



<i>Tittel / Title:</i>	Standardisering av ensilasje.		
<i>Forfattere / Authors:</i>	Sigmar Hjartarson, Sigurjón Arason, Ingmar Høgøy og Bjarne Stormo.		
<i>Rf rapport / IFL report</i>	25-97	<i>Utgitt / Date:</i>	Desember 1997
<i>Prosjekt nr / project no.:</i>	1241		
<i>Finansiering / funding:</i>	Nordtest - prosjekt no. 1288-96.		
<i>Sammenfatning på norsk:</i>	Det synes å være en av hovedoppgavene ved økt bruk af ensilasjefôr å forbedre kvaliteten på ensilasjonen og lage standarder for produktene. Tørrfôrprodusenter har allerede begynt å blande ensilagekonsentrat inn i fôret før ekstrudering. Forsøk med slikt fôr har gitt gode resultater, men for å kunne leve opp til deres forventninger er det nødvendig å lage klare spesifikasjoner for ensilasjeproduktene. Hvis veksten i fiskeoppdrett samt forbruket til fôr for andre dyr blir så kraftig som forventet vil det bli nødvendig å øke produksjonen. Ensilasje af riktig kvalitet kan være en viktig råvare til produksjon av dyrefôr. Det er derfor svært viktig at der lages felles krav/standarder til sammensetningen av ensilasje og de råvarer som brukes til den.		
<i>Nøkkelord på norsk:</i>	Ensilasje, produksjon, råstoff, standarder, produkt.		
<i>Summary in English:</i>	As the use of fish silage in animal feeds and other uses increases it is essential to improve the quality of the silage and establish standards for the products. Producers of animal feeds have already begun to use silage in their feeds with good results. Experiments have shown improvements compared with conventional feeds. If the increase in farming of fish and other animals continues, one must increase the production of feeds. Fish silage of good quality may be the right ingredient for feed production. It is therefore of great importance that standards are established for silage and its raw materials.		
<i>English keywords:</i>	Silage, production, raw material, standards, products		

Innhold

1. Generell innledning.....	2
2. Prosjektsammenfatning.....	2
• Presisering av prosjektets målsetning.....	2
• Prosjektets bakgrunn og motiv for nordisk samarbeid.....	3
• Prosjektresultatets forventede betydning for den nordiske fiskerisektor og for fremtidig forskning og næringsudvikling.....	3
3. Ensilasje; råstoff, produksjon og bruk.....	4
• Krav til råstoffet.....	4
• Produksjon og transport.....	4
• Produkt og utnyttelse.....	7
4. Resultat.....	9
5. Beslutninger og forslag.....	10
6. Appendix.....	12
6.1 Anbefalte målemetoder.....	13
6.2 Tilgang på råstoff.....	14
6.3 Litteraturliste for ensilasje.....	15
6.4 Workshop i Reykjavik.....	28

1. Generell innledning

Betegnelsen ensilasje har lenge vært brukt som generell betegnelse for en rekke produkter som er laget ved enzymatisk nedbrytning av råstoffet. Mest vanlig er nok ensilasje laget av gress/høy eller fisk. I denne rapporten vil vi begrense oss til fiskeensilasje.

Fiskeensilasje kan være laget av hel fisk eller fiskedeler som males opp og blandes med et konserveringsmiddel, vanligvis syre, for at blandingen blir lagringsstabil. Mengden av syre justeres slik at pH i blandingen senkes såpass at bakterievekst i blandingen stoppes.

Under disse forhold, pH mellom 3,5 og 4,5 og temperatur over 5°C, vil fiskens egne enzymer begynne å bryte ned fiskens muskelvev. Denne prosessen kalles for autolyse og er temperaturavhengig slik at ved høyere temperatur (opp til 40°C) går nedbrytningsprosessen hurtigere.

2. Prosjektsammenfatning

Det er av felles interesse både i Norge og Island at øke utnyttelsen af de fiskeråvarer som tas opp av havet men kastes ut igen. På denne måten går store mengder protein tapt. Ensilasje er en mulighed for at ta vare på avfald fra skip og fiskeindustri. For å produsere og transportere ensilasje vil det være nødvendig å vite mer om produktene, det er derfor nødvendig å standardisere ensilasjeprodukter, d.v.s. råvaresammensetning, kvalitet af proteiner og olje, nedbrytelsesgraden af proteiner, prosesser o.s.v.

Det er samfundsøkonomisk ønskelig å opprettholde et visst omfang av bruk av ensilasje, men dette henger sammen med behovet for at utnytte betydelige kvanta av biprodukter fra fiskeindustrien. Allt tyder på at det idag knapt foreligger alternativer til ensilering, dersom målet er å ta hånd om afskjær, hoder, slo m.m. på en måte som gir positivt dekningsbidrag, også for fiskeindustrien.

Tørrfôrprodusenter har allerede begynt å blande ensilagekonsentrat inn i fôret før ekstrudering. Forsøk med slikt fôr har gitt gode resultater, men for å kunne leve opp til deres forventinger er det nødvendig å lage klare spesifikasjoner for ensilasjeproduktene.

Hvis veksten i fiskeoppdrett blir så kraftig som forventet vil det bli nødvendig å øke produksjonen av fiskefôr. Ensilasje af riktig kvalitet kan være en viktig råvare til produksjon av tørrfôr. Det er derfor svært viktig at der lages felles krav/standarder til sammensetningen av ensilasje og de råvarer som brukes til den.

Det synes å være en av hovedoppgavene ved økt bruk af ensilasje til fôr å forbedre kvaliteten på ensilasjen og lage standarder for produktene.

Presisering af prosjektets målsetning:

1. Å lage standarder og spesifikasjoner for ensilage og ensilasjeprodukt som kan skaffes fra fiskeindustrien samt fangstskip/fabrikskipene.

2. Lage en håndbok med beskrivelser av ensilasjens egenskaper og råensilasjens behandling, samt beskrivelse av produktets fysiske egenskaper.
3. Hjælpe til ved å finne de mest optimaliserte prosesser for produksjon av ensilasje, samt å skaffe forbukerne god informasjon om ensilasjens kjemiske og fysiske egenskaper til videreforedling.

Prosjektets bakgrunn og motiv for nordisk samarbeid:

I Norge blir det årlig kastet omkring 200.000 tonn biprodukt ifra torskefiskeriene og i Island går det tapt ca. 100.000 tonn biprodukter. Det er av felles interesse å øke utnyttelsen av de råvarer som kan skaffes fra fangstflåten. I alle fall skal man lage standarder og spesifikasjoner på biproduktenes egenskaper og kvalitet og på det vis vil man stimulere foredling af disse råvarer.

Prosjektresultatets forventede betydning for den nordiske fiskerisektor og for fremtidig forskning og næringsudvikling:

Prosjektets resultat vil være av nytte for rederier, industri, besetning, eksportører o.s.v. Det blir enklere å utføre markedsstyrt produktutvikling. Et af formålene med prosjektet er å konstatere status i dag, når det gjelder kunnskap om marked, prosesser og videreforedling av ensilasje og biprodukter fra fiskeindustrien.

3. Ensilasje; råstoff, produksjon og bruk

Krav til råstoffet

Det er teknisk sett fullt mulig å lage ensilasje av alt fiskeråstoff: slo, skinn, muskel og bein. Kvaliteten av ensilasjen, protein og olje, vil derimot i stor grad avhenge av sammensetningen og kvaliteten av råstoffet. Ensilering er ingen løsning for å bli kvitt bedervet avfall. Ensilasje av god kvalitet kan ikke lages av fordervet råstoff. Selv en liten andel dårlig ensilasje kan ødelegge en stor mengde ensilasje hvis de blandes sammen. Det er derfor viktig at en vet hvilken kvalitet råstoffet holder. Slik kan man forutsi hvilken kvalitet produktet vil være og justere produksjonen i forhold til det.

Enkelte forbrukere kan gjøre forskjellige krav til den ensilasje de skal bruke. Slik stiller fôrprodusenter, enten det er til fisk, fugl, pelsdyr eller andre husdyr, høye krav til ensilasjen. Det kan være krav om ferskhet (TVB-N), olje-, vann- og tørrstoffinnhold, eller til og med hydrolysegrad (kjedelengde på aminosyrer o.s.v.).

Uansett hvem forbrukeren er vil det være svært viktig at sammensetningen og kvaliteten av ensilasjen er konsistent, slik at forbrukeren vet hvilket produkt han har med å gjøre.

Grovt sett kan forskjellige råstoffkilder deles inn etter opprinnelse og sammensetning. Tabell 1 gir en oversikt over de vanligste råstofftyper samt noen av deres egenskaper.

Tabell 1. Noen generelle råstoffkilder og deres hovedegenskaper.

Råstoff-type	Karakteristikk	
Slo og filletavskjær Hel lodde og sild	Ensartet sammensetning som kan ensileres med enkelt utstyr forbruker relativt lite syre. Denne type råstoff er spesielt utsatt for forråtnelse og må derfor ensileres så snart som mulig.	mye olje høyt proteininnhold
Hoder, bein og større fisk	Stor andel av bein vil skape noe problemer. Større krav til prosessutstyr, råstoffet må kvernes. Dette råstoff krever mye syre.	lite olje lavt proteininnhold
Avfall fra fiskeoppdrett	I utgangspunktet godt råstoff, men er i noen tilfeller nokså bedervet eller inneholder rester av medisiner. Ligner slo og filletavskjær. Tillates ikke til bruk i fiskefôr.	mye olje høyt proteininnhold
Rekeavfall	Inneholder mye kalsium og forbruker derfor mye syre. Brukbart proteininnhold hvis hoder følger med.	lite olje middels proteininnhold
Slam fra industri	Generellt dårlig råstoff men kan brukes til enkelte spesialprodukt, kan inneholde en del olje.	

Produksjon og transport

Første trinn i ensilasjeproduksjon er oppmaling av råstoffet og innblanding av syre. Det er svært viktig for ensilasjens videre kvalitet at oppmalingen er vellykket og at den ikke inneholder store fisk- eller beinbiter som syren ikke klarer å trenge inn i tilstrekkelig raskt. Her kan bein skape et betydelig problem. Stor andel av bein vil gi en ensilasje med høyt askeinnhold. For å minske dette kan det være nødvendig å installere utstyr for å skille ut beina.

Det er i dette trinn at linjene blir satt for hva den ferdige ensilasje kan brukes til. Dette kan påvirkes ved valg av råstoff, innblandingsgrad av bein og ikke minst valg av syre.

Hovedformålet med syretilsetning er å senke pH såpass mye at forråtnelsesbakterier ikke vokser. Valg av syre som anvendes for senking av pH er svært viktig for videre bruk av ensilasjen. Forskjellige syrer har forskjellig stor evne til dette som igjen fører til at mengden av syre som trenges kan variere, alt etter hvilken syre som anvendes. Til dette formål kan det anvendes organiske syrer som maursyre, propionsyre og eddiksyre, men også uorganiske syrer som saltsyre, svovelsyre, salpetersyre og fosforsyre. Maursyre og svovelsyre er nok de to mest anvendte syrene. Tabell 2 viser en oversikt over de mest anvendte syrer til konservering (ensilering) av fiskeavfall. For at maursyre skal være antimikrobielt effektiv må det tilsettes tilstrekkelig mye for å senke pH under 4,5. Uorganiske syrer trenger generelt lavere pH for å gi like god antimikrobiell virkning. Svovelsyre trenger f.eks. pH under 2-2,5 for å gi like god effekt som maursyre.

Tabell 2. Fordeler og ulemper ved bruk av noen vanlige syrer til ensilering.

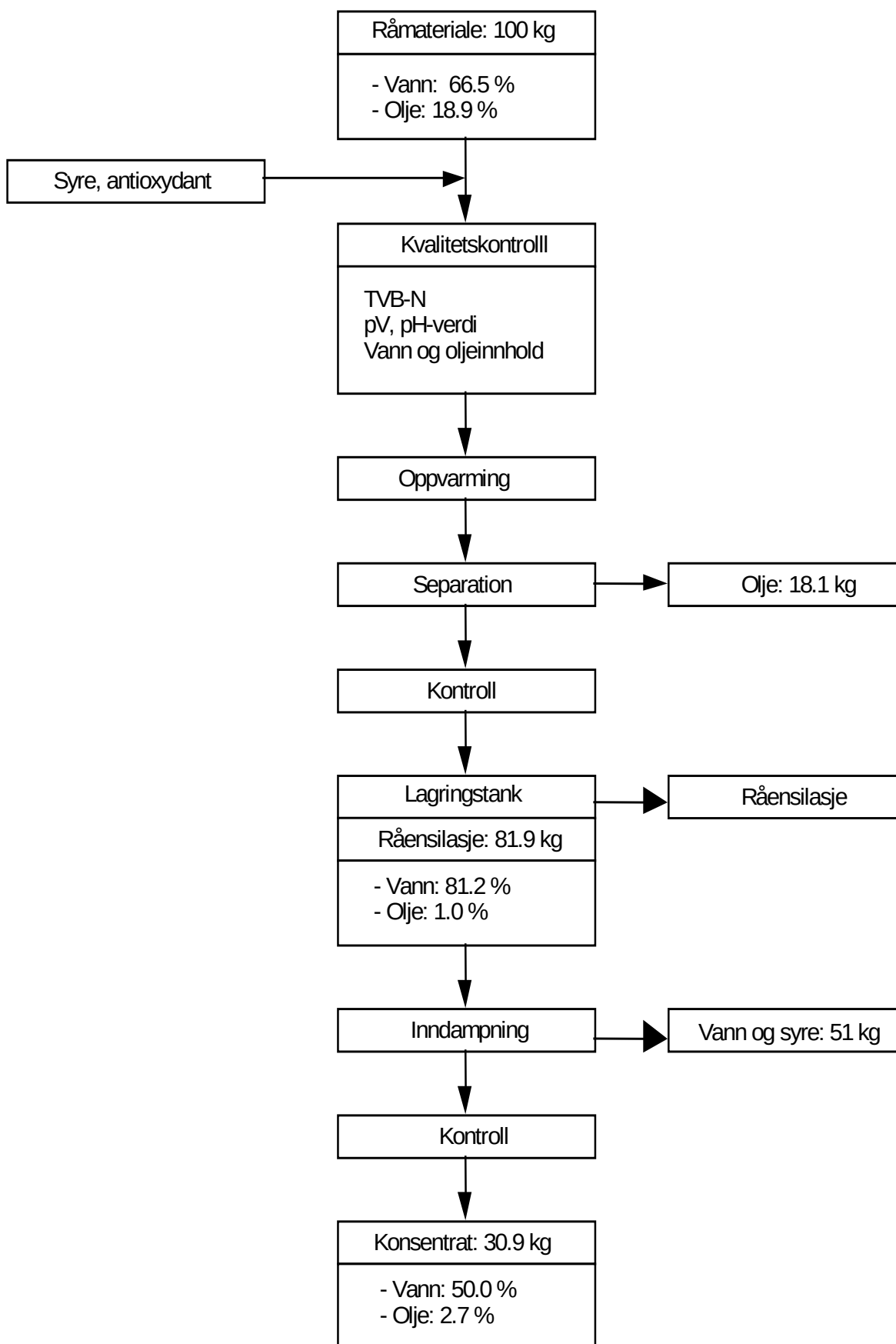
Organiske syrer		Uorganiske syrer	
• Maursyre • Propionsyre • Melkesyre • Eddiksyre		• Svovelsyre • Saltsyre • Salpetersyre	
Fordeler	Ulemper	Fordeler	Ulemper
Stopper bakterievekst ved relativt høy pH (4,0-4,3)	Dyrere enn uorganiske syrer (ca. 50%)	Rimeligere enn organiske syrer	pH må senkes ned til ca. 2-2,5
Trenger ikke neutraliseres for bruk i husdyrfôr			Må neutraliseres før bruk i husdyrfôr

Som andre marine oljer som inneholder stor andel umettete fettsyrer er oljen i ensilasjen utsatt for harskning. For å hindre dette må det tilsettes en antioksydant. Vanligvis blir det blandet 1% antioksydant i syren før tilsetning i ensilasjen for å sikre jevn fordeling.

Etter at råmaterialet er malt opp og syre og antioksydant er blandet i, pumpes råensilasjen til et mellomlager eller dagtanker hvor ensileringen fullføres. Det er nødvendig med god sirkulasjon i lagringstankene for å forhindre at bein o.l. faller ut i bunnen og for at pH blir jevn i hele tanken. Dette kan gjøres enten med internt røreverk eller pumper.

Tiden det tar for enzymene å bryte ned fiskemassen er sterkt avhengig av type råmateriale, pH og temperatur. Fiskens fordøyelsesenzym har optimal aktivitet ved pH lik 3-4,5 og temperatur rundt 36-37°C. Det kan derfor være nødvendig med tilførsel av varme for at ensileringen skjer raskt. Er temperaturen under 5°C vil ensilasjen bli tyktflytende selv etter lang lagringstid. Hvis temperaturen heves igjen vil autolysen fortsettende og ensilasjen etterhvert bli mer tyntflytende. Stiger pH over 4,5 vil enzymene ikke fungere skikkelig, forråtnelsesbakterier vil begynne å vokse og ensilasjen vil bli ødelagt.

Ensilasjens hydrolysegrad bestemmes av hvor lenge enzymene er aktive ved nedbrytning av materialet. Det kan være ønskelig å stoppe nedbrytingen ved en bestemt hydrolysegrad. Dette kan gjøres på et hvilket som helst tidspunkt ved å varme ensilasjen raskt opp til 70°C i 1-2 minutter. Da vil enzymene deaktiveres og ensilasjen blir lagringsstabil, etter at oljen har vært fjernet, hvis pH fremdeles er lav nok til å unngå bakterievekst.



Figur 1. Forenklet produksjonsforløp og massebalanse for ensilasjeproduksjon.

Størsteparten av oljen fjernes ifra råensilasjen v.h.a. en vanlig dekanter. Oljeinnholdet kan være helt opp til 30% av opprinnelig volum avhengig av råstoff. For at oljen skal holde god kvalitet er det viktig at den fjernes fra råensilasjen før eventuell lagring. Det er også viktig å ta hensyn til bevaring oljens kvalitet ved design av hele systemet. Hvis f.eks. mye oksygen blandes med ensilasjen under oppmaling, pumping, dekantering o.s.v. vil det føre til oksydasjon av oljen og forringet kvalitet.

For å redusere lagrings- og transportkostnader kan ensilasjen konsentreres til ca. 50% tørrstoffinnhold. Dette kan gjøres på en meget skånsom måte ved oppvarming til ca. 50°C, derved fjernes vann og syre. Dette er en betydelig mer skånsom behandling av proteiner enn ved tørking av fiskemel og vil derfor bevare proteinernes kvalitet bedre, noe som gjør ensilasje så godt egnet til f. eks. fiskefôr. Fordi syren har et noe lavere kokepunkt enn vannet og derfor vil det forsvinne en relativt større fraksjon av den en vann, som fører til noe høyere pH uten at det har vesentlig påvirkning på ensilasjens lagringsstabilitet.

Etter at oljen er fjernet og enzymene deaktivert er ensilasjen svært lagringsstabil og kan godt lagres opp til flere år. Av hensyn til investeringskostnader vil det likevel neppe være gunstig, men det gjør at en er ikke nødt til å sende fra seg ensilasjen så snart den er produsert. Det er fullt mulig å produsere avfettet råensilasje når tilgangen på råstoff er god for så å videreforedle den når det er mindre råstoff som faller til.

Ettersom ensilasje er et viskøst produkt er den relativt enkel i transport og kan med fordel pumpes og transporteres med bil, containere eller tankskip, alt etter volum og transportavstand.

Produkt og utnyttelse

Ensilasje kan anvendes til en rekke ulike formål. I dag anvendes nok det meste av produsert ensilasje til fôrproduksjon til dyr, enten det er fisk, pelsdyr eller andre husdyr. Fiskeoljen som separeres ifra ensilasje selges inn på samme marked som annen fiskeolje og holder som regel nokså god kvalitet.

Melproduksjon

En del ensilasje har vært brukt som tilsetning i produksjon av fiskemel. Den inngår da på lik linje som annet råstoff og skilnes ikke ut som spesielt produkt. Dette kan være en måte å konservere råstoff for melproduksjon, spesielt hvor det ikke faller til mengder med avfall der er store nok til at det blir økonomisk forsvarlig å starte opp produksjon.

Dyrefôr

Størsteparten av den ensilasje som produseres i Norden i dag brukes til dyrefôr. Hvilke dyr som føres er avhengig av opprinnelsen av råstoffet. Kun ensilasje produsert ifra marint råstoff (villfisk) er tillatt til bruk i fiskefôr, mens stort sett all fiskeensilasje kan brukes som tilsetning til fôr til pelsdyr, storfe, sau, gris høns og t.o.m. kjeledyr.

Bruk av fiskeensilasje i fiskefôr har flere fordeler. Det gir en hardere pellet som ikke smuldrer så lett, selv i mekaniske fôringsanlegg. Opp til en viss grad har det en gunstig effekt på tilvekst hos laks, men når innholdet går over en viss grense vil veksten avta igjen.

Laksefisk trenger fargestoffet astaxhantin i fôret for å danne rødfargen i kjøttet. Dette stoffet fins i reker og blir som regel tilført fôret i form av rekemel. Alternativt brukes cantaxhantin som er en syntetisk analog men ikke like effektiv til dette formål. Produksjon av rekemel fra rekeavfall krever mye energi og er derfor dyrt. Det er fullt mulig å ensilere rekeavfall og bruke direkte slik i fôret og dermed redusere kostnader vesentlig. Forsøk har vist at fordøyeligheten av fargestoffet økes fra 45% til 70% ved ensilering sammenlignet med fersk reke eller rekemel. Ulempen ved slik produksjon er derimot at siden rekeavfall er høyt i aske vil det forbrukes nokså mye syre. Det vil derfor være fordel om det er mulig å bruke rimelig syre som f.eks. svovelsyre.

Biokjemiske produkter

Ensilasje har vært brukt som råstoff for produksjon av en rekke biokjemiske produkter s.s. smaksekstrakter, enzymer, peptoner for bakteriedyrking og lignende. Siden dette er nokså spesialiserte anvendelser vil kravene til ensilasje for slike produkt kunne variere ganske mye alt etter produkt. Det er fullt mulig at her kan det avsettes ensilasje fra råstoff som ikke egner seg godt til andre formål, s.s. blodvann, industrislag o.l.

Humankonsum

En form for ensilering (hydrolyse) har lenge vært brukt ved produksjon av menneskemat. Produksjon av fiskesauser i Sør-øst Asia og modning av sild er prosesser hvor fiskens egne enzymer er anvendt for å lage et ønsket produkt. I senere tid er man også begynt å produsere smaks konsentrater (for suppeindustrien) ifra fiskeavfall v.h.a. tilsatte enzymer. For slik produksjon anvendes kun råstoff ifra bestemte kilder, alt etter hvilke smakstoffer man skal produsere, f.eks. krabbe, reke, hummer os.v.

Gjødsel og jordsmonn

Ensilasje og fiskeavfall har vært foreslått til bruk i som gjødsel i landbruket, spesielt i organisk landbruk hvor det ikke er ønskelig å bruke kunstgjødsel. Ensilasje er i væskeform og kan derfor spres på samme måte som vanlig husdyrgjødsel. Utstyret til dette fins på de fleste gårder.

En av fordelene med bruk av ensilasje som gjødsel er at kravene til råstoffet er mindre, det kan til og med anvendes råstoff som er for dårlig til bruk i fôrproduksjon. Gjødselverdien kan beregnes utfra nitrogeninnhold ($\% N = \% \text{ protein} / 6,25$). Det er ikke ønskelig at ensilasjonen inneholder stor andel fett siden dette har ingen effekt som gjødsel.

For å holde nede kostnaden ved produksjon av ensilasje til bruk som gjødsel vil det nok ikke være aktuelt å konsentrere den. Dette vil medføre at transportkostnaden vil bli nokså høy.

I USA er en del avfall brukt som tilsetning ved produksjon av jordsmonn ifra sagflis o.l. fra skogbruk. Siden denne anvendelse bygger på forråtnelse kan man med fordel bruke råstoff som er for bedervet til bruk til andre formål.

Tabell 3. Sammensetning av noen vanlige råstoff for ensilasje ved forskjellig grad av prosessering. Sammensetningen av konsentrert ensilasje kan i stor grad påvirkes gjennom produksjonen.

	%		
	Tørrstoff	Protein	Olje
Hel lodde ¹	15-17	13.0	5-15
Hel sild	17-18	17-18	8-15
Makrell	15-19	15-18	6-28
Slo, hvitfisk	13.5	11.5	26.5
Avskjær, uten slo	6	15	0.5
Avfall, sild	16	13,5	8.7
Rognkjeks	10	7.8	3.2
Avfettet slo-ensilasje	18.0	15.0	1.0
Ensilasjekonsentrat	47.5	40.5	2.5

4. Resultat

Under prosjektet ble det holdt noen møter med deltagerne samt et workshop i slutten. Fra dette arbeid ble det hele tiden konstatert behov for standardisering av ensilasje og ensilasjeprodukt samt bedre spesifikasjoner på disse.

Som det fremgår ovenfor kan råstoff til ensilasjeproduksjon være av svært forskjellig karakter fra mange ulike kilder. På samme måte vil produktene være like variert og meget ulike krav vil bli stilt til disse. Det vil derfor være svært vanskelig å sette noen enydige standarder som skal gjelde for all ensilasje og ensilasjeprodukt. Disse må den enkelte produsent eller forbruker sette selv. Det viktigste er at produktene ifra hver produsent er av jevn kvalitet slik at forbrukerne vet hva de kan forvente å få.

Det er også viktig at de enkelte forbrukere klargjør for seg selv og sine råstoffleverandører (her ensilasjeprodusenter) hvilke krav de stiller til de produkt de ønsker å kjøpe. Dermed kan produsentene justere sin produksjon til de krav de enkelte forbrukere stiller ut ifra hvilket råstoff de har tilgjengelig til enhver tid.

¹ Sammensetningen varier med årstid.

5. Beslutninger og forslag

Det er av stor betydning for forbrukere av ensilasje at kvalitet og sammensetning er konsistent. Det er derfor viktig at alle parter bruker samme målemetoder og framsetning av resultater, slik at de kan sammenlignes ved kjøp og salg av råstoff og produkter. Dette for å sikre at produsenter og forbrukere er enige om hvilken kvalitet ensilasjen og ensilasjeprodukter holder. Et forslag til anbefalte målemetoder settes frem i kapittel 6.1.

Forslag 1:

Det foreslås at følgende målinger/dokumentasjon brukes som grunnlag i omsetning av råstoff, ensilasje og ensilasjeprodukt. (Enkelte produsenter og kjøpere kan gjøre krav om flere opplysninger/målinger):

1. Råstoff
type/opprinnelse, mengde i batch, ferskhet, tørrstoff, oljeinnhold....
2. Råensilasje
pH, TVB-N, tørrstoff-, protein- og oljeinnhold,
3. Ensilasjekonsentrat
pH, TVB-N, tørrstoff-, protein- og oljeinnhold,
4. Olje
frie fettsyrer, peroksyd, vann, hydrolysegrad

Andre videreforedlede og spesialiserte ensilasjeprodukt kan gjøre krav til spesielle målinger. Det anbefales at referansemetoder for analyser oppgis i dokumentasjon med hver batch.

Forslag 2:

Det foreslås en klassifisering (A, B, C og D) av ensilasje basert på råstofftype og egenskaper. Denne klassifisering gir retningslinjer for bruksområdet av ensilasjen.

A. Ferskt råstoff av god kvalitet ensilert med maursyre til pH lik 4,5 eller lavere og tilsatt antioksydant.

Ensilasje produsert av fersk (TVB-N < 50 mg/100g) hel lodde, sild eller sildeavskjær, reint slo eller reint fiskekjøtt. Inneholder liten andel bein (lav aske), høyt protein innhold og relativt mye olje (varierer med årstid). Konsentrert og avfettet egner den seg godt til de fleste typer dyrefôr. Oljen fra denne type avfall er av god kvalitet.

B. Ferskt råstoff av god kvalitet ensilert med andre syrer.

Samme som A men syretype avgjør bruksmuligheter.

C. Mindre ferskt råstoff og avfall fra fiskeindustri, slakterier og foredlingsanlegg.

Råstoff som inneholder en del bein og gjør derfor større krav til ensileringsanlegget og syrebruk samt råstoff med TVB-N høyere enn 50 mg/100g men som likevel ikke er bedervet.

D. Avfall fra oppdrettsanlegg m.m., kadaverøs fisk, som muligens inneholder medisinerester, industrislam o.l.

Råstoff og avfall med TVB-N over 100 mg/100g. Ensilasje produsert fra denne type avfall kan som regel ikke brukes til dyrefôr. Fôrmyndighetene i Norge har satt en grenseverdi (MRL-verdi) for antibiotikainnhold som er 50 ng/g. Herunder bør også klassifiseres spesialensilasje laget av f.eks. rekeavfall m.m.

Det er et spørsmål om antibiotikaholdig avfall kan i det hele tatt brukes til ensilasje. En alternativ avsetningsmåte er forbrenning, som ut fra miljøhensyn er nok den sikreste måten. I alle fall vil bruksområdet for slik ensilasje være meget begrenset.

6. APPENDIX

- 6.1 Anbefalte metoder til måling av kvalitet av råstoff og ensilasjeprodukt.
- 6.2 Tilgang på råstoff
- 6.3 Litteraturliste for ensilasje.
- 6.4 Workshop

6.1 Anbefalte metoder for måling av kvalitet av råstoff og ensilasje

Det anbefales at det brukes anerkjente metoder til målinger av råstoff, råensilasje og produkter. Under er en liste over noen parametre og anerkjente metoder til måling av dem som IFL har hatt god erfaring av. De fleste blir brukt til rutineanalyser av råstoff til fiskeindustrien, fiskemel og fiskeoljer. Det er ikke nødvendig å gjøre alle målingene i alle tilfeller.

- 1) Råstoff, råensilasje og konsentrat
 - a) TVB-N
Dampdestillering ifølge Antonacopoulos, N. 1968.
 - b) Fett
AOCS Official Method Ba3-38.
 - c) Protein
ISO 5983-1979 (E).
 - d) Vann/tørrstoff
ISO 6496-1983 (E).
 - e) Salt
AOAC 937-09 15th ed. 1990.
 - f) Aske
AOAC 942-05 15th ed. 1990.
 - g) Antibiotika
 - h) Bakterier
- 2) Olje
 - a) Frie fettsyrer
AOCS Official and Tentative Methods 2nd ed. 1946.
 - b) Peroksyd/tot.oks.
Wheelers metode.
 - c) Vann
AOCS Official Method Ca 2a-45.
 - d) Hydrolysegrad

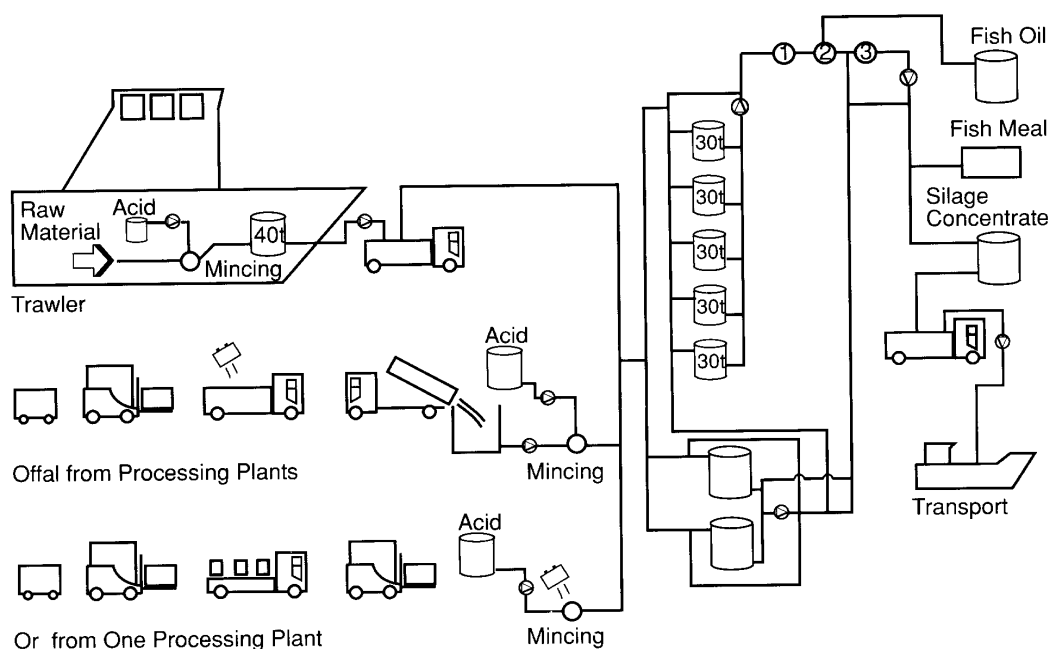
Anndre målinger:

- a) Viskositet/seighet

6.2 Tilgang på råstoff

Det estimeres at i Norge kastes det om lag 200.000 tonn med fiskeavfall på havet hvert år. I Island er denne mengden noe mindre, eller om lag 100.000 tonn. Hovedforskjellen mellom Norge og Island ligger i utnyttelsen av fiskehoder. I Norge blir fisken som regel sløyd og hodekappet ombord og hodene kastes i havet, mens i Island landes fisken som regel sløyd med hode på. Hodene blir i stor grad utnyttet til produksjon av kjaker, tunge og fiskemel.

Figur 2 viser eksempler på kilder for råstoff til ensilasjeproduksjon. Det har vært gjort en rekke forsøk og kalkyler på ombordproduksjon av ensilasje ifra slo og avskjær på ferskfisk- og fabrikktrålere men av forskjellige grunner har ingen lyktes med dette i det lange løp. Noen av de viktigste grunnene har vært lav pris på ensilasjen kombinert med stort plass/kapasitetsbehov ombord, dårlig utbygd mottaksnett i land samt tekniske problemer som etter hvert er blitt løst. I dag er det noen få trålere i Norge som produserer ensilasje av avfall ombord.



Figur 2. Noen råstoffkilder og forenklet produksjonsforløp for ensilasje.

Et alternativ til avfall er å bruke hel lodde og sild. Denne fisken går i stor grad til melproduksjon i land og kan være av ypperlig kvalitet. Det er derimot stor etterspørsel om råstoffet og prisene derfor nokså høye.

Situasjonen er noe bedre i land og der er det i dag store mengder med råstoff som med fordel kan brukes til ensilering. Det kan bl.a. dreie seg om rent avskjær ifra hvitfiskfilletering og videreforedling, (filletbiter, hoder, rygger, skinn o.fl.) samt avskjær ifra sildeindustrien. Det gjøres i dag også rikere krav om redusering av utslipp av organiske stoffer ifra industrien i land. På dette feltet er det en del å hente, især i produksjon av fettsk som sild og makrell hvor det kan være snakk om betydelige mengder med olje som går ut med avløpet.

6.3 Litteraturliste

Denne litteraturliste er på ingen måter tømmende, det er inkludert en del artikler, rapporter, forelesninger og annet av interesse. Ikke alt er tilgjengelig på engelsk eller nordiske språk.

- Aas, T., 1982. Fiskesloensilasje som fôr til svin. *Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket* 1982(1). 506-511.
- Akande, G.R., 1989. Improved utilization of stunted tilapia spp. *Int. J. Food Science & Technol.*, 24(5), 567-571, 13 ref.
- Alwan, S.R., D.J. Buckley and T.P. O'Connor, 1993. Silage from fish waste: chemical and microbiological aspects. *Irish J. Agric. Food Research*. 32(1), 75-81. 14 ref.
- Alverson, D.L., M.H. Freeberg, S.A. Murawski and J.G. Pope, 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fisheries Technical Paper No. 339*, FAO, Rome, 233p.
- Andersen, K.E., 1984. Ensilering av lodde til fiskeprodukter som alternativ til frysing. *Fiskeriforskning Rapport no: A28/1984*.
- Andrusenko, P.I., 1966. A new method of the preservation of animal feed from fish waste. *Rybnol Khozyaestvo*, no. 3, Moskva, march 1966. 73pp.
- Anon., 19XX. [Collection of fish waste onboard Gunnjón frá Garði]. *Söfnun fiskúrgangs um borð í Gunnjóni frá Garði*. 15pp.
- Anon., 1953a. Liquid fertilizers lead in new applications of fish by-products. *J. Agric. Ed. Chem*, 1, 206-207.
- Anon., 1953b. Boston firm uses fermented fish in new soil fertilizer. *World Fish Abstr.*, 4(5), 41-42.
- Anon., 1968. Proceedings conference in fish protein concentrate. *Can. Fish. Rep.*, No 10.
- Anon., 1976. Processed protein foods and lysinoalanine. *PAG Bull.*, 4(2), 34-36.
- Anon., 1977. Proceedings of the Conference on the handling, processing and marketing of tropical fish. United Kingdom, Tropical Products Institute 511pp. ISBN 0-85954-059-6, Conference-proceedings.
- Anon., 1977. Liquid hydrolyzed fish protein from enzymatic process. *Food Eng.* 2, 26-29.
- Anon., 1983. Proceedings of the British Society of Animal Production. Titles and abstracts of papers for presentation at the 80th meeting of the British Society of Animal Production, Harrogate, 21-23 March 1983. United Kingdom, British Society of Animal Production, *Animal-Production*; 36 (3) 501-547 Conference-proceedings.
- Anon., 1984. Energiøkonomisering på fiskemelsfabrikker. Rapport fra Nordisk Ministerråds seminar, Reykjavík, 26.-29. september 1984.
- Anon., 1986. [Experience of silage production in the fish-meal factory of Einar Guðfinnson hf, Bolungarvík]. *Reynslan af meltuvinnslu í síldar- og fiskimjölsverksmiðju Einars Guðfinnssonar hf, Bolungarvík*. Meltuvinnsla: Ráðstefna um nýtingu á slógi og aukaafli. Reykjavík jan. 1986. 6pp.
- Anon., 1986. [Utilization of liver and viscera]. *Lifrar og slógnýting*. Áfangaskýrsla, Sjávarútvegsráðuneytið. Meltuvinnsla: Ráðstefna um nýtingu á slógi og aukaafli. Reykjavík jan. 1986. 6pp.
- Anon., 1986. "Vinnslurásir, tækjabúnaður, kostnaður ofl." . Meltuvinnsla: Ráðstefna um nýtingu á slógi og aukaafli. Reykjavík jan. 1986. 6pp.
- Anon., 1991. Introduction to the fish silage workshop held at Canadian Institute of Fisheries Technology, Technical University of Nova Scotia. 1.11.1990. *Bull. Aquacult. Assoc. Canada*.
- Anon., 1993. Seafood/timber compost residual fertilisation study. Market survey. Natural Resources Consultants, Inc., Seattle, Washington, USA, 17p.

- Anon., 1993. [Full utilization of catch onboard factory vessels]. Fullnýting afla um borð í vinnsluskipum. VSÓ Iðntækni og LÍÚ.
- Anon., 1993. [Standardisation of silage (outline)]. Stöðlun meltu (Drög), Aflaflýtingarnefnd, okt 1993.
- Anon., 1994. [Silage production in Iceland - Feasibility study]. Meltuvinnsla á Íslandi - Forathugun á gjörvileika. Háskóli Íslands, Vélaverkfræðiskor. 48pp.
- Anon., 1994. [Utilisation of by-products]. Nýting aukaafurða. VSÓ Iðntækni og LÍÚ.
- Arason, S., 1981. [Production of silage from fish waste]. Meltuvinnsla úr fiskúrgangi. Tæknitíðindi Rf, nr. 126.
- Arason, S. 1986. [Utilisation of fish viscera and by-products]. Nýting slógs og aukaafla. Meltuvinnsla: Ráðstefna um nýtingu á slógi og aukaafla. Reykjavík jan. 1986. 9pp.
- Arason, S., 1991. Production of fish silage.
- Arason, S., 1994. Production of fish silage. In: A.M. Martin (ed.). Fisheries Processing: Biotechnological applications. Chapman & Hall, London. ISBN 0 412 58460 3.
- Arason, S. and V. Harðarson, 1982. [Silage production onboard a stern trawler]. Meltuverkun um borð í skuttogara. Tæknitíðindi Rf, nr. 137, 23pp.
- Arason, S. og V. Harðarson, 1982. [Technical information on silage production]. Tæknilegar upplýsingar um meltuvinnslu. Tæknitíðindi Rf, nr. 138, 33pp.
- Arason, S., L. Ásgeirsson og T. Harðarson, 1984. [Silage production]. Meltuvinnsla. Tæknitíðindi Rf, nr. 152, 43pp.
- Arason, S., O. Gudmundsson, 1984. Silage and silage concentrate in grass pellets. I. Production and storage. Report presented at the 1984 Meeting of Agricultural Consultants, Iceland, 95-102.
- Arason, S., O. Gudmundsson and S. Runolfsson, 1984. Silage and whey concentrate in grass meal. I. Production and storage. Report presented at the 1984 meeting of Agricultural Consultants, Iceland, 95-105.
- Arason, S., O. Gudmundsson and S. Runolfsson, 1984. Silage and whey concentrate in grass meal. II. Feeding experiments of bulls. Report presented at the 1984 meeting of Agricultural Consultants, Iceland, 106-114.
- Arason, S., G. Þóroddsson and E. Þ. Bjarnason, 1989. Sjávarfréttir, 4. Tbl.
- Arason, S., E. Þ. Bjarnason and G. Þóroddsson, 1989. Nýjustu tilraunir með meltuvinnslu. Sjávarfréttir, 12, 40-45.
- Arason, S., B. Guðmundsson and A. Teitsson, 1992. Meltuvinnsla, drög að áfangaskýrslu til aflaflýtingarnefndar. R annsóknastofnun fiskiðnaðarins. 15pp.
- Arason, S., G. Thoroddsson and G. Valdimarsson, 1990. The production of silage from waste and industrial fish: The Icelandic experience. In: S. Keller (ed), Making profit out of our seafood wastes. Proc. Int. Conf. Fish By-products. Univ. Alaska Fairbanks, Alaska, 25-27 april 1990, 79-85.
- Archer, M. and R. Watson (eds.), 1997. Proceedings of the Humber Waste Seminar, 12. June 1997. The Sea Fish Authority Report no. SR 505. Sept. 1997. 34pp.
- Arnesen, G. and H. Einarsson, 1967. [Utilization of viscera]. Hagnýting á slógi. In: Vinnsla sjávarafla. Tímarit Verkfræðingafélags Íslands. 52.
- Arnesen, G., S. Arason og S. Jónsson, 1981. [Silage from fish waste]. Meltur úr fiskúrgangi. Tæknitíðindi, nr. 126, 19pp.
- Árnason, J., 1981. [Untraditional feeds]. Óhefðbundið fóður. Freyr, 3 og 8.
- Árnason, H., 1993. [Organic fertilizers from fish viscera]. Lífrænn áburður úr fiskslógi. Skýrsla Rf, nr 26. 12pp.
- Árnason, H., H.P. Þorsteinsson and J.H. Ríkharðsson, 1994. [Improved utilization of fish catch]. Aukin nýting fiskafla. Skýrsla Rf, nr 34. 55pp.

- Árnason, S.V. 1984. [Use of low temperatures for steaming of silage]. Nýting lághita við gufun meltu. Lokaverkefni í vélaverkfræði.
- Árnason, S.V. og S. Arason, 1995. [Research on silage]. Melturannsóknir. Rit Rf, nr. 44, 22.
- Ásgeirsson, L., 1986. [The experience of Lýsi hf of silage production and markets for silage]. Reynsla Lýsis hf af meltuvinnslu og markaðshorfur fyrir meltur. Ráðstefna um nýtingu á slógi og aukaafli. Reykjavík, jan. 1986. 9pp.
- Atkinson, A., E. Lamprecht and D. Mispion, 1974. Acid and alkali preservation of fish meal. In: 28th Annu. Rep. Of the Dir. Fishing Industry Res. Inst., Cape Town, 44pp.
- Austreng, E., 1979. Muligheten av å utnytte avfallsstoffer i fiskeproduksjonen. Norsk Fiskeoppdrett, 4(4), 4-7 og 4(5) 4-7.
- Austreng, E., 1980. Syrekonserving av fôr til fisk. Norsk Fiskeoppdrett, 5(5), 4-6.
- Austreng, E., 1983. Surfôr til fisk - erfaringar og praktisk bruk. I: "Perspektiver for akvakultur I Nordland", R. Gullestad (ed.). Akvakulturkonferanse, Bodø, nov. 1983. 78-84.
- Austreng, E. and T. Gjefsen, 1981. Fish oils with different contents of free fatty acids in diets for rainbow trout fingerlings and salmon parr. Aquaculture, 25, 173-183.
- Austreng, E. and T. Åsgård, 1986. Fish silage and its use. In: E. Grimaldi and H. Rosenthal (eds.). Trend and problems in aquaculture development. Proc. 2nd Int. Conf. Aquafarming "Aquacultura '84", Verona, Italy, october 12-13.p. 218-229.
- Austreng, E., A.E. Andersen og A. Skrede, 1979. Syrekonserving av fôrfisk. Norsk Fiskeoppdrett, 4(1), 4-7.
- Åsgård, T., 1980. Bruk av syrekonservert fôr til fisk. Norsk Fiskeoppdrett, 6.
- Åsgård, T., 1981. Syrekonserving - Kan avfall bli inntektskilde? Norsk Fiskeoppdrett, 6 (5/6), 30.
- Åsgård, T. and E. Austreng, 1981. Fish silage for salmonids: A cheap way of utilizing waste as feeds. Feedstuffs, 53(27), 22-24.
- Åsgård, T. and E. Austreng, 1985. Casein silage as feed for salmonids. Aquaculture, 48, 233-252.
- Åsgård, T. and E. Austreng, 1985. Dogfish offal, ensiled or frozen, as feed for salmonids. Aquaculture, 49, 289-305.
- Åsgård, T. and E. Austreng, 1986. Blood, ensiled or frozen, as feed for salmonids. Aquaculture, 55, 263-284.
- B.P. Nutrition Ltd (UK), 1980. The Bio-Add process for liquid fish protein production.
- Backhoff, H.P., 1976. Some chemical changes in fish silage. J. Food Technology, 11, 353-363.
- Berndsen, G., 1991. Nýting úrgangs með afgangsortku. Lokaverkefni í vélaverkfræði, Háskóli Íslands, júní 1991. 49pp.
- Bjarnason, J., 1982. [Better utilization of raw materials in seafood production]. Betri nýting á hráefnum í sjávarútvegi. Ráðstefna Verkfræðingafélags Íslands, 2.-3. Apríl 1982. 10pp.
- Black, W.A.P., 1955. The preservation of seaweeds by ensiling and bactericides. J. Sci. Fd. Agric., 6, 14-23.
- Blackhoff, H.P., 1976. Some chemical changes in fish silage. J. Food Tech., 11, 353-363.
- Bligh, E.G (ed), 1992. Seafood science and technology. 406pp. Conference proceedings. ISBN 0-85238-173-5.
- Bonacker, L.A. and A.D. O'Rourke, 1989. Adding value to seafood products and processing wastes: Insights and recommendations for Pacific County, Washington. Pacific County Economic Development Council, May 30, 1989.

- Bonacker, L.A., 1991. Production and testing of seafood waste/sawdust compost as a useful fertiliser. Final Report. Pacific County Economic Development Council, Seattle, Washington, USA. 58+pp.
- Bonacker, L.A., 1991. Marketing opportunities for composts produced from seafood processing and timber wastes in Pacific County, Washington. Final Report. Pacific County Economic Development Council, Seattle, Washington, USA. 58+pp
- Brinton, W. 1989. Fish compost Effects on growth and yields of corn. Report to the soil & water conservation Commission of Maine.
- Brinton, W.F. and M.D. Seekins, 1988. Composting fish by-products: A feasibility study. Time & Tide RC&D, Waldodoro, Maine, USA.
- Brown, N. and J. Sumner, 1985. Fish silage. FAO-Fisheries-Report; No. 317 (Suppl.), pp. 404-413, Lecture.
- Carpenter, K.J., J. Duckworth, G.M. Ellinger and D.H. Shrimpton, 1952. The nutritional evaluation of protein concentrates obtained from the alkali digestion of herrings. J. Sci. Fd. Agric., 3, 278-288.
- Cheftll, C., M. Ahern, D.I.C. Wang and S.R. Tannbaum, 1971. Enzymatic solubilization of fish protein concentrate: batch studies applicable to continuous enzyme recycling processes. J. Agric. Fd. Chem., 19, 155-161.
- Chen, H.M. and S.P. Meyers, 1983. Ensilage treatment of crawfish waste for improvement of astaxanthin pigment extraction. J. Food Sci., 48(5), 1516.
- Choudhury, G.S., 1996. Product and process for the utilization of enzyme and muscle from fish containing proteolytic enzymes. US Patent.
- Chuang, J.L. and N.D. Harris, 1974. Effectiveness of oil carrier for antioxidants in fish concentrate. J. Am. Oil Chem. Soc., 51(12), 537-539.
- Clucas, I.J., 1982. Fish handling, preservation and processing in the tropics. II. Report, Tropical Products Institute; G145, vii + 144pp. ISBN 0-85954-126-6.
- Connell, J.J. [ed.], 1980. Advances in fish science and technology. United Kingdom, Torry Research Station xiv + 512pp. ISBN 0-85238-108-5. Conference-proceedings.
- Crawford, D.L., D.K. Law and J.K. Babbitt, 1972. Nutritional characteristics of marine food fish carcass waste and machine-separated flesh. J. Agr. Food Chem., 20(5).
- Dagbjartsson, B. 1982. [Possibilities in food-industry and the future of feed production]. Möguleikar í matvælaíðnaði og framtíð fóðurframleiðslu. Erindi á fundi SASS, 30. Okt. 16pp.
- Dagbjartsson, B., G. Arnesen, J. Þorsteinsson, J. Bjarnason, P. Ólafsson og T. Eiríksson, 1976. [A new method for the utilization of fish viscera and by-catch]. Ný aðferð til nýtingar á slógi og úrgangsfiski. Tæknitíðindi, nr. 77. 55pp.
- Dahl, G., 1982. Praktisk utnyttelse av fiskeslo i Vesterålen. Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket 1982 (1), 481-486.
- Dendy, D.A.V. and R. Kasasian, 1979. Composite flour technology bibliography. Report Tropical Products Institute, 74pp. ISBN 0-850954-104-5.
- Desai, M.B., 1981. Preliminary cost estimating of process plants. Chem. Engineer, July 27, 1981.
- Disney, J.G., A. Hoffman, J. Olley, I.J. Clucas, A. Barranco and B.J. Francis, 1978. Development of a fish silage/carbohydrate animal feed for use in the tropics. Trop. Sci., 20(2), 129.

- Edin, H. 1940. Undersøkingar angående importavstengningens äggviteproblem. Metoder for våtkonservering av animalt avfall. Nord. Jordbr. Forsk., 22, 142-158.
- Einarsson, H., Þ. Þorbjarnarson and J. Guðmundsson, 1955. Bráðabirgðaskýrsla um slógrannsóknir. Rannsóknastofa Fiskifélags Íslands.
- Espe, M., J. Raa and L.R. Njaa, 1989. Nutritional value of stored fish silage as a protein source for young rats. J. Sci. Food Agric., 49, 259-270.
- Espe, M., H. Haaland and L.R. Njaa, 1990. Digestibility and utilization in young growing rats given saithe offal silage stored for different length of time as the sole protein source. Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring, III, 1, 37-42.
- Espe, M., H. Haaland, L.R. Njaa and J. Raa, 1992. Growth of young rats based on diets based on fish silage with different degrees of hydrolysis. Food Chem., 44, 195-200.
- Espe, M., Haaland, H. and Njaa, L.R., 1992 Substitution of fish silage protein and a free amino acid mixture for fish meal protein in a chicken diet. Journal-of-the-Science-of-Food-and-Agriculture; 58 (3) 315-319.
- Ferreira, N.G. and H.O. Hultin, 1994. Liquefying cod fish frames under acidic conditions with fungal enzyme. J. Food Processing and Preserving, 18(2), 87-101, 11 ref.
- Frederick, L., R. Harris, L. Petersdon and S. Kehrmeier, 1989. The compost solution to dockside fish waste. Univ. Wisconsin Sea Grant Inst., Madison, Wisconsin, USA.
- Freeman, H.C. and P.L. Hoogland, 1956. Processing of cod and haddock viscera: 1. Laboratory experiments. J. Fish Res. Board Can., 13, 869-877.
- Fyrileiv, E., 1942. Konservering av fisk. Tidsskrift Fjørfeavl, 15, 153-155.
- Fyrileiv, E. og A. Helgebostad, 1943. Syrekonservering av sild og fiskeavfall og disse fôrstoffers anvendelse til revehvalper. Norsk Pelsdyrblad, 17, 95-102.
- Gambaro, A., N. Barlocco, A. Vadell, N. Avdalov, 1994. [Sensory quality of meat from pigs fed on ensiled fish.] (In Spanish), Alimentaria, 249, 27-29.
- Gibb, M.J. and R.D. Baker, 1992. The use of fish meal and monensin as supplements to grass silage and their effect on body composition changes in steers from 5 months of age to slaughter. Animal-Production; 55 (1) 47-57.
- Gildberg, A., 1991. Bruk av enzymer ved foredling av marine råstoffer. Fiskeriforskning Rapport no. 12/1991.
- Gildberg, A., 1993. Enzymic processing of marine raw materials. Process Biochem., 28(1), 1-15. Review, 130 ref.
- Gildberg, A. and J. Raa, 1976. Utnyttelse av fiskeslo - kjemisk og biokjemisk karakterisering av fiskeslo. Fiskeriforskning Rapport no: U2/1976.
- Gildberg, A. and J. Raa, 1977. Properties of a propionic acid/formic acid preserved silage of cod viscera. J. Sci. Food Agric., 28, 647-653.
- Gildberg, A. and K.A. Almås, 1986. Utilization of fish viscera. In: Le Maguer, M. and P.Jelen (eds), Food Engineering and Process Applications. Elsevier Applied Science, London. Vol. 2, 383-393.
- Giurca, R. and R.E. Levin, 1992. Optimization of the lactic acid fermentation of hydrolyzed cod gurry with molasses. J. Food Biochem., 16(2), 83-97.
- Goldhor, S.H., R.A. Curren, O. Solstad, R.E. Levin and D. Nichols, 1990. Hydrolysis and fermentation of fishery by-products: Costs and benefits of some processing variables. p: 203-208 in; Keller, S. (ed), 1990. Making profits out of seafood wastes. Proceedings of the International Conference on Fish By-Products, Anchorage, Alaska, april 25-27, 1990. 239pp.
- Goldhor, S.H., 1992. Fish protein hydrolysates and their uses. Presented at some meeting?

- Goldhor, S.H. and J. Regenstein, 1993. Preparing for the 21st century. *Seafood Int.*, 8(9), 53-55, 57.
- Gonçalves, J.F., S. Santos, V.S. Pereira, I. Baptista and J. Coimbra, 1989. The use of fish silage as an ingredient for eel fingerling nutrition. *Aquaculture*, 80, 135-146.
- Green, S., J. Wiseman and D.J.A. Cole, 1988. Examination of stability, and its effect on nutritive value, of fish silage in diets for growing pigs. *Animal-Feed-Science-and-Technology*; 21 (1) 43-56.
- Guðmundsson, B., 1976. [Production of heparin from Icelandic raw-materials]. Vinnsla heparins úr íslensku hráefni. Initial report. Technol. Inst. Univ. Iceland.
- Guðmundsson, Ó., 1986. [Use of silage as feeds]. Notkun meltu til fódurs. Meltuvinnsla: Ráðstefna um nýtingu á slógi og aukaafli. Reykjavík jan. 1986. 10pp.
- Guðmundsson, Ó., S.H. Sigfússon and J. Bjarnason, 1979. Fish and whale silage as a protein supplement for beef cattle. RALA report 54, Agric. Research Inst. Iceland, 1-16.
- Guillou, A., M. Khalil and L. Adambounou, 1995. Effect of silage preservation on astaxanthin forms and fatty acid profiles of processed shrimp (*Pandalus borealis*) waste. *Aquaculture*, 130(4), 351-360.
- Haaland, H. and L.R. Njaa, 1988. Ammonia (NH₄) and total volatile nitrogen (TVN) in preserved and unpreserved stored, whole fish. *J. Sci. Food Agric.*, 44, 335-342.
- Haaland, H. and L.R. Njaa, 1989. Effect of temperature on the autolysis of capelin silages stored for one year. *Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring. II*, 7, 219-226.
- Haard, N.F., 1992. A review of proteolytic enzymes from marine organisms and their application to the food industry. *J. Aquatic Food Product. Technol.*, 1, 17-35.
- Haard, N.F., N. Kariel, G. Hertzberg, et. al., 1985. Stabilisation of protein and oil in fish silage for use as a ruminant feed supplement. *J. Sci. Food Agric.*, 36, 229-241.
- Hansen, K., 1978. Kemiske og bakteriologiske undersøgelser av syrekonserveret fiskeenilage til mink. Skriftlig opgave i pelsdyrenes avl og fodring. Afd. for Fodringslære, Landbrugshøjskolen, København, 21pp.
- Hansen, P., 1959. Ensilering av fisk og fiskeaffald. *Meddr. Fisk. Ministr. Fors. Lab.*, Mai. 1-26.
- Harðarson, V. and S. Arason, 1982. [Silage production in Dalvík] Meltuvinnsla á Dalvík. Report for Hraðfrystihús KEA, 24. Sept. 1982.
- Harðarson, V. and S. Arason, 1982. [Silage production onboard the trawler Kambaröst SU200] Meltuverkun um borð í Kambaröst SU 200. Report for Hraðfrystihús Stöðvarfjarðar.
- Hardy, R.W., K.D. Shearer and J. Spinelli, 1984. The nutritional properties of co-dried fish silage in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) dry diets. *Aquaculture*, 38, 35-44.
- Hardy, R.W., K.D. Shearer, F.E. Stone and D.H. Wieg, 1983. Fish silage in aquaculture diets. *J. World Mariculture Soc.*, 14, 695-703.
- Heras, H., C.A. McLeod and R.G. Ackman, 1994. Atlantic dogfish silage vs. Herring silage in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*): growth and sensory evaluation of fillets. *Aquaculture*, 125(1/2), 93-106, 41 ref.
- Huss, H.H. and E.R. Petersen, 1980. The stability of *Clostridium botulinum* type E toxin in salty and/or acid environment. *Journal of Food Technology*; 15 (6) 619-627.
- Høie, J. 1948. Experiments in feeding hens with preserved fish (Coalfish preserved by formic acid, myosil) and with grassmeal. *Meld. Norg. Landbrukshøgskole*, 28, 463-498.
- In, T., 1990. Seafood flavorants produced by enzymatic hydrolysis. p: 197-202. In: Keller, S. (ed), 1990. Making profits out of seafood wastes. Proceedings of the International Conference on Fish By-Products, Anchorage, Alaska, april 25-27, 1990.

- Jackson, A.J., A.K. Kerr and C.B. Cowey, 1984. Fish silage as a dietary ingredient for salmon. I: Nutritional and storage characteristics. *Aquaculture*, 38, 211-220.
- Jackson, A.J., A.K. Kerr and C.B. Cowey, 1984. Fish silage as a dietary ingredient for salmon. II: Preliminary growth findings and nutritional pathology. *Aquaculture*, 40, 283-291.
- Jahnsen, T.L. and B. Landfald, 1990. [Use of silage in fish-feeds; a questionnaire] Bruk av ensilasje I fiskefor: en spørreundersøkelse. Fiskeriforskning Report no: U55/1990.
- James, M.A., K.M. Iyer and M.R. Nair, 1977. Comparative study of fish ensilage prepared by microbial fermentation and formic acid ensilage. In: Proc. Conf. Handling Process. Mark. Trop. Fish, Tropical Products Institute, London, 273pp.
- Jangaard, P.M., 1987. Fish silage: a review and some recent developments. Paper presented at the Fish Silage Workshop (ed: G. Comeau), Halifax Canada. 8-33.
- Jangaard, P.M., 1991. Fish silage in Norway: current activities. Paper presentet at the Fish Silage Workshop (ed: J. Delabbio), Nova Scotia, Canada, 28-53.
- Johnsen, F., 1982. Fiskeslo som fôr til mjølkekyr. *Aktuelt fra Statens fagteneste for landbruket* 1982. (1), 493-498.
- Johnsen, F. og A. Ekern, 1982. Omsetningen av fiskeslo i vomma hos drøvtyggere. *Aktuelt fra Statens fagteneste for landbruket* 1982. (1), 487-492.
- Johnsen, F. and A. Skreide, 1981. Evaluation of fish viscera silage as a feed resource. Chemical characteristics. *Acta. Agric. Scand.*, 31, 21-28.
- Johnson, E.L. and Q.P. Peniston, 1971. Pollution abatement and by-product recovery in shellfish and fisheries processing. EPA Project 11060 FJQ, June, 1971.
- Johnson, E.L., R.H. van Haagen and R.L. Stokes, 1981. Utilisation of fish wastes as fish silage in the states of Alaska, Oregon and Washington. *Oceanic Associates Inc.* 174pp.
- Jónasson, Þ. og S. Jónsson, 1983. [Some information on collection and utilization of fish viscera]. *Nokkrar upplýsingar um söfnun og nýtingu fiskinnýfla. Tækniðindi*, nr. 151, 14pp.
- Jónatansson, E., 1983. [Silage production in fish meal processing plant of Einar Guðfinnsson hf. In Bolungarvík]. *Meltuvinnsla í síldar- og fiskimjölsværksmiðju Einarar Guðfinnssonar hf í Bolungarvík*. B.Sc. Thesis, Univ. Iceland,
- Jónsson, G. and G. Vigfússon, 1976. [Production of grass-pellets]. *Graskögglaframleiðsla*.
- Kawada, H., K. Kataya, T. Takahashi and H. Kuriyama, 1955. The chemical composition of some fish viscera and the fish soluble feed made from cuttle fish liver. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.*, 21, 503-508.
- Kellems, R.O., D.C. Church and D.K. Law, 19XX. Liquefied fish as a dietary protein source. Department of Animal Science. Oregon State Univ., Corvallis, Oregon, USA.
- Keller, S. (ed), 1990. Making profits out of seafood wastes. Proceedings of the International Conference on Fish By-Products, Anchorage, Alaska, april 25-27, 1990. 239pp.
- Kilpatrick, J.S., 1990. Trends for the future. p: 225-229. In: S. Keller (ed.), Making profits out of seafood wastes. Alaska Sea Grant Publication No. 90-07.
- Kimpiang, I., R. Arifiidin and J. Raa, 19XX. Nutritional value of ensilaged by-catch fish from Indonesian shrimp trawlers. Centre for Animal Research, Ciawi, Indonesia.
- Kimpiang, I., A. Darwanto and R. Arifiidin, 1979. Nutritional value of fish silage. Fish Silage Production and its use. FAO Fisheries report, No. 230. 44-47.
- Kreag, R. and F.J. Smith, 1973. Seafood solid waste in Oregon. Special Report 395, Oregon State Univ. Extension, Sept. 1973.
- Krogdahl, A., 1982. Ensilert fiskeslo som fôr til fjæfe. *Aktuelt fra Statens fagteneste for landbruket* 1982. (1), 512-517.

- Krogdahl, A., 1985. Fish viscera silage as a protein source for poultry. I. Experiments with layer-type chicks and hens. *Acta. Agric. Scand.*, 35(1), 3-23.
- Krogdahl, A., 1985. Fish viscera silage as a protein source for poultry. II. Experiments with meat-type chickens and ducks. *Acta. Agric. Scand.*, 35(1), 21-32.
- Kuo, S., J.A. June, R. Hummel, A.H. Yoshioka and E.J. Jellum, 1994. Evaluation of the quality and utility of seafood waste/sawdust composts as slow release nitrogen fertilizer. National Marine Fisheries Service, Dep. Commerce.
- Kuo, S., J.A. June, E.J. Jellum, M. Freeburg, P. Bristow, R. Hummel and A.H. Yoshioka, 1994. Production and testing of seafood waste amended lime materials for resources conservation and crop production. 163p.
- Lagunru, LL., L.N. Egorova and N.I. Rekina, 1958. Investigation of the acid preservation of fish and fish offal. *VNIRO*, 35, 115-130.
- Lall, S.P., 1991. Nutritional value of fish silage in salmonid diets. Paper presented at the Fish Silage Workshop (ed: J. Delabbie), Nova Scotia, Canada, 63-74.
- Landfall, B. and J. Løvland, 1990. Ensilert fiskeavfall. Kostnader og markedsutsikter ved bruk av fiskefor. *Fiskeriforskning Report no: U53/1990*.
- Ledward, D.A., A.J. Taylor and R.A. Lawry (eds.), 1983. Upgrading waste for feeds and food. Univ. Nottingham, Nottingham, England.
- Levin, R.E., R. Witkowski, Y. Meirong and S. Goldhor, 1989. Research note: preparation of fish silage with phosphoric acid and potassium sorbate. *Journal-of-Food-Biochemistry*; 12 (4) 253-259.
- Lie, O., R. Waagbø and K. Sandnes, 1988. Growth and chemical composition of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed dry and silage-based diets. *Aquaculture*; 69 (3/4) 343-353.
- Lindgren, S. and G. Clevström, 1978. Antibacterial activity of lactic acid bacteria. 1. Activity of fish silage, a cereal starter and isolated organisms. *Swed. J. Agric. Res.*, 8, 61-66.
- Lisac, H., 1961. The liquid ensilage of Mediterranean sardines for animal feeding. *Proc. Gen. Fish. Coun. Medit.*, 6, 111-119.
- Lo, K.V., P.H. Liao and Y. Gao, 1993. Effect of temperature on silage production from salmon farm mortalities. *Bioresource Technology*, 44(1), 33-37.
- Losnegard, N., G. Tertnes, G. Boge og G. Loftsgård, 1974. Kjemisk konservering av fiskeråstoffer til pelsdyrfôr. *Fiskeridirektoratets Kjemisk-Tekniske Forskningsinstitut*, Bergen, 17pp.
- Lovern, J.A., 1966. General outlook for edible fish protein concentrates. "World Protein Resources." *Proc. Symp. On Evaluation of World Protein Resources*, Atlantic City, Sept. 1966. R.F. Gould (ed), *Adv. Shem. Ser. No. 57*, 37-51.
- Lovern, J.A and W. Preston, 1952. The utilization of surplus herring for the production of oil and of a protein feeding stuff by the process of alkali digestion. *J. Sci.Fd. Agric.*, 3, 274-278.
- Luscombe, J., 1973. Feeding fish silage. *Pig farming supplement*, Dec, 1973.
- Mackie, I.M., 1982. General review of fish protein hydrolysates. *Animal Feed Science and Technology*, 7, 113-124.
- Males, J., 1982. Evaluation of fish wastes for improving nutritional value of cattle feed. Department of Animal Science. Washington State Univ., Pullman, Washington, USA.
- Marchello, J.M., 1972. Engineering Economic model for fish protein concentration process. Technical Report, NMFS Circ. 367, National Marine Science Service, Oct. 1972.

- Marti, C., M. Roeckel, E. Aspe and H. Kanda, 1994. Recovery of proteins from fishmeal factory wastewaters. *Process Biochemistry*, 29(1), 39-46.
- Mathur, S.P., J.Y. Daigle, M. Levesque and H. Dinel, 1986. The feasibility of preparing high quality composts from fish scrap and peat with seaweeds or crab scrap. *Biological Agriculture and Horticulture*, 4, 27-38.
- Mathur, S.P., J.Y. Daigle, J.L. Brooks, M. Levesque and A. Arsenault, 1988. Composting seafood wastes. *BioCycle*, 29, 44-49.
- McBride, J.R., D.R. Idler and R.A. McLeod, 1961. The liquefaction of British Columbia herring by ensilage. *J. Fish Res. Bd. Can.*, 18(1).
- McNeillie, A. and J. Bieser, 1993. Hydrogen peroxide uses for the year 2000. *Food-Processing, -USA*, 54(10), 59-60, 62, 65. Montaner-MI; Parin-MA; Zugarramurdi-A 1995 [Technical and economic comparison of chemical and biological fish silages.] *Alimentaria*; No. 266, 43-51, 40 ref. Review.
- Mjelde, A., 1980. Konservering med V65 og maursyre. Meldinger fra SSF nr. 3, 8-11.
- Mjelde, A., 1989. Konservering med eddiksyre og antimikrobielle stoffer fra melkesyrebakterier. Sluttrapport H87/NFFR III 802.029. 16pp.
- Mohr, V., 1980. Enzyme technology in the meat and fish industries. *Process Biochem.*, 15(6), 18-21, 32.
- Montaner, M.I., M.A. Parin and A. Zugarramundi, 1995. Technical and economic comparison of chemical and biological fish silages. (In Spanish). *Alimentaria*, 266, 43-51, 40 ref. Review.
- Natural Resources Consultants Inc., 1993. Seafood/timber compost residual fertilization study. Natural Resources Consultants, Inc., Seattle, Washington, USA. 17pp.
- Nicholson, R.J.A., 1976. Economic factors affecting fish silage production in the U.K. *Proc of the Torry Research Station Symposium on Fish Silage*, Torry Research Station, Aberdeen.
- Nilsson, R. and C. Rydin, 1968. Fermentation as means of preserving organic materials. *Acta Chem. Scand.*, 17, 174-179.
- Olley, J., J.E. Ford and A.P. Williams, 1968. Nutritional value of fish visceral meals. *J. Sci. Fd. Agric.*, 19, 282-285.
- Ologhobo, A.D., A.M. Balogun and B.B. Bolarinwa, 1988. The replacement value of fish silage for fish meal in practical broiler rations. *Biological-Wastes*; 25 (2), 117-125.
- Opstvedt, J., 1981. The value of fish meal, fish entrails silage, in concentrate mixtures for early weaned replacement calves. Norwegian Herring Oil and Meal Research Inst. (SSF), Bergen, Norway.
- Opstvedt, J. 1982. Fiskeslo som fôr til kalver. *Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket* 1982 (1), 499-505.
- Orejana, F.M., 1982. Low-cost fish processing and the use of appropriate technology in the Philippines. (In 'Appropriate technology for alternative energy sources in fisheries.' [See FSTA (1983) 15 G10R674]). pp. 153-160, 28 ref. Lecture
- Ólafsson, P. og B. Dagbjartsson, 1974. [Utilization of roe and liver onboard stern-trawlers]. *Nýting hrognu og lifrar í skuttogurum. Tækniðíðindi*, nr. 42. 5pp.
- Parrish, C.C., C.A. McLeod and R.G. Ackman, 1995. Sensory evaluation of Atlantic salmon fed three types of herring based diet. *J. Sci. Food and Agric.*, 68(3), 325-329, 13 ref.

- Parry, D.A., G.M. Hillyer and J.C. Fraser, 1982. The evaluation of liquid de-oiled herring silage in diets for growing pigs: palatability studies. *J. Sci. Food and Agric.*, 33(1), 11-15.
- Pedersen, O., 1987. Fish silage and quality, product specifications and quality standard. I. *Norsk Fiskeoppdrett*, 12(2), 74-75.
- Pedersen, O., 1987. Fish silage and quality, product specifications and quality standard. II. *Norsk Fiskeoppdrett*, 12(3), 50-51.
- Petersen, H., 1951. Ensilage of fish and fish waste. Report 95. Technological Laboratory, Ministry of Fisheries, Copenhagen, Denmark.
- Petersen, H., 1953. Acid preservation of fish and fish offal. *FAO Fish Bull.*, 6, 18-25.
- Potter, D., I. Tatterson and J. Wignall, 1980. Preliminary studies of two techniques for the removal of oil from fish silage using commercial equipment. In: J.J. Connell (ed), *Advances in Fish Science and Technology. Jubilee Conference on fish Science and Technology*, Torry Research Station, Aberdeen, Scotland, 338-343.
- Prytz, K. and E. Stenberg, 1987. Fiskeensilasjens teknologiske egenskaper. *FTFI Rapport U39/1987*. 39pp.
- Raa, J. and A. Gildberg, 1975. Utnyttelse av fiskeslo - Innledende undersøkelser med sikte på å klarlegge noen muligheter og begrensninger som knytter seg til utnyttelse av fiskeslo. *Fiskeriforskning Rapport no: U1/1975*.
- Raa, J. and A. Gildberg, 1976. Autolysis and proteolytic activity of cod viscera. *J. Food Technol.* 11, 619-628.
- Raa, J. and A. Gildberg, 1982. Fish silage: a review. *CRC-Critical-Reviews-in-Food-Science-and-Nutrition*; 16(4) 383-419, 140 ref. Review
- Raa, J., A. Gildberg and T. Strøm, 1983. Silage production - theory and practice. p: 117-132. In: D.A. Ledward, A.J. Taylor and R.A. Lawry (eds.), *Upgrading waste for feeds and food*. Univ. Nottingham, Nottingham, England.
- Raghunath, M.R. and A.R. McCurdy, 1991. Synthesis of plasteins from fish silage. *Journal-of-the-Science-of-Food-and-Agriculture*; 54 (4), 655-658.
- Ragnarsson, J.Ó., 1971. The solubilization of fish protein concentrate. Thesis. MIT. Boston.
- Ramanatan, G. and M.N. Moorjani, 1975. Soluble fish protein by use of ammonia. In: *Proceedings of the Symposium of the Fish Processing Industry in India*. Central Food Technological Research Institute, Mysore, India.
- Reece, P., 1981. Recovery of high quality oil from mackerel and sprat by the silage process. *Journal-of-the-Science-of-Food-and-Agriculture*; 32 (6) 531-538, 14 ref.
- Reece, P., 1988. Recovery of proteases from fish waste. *Process Biochemistry*, 23(3), 62-66, 23 ref.
- Rhodes, D.N. 1972 The acceptability of pork from pigs fed fish silage. *Memorandum,-Meat-Research-Institute*; No. 13, 6pp.
- Ríkharðsson, J.H., 1992. [Factory vessels, total utilization of catch]. *Vinnsluskip, fullnýting sjávarafla. Rit Rf, nr. 31*, 60pp.
- Roa, P.D., 1965. Ensilage of fish by microbial fermentation. *Fishing News Int.*, 4, 283-284, 286.
- Rooney, G., 1994. Improving the marine environment and finding a new value for waste. *World Fishing Industry Review*, 177-179.
- RUBIN, 1993. Håndbok i ensilering. *Rubin Rapport nr 410/19*. 70pp.
- RUBIN, 1995. Kartlegging av biprodukter i fiskeflåten. *Rubin Rapport nr 414/44*. 43pp.

- Runólfsson, S., Ó. Guðmundsson and S. Arason, 1984. Melta og mysuþykkni í grasmjöli. II. Fóðurtílaunir með holdanaut. Ráðunautafundur, Bændafélag Íslands og RALA. 106-114.
- Sachithananthan, K., Sultan, S.A., Mohamed, K.M., Salmeen, A., Ahmed, H, 1982. Studies on fish silage production and its use in the People's Democratic Republic of Yemen. FAO-Fisheries-Report; No. 268 (Suppl.), 259-266, 3 ref. Lecture.
- Schrøder, K., E. Clausen, M.A. Sandberg and J. Raa, 1980. Psychrotrophic *Lactobacillus plantarum* from fish and its ability to produce antibiotic substances. In: J.J. Connell (ed), *Advances in Fish Science and Technology*, Fishing News Books Ltd., Farnham, U.K.
- Scmidtstorff, W., 1970. Fish protein hydrolyzate. Requirements of production in relation to possible toxin formation. In: A.E. Bender et. Al. (eds), *Evaluation of Novel Protein Products*. Wennergren Center Int. Symp. Ser. Vol. 14, 287-291. Pergamon Press, Oxford.
- Shquier, A.A., R.O. Kellems and D.C. Church, 1980. Feedlot performance and sensory evaluation of meat from lambs supplemented with liquified fish, sottonseed meal in urea. Oregon Agricultural Experimental Station, Technical paper 5502.
- Shquier, A.A., R.O. Kellems and D.C. Church, 1980. The effects of liquefied fish supplementation of molasses-urea liquid supplements on digestibility of grass hay by sheep. *Proceedings, Western section, American Society of Animal Sciences*, 31.
- Skrede, A., 1981. Utilization of fish and animal byproducts in mink nutrition. *Acta Agric. Scand.*, 31, 171.
- Skrede, A., 1982. Fiskeslo som fôr til pelsdyr. *Aktuelt fra Statens fagtjeneste for landbruket* 1982 (1), 518-524.
- Smith, P. and A.H. Adamson, 1976. Pig feeding trials with white fish herring liquid protein (silage). *Proc of the Torry Research Station Symposium on Fish Silage*, Torry Research Station, Aberdeen.
- Solbakken, V. 199X. Foringsforsøk - ensilasjekonsentrat i tørrfor til fisk.
- Stanton, W.R. and Quee-Lan-Yeoh, 1977. Low salt fermentation method for conserving trash fish waste under SE Asian conditions. (In 'Proceedings of the Conference on the handling, processing and marketing of tropical fish') pp. 277-282, Lecture.
- Stefánsson, S.Ö., 1981. [Grass-pellet factory]. *Grasköggglaverksmiðja*.
- Stone, F.E. and R.W. Hardy, 1986. Nutritional value of acid stabilized and liquefied fish protein. *J. Sci. Food Technol./Agric.*, 37, 797-803.
- Stone, F.E. and R.W. Hardy, 1989. Plasma amino acid changes in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed freeze-dried fish silage, liquefied fish, and fish meal. In: *Proc. Aquacult. Int. Congr. Vancouver, B.C. Canada*, 6-9 sept. 1988. 419-426.
- Stone, F.E., R.W. Hardy, K.D. Shearer and T.M. Scott, 1989. Utilization of fish silage by rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, 76, 109-118.
- Stormo, B. and T. Strøm, 1978. *Ensilering av fiskeslo*. Fiskeriforskning Rapport no: U3/1978.
- Strøm, T. and B.O. Eggum, 1981. Nutritional value of fish viscera silage. *J. Sci. Food Agric.*, 32, 115-120.
- Strøm, T., A. Gildberg, B. Stormo and J. Raa, 1980. Fish Silage, why not use propionic acid and formic acid? In: *Adv. In Fish Sci. and Technol.*, (ed. J. Connell), Fishing News Books Ltd., Farnham, U.K.
- Tannenbaum, S.R., M. Ahern and R.P. Bates, 1970. Solubilization of fish protein concentrate. I. Alkaline process. *Fd. Technol.*, Champaign., 24, 604-607.

- Tannenbaum, S.R., R.P. Bates and L. Brodfeld, 1970. Solubilization of fish protein concentrate. II. Utilization of the alkaline-process product. *Fd. Technol.*, Champaign., 24, 607-609.
- Tatterson, I.N. and J. Wignall, 1976. Alternatives to fish meal. *World Fishing*, May, 42-44, 48.
- Tatterson, I.N., 1976. The preparation and storage of fish silage. In: *Proc of the Torry Research Station Symposium on Fish Silage*, Torry Research Station, Aberdeen.
- Tatterson, I.N., 1982. Fish silage - preparation, properties and uses. *Animal Feed Sci. Technol.*, 7, 153-159.
- Tatterson, I.N. and M.L. Windsor, 1973. Torry tests practical value of fish silage. *Fish mark. Process. Packag.*, february, 16.
- Tatterson, I.N. and M.L. Windsor, 1974. Fish silage. *J. Sci. Food Agric.*, 25, 369-379.
- Tein, M. Lin, Jae-W Park and M.T. Morrissey, 1995. Recovered protein and reconditioned water from surimi processing waste. *J. Food Sci.*, 60(1), 4-9.
- Thuen, E., 1982. Forsøk med avfetta, ensilert fiskeslo i sammenligning med sildemjøl og urea som protein-supplement til mjølkekyr. *NLH 1980-81. Aktuelt fra Statens fagteneste for landbruket 1982* (1), 66-70.
- Thuen, E., 1990. [Influence of source and level of dietary protein on milk yield, milk composition and some rumen and blood components in dairy cows]. In Norwegian: *Virkningen av proteinkilde og proteinmengde på melkeproduksjon, melkesammensetning og ende*. *Dissertation-Abstracts-International*, -C; 51 (4) 521: ISBN 82-575-0096-8.
- Tibbetts, G.W., R.W. Seerley, H.C. McCampbell and S.A. Vezey, 1981. An evaluation of an ensiled waste fish product in swine diets. *Journal-of-Animal-Science*; 52 (1) 93-100.
- Tómasson, G.G., H. Ingólfsson and G.Þ. Sigfússon, 1983. [Silage production - Feasibility study of a feed-factory utilizing fish-silage and grass-meal]. *Meltuvinnsla. Rekstrarathugun á hagkvæmni fóðurblöndunastöðvar sem nýtir meltu og grasmjöl*. 19pp.
- Ulvestad, O.P., 1987. Processing and application of concentrated fish silage as feed for fish, mink, fox and poultry. *Proc. Fish Silage Workshop*, Church Point, Nova Scotia, 16-17 June. 44-56.
- Valdimarsson, G. 1990. Utilization of selected fish by-products in Iceland: Past, present, and future. In: Keller, S. (ed), 1990. *Making profits out of seafood wastes*. *Proceedings of the International Conference on Fish By-Products*, Anchorage, Alaska, april 25-27, 1990. 71-78.
- Venugopal, M.N. and P. Keshavanath, 1984. Influence of supplementary feeds on the biochemical composition of flesh of freshwater carps *Catla catla* (Ham.), *Cirrhinus mrigala* (Ham.) and *Cyprinus carpio* (Linn.). *Indian-Journal-of-Animal-Sciences*; 54 (6) 555-559.
- Venugopal, V., A.M. Martin, S. Omar and T.R. Patel, 1994. Protein concentrate from capelin (*Mallotus villosus*) by spray drying process and its properties. *Journal-of-Food-Processing-and-Preservation*; 18 (6) 509-519.
- Viken, N.I., 1980. Syrekonservert fisk og fiskeavfall - surfôr. *Norsk Fiskeoppdrett*, 5(7), 4-5 og 22.
- Viken, N.I., 1987. Silage processing plants. Paper presented at the fish silage Workshop (ed. G. Comeau), Halifax, Canada, 8-33.

- Walters, D.M. and R.E. Levin, 1994. Isolation and characteristics of a yeast from preserved fish hydrolysate notably resistant to propionic acid. *J. Appl. Bacteriol.*, 77(3), 251-255.
- Wessels, J.P.H. and B.J. Post, 1980. The use of fish material in the manufacture of polony. *Annual-Report,-Fishing-Industry-Research-Institute*; No. 34, 20-21.
- Whittemore, C.T. and A.G. Taylor, 1976. Nutritive value to the growing pig of deoiled liquefied herring offal preserved with formic acid (fish silage). *J. Sci. Fd. Agric.*, 27, 239-243.
- Wignall, J. and I. Tatterson, 1976. Fish silage. *Process Biochem.*, 11, Dec 17-19, 1976.
- Windsor, M. and S. Barlow, 1981. *Introduction to Fishery By-products*, Fishing News Books Ltd., Farnham, U.K., 187pp. ISBN 0-85238-115-8, Book
- Wirahadikusumah, S., 1968. Preventing *Clostridium botulinum* type E /poisoning; fat rancidity/ by silage fermentation. *Landbrukshøgskolans Annaler*; 34 (6) 551-689.
- Wirahadikusumah, S., 1969. The effect of fish silage on the quality of hen eggs and meat of broilers. *Landbrukshøgskolans Annaler.*, 35(4), 823-835. 14 ref.
- Wyk, G.N., van-, Franck, F., Potgieter, B.J., Wessels, J.P.H., Atkinson, A., 1977. Utilization of fish silage. A study on its consumption by slaughter swine.(In afrikaans), *Agroanimalia*;- 9 (1) 13-15, 2 ref.
- Young, A.D. and E.E. Dunn, 1975. Report on a pilot study of fish silage. North of Scotland College of Agriculture, Oct. 1975.
- Þorkelsson, I., 1986. [The experience of fish-silage production at Gglettingur hf, Þorlákshöfn]. *Reynslan af meltuvinnslu hjá Glettingi hf, Þorlákshöfn. Meltuvinnsla: Ráðstefna um nýtingu á slógi og aukaafli*. Reykjavík jan. 1986. 4pp.
- Þórisson, S., H.P. Þorsteinsson and B. Hjaltason, 1993. [Fish-silage - Markets and availability]. *Melta - Markaðsmöguleikar og framboð. Áfangaskýrsla 1. Skýrsla Rf, nr 12*.
- Þóroddsson, G. (ed), 1986. *Meltuvinnsla, ráðstefna Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins og Sjávarútvegsráðuneytisins um nýtingu slógs og aukaafli*. 29. Janúar 1986. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. 103pp.
- Ægisson, G., 1995. Kartlegging av biprodukter i fiskeflåten. RUBIN Rapport 414/44. 43pp.

6.4 Seminar "Standardisering av ensilasje"

holdt 5. desember 1997, på Hótel Loftleiðir, Reykjavík

Litt om prosjektet

9:00-9:15 *Kort introduksjon om prosjektet "Standardisering av ensilasje"*

Sigmar Hjartarson, IFL

9:15-9:45 *Forsøk med ensilasje i Island*

Sigurjón Arason / Sigmar Hjartarson

Produksjon av ensilasje

9:45-10:15 *Produksjon av ensilasje (sild / fiskeavfall)*

Ingmar Høgøy, Rieber & Co.

10:15-10:30 Kaffe

10:30-11:00 *Produskjon i Island*

Sigurður Þórðarson, NorIs / Rieber & Co.

11:00-11:30 *Skinnfiskur*

Teitur Garðarsson

12:00-13:00 Lunsj

Markedsmuligheter, krav og forbruk

13:00-13:30 *Produkter, forbrukere, kvalitet, oversikt*

Sigmar Hjartarson, IFL

13:30-14:00 *Bruk av ensilasje i fiskefôr*

Harald Sveier, Felleskjøpet Havbuk AS, Norge

14:30-15:00 Kaffe

Åpen diskusjon

Hvilke muligheter fins for produksjon av ensilasje i Island.

Hvor mye råstoff fins det i Island.

Muligheter til innsamling av råstoff.

Seminar "Standardisering av ensilasje"

Reykjavik, 5. desember 1997

Standardisering av ensilasje

- Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins
- Rieber & Co A/S
- Nordtest
- Iðntæknistofnun

SH/12/97

Målsetting

Å lage standarder for ensilasje som kan brukes av industrien og forbrukere til produksjon og omsetning av ensilasje.

SH/12/97

Lösning

- Klassifisere råstoff m.h.t. kvalitet og sammensetning/type
- Definere produksjonstekniske aspekter som kan påvirke kvalitet
- Lage en oversikt over mulige produkt (råensilasje, ensilasekonsentrat, olje....)

SH/12/97

Råstoff

- Slo og filletavskjær
- Lodde og sild (hel/avfall)
- Hoder/bein og større fisk
- Avfall fra fiskeoppdrett
- Rekeavfall
- Slam fra fiskeindustrien

SH/12/97

Råstoff, typer og egenskaper

Slo og filletavskjær	● Ensartet sammensetning (avhengig av årstid). Kan ensileres med enkelt utstyr. Forbruker lite syre.
Hel lodde og sild	● Høyt protein- og oljeinnhold
Hoder, bein og større fisk	● Høy andel bein kan skape problemer. Større krav til prosessutstyr.
	● Lavt protein- og oljeinnhold, mye aske.
Avfall fra fiskeoppdrett	● I utgangspunkt godt råstoff, kvalitet kan variere mye. Kan inneholde medisinerester. Tillates ikke til bruk i fiskefôr.
Rekeavfall	● Høyt protein- og oljeinnhold.
	● Inneholder mye kalsium. Forbruker mye syre.
	● Brukbart protein- og fettinnhold hvis hoder er med.
Slam fra fiskeindustrien	● Generelt dårlig råstoff men kan muligens brukes til spesielle produkter.

SH/12/97

Råstoff, krav

- Sammensetning (type råstoff)
 - ✓ bør være så ensartet som mulig
- Mengde
 - ✓ i forhold til produksjonskapasitet
- Ferskhet (TVB-N)
 - ✓ ferskere gir bedre ensilasje
- Kjemisk sammensetning (fett, protein....)
 - ✓ avhengig av forbruker

SH/12/97

Seminar "Standardisering av ensilasje"

Reykjavik, 5. desember 1997

Kjemiske egenskaper

- Ensilasje
 - ✓ TVB-N
 - ✓ pH
 - ✓ Vann
 - ✓ Protein
 - ✓ Salt
 - ✓ Olje
 - ✓ Bakterier/total kimtal
- Olje
 - ✓ Frie fettsyrer
 - ✓ Peroksyd/TBA
 - ✓ Vann og urenhet

SH/12/97

Produksjon

- Forsyning av råstoff
 - ✓ innsamling og mengde
- Valg av syre og antioksydant
- Produksjonsutstyr
 - ✓ kverner, pumper dekantere,
- Lagerkapasitet (tanker o.l.)
- Transportsystem

SH/12/97

Seminar "Standardisering av ensilasje"

Reykjavik, 5. desember 1997

Common composition of certain fish silage

Silage	Moisture	Protein	Oil	Ash
Capelin (March)	78.7	13.1	5.0	1.6
Herring (summer)	67.8	17.1	13.4	1.9
Herring (winter)	72.5	18.2	8.2	2.0
Mackerel (summer)	56.4	15.1	27.4	1.6
Mackerel (spring)	74.6	17.9	6.1	1.4
Sprat	69.4	15.5	13.0	2.2
Sandeel	77.2	15.4	3.4	2.4

SA

Common composition of certain fish by-products silage.

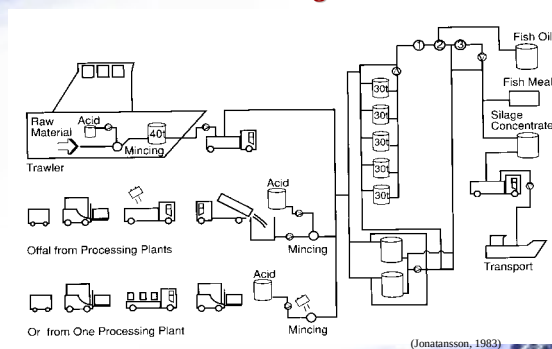
Silage	Moisture	Protein	Oil	Ash
White fish viscera	60.0	11.5	26.5	1.5
White fish offal *	78.9	15.0	0.5	4.2
Herring offal **	75.4	13.5	8.7	2.6
Lumpsucker offal	86.8	7.8	3.2	1.0

* without viscera

** with viscera

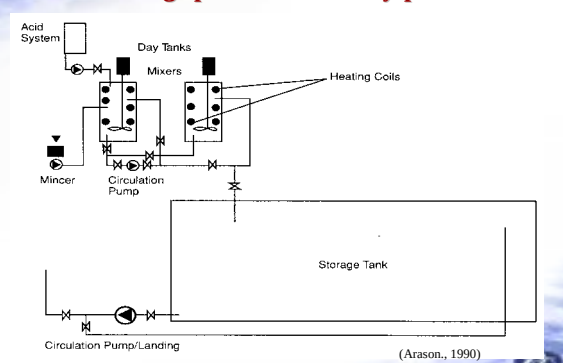
SA

Production of fish silage and collection



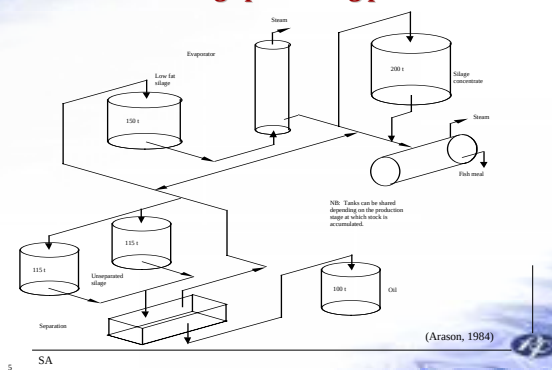
SA

Fish silage process for fish by-products



SA

Fish silage processing plant



SA

Heat convection coefficient for heating silage in evaporator

Heat convection coefficient for heating silage in evaporator,	Evaporation pressure	Heat convection coefficient h
	bar	($W/m^2 \cdot K$)
Low-Fat silage from viscera*	0,12	4.050
	0,5	7.030
	0,8	7.937
Fatty silage from viscera**	0,12	1.808

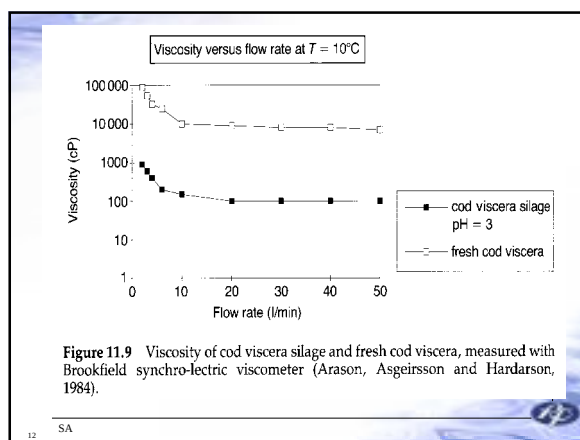
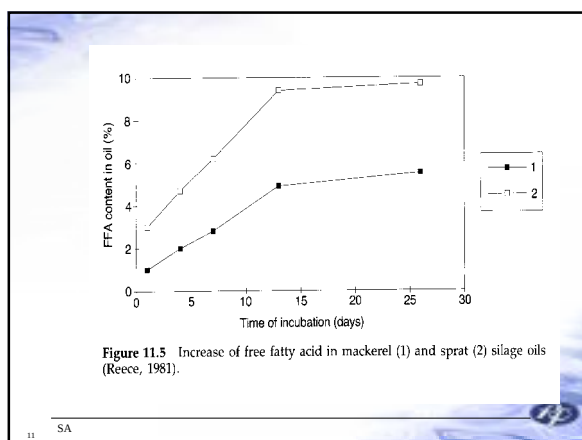
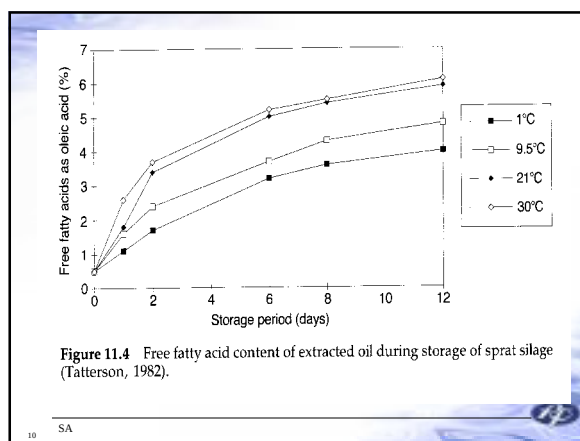
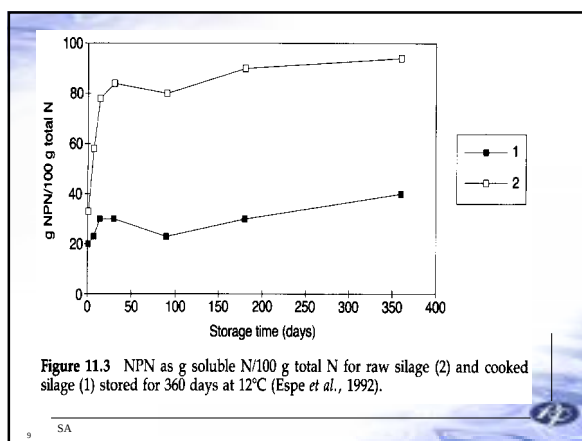
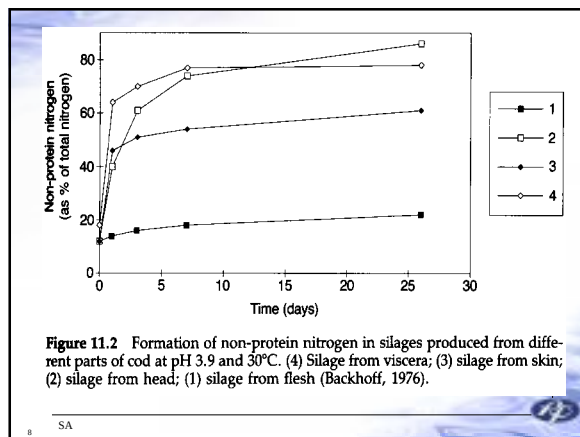
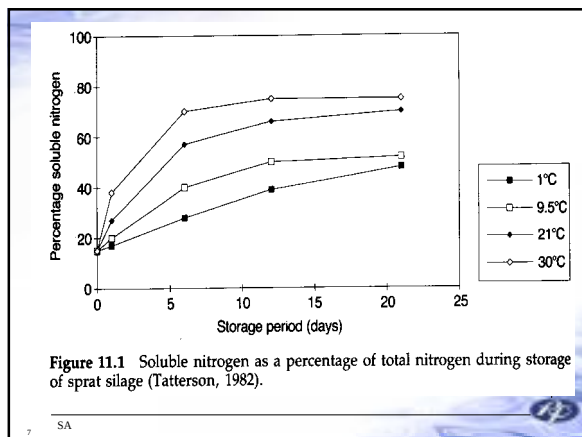
**Water: 77%, fat: 8,5%

*Water: 84%, fat: 0,9%

SA

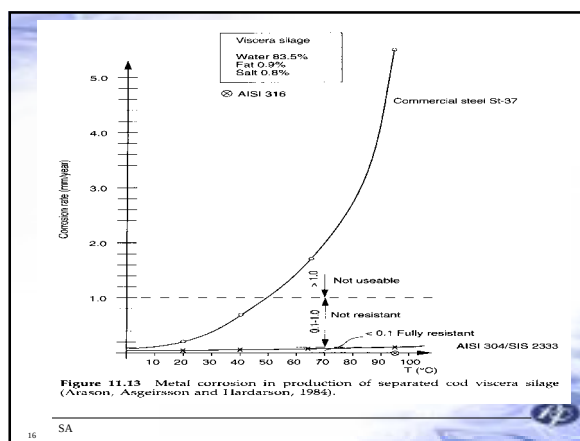
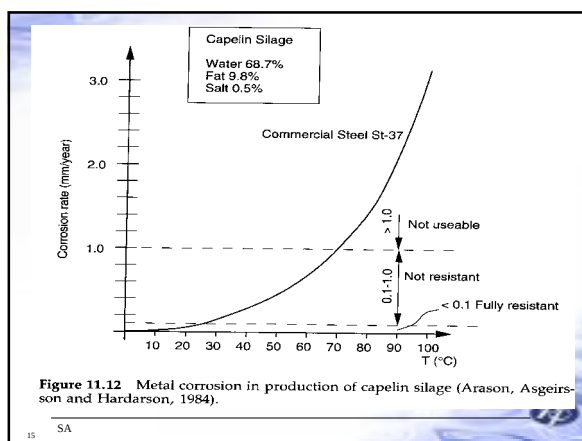
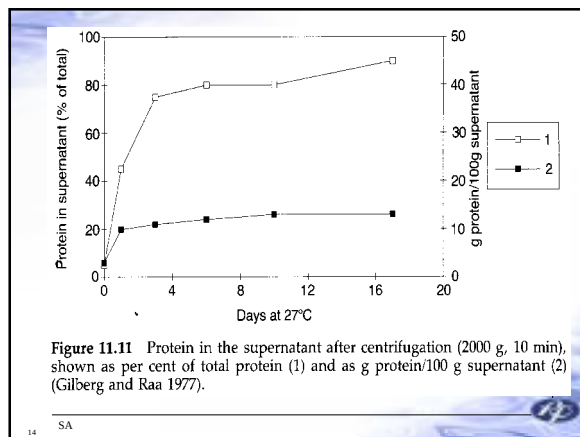
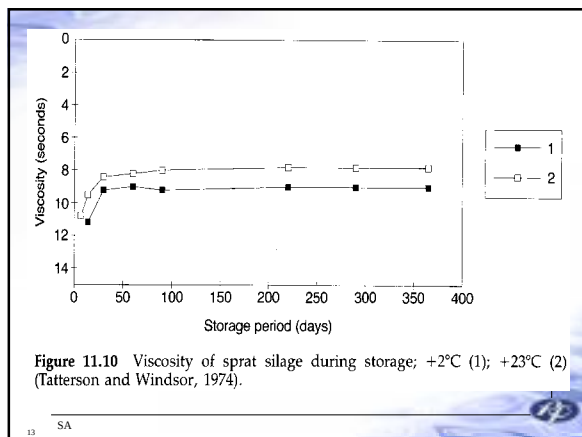
Seminar "Standardisering av ensilasje"

Reykjavik, 5. desember 1997



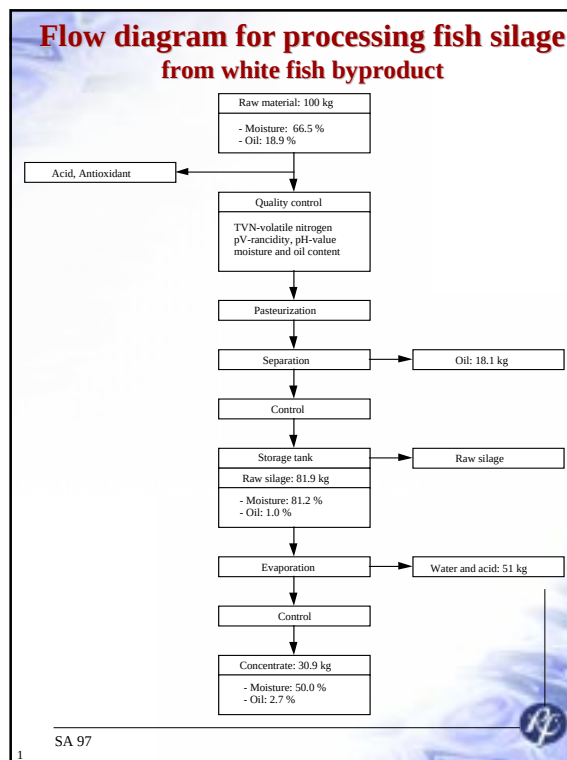
Seminar "Standardisering av ensilasje"

Reykjavik, 5. desember 1997



Seminar "Standardisering av ensilasje"

Reykjavik, 5. desember 1997



Amino acid composition (mg per 100 g protein)
in raw minced saithe waste,
 silage made from minced saithe waste, raw minced herring and silage made from
 minced herring stored for 5 months.

Amino acid	Saithe		Herring	
	Not ensiled	Ensilage	Not ensiled	Ensilage
Aspartic acid	80.6	82.6	103.1	93.8
Glutamic acid	126.3	124.0	139.1	129.3
Serine	48.3	47.6	45.9	44.0
Glycine	87.1	78.6	58.6	64.0
Histidine	18.7	20.0	28.8	29.3
Arginine	68.6	67.0	58.4	58.4
Threonine	44.2	46.8	49.6	46.1
Alanine	62.1	58.2	62.2	61.8
Proline	54.8	51.1	ND	ND
Tyrosine	29.7	33.1	35.1	33.7
Valine	44.0	46.9	47.8	49.5
Methionine	28.8	29.1	31.8	33.3
Isoleucine	39.4	42.6	37.7	40.7
Leucine	72.4	72.7	74.6	75.0
Phenylalanine	40.9	41.8	39.7	38.7
Lysine	71.5	74.5	92.6	88.4

2 SA 97

Seminar "Standardisering av ensilasje"

Reykjavik, 5. desember 1997

Requirements:	ISO			
	9001	9002	9003	HACCP
•Management responsibility				
•Quality system				
•Contract Review				
•Product development				
•Document control				
•Purchasing				
•Product identification and traceability				
•Process control				
•Inspection and testing				
•Inspection, measuring and test equipment				
•Inspection and test status				
•Control of non-conforming products				
•Corrective actions				
•Handling, storage, packaging and delivery				
•Quality records				
•Internal Quality Audits				
•Training				
•Service				
•Statistic methods				

SA 97

3

Felleskjøpet Havbruk AS

Harald Sveier

Harald Sveier

Felleskjøpet Havbruk
AS

Bruk av ensilasje i fiskefôr

Introduction

- Fish silage is an acid preserved proteolysed fish protein. The silage used in the present study was concentrated to 50% DM (FPCTM)
- It has previously been shown that fish silage used in small inclusion levels may replace fishmeal as a protein source in diets for salmonids.
- It has been reported that an increased growth performance and a reduction in feed conversion rate has been obtained when silage is a part of the diet prescription.
- Our hypothesis is that silage inclusion in the fish diets gives a better protein utilisation and a higher growth rate.
- The aim of the present study was to establish the optimal inclusion level of silage with respect to growth and protein utilisation for Atlantic salmon.

Experimental design

- A regression model with nine different inclusion levels of silage.
- Fish: Atlantic salmon averaging 58 grams.
- Tanks: 1m² tanks (400 l) with running seawater at 7,7 ± 0,3 degrees Celsius.
- Feeding: Fish were handfed twice daily, 5 days a week for 3 months.
- Sampling: Fish were sampled at the start and end of the experiment for whole body analysis of protein and fat.
- Faeces were collected by stripping.
- *In vivo* amino acid incorporation was measured after intraperitoneal injection of 14-C labeled lysine.

Felleskjøpet Havbruk AS

Harald Sveier

Definisjoner:

- **Ensilasje** er her definert som fiskeråstoff som har gjennomgått en enzymatisk nedbrytning ved hjelp av endogene enzymer.
- **Maursyre** tilsettes for å senke pH. Dermed unngår man en bakteriell/sopp nedbrytning (exogen) og forringelse av råstoffet.
- **FPC** (fish protein concentrate) er ensilasje som er inndampet til ca 50% tørrstoff, utfelt beinfraksjon er fjernet og den kan være avfettet. FPC er registrert varemerke for Rieber & Co.

Målsetning med prosjektet:

- Bedre kunnskapen om ulike råstoff til bruk som ensilasje og FPC produksjon.
- Studere effekten av ulike lagringstemperaturer og lagringstid
- Optimalisere mengden innblandet FPC i fôret med hensyn til vekst og fôrutnyttelse.
- Fremskaffe kunnskap om effekten av FPC i fôrproduksjonen.
- Optimalisere produksjonen av FPC

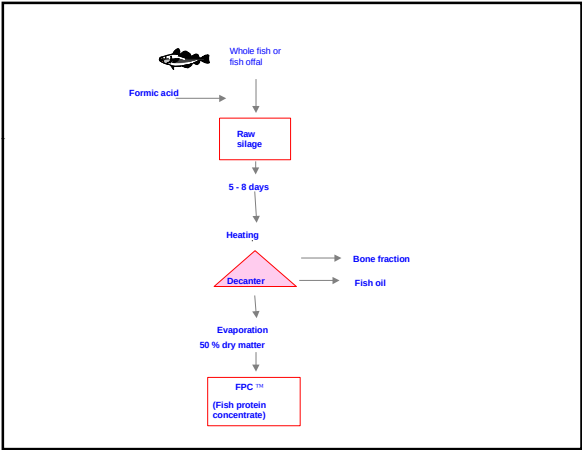
"Inndampet ensilasje som fôr til oppdrettsfisk".

NFR prosjekt 106067 /120

- Et samarbeidsprosjekt mellom
 - ▼ Rieber & Co ved Ingmar Høgøy (prosjektleder)
 - ▼ Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt ved Marit Espe og Einar Lied
 - ▼ Felleskjøpet Havbruk AS ved Harald Sveier.
- Prosjektperiode: 01.06.94 til 01.07.97

Felleskjøpet Havbruk AS

Harald Sveier

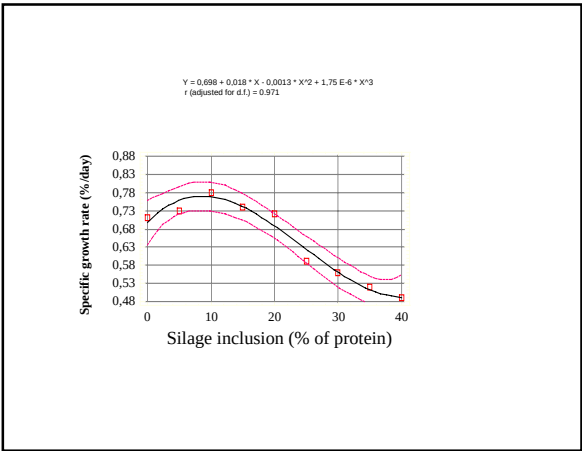


The test diets

Ingredients	Range
Fish meal (Norse LT 94)	33,8 % - 17,8 %
Suprex maize	17,8 % - 18,1%
Fish oil	14,2 % - 13,7 %
Algibind (binder)	

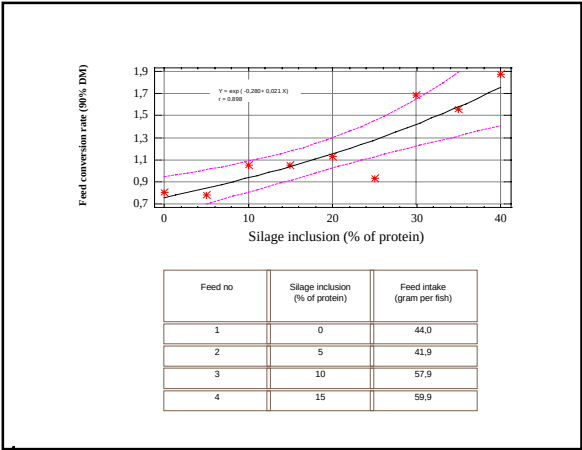
Silage was added in steps of 5% from 0% to 40% of the protein.

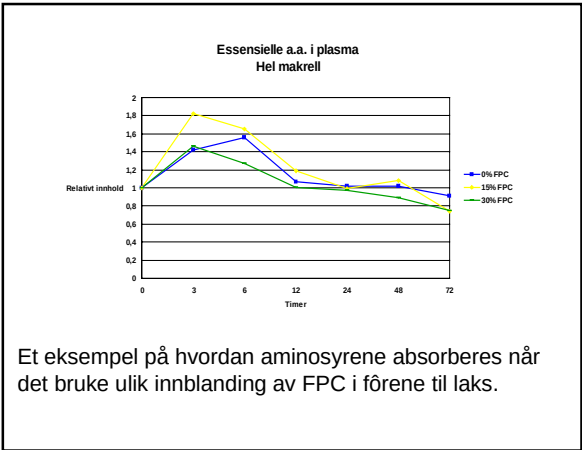
The test diets were produced as 4 mm semimoist pellets.



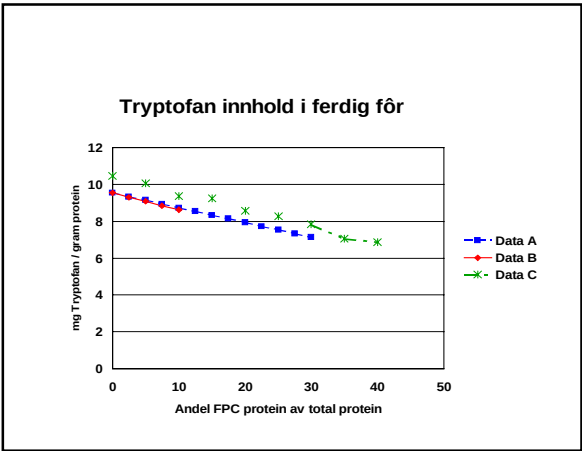
Felleskjøpet Havbruk AS

Harald Sveier



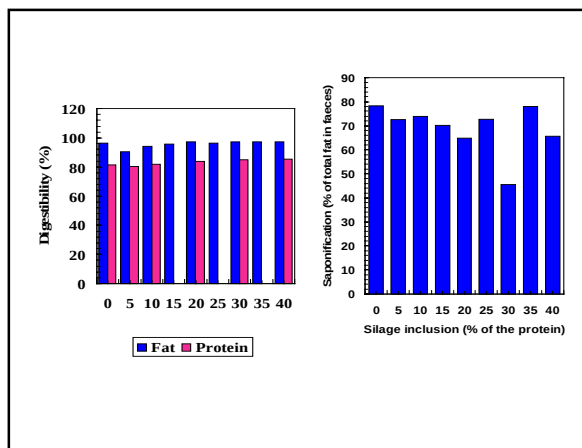


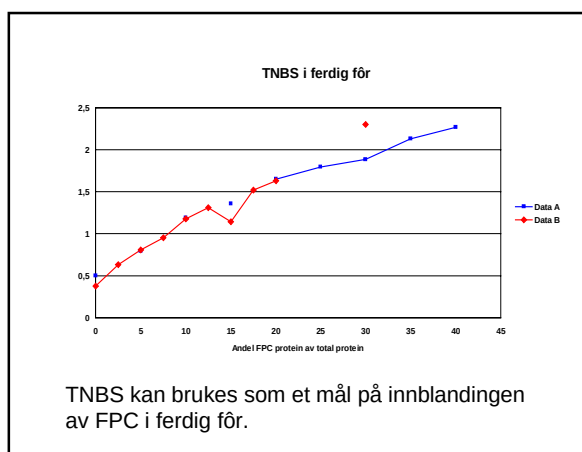
Et eksempel på hvordan aminosyrene absorberes når det bruke ulik innblanding av FPC i førene til laks.

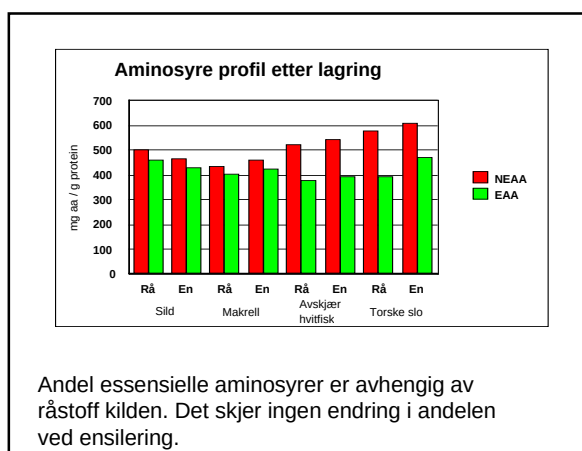


Felleskjøpet Havbruk AS

Harald Sveier







Conclusions - 1

- High inclusion levels of silage protein (>20%) result in a significant reduction in
 - ▼Growth
 - ▼Productive protein value (PPV)
 - ▼Feed conversion rate (FCR)
- High inclusion levels of silage protein increased feed intake.
- The inclusion of silage protein does not affect protein or fat digestibility.
- Based on the growth results from the present experiment an optimal inclusion level in diets for Atlantic salmon may be 10% of the protein.

Conclutions - 2

- High inclusion levels of silage protein (>20%) result in a change in energy metabolism towards a higher fat and protein turnover.

Definition af simulering

Simulering er at konstruere en model af en virkelig process derefter at lave forsøg i modellen:

- for at lære processen bedre at kende
- bruge den opnåede kundskab for at beherske den virkelige process og lave ændringer på den
- vurdere forskellige styresystemer

SA 97

Simulering

- De fleste produktionsanlægger er meget kompliceret og derfor er svært at bruge matematiske metoder for at analysere processen. Simulering er i mange tilfælde den eneste vej som kan bruges ved den vurdering.
- Simulering gør det muligt at vurdere processens reaktioner over for forskellige situationer ved produktion
- Med simulering er muligt at samligne forskellige processer eller produktionstyringer for at optimisere produktionen.

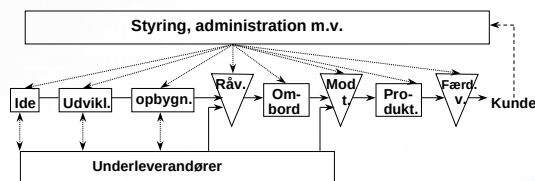
SA 97

Simulering

- Det er i fleste tilfælde meget nemmere at udføre forsøg med processer i simulator end i selve produktionen, bl.a. kvalitetsutveckling, nya regler.
- Ved simulering kan man styre tidsforløbet og samtidig kan man vurdere processen i afgrænset tidsrum
- Simulering vil give oversigt over processens egenskaber og kapacitet
- Ved simulering kan man finde problemer eller problemsområder før end de dukker op i processen.

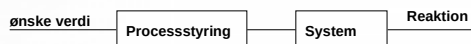
SA 97

“ Produktion” (manufacturing) opfattet som omfattende det samlede forløb fra en ide opstår til produktet er hos kunden- underleverandører i såvel udviklings-, specifikations- som fremstillingsprocesser.



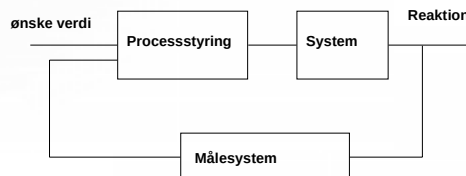
SA 97

Processstyring uden tilbagemelding: styring



SA 97

Processstyring med tilbagemelding: regulering



SA 97

Processstyringen kan enten være manuel eller automatisk

Processstyring uden tilbagemelding (målesystem) kan ikke reagere hvis det er noget som kører galt

Processstyring med tilbagemelding (målesystem) kan sammenligne de målte værdier med ønskeværdierne og reagere hvis de to værdier er different

7 SA 97

Grundoplysninger

- Mængde
- Tid
- Kvalitet
- Værdi

8 SA 97

Målesystemer i fiskeindustrien Sensorer og måleinstrument

- Vægter
- Sorterings udstyr
- Tidsrapportering
- Antalnotering
- Temperaturmåler
- Informationsopsamling
- Datacentraler

9 SA 97

Simulering

Grunddata som kan bruges for simulering:

- Hvad skal måles og hvorfor ?
- Hvad er vigtigst ?
- Hvad er mest lønsomt ?
- Hvordan kan de bruges for at forbedre processen ?

10 SA 97

Råvarens naturlige tilstand som har indflydelse på simulering er:

Årstid
Fangstgrund
Fiskens alder
Forholdet i havet

11 SA 97



Processstyringen begynder når fisken bliver fanget, d.v.s. ved slagtning

Systemet må nå ombord i skibene

Hele processen må overvoktes og det er nødvendigt at have god "tracebilty"

12 SA 97



Ved omkonstruering af processen

er det fare for at man
ikke kan se
“skoven for træerne”
d.v.s man må have oversigt over
hele processen
ikke forglemme sig i detaljer

SA 97



Produktionstid

“As time is squeezed out of the process, the other important benefits - cost, quality and flexibility - are achieved simultaneously”

“Speed and quality are not a trade-off. Speed is a component of quality - one of the things we must deliver to satisfy customers”

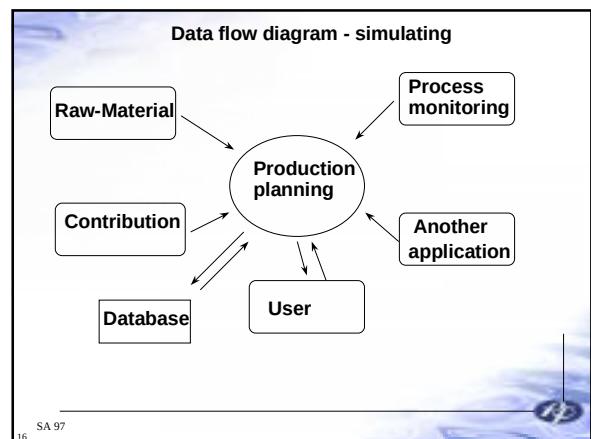
(Blackburn, 1991)

SA 97

Fordele ved reduktion af tid

- Forøgelse af produktivitet
- Opnåelse af produktivitet
- Reduktion af risiko og usikkerhed
- Forøgelse af markedsandele

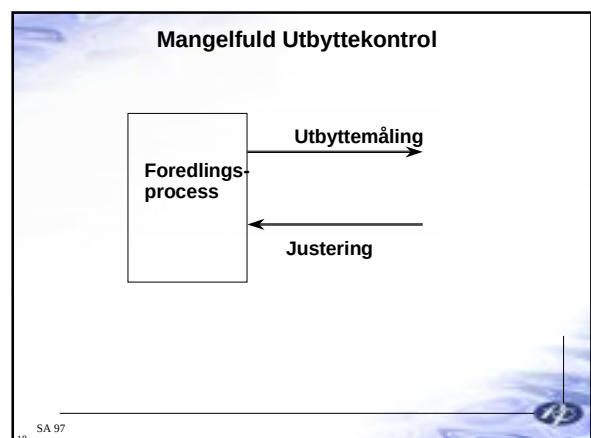
SA 97

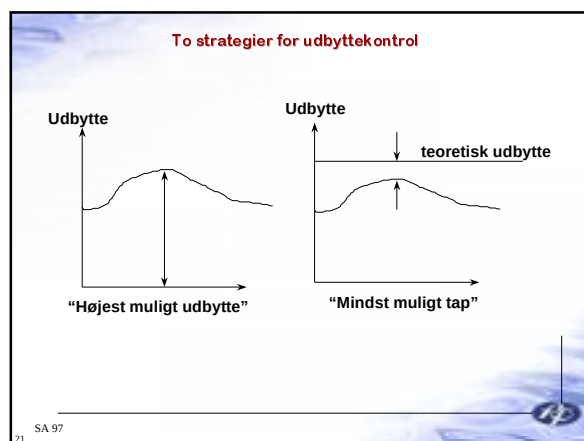
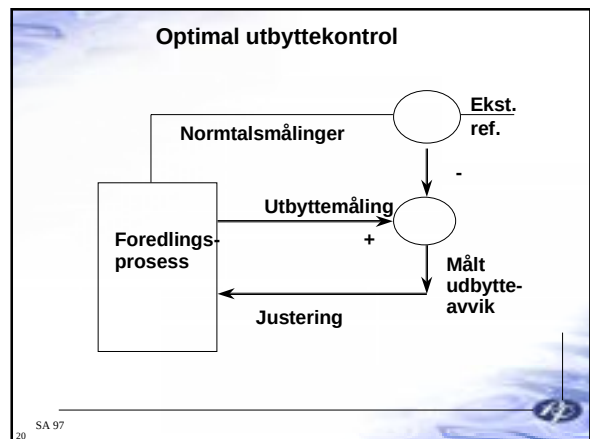
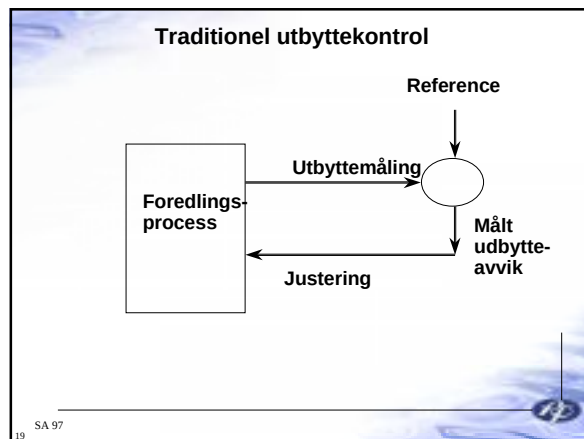


On-line målemetoder i fileteringsindustrien

- Lengde
- Vægt
- Form
- Farve
- Konsistens
- Temperatur
- Lugt
- Vandindehold
- Protein- og fedtindehold
- Ben
- Orme

SA 97





Seminar "Standardisering av ensilasje"

Reykjavik, 5. desember 1997

Ensilasje

Produkt, forbrukere og kvalitet

SH/12/97

Produkt

- Råensilasje
- Olje
- Ensilasjekonsentrat
- Ensilasjemel
- Smaksstoff-ekstrakter
- Enzym
- Jordsmonn

SH/12/97

Primær-produkt

- Råensilasje
 - ✓ Høyt vann- og fettinnhold, kvalitet avhengig av mange faktorer
- Olje
 - ✓ Tilsvarende annen fiskeolje, kvalitet avhengig av råstoff og behandling
- Ensilasjekonsentrat
 - ✓ Kan videreforedles, lavere vann- og fettinnhold enn råensilasje

SH/12/97

Forbrukere

- Dyrefôr
 - ✓ Fisk, pelsdyr, storfe, sau, gris, fugl, 'pets'
- Landbruk
 - ✓ organisk gjødsel, erosjon, jordsmonn,
- Biokjemisk produksjon
 - ✓ enzymer o.fl.
- Humankonsum?

SH/12/97

Dyrefôr

- Høye krav til råstoff og produkt
 - ✓ ferskhets
 - ✓ sammensetning (protein, fett, salt, aske)
- Betaler relativt godt

SH/12/97



SH/12/97

Seminar "Standardisering av ensilasje"

Reykjavik, 5. desember 1997

Landbruk

- Stiller mindre krav til råstoff og produkt
 - ✓ Lite fett men kan være høyt i mineraler og N
- I USA blandes ensilasje med avfall ifra skogbruk for kompostering
- Kan være godt alternativ som organisk gjødsel



Andre forbrukere

- Biokjemisk produksjon
 - ✓ avhengig av produkt, f.eks. valg av syre
 - ✓ produksjon av enzymer, enkelte aminosyrer m.m.
- Humankonsum
 - ✓ Er det mulig å lage menneskemat av ensilasje?
 - ✓ Vil stille store krav til råstoff og produksjon

SH/12/97



Hvordan måles kvalitet?

- Råstoff
 - ✓ Type (slo, sild/lodde, bein...)
 - ✓ ferskhet
- Produksjons-kriterier
 - ✓ Valg av syre, teknisk produksjon
- Kjemiske egenskaper (analyse)
 - ✓ TVB-N, pH, stabilitet, protein.....

SH/12/97

Kjemiske egenskaper

- | | |
|--------------|-------------------|
| ● Ensilasje | ● Olje |
| ✓ TVB-N | ✓ Frie fettsyrer |
| ✓ pH | ✓ Peroksyd/TBA |
| ✓ Vann | ✓ Vann og urenhet |
| ✓ Protein | |
| ✓ Salt | |
| ✓ Fett | |
| ✓ Aminosyrer | |
| ✓ Mineraler | |
| ✓ Bakterier | |

SH/12/97