

133469

# Kwaliteitsaspecten van ontdooide vis

**W. Vyncke**

Ministerie van Landbouw  
Rijkscentrum voor Landbouwkundig Onderzoek - Gent  
Rijksstation voor Zeevisserij  
Ankerstraat 1 - B - 8400 Oostende

Instituut voor Zee- en landbouwkundig onderzoek  
Instituut for Marine Science and Fisheries  
Prinses Elisabethlaan 67  
8401 Broedene - Belgium - Tel. 059 / 80 37 15

De invloed van de verschillende ontdooitechnieken op de kwaliteit van de vis wordt behandeld : ontdooien in lucht zonder ventilatie, in vochtige lucht met ventilatie, in water met cirkulatie, in vacuüm met kondenserende stoom, diëlektrisch met makrogolven en diëlektrisch met mikrogolven. De invloed van het ontdooien en het herinvriezen op de kwaliteit van de vis wordt eveneens besproken.

Als besluit geldt dat er verschillende uitstekende industriële systemen ter beschikking zijn die toelaten de vis met een minimum aan kwaliteitsverlies te ontdooien. De meest geschikte methode hangt van een aantal factoren af (vissoort, grootte, verwachte capaciteit, enz.) die van geval tot geval moeten bekeken worden. Er kan alleszins worden vermeld dat het gewoon aan de lucht laten ontdooien dient te worden afgeraden.

### 1. Inleiding

Het verbruik van diepgevroren visserijproducten is de jongste jaren sterk toegenomen. In principe zouden deze producten best alleen door de konsument ontdooid worden of zelfs zonder ontdooien bereid worden (bv. fish sticks). In de praktijk echter is het ontdooien van diepvriesvis gevolgd door het panklaar maken, het terug invriezen of het verder verwerken (bv. roken, inblikken) onvermijdelijk. Enerzijds wordt een grote hoeveelheid vis op zee ingevroren, waar meestal noch de nodige tijd noch de nodige ruimte aanwezig is om voor de konsumenten rechtstreeks geschikte producten te maken, zodat verdere bewerkingen in ontdooide toestand aan land nodig zijn. Anderzijds is de aanvoer van vis meestal aan sterke schommelingen onderhevig, zodat ook aan land tot diepvriezen van de ruwe grondstof moet worden overgegaan. Daarenboven is het voor de visverwerkende bedrijven noodzakelijk om zoveel mogelijk over een regelmatige toevoer van grondstoffen voor verdere bewerking of transformatie te beschikken zodat buffervoorraden diepvriesvis nodig zijn.

Voor het ontdooien wordt de vis nog zeer dikwijls gewoon op de grond of op rekken geplaatst. Het ontdooien kan dan, afhankelijk van de dikte van de blokken en van de temperatuur één tot twee dagen duren voordat de vis kan worden verwerkt. Het is duidelijk dat de bovenste lagen dan veel te lang onder ongunstige omstandigheden worden bewaard, zodat het produkt dikwijls sterk in kwaliteit achteruitgaat. Men dient immers niet uit het oog te verliezen dat de bacteriën en de enzymen door het diepvriezen niet vernietigd worden zodat vis bij het stijgen van de temperatuur terug aan bederf onderhevig is. Bij vette vissen komt daarenboven nog het gevaar voor ranzigheid bij.

Het ontdooien van vis zou alleen in hiervoor geschikte installaties mogen plaatsgrijpen. De meeste technieken kunnen in twee categorieën worden ingedeeld, die respectievelijk gebruik maken van de termische (externe verwarming) en de elektrische eigenschappen (inwendige verwarming) van de vis. In de eerste categorie worden vooral het ontdooien in water en in vochtige lucht toegepast. De jongste jaren wordt ook stoom van lage druk (vacuüm) gebruikt. Bij de elektrische procédés kunnen de elektrische weerstand, hoog frequentie stromen en mikrogolven worden vermeld. Deze technieken kennen wegens hun hoge kostprijs en groot energieverbruik slechts beperkte toepassingen. Daarenboven stelt het gevaar voor plaatselijke oververhitting van de vis problemen. De jongste jaren is echter meer aandacht besteed aan het mikrogolvensysteem maar dan in combinatie met lucht- of waterontdooiing.

De ontdooiprocédé's zelf worden hier niet verder in detail besproken daar in dit referaat de nadruk op de kwaliteitsaspecten zelf wordt gelegd. Wel kan verwezen worden naar de overzichtsartikelen door Jason (13) en Crépey en Maillard (6) over dit onderwerp.

Talrijke factoren beïnvloeden de kwaliteit van ontdooide vis : de soort vis, de grootte, de biologische gesteldheid (afhankelijk van de geslachtscyclus, visgrond), de versheid van de grondstof, de behandeling vóór het invriezen, de opslagtemperatuur en -duur, de ontdooimethode en de behandeling na het ontdooien. Wij behandelen hier alleen de invloed van het ontdooien zelf. Tevens wordt aandacht besteed aan het terug invriezen van de ontdooide vis en aan de invloed op de kwaliteit van verwerkte vis (gerookt, gemarineerd, ingeblikt).

## 2. Invloed van het ontdooien op de kwaliteit van de vis (rauw of verwerk).

### 2.1. In lucht zonder ventilatie

Het gewoon ontdooien aan de lucht veroorzaakt een denaturatie van de eiwitten, die textuur- en smaakveranderingen teweegbrengt. Deze eiwitdenaturatie kan o.m. door het bepalen van de in 5 % zout oplosbare eiwitten worden gevolgd. In tabel 1 wordt de invloed van de ontdooitijd op de eiwitdenaturatie weergegeven voor haring die bij  $-35^{\circ}\text{C}$  werd ingevroren (20).

Naast de denaturatie blijkt ook de houdbaarheid van ontdooide vis kleiner te zijn. Rakow (22) voerde proeven uit op kabeljauw (*Gadus morhua*) die gedurende 12 weken bij  $-28^{\circ}\text{C}$  was bewaard en daarna bij  $20^{\circ}\text{C}$ – $22^{\circ}\text{C}$  in 12 uur werd ontdooid. De vis werd dan in ijs bewaard. De resultaten werden vergeleken met deze van kabeljauw van dezelfde partij die niet werd ingevroren. De organoleptische proeven toonden een duidelijk lagere kwaliteit en een minder lange houdbaarheid van de ontdooide vis aan (ca 3 dagen). De bepaling van de totale vluchtige basische stikstof (TVB) die een maatstaf voor het bederf is, en van het totaal aantal bacteriën (TAB) bevestigden dit. Door het ontdooien steeg de TVB van 15,7 tot 19,2 mg/100 g en de TAB van 230 000 tot 380 000/g. Het gewichtsverlies na koken bedroeg 13 % voor de verse vis en steeg tot 20 % voor de ontdooide vis. De kwaliteit van ontdooide vis kan aanzienlijk worden verbeterd door gebruik te maken van industriële ontdooiinstallaties.

### 2.2. In vochtige lucht met ventilatie

Met deze techniek die diskontinu (in kamer) of kontinu (in tunnel) kan worden toegepast, worden produkten van goede kwaliteit bekomen (1) (14) (25) op voorwaarde dat de dooifactoren goed in handen worden gehouden. Zo mag de temperatuur de  $20^{\circ}\text{C}$  niet overschrijden en mag de dooiduur niet langer dan 4-5 uur bedragen. Hiervoor mogen de visblokken niet dikker dan 10 cm zijn en de luchtsnelheid ongeveer 5-6 m/sec. bedragen. Worden de geciteerde temperatuur en/of duur overschreden dan wordt de vis zachter, vertonen de filets gapingen en wordt in bepaalde ge-

vallen een onaangename geur waargenomen. Wegens het gevaar voor oxydatie wordt deze techniek niet voor vette vissoorten aangeraaden (14).

Hewitt (10) vergeleek deze methode met het ontdooien in water (zie verder).

### 2.3. In water met cirkulatie

Het ontdooien in water is het meest toegepast industrieel procédé. Dit kan gebeuren door besproeiing of door indompeling, waarbij verschillende varianten (kontinu of diskontinu) mogelijk zijn (zie (6)). De ontdooitijd en de watertemperatuur zijn hier eveneens belangrijk. In tabel 1 is de vastgestelde eiwitdenaturatie bij haring in functie van enkele dooijtijden en watertemperaturen vermeld. Alhoewel er over de optimale temperatuur geen eensgezindheid bestaat tussen de verschillende onderzoekers blijkt in ieder geval  $20^{\circ}\text{C}$  wel een maximum te zijn. Op te merken valt dat de vissoort, de grootte en het verlangde eindprodukt hier hun invloed doen gelden.

Hewitt (10) voerde proeven uit bij  $18^{\circ}\text{C}$  en  $21^{\circ}\text{C}$  (dooitijd : 3 1/2 - 4 u) op kabeljauw en haring. Een temperatuur van  $18^{\circ}\text{C}$  bleek de beste resultaten te geven. Met water van  $21^{\circ}\text{C}$  werd een lichte verbleking van de huidskleur, bijzonder bij de kleinere vissen vastgesteld. De consistentie was ook zachter. De hieruit gesneden filets vertoonden meer gappingen, waren minder stevig en sporadisch kwamen licht bruine verkleuringen voor. De organoleptische keuring gaf geen verschil tussen kabeljauw die in water of in vochtige lucht (zie boven) werd ontdooid. Het kiemgetal van in water ontdooide vis lag daarentegen significant lager.

Het fileerrendement lag ca 1 % lager bij de in water ontdooide vis. Een bijkomend voordeel voor het ontdooien in water is dat de vis gewassen is en zelfs ontschudd is (bv. haring). Canadese onderzoekers stelden tussen het ontdooien in water van 7 en  $15^{\circ}\text{C}$  geen verschil van kwaliteit bij kabeljauw en roodbaars (*Sebastes marinus mentella*) vast (17) (18). Bij temperaturen van 15 tot  $20^{\circ}\text{C}$  werd bij kabeljauw vastgesteld dat veel oppervlaktelijm werd weggewassen waardoor de vis een eerder dof uitzicht kreeg. Roodbaars en lange schaar (*Hippoglossoides platessoides*) daarentegen

Tabel 1 Gehalte aan zout-oplosbare eiwitten in haring volgens ontdooiomstandigheden (20), uitgedrukt in % stikstof van het totaal stikstofgehalte

|                                | Duur en temperatuur |                      |                      |                        |                        |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
|                                | 3 u bij $5^{\circ}$ | 1 u bij $20^{\circ}$ | 3 u bij $20^{\circ}$ | 1/2 u bij $30^{\circ}$ | 1/4 u bij $50^{\circ}$ |
| Water                          | 90,2 %<br>8 u       | 86,5 %<br>21 u       | 84,1 %<br>27 u       | 79 %<br>41 u           | 33,9 %                 |
| Lucht ( $18^{\circ}\text{C}$ ) | 90,2 %              | 81,8 %               | 55,8 %               | 48,6 %                 |                        |

verkregen een betere kleur, hetgeen de invloed van de vissoort duidelijk illustreert. De kabeljauwfilets bleken na het ontdooien iets donker van kleur te zijn, met dikwijls een lichtgroene schijn. Dit kon verholpen worden door de vis aan boord goed te laten uitbloeden en ook door polyfosfaatbehandeling van de filets. Houwing (12) ging de invloed na van de temperatuur van het water (10 tot 19° C) gebruikt voor het ontdooien van haringfilets bestemd voor het roken (vette haring) of het marinieren (magere haring). Ter vergelijking werd ook het ontdooien aan de lucht ingevoerd (32 uur). De kwaliteit was duidelijk beter wanneer de haringfilets in water werden ontdooid. De beste temperatuur bleek 10° C (duur : 10 u) te zijn. Het roken of marinieren diende best onmiddellijk na het ontdooien te worden uitgevoerd. Het overnachten bewaren in ijs, water of pekels vervoorzaakte een duidelijke kwaliteitsachteruitgang.

#### 2.4. In vacuüm met kondenserende stoom

Dit vrij recent procédé blijkt uitstekende resultaten op te leveren wat betreft de kwaliteit. De warmte-overdracht van kondenserende stoom is immers groter dan van stromend water en de temperatuur kan beter tussen nauwe grenzen gehouden worden (8) (16). Garnalen (*Crangon crangon*) die op deze wijze werden ontdooid verloren minder smaakstoffen dan in water. Ook het kiemgetal lag lager. Verder bleek dat de malsheid van gemarineerde haring beter was in het geval dat de vis in vacuüm ontdooi-apparaat was ontdooid dan wanneer waterontdooiing was toegepast (11).

#### 2.5. Diëlektrisch met makrogolven

Dit procédé werd vooral in de zestiger jaren uitvoerig onderzocht (2) en goede resultaten werden gerapporteerd. Door de heterogeniteit van het produkt is de frekwent voorkomende lokale oververhitting een probleem, zodat de techniek meestal alleen voor partieel ontvriezen wordt aangeraden. Research om de apparatuur te verbeteren wordt evenwel voortgezet. Recentere Duitse proeven uitgevoerd bij 13,6 Mhz

in een apparaat voorzien van waterkoeling op blokken filets van kabeljauw, heek (*Merluccius spp.*), koolvis (*Gadus virens*) en roodbaars toonden aan dat de vis een beter uniform uitzicht had dan in water ontdooid filets; de resultaten van de organoleptische keuring waren duidelijk in het voordeel van de diëlektrisch ontdooid vis. Marinaden uit hoogfrequent ontdooid haringfilets bereid hadden een betere konsistentie en een duidelijker lichtere kleur dan wanneer de filets aan de lucht ontdooid werden (9).

Crépey en Mairey (3) (4) (5) (6) voerden talrijke proeven uit met het ontdooien van sardienen (*Sardina pilchardus*) en tonijn (*Thunnus spp.*) bestemd om te worden ingeblikt. Tabel 2 geeft de resultaten weer voor beide ingeblikte vissoorten die vóór het inblikken diëlektrisch of in lucht (18° C - 15 uur) werden ontdooid. De met makrogolven ontdooid vis gaf een duidelijk beter eindprodukt.

#### 2.6. Diëlektrisch met mikrogolven

Het ontdooien met mikrogolven dat reeds een tiental jaren geleden werd getest (2) (21), kent een hernieuwde interesse door het feit dat de apparatuur werd verbeterd (o.m. door gebruik te maken van gekoelde lucht) en hierdoor oververhittingsverschijnselen beter worden vermeden (23) (24). Abstraktie gemaakt van dit nadeel werd reeds vroeger vastgesteld dat de kwaliteit van met mikrogolven ontdooid visserijprodukten beter was dan bv. in water ontdooid produkten.

Peters et al. (21) voerden proeven uit op kabeljauw die ontdooid werd in water bij 7° C (duur : 3 uur) en in een magnetronoven bij 2450 MHz. Tabel 3 geeft de resultaten van de organoleptische keuring weer na ontdooien en fileren.

Een lichte bruine verkleuring die bij in water ontdooid kabeljauw voorkwam werd bij het ontdooien met mikrogolven niet vastgesteld. Wanneer de vis een tweede maal ingevroren en ontdooid werd, vonden dezelfde auteurs evenwel geen verschil tussen beide methoden meer (zie verder).

Tabel 2 Invloed van de ontdooimethode op de kwaliteit van ingeblikte sardienen en tonijn (8) (Beoordeling op 10 punten).

| Vissoort                | Blanko (verse vis) | Hoogfrequentie stroom | Lucht (18° C - 15 u) |
|-------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| Sardienen               | 9                  | 7,5                   | 5                    |
| Tonijn - buitenste laag | —                  | 7,5                   | 2,5                  |
| - kern                  | —                  | 9                     | 6,5                  |

Learson (15) ontdooide diepgevroren rauwe garnalen (*Penaeus aztecus*) in water bij 18° C (duur : 1 à 2 uur) en met mikrogolven (915 MHz). De organoleptische kwaliteit was dezelfde. Het rendement echter was minstens 1 % hoger en minder eiwit ging tijdens het ontdooien verloren.

Het ontdooien met mikrogolven blijkt vooral voor het "tempereren" (gedeeltelijk ontdooien) van visblokken beloftevol te zijn (23) (24).

### 3. Invloed van het ontdooien en het herinvriezen op de kwaliteit van de vis

De industriële ontdooitechnieken worden eveneens veel toegepast voor het ontdooien van vis die na bewerking (fileren, portioneren, verpakken) opnieuw wordt ingevroren. In dit geval is de zorg besteed aan het ontdooien nog van groter belang.

MacCallum et al. (17) voerden bewaarproeven uit op dubbel ingevroren kabeljauw en roodbaars die een eerste maal hetzij in water van 7 of 15° C hetzij diëlektrisch (38 MHz) werden

ontdooit. Er werd geen verschil in kwaliteit tussen beide methoden vastgesteld.

Peters et al. (21) voerden analoge proeven uit op kabeljauw die ofwel in water (7° C) of met mikrogolven (2 450 MHz) werd ontdooit, nadien gefileerd werd en tot 12 maanden bij - 18° C werd bewaard. In tegenstelling met de niet opnieuw ingevroren vis (zie boven) werd hier geen wezenlijk verschil in kwaliteit tussen de beide methoden gevonden.

Tabel 4 geeft de organoleptische scores op gekookte filets en tevens de evolutie van de vrije vetzuren en van de extraheerbare eiwitten weer.

Het gehalte aan vrije vetzuren, dat een maatstaf is voor de afbraak van de vetten, verdubbelde bijna door het ontdooien en terug invriezen. Een nog grotere stijging greep de eerste twee maanden plaats. Deze verandering kwam goed overeen met de gevoelige daling waargenomen in de organoleptische scores.

Volgens Dyer (7) zou dit te wijten zijn aan het feit dat door het ontdooien en terug invriezen

Tabel 3 Kwaliteitscores (5 = uitstekend, 4 = zeer goed, 3 = goed) voor kabeljauwfilets na ontdooien (21).

| Ontdooimethode | Uitzicht | Geur | Textuur | Totaal |
|----------------|----------|------|---------|--------|
| Water          | 3,2      | 4,6  | 3,2     | 3,7    |
| Mikrogolven    | 4,0      | 4,9  | 4,2     | 4,4    |

Tabel 4 Organoleptische scores op gekookte vis, vrije vetzuren en extraheerbare eiwitten voor herfroren kabeljauwfilets (a) (21).

| Bepaling                              | Vers | Diepgevroren<br>1 week | Duur (-18° C) |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------|------|------------------------|---------------|------|------|------|------|------|
|                                       |      |                        | 1 w           | 2 m  | 4 m  | 8 m  | 10 m | 12 m |
| Organoleptische scores (b)            |      |                        |               |      |      |      |      |      |
| W                                     | —    | 7,8                    | 6,5           | 6,6  | 5,8  | 5,8  | 6,7  | 6,1  |
| M                                     | —    | 7,5                    | 6,3           | 6,7  | 6,0  | 5,6  | 6,8  | 6,1  |
| Vrije vetzuren (c)                    |      |                        |               |      |      |      |      |      |
| W                                     | 8,6  | 8,8                    | 15,7          | 35,8 | 44,6 | 44,6 | 41,9 | 48,8 |
| M                                     | 8,6  |                        | 16,1          | 34,2 | 33,8 | 39,9 | 44,5 | 53,4 |
| Extraheerbare eiwitten (stikstof) (d) |      |                        |               |      |      |      |      |      |
| W                                     | 2,25 | 2,16                   | 2,08          | 1,91 | 1,70 | 1,11 | 1,05 | 0,64 |
| M                                     | 2,25 | 1,91                   | 1,91          | 1,70 | 1,68 | 1,03 | 1,51 | 0,66 |

(a) W = in water ontdooit

M = met mikrogolven ontdooit

(b) 8 = zeer goed; 7 = goed; 6 = middelmatig goed; 5 = nog juist acceptabel

(c) in % van totaal vetgehalte

(d) in % van het nat gewicht.

de beschadiging van de cellen van die aard is dat ze de diffusie van enzymen (lipasen) en substraten aktiveert.

Zoals te verwachten daalde het gehalte aan extraheerbare eiwitten geleidelijk aan tijdens de vriesopslag. Deze daling was evenwel sterker dan voor kabeljauw die slechts éénmaal werd ingevroren.

Noch de vrije vetzuren noch de extraheerbare eiwitten werden door de dooimethode zelf beïnvloed.

MacCallum et al. (18) vergeleken verder het ontdooien van kabeljauw in water (15° C) en in vochtige lucht (21° C) gevolgd door het opnieuw invriezen na filieren. De ontdooi-duur bedroeg ca 2 1/2 uur. Geen significante verschillen in organoleptische of chemische scores werden na 34 weken opslag bij — 23° C genoteerd.

*In Oost-Duitsland werden ontdooiproeven op*

een aantal vissoorten uitgevoerd (o.m. kabeljauw, schelvis (*Gadus aeglefinus*), makreel (*Scomber scombrus*), roodbaars) (19). Het betrof op zee diepgevroren vis die na 3-4 weken opslag in water van 15 à 20°C werd ontdood (duur : 3-4 uur) en opnieuw ingevroren. Om de 4 weken werd de vis organoleptisch en chemisch onderzocht (opslagduur : 20 weken).

Algemeen gezien trad door de tweede bevrizing een lichte kwaliteitsachteruitgang in. Vooral de consistentie werd hierbij beïnvloed. Bij kabeljauw en schelvis en in mindere mate bij makreel en roodbaars werd het dripverlies aanzienlijk verhoogd door het dubbelvriezen. Voor makreel en roodbaars was de oxydatie ten slotte sterker. Deze verschijnselen waren echter niet van aard om de verdere commercialisering van de vis in gevaar te brengen.

## Besluit

Het ontdooien van vis met het oog op verdere bewerking of verwerking dient onder gekontroleerde omstandigheden te worden uitgevoerd. Hierbij dient vooral op de temperatuur en de duur te worden gelet. Verschillende industriële systemen zijn ter beschikking die toelaten de vis met een minimum aan kwaliteitsverlies te ontdooien. De meest geschikte methode hangt van een aantal factoren af (vissoort, grootte, verwachte capaciteit, enz.) die van geval tot geval moeten bekeken worden. In ieder geval kan worden gesteld dat het gewoon aan de lucht laten ontdooien dient te worden afgeraden.

Daar zelfs met de beste procédés de houdbaarheid van de ontdooide vis nog beperkter dan van verse vis geworden is, dient hiermede voor ontdooide, niet opnieuw ingevroren produkten in de distributiesektor rekening gehouden te worden. De vraag kan dan ook gesteld worden of op deze produkten niet zou moeten vermeld worden dat ze ontdood geweest zijn. Om dezelfde reden is het ten stelligste af te raden diepgevroren visserijprodukten die geen verdere bewerking of verwerking vereisen (bv. garnalen) in ontdooide vorm te koop aan te bieden. Daarenboven kunnen vele visserijprodukten zeer dikwijls vóór het invriezen de nodige behandeling ondergaan waardoor het ontdooien met het oog op de verkoop aan de konsument overbodig wordt (bv. invriezen van visfilets in konsumentenverpakking). Men dient tenslotte niet uit het oog te verliezen dat verschillende produkten zonder vooraf ontdooien kunnen bereid worden, hetgeen de kwaliteit ten goede komt.

## Summary

The influence of the different thawing techniques on the quality of fish is discussed : thawing in still air, in moist air with ventilation, in circulated water, in vacuum with condensing steam, dielectrically with macrowaves and with microwaves. The influence of thawing and refreezing on the quality of the fish is also dealt with.

It can be concluded that several excellent industrial thawing techniques are available which allow the defrosting of fish with minimal quality losses. The most appropriate method depends upon a number of factors (fish species, size, expected capacity etc.) which should be looked upon from case to case. Thawing fish in still air should not be recommended.

## Bibliografie

- (1) Beatty, G. : *Fish. News Intern.* **3** (2), 179 (1964).
- (2) Bengtsson, N. : in : *Fish Handling and Preservation*, OECD, Paris, 159 (1965).
- (3) Crépey, J. et Mairey, D. : *Rev. gén. Froid* **4**, 529 (1968).
- (4) Crépey, J. and Mairey, D. : in : *Freezing and Irradiation of Fish*, Ed. R. Kreuzer, Fish News (Books) Ltd, London, 206 (1968).
- (5) Crépey, J. et Mairey, D. : *Bull. Inst. Int. Froid, Annexe 6*, 249 (1969).
- (6) Crépey, J. et Maillard, J. : *Science et Pêche* (232), 1 (1974).
- (7) Dyer, W. : *Cryobiology*, **3**, 297 (1967).
- (8) Everington, D. and Cooper, A. : *Food Trade Rev.* **42** (7), 7 (1972).
- (9) Flechtenmacher, W. und Christians, O. : *Auftauen von Gefrierfisch im Hochfrequenzfeld mit BBC-Auftauanlage* - referaat gehouden op de 4e meeting van de "West-European Fish Technologists Association", Hamburg (1973).
- (10) Hewitt, M. : in : *Freezing and Irradiation of Fish*, Ed. R. Kreuzer, Fishing News (Books) Ltd, London, 201 (1968).
- (11) Houwing, H. : *Voedingsmiddelentechnologie* **4**, 140 (1973).
- (12) Houwing, H. : *Thawing of herring in a liquid medium for use in herring products* - paper presented at the 5th meeting of the West-European Fish Technologists Association, Nantes (France) (1974).
- (13) Jason, A. : *IFST Proceedings* **7**, 146 (1974).
- (14) Karsi, O. : in : *Fish Handling and Preservation*, OECD, Paris, 185 (1965).
- (15) Learson, R. : in : *Fishery Products*, Ed. R. Kreuzer, Fishing News (Books) Ltd, London, 160 (1974).
- (16) Lorentzen, G. : *Kjøletekn. og Frys.* **21** (1) 3 (1968).
- (17) MacCallum, W., Chalker, D., Dyer, W. and Idler, D. : *J. Fish. Res. Bd Canada* **24**, 127 (1967).
- (18) MacCallum, W. and Idler, D. : in : *Freezing and Irradiation of Fish*, Ed. R. Kreuzer, Fishing News (Books) Ltd, London, 213 (1968).
- (19) Munkner, W. und Brennecke, R. : *Fischerei-Forschung*, **6** (4), 33 (1968).
- (20) Nikkila, O. and Linko, R. : *Food Res.* **19**, 200 (1954).
- (21) Peters, J., MacCallum, W., Dyer, W., Idler, D., Slavin, J., Lane, J., Fraser, D. and Larshley, E. : *J. Fish. Res. Bd Canada* **25**, 299 (1968).
- (22) Rakow, D. : *Arch. Lebensm. Hyg.* **21**, 226 (1970).
- (23) Sale, A. : *J. Food Technol.* **11**, 319 (1976).
- (24) Schiffmann, R. : *Food Engin.* **47** (11), 72 (1975).
- (25) Waterman, J. : *Fish. News Intern.* **2** (1), 113 (1963).

BR374



133469

# Aspects qualitatifs du poisson décongelé

**W. Vyncke**

Ministère de l'Agriculture  
Centre de Recherches Agronomiques de l'Etat à Gand  
Station de pêche maritime  
Ankerstraat 1 - B - 8400 Ostende

Instituut voor Zeevisserijwetenschappelijk onderzoek  
Laboratoire de Recherches Agronomiques  
Station de Pêche Maritime  
8401 Oostende - Belgique - Tel. 059/80 37 15

L'influence exercée sur la qualité du poisson par différentes techniques de décongélation est traitée ici, à savoir celles de la décongélation à l'air sans ventilation, à l'air humide avec ventilation, à l'eau avec circulation, sous vide avec de la vapeur condensante, diélectriquement aux macro-ondes et diélectriquement aux micro-ondes. L'influence exercée sur la qualité du poisson par la décongélation et par la recongélation est également étudiée.

On peut conclure en disant que nous disposons de plusieurs excellents systèmes industriels permettant de décongeler les poissons avec un minimum de perte qualitative. La méthode la plus appropriée dépend d'un certain nombre de facteurs (espèces de poissons, taille, capacité prévue, etc.), qui doivent être considérés séparément dans chaque cas. En tout état de cause, on peut dire que la décongélation ordinaire faite à l'air ambiant doit être déconseillée.

### 1. Introduction

Ces dernières années, la consommation de produits de pêche congelés a fortement augmenté. En principe, il serait préférable que ces produits ne soient décongelés que par le consommateur ou même qu'ils soient préparés sans décongélation (par ex. fish sticks). Dans la pratique, il est toutefois inévitable que la décongélation de poissons surgelés soit suivie de la préparation pour la consommation, de la récongélation ou de la transformation ultérieure (par ex. le fumage, la mise en boîtes). D'une part, une grande quantité de poissons est congelée en pleine mer, où, dans la plupart des cas, on ne dispose ni du temps ni de l'espace pour faire des produits prêts à la consommation, de sorte que, une fois à terre, on doit nécessairement réaliser une transformation des poissons à l'état dégelé. D'autre part, l'apport de poissons est, dans la plupart des cas, sujet à de fortes variations, de sorte que c'est à terre également que l'on procède à la surgélation de la matière première non traitée. En outre, les entreprises transformatrices doivent, autant que possible, pouvoir disposer d'un apport régulier de matière première destinée à la transformation ultérieure, de sorte que des stocks de poissons congelés sont nécessaires.

Très souvent encore, les poissons à décongeler sont simplement placés sur le sol ou sur des étagères. Selon l'épaisseur des blocs et la température, la décongélation peut durer de un à deux jours, après quoi le poisson peut seulement être travaillé. Il est évident que, dans de tels cas, les couches supérieures sont conservées beaucoup trop longtemps dans des conditions défavorables, de sorte que souvent la qualité du produit diminue sensiblement. En effet, il ne peut être perdu de vue que

les bactéries et les enzymes ne sont pas détruites par la surgélation. Il en résulte que le poisson redevient périssable lorsque la température augmente. De plus, pour les poissons gras, s'ajoute le risque du rancissement.

La décongélation des poissons ne devrait se faire que dans des installations appropriées à cette opération. Deux catégories se partagent la plupart des techniques, à savoir, d'une part, celles qui font usage des propriétés thermiques (chauffage externe) et, d'autre part, celles qui utilisent les propriétés électriques (chauffage interne) du poisson. Dans les méthodes de la première catégorie, on applique surtout la décongélation à l'eau et à l'air humide. Ces dernières années, on utilise aussi la vapeur à basse pression (vide). Quant aux procédés électriques, nous pouvons citer la résistance électrique, les courants à haute fréquence et les micro-ondes. Du fait de leur prix de revient élevé et de leur importante consommation d'énergie, ces techniques ne connaissent que des applications limitées. En outre, le danger de surchauffe local des poissons pose des problèmes. Ces dernières années, on a prêté plus d'attention au système des micro-ondes, combiné à la décongélation à l'air ou à l'eau. Les procédés de décongélation proprement dits ne seront pas détaillés ici, le présent compte rendu ne mettant spécifiquement l'accent que sur les aspects qualitatifs. Nous pouvons toutefois renvoyer aux aperçus de Jason (13) et Crépey et Maillard (6) relatifs à ce sujet.

La qualité du poisson décongelé est influencée par de nombreux facteurs : l'espèce de poisson, la taille, l'état biologique (lequel dépend du cycle sexuel, des lieux de pêche), la fraîcheur, le traitement appliqué avant la surgélation, la température et la durée du stockage,

la méthode de décongélation et le traitement appliqué après la décongélation. Nous ne traitons ici que de l'influence de la décongélation elle-même. En même temps, nous prêtons également attention à la resurgélation du poisson décongelé et à l'influence de la décongélation sur la qualité du poisson traité (fumé, mariné, mis en conserves).

## 2. Influence de la décongélation sur la qualité du poisson (cru ou traité)

### 2.1. A l'air sans ventilation

La simple décongélation à l'air provoque une dénaturation des protéines, laquelle entraîne des changements de texture et de saveur. Cette dénaturation des protéines peut être suivie, entre autres, par la détermination des protéines solubles dans une solution salée à 5 %. Le tableau 1 montre l'influence exercée par la durée de la décongélation sur la dénaturation des protéines de harengs surgelés à  $-35^{\circ}\text{C}$  (25).

Outre la dénaturation, la conservabilité du poisson décongelé s'avère réduite. Rakow (22) a effectué des essais sur du cabillaud (*Gadus morhua*) qui avait été conservé pendant 12 semaines à  $-28^{\circ}\text{C}$  et qui, ensuite, fut décongelé à une température de  $20-22^{\circ}\text{C}$  en 12 heures. Ensuite, le poisson a été conservé dans de la glace. Les résultats ont été comparés à ceux du cabillaud non surgelé issu du même lot. Les essais organoleptiques ont mis en évidence une qualité nettement inférieure et une durée de conservation moins longue pour le poisson décongelé ( $\pm 3$  jours). Ceci est confirmé par la détermination de l'azote basique volatil total (ABVT), qui est un critère de la décomposition, et par celle du nombre total de bactéries (NTB). La décongélation a porté de 15,7 à 19,2 mg/100 g l'ABVT et de 230 000 à 380 000/g le NTB. La perte pondérale après cuisson était de 13 % pour le poisson frais et s'élevait à 20 % pour le poisson décongelé. La qualité du poisson décongelé peut être améliorée considérablement par l'utilisation d'installations industrielles de décongélation.

### 2.2. A l'air humide au moyen de ventilation

Cette technique, qui peut être appliquée d'une façon discontinue (en chambre) ou continue (en tunnel), permet d'obtenir des produits de bonne qualité (1) (14) (25), à condition que les facteurs influençant la décongélation soient bien maîtrisés. Ainsi, la température ne peut dépasser les  $20^{\circ}\text{C}$  et la durée de la décongélation ne peut être supérieure à 4-5 heures. A cet effet, l'épaisseur des blocs ne peut être supérieure à 10 cm et la vitesse de l'air doit être de 5 à 6 m/sec. Lorsque la température et/ou la durée précitées sont dépassées, le poisson s'amolite, les filets présentent des interstices et dans certains cas, il s'ensuit une odeur désagréable. En raison du danger d'oxydation, cette technique n'est pas conseillée pour les espèces de poissons gras (14). Hewitt (10) a comparé cette méthode à celle de la décongélation dans l'eau (voir plus loin).

### 2.3. Dans l'eau au moyen de circulation

La décongélation effectuée dans l'eau est le procédé industriel le plus utilisé. Cela peut se faire par arrosage ou par immersion, plusieurs variantes (en continu ou en discontinu) étant possibles (voir (6)). Ici également, la durée de la décongélation et la température de l'eau s'avèrent importantes.

Au tableau 1, la dénaturation des protéines constatée chez le hareng est donnée en fonction de quelques durées de décongélation et de températures de l'eau. Bien que les différents chercheurs ne soient pas d'accord sur la température optimale,  $20^{\circ}\text{C}$  s'avère en tout cas être un maximum. Il faut remarquer que le genre de poisson, sa taille et le produit final souhaité exercent ici leur influence. Hewitt (10) a fait des essais sur des cabillauds et des harengs à  $18^{\circ}$  et à  $21^{\circ}\text{C}$  (durée de la décongélation : 3 1/2-4 h). La température de  $18^{\circ}\text{C}$  semblait donner les meilleurs résultats. Dans les essais effectués avec de l'eau à  $21^{\circ}\text{C}$ , on constatait une légère décoloration de la peau, en particulier chez les petits poissons. La consistance, elle aussi, était plus molle. Les filets de ces poissons présentaient plus d'interstices, étaient moins fermes et sporadiquement, on y trouvait des taches de couleur légèrement brune. L'examen organoleptique ne révéla pas de différence entre le cabil-

Tableau 1 Teneur du hareng en protéines solubles dans une solution salée selon les conditions de décongélation (exprimée en % de la teneur totale en azote)

|                              | Durée et température |                    |                    |                      |                      |
|------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
|                              | 3 h à $5^{\circ}$    | 1 h à $20^{\circ}$ | 3 h à $20^{\circ}$ | 1/2 h à $30^{\circ}$ | 1/4 h à $50^{\circ}$ |
| Eau                          | 90,2 %               | 86,5 %             | 84,1 %             | 79 %                 | 33,9 %               |
| Air ( $18^{\circ}\text{C}$ ) | 8 h                  | 21 h               | 27 h               | 41 h                 |                      |
|                              | 90,2 %               | 81,8 %             | 55,8 %             | 48,6 %               |                      |

laud décongelé dans l'eau et celui décongelé à l'air humide (voir ci-dessus). Par contre, le nombre de germes du poisson décongelé dans l'eau était significativement moins élevé. Le rendement au filetage du poisson décongelé dans l'eau était inférieur de 1 % environ. Un avantage supplémentaire de la décongélation dans l'eau réside dans le fait que le poisson est lavé et même écaillé (par ex. le hareng). Des chercheurs canadiens n'ont constaté aucune différence de qualité chez le cabillaud et la rascasse du nord (*Sebastes marinus mentella*) décongelés dans l'eau à 7 et 15°C (17) (18). Ils ont constaté qu'une grande partie des glaires superficielles du cabillaud était enlevée par lavage à l'eau de 15 à 20°C, ce qui donnait au poisson un aspect plutôt terne. Par contre, la couleur de la rascasse du nord et de la limande (*Hippoglossoides platessoides*) était améliorée. Ceci illustre clairement l'influence due au genre de poisson. Après la décongélation, les filets de cabillaud s'avéraient un peu plus foncés, avec souvent un léger reflet vert. On a pu y remédier en saignant à fond le poisson à bord du bateau et aussi en traitant les filets aux polyphosphates. Houwing (12) a vérifié l'influence exercée par la température de l'eau (10 à 19°C) utilisée pour la décongélation de filets de harengs destinés au fumage (harengs gras) ou au marinage (hareng maigre). A titre de comparaison, il a aussi effectué la décongélation à l'air (32 heures). La qualité des filets de hareng décongelé dans l'eau était nettement supérieure. La température de 10°C semblait être la meilleure (durée : 10 heures). Il est indiqué d'effectuer le fumage ou le marinage immédiatement après la décongélation. La conservation du poisson, pendant la nuit, dans la glace, l'eau ou la saumure provoque une diminution nette de la qualité.

**2.4. Sous vide au moyen de vapeur condensante**  
Il s'avère que ce procédé récent donne des résultats excellents quant à la qualité. En effet, le transfert de chaleur de la vapeur condensante est supérieur à celui de l'eau courante

et la température peut être maintenue plus aisément entre des limites étroites (8) (16). Des crevettes (*Crangon crangon*) décongelées de cette façon perdaient moins de saveur que celles décongelées dans l'eau. Le nombre de germes, lui aussi, était inférieur. En outre, il s'avérait que la tendreté du hareng mariné décongelé dans un appareil de décongélation sous vide supérieure à celle du même poisson décongelé dans l'eau (11).

**2.5. Diélectriquement au moyen de macro-ondes**  
Ce procédé, surtout pendant les années soixante, a été étudié en détail et de bons résultats ont été rapportés. Du fait de l'hétérogénéité du produit, la surchauffe locale fréquente constitue un problème, de sorte que dans la plupart des cas cette technique n'est conseillée que pour la décongélation partielle. En vue d'améliorer les appareils, on a toutefois poursuivi les recherches. Des essais allemands effectués plus récemment, à 13,6 MHz, dans un appareil muni d'un système de refroidissement à eau, sur des blocs de filets de cabillaud, de merlu (*Merluccius spp*), de colin noir (*Gadus virens*) et de rascasse du nord ont prouvé que le poisson présentait un aspect plus uniforme que les filets décongelés dans l'eau; les résultats de l'examen organoleptique étaient nettement à l'avantage du poisson décongelé diélectriquement. Les marinades à base de filets de hareng décongelés au moyen de courant à haute fréquence avaient une meilleure consistance et une couleur nettement plus claire que les filets décongelés à l'air (9). Crépey et Mairey (3) (4) (5) (6) ont effectués de nombreux essais de décongélation sur les sardines (*Sardina pilchardus*) et des thons (*Thunnus spp*) destinés à la conserverie. Le tableau 2 donne les résultats pour les deux espèces de poissons qui, avant la mise en boîte, avaient été décongelés diélectriquement ou à l'air (18°C-15 heures). Le poisson décongelé au moyen de macro-ondes a donné un produit final nettement supérieur.

**2.6. Diélectriquement au moyen de micro-ondes**

**Tableau 2** Influence exercée par la méthode de décongélation sur la qualité des sardines et des thons en boîtes (6) (Appréciation sur 10 points)

| Espèce de poisson         | Témoin (poisson frais) | Courant à haute fréquence | Air (18°C - 15 h) |
|---------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------|
| Sardines                  | 9                      | 7,5                       | 5                 |
| Thons - couche extérieure | —                      | 7,5                       | 2,5               |
| - chair intérieure        | —                      | 9                         | 6,5               |

La décongélation au moyen de micro-ondes, qui a été testée il y a une dizaine d'années déjà (2) (21), connaît un renouveau d'intérêt par le fait que les appareils ont été améliorés (e.a. par l'utilisation d'air refroidi) et que, grâce à cela, on est à même de mieux éviter les phénomènes de surchauffe (23) (24). Abstraction faite de cet inconvénient, on avait déjà constaté auparavant que la qualité des produits de pêche décongelés aux micro-ondes était supérieure à celle, par exemple, des produits décongelés dans l'eau. Peters et al. (21) ont effectué des essais sur des cabillauds décongelés dans l'eau à 70°C (durée : 3 heures) et dans un four aux magnétrons à 2 450 MHz. Le tableau 3 donne les résultats de l'examen organoleptique après la décongélation et le filetage.

Lorsque la décongélation était effectuée au moyen de micro-ondes, on ne constatait plus le léger brunissement qui se manifestait chez le cabillaud décongelé dans l'eau. Toutefois, lorsque le poisson était surgelé et décongelé une deuxième fois, les mêmes auteurs ne trouvaient plus de différence entre les deux méthodes (voir plus loin). Des crevettes crues surgelées (*Penaeus aztecus*) ont été décongelées par Learson (15) dans l'eau à 18°C (durée : 1 à 2 heures) et au moyen de micro-ondes (915 MHz). La qualité organoleptique était la même. Toutefois, le rendement était supérieur de 1 % au moins et la quantité de protéines perdues pendant la décongélation était plus réduite. La décongélation au moyen de micro-ondes semble surtout être prometteuse pour "tempérer" (décongeler partiellement)

**Tableau 3** Scores de qualité (5 = excellent, 4 = très bon, 3 = bon.) des filets de cabillaud après la décongélation (21)

| Méthode de décongélation | Aspect | Odeur | Texture | Total |
|--------------------------|--------|-------|---------|-------|
| Eau                      | 3,2    | 4,6   | 3,2     | 3,7   |
| Micro-ondes              | 4,0    | 4,9   | 4,2     | 4,4   |

**Tableau 4** Scores organoleptiques (relatifs à des poissons cuits), acides gras libres et protéines extractibles de filets de morue surgelés (\*) (21)

| Détermination                      | Frais | Surgelés<br>1 semaine | Durée (-18° C) |      |      |      |       |       |
|------------------------------------|-------|-----------------------|----------------|------|------|------|-------|-------|
|                                    |       |                       | 1 sem          | 2 m  | 4 m. | 8 m. | 10 m. | 12 m. |
| Scores organoleptiques (b)         |       |                       |                |      |      |      |       |       |
| E                                  | —     | 7,8                   | 6,5            | 6,6  | 5,8  | 5,8  | 6,7   | 6,1   |
| M                                  | —     | 7,5                   | 6,3            | 6,7  | 6,0  | 5,6  | 6,8   | 6,1   |
| Acides gras libres (b)             |       |                       |                |      |      |      |       |       |
| E                                  | 8,6   | 8,8                   | 15,7           | 35,8 | 44,6 | 44,6 | 41,9  | 48,8  |
| M                                  | 8,6   |                       | 16,1           | 34,2 | 33,8 | 39,9 | 44,5  | 53,4  |
| Protéines extractibles (azote) (c) |       |                       |                |      |      |      |       |       |
| E                                  | 2,25  | 2,16                  | 2,08           | 1,91 | 1,70 | 1,11 | 1,05  | 0,64  |
| M                                  | 2,25  | 1,91                  | 1,91           | 1,70 | 1,68 | 1,03 | 1,51  | 0,66  |

(\*) E = décongelé dans l'eau

M = décongelé au moyen de micro-ondes

(a) 8 = très bon; 7 = bon; 6 = moyennement bon; 5 = encore acceptable

(b) en % de la teneur totale en graisses

(c) en % du poids frais.

des blocs de poissons (23) (24).

### 3. Influence de la décongélation et de la deuxième surgélation sur la qualité du poisson

Les techniques de décongélation industrielle, elles aussi, sont beaucoup appliquées pour la décongélation des poissons qui, après avoir été traités (filetage, découpage en portions, emballage), sont surgelés à nouveau. Dans ce cas, les soins apportés à la décongélation revêtent encore plus d'importance.

MacCallum et al. (17) ont effectué des essais de conservation sur des cabillauds et des rascasses du nord, surgelés une deuxième fois après avoir été décongelés une première fois soit dans l'eau à 7 ou à 15°C, soit diélectriquement (38 MHz). Ils n'ont pas constaté de différence de qualité entre les deux méthodes.

Peters et al. (21) ont effectué des essais analogues sur des cabillauds décongelés, soit dans l'eau, (70°C), soit au moyen de micro-ondes (2450 MHz), et ensuite découpés en filets et conservés à - 18°C pendant 12 mois. A l'opposé des poissons non surgelés une deuxième fois (voir plus haut), ils n'ont pas trouvé de différence essentielle de qualité entre les deux méthodes.

Le tableau 4 donne les scores organoleptiques relatifs à des filets cuits de même que l'évolution des acides gras libres et des protéines extractibles.

La teneur en acides gras libres, qui est un critère de la décomposition des graisses, a presque doublé suite à la décongélation et à la deuxième surgélation. Une augmentation encore plus importante a eu lieu pendant les deux premiers mois. Ce changement correspondait bien à la baisse sensible observée pour les scores organoleptiques. Selon Dyer (7), ce changement serait dû au fait que, suite à la décongélation et à la nouvelle surgélation,

l'altération des cellules serait telle qu'elle activerait la diffusion des enzymes (lipases) et des substrats.

Comme on pouvait s'y attendre, la teneur en protéines extractibles a progressivement diminué au cours du stockage à l'état surgelé.

Toutefois, cette baisse était plus forte que pour le cabillaud qui n'avait été surgelé qu'une fois. Ni les acides gras libres, ni les protéines extractibles n'ont été influencés par la méthode de décongélation elle-même.

MacCallum et al. (18) ont comparé la décongélation des cabillauds dans l'eau (15°C) et à l'air humide (21°C), suivie d'une nouvelle surgélation après filetage. La durée de la décongélation était de 2 1/2 heures environ. Après 34 semaines de stockage à - 23°C, il n'a pas été constaté de différences significatives dans les scores organoleptiques ou chimiques.

En Allemagne de l'Est, des essais de décongélation ont été effectués sur un certain nombre d'espèces de poissons, e.a. sur le cabillaud, l'églefin (*Gadus aeglefinus*), le maquereau (*Scomber scombrus*), la rascasse du nord (19). Il s'agissait de poissons surgelés en mer qui, après un stockage de 3-4 semaines ont été décongelés dans l'eau à la température de 15 à 20°C (durée : 3-4 heures). Toutes les 4 semaines, les poissons étaient examinés organoleptiquement et chimiquement (durée de stockage : 20 semaines).

Généralement, la deuxième surgélation entraînait une légère diminution de la qualité. La consistance surtout était influencée. La deuxième surgélation provoquait une augmentation considérable des pertes par exsudation pour les cabillauds et les églefins et, dans une moindre mesure, pour le maquereau et la rascasse du nord. Pour ces derniers, l'oxydation était plus forte. Toutefois, ces phénomènes n'étaient pas de nature à compromettre la commercialisation du poisson.

## Conclusion

La décongélation des poissons en vue d'un traitement ou d'une transformation ultérieurs doit s'effectuer dans des conditions contrôlées. Il y a lieu surtout d'être attentif à la température et à la durée. On dispose de plusieurs systèmes industriels permettant la décongélation des poissons avec un minimum de perte qualitative. La méthode la plus appropriée dépend d'un certain nombre de facteurs (espèce de poissons, taille, capacité prévue, etc...), qui doivent être considérés spécifiquement dans chaque cas. En tout état de cause, on peut dire que la simple décongélation à l'air doit être déconseillée.

Etant donné que le pouvoir de conservation du poisson décongelé au moyen des meilleurs procédés est encore plus limité que

celui du poisson frais, il y a lieu d'en tenir compte pour les produits décongelés et non surgelés une seconde fois. Dès lors, on peut se demander s'il ne faudrait pas mentionner sur ces produits qu'ils ont été décongelés. Pour la même raison, il faut catégoriquement déconseiller de commercialiser, sous forme de produit décongelé, des produits de pêche surgelés qui ne demandent pas un traitement ou une transformation ultérieurs. (par ex. les crevettes). En outre, de nombreux produits de pêche peuvent, avant leur surgélation, subir un traitement qui rend superflue leur décongélation en vue de la vente aux consommateurs (par ex. la surgélation de filets de poissons en emballage pour consommateurs). Enfin, il ne faut pas perdre de vue que différents produits peuvent être préparés sans être décongelés, ce qui est tout profit en ce qui concerne la qualité.

(Traduit du néerlandais)

### Summary

The influence of the different thawing techniques on the quality of fish is discussed : thawing in still air, in moist air with ventilation, in circulated water, in vacuum with condensing steam, dielectrically with macrowaves and with microwaves. The influence of thawing and refreezing on the quality of the fish is also dealt with.

It can be concluded that several excellent industrial thawing techniques are available which should be looked upon from case to case to avoid quality losses. The most appropriate method depends upon a number of factors (fish species, size, expected capacity etc.) which should be looked upon from case to case. Thawing fish in still air should not be recommended.

### Bibliographie

- (1) Beatty, G. : Fish. News Intern. **3** (2), 179 (1964).
- (2) Bengtsson, N. : dans : Fish Handling and Preservation, OECD, Paris, 159 (1965).
- (3) Crépey, J. et Mairey, D. : Rev. gén. Froid **4**, 529 (1968).
- (4) Crépey, J. et Mairey, D. : dans : Freezing and Irradiation of Fish, Ed. R. Kreuzer, Fishing News (Books) Ltd, London, 206 (1969).
- (5) Crépey, J. et Mairey, D. : Bull. Inst. Int. Froid, Annexe 6, 249 (1969).
- (6) Crépey, J. et Maillard, J. : Science et Pêche (232), 1 (1974).
- (7) Dyer, W. : Cryobiology, **3**, 297 (1967).
- (8) Everington, D. and Cooper, A. : Food Trade Rev. **42** (7), 7 (1972).
- (9) Flechtenmacher, W. und Christians, O. : Aufbauen von Gefrierfisch im Hochfrequenzfeld mit BBC-Auftauanlage - 4th meeting of "West-European Fish Technologists Association", Hamburg (1973).
- (10) Hewitt, M. dans : Freezing and Irradiation of Fish, Ed. R. Kreuzer, Fishing News (Books) Ltd, London, 201 (1969).
- (11) Houwing, H. : Voedingmiddelentechnologie **4**, 14C (1973).
- (12) Houwing, H. : Thawing of herring in a liquid medium for use in herring products - paper presented at the 5th meeting of the West-European Fish Technologists Association, Nantes (France) (1974).
- (13) Jansen, A. : IFST Proceedings **7**, 146 (1974).
- (14) Karsti, O. : Fish Handling and Preservation, OECD, Paris, 185 (1965).
- (15) Learson, R. : dans Fishery Products, Ed. R. Kreuzer, Fishing News (Books) Ltd, London, 160 (1974).
- (16) Lorentzen, G. : Kjøletekn. og Frys. **21** (1) 3 (1968).
- (17) MacCallum, W., Chalker, D., Dyer, W. and Idler, D. : J. Fish. Res. Bd Canada **24**, 127 (1967).
- (18) MacCallum, W. and Idler, D. : dans : Freezing and Irradiation of Fish, Ed. R. Kreuzer, Fishing News (Books) Ltd, London, 213 (1969).
- (19) Mönkner, W. und Brennecke, R. : Fischerei-Forschung, **6** (4), 33 (1968).
- (20) Nikkila, O. and Linko, R. : Food Res. **19**, 200 (1954).
- (21) Peters, J., MacCallum, W., Dyer, W., Idler, D., Slavin, J., Lane, D. and Larshley, E. : J. Fish. Res. Bd Canada **25**, 299 (1968).
- (22) Rakow, D. : Arch. Lebensm. Hyg. **21**, 226 (1970).
- (23) Sale, A. : J. Food Technol. **11**, 319 (1976).
- (24) Schiffmann, R. : Food Engin. **47** (11), 72 (1975).
- (25) Waterman, J. : Fish. News Intern. **2** (1), 113 (1963).

08337