

Houdbaarheid verlengen met optimaal behoud van vers eigenschappen, passend in een goed functionerend HACCP-systeem is een betrachting in de voedselproductie en – verwerking.

HACCP, hoe ver staan we ermee? Industrieel per lading koelen van producten.

Verlengen van houdbaarheid kan door inwerken op temperatuur (hoge temperatuur – tijd combinaties doden micro-organismen af; lage temperatuur legt ze “in slaap” voor een beperkte tijd), door verandering zuurgraad (weinig of geen ontwikkeling microben bij basisch of zeer zuur middel), door verminderen wateractiviteit (vocht in product, voor (bio)chemische reacties minder beschikbaar maken door zout, suiker, drogen,...) of door een beschermend omgevingsgas (i.p.v. lucht) of door een combinatie ervan. Voorbeelden hiervan zijn: hittebehandeling (steriliseren, UHT, pasteuriseren), koelbehandeling (snelkoelen, bewaarkoelen), drogen, centrifugeren, filteren, verpakking, pekelen, suikeroplossing, gelei, roken, conserveermiddelen, luchtvrij verpakken in bokaal, blik, brik, kunststofverpakking, vacuümzak, onder bepaalde gasatmosfeer verpakken (begassen). Het koppel : pasteuriseren door koken (afdoden levende micro-organismen, kiemen kunnen overleven) met direct snelkoelen erna is ideaal om vers eigenschappen en houdbaarheid te combineren.

Snelkoelen en snelvriezen versus bewaren.

Het snelkoelen en snelvriezen heeft de laatste jaren enorm aan belang gewonnen. Deze vraag is niet ontstaan omdat de mens in de voedselketen het minder en minder nauw nam met de hygiënevoorschriften maar wel omdat er steeds meer tot gekoelde bewaring en meer op langdurige bewaring werd overgegaan, dit voor een vlotte organisatie. Het snelkoelen dient vooral om de microbiologische activiteit in de gevaarlijke zone tussen +60°C en +10°C stop zetten en zo snel als mogelijk (minder dan 2u) naar een veiliger bewaartemperatuur van enkele graden boven 0°C te gaan. Maximum bewaarduur is dan 6 à 21 dagen (in bewaar ruimte): naargelang van het product. De Europese Wetgeving is strikt voor bereide waren die later worden verbruikt: ontkoppeld koken of koude lijn, voor andere houdbaarheidsthema's gebruikt de industrie haar eigen normen (via labotesten bvb.). Snelvriezen is er vooral omwille van de vochtinhouding in een product (tegen vochtverlies tijdens invriezen en ontdooien). Hier bestaat enkel een Franse Norm (NF): +63°C naar -18°C kerntemperatuur in minder dan 3u bereiken. Maximum bewaarduur is dan meerdere maanden (in bewaar ruimte). Vooraleer we dieper ingaan op de eigenschappen en technieken van het snelkoeling en snelvriezen houden we eraan een klein misverstand de wereld uit te helpen: veel gebruikers gebruiken de termen snelkoelen, snelvriezen, invriezen nogal te pas en te onpas voor een verbeterde soort bewaring.

- De term bewaring, bewaarkoelen of bewaarvriezen wordt gebruikt voor die gevallen waar men de producten langdurig (een paar dagen, een paar weken, een paar maanden, ja zelfs een paar jaar) gaat stockeren.

Kenmerken zijn hier:

- Een lage luchtsnelheid en geringe ventilatie in proportie tot de te koelen ruimte: uitdroging tegengaan want dit betekent kwaliteit- en kwantiteitsverlies
- Een relatief groot volume aan stockeerruimte
- Een constant gehouden temperatuur en vochtigheid gedurende een lange periode: ieder product heeft zijn geliefkoosde temperatuur en relatieve vochtigheid

- Een automatische ontdooiing met eventuele noodontdooiing manueel (vb. natuurlijke ontdooiing, of elektrische weerstanden) wordt bevolen door een klok en eventueel door een thermostaat beëindigd
- Een meestal hoge servicegraad, d.w.z. de deur wordt regelmatig geopend om waren bij te plaatsen of uit te nemen
- Meting van luchttemperatuur, constante verdampingstemperatuur koelsysteem
- Berekening koelcapaciteit gebeurt met methode van soortelijke warmte, een vereenvoudigde methode, bruikbaar voor zeer beperkte afkoeling en met wandverliezen, ventilatieverliezen en andere warmtewinsten voor handhaving temperatuur

De term inkoelen, snelkoelen, invriezen, snelvriezen of shockfreezing kan alleen gebruikt worden in die gevallen waar heel snel een bepaalde temperatuurzone wordt overbrugd, waar men erin slaagt de temperatuur heel snel te doen dalen.

Kenmerken hier zijn:

- Hoge luchtsnelheid en ventilatie in verhouding tot de te koelen ruimte: product neemt hierdoor vlugger de temperatuur van de omgeving aan
- Een verdamer of koeler met een groot oppervlak: groot koelvermogen en werking met een niet te groot Δt (temperatuurverschil tussen ruimte- en verdampingstemperatuur): uitdroging en dichtvriezen tegengaan
- Een relatief kleine ruimte
- Een temperatuur die heel snel gaat dalen (vandaar de termen 'snel' en 'shock'); relatieve vochtigheid is van ondergeschikt belang, daar slechts kortstondige verblijftijd
- Een korte verblijftijd van de waren: na dit proces (een 'cyclus') worden deze in een bewaar ruimte gebracht
- Het ontbreken van het soort automatische ontdooiingen zoals we die bij bewaring kennen, dit zou de ruimte terug opwarmen wat gezien de grootte van het koelelement erg nefast zou zijn: product zou opnieuw opgewarmd worden, in zijn gevaarlijk gebied
- Een lage servicegraad: de deur dient bij voorkeur gedurende het hele traject gesloten te zijn, deelladingen zijn ten stelligste afgeraden want onveilig (geen controle mogelijk)
- Meting van luchttemperatuur en van kerntemperatuur, met als gevolg een verdampings - temperatuur van het koelsysteem die gedurende de cyclus naar beneden toe evolueert, naarmate de luchttemperatuur dit doet
- Koelcapaciteit wordt voor de zekerheid proefondervindelijk getest: te ingewikkeld proces: zie verderop (warmte diffusie van een product).

Een over gedimensioneerde soort bewaring kan niet tot het snelkoel – of snelvriesgebeuren worden gerekend daar deze slechts weinig van laatste eigenschappen telt. Nochtans werd dit jarenlang als het middel gezien om naast de bewaring een zeker percentage als inkoel – of invriesruimte te gebruiken. Dit was een goedkope manier doch zeker niet de beste. Men zat steeds met een tweestrijd tussen inkoelen en bewaren. Bovendien werd hierbij veel te traag terug gekoeld wat ten nadele van de productkwaliteit is.

Vooraf in het onderscheid enerzijds tussen een directe luchtstroom, gelijkmatig doorheen alle producten (in breedte, diepte en hoogte) voor goed snelkoelen en anderzijds een zachtere, onrechtstreekse ventilatie bij gekoelde bewaring is te benadrukken.

Tweede belangrijk punt, zeker in het licht van HACCP-procedures, is het meten van kerntemperatuur van de voedingswaren bij afkoeling.

Belangrijke parameters bij snelkoelen.

Er zijn koeltechnische parameters en product technische. De koeltechnische hebben te maken met koelcapaciteit en luchtverdeling. De product technische met de hoeveelheid ingebracht product (massa in kg), de aard en vorm ervan en de gebruikte verpakking. Echte blast chillers houden rekening met beide facetten:

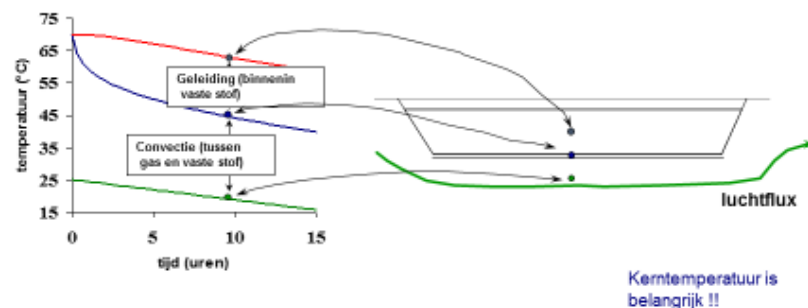
Koeltechnische parameters:

Warmtewisseling vanuit de lucht doorheen een vaste stof (product) kan op 3 manieren gebeuren: via straling, convectie of geleiding.

De koude overdracht bij snelkoelen gebeurt door geleiding binnen in het product (van buiten naar binnen) en door convectie tussen de omgevingslucht en de rand van het product of binnen de buitenste lagen van vloeibare producten: zie figuur 1. Convectie is luchtbeweging onder invloed van temperatuurverschillen. Stralingswarmte is van ondergeschikt belang.

Fig 1

WARMTEWISSELING BIJ SNELKOELEN :
PRINCIPES VAN WARMTEWISSELING BIJ
VERANDEREND REGIME



Drie parameters zijn belangrijk: luchttemperatuur, luchtsnelheid en luchtrichting. De luchttemperatuur is onlosmakelijk verbonden met de geïnstalleerde koelcapaciteit ten opzichte van belasting of belading van het toestel. De luchtsnelheid hangt af van de kracht van de ventilatoren en van de bouw van het koelement. De luchtrichting heeft te maken met de bouwwijze en de geometrie van koelement en koelcel.

Een koelement of verdampersblok bestaat uit een koudemiddelcircuit in koperen buizen waarrond aluminium lamellen of vinnen zijn geperst om het uitwisseloppervlak te vergroten. Om dit oppervlak nog te optimaliseren zijn de vinnen gekarteld en zitten de vinnen heel kort op elkaar (kleine vin afstand).

Warme producten veroorzaken een grote vochtbelasting op de verdampers, ook al zorgt de hoge ventilatie voor een vertraging van dit fenomeen. Een goede ontdooiing, liefst na elke cyclus, is essentieel voor een optimale koelcapaciteit, maar ook voor een werking volgens hygiëne- en HACCP-voorschriften.

Productparameters

Uiteraard is de duur van de cyclus afhankelijk van de ingebrachte hoeveelheid product (massa in kg): een snelkoeler is berekend op een nominale lading van een standaard product. In één adem moeten we ook de andere parameters vermelden: soort product, productdikte en vorm, productverdeling in toestel, verpakkingswijze en bedekking.

Het soort product is heel belangrijk: een hoeveelheid puree koelt moeilijker af dan eenzelfde hoeveelheid erwten. Hierbij spelen 2 fysische eigenschappen van het product een rol: de soortelijke warmte en de geleidbaarheid.

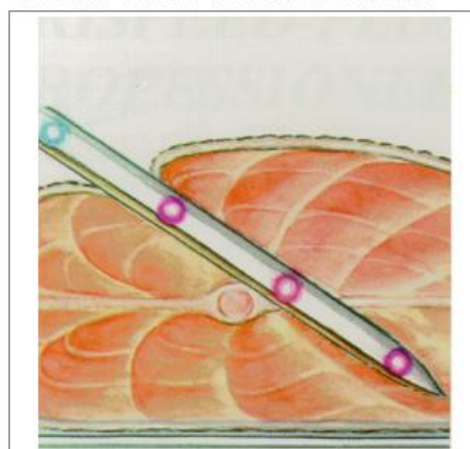
De soortelijke warmte is een soort weerstand tegen afkoeling en drukt zich uit in kcal of kJ per kg product en per °C temperatuurdaling en varieert van product tot product. In grote lijnen kunnen we stellen: hoe meer % vocht een product bevat, hoe hoger soortelijke warmte; hoe vetter en/of droger het product, hoe lager de soortelijke warmte.

Deze waarden zijn gemakkelijk in literatuur te vinden en zijn gemakkelijk om mee te rekenen, en daardoor heel populair in de koeltechniek. Rekenen met de soortelijke warmte van een product is echter alleen betrouwbaar voor kleinere temperatuurdalingen (bijvoorbeeld van +10° naar +3°C) en/of voor producten van geringe dikte. Water met soortelijke warmte = 1 kcal/kg °C, koelt veel sneller dan aardappelpuree met soortelijke warmte = 0,9, wat normaliter andersom zou moeten zijn. Dit komt door de convectie en de geleiding.

Voor belangrijke temperatuurdalingen en diktes zit men immers steeds geplaagd met temperatuurverschil in het product, tussen buitenkant en kern. Dit is niet verwaarloosbaar: er kunnen verschillen optreden van 15 à 20°C. Vereenvoudigd is er gemiddeld zo'n 2°C temperatuurverschil per cm productdikte. Daarom zijn meerpuntsnaaldvoelers, die meerdere kerntemperaturen meten, interessant (zie fig. 4).

Figuur 4

MEERPUNTS NAALDVOELER



Twee bedenkingen bij dit fysisch fenomeen: de productdikte is uiterst belangrijk bij snelkoelen (zie fig. 2). En het temperatuursverloop binnenin het product kan niet via eenvoudige formules worden vastgelegd maar wel empirisch (proefsimulaties) en via computermodellen. Zowel TNO in Nederland, als de U. Gent en de K.U. Leuven staan al ver met deze modellen en met het thema houdbaarheid. Fysische gegevens als warmtediffusie, het samenspel van geleidbaarheid, soortelijke warmte, densiteit en convectie (binnen vloeistoffen) spelen hierbij een rol. Vandaar dus dat snelkoelfabrikanten testen doen om te zien hoe het product reageert in de praktijk.

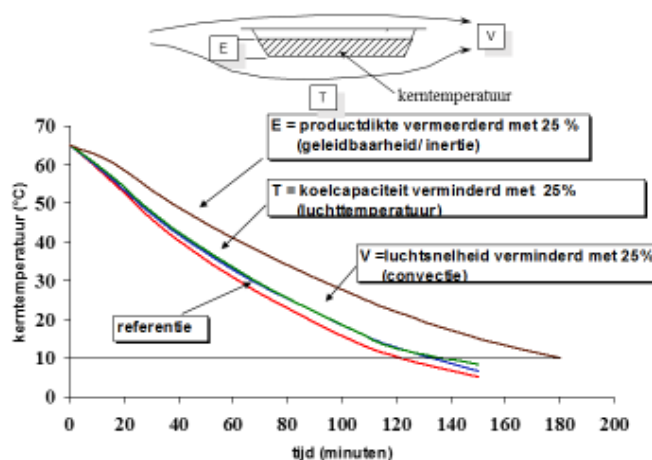
Bij het bereiken van een kerntemperatuur van 0° à -6°C (afhankelijk van de oplossing: zuiver water of zout/suikerachtig sap) wordt het celsap omgezet in ijskristalletjes. Om te kunnen veranderen van aggregatietoestand (vloeibaar naar vast) komt hierbij stollingswarmte vrij, die door de koelmachine moet worden weggenomen. Voor snelvriezers is deze zogenaamde kristallisatiezone, de zone waarin de sappen omgezet worden in ijskristallen enorm belangrijk, hoe sneller hoe kleiner de kristallen (en meer in aantal) en hoe minder weefselbeschadiging binnen de textuur van de voeding. Dit vraagt heel veel energie: dit uitkristalliseren op zich vraagt meer koelvermogen (en ook tijd) dan een volle snelkoelcyclus +65 -> +10°C!

De vorm en verdeling is rechtstreeks verbonden met de productdikte. Dezelfde hoeveelheid product verdeeld over een dubbel aantal bakjes geeft bijna 20% sneller afkoeltijd. Daarom wordt aanbevolen de producten goed te verdelen in kleinere eenheden, over de hele hoogte van het toestel. De meest snelkoelers zijn getest met standaarddiktes van 40 à 50 mm. Is er op folder sprake van grotere diktes dan is dit slechts indicatief.

Op de rangschikking van verpakkingsmateriaal is er een 10-tal% verschil tussen RVS recipiënten (vb. collectiviteiten – grootkeuken/catering) en geplastificeerd karton zoals gebruikt bij de Franse normen en voor industriële catering.

Dat al dan niet bedekking voorzien voor de voedingswaren, met name uit hygiënisch oogpunt, eveneens niet te verwaarlozen is, toont fig. 2 waar bedekking met de productdikte wordt gecombineerd.

Figuur 2
WARMTEWISSELING BIJ SNELKOELEN
VERGELIJKENDE STUDIE BELANGRIJKSTE PARAMETERS



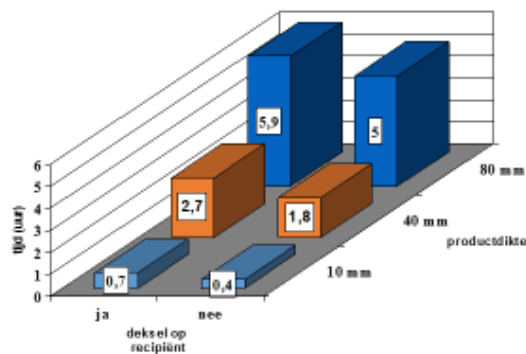
Belangrijkheid parameters

Welke parameters belangrijkst zijn zien we op **figuur 3**. De onderste kromme stelt de referentielijn voor van 3 belangrijke parameters: productdikte, koelcapaciteit en luchtsnelheid waarbij in 120 minuten de 10°C net wordt bereikt (Europese definitie gevarenzone). De 3 parameters worden telkens 25% verslechterd. Zowel koelcapaciteit als luchtsnelheid vragen dan 10% meer inkoeltijd, terwijl een 25% dikker product 50% meer eist!

Figuur 3

WARMTEWISSELING BIJ SNELKOELEN ONAFHANKELIJKE LABOTESTS

Testen, gedaan door de Universiteit van Bristol, UK
bolognesesaus, luchtsnelheid van 3 m/s, constante luchttemperatuur van -2°C
Afkoeltijd kern om van 70°C naar 10°C te gaan.



We kunnen hier dan ook besluiten met een oproep tot geïnteresseerde gebruikers, voorschrijvers en installateurs: vraag uw leverancier naar de testprocedures waarbij de capaciteit is opgegeven zodat indianenverhalen in folders gerelativeerd worden en zodat deze objectieve, fysische parameters worden gehanteerd ter vergelijking van verschillende systemen.