

nov 2015

Tint torsk til filetproduksjon

Forprosjekt FHF

Innledning

- FHF har fått innspill fra industriaktører som ønsker å se nærmere på muligheten for å benytte frosset og tint råstoff av torsk for filet produksjon. Dette for å utjevne produksjonen i sine fabrikker.
- Man ønsker økt kontroll av prosessen for å få høyere kvalitet på sluttproduktene.
- En ukontrollert tineprosess kan føre til økonomiske tap på flere måter: Redusert resultat og kvalitet, mer håndtering, dårligere sporbarhet, reduksjon i kapasitet og mer kompleks produksjonsplanlegging.
- Det vil bli gjennomført følgende aktiviteter i forprosjktet.
 - En statusoversikt i forhold til tidligere prosjekt og driftserfaringer med bruk av frosset og tint råstoff av torsk med særskilt fokus på utbytte og kvalitet (denne presentasjonen)
 - En status i forhold til arbeidet med tining av torsk som gjøres i NFR prosjektet Qualifish. Her kan det være noen begrensinger i forhold til forsøk som er under publisering.
 - Gjennomføre et møte med filetbedrifter sammen med FHF for å presentere resultater og definere problemstillinger på fagområdet.

Tining – teori

- Tining er fysisk sett det motsatte av frysing:
 - Temperaturendring i produkt p.g.a. temperaturdifferanse
 - Faseovergang i produktet
- Likevel er det vanskeligere med tining enn med frysing:
 - Varmeovergangsmotstanden er høyere i tint enn i fryst produkt, hvilket gjør at tiningen går langsommere og langsommere (omvendt for frysing)
 - Ved tining kan man ikke ha for høy temperaturdifferanse mellom produkt og omgivende media, det kan gi for høy temperatur i produktoverflaten (for frysing er det stort sett ingen risk med stor temperaturdifferanse)
 - Ved tining er produktets kjernetemperatur kaldere enn resten av produktet, hvilket kan gjøre det utfordrende å kontrollere sluttemperaturen i produktet
- referanse: Haugland, 2002

Tinemetoder

- **Ekstern varmekilde**

- Luft
 - naturlig konveksjon
 - tvungen konveksjon
 - fuktig luft
- Væske
 - Ferskvann
 - Sjøvann
 - Lake
 - Damp
- Kontakt
- Tining ved høyt trykk

- **Intern varmegenerering**

- Dielektrisk tining
- Mikrobølgetining
- Ultralydtining
- Elektrisk motstand

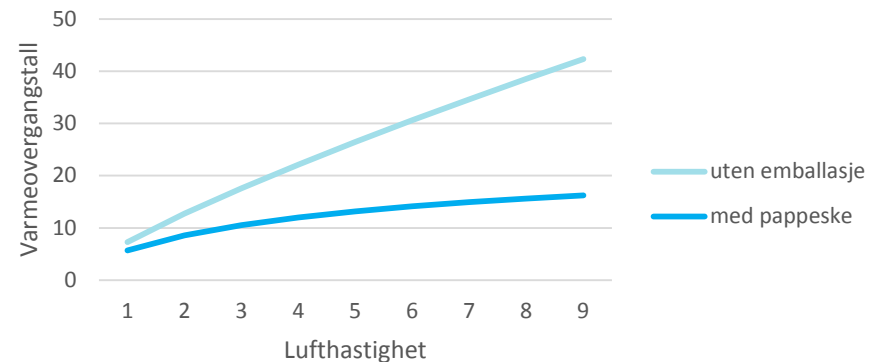
Ikke alle metodene er aktuelle når en skal utvikle en kontrollert industriell prosess, av flere årsaker:

- pris
- tilgjengelighet
- tinehastighet
- kontrollerbarhet

Tinemetoder – Lufttining

- **Luft** – Tinevarmen overføres med luft. Lufthastigheten bestemmer hvor raskt varmen overføres fra luften til produktet. Figuren viser eksempel på varmeovergangstall for et produkt med og uten emballering. Uten emballasje er varmeovergangen høyere, men man kan også få en uttørking av overflaten. En viss grad av uttørking kan være bra fordi det gir mindre vekst av mikroorganismer (ref?). Fukt eller damp i luften øker varmeovergangen, men gir også større risiko for mikroorganismevekst (ref?) og er utfordrende å gjennomføre i praksis (?).
- *Lufttining er en vanlig tinemetode, men er for langsom for å bruke i en industriell tineprosess.*

- referanser: Haugland 2002
- Valentas, Rotstein et al. 1997



Tinemetoder – Væsketining

- **Væske** – Ferskvann, sjøvann og lake er alle vann med mer eller mindre salt (NaCl).
- Den vanligste metoden i industrien er tining i væske i kar på ca. 1000 liter.
- Ting å ta hensyn til ved denne metode:
 - produkttetthet
 - hvordan man sikrer god strømming mellom produktene
 - hvor tinekaren skal plasseres (inne, ute etc.)
 - hvor vannet kommer fra og hvor mye
 - hva som skjer med produktene etter tiningen
 - om man skal ha omrøring i karene
 - hvilken temperatur i tinevæsken og hvordan skal den holdes på ønsket nivå under tiningen
 - hvilken saltkonsentrasjon det skal være i væsken
- *Tining i en lake med en salthalt på 3-10% anbefales for industriell tining, men også bruk av mer enn et tinekar, med forskjellige temperatur på tinevæsken*
- referanse: Haugland 2002

Tinemetoder – intern varmegenerering

- **Dielektrisk tining** – Produktet plasseres mellom to parallelle metallplater. Mellom platene settes det en vekselspanning (ca. 5 kV) med høy frekvens (10 – 80 MHz). Energi fanges opp av produktet hver gang spenningen reverseres og slik genereres varme i produktet.
- **Mikrobølgetining** – Produktet plasseres i et kammer og utsettes for elektromagnetisk stråling (1-10 GHz). Energi genereres når strålingen går gjennom overflaten.
- **Ultralydtining** – Energi overføres som høyfrekvent lyd (0,2 – 4 MHz). Det må ikke være kontakt mellom kilden og produktet, men det er en fordel hvis det er det.
- **Elektrisk motstand** – En elektrisk strøm ledes gjennom produktet og varme genereres på grunn av elektrisk motstand i produktet. Typisk kilde er vekselstrøm (50 Hz, 220 V)
- Målet med intern varmegenerering er å få en jevnere fordeling av varmen i produktet enn ved varmeoverføring gjennom overflaten. Dessverre virker det ikke helt så da bølgene i de forskjellige metodene først treffer overflaten og deretter de indre delene (effekten minker i styrke innover). Dessuten kan det oppstå lokale steder der tint vann begynner å koke når resten av produktet fortsatt er fryst.
- *Disse metodene anbefales ikke for industriell tining, såfremt det ikke finnes en teknologi som sikrer at ulempene avverges.*
- referanse: Haugland, 2002

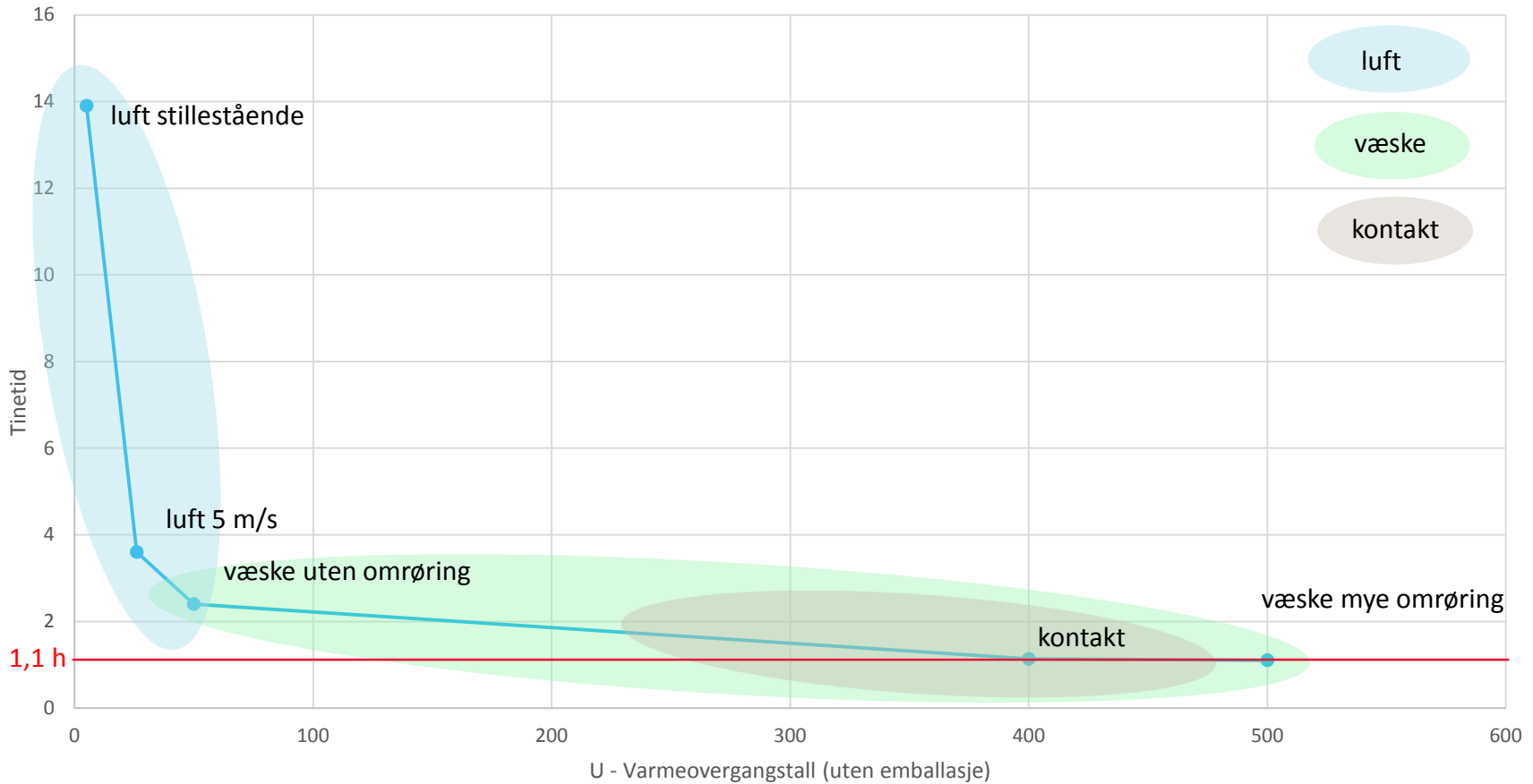
Andre tinemetoder

- **Kontakt** – fiskeblokk tines mellom to plater, hvor platene er varmere enn fisken. Rent teoretisk kan platefrysere brukes og man får også god kontroll på tiningen. Begrensningene ligger i hvordan man skal bruke produktene etter tiningen
 - **Dampkondensasjon** – teoretisk veldig bra metode, siden kondenseringsraten er høyest der hvor overflaten er kaldest og derfor går også mest varmeenergi dit. Praktiske begrensninger er en ulempe.
 - **Høyt trykk** – trykk opp mot 200 MPa reduserer frysepunktet for vann, slik at man kan tine produkter ved lavere temperaturer enn normalt. En negativ effekt av det høye trykket er fargeforandringer i fiskens overflate. Praktiske begrensninger er også en ulempe.
-
- referanser: Archer, Edmonds et al. 2008, Haugland 2002, Le Bail, Chevalier et al. 2002

Tinehastighet og varmeovergangstall

For å få en tineetid på **1,1 h** må temperatur på tinemediet være:

- 55 °C på luft 5 m/s
- 30 °C på væske uten omrøring



- referanser: Le Bail 2004, Valentas, Rotstein et al. 1997, Pham 2002

for sammenligning – kokende vann:
 $U = 2300 - 6000 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tidligere arbeid – Haugland 2002

PhD: Industrial thawing of fish – to improve quality, yield and capacity

- En av de mer omfattende arbeidene innenfor temaet.
- Tining av makrell, laks og torsk.
- Ved tining av blokker er det viktig å splitte blokken i enkeltfisker raskt for å få så jevn temperatur som mulig i produktene. Temperaturen på tinemediet har mest å si for oppsplittingstiden. Ved tining i vann ved lavere temperatur så er også saltinnhold og grad av omrøring av betydelse.
- Kontrollert tining av torsk gir høyere utbytte (minst 1,5 %) og bedre kvalitet. Produkttemperaturen skal være like under initialt frysepunkt, hvilket betyr ca. $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Produkter som inneholder små mengder av intern is etter tining gir høyere utbytte ved filetering. Det er vist at det for torsk (1-3 kg) er mulig å redusere tinetiden til 8 h uten å forverre utbytte eller kvalitet (stemmer?).
- Det ble ikke gjort forsøk med andre tinemetoder enn vann i doktorgraden. Lufttining ble sett som for langsom (tid- eller plasskrevende) og rekommanderes dermed ikke av kvalitetshensyn. Metoder der varme blir generert inne i produktet (f.eks. med mikrobølger) ble ikke sett som aktuelle for industriell tining. Med disse metodene er kontroll av temperatur i produktet vanskelig og de kan også gi lokale områder med koking.

Tidligere arbeid – Johansen & Haugland (2004)

Rapport: Tining - sammenstøping av fiskeblokker

- Hensikten var å kunne designe en tineprosess der det er mulig å unngå sammenstøping av blokkene, som ellers lett skjer under den første delen av tiningen og når det er mange blokker i samme kar. Sammenstøping av blokker medfører dårligere tineforhold og langsommere og mer ujevn tining.
- Det ble gjennomført parallelle forsøk av sei og torsk. For å simulere sjøvann bruktes en saltløsning med 3 % NaCl som tinemedie.
- I resultatene ser man stor forskjell mellom tinevannstemperatur på 4,5 og 10 °C. Ved den første må blokkene ligge alene (singeltiden) i 90 min for å unngå sammenstøping, ved 10 °C er 10 min singeltid nok for sei og 30 min for torsk.
- Ved høyere vanntemperatur trengs kortere singeltid, men en høyere temperatur gir økt risk for redusert kvalitet til sluttproduktet. Forfatterne tror ikke forskjellen mellom torsk og sei avhenger av råvaren men heller av blokkenes beskaffenhet. Torskeblokkene var helt jevne og glatte i overflaten med alle fiskene frosset sammen i et tett parallelt mønster. I seiblokkene lå enkeltfiskene mer tilfeldig plassert og var heller ikke så tett sammenpresset. Dette ga en overflate med dype groper mellom hver fisk. I tillegg ga den ustrukturerte plasseringen av hver enkeltfisk mindre solide blokker både med hensyn til tetthet og mekanisk styrke.
- Det ble også gjennomført forsøk på effekten av pretemperering av blokkene. De ble lagt i en temperert saltløsning (3 % NaCl) på enten 10 eller 20 °C. Resultatene vises i [Tabell 1](#). I praksis vil det ikke være aktuelt å benytte tinetemperaturer på 15 °C eller høyere for fisk på grunn av risk for redusert kvalitet på sluttproduktet.
- Tabell 1: Nødvendig singeltid i tinevannet ved ulike temperaturer for å unngå at fiskeblokkene fryser sammen ved kontakt i tinekaret.

Tinevannstemperatur	Uten pretemperering		Med pretemperering 10 min 10 °C		Med pretemperering 10 min 20 °C	
	Sei	Torsk	Sei	Torsk	Sei	Torsk
0 °C	90 min	> 90 min	25 min	40 min	> 5 min	10 min
4,5 °C	90 min	90 min	18,5 min	40 min	> 5 min	10 min
10 °C	12,5 min	33,5 min			5 min	10 min

Tidligere arbeid – Magnussen 2009

Rapport: Tining av råstoff for flekking – forprosjekt

- Målet var å innhente informasjon om tinesystemer og –anlegg i salt- og klippfiskindustrien og kartlegge utfordringer og potensial ved forbedringer av teknologi, anlegg og drift.
- Tining bør foregå kontrollert i sjøvann. Saltinnholdet i sjøvannet gir mindre vannopptak i fisken og reduserer sammenfrysing sammenlignet med ferskvann.
- Temperaturen i første fase av tiningen av torsk bør ikke overstige 10 °C. Tinetemperaturen bør senkes før temperaturen i overflaten og i de tynneste delene på fisken nærmer seg 5-8 °C.
- En rekke forsøk dokumenterer optimal kvalitet og maksimalt utbytte ved skjæring/bearbeiding med jevn fisketemperatur nær -1 °C.
- De største utfordringene videre er; driftsproblemer ved høy sjøtemperatur, det finnes ikke noe hjelpeverktøy for å systematisere erfaringer om temperaturer, tider, volumer mm på en oversiktlig måte, temperaturkontroll på slutten av tiningen må bli bedre, kjøle- og utjevningstider må beregnes for en mer automatisert linje, det må gjennomføres tester for å finne optimal temperatur etter tining.

Hva som bør undersøkes

	Faktor	Varianter		
Før frysing	Produkt	Lavere fettinnhold	Høyere fettinnhold	Sesong
	Pakking	Singelfryst	Eske	
	Pakking	Tettpakket fisk	Større rom mellom fiskene	
	Lake	Forskjellige varianter av lake i esken	Variierende mengde lake i esken	
	Emballasje	Ingen	Plast	papp
Tining	Antall tinekar	Ett	To	Tre
	Temperatur tinevann	5 – 10 °C i tempereringskar (eller høyere hvis tiden er kort?)	5 – 10 °C i første tinekar	-3 – -1 °C i siste tinekaret (-2,7 °C)
	NaCl-konsentrasjonen	0 %	3 % (sjøvann)	Høyere enn 3 %
	Omrøring	I et kar	I flere kar	
	Omrøringsmetode	Forskjellige varianter		
	Tid i de ulike tinekaren			

Hvilke varianter er best?

- kvalitet
 - utseende, smak
 - drypptap
 - mikroorganismer
- temperaturer i fisken
 - under tining
 - sluttprodukt
- tid
- praktisk gjennomføring
 - lite plasskrevende
 - rengjøring
 - hms
 - kostnader
 - kontinuerlig drift
- energibruk
- kontrollerbarhet
 - temperatur
 - likt resultat hver gang
- utbytte
 - minske svinn
 - jevn kvalitet
 - høy kapasitet
- miljø, bærekraft

Konklusjoner

- Tining er en viktig del av industriell prosessering av fisk fordi en god tineprosess kan sikre jevn leveranse av råvarer og god kvalitet på sluttproduktene
- Tining er en utfordrende prosess som bør evalueres og utvikles
- Tining av torsk bør foregå i saltvann hvor nøyaktig temperatur og saltinnhold samt praktisk utforming må bestemmes ved hjelp av beregninger og eksperimentelle metoder
- En tineprosess kan utformes på mange forskjellige måter, derfor må både kvalitative og kvantitative analyser gjøres
- Faktorer som har betydning for prosessen er kvalitet, temperatur, tid, praktisk gjennomføring, energibruk, kontrollerbarhet, utbytte samt miljø og bærekraft

Referanser

- Archer, M., et al. (2008). Seafood thawing, Report SR 598, Seafish, www.seafish.org.
- Haugland, A. (2002). Industrial thawing of fish - to improve quality, yield and capacity. Trondheim, Norway, Norwegian University of Science and Technology. **PhD**.
- Johansen, S. and A. Haugland (2004). Tining - sammenstøping av fiskeblokker, SINTEF Report TRA6075.
- Le Bail, A., et al. (2002). "High pressure freezing and thawing of foods: a review." [International Journal of Refrigeration](#).
- Le Bail, A. (2004). Freezing Processes: Physical Aspects. [Handbook of frozen foods](#). Y. H. Hui, P. Cornillon, I. G. Legaretta et al. New York, Basel, Marcel Dekker, Inc.
- Magnussen, O. M. (2009). Tining av råstoff for flekking - forprosjekt, SINTEF TR A6800.
- Valentas, K. J., et al. (1997). [Handbook of food engineering practice](#), CRC Press.