

Frysing

Frysing av mat er en metode for å øke holdbarheten betydelig sammenlignet med hvis man kjøler det. For fiskeprodukter kan frysing gi en fleksibilitet med hensyn på sesong og etterspørsel i markedet. Det gir også muligheter for transport med båt over lange avstander, som er mere klimavennlig enn flytransport. Med gode prosesser for innfrysing, lagring, transport og tining kan man få like god kvalitet som på fersk fisk.



Bildet viser varer plassert på hyller inne i frysetunnel Foto: Kristina Norne Widell

METODER OG TEKNOLOGI

Frysing gjøres av hel, sløyd laks eller lakseprodukter før de transporteres, eksporteres og selges til kunder. Det er kun en liten andel av dagens eksporterte laks som fryses i dag. I snitt eksporterte Norge i 2020 300 tonn frossen laks i

uka, sammenlignet med nesten 18 000 tonn fersk laks. Frysing gjøres i frysetuneller, i hurtigfrysere (impingement, spiralfrysere) eller i platefrysere. Vanligvis fryser man til hele produktet har nådd -20°C , før det flyttes til lager eller transporteres videre. Lageret må ha en temperatur som er -18°C eller lavere. Det er

dokumentert forringelsesaktivitet i fisk helt ned til -30°C , som betyr at fryselagring ved denne temperaturen er anbefalt for å redusere forringelsen.

Innfrysing av fisk innebærer en konvertering av vannfraksjonen til is, og vannfraksjonen er typisk høy i ulike fiskeslag ($\sim 80\%$). Innfrysingen kan deles inn i tre faser; temperaturreduksjon ned til initialt frysepunkt ($\sim -1^{\circ}\text{C}$), faseforandring av vann til is og deretter ytterligere temperaturreduksjon når alt frysbart vann er omgjort til is. Ikke alt vann i fisken er frysbart, og det gjenstående vannet har dermed en høy konsentrasjon av saltløsninger. Denne økende konsentrasjonen under frysning medfører samtidig en kontinuerlig nedsetting av frysepunktet (freezing point depression), som gjør at frysepunktet egentlig ikke er et punkt, men et temperaturområde. Det er det ufrosne vannet som er årsak til at kvalitetsforringinger kan oppstå etter innfrysning av fisken og i fryselagring.

Vann i fisken omvandles til is gjennom dannelse av iskrystaller. Iskrystallenes struktur og størrelse påvirker kvaliteten av det endelige produktet etter opptining, og er en funksjon av bl.a. innfrysingshastigheten og hvorvidt fisken er fryst pre-, under- eller post-rigor. Generelt kan det sies:

- **Pre-rigor innfrysing:** Vannet fryser inni (muskel)-cellene og størrelsen på is-krystallene vil være små så lenge innfrysingshastigheten ikke er altfor treg (f.eks. stille luft-frysing).
- **Innfrysing under- og post-rigor:** Vannet er i større grad utenfor cellene, og iskrystalldannelsen er mer avhengig av innfrysingshastighet. Ved veldig rask innfrysing vil små krystaller dannes både i og utenfor cellene, mens treg frysing motiverer krystalldannelse utenfor cellene som stadig vokser i størrelse fremfor dannelse av nye, små.

Krystallstrukturen kan endres under fryselagring, og i hovedsak vil ikke nye krystaller dannes, men de eksisterende vil re-krystalliseres gjennom en intern smelte-fryse prosess. Denne re-krystalliseringsprosessen oppstår i stor grad på grunn av svingninger i temperaturen under fryselagring.



Platefryser. Foto: Kristina Norne Widell

Generelt ønsker man mange små is-krystaller ettersom disse forringer kvaliteten minst under fryselagring og den påfølgende tineprosessen. Krystalldannelse utenfor cellene medfører et større drypptap under tining, og et tørrere produkt ved tilberedelse. Dermed er pre-rigor innfrysing å foretrekke for aller best kvalitet. Er ikke det mulig så må post-rigor innfrysing skje med raske metoder. Det skal nevnes at innfrysing pre-rigor bare utsetter rigor-prosessen. Ved lagring på frys i flere måneder vil denne prosessen foregå under fryselagring, mens ved kortere fryselagring vil denne opptas etter tining.



Foto: Kristina Norne Widell

LUFTFRYSING

Air blast freezers: Typisk tunnelfrysere eller spiralfrysere, lufthastighet 2,5-7,5 m/s. Fisk er enten pakket eller glasert med vann for å hindre uttørking av overflate.

KRYOGENISK FRYSING

Kjølt væske (nitrogen eller CO₂) sprayes direkte på overflaten til produktet ved svært lave temperaturer. Meget hurtig innfrysing, men dyr i drift og kan medføre sprekkdannelser i overflate.

PLATEFRYSING

Vertikale platefrysere er det man typisk finner om bord på frysetrålere, der de benyttes for å fryse blokker (25-50 kg) av H/G-fisk (tilført vann for å fylle "mellomrom"). Horisontale platefrysere benyttes for å fryse forhåndspakkete kartonger med fisk og fiskeprodukter (f.eks. fileter).

INNFrysING I MAGNETFELT

Det har blitt hevdet at innfrysing i et oscillerende svakt magnetfelt gir umiddelbar isdannelse gjennom hele produktet samtidig slik at man oppnår optimal kvalitet, på høyde med et ferskt produkt. Kommersielt utstyr er tilgjengelig. Det er gjennomført flere studier ved bruk av metoden (Erikson m. fl., 2016; Otero m.fl., 2017).

Konklusjonen er entydig, for inhomogene produkter som fisk har ingen funnet noen positive effekter sammenliknet med rask innfrysing alene. Metoden må derfor betraktes som høyst kontroversiell og kan **ikke anbefales**.

FRYSELAGRING

Hvordan fryselagringen gjennomføres har også betydning på fiskens kvalitet, og en ujevn og varierende fryselagringstemperatur medfører tine-fryse-sykluser som kan skade fiskekjøttet samt føre til uttørking. Generelt kan det sies at en stabil lav lagringstemperatur reduserer hastigheten på forringelsesreaksjoner under lagring, som for eksempel denaturering av proteiner, endringer i fett og uttørking. Selv om konstant lagringstemperatur opprettholdes vil det med økende lagringstid skje endringer ved at små iskrystaller avtar i størrelse, mens størrelsen på de store iskrystaller øker. Derfor kan effekten av optimaliserte (raske) innfrysingsbetingelser i noen grad tapes dersom lagringstiden blir av lang varighet. Studier har vist at det er bedre å lagre fisk ved lavere temperaturer (for eksempel -30 °C sammenlignet med -20 °C), men at det ikke er noen videre gevinster for temperaturer under -40 °C.

OPPSUMMERING

Det er viktig å bruke riktige metoder for frysing av fisk for å bevare kvalitet og holdbarhet. Hvis man forstår prosessene bak kan man også gjøre tilpasninger som gir god effektivitet og produktkvalitet. Dette faktaarket har gått igjennom grunnleggende bakgrunnsinformasjon og gitt en kort sammenfatning av de vanligste metodene for frysing.

Les mer på:

<https://www.sintef.no/ekspertise/ocean/kuldemat>

Der finnes også faktaark om kuldeanlegg, kjølemedier, kjøling og superkjøling, frysing samt tining.

