mikroorganismen.

Olika typer av mikroorganismer har olika krav på temperatur för optimal tillväxt. De indelas i livsmedelssammanhang i tre grupper:

Figur 2
Mikroorganismernas
tillväxthastighet med
temperaturen.



- Psykrofila eller köldälskande. Dessa växer från ca 0°C till ca +30°C, men växer bäst vid +15°C till +20°C.
- Mesofila. Denna grupp är störst och växer mellan ca +5°C och +50°C, men mest optimal är temperaturen vid +20°C till +40°C.
- Termofila eller värmeälskande. Denna grupp växer vid +30°C till +70°C, men bäst vid +45°C till +60°C.

De produktförstörande och hälsovådliga mikroorganismerna, som är aktuella inom livsmedelshanteringen, tillhör som regel den mesofila gruppen. När det gäller fisk och skaldjur är även vissa psykrofila produktförstörande mikroorganismer aktuella.

Generellt sett är det mest optimala temperaturområdet för den mesofila gruppens tillväxt +20°C till +40°C. Men tillväxtområdet för den enskilda mikroorganismen varierar relativt mycket även om generationstiden blir längre ju längre från den mest optimala temperaturen man kommer.

Några matförgiftningsframkallande bakteriers variationer i tillväxttemperatur framgår av tabellen nedan.

Som framgår av tabellen på nästa sida finns det bakterier som kan tillväxa vid någon minusgrad. Mögel kan växa ned till -10°C. Denna temperatur anges ofta som den "magiska" temperaturen vad gäller mikrobiell aktivitet. Under denna – ingen tillväxt. Ur praktisk synvinkel har tillväxten avstannat redan vid några grader under fryspunkten.

När ett livsmedel fryses upphör den mikrobiella tillväxten, dels p g a att produkttemperaturen sänks, dels p g a att vattnet i produkten tas bort genom att

omvandlas till is. Vid upptining startar den mikrobiella aktiviteten igen, när produkttemperaturen höjs över 0°C och fritt vatten åter blir tillgängligt.

Surhetsgraden anges som pH-värde mellan 0 och 14. Ett högt pH-värde innebär att produkten är alkalisk och ett lågt värde att produkten är sur. Neutralpunkten ligger vid pH 7. Känsligheten för pH varierar för olika mikroorganismer. Vid högt och lågt pH-värde förändras äggviteämnen i mikroorganismerna, vilket kan innebära att de dör. Flertalet bakterier föredrar ett pH omkring neutralpunkten, medan mögel kan växa i både sur och alkalisk miljö. Jästsvampar föredrar sur miljö. S k sura livsmedel har ett pH-värde lägre än 4,5, vilket betyder att de flesta hälsovådliga (patogena) bakterier inte kan växa och föröka sig.

De allra flesta mikroorganismerna kräver tillgång till syre för att de ska föröka sig. Dessa benämns aeroba mikroorganismer. Anaeroba mikroorganismer är då sådana som kräver en syrefri miljö för tillväxt. Dessa utgör ett hot vid t ex vakuumpackning. De organismer som växer vid såväl frånvaro som närvaro av syre benämns fakultativt anaeroba.

Bakterietyp	Tillväxttemperatur °C
Stafylococcus aureus	+7 - +48
Salmonella	+5 - +47
Campylobacter	+28 - +45
Bacillus cereus	+8 - +55
Clostridium perfringens	+12 - +50
Listeria monocytogenes	0 - +42
Yersinia enterocolitica	-1 - +40

Åtgärder för att förhindra tillväxt

Att förhindra tillväxten av mikroorganismer är ett eget specialtområde och intresserade hänvisas till den speciallitteratur som finns i ämnet. De generella och viktigaste åtgärderna är naturligtvis självklara.

Tillgången till näring på fel ställen ska avlägsnas genom att vid rengöring effektivt avlägsna alla produktrester och beläggningar. Personalen ska iaktta hög personlig hygien i alla avseenden. De livsmedel som hanteras ska inte förorenas. I samband med rengöring och disk ska man alltid eftersträva att rengjord utrustning får möjlighet att torka.

Tiden då livsmedlet befinner sig i de för mikroorganismerna gynnsamma temperaturerna måste vara så kort som möjligt vid all hantering, inkl beredning och nedkylning, d v s:

- Temperaturintervallet +60°C till den förvaringstemperatur som ska gälla för livsmedlet i fråga ska passeras snabbt. Detta gäller vid såväl nedkylning som infrysning.
- Förvaringen av livsmedel vid rumstemperaturer som inte anpassas till livsmedlets krav vid beredning, tillverkning och annan hantering av temperaturkänsliga livsmedel, ska göras så kort som möjligt.
- Förvaringstemperaturen vid kylförvaring har stor betydelse för generationstiden hos de mikroorganismer som finns i livsmedlet. En enstaka grads höjning av temperaturen minskar generationstiden, ökar tillväxthastigheten och därmed antalet mikroorganismer i livsmedlet. Som en följd kan hållbarhetstiden minska.
- Kunskapen om vilka mikroorganismer som kan vara aktuella och dessa mikroorganismers tillväxttemperaturer ligger bakom de krav som finns i lagstiftningen.
- Det förebyggande arbetet för önskat pH ligger dels i noggrannhet vid produktionen, dels i recept- och tillverkningsrutiner.
- För att förhindra tillväxtmöjligheterna för aeroba mikroorganismer kan produkten packas i vakuum eller kontrollerad atmosfär, vilket innebär att man tar bort syret och tillför kvävgas och/eller koldioxid. Tillväxten för anaeroba kan förhindras genom förpackning i närvaro av syre.

Mikrobiologiska förändringar vid nedkylning och infrysning

Ur mikrobiologisk synpunkt måste hela hanteringsförloppet, från produktion till konsumtion, beaktas. Temperaturen ska sänkas så snabbt som möjligt från ursprungsvärdet ned till området 0-8°C för kylta livsmedel och till -18°C eller kallare för djupfrysta, för att minimera eller eliminera tillväxten av mikroorganismer.

När kylta och djupfrysta produkter vidareförädlas och temperaturen höjs till aktuell bearbetningstemperatur, utsätts produkterna i olika hanteringsmoment och temperaturer för olika stora risker för tillväxt av mikroorganismer.

De mikrobiologiska förändringarna under temperatursänkningen beror bl a på följande faktorer:

- Mikrofloran som finns i livsmedlet.
- Den mikroflora som från omgivningen, luften, utrustningen och personalen förorenar livsmedlet.
- Om livsmedlet är sönderdelat eller har inblandning av andra ingredienser.
- Livsmedlets temperatur.
- Den tid det tar att sänka temperaturen i livsmedlet.

Frysningen kan skada och t o m döda vissa organismer, men inte i en sådan omfattning att processen kan sägas förbättra produktens hygieniska status. Nedkylningsprocessen orsakar som regel inga skador på mikroorganismerna utan minskar bara tillväxten. Betydelsen av hög hygienisk standard under hanteringen av råvaror och bearbetning av dessa betyder alltså väldigt mycket. Detsamma gäller tiden i det riskabla temperaturintervallet och därmed minimera tillväxten under hantering, bearbetning, nedkylning och infrysning.

Såväl nedkylnings- som infrysningsprocessen ska väljas med stor omsorg och genomföras på ett väl kontrollerat sätt. Den mikrobiologiska tillväxten fortgår inte bara under nedkylningen utan också då den aktuella produkttemperaturen nåtts. De mikrobiologiska problemen vid infrysning kan synas vara mindre eftersom tillväxten upphör då vattnet i produkten omvandlas till is. Trots detta är det viktigt att infrysningssättet anpassas till den tänkbara risken för mikrobiell tillväxt under temperatursänkningen ner till fryspunkten. Detta kan belysas med infrysning av kött och köttprodukter som exempel. Resonemanget gäller emellertid generellt vid såväl nedkylning som infrysning av andra produkter.

Under slakt och efterföljande hantering kontamineras slaktkroppen med mikroorganismer från huden, omgivningen och de verktyg som används. Nedkylningen omedelbart efter slakt minskar tillväxten, men även vid låg temperatur tillväxer de köldtåliga organismerna. Tillväxten sker huvudsakligen på köttets yta, varför infrysning av hela eller parterade kroppar normalt inte utgör något mikrobiellt problem. De infrysningshastigheter som normalt används i kommersiell hantering är tillräckligt höga för att förhindra en större tillväxt.

Styckning av slaktkroppen ökar riskerna eftersom kontamineringen ökar då ytan ökar, d v s varje snitt i köttet ökar den mikrobiella belastningen. Malet kött är betydligt känsligare än en portionsskuren biff, som i sin tur är känsligare än en hel stek. Nedkylnings- och infrysningshastigheten får således ökad betydelse med ökad bearbetnings-/förädlingsgrad.

Grovstyckat kött, avsett för vidarebearbetning, förpackat i 20-30 kg kartonger kan frysas i en enkel frystunnel med en frystid på 36 timmar till -18°C , under förutsättning att köttet är väl kylt då infrysningen startar. Vid ökad styckningsgrad måste emellertid infrysningen ske i mindre förpackningsenheter. Det samma gäller naturligtvis vid nedkylning. Det bästa alternativet är, att processerna sker integrerat i processlinjen. Detta är naturligtvis speciellt viktigt vid nedkylning och infrysning av färdiglagade och/eller mera komplicerade sammansatta produkter och speciellt om produkten inte värmebehandlas före temperatursänkningen.

Som tidigare nämnts är hög hygienisk standard ett absolut villkor genom hela hanteringskedjan, från råvara till färdig produkt. Nedkylning och infrysning utgör inget undantag. Det är först när produkttemperaturen sänkts till under -10°C som den mikrobiella tillväxten avstannar helt. Antalet mikroorganismer före nedkylning och/eller infrysning påverkar också produktens hållbarhet efter upptining. Exemplet ovan i vilket kött och köttprodukter diskuteras gäller naturligtvis generellt för andra livsmedel.

Kemiska och biokemiska reaktioner

De kemiska och biokemiska (enzymatiska) förändringarna fortgår under lagringen av såväl kylda som djupfrysta livsmedel. Några av de mest påtagliga förändringarna är oxidation av fett (härskning), missfärgning och texturförändringar, vilka leder till försämrad lukt, smak, färg, konsistens och vattenbindande förmåga samt i vissa fall försämrat näringsvärde.

Även om förändringarna efter skörd, fångst och slakt är principiellt lika inom olika produktgrupper finns det anledning att skilja på huvudgrupperna animalier och vegetabilier. Den viktigaste skillnaden mellan animalier och vegetabilier är att de sistnämnda inte dör vid skörden. Vissa av livsprocesserna som t ex fotosyntesen upphör, men andning och avdunstning fortsätter liksom omvandlingen av socker till stärkelse och omvänt, etenbildning, utveckling av aromämnen m m.

En av de mera kända kemiska förändringarna i vegetabilier är nedbrytningen av kolhydrater, t ex socker som enklast uttrycks med formeln:



När fotosyntesen avstannar i samband med skörd är produkten hänvisad till sitt eget förråd av energi och vatten. Finns syre tillgängligt fortsätter andningen som en oxidation av kolhydrater. Denna reaktion bildar koldioxid, vatten och energi (värme), d v s fotosyntesen som bygger upp växterna går i motsatt riktningen.

Reaktionens hastighet varierar från produkt till produkt. Vissa produkter som t ex bladgrönsaker har mycket hög andningsintensitet och har därför mycket begränsad lagringsduglighet. Respirations- eller andningshastigheten påverkas också av omgivningstemperaturen, atmosfärens sammansättning, luftväxling m m. Den är ofta högre omedelbart efter skörd, bl a beroende på sårläkning av de skador som kan ha uppstått i samband med denna.

Specifika förändringar i vegetabilier:

- Respiration/andning
- Mognadsprocesser
- Näringsmässiga förändringar
- Färgförändringar

Vid en rangordning med stigande andningshastighet kommer mogna rotfrukter lägst på skalan, följt av vissa kålsorter, bladgrönsaker, kål av blommor, omogna fröer och frukter med högst andningshastighet.

Vissa frukter och grönsaker har ett speciellt andningsförlopp, klimakterium. Dessa produkter ökar sin andningsintensitet i samband med mognaden. Typiska exempel är äpple, päron, banan, tomat och avokado, medan jordgubbe, vindruva, apelsin och citron är exempel på icke klimakteriska produkter.

Såväl den bildade koldioxiden som energin/värmen måste bortföras under lagring eftersom de ökar nedbrytningen av produkten. Alltför höga koldioxidhalter kan leda till anaerob andning, vilket kan ge skador påminnande om rötskador.

Alla frukter bildar större eller mindre mängder eten under andningen, medan etenproduktionen är mindre påtaglig för grönsaker med vissa undantag, t ex avokado. Klimakteriska frukter har kraftigare etenproduktion än icke klimakteriska. Produktionen varierar inte bara från fruktslag till fruktslag utan också från sort till sort av samma frukt och mellan frukter i olika mognadsstadier. Den är temperaturberoende, ju lägre temperatur desto lägre produktion. Eten påskyndar mognadsprocessen hos många vegetabilier och används också som mognadsstimulant, t ex vid frammognad av bananer.

Eten kan emellertid också skada produkter, vilket måste beaktas då olika produkter lagras tillsammans. Gurkor missfärgas t ex och förlorar sin textur vid samlagring/samexponering med tomat. Dill förlorar sin smak redan efter några timmar, morötter får en bitter bismak och lök får en mildare smak vid exponering för eten. Etenproduktionen för några frukter, bär och grönsaker liksom känsligheten framgår av tabellerna 1 och 2 i slutet av kapitel 5.

Samlagring av olika frukter och vegetabilier ska naturligtvis undvikas, inte bara med hänsyn till etenproduktion utan också för att minska risken för aromöverföring. Observera att pappförpackningar mycket lätt tar upp främmande lukter. Detta gäller för såväl kylda som djupfrysta produkter. Glass kontamineras lätt av icke önskvärda aromer liksom alla feta produkter.

Andra kemiska förändringarna i grönsaker, frukter och bär påverkar bl a färg och arom. Mognaden innebär naturligtvis ett stort antal förändringar av kemisk och enzymatisk natur. Det klorofyll som finns i de yttersta delarna bryts t ex ner och bildar nya ämnen med annan färg. Andra exempel är nybildning av aromämnen och förändring av texturen. Den under växternas tillväxt bildade stärkelsen omvandlas till socker under lagring och mognad. Socker/syrakvoten i produkten ändras och därmed smaken, med stora variationer mellan olika typer av frukter.

En vanlig förändring under lagring av vegetabilier är en brunfärgning av livsmedlet. Denna kan orsakas av såväl rent kemiska reaktioner som enzymatiska processer. Till de kemiska reaktionerna hör bl a olika Maillardreaktioner, som förutom den karaktäristiska brunfärgningen ofta också resulterar i en speciell lukt eller smak, som inte är normal för produkten.

För att begränsa de enzymatiska förändringar, vilka leder till textur-, färg- och smakförändringar blancheras, värmebehandlas, många grönsaker före infrysning. Vid blancheringen inaktiveras enzymerna. Blancheringstemperatur och blancheringstid varierar från produkt till produkt.

Den största förändringen vid djupfrysning av frukt och bär är texturförändringar, ofta så stora, att den frysta produkten inte är jämförbar med den icke frysta. Dessa förändringar sker under infrysningen och endast i mycket begränsad omfattning under lagring. Under lagringen är det framför allt oxidativa färgförändringar, ofta brunfärgningar, som påverkar produktkvaliteten.

Vid slakt förändras de normala livsfunktionerna, vilket medför att de biokemiska reaktionerna, som förvandlar slaktkroppen till kött, kan starta. Då syretillförseln avbryts i samband med avblodningen bryts musklernas energiförråd ner. Förloppet är detsamma för alla djurslag, men hastigheten varierar med djurart, muskeltyp och individ. Under processen bildas bl a mjölksyra, vilket innebär att pH faller och produkten blir surare. Lägre pH medför att proteinerna bryts ner av olika kemiska substanser under bildande av bl a ammoniak, samtidigt som vatten frigörs. Hos fisk sänks pH i mindre grad än hos däggdjur. Högre pH ger sämre hållbarhet, men samtidigt bättre vattenbindande förmåga.

Nedbrytningen kan förklaras av att kroppen försöker upprätthålla det tillstånd som rådde före slakt. För detta åtgår energi som tas från kroppens muskler. Den mest påtagliga förändringen är rigor mortis eller dödsstelheten som inträder kort efter döden. För stora djur, som t ex nöt, upphör dödsstelheten efter några dygn och för kyckling efter några timmar. Hos fisk uppträder dödsstelheten efter någon timme till ett dygn efter fångst och upplöses igen efter något dygn. Temperaturen har också stor inverkan på förloppet och är därför mycket viktig. Alltför snabb nedkylning kan ge kylsammandragning av musklerna med mycket stor vätskeförlust som resultat. Också detta är exempel på en kemisk förändring.

Styckning och filetering ska alltid ske efter det att dödsstelheten upphört. Sker den före kommer musklerna att dra sig samman samtidigt som vävnaden förlorar vätska. Sammandragningen är irreversibel, d v s den återgår inte. Styckning före dödsstelheten används i visst förädlingsarbete då man eftersträvar ett torrt kött.

Då köttet möras löser slaktkroppens egna enzymer upp de bindningar som bildats under dödsstelheten. Mörningen är viktigare för nöt- och fårkött än för gris och fågel. För fisk är mörningsförloppet mindre viktigt, eftersom fisk innehåller betydligt mer av de enzymer som löser upp de bildade bindningarna. Mörningsprocessen är som alla kemiska förändringar temperaturberoende. Den mörhet som uppnås i en bit nötkött på 4 veckor vid 4°C, erhålls på 2 dagar vid 12°C.

Färgen på köttprodukter är en viktig kvalitetsfaktor vid försäljning. Konsumenterna föredrar en ljusröd köttfärg. Förändringen av köttfärgen är en mycket komplicerad process. Förenklat kan sägas att köttet efter slakt är purpurrött och huvuddelen av kroppens järn bundet i myoglobin. Vid kontakt med luftens syre bildas genom oxidation oxymyoglobin, som är ljusrött till färgen, då syrehalten sjunker, detta är fallet i det inre av en köttbit eller i en syretät förpack-

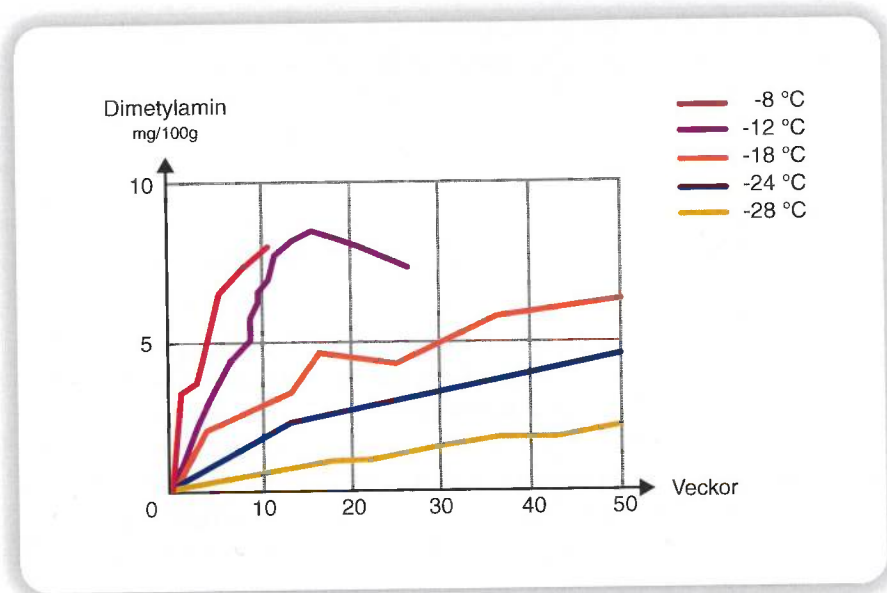
ning bildas metmyoglobin, som är brunrött. Detta kan i sin tur omvandlas till myoglobin om syrehalten är låg under lång tid.

Vätesulfit, som bildas av vissa bakterier, omvandlar myoglobin till mindre önskvärt grönt sulfomyoglobin. Med nitrit, som ofta används vid förädling av kött, bildas nitrosomyoglobin med starkt ljusröd färg.

Härskning till följd av oxidation är en väsentlig kvalitetsförändring hos t ex fet fisk, vars fett till stora delar är omättat. Fetthärskningen begränsar också hållbarheten för vissa köttprodukter. Svinkött är känsligare för fettoxidation än nötkött. Sönderdelat, malt eller hackat kött härsknar snabbare än helt kött.

Förändringar i äggvitdelen hos mager fisk och nötkött, proteindenaturering, är exempel på andra kemiska och enzymatiska förändringar. Proteinförändringarna är som regel större hos magra fiskar än hos feta. Detta visar sig bl a genom sämre vattenbindande förmåga.

Ett annat exempel är reaktioner mellan proteiner och formaldehyd i torskfiskar, vilka leder till ett fastare och hårdare kött. Processen går snabbare om fiskköttet sönderdelas, mals eller hackas. Den låga temperaturens betydelse för begränsning av denna förändring framgår tydligt av figur 3, som visar mängden av nedbrytningsprodukten dimetylamin vid olika temperaturer och lagringstider; ju större mängd dimetylamin desto hårdare fiskkött.



Figur 3
Bildande av dimetylamin i
fiskpinnar av torsk.
(Källa: Mackie et al)

Fysikaliska förändringar

Fysikaliska förändringar orsakas bl a av mekaniska skador, uttorkning, iskristallbildning, urlakning och ljuspåverkan.

En av de mest påtagliga fysikaliska förändringarna är naturligtvis mekaniska skador, vilka kan påverka inte bara sensoriska egenskaper, som utseende, utan också näringsvärde, hållbarhet och säkerhet. De underlättar för mikroorganismer att tränga in i och förstöra produkten. Skadad vävnad utsätts också lättare för enzymatiska förändringar som t ex missfärgning. Uttorkningen ökar också genom en större exponeringsyta och oskyddad vävnad eller fruktkött.

Respirationen/andningen hos vegetabilier ökar i samband med de processer som läker de mekaniska skadorna. Ett av skälen till att man alltid ska hantera frukt och bär med försiktighet.

Avdunstning, uttorkning

En viss uttorkning under nedkylning, infrysning och lagring är oundviklig, om inte produkten är vakuumförpackad i ett vattenångtätt emballage. Även i detta fall kan en viss uttorkning ske, om det runt produkten eller mellan produkterna finns små luftfickor.

Förutom att produktens utseende påverkas, resulterar uttorkningen naturligtvis också i en viktsförlust, som har ekonomiska konsekvenser. Storleken på viktsförlusten/uttorkningen beror på ett flertal faktorer, alltifrån typ av produkt och dess sammansättning till den fysiska hanteringen, produktens och omgivningens temperatur, lufthastigheten och produktens dimensioner. Uttorkning är ofta den hållbarhetsbegränsande faktorn för olika kylda köksväxter, som hanteras och lagras oförpackade.

Hos djupfrysta produkter sker uttorkningen genom sublimering, vilket innebär att vattenmolekylerna under lagringen vandrar direkt från is till ånga utan att passera den flytande fasen, vatten.

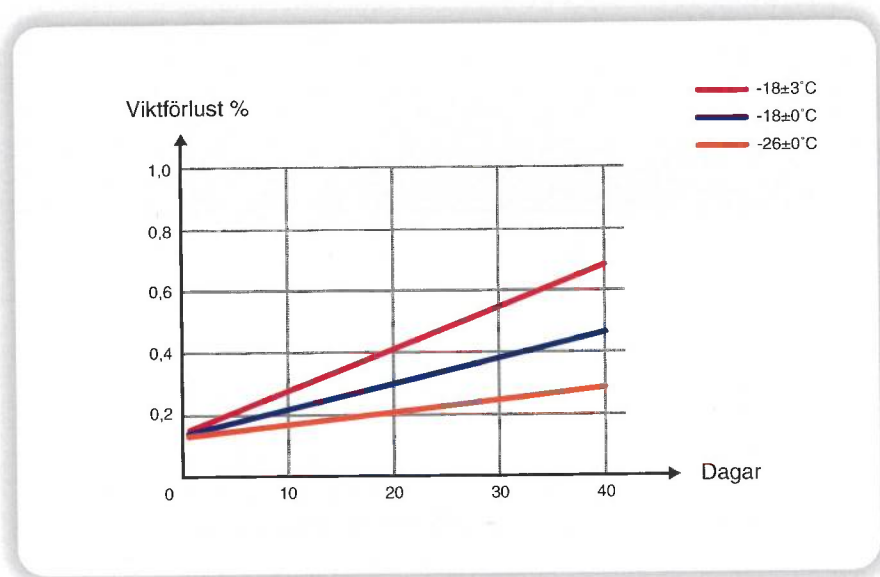
Den drivande kraften för uttorkningen är en differens i vattenångstryck mellan produktens yta och den omgivande kalla luften eller köldmediet. Vattenmolekylerna rör sig alltid från varmare till kallare områden, d v s normalt från den varma produkten till den kallare omgivande luften och kylelementet. Detta förhållande benämns ofta "Lagen om kalla väggen". (Ett välkänt exempel på förloppet är den kondens som bildas på en kall vindruta när någon sätter sig i en bil. Vattenångstrycket är högre runt personen än vid vindrutan.)

Uttorkningens storlek beror alltså i första hand på den temperaturgradient, skillnad, som uppstår mellan produktens yta och omgivningen. Ju större temperaturskillnad desto kraftigare uttorkning. Vid snabb nedkylning och infrysning t ex ligger yttemperaturen nära den omgivande luftens temperatur, d v s att

skillnaden i temperatur och därmed vattenångtryck är liten. Därmed blir den drivande kraften för uttorkning mindre. Därför är det viktigt att lufttemperaturen är låg och lufthastigheten är hög.

Produktens sammansättning och då speciellt dess vatteninnehåll påverkar också uttorkningen/avdunstningen liksom fettinnehållet och fettets distribution i produkten. Bearbetningsgraden påverkar också. Malda, blandade och formade livsmedel uppvisar som regel en högre förlust än motsvarande hela produkter, t ex malet kött i jämförelse med en hel bit. Förhållandet mellan yta/volym och vikt hos produkten är också av betydelse. Ju större vikt som kan inneslutas inom en viss yta/volym desto mindre kommer förlusten att bli. En värmebehandlad produkt (stekt eller kokt) uppvisar som regel mindre uttorkning/viktsförlust än motsvarande icke värmebehandlad.

Förutom lagringstemperaturen påverkar också relativa fuktigheten i lagerutrymmet uttorkningens storlek. Om relativa fuktigheten ökar i lagringsutrymmet minskar uttorkningen. Detsamma gäller om temperaturen sänks. Vid -30°C är uttorkningen bara en tredjedel av den vid -18°C . Sambandet mellan lagringstemperatur, temperaturvariation och uttorkning framgår av figur 4. Figuren visar den del av vattnet som stannar kvar i förpackningen i form av snö och is.



Figur 4
Uttorkning, viktsförlust,
vid lagring av djupfrys
malt nötkött.
(Källa: P O Persson)

Betydelsen av en snabb temperatursänkning framgår av att en mycket långsam infrysning av oförpackade livsmedel kan ge viktsförluster i storleksordningen 5-7 %, medan en effektiv infrysning som regel inte ger förluster på mer än 0,5-1,5 %. Förlusterna vid nedkylning kan också bli mycket stora vid långsam kylning.

Under infrysningen uppstår 90 % av uttorkningen under den tid det tar att sänka temperaturen från ursprungstemperaturen till -7 till -8°C .

Frysbränna

Frysbränna är en förändring som kan uppstå under lagring av djupfrysta produkter och är en oåterkallelig, mycket kraftig uttorkning av ytan, figur 5. Uttorkningen är oftast så kraftig att den också leder till en proteindenaturering och ökad oxidation av ytan. Denatureringen innebär att den vattenbindande förmågan i ytskiktet försvinner så att någon vätska inte kan återföras.

Frysbränna uppstår mycket lätt på glass, förpackad i pappkapslar eller med stor "head space" i större plastförpackningar. Glassen får ett pappliknande utseende och tydliga smakfel.

Figur 5
Frysbränna på
hamburgare.



Glasering

Ett effektivt sätt att minska uttorkningen och samtidigt de kemiska och fysikaliska förändringarna, är att förse den djupfrysta produkten med ett tunt isskikt omedelbart efter infrysningen, s k glasering. Produkten doppas i eller sprayas med rent vatten, som momentant fryser till is. Islagret hindrar luftens syre att komma i kontakt med produkten och skyddar därigenom produkten mot oxidation, härskning, och sublimationen sker från glaseringsskiktet.

Metoden används ofta för att skydda och förlänga lagringsdugligheten hos fisk och skaldjur. Isskiktet utgör normalt 5-10 % av produktens vikt. För andra produkter än fisk och skaldjur används metoden huvudsakligen för vissa storhushållsprodukter. I sammanhanget bör observeras att produktens nettovikt alltid ska anges.

På liknande sätt skyddas kylda grönsaker mot uttorkning genom att vatten sprayas/duschas över produkterna i kyldiskarna. Detta förfarande ställer emellertid mycket stora krav på vattnets mikrobiella kvalitet och ett flertal förgiftningar har rapporterats.

Iskristallisation

Ett livsmedel, antingen det är animaliskt (kött och fisk) eller vegetabiliskt (frukt och grönsaker), är uppbyggt av celler och stödjevävnad mellan cellerna. Huvuddelen i de flesta livsmedel utgörs av vatten, vilket finns både inne i cellerna (intracellulärt) och i mellanrummet mellan cellerna (intercellulärt).

Under infrysningen omvandlas den största delen av vattnet till iskristaller. När temperaturen sänkes under 0°C börjar iskristaller bildas. Vid vilken temperatur detta sker beror på produktens fryspunkt. Fryspunkten kan vara och är normalt lägre än 0°C beroende på salter och andra ämnen som är lösta i vattnet. Ju mer salter och andra ämnen som är lösta desto lägre är fryspunkten. Koncentrationen lösta ämnen är högre inne i cellerna än utanför cellerna. Iskristallerna bildas därför först i mellanrummet mellan cellerna. Beroende på koncentrationsskillnaden inuti och utanför cellen dras vätska ut ur cellen när iskristallbildningen ökar skillnaden.

Allt vatten i produkten omvandlas inte till is. Mängden utfrost vatten varierar med temperaturen och produkttypen, vilket illustreras i figur 6. Mängden utfrost vatten har stor betydelse för en annan av de fysikaliska förändringarna under lagring, nämligen den s k omkristallisationen, se nedan.

Temperatur °C	Utfrost vatten %		
	Nötkött	Torskfilé	Spenat
-15	85	87	95
-20	87	89	96
-30	88	91	97

Figur 6
Mängden utfrost vatten vid olika temperaturer för nötkött, torsk och spenat.

Iskristallbildningen sker i två steg, groddbildning och tillväxt av de bildade kristallerna. När iskristallbildningen startat beror hastigheten för den vidare kristallisationen på hur effektiv värmetransporten är och av diffusionen, transporten, av vatten ut från cellerna.

Vid långsam infrysning växer de utanför cellerna bildade isgroddarna till större kristaller och vatten dras ut ur cellerna på grund av den ökade saltkoncentrationen. Detta vatten fryser ut på de redan existerande kristallerna, som alltså växer. Vid mycket långsam infrysning innebär detta att cellerna i animaliska livsmedel faller ihop. Eftersom endast en del av det vatten som dragits ut ur cellen kan återgå till cellen kan långsam infrysning leda till stora drifförluster vid upp-tiningen. Cellerna i vegetabilier skrumpnar inte samman på samma sätt som i animalier utan skadas mekaniskt av iskristallbildningen. Det är därför risk för att dessa skador blir bestående med framför allt texturförändringar som följd. Av detta är det lätt att förstå varför infrysning ur fysikalisk synpunkt inte ska ske i butiksdiskar och lagerrum.

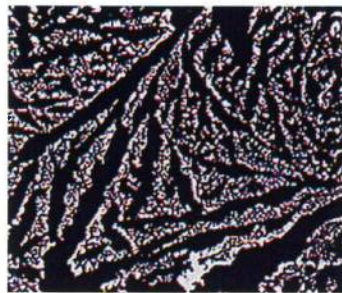
Vid snabb infrysning sänks temperaturen så snabbt, att iskristallbildningen kan ske också inuti cellerna. Dessutom bildas ett större antal groddar, varför kristallerna blir mindre och mera jämnt fördelade i och mellan cellerna.

Även vid relativt snabb infrysning med normalt förekommande teknik inom livsmedelshandlingen bildas huvuddelen av iskristallerna utanför cellerna. Cellerna behåller emellertid sin form bättre vid snabb infrysning och vätskeförlusten vid upptining blir mindre liksom texturförändringen.

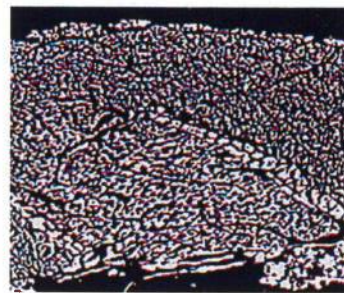
Iskristallernas storlek varierar alltid, så att de är mindre närmast ytan och större in mot centrum av produkten. Detta innebär att ju tunnare en produkt är desto mindre skillnad är det i iskristallstorlek.

I figur 7 illustreras skillnaden mellan iskristallstorleken i en produkt som frysts snabbt alternativt långsamt. De mörka fälten är de mellanrum som skapats av iskristallerna i produkten.

*Figur 7
Mikroskopisk jämförelse
av långsam och snabb
infrysning av kött.*



Långsam infrysning



Snabb infrysning

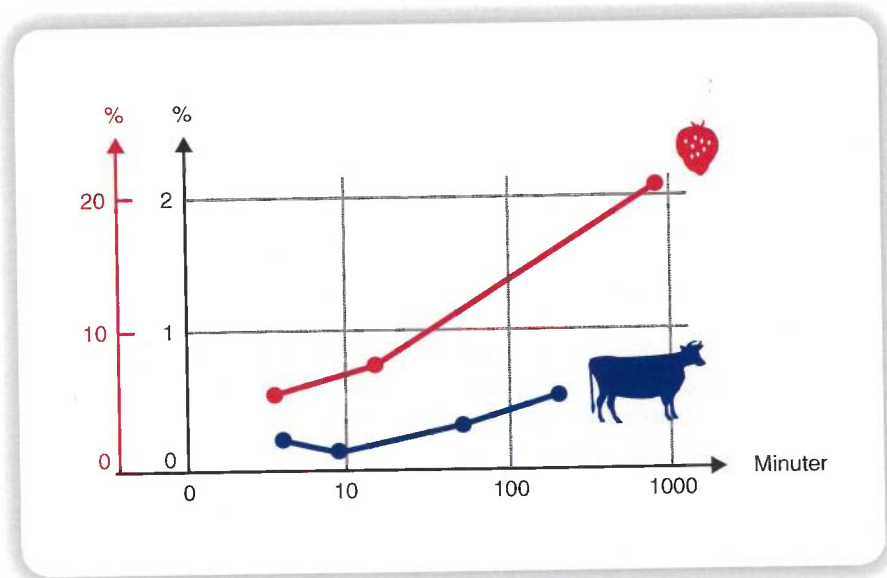
Extremt snabb infrysning med mycket små iskristaller som följd har länge ansetts för mycket viktig ur kvalitetssynpunkt. Senare tids erfarenheter och forskning visar emellertid att så inte nödvändigtvis är fallet när det gäller produktens sensoriska egenskaper. Detta under förutsättning att infrysningen sker med dagens teknik.

Vid en sensorisk bedömning av hamburgare, som frysts till en utjämnings-temperatur på -18°C på 7 minuter, 20 minuter, 2 timmar och 45 minuter, 13 timmar samt 48 timmar kunde ingen skillnad noteras mellan de tre första alternativen, men väl när dessa jämfördes med de två sistnämnda. Undersökningen omfattade en lång rad kvalitetskriterier såsom saftighet, köttsmak, porositet m m.

Detta innebär naturligtvis inte att infrysningshastigheten kan försummas. Tvärtom, god produkthantering innebär att den erforderliga frystiden måste fastställas för varje produkt eller produktslag, inte minst för att säkerställa produktens mikrobiella kvalitet och av ekonomiska skäl.

Speciellt intressant är att vissa produkter kräver en optimerad infrysningshastighet som varken är för snabbt eller för långsam. Ett exempel på detta är degar, som innehåller jäst. Alltför snabb infrysning kan förstöra en del av jästcellerna, medan en för långsam infrysning påverkar glutentrådarna negativt. Nya produkter kan komma att kräva liknande specialbehandling, speciellt inom området färdiglagade rätter, där alltmer komplicerade recept och ingredienser kommer till användning.

Ett ofta använt sätt att illustrera betydelsen av infrysningshastigheten är att studera vätskeförlusterna, (drippet) vid upptining. Vätskeförlusten är inte enbart en förlust av vatten och därmed egenskaper som saftighet och en viss textur, utan också av näringsämnen och smakämnen. I figur 8 visas sambandet mellan infrysningstid till en utjämningsstemperatur på -18°C och vätskeförlusten vid upptining av jordgubbar och portionsstyckat nötkött.



Figur 8
Samband mellan infrysningstid och vätskeförlust vid upptining av jordgubbe och biff av nötkött. (Källa. S. Åström och G. Löndahl)

Sannolikheten för att konsumenten ska reagera negativt vid en saftförlust på över 20 % från jordgubbar och föredra en produkt som inte förlorat mer än 5-6 % synes stor. Däremot är det mindre sannolikt att man skulle reagera för den lilla skillnad som föreligger mellan en förlust på 0,1 och 0,5 % för kött. Dessutom tillagas kött ofta utan föregående upptining.

En partiell ytfrysning i samband med nedkylningen av t ex styckningsdetaljer eller charkprodukter ger ökade förluster i form av dripp under den fortsatta kyl-lagringen om inte frysningen sker extremt snabbt under kontrollerade förhållanden.

Iskristallbildningen är speciellt kritisk för glass och glassprodukter. Huvudingredienserna i glass är mjölk, fett och socker. Halten torrsubstans reglerar fryspunkten och därmed också i viss mån iskristallernas storlek. Hög TS-halt

ger låg fryspunkt och större möjlighet för små iskristaller och bättre textur/konsistens. Viktigast är dock en snabb infrysning.

Den kylda glassblandningen fryses i två steg. Först sker en förfrysning under vilken huvuddelen av vattnet fryser ut samtidigt som luft blandas in i massan. Produkttemperaturen varierar efter denna förfrysning mellan -5 och -8°C. Den pumpbara blandningen fylls i förpackningar eller formas i speciella kontaktfrysare varefter produkten packas. Temperaturen på den förpackade produkten sänks, härdas, sedan till lagringstemperaturen -25/-30°C i frystunnlar, bandfrysare eller i lagerrum. Ofullständig eller alltför långsam härdning ger omkristalliseringar, då de små iskristallerna växer i storlek.

Omkristallisation

Skillnaden i iskristallernas storlek och att inte allt vatten i produkten omvandlas till is vid infrysningen och lagringen medför att kristallernas storlek ändras under lagringen. Detta kallas omkristallisation. Mängden utfrost vatten spelar stor roll vid denna förändring.

En del är kemiskt bundet, s k bundet vatten. En annan del ingår i koncentrerade saltlösningar med en fryspunkt lägre än den rådande lagringstemperaturen. Detta vatten kallas fritt vatten och mängden varierar med temperaturen. Vid -5°C kan mängden fritt vatten variera mellan 25 och 40 % och vid -15°C mellan 15 och 20 % för att vid -30°C utgöra endast 2-5 % beroende på produkt.

Viss omkristallisation sker vid konstant temperatur men huvudsakligen då lagringstemperaturen varierar. På grund av skillnader i vattenångstryck över de olika stora kristallerna, kommer de mindre att försvinna när temperaturen stiger. När temperaturen åter sänks, fångas vattenmolekylerna upp av de större kristallerna, som därigenom växer. Det är därför viktigt att lagring sker i ett temperaturområde där oundvikliga variationer ger så små skillnader i mängden utfrost vatten som möjligt, d v s vid så låg temperatur som möjligt.

Omkristallisation är en av de vanligaste kvalitetsförändringarna hos glass och glassprodukter. Glassen blir gryning och vid riktigt allvarliga skador kan iskristallerna ses med blotta ögat.

Sintring

Iskristallerna kan också växa genom sintring, d v s kristallerna kittas ihop. Förändringen är mest påtaglig då små kristaller är i kontakt med varandra, men sker oavsett storlek. Processen är som alla andra temperaturberoende.

Urlakning

Vattenlösliga substanser förloras genom urlakning i vatten, t ex vid tvättning eller upptining av djupfrysta produkter i vattenbad.

Ljus

Vissa typer av artificiellt ljus, liksom dagsljus, kan påskynda icke önskvärda processer som t ex oxidativ härskning, nedbrytning, av vissa vitaminer och aromämnen.

Kvalitetsriskanalys för fryshantering

Hantering	Kvalitetsrisk	Förebyggande åtgärder
All hantering i kyl- och frysmedjan	Tillväxt av mikroorganismer (naturligt förekommande eller tillförda) med egenskaper att förstöra maten och/eller orsaka mer eller mindre allvarlig sjukdom efter konsumtion.	Låg kontrollerad temperatur. Snabb hantering utanför temperaturkontrollerat område.
Infrysning	Produktens konsistens blir förändrad på grund av cellsprängning för att det bildas stora iskristaller när infrysningen går långsamt.	Snabb infrysning.
Förvaring i frysutrymme (kallare än -18°C)	Produkten torkar ut och det bildas "snö" och is i förpackningen på grund av variationer i temperatur.	Jämn temperatur genom bra frysutrustning, regelbunden service och kontroll av kylmaskin. Förhindra att den kalla luften försvinner ut vid öppning. Undvika infrysning i förvaringsfrys.
	Produkten torkar på ytan på grund av luftcirkulation direkt på produkten.	Produkter som frysförvaras lång tid packas i lufttätt material.
	Fett i produkten oxiderar på grund av för lång tid.	Begränsad hållbarhetstid för feta produkter. God produktionsplanering så att fryslagret omsätts snabbt. Följa principen först in först ut.
Lastning/plockning	Produkten tinar delvis så att produkten deformeras och konsistensen försämras.	Plockning sker i temperaturkontrollerat utrymme eller under kort tid.
Transport	Produkten tinar delvis så att produkten deformeras och konsistensen försämras.	Jämn temperatur genom transport av samlad stor massa frysvaror. Särskilt utrustad frystransportbil.
Exponering i frysdisk	Produkten tinar delvis så att produkten deformeras och konsistensen försämras.	Anpassad belysning som inte värmer upp ytorna så mycket. Följ "load-line" nivåer. Frys gondoler med lock, frys-skåp med dörrar.
Kundens varv i butiken	Produkten tinar delvis så att produkten deformeras och konsistensen försämras.	Frysvaror exponeras närmast kassorna.

Kvalitetsriskanalys för kylhantering

Hantering	Kvalitetsrisk	Förebyggande åtgärder
All hantering i kyl- och fryskedjan	Tillväxt av mikroorganismer (naturligt förekommande eller tillförda med egenskaper att förstöra maten och/eller orsaka mer eller mindre allvarlig sjukdom efter konsumtion) på grund av för hög temperatur för lång tid.	Bra och rena råvaror. Snabb nedkylning. Låg kontrollerad temperatur. Snabb hantering utanför temperaturkontrollerat område.
Kylförvaring i kylrum	Försämrad konsistens och uttorkning/vätskeförlust om produkten blir fryst på grund av för låg temperatur.	Högre temperatur än varans fryspunkt.
Plockning/lastning	Tillväxt av produktförstörande eller sjukdomsframkallande mikroorganismer på grund av för hög temperatur.	Låg temperatur med god marginal för att ha en temperaturbuffert. Hantering i temperaturkontrollerade utrymmen. Undvik att samlasta varor med olika temperaturkrav.
Transport	Tillväxt av produktförstörande eller sjukdomsframkallande mikroorganismer på grund av för hög temperatur. Försämrad konsistens och uttorkning/vätskeförlust om produkten blir delvis fryst på grund av för låg temperatur.	Transport i temperaturkontrollerat lastutrymme. Anpassade temperaturförhållanden för olika temperaturer vid samlastning. Undvik samlastning av varor med olika temperaturkrav.
Exponering i kyldisk	Tillväxt av produktförstörande mikroorganismer på grund av för hög temperatur på produkten om luftcirkulationen förhindras eller överlastning med produkter.	Fyll på varor i exponeringsdisken utan att täcka för luftgaller eller strömningsvägar. Ingen överlastning – lasta aldrig över "load line nivån" vare sig i kyldiskar, hyllor eller pinn-pack.
Kundens varv i butiken	Tillväxt av produktförstörande mikroorganismer på grund av för lång tid utanför temperaturkontrollerat område.	Märkning med hållbarhet ska ske med marginal för rimliga förutsebara förhållanden. Alla delar i kedjan fram till kunden måste fungera väl för att ge kunden marginaler.

Sammanfattning av det här kapitlet

- De oundvikliga förändringarna som sker i våra livsmedel orsakas av mikrobiell aktivitet, kemiska och biokemiska reaktioner samt fysikaliska förändringar.
- Förändringarna är temperaturberoende - ju lägre temperatur desto långsammare sker förändringarna.
- Bakterier kan vara nyttiga.
- Vegetabilier - frukt, bär och grönsaker - lever under lagring och transport.
- En slaktkropp är bara råvara till kött.
- Uttorkning av livsmedlen är oundviklig.
- Ingen bakterietillväxt i djupfrysta livsmedel.



5

Kylda och djupfrysta livsmedels hållbarhet

Vad bestämmer hållbarheten för kylda och djupfrysta livsmedel?

Hur kan förpackningssättet påverka hållbarheten?

Vem är skyldig att bestämma hållbarhetstiden för ett livsmedel?

Kan man beräkna kvalitetsförändringarna?

Hur länge kan man lagra?

Lagringstiden för kylda produkter varierar inom mycket vida gränser, från några dagar till något år. För djupfrysta produkter är lagringstiden eller hållbarheten som regel mycket lång, från 4-6 månader till några år.

Några specifika lagringstider är svåra att ange eftersom de inte bara beror på produkttemperaturen utan också på ingående råvara, bearbetning och den valda förpackningen. Dessa faktorer brukar benämnas PPP-faktorer – Product – Process – Packaging. Om alla PPP-faktorer är lika för olika batcher av samma produkt spelar emellertid temperaturen den helt avgörande rollen.

Tabellerna på sidorna 89-91 ger några exempel för olika kylda livsmedel och illustrerar väl de stora skillnaderna och variationerna vad avser såväl lagringstider som temperaturkrav.

Hållbarheten för kylda produkter kan förlängas genom att lagringsatmosfärens sammansättning ändras, antingen i kylrummet eller i produktens förpackning. I det sistnämnda fallet talar man ofta om "skyddsgaser". Man talar om flera olika metoder som Kontrollerad atmosfärlagring (CA-lagring), Modifierad atmosfärspackning (MAP), Kontrollerad atmosfärspackning (CAP) och Vakuumpackning. Principen är emellertid densamma. Hypobarisk lagring, lagring vid lågt tryck, förekommer i experimentsyfte. Ett annat exempel är aktiva förpackningar som t ex ger ett selektivt genomsläpp av vissa gaser eller absorberar icke önskvärda substanser. Några exempel på effekten förändrad sammansättning av lagringsatmosfären ges i tabellerna 4 och 5 på sida 90 och 91.

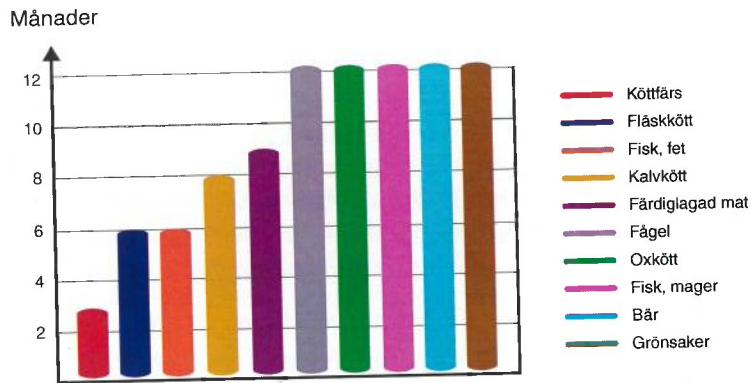
Förändringar av atmosfären minskar den mikrobiella tillväxten liksom oxidativa förändringar, t ex fettoxidation. Den optimala sammansättningen av atmosfären varierar med typ av produkt. Vegetabilier kräver som regel en speciell blandning av koldioxid och syre. Animalier lagras vid starkt förhöjda koldioxidhalter med syre som "färgsättare" för att behålla den röda färgen.

Några generella lagringstider för djupfrysta produkter vid -18°C ges i figur 1. Angivelserna ska ses som tumregler.

Det åligger varje producent att bestämma hållbarheten för såväl kylda som djupfrysta produkter på basis av speciella lagringsförsök eller enligt de rekommendationer som utgivits av branschen. Se Livsmedelföretagens handbok, "Märkning av färdigpackade livsmedel".

En sänkning av temperaturen från -18°C till -28°C , dvs -10°C (Q10-värdet) innebär i regel minst en fördubbling av lagringstiden. I litteraturen anges Q10-värden mellan 2 och 10, beroende på produkt.

Figur 1
Exempel på lagringstider för
olika produkter vid -18°C.



Tid-Temperatur-Tolerans

Det så kallade Tid-Temperatur-Tolerans-arbetet startades av US Department of Agriculture Research Laboratories i slutet av 40-talet. Arbetet har fortsatt genom åren och var speciellt intensivt i Sverige under 60- och 70-talen. Studier inom det kylda området bedrevs framför allt under 70- till 90-talen. Teorierna bakom TTT-arbetet används också idag, när det gäller att bestämma nya produkters hållbarhet.

TTT-begreppets hörnstenar är:

- Det finns för varje livsmedel ett samband mellan lagringstemperaturen och den tid det tar för produkten att genomgå en viss bestämd kvalitetsförändring.
- Förändringarna under lagring och distribution vid olika temperaturer är adderbara och oåterkalleliga över hela lagringstiden och ordningsföljden vid olika temperaturer utan betydelse för den samlade totala kvalitetsförändringen.

Dessa påståenden har bevisats riktiga för ett stort antal djupfrysta produkter vid temperaturer så låga att någon mikrobiell tillväxt inte sker, dvs under -10°C.

För kylda produkter gäller endast sambandet mellan temperatur och tid samt adderbarheten, medan ordningsföljden vid olika temperaturer har olika effekt på den mikrobiella tillväxten under hantering och lagring.

Om ett djupfryst livsmedel först lagras vid hög temperatur och därefter lägre eller vice versa spelar ingen roll för den totala förändringen. För en kyld produkt

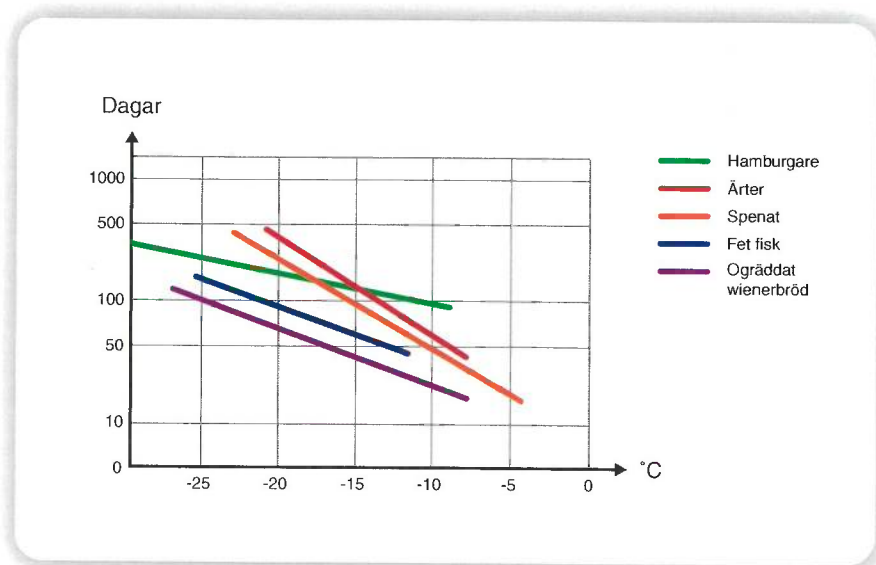
däremot ger lagring vid hög temperatur och därefter lägre en större total förlust än om förhållandet är det omvända.

Hållbarheten kan definieras på flera olika sätt baserat på de förändringar som sker i produkten eller mera generellt på t ex sensoriska förändringar. En över hela världen accepterad definition är High Quality Life, HQL. Produktens HQL anses uppnådd då 70 % av en tränad testpanel kan iaktta en förändring jämfört med ett referensprov lagrat vid så låg temperatur, att inga förändringar kan förväntas under den aktuella tiden. HQL kan närmast jämföras med den första iakttagbara förändringen på svenska. För andra definitioner på hållbarhet se kapitel 8.

Vid försök att systematisera TTT-data har man funnit att uppgifterna i litteraturen varierar för en och samma typ av produkt. Detta beror bl a på att ovan nämnda PPP-faktorerna varierat.

I figur 2 illustreras sambandet mellan lagringstemperatur och lagringstid för några olika djupfrysta produkter. Observera att en temperatursänkning inte innebär lika stor förlängning av hållbarheten för alla produkter. Den låga temperaturens betydelse framgår emellertid tydligt.

Figur 2
Samband mellan lagringstemperatur och lagringstid för utvalda produkter.
(Källa: G. Löndahl)



Från ett diagram, som det i figur 2, kan den dagliga kvalitetsförlusten vid olika temperaturer beräknas. Så är t ex lagringstiden för ett ogräddat wienerbröd vid -18°C enligt diagrammet 50 dagar. Detta innebär att den dagliga förlusten är 2 %.

Sådana beräkningar kan sedan användas för att bedöma förändringar i lagringstidligheten vid olika distributionsformer med avseende på temperaturen. Så har t ex varit fallet vid framtagandet av de av Djupfrysingsbyrån fastlagda minimikraven med avseende på temperaturer i hanteringen av kylda och djupfrysta livsmedel.

Beräkningar och praktiska erfarenheter har visat att produkttemperaturen ska hållas så låg som möjligt under så stor del av distributionen som möjligt. Dessutom ska temperaturvariationer undvikas för såväl kylda som djupfrysta livsmedel. Den låga temperaturen innebär att så stor del som möjligt av produktens ursprungliga kvalitet bevaras fram till tillrednings- och konsumtions-tillfället.

Idag fryses allt större mängder råvaror för senare bearbetning och förädling inom industrin. Den nya produktens kvalitet, vare sig den hanteras kyld, fryst, torkad eller burkkonserverad, beror till stora delar på råvarans förhistoria. Då inte bara med tanke på odlings-, uppfödning-, skördebetingelser osv enligt nedan, utan också på hur råvaran lagrats. Detta innebär att den låga temperaturen blivit allt viktigare.

Exempel på temperaturens inverkan på hållbarheten för kylda livsmedel ges i figur 3.

Produkt	0°C	2°C	4°C	8°C	12°C	20°C
Bladselleri	28	12	-	4	-	2
Brysselkål	14	8	5	3	-	1,5
Champinjoner	7	5	4	3	2	1
Huvudsallad	12	8	6	4	3	1
Isbergssallad	14	-	9	8	-	2
Purjolök	32	20	15	9	5	2
Vitkål	200	100	75	50	-	20

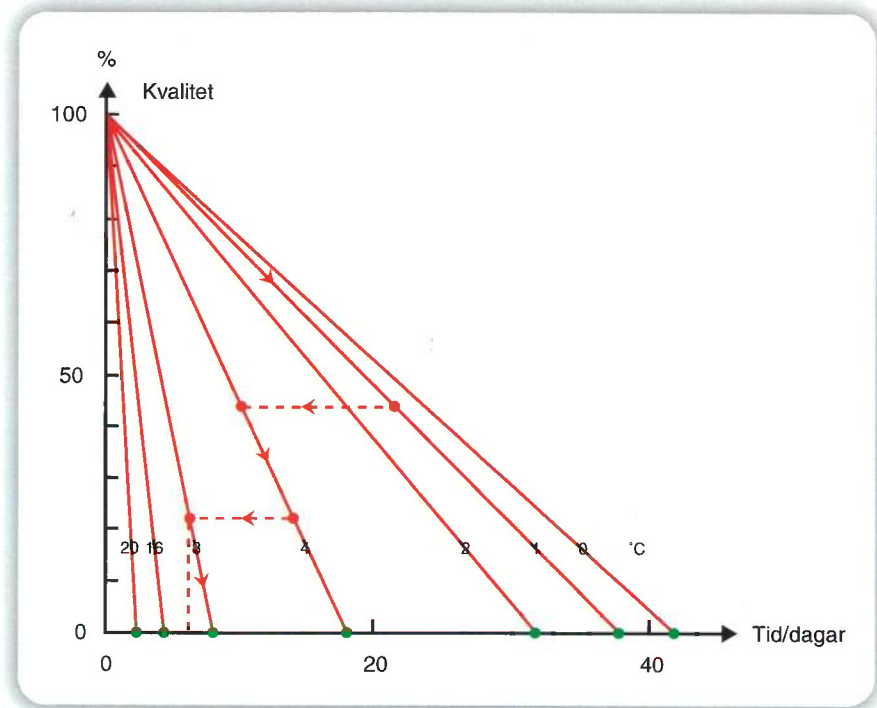
Figur 3
Hållbarheten i dagar för
några grönsaker vid olika
lagringstemperaturer.
(Källa: P E Andersen och
J Risum)

Med kunskap om de kylda produkternas temperaturberoende kan liksom för djupfrysta produkter den totala kvalitetsförändringen under ett visst hantlings-, lagrings- eller distributionsförlopp beräknas. Figur 4 är ett exempel på en sådan beräkning för blomkål.

I figuren anges kvaliteten på y-axeln och hållbarheten på x-axeln. Vid skördetillfället är den förstnämnda 100 procent och produkten betraktas som icke säljbar vid 0 procent. Linjerna som förbinder 100 procentstreck och x-axeln motsvarar kvalitetsförändringen vid de angivna temperaturerna. Eftersom sambandet anges som rätlinjigt gäller förändringarna inte de mikrobiella förändringarna, men väl de kemiska, biokemiska och fysikaliska.

Blomkålen, se pilarna i figuren, långtidslagras i tre veckor vid +1°C under vilken tid kvaliteten faller till ca. 44 procent av den ursprungliga. Produkten transporteras sedan till ett detaljistlager där den lagras fyra dagar vid +4°C. Detta ger en förlust på ca. 22 procent. Om butiksdisken håller +8°C kan kålen förvaras två dagar i denna innan den anses som osäljbar.

Figur 4
Kvalitetsdiagram för
kyllagring av blomkål.
(Källa: Bioteknisk Institut,
Danmark)



PPP-begreppet

Råvarans kvalitet, bearbetnings- och förädlingsättet och förädlingsgraden samt förpackningsmaterialets kvalitet är exempel på faktorer som påverkar lagringssugligheten/hållbarheten.

Redan utsäde, ras och uppfödningssätt påverkar lagringssuglighet för såväl kylda som djupfrysta livsmedel, liksom det sätt på vilket råvaran behandlas efter skörd, fångst- och slaktsätt. Köttprodukter från grisar som uppfötts på en kost med ett minimum av fleromättat fett visade vid en undersökning en lagringssuglighet på 400 dagar vid -18°C. Med samma kvalitetskriterier men med en kost med högre andel omättat fett, sjönk lagringssugligheten till 240 dagar.

Djupfrysta fiskfiléer som producerats från en råvara som lagrats tre dygn på is före bearbetning visade sig vid en annan undersökning ha 25 % kortare lagringstid än filéer som producerats från nyfångad fisk.

Vissa frukter och grönsaker, särskilt de med tropiskt och subtropiskt ursprung, kan lätt få köldskador även vid relativt höga temperaturer, mycket över produktens fryspunkt. Exempel är avokado, tomat, gurka, potatis och bananer. Det finns således ett samband mellan den optimala lagringstemperaturen och den lägsta odlingstemperaturen.

Bearbetning av råvaran till en mera förädlad produkt påverkar i hög grad lagringsdugligheten för den färdiga produkten. Varje hanteringsmoment innebär att mikroorganismer tillförs produkten och att dessa sedan kan tillväxa under den fortsatta behandlingen fram till dess produkten konsumeras eller fryses. Som exempel kan nämnas att lagringstiden för kyld/isad fisk i allmänhet halveras då den fileteras.

Förädlingsarbetet omfattar ofta styckning, skivning och malning av råvaran, vilket innebär att produktens yta i förhållande till volym ökar. Utöver den ökade mikrobiella risken påverkas livsmedlets hållbarhet negativt, eftersom många av de kvalitetsnedsättande reaktionerna såsom oxidation och uttorkning sker snabbare i den sönderdelade produkten. Att stora skillnaderna kan uppstå framgår av figur 5.

I figuren jämförs hållbarheten för djupfrost skivad och mald rå lever, vilken producerats från två olika råvaror med olika mikrobiologisk kvalitet, I och II. Såväl råvarukvaliteten som bearbetningsgraden påverkar hållbarheten för den slutliga produkten.

Produkt	Lagringstid, månader vid -18°C
Skivad lever I	7
Skivad lever II	5
Mald lever I	4
Mald lever II	1

*Figur 5
Lagringsduglighet (första iakttagbara förändringen) för skivad och mald lever lagrad vid -18°C. Undersökningen utförd med två olika råvaror I och II.
(Källa: G. Löndahl)*

Styckningsgraden eller sönderdelningsgraden påverkar inte enbart hållbarheten. Ju större sönderdelningsgraden är desto lättare tar produkten upp främmande lukter. Kraven på nedkylnings- och infrysningsprocesserna påverkas som tidigare nämnts också, medan delar av en slaktkropp eller stora styckningsdetaljer kan hanteras i en traditionell kyl- eller frystunnel måste temperatursänkningen av detaljer och skivade eller malda produkter ske mycket snabbare och med fördel integrerat i produktionslinjen.

Ett exempel på vikten av korrekt bearbetning är den blanchering som krävs för att inaktivera enzymer i de flesta grönsaker före infrysning. Medan hållbarheten vid -18°C ofta är mer än ett år för en blancherad produkt, minskar hållbarheten till några månader för en oblancherad produkt. Värmebehandling har generell

en positiv effekt i de sammanhang den passar in i förädlingsarbetet. En kokt fläskkorv har vid -18°C t ex dubbelt så lång hållbarhet som en okokt.

Att förändringar av processtekniken kan medföra överraskningar när det gäller hållbarheten framgår av figur 6 nedan. Styckfrysning - IQF - av livsmedel innebär naturligtvis stora fördelar när det gäller kvalitet, bekvämlighet, upp-tiningstid o s v. Frysmetoden innebär emellertid förändringar i hållbarhet. Jämfört med de blockfrysta räkorna i tabellen ökar de styckfrysta räkornas yta, som exponeras för den omgivande luften påtagligt. Packas sedan de sistnämnda i en enkel polyetenpåse minskar hållbarheten från 6-7 månader till 3-4 månader vid lagring i -18°C.

*Figur 6
Hållbarhet uttryckt som
acceptabilitet - smak för
djupfrysta räkor beroende
på fryssätt, förpackning
och glasering.
(Källa: G Löndahl och
C-E Danielson)*

Räkor, lagrade vid -18°C	Lagringstid, månader vid -18°C
Blockfrysta, vakuumpförpackade	6-7
Lösfrysta, polyetenpåse	3-4
Lösfrysta, vakuumpförpackade	6-7
Lösfrysta, med 4 % glasering	8-9
Lösfrysta, med 8 % glasering	>10

Förpackningens betydelse framgår också klart av figur 6. En bidragande orsak till den försämrade hållbarheten är naturligtvis inte endast den större totala produktytan utan också att man ändrar från en vakuumpförpackning till en enklare plastpåse. Genom att återgå till en vakuumpförpackning också för de lösfrysta räkorna blir hållbarheten densamma som för de blockfrysta. Glaseras dessutom produkterna ökar hållbarheten ytterligare.

Förpackningar kan ibland skapa problem, t ex när det gäller vegetabilier. Helt täta förpackningar hindrar efter någon tid produkternas andning och dessa kvävs. Detta kan leda till såväl dålig lukt som smak. Emballeringen kan också minska nedkylningshastigheten och orsaka kondens på förpackningens insida. Denna kan sedan resultera i en kraftigare mikrobiell tillväxt. Instrålningen av ljus kan skapa ett drivhusklimat som också den ökar den mikrobiella aktiviteten. Ljus skadar också vissa produkter, t ex potatis.

Det går således inte att översätta uppgifter på lagringsdugligheten från en produkt till en annan liknande med mindre än att PPP-faktorerna är desamma och att lagringsdugligheten definierats på samma sätt. Kvalitetskriterierna som används vid bedömningarna måste också vara de samma.

Exempel på rekommenderade lagringsbetingelser och hållbarhet för några kylda livsmedel

1. Frukt och bär

Produkt	Temp. °C	Rel. Fukt.%	Etenprod.	Känslighet, temp	Känslighet, fukt	Känslighet, eten	Känslighet, kyla
Ananas	2-5	90-95	+	+	+	-	+++
Apelsin	2-5	90-95	+	+	+	-	++
Banan	12-14	90-100	++	++	+	+++	+++
Citron	11-15	85-90	+	+	+	-	++
Grapefrukt	10-15	85-90		+		+	++
Jordgubbe	0	95-100	+	+++	+++	-	-
Päron	0	95-100	+++	++	++	+++	-
Äpple	-1,5-6	95-100	+++	+	++	++	+
Tomater	11-14	75-80	++	+++	+	++	+++

Optimala lagringsbetingelser och etenproduktion för några frukter och bär samt känsligheten för avvikelser.

+ - +++ liten till stor produktion/känslighet

(Källa: Bioteknisk Institut, Kolding, Danmark)

2. Grönsaker

Produkt	Temp. °C	Rel.Fukt.%	Etenprod.	Känslighet, temp	Känslighet, fukt	Känslighet, eten	Känslighet, kyla
Avocado	7 - 13	85 - 90	+++	++	+	++	+++
Blomkål	0	95 - 100	+	++	+++	+	
Brysselkål	-1 - 0	95 - 100	+	++	++	++	-
Gurka	7 - 14	95 - 100	+	+++	+++	+++	+++
Huvudsallad	0	95 - 100	+	+++	+++	+	-
Isbergsallad	0	95 - 100	+	++	+++	++	-
Lök	-2 - 0	75 - 85	+	+	+	+	-
Paprika	7 - 12	90 - 95	+	++	+++	+	++
Potatis	4 - 6	95 - 98	+	++	+	++	+

Optimala lagringsbetingelser och etenproduktion för några olika grönsaker samt känslighet för avvikelser.

+ - +++ liten till stor produktion/känslighet

(Källa: Bioteknisk Institut, Kolding, Danmark)

3. Mejeriprodukter, ost

Osttyp	Mognadstemp. °C	Mognadstid	Lagringstemp. °C	Lagringstid Månader
Camembert	8-10	1-2 veckor	0-2	2
Brie	8-10	1-2 veckor	0-2	2
Roquefort	5-10		-1-0	2-3
Gorgonzola - steg 1	9-11	ca 2 månader		
Gorgonzola - steg 2	5-7	ca 2 månader	-1-1	3-6
Cheddar, långsam	4	8-10 månader	-1-1	12
Cheddar, normal	7-10	2-5 månader	-1-1	12
Cheddar, snabb	12-16	ca 2 månader	-1-1	12
Edamer	12-15	3-4 veckor	12-15	4-6
Emmentaler	10-15	10-20 dagar	10-12	4-6
	16-25	30-45 dagar	10-12	4-6
Parmesan	16-18	12 månader	-1-1	12-24

Temperaturrekommendationer för mognadslagring och distribution av några osttyper.

(Källa: IIR, recommended conditions for cold storage of perishable produce)

4. Köttprodukter

Produkt	Maxtemp. °C	Hållbarhet, dagar
Normalförpackat nötkött	4	6-7
Vakuumförpackat nötkött	4	35
Normalförpackat griskött	4	6-7
Vakuumförpackat griskött	4	10
CA-packade detaljer av griskött	4	12
Smörgåsmat, kokt skivad förpackad	8	15-25
Smörgåsmat, rökt fermenterad förpackad	8	25-45
Leverpastej i ask	8	35-60
Falukorv	8	20-30
Bacon förpackad	8	45-55

Exempel på hållbarhet för några köttprodukter.

(Källa: Köttforskningsinstitutet, Kävlinge)

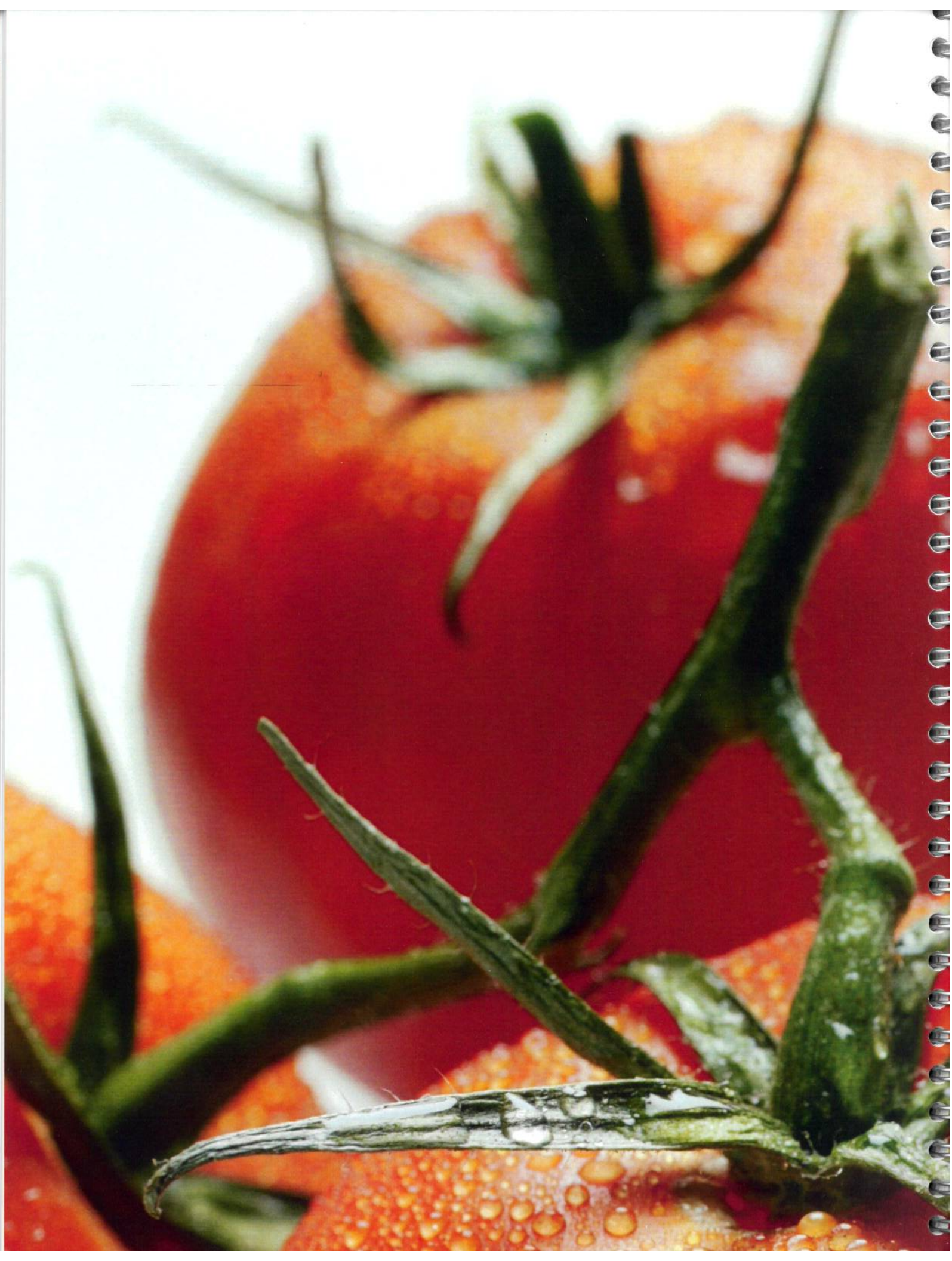
5. Äpplen och päron

Produkt	Temp. °C	Lagringstid månader	CA-lagring CO ₂ %	CA-lagring O ₂ %	CA-lagring Månader
Belle de Boskoop	3-4	4-6	0-3	3-5	5-8
Cox's Orange	3,5	3-4	5	2,5	4-5
Golden Delicious	-1-3	5-6	9	12	7-8
Conference	-1,5-1	3-4	5	5	6
Williams	-1,5-1	1-3	0	2,5	3-4
	0-1	1,5	6	15	5

Rekommenderade lagringsbetingelser för några äpple- och päronsorter.
(Källa: IIR, recommended conditions for cold storage of perishable produce)

Sammanfattning av det här kapitlet

- Det finns ett klart samband mellan temperatur och den tid det tar för att ett livsmedel ska genomgå en bestämd kvalitetsförändring.
- Förändringarna under lagring och distribution vid olika temperaturer är adderbara och oåterkalleliga.
- Ordningföljden vid olika temperaturer spelar ingen roll för den totala kvalitetsförändringen hos djupfrysade livsmedel.
- Hög temperatur följd av lägre ger större kvalitetsförändring hos kylade livsmedel än lägre temperatur följd av högre.
- Råvarans kvalitet, bearbetningen och förpacknings sättet bestämmer hållbarheten.
- Produkttemperaturen är viktigast för hållbarheten under i övrigt lika förhållanden.





Distribution av kylda och djupfrysta livsmedel

Hur distribueras kylda och djupfrysta livsmedel?

Hur stort beräknas svinnet vara i distributionen?

Vilka är de kritiska momenten i distributionen av livsmedel?

Varför ska man i vissa fall undvika samtransporter?

Vad innebär ATP-bestämmelserna?

Distribution av kylda och djupfrysta livsmedel

Målsättningen i all distribution av livsmedel – lagring, hantering och transport, är att förflytta varan så kostnadseffektivt som möjligt och att bibehålla så stor del av den ursprungliga kvaliteten som möjligt.

Alla lagerutrymmen och hanteringsytor i anslutning till dessa, liksom alla typer av transportutrymmen, som används genom distributionskedjan ska vara godkända eller registrerade i enlighet med vad som sägs i EG-förordningar eller Livsmedelsverkets föreskrifter. De allmänna kraven som ställs framgår kortfattat nedan och av Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer för temperaturdisciplin i hantering av kylda och djupfrysta livsmedel.

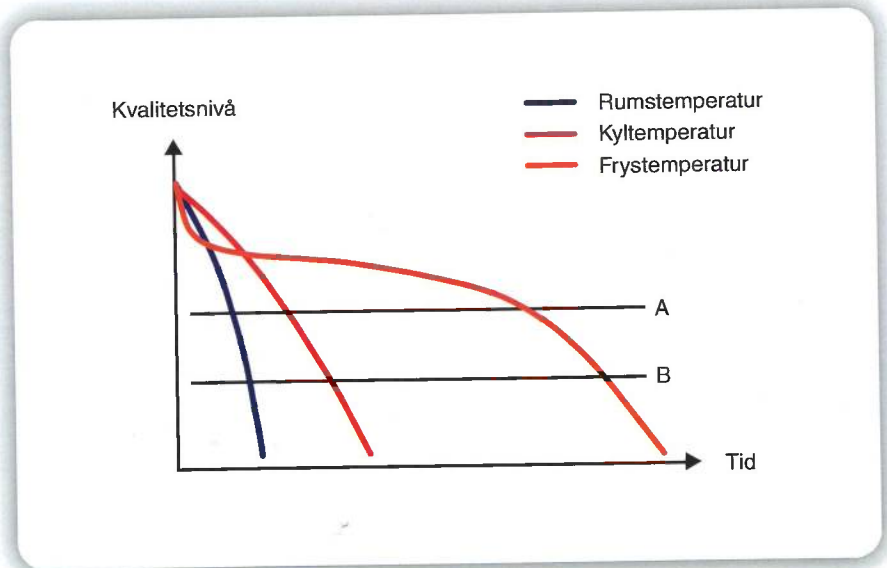
Kvalitetspåverkan allmänt

För bibehållande av så mycket som möjligt av produktens ursprungliga kvalitet krävs bl a att:

- Behandling, beredning och förädling i produktionsprocessen utförs på ett korrekt sätt, inte minst med avseende på temperaturen.
- Produkten förpackas på lämpligt sätt.
- Produkten kyls eller djupfrysas snabbt till för produkten lagstiftad eller rekommenderad temperatur i för ändamålet avsedd utrustning.
- Produkttemperaturen bibehålls vid den avsedda temperaturen under lagring och transport.
- Distribution och lagerhållning sker efter principen Först in-Först ut, FIFO.

Den enskilt största kvalitetspåverkande faktorn när det gäller den färdigställda, färdigberedda och förpackade produkten är produkttemperaturen. Den avgör i hög grad produktens hållbarhet eller tiden fram till viss kvalitetsförändring.

Konsumenternas ökande intresse och medvetenhet för kvalitet och säkerhet har inneburit och innebär ökade krav på korrekt produkttemperatur vid inleverans till butik och storhushåll. Samtidigt ställer ett ökat hälsomedvetande krav på produkter utan eller med så få tillsatser som möjligt. Detta innebär krav på lägre temperaturer i distributionen fram till butik och/eller kortare hållbarhetstider för många livsmedel. Den tillgängliga delen av Bäst före-tiden för leden fram t o m butik och storhushåll blir med stor sannolikhet kortare och kortare. Konsumenterna kräver att den längsta tiden ska vara tillgänglig i hushållet. Först då erbjuds konsumenterna den högsta möjliga kvaliteten – över gränsen för den första iakttagbara förändringen i figur 1.



Figur 1
Principiell skillnad i kvalitetsförlust under lagring av ett livsmedel i rums-, kyl- och frystemperatur. A = Gränsen för den första iakttagbara förändringen (Bäst före). B = Acceptabilitetsgränsen. (Källa: G Löndahl)

Kraven på leveransoptimering, flexibilitet och kostnadseffektivitet ökar som en följd av konsumenternas krav. Produktions-, lager- och transportoptimeringar måste alltid bedömas med effekten på produktkvalitet och -säkerhet för ögonen.

De allt hårdare kraven på hanteringen i såväl produktion som distribution återspeglas i en alltmer stringent livsmedelslagstiftning med bestämda krav på ansvar och hantering. Speciell vikt läggs på tillsyn för att säkerställa kvalitet och livsmedels säkerhet.

Missförhållanden under distribution, bearbetning, förädling, lagring och transport kan leda till stora ekonomiska förluster i form av svinn. Detta kan uppstå på flera olika sätt och på olika ställen i kedjan. Det kan t ex vara ett "naturligt svinn" i produktionen, eller orsakas av felaktig lagring och hantering, vilket kan ge upphov till skador som gör att produkten måste förstöras. En annan typ av svinn är de reklamationer som görs av olika skäl, t ex temperaturavvikelser vid lagring och transport. De största förlusterna sker i hemmet där undersökningar under 2009 visar att de kan vara så stora som 25 procent. Förlusterna medför också betydande miljöbelastningar, se kapitel 2, Mat och klimat.

Några exakta siffror på svinnetts storlek finns inte att tillgå. De enskilda aktörerna i livsmedelskedjan har som regel en god uppfattning om situationen i det egna ledet, men betraktar ofta förhållandena som affärshemligheter. Jordbruksverket har emellertid gjort uppskattningar för en rad produkter. Av dessa framgår att svinnet torde variera mellan 1 och 10 procent av den hanterade mängden. Några exempel ges i figur 2.

En uppskattning av svinnetts värde, baserat på Jordbruksverkets lägsta siffror och konsumtionen av kött, fisk, frukt och grönt samt mejeriprodukter år 1997,

Figur 2
Uppskattningar av livs-
medelssvinnet från produ-
ktion till konsumtion.
(Källa: Jordbruksverket,
Ulf Svensson)

Varugrupp	Svinn %
Nötkött, griskött, fjäderfä, charkprodukter	5
Färsk fisk	8-10
Rökt/gravad fisk	1-5
Lök	3
Gurka, vitkål, blomkål, salladskål	5
Purjolök	6
Isbergssallad, tomat	7
Svamp	10
Äpplen, päron	8
Bananer	4
Stenfrukter	6
Bär	10
Mejeriprodukter	1-2

resulterade i en kostnad på ca 2 100 MSEK. Antages det temperaturberoende svinnet lågt räknat utgöra en tredjedel av detta, blir kostnaden för köttprodukter ca 425, fiskprodukter 100, frukt och grönt 95 samt mejeriprodukter 80 MSEK. Det temperaturberoende svinnet skulle idag alltså kunna uppskattas till 700-1 000 MSEK för dessa produktgrupper. Till denna kostnad kommer sedan förlusterna i hemmen och storhushållen.

Allmänna krav

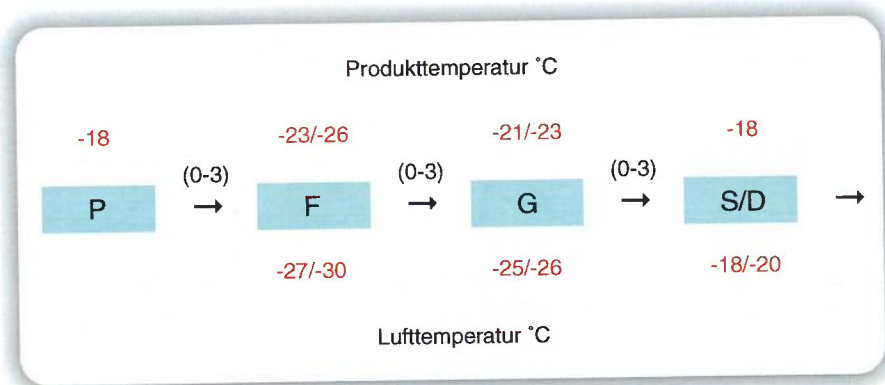
Generellt gäller att kylda och djupfrysta livsmedel ska lagras och transporteras vid temperaturer som säkerställer att hälsofara inte kan uppstå. Förpackade livsmedel ska generellt lagras och transporteras så att den produkttemperatur som angivits på förpackningen kan hållas. Detta gäller också i butik och storhushåll. De temperaturer som anges i lagstiftningen för olika typer av kylda produkter av animaliskt ursprung ska hållas under lagring och transport fram till butik och storhushåll. Vid kortare transporter, under begränsad tid, kan undantag göras för vissa produkter under förutsättning att produkttemperaturen inte överstiger den som anges i anslutning till hållbarhetsmärknigen. Den högsta tillåtna produkttemperaturen är +8°C.

Tillåts en temperaturhöjning under distributionen enligt ovan måste hänsyn tas till detta vid hållbarhetsmärknigen av den eller de aktuella produkterna. Produkttemperaturen måste alltid vara så låg att det generella säkerhetskravet uppfylls, temperaturhöjningen får inte medföra en hälsorisk, vilket ska kunna vederläggas t ex genom prognosmikrobiologi eller genom analyser och bedömning av person med mikrobiell kompetens. Vid kortvariga regelmässiga temperaturavvikelser i distributionskedjan ska undersökningar utföras för varje led i densamma för att visa att någon hälsorisk rimligen inte kan uppstå.

För kylda livsmedel av vegetabiliskt ursprung ska produkttemperaturen vara så nära den för produkten optimala som möjligt eller mellan parterna överenskomna. De rekommenderade transporttemperaturerna kan avvika från de optimala lagringstemperaturerna som anges för långtidslagring. Detta av praktiska skäl, t ex för att undvika kondens och mögeltillväxt.

Vid lagring av förpackade kylda livsmedel krävs förutom en kontrollerad temperatur också ofta en kontrollerad luftfuktighet. Denna ska som regel vara hög, mellan 80 och 100 procent.

För djupfrysade produkter visar erfarenheten att för att hålla den lagstadgade produkttemperaturen -18°C vid leverans till butik/storhushåll, måste produkttemperaturen vara betydligt lägre då produkten lämnar primärlagret, -25°C eller kallare. Beroende på hanteringsrutiner och -tider kan produkttemperaturen stiga $2-5^{\circ}\text{C}$ vid normal hantering utanför temperaturkontrollerade utrymmen. Detta betyder att lufttemperaturen i lager- och transportutrymmena måste vara betydligt lägre, figur 3. Kraven är baserade på empiriska studier och mätningar.

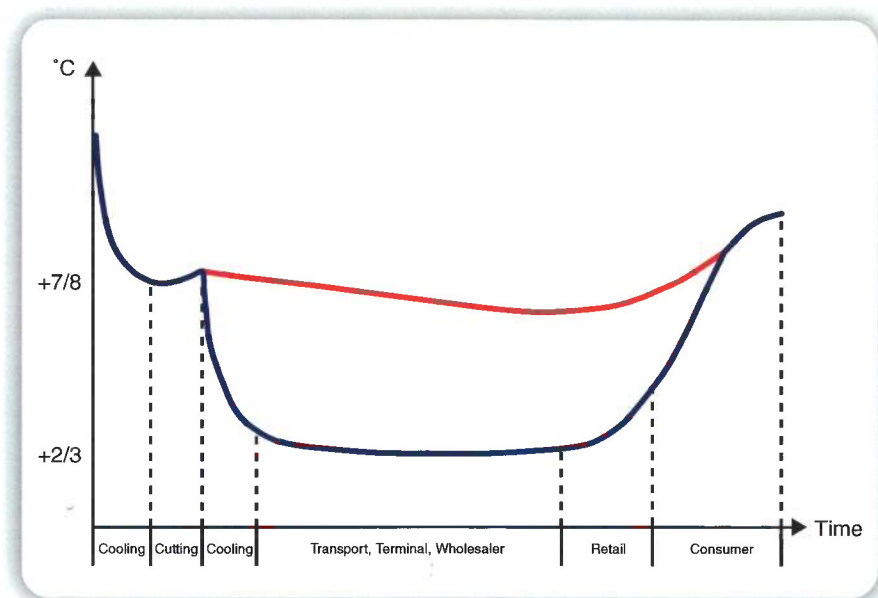


Figur 3
Krav på produkt- och lufttemperaturer vid lagring och hantering av djupfrysade livsmedel för bibehållande av -18°C som produkttemperatur i frysdisk. Beräknad temperaturhöjning under hantering inom parentes.

P=Produktion,
F=Produktionslager,
G=Grossistlager,
S/D=Storhushåll/Butik
(Källa: G Löndahl)

Något liknande system finns inte utvecklat för kylda produkter, men är önskvärt eftersom det skapar inte bara en temperaturreserv utan en kvalitetsreserv, se figur 4. Kylda livsmedel kan med fördel lagras och transporteras vid en lufttemperatur någon eller några grader lägre än den aktuella produkttemperaturen. Hänsyn måste då tas till eventuell frysrisk.

Figur 4
Lufttemperatur vid traditionell och
alternativ kyldistribution
för skapande av kvalitetsreserv.
(Källa: G Löndahl)



Generellt gäller för såväl kylda som djupfrysta livsmedel, att ju lägre produkttemperaturen är när den lämnar producenten desto större blir kvalitetsreserven för den fortsatta distributionen och till konsumenten.

Utrustningskrav

Alla lagerutrymmen och hanteringsytor i anslutning till dessa ska vara godkända eller registrerade i enlighet med EG-förordningarna eller Livsmedelsverkets föreskrifter. De betraktas som livsmedelsanläggningar och reglerna i EG-förordningarna, Livsmedelslagen, Livsmedelsförordningen och Livsmedelsverkets föreskrifter ska följas. Detsamma gäller för alla transportutrymmen.

Varje lagerenhet i distributionskedjorna ska ha en sådan kylkapacitet att den för lagret avsedda temperaturen kan upprätthållas utan större variationer vid den avsedda produkt- och hanteringsbelastningen. Lufttemperaturen vid kylagring varierar med typ av livsmedel mellan någon minusgrad och ca +15°C. Då inga specifika temperaturkrav ställs eller överenskommes gäller +3°C i utrymmet med en tolerans på ±2°C som generellt riktvärde. För lagring av djupfrysta produkter ska lufttemperaturen generellt vara -20°C eller lägre. I praktiken varierar den som ovan nämnts mellan -28/-26°C i produktionslagret, -25/-26°C i grossistlagret och -18/-20°C i butik/storhushåll.

Kylutrustningens kapacitet ska också medge att produkter med marginellt förhöjd temperatur kan kylas till avsedd lagringstemperatur utan att lufttemperaturen stiger över den avsedda.

Luftcirkulationen ska ge en jämn temperatur i hela lager- eller transportutrymmet. Vid kylagring/-transport ska friskluftventilationen vara så dimensionerad, att eventuell förekomst av respirationsprodukter, koldioxid och eten, vid hantering av vegetabilier inte överstiger för produkten/produkterna skadliga värden.

Avfrostning vid lagring och transport ska ske på ett sådant sätt, att produkternas temperatur inte påverkas samt att produkterna inte utsätts för vattendropp eller annan påverkan.

Lufttemperaturen ska registreras i såväl lager- som transportutrymmena och för viss kylagring också relativa luftfuktigheten. Se vidare i avsnittet Temperaturmätning i kapitel 8.

Transportutrymmen ska i tekniskt avseende uppfylla ATP-bestämmelserna (Agreement on the International Carriage of Perishable Foodstuffs and on the Special Equipment to be used for such carriage) för kyl- och frystransporter.

Vid såväl lagring som transport ska produkterna placeras så att en luftspalt finns mellan produkterna och utrymmets väggar för att säkerställa en god luftcirkulation och undvika värmebryggor.

Lastutrymmet ska förkylas till kyl- respektive frystemperatur före lastning. Hänsyn ska tas till eventuell frysrisk för kylda livsmedel. Undantag från förkylningen kan göras vid speciellt hög luftfuktighet eftersom kondens då kan avsättas på väggar, golv och tak. Detta kan medföra en snabbare nedisning av kylaggregatets förångare med sämre temperaturhållning som följd. Ej heller krävs förkylning vid lastning från otempererat utrymme. Råder dessa förhållanden är det lämpligt att produkten förses med en "temperaturreserv", d v s kyls eller fryses till en lägre produkttemperatur för att kompensera eventuell temperaturförlust. Kylsystemet ska vara avstängt under lastning och lossning.

I butiksledet framgår de olika kyl- och frystrymmenas tekniska specifikationer, anvisningar och råd för driften av tillverkarens dokumentation. Denna ska följas t ex med avseende på underhåll och avfrostning. Kyl- och frysdiskar liksom skåp är endast dimensionerade för att bibehålla produkttemperaturen och ska inte användas för nedkyllning eller infrysning.

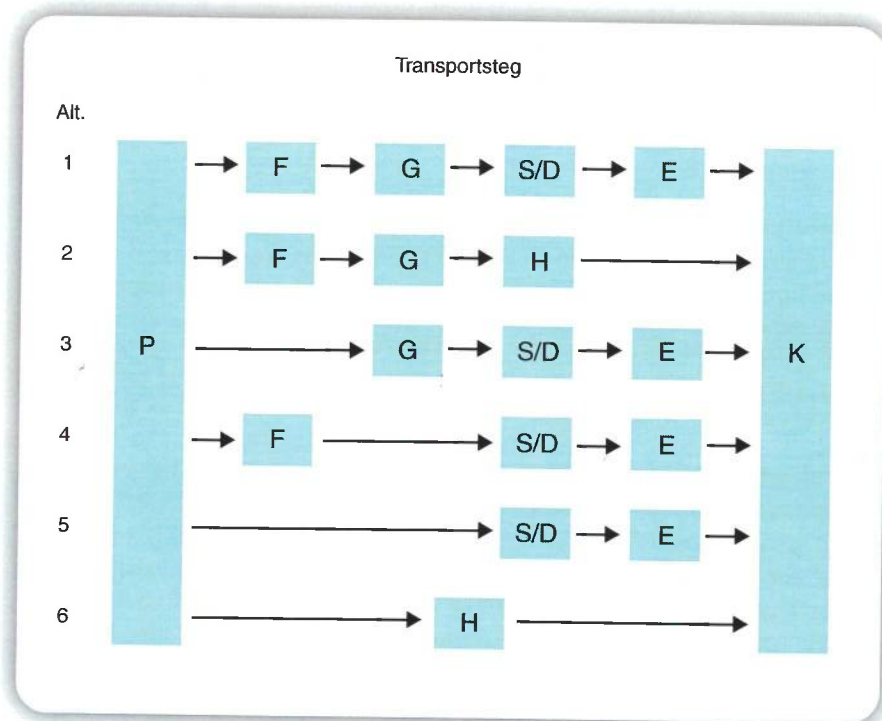
De olika utrymmena ska kunna upprätthålla den lufttemperatur som krävs för det aktuella varuslaget -18°C eller kallare för djupfrysta och $+8^{\circ}\text{C}$ för kylda livsmedel, då annat inte anges. För kylda livsmedel av animaliskt ursprung krävs eller rekommenderas lägre temperaturer. Den förvaringstemperatur som anges i samband med datummärknigen får inte överstigas. Den optimala produkttemperaturen för vissa vegetabiliska livsmedel kan vara högre än $+8^{\circ}\text{C}$, t ex för bananer. Undantag från dessa temperaturgränser medges under kortare tider i samband med avfrostning och påfyllning av varor, förutsatt att det inte innebär en hälsofara.

Utrustningen ska vara utrustad med termometer, säkerställd på $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ för mätning av returluftens temperatur.

Distributionsalternativ

De kylda och djupfrysta varornas väg från producent till konsument kan följa flera olika vägar av vilka några illustreras nedan.

Figur 5
Alternativa
distributionsvägar för
djupfrysta livsmedel.



- P = Producentens färdiglager
- F = Kyl- eller fryshus för buffertlagring
- G = Grossistens fryslager
- H = Hemleverans via varubil
- S/D = Storkökets/butikens fryslager
- E = Storkökets/butikens boxar och gondoler
- K = Konsumenten
- = Transportmoment

Alternativ 1 bedöms svara för minst 80 % av alla varustransporter när det gäller djupfryst, medan alternativ 2 och 3 tillsammans svarar för ca 17 % och övriga för ca 3 %.

I normalfallet lastas och lossas den djupfrysta varan vid fyra eller fem olika tillfällen, inräknat konsumentens hemtransport. Endast i alternativ 6 kommer varan direkt till konsumenten via varubil. Ett sådant förfaringssätt kan naturligtvis införas i leverans från S/D till K även i andra alternativ, än det som är markerat i alternativ 2.

För det kylda produktsortimentet är den procentuella fördelningen mera komplicerad. Fördelningen mellan de olika alternativen varierar från produkt till produkt. Buffertlagringen i ett större lager (F) används normalt endast för vegetabilier. Dock transporteras ofta de kylda produkterna via större omlastningsterminaler, vilka kan anses representeras av F i figuren.

Huvuddelen av all färsk fisk distribueras enligt alternativ 3, medan förädlad fisk följer mönstret i alternativ 1. Mejeriprodukter når konsumenten huvudsakligen via alternativ 5, medan vissa specialprodukter går enligt alternativ 1. En stor del av köttsortimentet följer alternativ 1, medan charksortimentet följer alternativ 1 och 3. Skillnader föreligger också beroende på om slutdestinationen är butik eller storhushåll.

Lokal distribution – närdistribution

Med lokal distribution eller närdistribution avses kortare transporter från producent eller grossist till detaljhandel, storhushåll, mellan detaljhandlare och transporter till enskilda konsumenter.

I livsmedelslagstiftningen medges för djupfrysta livsmedel, citat: "Kortvarig temperaturhöjning till högst -15°C kan godtagas vid transport, lokal distribution samt vid avfrostning och liknande i detaljhandeln." För kylda livsmedel anges inte någon temperaturgräns, men påpekas att livsmedlets säkerhet inte får riskeras. Den temperatur som anges i anslutning till hållbarhetsmärkningen får inte överskridas.

Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer rekommenderar emellertid att den högsta tillåtna temperaturen för djupfrysta livsmedel ska vara -18°C och för kylda livsmedel $+8^{\circ}\text{C}$. Det senare om inte annat anges i anslutning till hållbarhetsmärkningen.

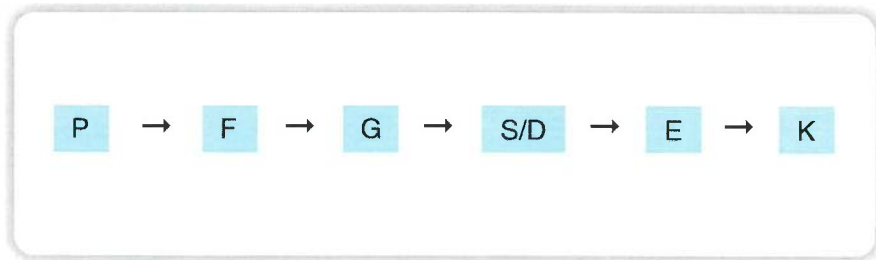
Kritiska moment

Så många av hanteringsmomenten, temperaturkontroller, märkning, pallläggning, ordersammanställning o s v som möjligt ska ske i temperaturkontrollerade utrymmen för att undvika temperaturhöjning och därmed kvalitetsförluster och energiförluster.

Varje pil i figuren på nästa sida representerar en transport, som också innehåller en förflyttning och eventuellt mellanlagring från kyl/frys till transportfordon

och från transportfordon till nytt lager. Enligt ovan kan varje förflyttning ge en temperaturförlust i produkten och också enligt "lagen om den kalla väggen" kondens på förpackningen.

Alternativ 1 i figur 5 ovan ger ett antal kritiska moment i distributionen.



Temperaturen i fryslagren varierar som regel mellan -20 och -28°C. Temperaturen är oftast lägst i början av distributionen. Under transporter mellan de olika fryslagren kan temperaturen variera mellan -18 och -25°C.

Vid transport av kylda livsmedel används oftast en lufttemperatur på 6-8°C. Endast undantagsvis sker transporter vid den för de aktuella produkterna optimala produkttemperaturen. Detta sker framför allt p g a behovet av att transportera mindre volymer av flera olika produkter vid samma tillfälle. Förhållandet innebär naturligtvis en risk för temperaturhöjningar i produkter med lägre temperatur. Möjligheterna att bygga in temperaturmarginaler är obefintliga.

Varje hantering, transport eller förvaring av den kylda eller djupfrysda varan utanför en temperaturkontrollerad miljö utgör ett kritiskt moment i hanteringen sett ur temperatursynpunkt. Typiska exempel är:

- Alla omlastningar mellan kyl- och fryslager och kyl- och frysbil.
- Dörröppningar.
- Omlastningar till blandpallar och rullvagnar.
- Lagring för ordersammanställning.
- Dellossningar.
- Halvfyllda bilar vid lokal distribution.
- Förflyttningen från butikens lager till kyl- och frysdisk.
- Uppehållstider i butiken före nedplockning i kyl- eller frysdisk.
- Förvaring över tillåten nivå i kyl- eller frysdisk.
- Påfyllning och omflyttning av stora kvantiteter i samband med kampanjer.
- Transport vid en temperatur varmare än de lagstiftade eller rekommenderade.
- Samlastningar.

Vid hantering utanför de temperaturkontrollerade utrymmena måste hanteringstiden begränsas för att begränsa eller undvika en temperaturhöjning i

produkten. Den aktuella produkttemperaturen ska styra hanteringstiden. Detta innebär att känsliga produkter eller produkter med hög temperatur ska ha förtur i hanteringen. I avsaknad av temperaturmätning i produkten ska målsättningen vara att inte överskrida nedanstående tidsgränser.

Enhet	Djupfrysta produkter, minuter	Kylda produkter, minuter
Hel pall	30	10-20
Halv pall	30	10-20
Rullpall	20	10-15
Butiks-/storhushållsförpackning	20	5-10
Konsumentförpackning	10	5

Figur 6
Djupfrysingsbyråns rekommenderade maximala hanteringstider utanför temperaturreglerade utrymmen. (Källa: Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer)

En grundförutsättning är naturligtvis att produkttemperaturen är den rätta då hanteringen påbörjas. Vid lossning och lastning av icke pallagda produkter kan längre hanteringstider krävas, men hantering, kontroll och märkning av färdigställda enheter ska ske inom de givna tidsramarna. Vissa temperaturkänsliga produkter som glass, dill, bröd m fl kräver kortare hanteringstider. Dessa tider bör i förekommande fall överenskommas mellan berörda parter. Likaså kan hanteringen av returemballage, s k SRS-lådor, kräva kortare tider beroende på innehåll och fyllnadsgrad.

Temperaturförlusterna kan i de olika hanteringsleden variera mellan 0 och 5°C eller mer. Detta understryker vikten av att distributionen startar med en låg produkttemperatur för att målsättningen -18°C till butik och storhushåll ska kunna hållas.

För kylda produkter är temperaturkraven mycket snävare eftersom i de flesta fall lägre temperaturer än 0°C inte är realistiska i början av kylkedjan. Hanteringen av kylda livsmedel är därför mycket mera komplicerad än för djupfrysta dito utanför de temperaturreglerade utrymmena.

Samlagring och -transport

Samtransporter är nödvändiga när det gäller såväl kylda som djupfrysta livsmedel, men vissa kombinationer är förbjudna i livsmedelslagstiftningen eller direkt olämpliga. Detta är speciellt viktigt när det gäller kylda livsmedel. Av hygieniska skäl får t ex inte oemballerat kött och köttprodukter lagras och transporteras tillsammans med andra oförpackade livsmedel, t ex färska vegeta-

bilier och fisk. Också andra kombinationer kan vara olämpliga av mikrobiologiska skäl, t ex livsmedel tillsammans med andra typer av dagligvaror.

Starkt luktande produkter som t ex kryddor och vissa frukter kan överföra aromer till andra livsmedel om inte speciella åtgärder vidtas. Det senare gäller i högsta grad också förpackade produkter, eftersom främmande aromer kan kontaminera förpackningsmaterialet.

Uppmärksamhet ska också riktas på förekomst av respirationsprodukter, eten och koldioxid, vid lagring och transport av vegetabilier. Starkt etenproducerande produkter bör inte samlastas eller lagras tillsammans med produkter som är känsliga för eten. Ordentlig friskluftventilation krävs därför under såväl lagring som transport.

Hänsyn bör också tas till produkter med olika temperatur. Något som är speciellt vanligt vid kylhantering, men kan förekomma också då produkterna är djupfrysta. Produkter som skiljer mycket i temperatur bör inte placeras intill eller i direkt kontakt med varandra. Observera att lastbärare i form av träpallar ofta har hög temperatur då de transporteras som tompallar.

Temperaturhöjning under hantering och transport

Genom åren har ett stort antal studier av produkttemperaturen gjorts under olika hanterings- och transportförhållanden, framför allt vad avser djupfrysta produkter. I figur 7-9 visas temperaturförändringen i olika stora förpackningar med djupfryst spenat vid en omgivningstemperatur på +15°C. I samtliga fall har produkttemperaturen mätts i centrum av en konsumentförpackning.

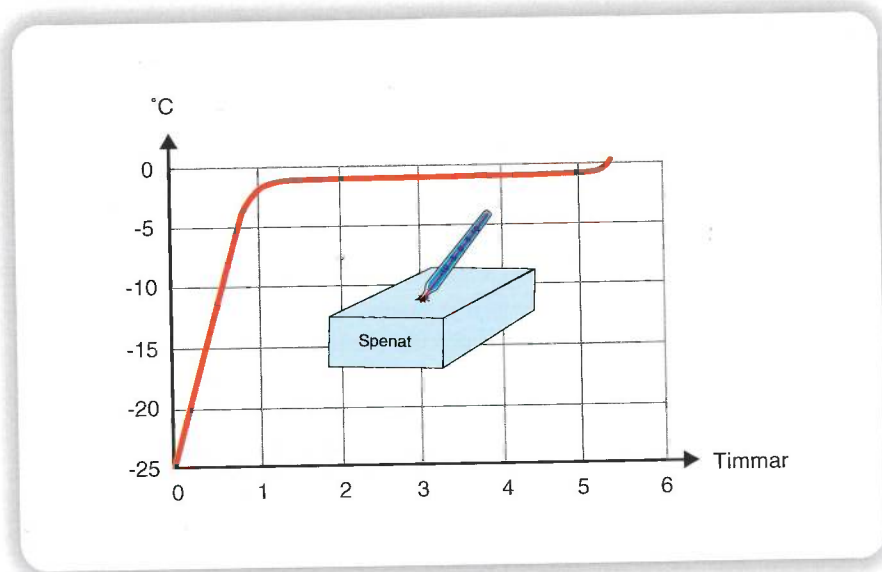
I en ensam konsumentförpackning stiger temperaturen till -18°C inom 20 minuter från en utgångstemperatur på -25°C. Centrum i förpackningen börjar tina efter ca en timme. Långt innan dess har naturligtvis ytterdelarna av förpackningen tinat.

I ett samlingsemballage, med 10 konsumentförpackningar nås den lagstiftade temperaturen, -18°C, efter 20-30 minuter. Temperaturen i de yttersta förpackningarna är ca -10°C efter en timme. Observera att det i första hand är tiden till smältpunkten som påverkas.

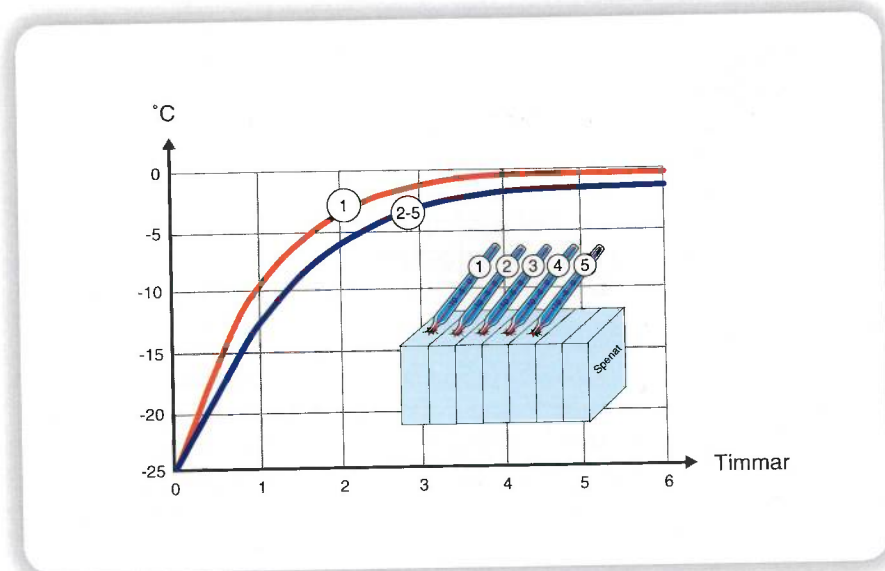
I en hel pall sker naturligtvis temperaturhöjningen långsammare, speciellt i de inre delarna. I de yttre förpackningarna är temperaturen ca -15°C efter en timme, medan den i centrum av pallen inte höjts mer än någon grad. Gränsen -18°C nås emellertid redan efter 30 minuter i de ytterst placerade förpackningarna.

Spenat är exempel på en relativt okänslig produkt p g a dess höga vattenhalt och därmed höga energibehov för temperaturhöjning. Det finns ett flertal exempel på betydligt känsligare produkter, såsom bröd, bageriprodukter, grönsaksblandningar och bladgrönsaker. Vissa produkter förändras dramatiskt vid temperaturhöjningar över -12 till -15°C , t ex glass, sockrade bär och andra produkter med låg fryspunkt.

Det generella förloppet och skillnaderna mellan olika förpackningar/enheter som diskuterats för djupfryst spenat gäller naturligtvis också för kylda livsmedel.

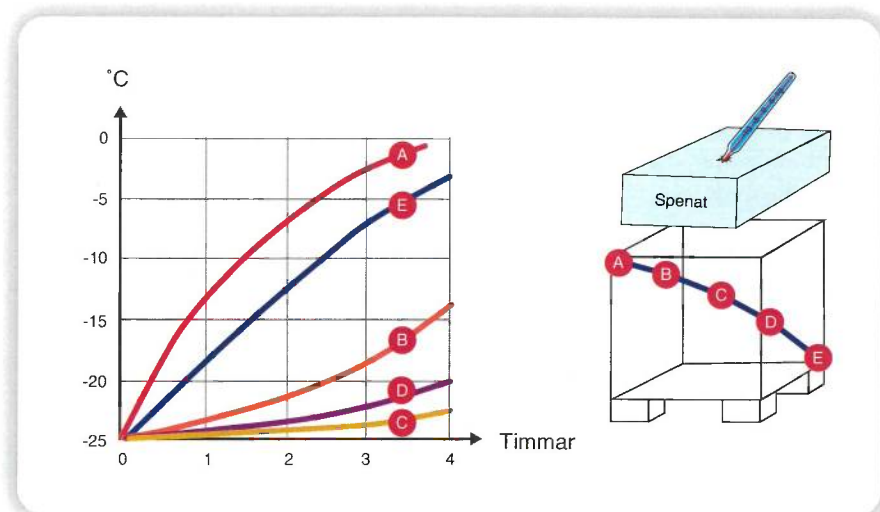


Figur 7
Temperaturhöjningen i konsumentförpackning med spenat vid $+15^{\circ}\text{C}$.



Figur 8
Temperaturhöjning i samlingsemballage med konsumentförpackningar med spenat vid $+15^{\circ}\text{C}$.

Figur 9
Temperaturhöjning i en
helpall med konsumentför-
packningar med spenat i
samlingsemballage
vid +15°C.



Internationella transporter av lättfördärliga livsmedel

För transportfordon och transporter som omfattas av överenskommelsen om internationella transporter av lättfördärliga livsmedel och om specialutrustning för sådan transport, gäller särskilda föreskrifter. SLVs nu gällande tillämpningskungörelse av denna överenskommelse finns i kapitel 8, Lagstiftning, branschriktlinjer och definitioner.

Butiks- och restaurangledet

Butiks- och restaurangledet är den sista länken i kedjan. Här finns många möjligheter, både att göra rätt och att göra fel. I det här ledet möts alla olika produkter och flera olika hanteringstyper. Ofta måste det ske i utrymmen där mat av olika beredningsgrad och sammansättning hanteras under tidspress. Konsekvenserna kan bli allvarliga för konsumenten och det kan också bli onödig klimatbelastning, om mat som kommit så långt i produktionskedjan måste kasseras.

Mottagningskontroll av temperatur

Förutom rätt hantering och tillagning är det viktigt att hålla koll på kyl- och frysvarornas temperatur vid mottagning, förvaring och exponering/leverans. Detta görs genom att ha anpassade utrymmen och mäta temperaturen. Vid mottagningen måste vi vara säkra på att alla temperaturberoende varor håller rätt temperatur. Samtidigt vet vi att det kommer många varor och det är inte praktiskt möjligt att mäta varje produkt. Vi måste göra egna bedömningar utifrån varje leverans. Kommer varorna med kylbil? Har kylaggregatet varit påslaget? Har transportören koll på temperaturen i transportutrymmet? Vilken temperatur är det utomhus? Känns varorna för varma? Beroende på vad vi vet om dessa faktorer kan vi sedan göra enstaka stickprov för att mäta temperaturen. Sådan mätning tar tid om vi ska få ett rättvisande värde. Men om vi misstänker fel temperatur så är det viktigt att mäta ordentligt.

Rätt förvaringstemperatur på varorna

Förvaringsutrymmen i butiker och restauranger ska hålla konstant och rätt temperatur. Detta övervakas bra med olika registrerande mätinstrument. Dessa kan vara mer eller mindre sofistikerade och kopplade till olika larmsystem. För att vara säker på att larm och temperaturreglering fungerar är det viktigt med regelbundet underhåll/service och att varorna placeras på rätt sätt i utrymmet. Dessutom behövs en manuell övervakning, till exempel att läsa av termometern varje gång man ställer in eller tar ut varor i utrymmet.

När utrymmet är en exponeringsdisk finns det ofta fläktar som ska fördela den kyllda luften över varorna. Då är det viktigt att veta att dessa fläktar fungerar och att luftströmmarna inte hindras. Det kan räcka med att ett enda paket täcker för luftströmmen så kan stora delar av varorna bli utsatta för fel temperatur.

Förvaringsutrymmets temperatur måste hålla en jämn och låg temperatur. Det kräver att kylmaskiner och användning är anpassat till varandra. Därför finns det olika utrymmen för olika användning. Om utrymmet börjar användas på ett nytt sätt är det inte säkert att kylaggregatet klarar att hålla jämn och låg temperatur. Dessutom kan energiförbrukningen bli onödigt hög. Om du till exempel har en kyldisk som är anpassad för att hålla varorna vid högst +8°C och du försöker få ner temperaturen till högst +4°C så kan resultatet bli att kylaggregatet frostar igen, temperaturen stiger och energiförbrukningen blir ännu högre. Om du är osäker på hur ett visst kylutrymme ska användas så är det bra att fråga en kyltekniker som kan ge råd.

Kvalitetspåverkan

Missförhållanden i och avbrott av kyl- och frysledjorna kan inte bara påverka hållbarheten utan också livsmedelssäkerheten om produkttemperaturen varit högre än den lagstiftade eller rekommenderade och på förpackningen angivna. Den angivna Bäst före-märkningen gäller inte längre eftersom den baseras på den angivna temperaturen. Känsligheten för temperaturvariationer varierar som tidigare nämnts från produkt till produkt och kylda livsmedel är känsligare än djupfrysta.

Livsmedlet förstörs som regel inte genom en enstaka temperaturavvikelse om denna är begränsad till någon eller några grader under kort tid. Den oundvikliga kvalitetsförlusten under lagring och transport sker successivt, se figur 1 i början av detta kapitel. Det är därför viktigt att alltid bedöma den eventuella skadan innan produkten kasseras.

Vid konstaterade temperaturavvikelser ska produkten alltid hanteras så att eventuella skador minimeras, d v s produkttemperaturen ska sänkas så snabbt som möjligt. Rutiner för denna hantering bör ingå i företagets egenkontroll- och/eller kvalitetsprogram.

De viktigaste förändringarna som sker under lagring och transport beskrivs i kapitel 4.

Sammanfattning av det här kapitlet

- Det temperaturrelaterade svinnet i distributionen beräknas till 700-1 000 MSEK.
- Alla lager-, hanterings- och transportutrymmen ska vara godkända och registrerade enligt EG-förordningar.
- Omlastningar mellan lager och transportfordon är bland de mest kritiska momenten i hanteringen.
- Viss samtransport är förbjuden i livsmedelslagen.
- Kritisk temperaturhöjning kan ske inom loppet av minuter.



7

Temperaturkontroll

Vilka krav ställs på utrustningen för temperaturmätning?

Hur och var ska lufttemperaturer mätas?

Hur ska produkttemperaturen mätas?

Vad menas med förstörande kontroll?

Vilka krav ställs på dokumentationen av mätresultat?

Temperaturkontroll av kyl- och fryskejorna

Som framgår av tidigare avsnitt är tid och temperatur av helt avgörande betydelse för att bevara de kyllda och djupfrysta livsmedlens höga kvalitet och för kyllda livsmedels också säkerhet. Med väl fungerande kyl- och frysanläggningar i alla led är det framför allt hanteringstiderna utanför de tempererade utrymmena som är kritiska och som menligt kan påverka produkternas kvalitet vid stora temperaturvariationer.

Mätning av såväl luft- som produkttemperaturer regleras mer eller mindre i EG-förordningar, EG-direktiv, Livsmedelsverkets föreskrifter och olika branschriktlinjer.

Lufttemperaturen ska kontrolleras kontinuerligt i alla utrymmen som används för lagring och transport enligt nedan.

Produkttemperaturen ska kontrolleras vid varje tillfälle då produkten förs över från ett ansvarsområde till ett annat på sin väg fram till konsumenten, d v s från producent till fryshus/terminal, till grossist och till storkök/detaljist.

I normalfallet ska en icke förstörande kontroll användas. I de fall en avvikelse från överenskomna temperaturer framkommer i stickprovet ska nästa steg vara en mer omfattande förstörande kontroll, d v s mätning i produkt.

Bestämmelser om hur provtagning ska ske och om metod för att mäta temperaturen i djupfrysta livsmedel vid offentlig kontroll finns beskrivna i EGs direktiv 92/2 EEG. Även andra tillförlitliga metoder får användas, som t ex den av Djupfrysingsbyrån rekommenderade metoden för icke förstörande kontroll, se nedan.

Mätning av lufttemperatur

Lufttemperaturen måste, för att uppfylla lagstiftningens krav, mätas och dokumenteras i alla typer av utrymmen för lagring, hantering och transport av kyllda och djupfrysta livsmedel.

Mätningarna ska enligt Kommissionens Förordning (EG) nr 37/2005 utföras med registrerande mätutrustning i utrymmen för transport, förvaring och lagring av djupfrysta livsmedel med undantag för lokal distribution och i frysdiskar i detaljhanden då en enkel numerisk termometer får användas.

Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer för temperaturdisciplin i hantering av kyllda och djupfrysta livsmedel kräver emellertid registrerande mätningar också för transport, förvaring och lagring av kyllda livsmedel samt vid lokal distribution, men inte för kyl- och frysdiskar i detaljhandel, då en numerisk termometer får användas.

I frysdisk ska termometern enligt förordning 37/2005 vara placerad i höjd med högsta varunivå. I frysdisk skall dessutom högsta tillåten varunivå vara tydligt utmärkt. Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer anger samma krav för kyldiskar.

Mätutrustning och mätningssätt i större kyl- och frysenheter och vid icke lokal transport

Instrument som används vid mätning och registrering av temperaturen i utrymmen för djupfrysta livsmedel ska följa de internationella standarderna: SS-EN 12 830, SS-EN 13 485 och SS-EN 13 486. Dessa standarder rekommenderas av Djupfrysingsbyrån även för instrument för registrering i kylutrymmen.

Utrustning för temperaturmätning och registrering i kyl- och frysutrymmen ska enligt Djupfrysingsbyråns riktlinjer uppfylla följande krav:

- Mätutrustningen ska kunna registrera temperaturer inom mätområdet -30 till +20°C.
- Mätutrustningen ska ha en noggrannhet på $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ inom mätområdet.
- Mätutrustningen ska kunna visa temperaturskillnader på $0,1^{\circ}\text{C}$.
- Mätutrustningen ska kunna mäta temperaturen minst var 30:e minut.
- Mätutrustningen ska visa minst 90 % av mätvärdet inom 20 minuter.
- Temperaturen ska kunna avläsas direkt på utrustningen.
- De mätningar som registreras under en viss tidsperiod ska kunna avläsas på stället, antingen direkt på instrumentet eller på utskrift.
- Mätutrustningen ska vara försedd med giltigt kalibreringsbevis.

För mer detaljinformation se Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer.

Registreringsfrekvens och dokumentation

Mätning och registrering av lufttemperaturen ska ske med lämpliga mätinstrument, som med korta och jämna mellanrum mäter och registrerar den lufttemperatur som de kylda och djupfrysta livsmedlen befinner sig i. Vid transport rekommenderar Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer minst 2 och helst 3 mätpunkter.

Mätning och registrering ska ske:

- var 5:e minut vid transporter mindre än 24 timmar,
- var 15:e minut vid transporter över 24 timmar men mindre än 7 dygn och
- varje timme vid transport över 7 dygn.

I lagerrum större än 10m^3 ska det finnas 1 till 6 mätpunkter beroende på lagrets storlek. Mätning och registrering ska ske varje till varannan timme, beroende på de förutsättningar för temperaturstabilitet som råder.

Mätresultaten ska arkiveras minst 1 år eller längre, om detta behövs p g a livsmedlens hållbarhet.

Figur 1
Antal mätpunkter
vid olika lagerstorlekar.

Lagerstorlek m ³	Antal mätpunkter
10 - 500	1
501 - 5000	2
5 001 - 20 000	3
20 001 - 50 000	4
50 001 - 85 000	5
85 001 -	6

Mätutrustning och mätningssätt i mindre kyl- och frysenheter och i transporter vid lokal distribution

Enligt lagstiftning och branschriktlinjer får lufttemperaturen mätas med minst en lätt numeriskt avläsbar termometer med en noggrannhet på $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ i:

- Kyl- och frysutrustning för exponering i butik och storhushåll/restaurang.
- Kyl- och frysskåp för lagring i storhushåll/restaurang.
- Kylrum mindre än 10m³.
- Vid lokaldistribution, men registrerande utrustning rekommenderas.

I öppna kyl- och frysdiskar ska temperaturen mätas i höjd med den markering som anger högsta tillåtna fyllnadsnivå på den sida där luften returneras.

Temperaturen bör avläsas och dokumenteras minst morgon och kväll. Arkivering ska ske som ovan beskrivits.

Mätning av produkttemperatur

Temperaturkontroll ska utföras vid de tillfällen ansvaret för produkter överlämnas från ett led till ett annat i distributionskedjorna. Kontrollfrekvensen bestäms i kundavtal eller separata instruktioner. Antalet mätningar per leverans ska ge en god bild av de förhållanden som råder. Vid temperaturavvikelser ötkas antalet mätningar för att säkerställa att resultatet är statistiskt representativt för det kontrollerade partiet.

Rutinmässigt ska produkttemperaturen under hantering, lagring och transport i första hand kontrolleras genom orienterande icke förstörande mätningar, d v s produkten ska inte utsättas för mekanisk påverkan. Undantag utgörs av produkter packade direkt i ytteremballaget och bulkförpackningar, vilka kontrolleras genom mätning i produkten om förpackningens storlek omöjliggör mätning mellan förpackningarna.

Vid avvikelser från lagstadgade eller överenskomna värden ska förstörande mätningar, d v s mätningar i produkten, alltid utföras. Detta gäller också då olika

uppfattning om mätresultatet föreligger och om mätningarna kan komma att utgöra underlag för en reklamation.

Erhållna mätvärden ska registreras enligt systemet för egenkontroll. Avvikelser och vidtagna åtgärder ska alltid dokumenteras. Dokumentationen ska sparas i minst ett år.

Rekommendationer om hur provuttag ska ske och hur temperaturmätning i kylda produkter vid offentlig kontroll ska göras finns beskrivet i Livsmedelsverkets Riksprojekt 2003, Temperaturer i storhushåll och butiker, Rapport 14 – 2004. Kontrollen i SLVs rapport är både förstörande (mätning i produkt) och icke förstörande (mätning mellanemballerade produktenheter).

För stickprovskontroll av djupfrysta varor finns bestämmelser i EG-direktiv 92/2/ EEG. I detta är kontrollen förstörande (mätning i produkt). SLVs lagstiftning hänvisar till detta direktiv.

I Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer finns bestämmelser för mätning av produkttemperatur både vid icke förstörande och förstörande kontroll. Bestämmelserna avser både kylda och djupfrysta produkter.

Svensk Mjölks branschriktlinjer för hygienisk produktion av mjölkprodukter innehåller riktvärden för temperatur och anvisningar för mätning.

Dagligvaruhandelns branschriktlinjer innehåller också rekommendationer om hur temperaturkontroller ska utföras i rutinkontrollen. Se IR-mätning nedan.

Mätutrustning och mätningssätt

Instrument som används vid mätning och registrering av temperaturen i kylda livsmedel ska följa de internationella standarder för djupfrysta livsmedel som tidigare nämnts.

För rutinkontroll kan emellertid en enkel numerisk termometer med en noggrannhet på $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ användas. För mera noggranna mätningar, t ex då temperaturavvikelser konstaterats, ska en elektronisk termometer användas.

Utrustning för temperaturmätning i produkt ska enligt Djupfrysingsbyråns riktlinjer uppfylla följande krav:

- Instrumentets mätområde ska vara -30°C till $+20^{\circ}\text{C}$.
- Temperaturen ska kunna avläsas direkt på instrumentet.
- Instrumentet ska ha en noggrannhet på $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ inom mätområdet.
- Instrumentet ska kunna visa temperaturskillnader på $0,1^{\circ}\text{C}$.
- Instrumentet ska inom 3 minuter visa 90 procent av skillnaden mellan initialvärde och slutligt värde.
- Den temperaturkänsliga delen av instrumentet ska ge god termisk kontakt med produkten.
- Temperaturgivaren ska vara lätt att rengöra.
- Instrumentet ska vara försett med giltigt spårbart årligt kalibreringscertifikat.



Punkterna ovan skiljer sig något från kraven i direktiv 92/2, vilket Livsmedelsverkets föreskrifter LIVSFS 2006:12 hänvisar till, men dessa skillnader har ingen avgörande betydelse.

Vid mätningen ska hänsyn tas till instrumentets mätnoggrannhet. Detta innebär i praktiken att om instrumentet visar en halv grad högre eller lägre än gällande temperaturkrav ska produkten anses uppfylla det satta kravet. Detta gäller inom hela temperaturområdet för kylda och djupfrysta produkter. Skulle mätresultatet ifrågasättas, ska mätning ske med ett annat instrument med samma prestanda. Vid olika mätresultat gäller medelvärdet av de båda mätningarna.

Icke förstörande kontroll

Icke förstörande kontroll innebär att temperaturen mäts på förpackningens yta, antingen mellan ytterförpackningarna eller mellan de enskilda innerförpackningarna.

Vid kontroll av djupfrysta produkter ska det erhållna mätvärdet subtraheras med 2°C inom temperaturintervallet -5 till -30°C, detta för att kompensera för temperaturskillnaden mellan förpackningens yta och produkten. Ett avläst värde på -16°C motsvarar alltså en produkttemperatur på -18°C. Detta gäller inte för kylda produkter.

Vid kontroll av en hel pallast med samma produkt väljs för den första temperaturmätningen en av de översta hörnkartongerna. Temperaturen bör också mätas i centrum av pallasten, eftersom variationer i lufttemperatur i första hand avspeglas i produkttemperaturen i de yttersta delarna av densamma. Kontroll på olika ställen i pallasten är naturligtvis speciellt viktig om den innehåller flera olika produkter. Generellt gäller för djupfrysta livsmedel att temperaturen mäts mellan översta och näst översta kartongglavet i ett av pallens hörn. Hela temperaturgivaren ska föras in mellan kartongerna. Innan mätningen sker ska temperaturgivaren förkylas, t ex genom att den placeras mellan förpackningarna på ett annat ställe än det avsedda mätstället.

Mätning mellan kartongglaven ska inte användas vid kontroll av kylda livsmedel. Dessa ska alltid kontrolleras genom mätningar mellan de enskilda förpackningarna. Undantag kan göras för produkter med god termisk kontakt mellan innerförpackning och ytterförpackning.

Vid kontroll av en enskild samlingskartong öppnas denna eller också skärs ett hål i densamma. Termometern/temperaturgivaren placeras mellan två innerförpackningar i mitten av kartongen/samlingsemballaget. Efter mätningen återförsluts den öppnade kartongen, alternativt tejpas det gjorda hålet över. Det sistnämnda lämpligen med en etikett som talar om att kontroll utförts.

Vid kontroll av produkter förpackade direkt i ytteremballaget eller bulkförpackningar sticks termometern/temperaturgivaren in i förpackningen mellan produkterna. Termometern/temperaturgivaren ska rengöras och desinficeras såväl före som efter mätningen, exempelvis med alkoservetter. Öppnade kartonger

ska återförslutas, gjorda hål ska tejpas över. Det sistnämnda lämpligen med en etikett enligt ovan.

Används SRS-lådor som samlingsemballage ska mätningen ske mellan de i lådan placerade kylda eller djupfrysta produkterna. Finns bara ett lager i lådan sker mätningen mellan två ovanpå varandra placerade förpackningar.

Förstörande kontroll

Regler för provuttag och teknik för mätning av temperaturen i djupfrysta livsmedel (i produkten) finns i Direktiv 92/2.

Temperaturen ska mätas i produktens centrum eller minst 2,5 cm under ytan. Produkter tunnare än 5 cm kontrolleras i centrum. Temperaturgivaren ska förkylas före mätningen.

Vid kontroll av djupfrysta livsmedel kan en handborr eller ett liknande verktyg användas för att göra hål i produkten för temperaturgivaren. Hålet ska vara obetydligt större i diameter än givaren. Mätningen ska ske först efter det att produkttemperaturen hunnit utjämnas, någon minut, efter borrhningen.

Såväl borrh/verktyg som temperaturgivare ska rengöras och desinficeras omedelbart före och efter användandet, t ex med alkoservetter. Produkterna i vilka mätningen utförs ska kasseras. Undantag utgörs av bulkförpackningar och hela eller delade djurkroppar.

Vid så små produktenheter (t ex arter), att man inte kan mäta i produktenheten, mäts med en förkyld spetsig sond i förpackningens centrum.

Temperaturavvikelse

Med temperaturavvikelse förstås för kylda livsmedel att produkttemperaturen är högre eller för vissa produkter lägre än den för den specifika produkten lagstiftade, rekommenderade eller överenskomna produkttemperaturen. Toleransen vid temperaturmätningen är den samma som mätutrustningens noggrannhet, $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

För djupfrysta livsmedel avses med temperaturavvikelse, i Djupfrysingsbyråns målsättning, produkttemperaturer varmare än -18°C . Enligt lagstiftningen är temperaturgränsen -15°C vid leverans till butik och storhushåll.

Är avvikelserna så stora att en reklamation anses aktuell ska antalet mätningar vara så stort att de kan anses statistiskt representativa för det kontrollerade partiet.

Dokumentation

Alla mätresultat bör dokumenteras och ska arkiveras, lämpligen tillsammans med övrig dokumentation i egenkontrollen och den tid, som gäller i övrigt.

Arkivering under minst 1 år eller längre, om detta behövs p g a livsmedlens hållbarhet.

Egenkontrollprogrammen bör ha skrivna instruktioner, t ex "Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer för temperaturdisciplin i hantering av kylda och djupfrysta livsmedel", för hur kontrollen ska utföras för olika produkter. Då temperaturkontrollernas genomförande kan variera från produkt till produkt rekommenderas att hänsyn tas till kraven i lagstiftningen och i de olika branschriktlinjerna.

IR-mätning

IR-mätning rekommenderas inte av Djupfrysingsbyrån och inte heller av Livsmedelsverket p g a den stora osäkerheten vad gäller mätresultaten. Varken försäkringsbolagen eller kyl- och frysbedjans parter godkänner resultaten från IR-mätning som underlag för reklamation eller retursändning.

Ett problem vid IR-mätningen är bl a att mätningen endast ger förpackningens yttemperatur. Denna överensstämmer som regel inte med produkttemperaturen. Ett annat är att beroende på avståndet mellan mätare och förpackning, omgivningstemperatur m m kan skillnaderna vara mycket stora. Dessutom fordras, att instrumentet har en intern kompensering för mätningar vid olika omgivningstemperaturer. Saknas sådan kan mätning endast ske vid den temperatur instrumentet är kalibrerat för. Saknas kalibreringsuppgift kan inte instrumentet användas vid olika omgivningstemperaturer.

I Dagligvaruhandelns branschriktlinjer finns rekommenderade kontrollrutiner för mottagningskontroll av kylda och djupfrysta livsmedel. Rutinen som rekommenderas är att kontrollera varje leverans med IR-termometer/lasermätare och om större avvikelse än 20 % från angivet värde indikeras vid IR-mätningen utföra mätning av kärntemperaturen i produkten.

Mätfel

Oavsett vilken typ av termometer eller temperaturmätning utrustning man använder finns det risk för mätfel.

Den temperatur som uppmätts har ett visst mätfel som måste beaktas när och om det blir aktuellt med en reklamation och/eller eventuell avvisning av en leverans. Djupfrysingsbyråns riktlinjer anger en feltolerans på $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

Kalibrering av mätutrustning

För att säkerställa ett korrekt resultat vid temperaturmätningen måste den använda termometern vara spårbart kalibrerad eller kontrollerad mot en spårbart kalibrerad termometer. Kalibreringen/kontrollen av temperaturmätning sin-

menten ska göras med jämna mellanrum och minst en gång per år. Detsamma gäller för instrument för mätning av relativa luftfuktigheten.

Kontrollen/kalibreringen ska omfatta fasta mätinstallationer i lagerrum, hanteringsutrymmen, fordon och exponeringsutrymmen. Det samma gäller för portabel utrustning för manuella temperaturmätningar samt dataloggar som används för temperaturuppföljningar.

De kontrollinstruktioner som ges av tillverkaren av utrustningen ska ses som komplement för att säkerställa ett så korrekt mätresultat som möjligt. De flesta moderna temperaturmätningssystem har en inbyggd kontrollfunktion, vilken garanterar mätnoggrannheten över utrustningens hela mätområde.

Kalibrering ska utföras mot en spårbar, kalibrerad precisionstermometer med certifikat, som intygar mätnoggrannhet, upplösning, mätområde och mätosäkerhet. Denna termometer kan vara av elektronisk typ eller en vätsketermometer. Instruktioner för hur kalibreringen ska tillgå ska upprättas baserat på typ av använd mät- och kalibreringsutrustning. Instruktionerna ska förutom tillvägagångssättet vid kalibrering innehålla uppgifter avseende erforderlig mätnoggrannhet, kalibreringsfrekvens för olika typer av mätutrustning och åtgärder för korrigeringar.

Krävs en funktionskontroll mot en kalibrerad termometer ska denna utföras vid tre temperaturer, i isvatten 0°C med hälften is och hälften vatten, vid ca -18°C i en glykolblandning samt vid ca 20°C i vatten. Samtliga mätningar ska utföras i en termos eller liknade utan värmeutbyte med omgivningen.

Ansvar för kalibreringarna ska läggas på en bestämd person i organisationen. Denne har att tillse att en kalibreringsjournal över all utrustning upprättas och underhålls.

Journalen ska visa:

- Mätmiljö
- Referenssystem
- Typ av instrument
- Typ av temperaturgivare
- Serienummer
- Geografisk placering
- Resultat av kalibreringen såsom medelvärde, variationsbredd, korrigerat mätvärde
- Korrektionsterm
- Kalibreringsdatum
- Datum för nästa kalibrering
- Vidtagna åtgärder vid anmärkning
- Ansvarig person



I Livsmedelsverkets Rapport 14 – 2003 rekommenderas att brukstermometrar ska kalibreras mot en spårbart kalibrerad kontrolltermometer en gång per månad och av den kalibrerade kontrolltermometern en gång per år.

Krav på certifiering av utrustning

Temperaturregistreringsutrustning i transportutrymmen i transportmedel som är registrerade i Sverige, och som används för transporter av djupfryssta livsmedel ska enligt bestämmelserna certifieras. Djupfrysingsbyrån kräver i branschriktlinjerna att också utrustning för kylda transporter ska certifieras.

Certifiering ska avse prototyp av mätutrustningen och utföras av organ som ackrediterats av Styrelsen för teknisk ackreditering (SWEDAC) för denna uppgift eller ackrediterade organ, som tecknat avtal med SWEDAC om ömsesidigt erkännande.

Temperaturregistreringsutrustning i transportutrymmen som godkänts av myndighet i land som omfattas av EES-avtalet, anses uppfylla svenska krav. Den som transporterar livsmedel ska kunna uppvisa typcertifikat avseende den temperaturregistreringsutrustning, som är installerad i transportmedlet.

Se vidare temperaturmättningsinstruktion i "Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer för temperaturdisciplin i hantering av kylda och djupfryssta livsmedel".

Temperaturindikatorer och Tid-Temperaturintegratorer

Sedan lång tid tillbaka har olika typer av indikatorer och integratorer konstruerats och testats för att på ett enkelt sätt kontrollera temperaturförloppet under hantering och distribution, hitintills med ringa framgång. Dock har under senare år nya system testats och håller på att testas med goda resultat. Flera av dessa system är svenska eller har svenskt ursprung.

En Temperatur Indikator (TI) indikerar om produkt- eller omgivningstemperaturen överstigit ett visst fastlagt/inprogrammerat värde. En Tid-Temperaturintegrator/indikator (TTI) mäter tid och temperatur och integrerar dessa till ett mätbart resultat.

Mätprincipen för båda typerna av utrustning är en temperaturberoende process, vilken kan vara mekanisk, fysikalisk, kemisk, biokemisk eller elektrokemisk. Processen resulterar i en irreversibel, mätbar och ofta synlig förändring, t ex färgförändring.

Temperaturindikatorer (TI)

En TI kan användas för att visa att en viss bestämd temperatur inte över- eller

underskridits. Den ger ingen information om variationer eller hur länge den aktuella temperaturen varit över eller under det bestämda värdet.

Tid-Temperaturintegratorer (TTI)

En TTI visar ett integrerat värde av den tid-temperaturhistoria produkten utsatts för. Den kan simulera de kemiska, biokemiska och fysikaliska reaktioner som sker under hantering, lagring och transport. Mikrobiologiska förändringar kan också simuleras, men detta är mera komplicerat.

Den signal som erhålls visar således den samlade effekten som en viss tid-temperatur-belastning resulterat i vid varje avläsningstillfälle.

Även om en TTI teoretiskt kan ställas in för att följa kvalitetsförlusten hos en viss produkt är detta av praktiska skäl omöjligt, utom i vissa undantagsfall. Främsta skälet till detta är den stora biologiska spridningen, vilket ger stora variationer vad gäller TTT-data, se avsnittet Kvalitet. Därtill kommer stora variationer med avseende på PPP-faktorer, se också kapitel 5.

TTIs kan med fördel användas för att kontrollera kvaliteten i hantering och distribution. En korrekt användning kan också ge ett gott komplement till Bäst före-märkningen, vilken endast är en tidsangivelse. Integratorn kan ställas in för att mäta/visa hur mycket av Bäst före-tiden som använts fram till tidpunkten för avläsning.

Sammanfattning av det här kapitlet

- Mätinstrumentens prestanda definieras i internationella standards.
- Temperaturmätningar som underlag för reklamationer måste vara förstörande.
- IR-mätning kan endast användas för orienterande mätningar.
- Alla mätinstrument ska vara certifierade och kalibreras minst en gång per år.



8

Lagstiftning, branschriktlinjer och definitioner

Vilka lagar reglerar hanteringen av kylda och djupfrysta livsmedel?

Vilka temperaturkrav gäller för kylda köttprodukter?

Vad reglerar ATP-bestämmelserna?

Vem har det yttersta ansvaret för livsmedlens kvalitet och säkerhet?

Vad menas med utjämningstemperatur?

Lagstiftning och branschriktlinjer

Den svenska livsmedelslagstiftningen bygger på Europaparlamentets och Europarådets förordningar och direktiv, (EG-förordningar och EG-direktiv). Förordningarna gäller i alla EU-länder och är överordnade det enskilda landets lagstiftning, medan direktiven ska inarbetas i det enskilda landets lagstiftning.

Nationellt gäller också den av riksdagen beslutade livsmedelslagen, (SFS 2006:804), som är anpassad till EU-förordningarna. Regeringen har sedan närmare preciserat lagens mening i livsmedelsförordningen, (SFS 2006:813).

Livsmedelsverket, som handhar livsmedelsfrågorna i landet, utfärdar närmare föreskrifter och bestämmelser och anpassar den svenska lagstiftningen till förordningar, direktiv, livsmedelslag och livsmedelsförordning.

Grundläggande EG-förordningar

Lagstiftningen har en mycket stark fokusering på livsmedelssäkerhet och riktar sig till hela livsmedelskedjan, från primärproduktion till försäljning eller tillhållande till konsument. Den enskilde livsmedelsföretagaren ansvarar för produktens säkerhet och kvalitet.

Ett av huvudsyftena är att lägga ansvaret för livsmedelssäkerheten på livsmedelskedjans aktörer. Detta medför bl a ansvar för att egenkontroll finns inom varje företag i livsmedelskedjan. Myndigheternas ansvar fokuseras på att kontrollera livsmedelsföretagarnas kvalitets- och kontrollprogram.

De övergripande kraven finns i följande förordningar och är grunden i lagstiftningen och i arbetet med livsmedelssäkerhet, livsmedelshantering och livsmedelshygien. Förordningarna medförde fr o m den 1 januari 2006 stora förändringar i den nationella lagstiftningen. Många av Livsmedelsverkets föreskrifter ändrades eller upphörde att gälla.

<i>Europaparlamentets och Rådets förordningar</i>	
<i>För livsmedelsbranschen</i>	<i>För den offentliga tillsynen</i>
<i>Förordning (EG) 178/2002 Allmänna principer och krav på livsmedelslagstiftning och om förfaranden i frågor som gäller livsmedelssäkerhet.</i>	
<i>Förordning (EG) 852/2004 Allmänt om livsmedelshygien och gäller alla livsmedel.</i>	<i>Förordning (EG) 882/2004 Bl a om offentlig kontroll för att säkerställa efterlevnaden av livsmedelslagstiftningen.</i>
<i>Förordning (EG) 853/2004 Hygienregler för livsmedel av animaliskt ursprung. Kompletterar reglerna i 852/2004.</i>	<i>Förordning (EG) 854/2004 Om fastställandet av regler för offentlig kontroll av livsmedel av animaliskt ursprung.</i>

Det finns ytterligare en mängd förordningar och direktiv av övergripande karaktär och bland dessa kan nämnas som relevanta för kylda och djupfrysta livsmedel:

- Förordning (EG) 37/2005. Om övervakning av temperatur i utrymmen för transport, förvaring och lagring av djupfrysta livsmedel.
- Förordning (EG) 2073/2005. Mikrobiologiska kriterier för livsmedel som innehåller de formella krav som finns för olika livsmedel.

Vägledningar för praktisk information och som hjälp för livsmedelsbranschen att tolka förordningarna har Kommissionen givit ut:

- Riktlinjer för tillämpningen av vissa artiklar i förordning 178/2002 ger bl a förklaringar till begreppen Spårbarhet, Tillbakadragande och Återkallelse.
- Riktlinjer för tillämpningen av förordning 852/2004 förtydligar bl a riktlinjerna för god hygienpraxis och för tillämpningen av HACCP-principerna.
- Riktlinjer för tillämpningen av förordning 853/2004 förtydligar bl a principerna för godkännande av olika typer av kyl- och fryslager och temperaturkrav vid transport av kött.

För ytterligare information har Livsmedelsverket också utgivit speciella vägledningar, bl a:

- Hygien. Denna vägledning ger mycket belysande förklaringar till förordningarnas text, i definitionsfrågor, bra information om detaljer i olika hygienfrågor och inte minst i mikrobiologiska frågeställningar. Denna vägledning rekommenderas för självstudier.
- Godkännande och registrering av livsmedelsanläggningar.
- Offentlig kontroll av livsmedel.

Aktuella definitioner när det gäller kylda och djupfrysta livsmedel finns i följande förordningar:

- Förordning 178/2002, Artikel 2 och 3
- Förordning 852/2004, Artikel 2
- Förordning 853/2004, Bilaga I
- Förordning 853/2004, Bilagorna II och III (Tekniska definitioner)

Förklaringar och tolkningar till och av dessa definitioner finns i Kommissionens och Livsmedelsverkets Vägledningar. Se också i avsnittet Definitioner längre fram i detta kapitel.

Allmänna krav i lagstiftningen

I lagstiftningen, förordningarna och direktiven finns bestämmelser om livsmedelshantering i allmänhet och speciella krav för olika områden och som varje livsmedelsföretagare måste känna till.

Med undantag av produkter av animaliskt ursprung finns inga specifika temperaturkrav för kyllda livsmedel i lagstiftningen. Det tidigare generella kravet på +8°C i kylvaror finns således inte uttryckt i de nya förordningarna eller i den nationella lagstiftningen.

Indirekt och övergripande temperaturkrav ställs emellertid i EG-förordning 852/2004:

”Råvaror och alla ingredienser som förvaras på ett livsmedelsföretag skall förvaras under lämpliga förhållanden som förhindrar förskämning och skyddar mot kontaminering. Råvaror, ingredienser, halvfabrikat och färdiga produkter i vilka patogena mikroorganismer kan förökas eller gifter kan bildas får inte förvaras vid temperaturer som kan medföra att hälsofara uppstår.”

Mer specifika temperaturkrav för kyllda livsmedel av animaliskt ursprung återfinns i EG-förordning 853/2004:

- Slaktkroppar av tamdjur ska kylas till +7°C före styckning. Undantag utgörs av speciella styckningsförfaranden, t ex varmstyckning.
- Styckningsdetaljer ska kylas till +7°C.
- Slaktbiprodukter ska kylas till +3°C.
- Köttberedningar ska kylas till +4°C.
- Malet kött ska kylas till +2°C.
- Fjäderfä ska kylas till +4°C.
- Färsk fisk och fiskprodukter ska isas eller kylas till en temperatur nära den för smältande is. (D v s 0 till +2°C enligt branschens riktlinjer).
- Flytande ägg ska kylas till +4°C.

Temperaturkraven gäller generellt fram till butik eller storhushåll. För färska fiskeriprodukter och levande musslor gäller emellertid kraven även i dessa led.

Livsmedel av animaliskt ursprung ska kylas till den lagstadgade temperaturen i alla delar av produkten. Nedkylningen ska ske omedelbart efter produktion i för ändamålet avsedd utrustning.

För alla andra livsmedel åligger det producenten eller den som använder eller hanterar livsmedlet i sin verksamhet att bestämma produkttemperaturen så att den uppfyller det från EG-förordning 852/2004 ovan citerade temperaturkravet.

Branschen har utöver temperaturkraven i lagstiftningen gjort överenskommelser som bygger på erfarenheter och beprövad praxis. Dessa temperaturöverenskommelser finns i olika branschriktlinjer.

I Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer anges följande rekommendationer baserade på tidigare lagstiftning och/eller rekommendationer:

- Vakuumpförpackad, rökt eller gravad, fisk ska kylas till +4°C eller lägre.
- Enligt processdefinitionen krävs för s k cook chill- och sous vide-produkter att nedkylningen startas inom 30 minuter efter tillagningen och att

produkttemperaturen sänks till mellan 0 och +3°C inom 90 minuter.

- Råkorv ska kylas till +4°C.

I SLVs Vägledning, Hygien, beskrivs hur man ska ta hänsyn till vilka patogena mikroorganismer som kan förekomma i ett specifikt livsmedel, dessa mikroorganismers tillväxttemperatur och hur man med ledning av dessa samband kan ange lämplig temperatur för livsmedlet i fråga.

Företag som hanterar kylvaror bör förvissa sig om vilka krav på kyltemperatur som gäller eller ska gälla för just deras varor. Observera att när inte lagstiftningen har angivit specifika temperaturkrav ligger ansvaret hos producenten att fastställa de temperaturkrav som ska gälla och som ska anges i märkningen.

För djupfrysta livsmedel ska produkttemperaturen vara -18°C eller kallare. Undantag tillåts enligt lagstiftningen vid kortare transporter och avfrostning i butik då temperaturen tillåts stiga till -15°C. Denna temperatur tillåter branschens riktlinjer endast vid avlastning vid butik eller storköshåll och i samband med avfrostning av exponeringsutrymmen. Dock rekommenderas att -18°C ska vara den högsta temperaturen vid avlastning.

Speciell lagstiftning för djupfrysta livsmedel finns i:

- Kommissionens förordning (EG) nr 37/2005; som beskriver övervakning av temperaturen i utrymmen för transport, förvaring och lagring av djupfrysta livsmedel.
- Direktiv 89/108 EEG; behandlar specifik lagstiftning för djupfrysta livsmedel.
- Rådets direktiv 92/2 EEG; beskriver stickprovsförfarande och analysmetod för den offentliga temperaturkontrollen.

Livsmedelsverkets föreskrifter om djupfrysta livsmedel LIVSFS 2006:12, (H 95), behandlar bl a definitioner, beredning, frysmedier, temperatur, förpackning, märkning och temperaturmätning. Föreskrifterna gäller inte glass och glassvaror.

Branschriktlinjer

Ett flertal branscher har utgivit egna branschriktlinjer och fler riktlinjer kommer att utarbetas. Alla branschriktlinjer finns på SLVs hemsida. Viktiga exempel är:

Djupfrysbyrå: Branschriktlinjer för temperaturdisciplin i hantering av kylda och djupfrysta livsmedel. Dessa ska ses som branschens tolkning av gällande livsmedelslagstiftning, med tyngdpunkt på temperaturfrågor och som

ett komplement till specifika branschöverenskommelser och/eller riktlinjer. De gäller för alla typer av kylda och djupfrysta livsmedel, vegetabilier såväl som animalier. Avsikten med dessa branschriktlinjer är att så långt möjligt säkra kylda och djupfrysta livsmedels kvalitet och säkerhet i distributionen från tillverkare till konsument.

Riktlinjerna är genom sin utformning antagna som en branschöverenskommelse mellan de olika leden i distributionen av kylda och djupfrysta livsmedel varför de gäller om så anges i de avtal eller andra handlingar som utväxlas mellan parterna.

Riktlinjerna är lättillgängliga på Djupfrysningens byråns hemsida: <http://www.djupfrysningensbyran.se>, under rubriken "Branschregler". Riktlinjerna kan också rekvideras kostnadsfritt från Djupfrysningens byrå. De revideras i den takt som visar sig erforderligt och hemsidan uppdateras i takt med eventuella ändringar.

Andra exempel på branschöverenskommelser och riktlinjer är:

Svensk Mjölk: Branschriktlinjer för hygienisk produktion av mjölkprodukter.

Dagligvaruhandelns branschriktlinjer: Säker mat i din butik!

I branschriktlinjerna har hänsyn tagits till bestämmelser i förordningar, direktiv, SLV:s föreskrifter och vägledning.

Internationella standards

För fullständighetens skull ska nämnas att krav på temperaturdisciplin också behandlas i de olika standards enligt vilka företag kan bli certifierade t ex:

ISO 22000:2005, Ledningssystem för livsmedelssäkerhet – Krav för organisationer som verkar i livsmedelskedjan, och ISO 22004:2006, Vägledning för användning av 22000:2005 samt BRC, Global standard för livsmedel.

Internationell överenskommelse om transport av lättfördärliga livsmedel

Internationella transporter kan, förutom gällande livsmedelslagstiftning, också omfattas av: Agreement on Transport of Perishable Foodstuffs (ATP).

Denna överenskommelse omfattar kylda, frysta och djupfrysta livsmedel. EG-förordningarna är emellertid i inomeuropeisk trafik alltid överordnade denna överenskommelse.

SLV:s nu gällande tillämpningskungörelser av denna överenskommelse är:

- SLVFS 1980:4, Omtryckt LIVSFS 1995:17 (H 26)
- SLVFS 1980:5, Omtryckt LIVSFS 1995:18 (H 27:3) med Bilagor 1-3 (63 sidor)
- SLVFS 1980:6, Omtryckt LIVSFS 1995:19 (H 28)

På livsmedelsverkets hemsida www.slv.se finns alla de EG-förordningar och EG-direktiv, liksom den nationella lagstiftning, branschriktlinjer och andra dokument, som kan vara aktuella i respektive företag. Livsmedelsförfattningarna kan man prenumerera på hos Livsmedelsverket.

Vilka bestämmelser gäller i enskilda fall?

EG-förordningarna är alltid överordnade alla andra bestämmelser och kan inte förhandlas bort. EG-direktivens andemening ska vara inarbetade i den nationella lagstiftningen.

Livsmedelslagen, livsmedelsförordningen och Livsmedelsverkets föreskrifter gäller nationellt och ska i alla delar överensstämma med EU-förordningarna och med andemeningen i EU-direktiven.

Agreement on Transport of Perishable Foodstuffs, (ATP) gäller vid internationella transporter, men EU-förordningarna är alltid generellt överordnade i inom-europeisk trafik. Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer gäller överordnat ATP-bestämmelserna, under förutsättning att så överenskommit mellan berörda parter.

Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer som omfattar alla typer av kylda och djupfrysta livsmedel används av medlemsföretagen på frivillig basis. Riktlinjerna gäller om så anges i avtal eller andra handlingar som utväxlats mellan parter.

Vägledning utgivna av Kommissionen eller SLV är inte juridiskt bindande.

Företag som är certifierade enligt någon standard ska följa standardens bestämmelser, vilka inte får avvika från lagstiftningen.

Ansvarslagstiftning

Produktansvarslagen, SFS 1992:18, som omfattar alla typer av varor och alltså också livsmedel, trädde i kraft den 1/1 1993.

Skadestånd kan enligt denna lag utdömas för bl a personskada, som en produkt har orsakat p g a säkerhetsbrist.

Strikt ansvar föreligger, vilket innebär att det ej behöver vara fråga om vårdslöshet eller oaktsamhet. Det räcker med att fastställa orsakssamband.

Produktansvar gäller för:

- konstruktionsfel.
- tillverkningsfel.
- instruktionsfel.
- utvecklingsfel.

Talan ska väckas inom 3 år från det att den skadelidande fått eller borde fått kännedom om skadan.

Talan ska också vara väckt inom 10 år från det att den skadeståndsskyldige satt produkten i omlopp.

I livsmedelslagen behandlas ansvarsfrågor i § 29 och 30. Sammanfattningsvis kan konstateras att den som med uppsåt eller av oaktsamhet bryter mot angivna paragrafer kan, om inte gärningen anses som ringa, dömas till böter. Se vidare i författningen.

Beträffande ansvarsbestämmelser överenskomna inom branschen för lagring och transport hänvisas till Djupfrysingsbyråns Ansvarsbestämmelser för lagring i kyl- och fryshus respektive Nordiska Speditörsförbundets Allmänna bestämmelser.



Definitioner

Definitioner av begrepp som kylvara, kylkonserv, helkonserv, frysta livsmedel och djupfrysta livsmedel är viktiga att känna till, när det gäller hanteringen av olika varor. Det är också värdefullt att känna till definitionen av begrepp som nedkylning, infrysning, kyltid, frystid, utjämningsstemperatur, utmatnings-temperatur, kyl- och fryshastighet, hållbarhet m m när det gäller att jämföra prestanda hos olika system och utrustningar.

Definitioner för hela livsmedelsområdet finns i livsmedelslagstiftningen. För kyl- och frysområdena finns också definitionerna i Djupfrysingsbyråns branschriktlinjer för temperaturdisciplin i hanterig av kylda och djupfrysta livsmedel. Nedanstående definitioner är i vissa fall internationellt överenskomna och framtagna av bl a The International Institute of Refrigeration (Internationella kylinstitutet, med säte i Paris).

Kylda livsmedel

Med kylda livsmedel avses de sedan länge använda begreppen kylvara och kylkonserv.

Kylvara

Kylvara är ett livsmedel, som för sin hållbarhet är beroende av att förvaras i kyla, men som inte är fryst eller djupfryst.

Kylkonserv

Kylkonserv är en hermetiskt förpackad, behandlad kylvara med en hållbarhet på minst 6 månader vid kylförvaring.

Kylkonserv ska skiljas från helkonserv, som är ett livsmedel som har hermetiskt inneslutits i en förpackning och värmebehandlats så att mikroorganismer och enzymer inte kan göra livsmedlet otjänligt till människoföda eller i övrigt nämnvärt förändra livsmedlet vid förvaring under minst ett år i en temperatur upp till +20°C.

Kyllagring och kylförvaring

Med kyllagring och kylförvaring avses lagring av livsmedel vid kontrollerad temperatur mellan produktens fryspunkt och +8°C för animalier och från någon plusgrad till +15°C för vegetabilier. Lagring vid högre temperatur kan förekomma för vissa produkter.

Djupfrysta livsmedel

Med djupfrysta livsmedel förstås enligt LIVSFS 2006:12 (H95) ett livsmedel som:

- har genomgått en nedfrysningsprocess, djupfrysning, i vilken varan infrysas så snabbt som kan krävas för respektive vara.
- alltid håller i alla delar en temperatur på -18°C eller lägre efter infrysning och temperaturutjämning.
- släpps ut på marknaden som djupfrysta livsmedel.

Fryst livsmedel

Med fryst livsmedel menas livsmedel som är fryst men inte djupfryst. Begreppet användes inte annat än undantagsvis i vårt land.

Kyl- och fryskedja

Med kyl- och fryskedja förstås hantering, lagring och transport under temperaturkontrollerade förhållanden från skörd/slakt/fångst/beredning och nedkylning/infrysning fram t o m försäljning i butik eller servering i storhushåll/restaurang.

Infrysning

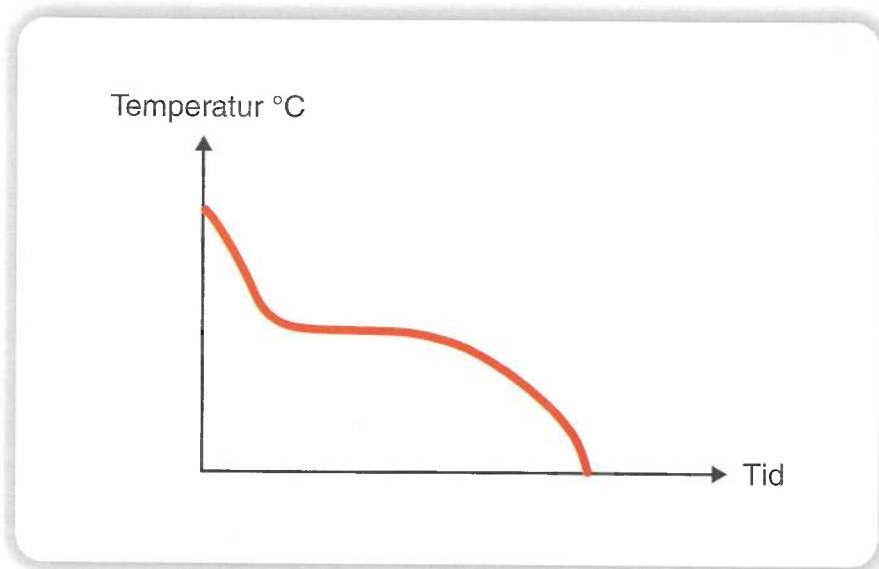
Infrysningen ska ske till en sluttemperatur på -18°C eller kallare i alla delar av produkten. Produkttemperaturen mäts som utjämningstemperatur.

Infrysningen kan delas in i tre steg med avseende på temperatursänkningen:

- förkylningen.
- utfrysningen.
- efterfrysningen.

Se figur 1 som visar de tre olika temperaturstegen.

*Figur 1
Principiell
fryskurva.*



Förkylning

I det första steget, sänks produktens temperatur till produktens fryspunkt eller den temperatur då den första iskristallbildningen sker.

Utfrysning

I det andra steget, är temperaturen i en viss given punkt i det närmaste konstant, eftersom den energi (värme) som bortförs överför huvuddelen av produktens vatten till is.

Efterfrysning

I det tredje steget sänks produkttemperaturen i alla delar av produkten till den avsedda sluttemperaturen. Denna kan vara antingen utmatningstemperaturen, den avsedda lagringstemperaturen eller den sk utjämningsstemperaturen. Dessa temperaturer är inte desamma.

Utjämningsstemperatur

Utjämningsstemperaturen fastställs genom att produkten, efter det den tagits ut från kylaren eller fryssaren, placeras i en termos eller annan typ av isolerad behållare tills dess produkttemperatur är stabil.

Utmatningstemperatur

De temperaturer som råder i produkten, då den tas ut från kylaren eller fryssaren och som varierar från ytan in mot centrum. Temperaturen är lägre (kallare) på ytan än i centrum.

Lagringstemperatur

Den temperatur som hålls i kyl- och frysutrymmena. Temperaturen varierar beroende på de krav som ställs på de varor som förvaras och på vilket led i kedjan det gäller.

Kyl- och fryshastighet

Nedkylnings- och fryshastigheten uttrycks i °C/timme och är differensen mellan start- och sluttemperaturerna i en viss punkt, oftast produktens centrum, dividerat med tiden för nedkylning eller infrysning.

Fryshastigheten kan också uttryckas som isfrontens förflyttning genom produkten, mätt i cm/timme.

Kyl- och frystid

Nedkylningstid är den tid som åtgår för att sänka temperaturen till lagstadgad, vedertagen eller åsatt kyltemperatur.

Frystid är den tid som åtgår för att sänka temperaturen genom de tre infrysningstegen till en utjämningsstemperatur på -18°C .

Nedkylnings- och infrysningstiderna beror på:

- begynnelse- och sluttemperaturerna.
- den energimängd som ska bortföras.
- produktens dimensioner - speciellt tjocklek och form.
- processens effektivitet.
- kyl-/frysmediets temperatur.
- lufthastigheten i utrustningen.

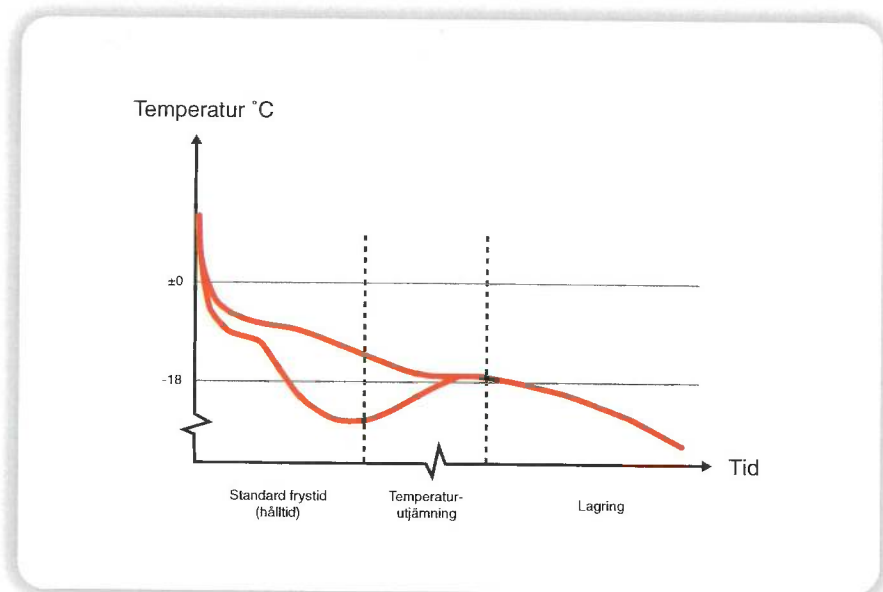
Paktisk nedkylnings- och infrysningstid

Vid industriell nedkylning och infrysning definieras processtiden som den tid det tar att sänka temperaturen från begynnelsestemperaturen till en utjämningsstemperatur på -18°C för djupfrysta livsmedel, figur 2, och till den för den aktuella produkten lagstiftade eller rekommenderade temperaturen när det gäller kylda livsmedel.

Då nedkylnings- eller infrysningstiden för en viss produkt fastställs eller då utrustningens kapacitet för en viss produkt anges, ska temperaturutjämnigen ske utan värmeutbyte med omgivningen, t ex i en termos.

Under praktisk drift sker temperaturutjämnigen under hanteringen av produkten efter nedkylningen eller infrysningen, d v s under packning, pallläggning och transport till lagret och/eller under lagringen. Detta innebär att utjämningsstemperaturen i praktiken påverkas av omgivande lufttemperaturer. Det

Figur 2
Definition av
industriell infrysning.



är därför viktigt att de olika hanteringsmomenten mellan nedkylnings- eller infrysningsutrustningen och lagret sker så snabbt och vid så låg omgivningstemperatur som möjligt.

Den tid produkten befinner sig i nedkylnings- eller infrysningsutrustningen benämns Standardkyltid/Standardfrystid, STF, eller Hålltid, HT och därefter följer Utjämnings tiden, ET, under vilken temperaturutjämnning sker i produkten.

Den översta kurvan i figur 2 visar temperaturen i centrum av produkten och den understa yttemperaturen. Efter standardkyltiden eller standardfrystiden tas produkten ut ur snabbkylen/frysaren och temperaturutjämnningen påbörjas under den fortsatta hanteringen och lagringen. Temperaturförloppet under nedkylning är naturligtvis detsamma som i figur 2, men vid andra temperaturnivåer.

Nedkylningen eller infrysningen sker således i praktiken inte till den lagstiftade eller rekommenderade centrumtemperaturen, för djupfrost -18°C , i utrustningen, vilket är en vanlig uppfattning.

Utjämnings temperaturen beror på omgivande temperatur men ska enligt gällande lagstiftning vara -18°C eller kallare för djupfrysta livsmedel, medan den varierar för kyllda livsmedel. I praktiken är utjämnings temperaturerna som regel betydligt lägre i produktionsledet. Jämför Djupfrysningens byråns branschriktlinjer för temperaturdisciplin i hantering av kyllda och djupfrysta livsmedel.

Kylvarors och djupfrysta varors hållbarhet

Hållbarheten eller Lagringstiden för ett kylt eller djupfrost livsmedel kan definieras på flera sätt, t ex:

- High Quality Life (första iakttagbara förändringen),
- praktisk lagringstid,
- acceptabilitetsgräns.

Under många år har skillnaden mellan dessa varit mycket stor men med ett ökat kvalitetsmedvetande har begreppen närmast sig varandra. Lagringsdugligheten bestäms av producenten för varje produkt och varierar inom mycket vida gränser. Se också kapitel 3 och 5.

High Quality Life, HQL

Den första iakttagbara förändringen kan också bestämmas genom någon form av kvantitativ analys, t ex kemisk. HQL är emellertid definierad genom sensorisk analys per definition.

I ett triangeltest anses denna förändring statistiskt signifikant, då 70 % av en tränad testpanel kan särskilja produkten från kontrollprovet, som lagrats på ett sådant sätt att inga eller marginella förändringar uppstått.

Begreppet kan jämföras med hållbarhet uttryckt som "bäst-före".

Praktisk lagringstid

Den praktiska lagringstiden är den tid efter nedkylning eller infrysning som produkten kan lagras utan att dess karakteristiska egenskaper förändrats och/eller förändringar av kemisk, biokemisk och fysikalisk natur är så små, att dess lämplighet för konsumtion eller vidareförädling inte påverkats. I kylda produkter får inte mikroorganismer märkbart ha förändrat produkterna. Se också kapitel 4 och 5.

Acceptabilitetsgräns

Den tid efter vilken en eller flera förändringar är så stora att produkten ej kan accepteras som livsmedel. Se också kapitel 3 och 4.

Sammanfattning av det här kapitlet

- Nationell lagstiftning är underordnad EUs lagstiftning.
- Det finns speciell lagstiftning för djupfryssta livsmedel.
- Branschriktlinjer är den aktuella branschens tolkning av Livsmedelslagen.
- Djupfrysningensbyråns riktlinjer ger rekommendationer för hela hanteringskedjan, från produktion fram till butik och storhushåll.

Referenser

3rd Informatory note on refrigeration and food, Temperature Indicators and Time-Temperature Integrators, L Bøgh-Sørensen and G Löndahl, International Institute of Refrigeration, Paris, 2004

Acceptability of frozen stored consumer fish products, IM Mackie et al Int. Journal of Refrigeration, 1986

Agreement on Transport of Perishable Foodstuffs

Air blast in-line freezing versus ultra rapid freezing, A comparison of freezing results with some various vegetables and prepared foods, S Åström, G Löndahl
Proceedings Int. Inst of Refrigeration, Com 4 & 5, Budapest, Hungary 1986

Allmänt om mögelsvampar, P. Adamek
SIK-Rapport 1995, nr 616

Branschriktlinjer för hygienisk produktion av mjölkprodukter, Utarbetade av Svensk Mjölk

Branschriktlinjer för temperaturdisciplin i hantering av kyllda och djupfrysta livsmedel, Utarbetade av Djupfrysingsbyrån.

Den Svenska Kylteknikens Historia, Svenska Kyltekniska Föreningens Jubileumsbok, 1992

Djupfrysingsbyrån 40 År, Göran Löndahl och Kjell Olsson, 1993

Djupfrysingsbyråns Statistik

Encyclopedia of Food Science and Technology, Y H Hui
John Wiley & Sons, New York, USA

Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework, ISO 14040:2006(E), International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland

Europaparlamentets och Rådets Förordning (EG) nr 178/2002

Europaparlamentets och Rådets Förordning (EG) nr 852/2004

Freezing and Frozen Storage, Some fundamental food technology aspects. G Löndahl, Frigoscandia, Helsingborg, 1994

Freezing systems for the food industry, Encyclopedia of Food Science and Technology, J Heber, G Löndahl, P O Persson, L Rynnel,
John Wiley & Sons Inc, New York, USA, 1991

Frozen food quality and energy savings in bulk storage, 1980, Göran Löndahl & Anders Lindborg, Frigoscandia AB, Helsingborg

Frukt & Grönsaks håndbog,
Bioteknisk Institut. Kolding, Danmark

Hur definierar man livsmedelskvalitet?, Åke Bruce, Vår Föda nr 8, 1995

Hur man undviker att bli sjuk av mat, Faktablad 11,
Livsmedelsverket, maj 1999, rev aug. 2006

Influence of plant design and operation on weight loss in cold storage,
P O Persson
Int. Inst. of Refrigeration Com 2.4.5.7 Leningrad, 1970

IPCC (2007), Intergovernmental Panel on Climate Change Climate Change
2007, IPCC Fourth Assessment Report, The Physical Science Basis,
(<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>)

Klimatavtryck från hushållens matavfall, aug 2008, Konsumentföreningen
Stockholm.
http://www.konsumentforeningenstockholm.se/templates/page____3400.aspx

Klimatfrågan på bordet, 2008, Formas fokuserar, redaktör: Birgitta Johansson,
Formas. http://www.formas.se/formas_shop/StartPageShop____3212.aspx

Kommissionens Förordning (EG) nr 37/2005

Kommissionens Direktiv 92/2 EEG

Kyla och Livsmedel, Igår och idag,
G Löndahl, Kyla på gott och ont, Arbetslivsinstitutet, 1996:5

Kylkedjan för livsmedel – en kartläggning av den svenska distributionen med
fokus på temperaturbrister, M Karlberg, J Klevås,
Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2002

Livsmedel, Volym 1, Infrysning, 1985, Carl Erik Danielsson, Bengt Hall-
ström, Kåre Larsson, Tryckericentralen, Lund

Livsmedelsteknologi 1, Konserveringsmetoder, P E Andersen, J Risum,
Studentlitteratur, Lund, 1987

Livsmedelsteknologi 1-3, P E Andersen, J Risum, Studentlitteratur, Lund

Livsmedelsverkets författning LIVSFS 2006:12

Livsmedelsverkets författningssamling, LIVSFS 2006:12(H95)

Livsmedelsverkets hemsida: www.slv.se
Prenumeration på livsmedelsförfattningarna via:
Livsmedelsverkets kundtjänst: Box 622, 751 26 UPPSALA

Livsmedelsverkets rapport, 14 – 2004

Livsmedelsverket

Mat och klimat, En sammanställning om matens klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv. 2008, Thomas Angervall, Ulf Sonesson, Friederike Ziegler och Christel Cederberg, SIK rapport 776

Maten och miljön, Livscykelanalys av sju livsmedel, LRF, 2002

Märkning av färdigförpackade livsmedel, Handbok,
Livsmedelsföretagen

Microbiological aspects of freezing foods, G Löndahl, T E Nilsson
International Journal of Refrigeration, 1, 1978

Personlig kommunikation, Göran Löndahl, GL-konsult, Member of the Frigo Team Group

Rapport från en slaskhink, mars 2009, Konsumentföreningen Stockholm
http://www.konsumentforeningenstockholm.se/templates/page____3579.aspx

Recommendations for the processing and handling of frozen foods,
International Institute of Refrigeration, Paris, France

Recommended conditions for coldstorage of perishable produce,
International Institute of refrigeration, Paris, France

Standarder, som finns att köpa hos SIS Kundtjänst, Telefon 08-555 523 10
SS-EN 12 830. Termometrar, temperaturmätare för transport, lagring och distribution för kylda och frysta matvaror – provning och krav.

SS-EN 13 485. Termometrar för mätning av luft och produkttemperaturer vid transport, lagring och distribution av kyld och fryst, djupfrost/snabbfrost mat och glass – provning, prestanda, användbarhet.

SS-EN 13 486. Temperaturmätare och termometrar för transport, lagring och distribution av kyld, fryst, djupfrost/snabbfrost mat och glass – och periodisk kontroll.

Säker mat i din butik!

Dagligvaruhandelns branschriktlinjer för egenkontrollprogram

Temperaturer i storhushåll och butik, Riksprojekt 2003,
M Lindblad, M Boysen,
Rapport 14 -2004, Livsmedelsverket, Uppsala 2004

The Quality of Frozen Foods, M Jul
Academic Press, London UK, 1984

Time-Temperature-Tolerances for some fish and meat products,
G Löndahl, C E Danielson
Int. Inst. of Refrigeration Com C2, Warsaw, 1972

