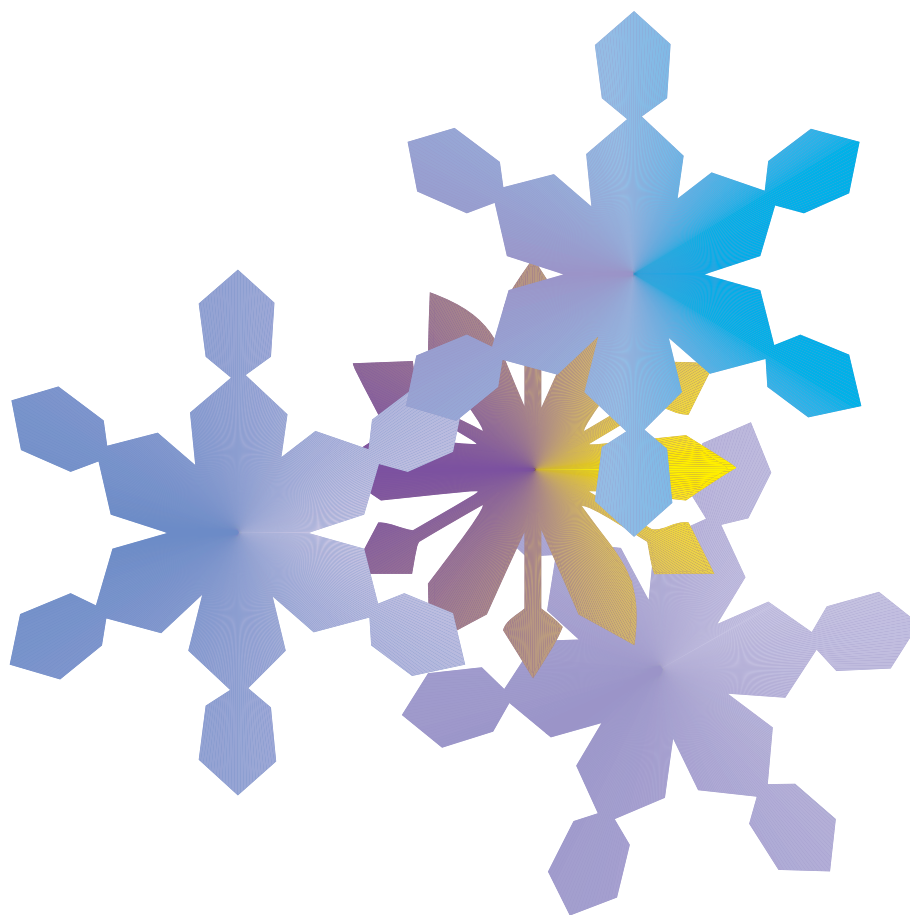


Fisk – Kvalitetsdifferentiering af frossen fisk
Anvendelse af kvalitetsindikatorer

Introduktion til optøning



Rapport nr. 26

Højmarklaboratoriet a/s, Februar 2001



Indholdsfortegnelse

Kapitel	Side nr.
1 Indledning.....	2
2 Formål	2
3 Baggrund.....	2
4 Optøningsprocessen	3
4.1 Optøningspunkt.....	3
4.2 Optøningsrigor	4
5 Optøningsudstyr	4
5.1 Optøning i luft.....	4
5.2 Optøning i vand.....	5
5.3 Dielektrisk optøning	6
5.4 Omkostninger ved forskellige optøningsmetoder.....	6
6 Opsummering.....	8



1 Indledning

Nærværende rapport indeholder en gennemgang af viden vedrørende optøning, som ønskes opsummeret i FØTEK-projektet "Kvalitetsdifferentiering af frossen fisk i industrien" i forbindelse med arbejdet omkring frossen fisk.

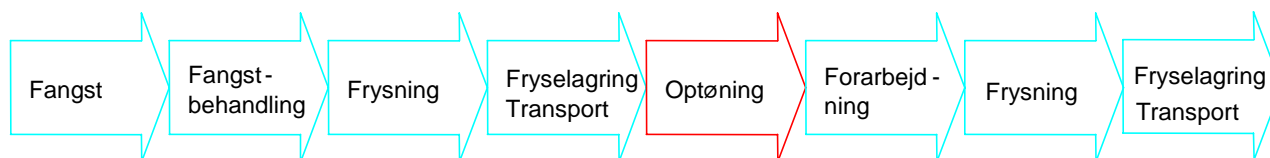
Projektet er et forsknings- og udviklingsprojekt med henblik på at formidle og integrere viden vedrørende frossen fisk til industrien. Projektet bygger videre på de opnåede resultater fra projekterne "Fisk – Kvalitet af frossen råvare" og "Kvalitetsindikatorer – et forbrugermål" og gennemføres som et samarbejdsprojekt mellem Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afd. for Fiskeindustriell forskning og Højmarklaboratoriet a/s.

2 Formål

Formålet med rapporten er at få et overblik over eksisterende viden vedrørende optøning og effekten af forskellige optøningsmetoder på kvaliteten af fisk.

3 Baggrund

En stor andel af de fiskeprodukter, som er på fødevaremarkedet i dag, sælges som frosne produkter. Til en række af disse produkter anvendes der i fiskeindustrien undertiden frossen råvare. Det kan f.eks. være frosne blokke af hel fisk, som så skal optøes, inden fisken kan forarbejdes til forskellige produkttyper. Efter forarbejdning fryses fisken igen, så i disse tilfælde er der tale om dobbeltfrosne produkter. En skitse over frysekæden fra fangst til forbruger er angivet i figur 1.



Figur 1 Frysekæden fra fangst til forbruger.

Frysning af fisk anvendes af mange årsager blandt andet for at udligne årstidsvariationer i fangsten af enkelte arter, vejræssige variationer samt udnyttelsen af fiskeforekomster fra fjerne fangstområder som Barentshavet.

Det skal bemærkes, at kvalitetsforringelser er irreversible, det vil sige, at kvaliteten af en fisk ikke kan rettes op hvis det en gang er gået galt undervejs i frysekæden. Således er det ikke muligt at fremstille gode produkter med en høj kvalitet baseret på en dårlig råvare. Endvidere vil enhver u hensigtsmæssig behandling undervejs i frysekæden i sidste ende afspejle sig i kvaliteten af produktet.

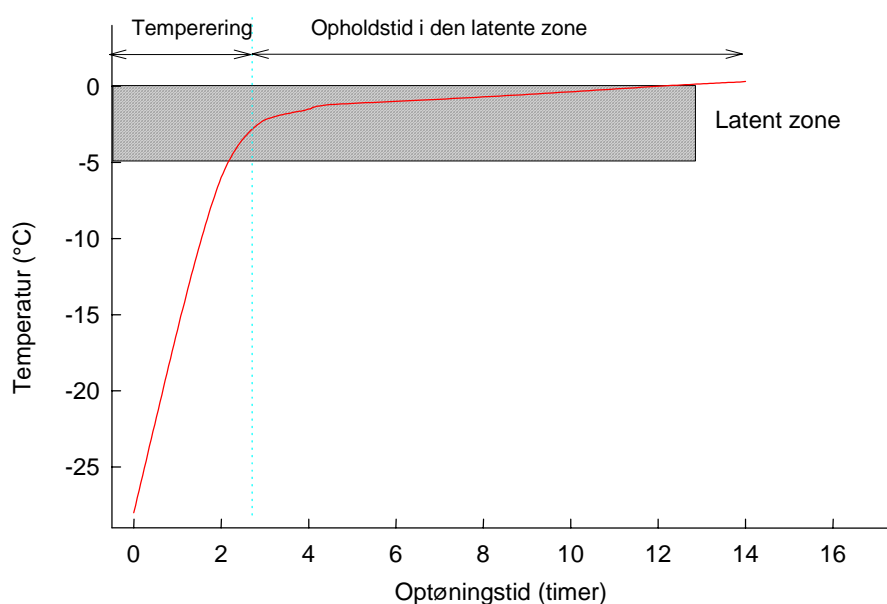
I nogle lande f.eks. England er det tilladt at sælge optøet fisk i detailhandlen som fersk fisk. I Danmark betyder lovgivningen at man skal gøre sig nogle overvejelser om, hvordan et produkt skal mærkes. Den aktuelle mærkning afhænger af, hvordan optøningstrinnet indgår i den samlede forarbejdning (jvf. "Bekendtgørelse 09.08.2000 nr. 741 om mærkning m.v. af fødevarer" §16 og §66).



Såfremt det blev almindeligt at sælge optøet fisk, ville det medføre en lang række fordele både for detailhandlen men også for forbrugeren. Blandt disse fordele kan nævnes stort vareudbud, sikker leverance og ensartet kvalitet.

4 Optøningsprocessen

Optøning er principielt set det modsatte af indfrysning. Ved optøning i vand og luft, som er det mest anvendte til industriel optøning, kan selve optøningsprocessen inddeles i to trin; i) selve tempereringen og ii) opholdstiden i den latente zone, hvor selve faseforandringerne indtræder (figur 2). Forskellen mellem optøning og frysning består i at ved frysning fjernes latent varme gennem et islag, hvor der ved optøning tilføres energi gennem et lag af vand, som forøges under processen. Selve tidsrummet, hvori faseforandringerne sker, er længere for optøning end for frysning, hvilket skyldes at varmeledningsevnen for vand er meget mindre end for is.



Figur 2 Skitseret temperaturprofil ved optøning. Optøningsprocessen kan inddeles i to trin i) temperering og ii) opholdstid i den latente zone.

4.1 Optøningspunkt

Optøning defineres som gennemført, når temperaturen overalt i fisken er over frysepunktet, hvilket er ca. -1°C i de fleste fiskearter. Den fornødne energimængde til optøning vil afhænge af vandindholdet i fiskene samt af dimensionerne og temperaturen af produktet ved optøningens start. Ved optøningsprocessen er det især temperaturforløbet mellem -5°C og -1°C , der kræver stor energitilførelse. Det skyldes, at det er i dette temperaturinterval at størstedelen af faseovergangen fra is til vand sker. Til sammenligning kræves der kun ca. 15% af det totale energiforbrug til optøning for at hæve temperaturen fra -25°C til -10°C . Når temperaturen er -2°C i fisken, er der kun tilført ca. 50% af den fornødne energimængde til at fuldføre optøningsprocessen.

Undertiden kan det betale sig at stoppe optøningen og forarbejde fisken, mens den stadigvæk indeholder en kerne, der er frosset. Derved beholder fileten sit eget frostlager, som hjælper med at bibeholde en lav temperatur gennem forarbejdningen.

4.2 Optøningsrigor

Ved at indfryse fisk præ-rigor (før indtræden af rigor) udskydes onsets af rigor, således at fisken eventuel gennemløber rigor mortis ved optøning. Denne specielle form for rigor kaldes optøningsrigor og har et kraftigere og hurtigere forløb i forhold til rigor i fersk fisk.

Effekten af optøningsrigor er afhængig af optøningstemperatur samt, hvorvidt den indtræder i en hel fisk eller i en filetudskæring. Jo hurtigere optøning desto kraftigere vil optøningsrigor være.

I en præ-rigor frossen filet eller filetudskæring vil optøningsrigor bevirke muskelsammentrækning, hvorved fileten krymper. Graden af filetkrympning afhænger blandt andet af art men varierer fra ca. 8-10% og op til 50%. Krympning giver fileten en ujævn nopret overflade, som er uønsket. Desuden kan optøningsrigor medføre et øget dryptab, eftersom væsken i musklen presses ud, når musklen trækker sig sammen.

I en hel fisk derimod vil fastgørelsen af musklen til skelettet forhindre krympning af fileten. I stedet kan optøningsrigor føre til gaping af fileten (filetsprængninger) på grund af muskelsammentrækningerne som "flår" vævet i stykker. På grund af de usammenhængende fileter bliver fisken sværere at filetere, hvilket resulterer i lavt udbytte og en ringere kvalitet af fileterne.

Optøningsrigor repræsenterer derfor et reelt problem for fiskeindustrien med både økonomiske såvel som kvalitetsmæssige tab til følge, såfremt der optøes for hurtig / ved for høje temperaturer. Problemerne med optøningsrigor kan dog overvindes ved en langsom kontrolleret optøning, således at de biokemiske processer i relation til rigor kan finde sted mens det meste af vandet i fisken er frosset. Herved vil musklen fysisk være forhindret i at trække sig sammen, hvorved krympning af fileten henholdsvis gaping kan undgås.

5 Optøningsudstyr

Til industriel optøning af fisk anvendes en række forskellige metoder, som vil blive gennemgået i det følgende. Optøningsmetoder kan inddeles i to grupper i) metoder, hvor energien er ledt ind i produktet fra overfladen og ii) metoder, hvor der optøes med varmeledning direkte til fiskekødet.

5.1 Optøning i luft

Ved optøning i luft (stillestående eller cirkulerende) såvel som i vand, ledes varmen ind i fisken. Overfladen optøes først og på grund varmeledningsevnen for fisk, vil varmen møde stigende modstand efterhånden som optøningen skrider frem.

Optøning i stillestående luft kræver meget plads, hvilket begrænser den kommercielle anvendelighed. Der tilføres ikke yderligere energi end den der er indeholdt i den stillestående luft. Lufttemperaturen bør ikke overstige 18°C, da overfladen kan blive beskadiget. Optøningstiden kan forkortes betragteligt, såfremt blokkene adskilles, så snart det er muligt. Ved luftoptøning er der risiko for udtørring af overfladen af fisken. Optøning i stillestående luft er en simpel og billig optøningsmetode men kræver som nævnt meget plads og en lang optøningstid. Den lange optøningstid kan betyde øget fedtoxidation samt vækst af mikroorganismer.

Optøningstiden vil blive afkortet, hvis luften bevæges hen over fisken. Temperaturen af luften, lufthastigheden samt produktstørrelse og -udformning vil være afgørende for hvor lang tid optøningen tager. Torskeblokke kan optøes i cirkulerende luft i optøningstunneler, hvor luftstrømhastighed, temperatur og luftfugtighed kan styres under optøningen. Temperaturen af



Luften bør ikke overstige 20°C, da det yderste lag af fisken i givet fald vil blive beskadiget, førend optøningen er fuldført. Luften bør mættes med fugt for dels at forhindre udtørring men også for at forbedre varmeoverførelsen til produktet.

Optøningstiden for en 10 cm tyk torskeblok ved blæstoptyning ved 20°C vil være ca. 5 timer, førend fiskene kan fileteres. Adskillelse af fiskene i blokkene efter 3 timer vil nedsætte optøningstiden til ca. 4½ time og give en mere ensartet optøning af den enkelte fisk.

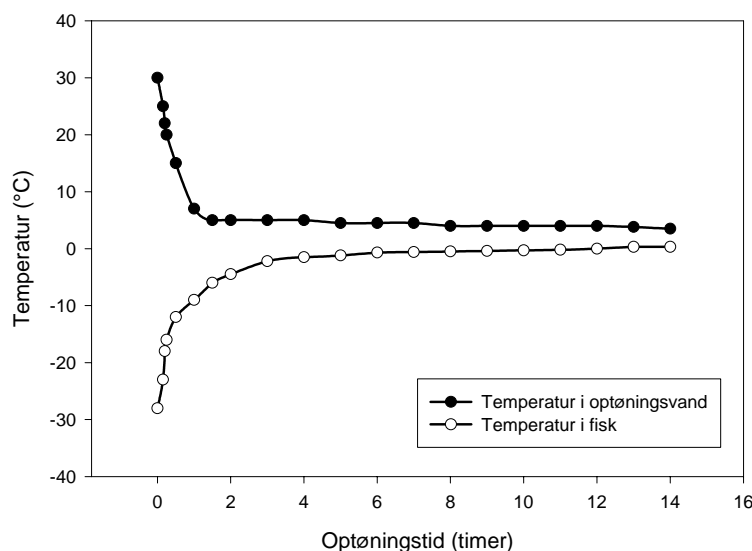
Anlæg til luftoptøning kan bygges både til batchvis og kontinuerlig optøning. Ved kontinuerlig optøning placeres blokkene på hylder, som mekanisk føres igennem optøningsanlægget. Gennemløbstiden skal være optøningstiden for den pågældende bloktype. Optøning i cirkulerende luft er en mere styret optøningsmetode end optøning i stillestående luft. Fordelen er en hurtigere optøningstid samt bedre styring af temperatur og fugtighed under optøningsprocessen, således at der opnås et mere ensartet produkt. Ulempen er en større investering i form af udstyr.

5.2 Optøning i vand

Traditionel vandoptøning er en simpel og billig optøningsmetode, hvor vand og fisk fyldes i kar/containere. Der tilføres luft til optøningskarrene gennem perforerede slanger for at sikre bevægelse af optøningsvandet.

Vandoptøning er mindre velegnet til fileter, da de bliver vanddrivende og kan miste noget af deres karakteristiske smag. Derimod er optøning i vand udmærket for hel fisk. Ved vandoptøning vil skindet af fisken miste noget af sin glans samt undertiden blive afbleget i farven.

Ved vandoptøning anbefales det, at starttemperaturen af optøningsvandet er så lav som muligt for at undgå beskadigelse af overfladen af fisken. Temperaturen af optøningsvandet vil falde hurtigt efter tilsætning af vandet (se figur 3). Der anvendes ofte høje starttemperaturer af optøningsvandet blandt andet for at begrænse mængden af vand til optøning, eftersom bortskaffelsen af spildevand er blevet en betydelig og fortsat stigende omkostning. Ulempen ved den traditionelle vandoptøning er således en relativ høj temperaturbelastning i starten af optøningen.



Figur 3 Skitseret temperaturprofil i optøningsvand og fisk ved vandoptøning.



Introduktion til optøning

Specielt ved optøning ved høje temperaturer af præ-rigor indefrosset fisk er der risiko for skader forårsaget af optøningsrigor (se afsnit 4.2).

Batchvis vandoptøning kan imidlertid også udføres med temperaturstyring, hvor der tilføres energi under optøningsforløbet. Derved kan starttemperaturen af optøningsvandet være lavere, hvilket indebærer at temperaturlastningen på råvaren vil være relativt mindre sammenlignet med den traditionelle vandoptøning.

Ulemperne ved anvendelse af den temperaturstyrede optøningsmetode er en større investering i udstyr.

5.3 Dielektrisk optøning og optøning ved mikrobølge

Dielektrisk optøning og optøning ved mikrobølge er eksempler på optøningsmetoder med direkte varmeledning til fiskekødet. Overoptøning kan være vanskelig at undgå, og derudover er etableringsomkostningerne betydelige. Når der anvendes dielektrisk optøning kan en torskeblok med en tykkelse på 10 cm optøes på mindre end en time, hvilket er det hurtigste af de tilgængelige metoder.

Den uensartede optøning begrænser den kommercielle anvendelse af disse optøningsmetoder. De kan evt. anvendes til små mængder fisk og er derfor egnet til f.eks. catering.

5.4 Omkostninger ved forskellige optøningsmetoder

Til industrielle formål er optøning i luft eller vand det mest anvendte. Normalt vil fisken tabe noget vægt ved optøning. Dette dryptab kan være i størrelsesordenen op til 5% for hvidfisk, som er blevet frosset og opbevaret korrekt. En undtagelse er vandoptøning af hel fisk, hvor der ofte ses en udbyttegevinst i form af optøningstilvækst. Meget tyder dog på at det optagne vand mistes igen ved filetering og trimning af de optøede fisk.

Der er ikke fundet signifikante forskelle i udbytter og kvalitet for vandoptøning kontra luftoptøning af torskeblokke. En vigtig parameter ved vandoptøning er dog det meget højere vandforbrug og den store spildevandsbelastning i forhold til luftoptøning.

Valget af optøningsmetode vil derfor afhænge af investering af udstyr samt priser for tilledning af råvand og afledning af spildevand. I tabel 1 er vist en skematisk oversigt over fordele og ulemper ved de forskellige optøningsmetoder.



Tabel 1 Fordele og ulemper ved forskellige typer optøningsudstyr.

Udstyr	Fordele	Ulemper	Anbefalet produkttyper	Indflydelse på kvaliteten
Traditionel luftoptøning	Lille investering Intet vandforbrug Ingen spildevandsbelastning ¹⁾	Dårlig tid- og temperaturstyring	Hel fisk Fileter	Risiko for udtørring af overflade Risiko for uensartet optøning
Luftoptøning med cirkulerende luft	God tid/temperaturstyring Lavt vandforbrug Lav spildevandsbelastning	Stor investering	Hel fisk Fileter	Risiko for udtørring af overflade Hurtig optøning kan være et problem ved optøning af præ-rigor fisk/fileter
Traditionel vandoptøning	Forholdsvis lille investering. God tid/temperaturstyring	Højt vandforbrug Høj spildevandsbelastning	Hel fisk	Høj temperatur kan beskadige overfladen. Problemer med gaping som følge af optøningsrigor
Vandoptøning med temperaturstyring	Middel investering God tid/temperaturstyring	Højt vandforbrug Høj spildevandsbelastning	Hel fisk	Høj temperatur kan beskadige overfladen. Problemer med gaping som følge af optøningsrigor
Dielektrisk og mikrobølge optøning	Hurtig optøning	Stor investering Dårlig tid- og temperaturstyring	Hel fisk Fileter. Bedst til små mængder	Overoptøning Den hurtige optøning kan være et problem ved optøning af præ-rigor fisk/fileter

¹⁾ Dog optøningsdrøp og rengøring



6 Opsummering

Forudsætningen for et godt optøjet produkt er som udgangspunkt at temperaturen i fisken kan kontrolleres således at overoptøning undgås. Desuden er det vigtigt at skelne i mellem optøning af fileter og hel fisk, eftersom problemstillingerne for de to typer produkt er meget forskellige.

Luftoptøning kan anvendes både til hele fisk og fileter. Traditionel luftoptøning er billig og simpel, men giver en meget dårlig temperaturstyring. Den temperaturstyrede luftoptøning i f.eks. tunneler er en god men meget dyr metode at etablere. For alle former for luftoptøning gælder at det kan være svært at undgå udtørring af overfladen.

Vandoptøning er bedst egnet til optøning af hel fisk. Ulempen ved vandoptøning er det høje vandforbrug samt den store spildevandsbelastning. Dielektrisk optøning og optøning med mikrobølger er hurtige optøningsmetoder, men er bedst egnede til små mængder (<100 kg).

Optøningsrigor kan være et problem, hvis der anvendes en hurtig optøningsmetode. I fileter vil optøningsrigor kunne ses som dryptab og krympning af fileten. Optøningsrigor i hel fisk vil kunne konstateres ved den efterfølgende forarbejdning som en øget grad af gaping af fileten. Problemerne med optøningsrigor kan dog overvindes ved en kontrolleret langsom optøning, hvor de relevante biokemiske reaktioner får lov til at forløbe mens fisken er frossen. Det bedste dobbeltfrosne torskeprodukt fås, hvis det fremstilles fra en råvare, som er indfrosset præ-rigor.

Optøningsrigor ses hovedsagligt i forskellige søfrosne produkter, hvilket skyldes at de bliver frosset hurtigt efter fangst inden indtræden af rigor.

Endelig skal det erindres, at et kvalitetstab ikke senere kan genvindes.

