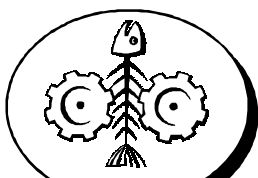


Rapport nr. 411/24

UTVIKLING AV BEINSEPARATOR FOR TORSKEAVSKJÆR



TEKNIKK

RAPPORT-TITTEL

UTVIKLING AV BEINSEPARATOR FOR TORSKEAVSKJÆR

RAPPORTNUMMER	411/24	PROSJEKTNUMMER	411
UTGIVER	RUBIN	DATO	Januar 1994

UTFØRENDE INSTITUSJONER

SENNCO A/S

Boks 133

2301 Hamar

Tlf: 62531212

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Ensilering av filétavskjær fra fiskeindustrien kan bli uforholdsmessig kostbart siden det høye beininnholdet vil medføre stort syrebehov dersom man skal oppnå tilstrekkelig lav pH. Syrekostnadene er en av de vesentligste utgiftpostene ved ensilering. Ved å fjerne en god del av beininnholdet i tilknytning til ensilering vil syreforbruket gå ned, og dermed også driftskostnadene. En slik prosess vil også kunne gi en ensilasje der settlingsproblemer minimaliseres.

Nestlé i Hammerfest (Findus) har tidligere i samarbeid med Sennco forsøkt å utvikle en beinseparator for dette formålet, men som teknisk fungerte dårlig. Dette prosjektet har hatt som mål å ferdigutvikle beinseparatoren ved å løse de tekniske problemene, som var knyttet til mottryksmekanismen i utløpet for beinfraksjonen.

Man har videre prøvd ut den endelige utgaven av beinseparatoren ved anlegget i Hammerfest med aktuelt råstoff for å avklare optimale driftsbetingelser.

Selve separatoren består av en konisk sylinder med små hull. En konisk skrue skaper trykk i sylindren. Fiskemassen presses gjennom hullene mens beina transporteres framover i sylindren til et utløp for bein. Forsøkene viser at fiskeavfallet på forhånd må være grovmalt og videre bearbeidet i en kverntank med svært kraftig kvernutstyr. I denne kverntanken må energitilførselen være 20-25 kWh pr. tonn avfall. Bearbeidingstiden må være over 1 time. Videre bør det tilsettes rundt 1% syre i kverntanken for å få en god oppløsning av materialet slik at fiskekjøtt og bein lett lar seg skille.

Beinfraksjonen har vist seg å utgjøre 10-15% av det inngående råstoffet. Vanninnholdet ligger mellom 50 og 60%. Tørket beinfraksjon består av ca. 45% protein.

Det er beregnet at syreforbruket kan reduseres med ca. 45% ved bruk av beinseparatoren. Dette betyr en innsparing på 9-10 øre pr. kg avfall (inkl. innsparing i antioksidant). Dessuten unngås for en stor del settlingsproblemer i lager- og transporttanker.

Pr. i dag vil disponering av beinfraksjonen koste penger. Imidlertid vil disse kostnadene ligge betydelig lavere enn innsparing i syrekostnadene.

Stiftelsen RUBIN

Pirsenteret, Brattøra
7005 Trondheim

Telefon 73 518215

Telefax 73 517084

STIFTELSEN
RUBIN

Resirkuleringa og utnyttelse av

INNHALDSFORTEGNELSE

1. FORHISTORIE FOR BEINSEPARATOREN.....	2
2. BESKRIVELSE AV BEINSEPARATOREN	3
3. VIDEREUTVIKLING HØSTEN 1993.....	4
4. FORSØK VED ANLEGGET I HAMMERFEST.....	5
4.1 Førsøksutstyr som ble brukt.....	5
4.2 Råstoff som ble benyttet under forsøkene.....	6
4.3 Forsøksprosedyre.....	6
5. HOVEDRESULTATER.....	7
5.1 Oppsummering av forsøk - valg av teknisk løsning.....	7
5.2 Syreforbruk i ensilasjen.....	7
5.3 Beregnet totalt syreforbruk av ensilasje med bein.....	7
5.4 Analyse av beinfraksjon.....	8
5.4.1 Mengde ren beinsubstans.....	8
5.4.2 Tørking og måling av proteininnhold.....	8
5.5 Beinrestenes flyteegenskaper i ensilasjen.....	8
6. ØKONOMI VED BRUK AV BEINSEPARATOREN.....	9
7. ENSILERINGSANLEGG TILPASSET BEINSEPARATOREN.....	10
8. KONKLUSJONER.....	11

VEDLEGG

BESKRIVELSE OG RESULTATER FRA DE ENKELTE FORSØK	12
Forsøk 26. august.....	12
Forsøk 27. august.....	12
Forsøk 30. august.....	13
Forsøk 31. august.....	14
Forsøk 1. september.....	14
Forsøk 2. september.....	15
Syretilsetting og pH-målinger.....	16
Prøve fra 30. august.....	16
Prøve fra 2. september.....	16

1. FORHISTORIE FOR BEINSEPARATOREN.

Vinteren 1991/92 ble det kjørt en del forsøk med ensilering av avfall fra filétindustrien. Under disse forsøkene ble det registrert to forhold som gjorde prosessen uhensiktsmessig og lite økonomisk.

- a) Syreforbruket var høyt, og ga store kostnader i produksjonen.
- b) Beina som ble ensilert hadde en tendens til å sette i tanker og i transportutstyr, og derved skape store problemer når utstyret skulle tømmes. Settlet bein var dessuten et problem og grobunn for pH økning og derved ødeleggelse av ensilasjen.

På denne bakgrunn ble det besluttet å utvikle en beinseparator. Forutsetningen var at utstyret skulle være så rimelig at det skulle kunne benyttes av andre brukere som hadde samme problem. Ønskelig pris på beinseparatoren ble satt til ca. kr 100.000,- til kunden.

Sennco A/S hadde ideen til dette utstyret, som Nestlé Norge i Hammerfest var interessert i å få utprøvet. Det ble derfor besluttet å sette igang et utviklingsprosjekt, der Nestlé gikk inn med kr 100.000,- og Sennco gikk inn med samme beløp.

Prototypen ble tegnet og produsert våren 1992. Etter forsøk ved Nestlé 's anlegg i Hammerfest ble separatorene sendt tilbake til Hamar for delvis ombygging og justering.

I løpet av 1992/93 ble det gjort endel forsøk og korrigeringer, slik at selve separatorene fungerte når mottrykket på beinsiden var riktig.

Forskjellige utforminger av mottrykksmekanismen ble prøvd, og det ble funnet en mekanisme som fungerte teknisk, med en gummimembran som ble pumpet opp i utløpsrøret. Denne hadde imidlertid en levetid under rådende forhold på ned i 6 til 8 timer, og var derfor ikke noen akseptabel løsning.

Det ble også forsøkt andre løsninger som ikke fungerte teknisk. Prosjektet hadde kostet kr 224.000,-, og mottrykksmekanismen var enda ikke funnet.

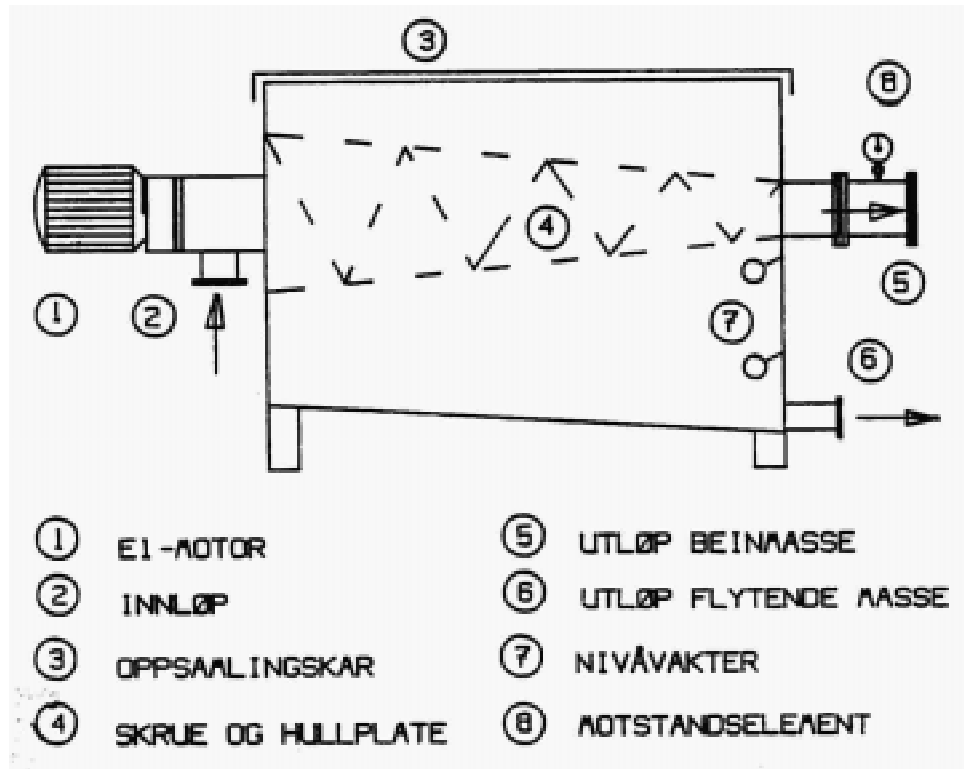
Utvikling av en endelig løsning på problemet med mothold ble kalkulert til å koste ca. kr 120.000,-, hvorav det ble søkt Rubin om en støtte på inntil kr 80.000,-, eller 67 % av totalt påløpne kostnader på sluttprosjektet.

Arbeidet med å finne løsninger ble satt igang i midten av juli 1993, og tok endel lengre tid enn beregnet. Flere løsninger ble prøvd i verksted og forkastet uten å være prøvd ved anlegget i Hammerfest.

Tilslutt ble det laget to løsninger som ble prøvd ved anlegget i Hammerfest. Disse er beskrevet i kapittel 3.

2. BESKRIVELSE AV BEINSEPARATOREN

Figur I viser en skisse av beinseparatoren. Virkemåten er beskrevet under figuren.



Figur I Beinseparator

Gjennom åpning 2 kommer det oppmalte fiskeavfallet inn i beinseparatorens koniske hullplate. Inne i denne trommelen er det en skruevinge som roterer og skraper bein vekk fra hullene og transportere disse bakover og mot beinutløpet 5.

Den flytende delen av fiskemassen går gjennom hullene og samles i beholderen 3 som omslutter den koniske hullplata. Den flytende fiskemassen, (ensilasjen), pumpes ut via åpning 6.

I enden av den koniske hullplata øker trykket, og beina skvises for den siste rest av flytende stoff som kan presses ut. Mottrykket i denne delen av separatorens bestemmes av motstandselementet 8. Denne er styrt pnevmatisk, og regulerer automatisk trykket og utløpsåpningen etter det trykk som skapes i separatorens.

Den pressede beinmassen inneholder ca. 45 til 50 % tørrstoff. Beinseparatorens funksjon og effektivitet er avhengig av hvordan fiskemassen behandles før den går inn i separatorens. Dette er forhold som er undersøkt i de prøvene som er utført under denne testen.

3. VIDEREUTVIKLING HØSTEN 1993.

Fra midten av juli til slutten av august ble det arbeidet med to aktuelle løsninger på mottrykkproblemet:

1. En løsning med et stempel som skulle skape mottrykk. Mekanismen var ikke helt god, fordi den gav problemer med å skaffe et regulerbart mothold. Det ble arbeidet med å finne en løsning på dette også, men den ble kostbar, og krever noe avansert måling for å styre mottrykket. Dette må gjøres hydraulisk eller pneumatisk.
2. Det ble parallellt arbeidet med å finne en løsning på å beskytte gummimembranen som tidligere var den beste løsningen. Utfordringen var at den skulle gi en god mekanisk beskyttelse, samtidig som den ikke måtte forringe funksjonen av utstyret.

For å løse problemet med beskyttelse av gummimembranen ble flere løsninger vurdert.

Den løsningen som tilsist ble funnet, var enkel, funksjonsriktig og samtidig meget rimelig å produsere. Fjærstål ble kappet i lengder på 250 mm. Stålene hadde en bredde på 20 mm og en tykkelse på 0.7 mm. Disse ble ved en spesiell prosess sveist inn i et spor dreiet i en flens. Fjærstålene ble lagt i flensen med 5 mm overlapp, slik at de dekket hele omkretsen og dannet et rør. Ved å putte dette inn i den eksisterende gummimembranen kunne innerdiameter på røret forandres trinnløst avhengig av behov.

Luftrykket på gummimembranen samt innvendig trykk fra beinmassen bestemmer motstanden mot at bein kommer ut av maskina.

4. FORSØK VED ANLEGGET I HAMMERFEST.

Utstyret var ferdigprodusert, og prøvekjørt i begynnelsen av uke 34 1993. Prøvekjøringen besto av enkle forsøk gjort ved verkstedet som produserte utstyret.

Utstyret ble så sendt til Hammerfest for uttesting på beinseparatoren ved anlegget.

Forsøkene startet i uke 34 og fortsatte i uke 35.

4.1 Forsøksutstyr som ble brukt.

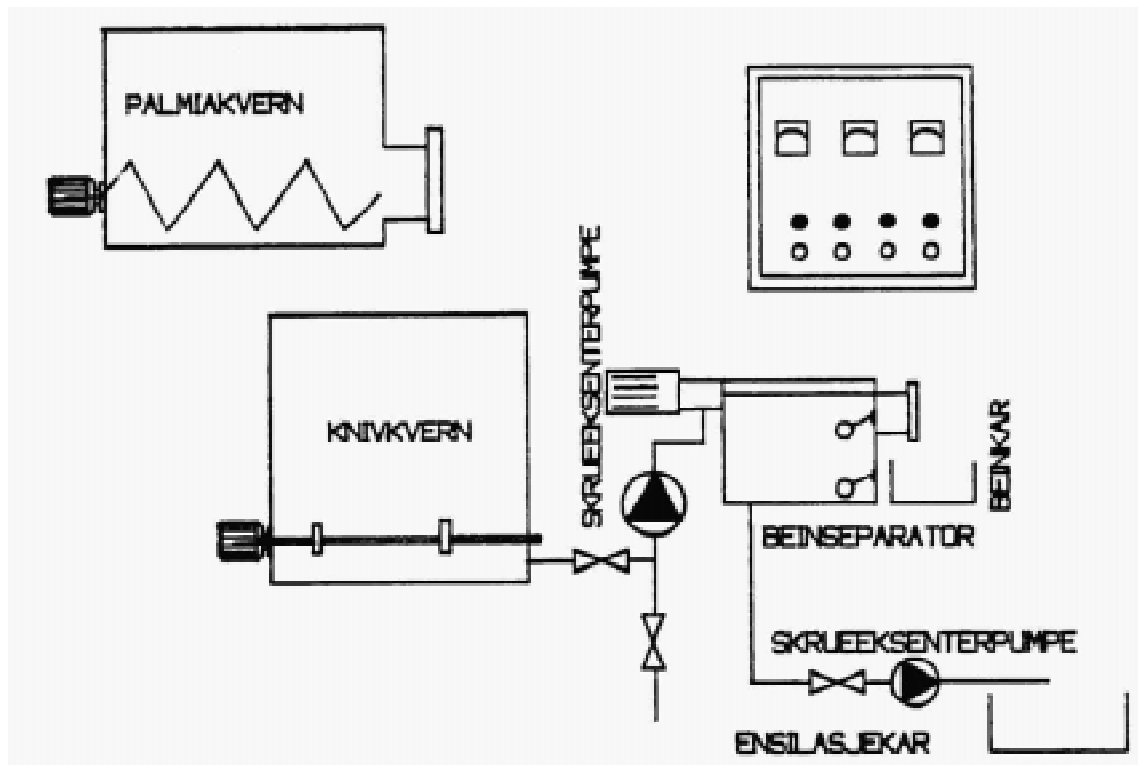
Linjen for produksjon var som følger:

- Grovkvern.
- SENTA 1000 hurtiggående knivkvern som er montert i en tank. Motoreffekt, og derved male/oppvarmingseffekt, var 15 kW.
- Doseringspumpe for beinseparator, skrue eksenterpumpe. Pumpa hadde turtallsregulering og derved kapasitetsregulering.

Maks. kapasitet ble vurdert til ca. 3.5 m³/time.

- Beinseparator med buffertank for ensilasje. Motstandsløsning med gummimembran.
- Pumpe for videretransport av ensilasjen. Denne pumpa hadde en kapasitet på 6 m³/time.
- Fiskekar for oppsamling av bein.

Se figur II.



Figur II Prøveopplegg for uttesting

4.2 Råstoff som ble benyttet under forsøkene.

Råstoffet til disse forsøkene ble i hovedsak tatt direkte fra det avfallet som kom fra filéfabrikken til enhver tid.

Det var overveiende avfall basert på torsk, med noe innblanding av andre fisketyper.

Dette betyr at det ikke ble foretatt noen form for separering av råstoffet bortsett fra den uttørkinga som delvis fant sted under lagring i kar for vidretransport til kverna. Denne uttørkinga kan betraktes som ubetydelig.

Resultatene vil komme fram i de etterfølgende forsøkene og vurdering av resultatene.

4.3 Forsøksprosedyre.

Slik som systemet fungerer under forsøkene, måtte fiskeavfallet manuelt tilføres grovkverna, som var første trinn i prosessen. Fra kverna gikk den malte fiskemassen til en hurtiggående knivkvern der den malte massen ble videre bearbeidet. Det ble også tilsatt noe syre i denne delen av prosessen for å få i gang en hydrolyse som gir en homogen masse.

I Senta 1000 ble massen bearbeidet fra 1 til 2 timer. Dette gjorde at massen ble lettflytende og homogen. Tidsforbruket, og derved energiforbruket, er avhengig av den syremengde som tilsettes og av temperaturen.

Når massen var lettflytende ble den pumpet inn i beinseparatoren der beina ble skilt fra den flytende delen av ensilasjen. Under forsøkene ble det foretatt veiinger for å bestemme mengder fra de to utløpene fra beinseparatoren.

5. HOVEDRESULTATER

5.1 Oppsummering av forsøk - valg av teknisk løsning

Det ble gjort forsøk over en periode på ca. 1 uke. Det ble gjort forsøk med og uten tilsats av syre før beinseparering, og med varierende bearbeidingstid i hurtigkverna.

I noen av forsøkene, der forholdene ikke var optimale, var det problemer med at skinn, og tildels fiskekjøtt, kom over i beinfraksjonen.

I de vellykkede forsøkene var beinfraksjonen en hvitaktig, fast beinkake.

Vedlegget beskriver de enkelte forsøkene og hvilke resultater men her kom fram til. I det siste forsøket (2. september) har man etablert de gunstigste forhold for bruk av beinseparatoren. Fiskeavskjær (ca. 2.300 kg) ble etter grovmaling tilsatt ca. 1% maursyre og bearbeidet i hurtigkverna i gjennomsnittlig 60 minutter.

De ulike fraksjonene ble veid og resultater er vist under:

Beinandel;	240 kg	10.4%
Ensilasjeandel:	2071 kg	89.6%
Totalt	2311 kg	

Etter videreutvikling av beinseparatoren med beskyttelse av gummimembranen som skaper mottrykket (se kap. 3), fungerte beinseparatoren uten feilslag under hele forsøksperioden. Man var redde for at det skulle legge seg bein under fjærplatene, og at dette skulle bygge seg opp i løpet av tid.

Ved avslutning av forsøksserien ble dette undersøkt uten at man fant forurensning som kan forårsake slitasje bak fjærplatene.

5.2 Syreforbruk i ensilasjen

I forsøket 2. september ble det tatt ut en prøve på 10 liter av den separerte ensilasje-fraksjonen, og den ble tilsatt mer maursyre for å få riktig og stabil pH av ensilasjen. pH ble målt av massen både før og etter ytterligere tilsats av maursyre. Resultatene er vist under:

Syre tilsatt under finmaling i hurtigkvern:	1.0 %	pH 4.4
Syre tilsatt prøven 2. september:	0.3 %	pH 4.3
Syre tilsatt prøven 6. september:	0,3 %	pH 4.0

Tilsammen er syreforbruket 1,6 %.

Prøven synes stabil da pH har gått ned til pH på 4.0 ved siste syretilsetning.

5.3 Beregnet totalt syreforbruk ved ensilering uten beinseparering

Hva syreforbruket ville vært uten bruk av beinseparator er beregnet teoretisk ut fra målinger av syreforbruket i de to fraksjonene fra beinseparatoren. Beinfraksjonen tatt ut 2. september ble blandet ut i rent vann og tilsatt 10% syre i forhold til ren beinfraksjon. Dette ga en pH på 3.8 målt etter 4 dager. Syreforbruk i den separerte ensilasje-fraksjonen er satt til 1.5% i stedet for 1,6 som angitt i pkt. 5.2, da dette sannsynligvis vil gi tilstrekkelig lav pH. Beregnet totalt syreforbruk blir som følger:

Syreforbruk beinfraksjon:	10% x 0.104	av totalfraksjon tilsvarer:	1.04 % av totalt.
Syreforbruk ensilasje-fraksjon:	1.5% x 0.896	av totalfraksjon tilsvarer:	1.35 % av totalt.

Totalt syreforbruk blir ca. 2.4 % når bein ikke skilles ut.

Ut fra dette reduseres syreforbruket totalt med rundt 45 % når beina skilles fra ensilasjen i den aktuelle beinseparatoren (total mengde ensilasje blir redusert og syreforbruket i denne går ned).

5.4 Analyse av beinfraksjon

5.4.1 Mengde ren beinsubstans

Det ble tatt ut to prøver av beinfraksjonen på hver 1 kg under forsøkene 2. september. Begge prøvene er varmet opp og vasket slik at beinsubstansen kan bestemmes.

Prøve 1, som hadde en kjøretid i Senta 1000 på 60 minutter, ga en beinrest på 722.5 g av 1000 i den opprinnelig prøven.

Prøve 2 som hadde en kjøretid i Senta 1000 på 30 minutter etter innblanding av kar 4, ga en beinrest på 701 g av 1000 i den opprinnelig prøven.

Prøve 2 ga noe dårligere resultat enn prøve 1, noe som kunne forventes. Begge prøvene hadde fortsatt noe fiskekjøtt i beina etter vasking.

5.4.2 Tørking og måling av proteininnhold

Prøve av beinfraksjon ble tatt ut 31. august og tørket ved 70°C i tørkeskap. For å komme opp i et tørrstoffinnhold på 93% (7 % vann i det tørkede materialet), må ca. 50 % av vekta tørkes bort. Dette betyr at det er ca. 55% vann i den rå beinfraksjonen.

Etter tørking ble prøvene malt opp og analysert med hensyn på protein, som ble bestemt til 44.4 %. STIL's krav til minimum proteininnhold i beinmel er 45 %.

5.5 Beinrestenes flyteegenskaper i ensilasjen

Det er en del fine bein som går gjennom beinseparatoren, og som følger med ensilasjefraksjonen. Disse beina synes å flyte i ensilasjen på en annen måte enn det som er vanlig i ensilasje. Muligens kan dette forklares med at beina har gått gjennom beinseparatoren der de er utsatt for et meget høyt trykk. Det bløte innholdet i de små, elastiske beina er presset ut. Når beina kommer ut, avtar presset, og beina suger opp delvis luft, delvis ensilasje og forandrer derved egenvekt.

Disse observasjonene må verifiseres da det er bare indikasjoner som vises i disse foreløpige forsøkene.

6. ØKONOMI VED BRUK AV BEINSEPARATOREN.

Som vi beregnet på basis av forsøkene med syretilsats og pH-måling av ensilasje og bein, ble syreforbruket redusert med ca. 45% . Med en syrepris på 8 kr pr liter, vil dette si en reduksjon i produksjonskostnadene på rundt 9 øre pr liter ensilasje. Regner vi med antioksydant til 12 % av kostnadene for syre betyr dette 9 til 10 øre i redusert produksjonskostnad pr. kg, eller 90 til 100 kr pr. tonn.

Ensilasjeprisen ligger idag på 0.45 kr/kg. Mengden salgbar ensilasje reduseres med 10-12 %, som i prinsippet kan bety en redusert inntekt på kr 450 x 0.11, eller 49.50 kr pr tonn. Dette er under forutsetning av at prisen på ensilasjen holder seg og at den beinfrie ensilasjen ikke er mere verdt enn vanlig ensilasje. Det er imidlertid godt mulig at økt verdi på den beinfattige ensilasjen vil kompensere for redusert salgbar mengde når det gjelder økonomien ved beinseparering.

En betydelig fordel ved beinseparering er at problemer med settling av bein på lagertanker og transportutstyr minimaliseres, noe som har en meget positiv innflytelse på ensilasjeproduksjon fra avfall fra filétindustrien.

Beinfraksjonen må disponeres for seg. Pr. i dag betyr dette utgifter (transport og deponering) siden det ikke finnes enkle og rimelige løsninger for tørking til mel. Imidlertid vil disse kostnadene bli betydelig lavere enn hva som kan spares inn av syrekostnader.

Det arbeides med utvikling av enkle løsninger for beinmelproduksjon slik at beinfraksjonen kan få positiv verdi.

Prisen på en beinseparator vil sannsynligvis ligge på ca. 100.000 til 110.000 kroner.

7. ENSILERINGSANLEGG TILPASSET BEINSEPARATOREN.

For at beinseparatoren skal fungere må ensileringsanlegget, ifølge forsøkene beskrevet foran, være av "kverntanktypen". Slike anlegg er forholdsvis rimelige, og foruten at ensilasjen vil bli tilstrekkelig oppløst til å få god separasjon, vil den få en konsistens som gjør at den er lett å håndtere på lagertankene. Det kreves ikke spesielt utstyr for å hindre settling.

Ensilasjens konsistens er også av en slik beskaffenhet at enklere og rimeligere pumper kan benyttes. Dette betyr lavere investeringer i selve ensileringsprosessen.

Dette utstyret vil også egne seg godt til å bearbeide sild og makrellavfall fordi det bearbeider massen slik at den blir mere tyntflytende, og derved håndterlig også på vinteren.

8. KONKLUSJONER

- Forutsetninger for at den aktuelle beinseparatoren skal virke er at fiskeavskjæret (fiskeavfallet) er blitt tyntflytende og autolysen har kommet godt igang, slik at bein og fiskemasse lett lar seg skille.
- Forsøkene viser at et ensileringsanlegg som skal fungere optimalt i forhold til den aktuelle beinseparatoren, bør ha en kverntank der fiskeavfallet tilføres en energimengde på minst 20-25 kWh/tonn gjennom mekanisk bearbeiding. Tankvolumet bør være 1 til 2 ganger anleggets timekapasitet. Ved en timekapasitet på 4 tonn har vi behov for en kverntank på rundt 6 m³, og en effekt på kvernutstyret på 80-100 kW (bearbeidingstid på 1 time). Dette energiforbruket tilsvarer ca. 1 øre/kg fiskemasse.
- Innblanding av syre bør ligge på ca. 1% i finkverna for å oppnå en hurtig nedbrytning av fiskemassen, samtidig som energi tilføres i henhold til punktet over.
- Forsøkene viser at ved ensilering av filétavskjær av torskefisk vil syreforbruket totalt ligge fra 1.4 til 1.7 % ved optimal utnyttelse av beinseparatoren. Dette innebærer en innsparing på ca. 45% av syreforbruket uten beinseparator, eller reduserte driftskostnader på 9-10 øre pr. kg fiskeavfall, inkl redusert forbruk av antioksidant.
- Fiskeavfallet må males i en grovkvern før det går til finkverna for å oppnå optimal utnyttelse av beinseparatoren.
- Beinandelen vil ligge på 10 til 15 % av totalmengden ved optimal utnyttelse av beinseparatoren. Beinfraksjonen må disponeres for seg. Pr. i dag betyr dette kostnader (transport, deponering), men det arbeides med løsninger for beinmelproduksjon av dette råstoffet slik at beinfraksjonen får positiv verdi.
- Beinmassen inneholder ca. 50 vektprosent vann som må fjernes før det kan males opp til beinmel. Beinmelet vil inneholde 43 til 47 % protein, avhengig av hvordan beinseparatoren fungerer.
- Beinseparatoren vil sannsynligvis fungere dårlig i et tradisjonelt kontinuerlig ensileringsanlegg der massen går én gang gjennom kvernsystemet. Massen må bearbeides over en viss tid i en batch-tank innmontert kvernutstyr med høy effekt ("stor-batch"). Se forøvrig RUBIN's "Håndbok i ensilering", som beskriver ulike arrangementer ved etablering av ensileringsanlegg.

Hamar 1993 09 17

Nils Ivar Viken

VEDLEGG

BESKRIVELSE OG RESULTATER FRA DE ENKELTE FORSØK

Forsøk 26. august

Utstyret var montert, og klart for utprøving den 26. aug. 1993. Det ble matet ca. 1500 liter fiskeavfall inn i Palmiakverna. Den malte massen gikk så til Senta 1000 for videre bearbeiding.

Etter 1 time var massen fortsatt ikke særlig lettflytende, men det ble forsøkt å mate massen til beinseparatoren. Det viste seg vanskelig å få etablert en god beinkake, fordi massen ikke holdt på vannet som gikk gjennom motstandselementet og etablerte kanaler. Vi fikk ingen god beinfraksjon, og heller ikke noen god ensilasjedel.

Vi besluttet så å tilføre ca. 2.5 liter syre for å se om dette kunne starte hydrolysen i fiskemassen. Syremengden var da ca. 0.16 % av fiskemassen, altså ubetydelig i forhold til syremengden som er nødvendig for konservering.

Senta 1000 ble kjørt i 40 min. etter tilsetning av syremengden beskrevet over. Massen var da meget lettflytende, og hadde en temperatur på ca. 29 °C. Konsistensen var som tynn vellings.

Vi startet opp med et trykk på motstandselementet på 0.5 bar som ved tidligere forsøk. Under dette forsøket etablerte vi beinkake straks, og vi måtte øke trykket til ca. 2.5 bar på motstandselementet for ikke å få for fuktig beinfraksjon fra beinseparatoren.

De forskjellige fraksjonene ble ikke veid under første dags forsøk. Forsøkene syntes likevel gi oss svar på hvordan vi må behandle avfallet for å få god effekt av beinseparatoren.

Beinandelen ble anslått til ca. 23 % ut fra tidligere erfaring. Dette er sannsynligvis feil fordi beinfraksjonene viste seg å ha meget lav egenvekt. Noe som var avvikende fra tidligere forsøk uten bruk av syre.

Forsøk 27. august

Det ble tilsatt ca. 1500 liter fiskeavfall til prosessen.

Ca. 1100 liter ble tilsatt i Palmiakverna for oppmaling, mens resten ble tilsatt direkte til Senta 1000 etter at massen var løst opp under utpumping til beinseparatoren.

Syre tilsvarende 0.2 % ble tilsatt i Senta 1000 også denne dagen.

Etter ca. 15 min. begynte massen å sirkulere meget sakte. Etter 45 min. var massen homogen, og sirkulerte fortere. Konsistensen var som tykk grøt. Etter 80 min. var massen lettflytende, og sirkulerte fort. Konsistens var som tynn grøt.

Etter ca. 100 min. ble massen kjørt til beinseparatoren med en hastighet på ca. 2 m³/time. Beinkake var etablert i separatoreen fra dagen før, og den ble beholdt under hele forsøket.

Massen ble tyntflytende noe tidligere under dette forsøket, fordi det var mindre masse i Senta 1000 under den første bearbeidinga, ca. 1100 liter.

Resten av avfallet ble matet inn i Senta 1000 mens massen ble pumpet til beinseparatoren. Dette fungerte ikke, pumpa gikk tett fordi det kom bein som ikke var oppmalt. I tillegg var den beinmassen som tidligere var fri for skinn nå ikke skinnfri. Videre ble det observert at beinmassen inneholdt langt større mengder med fiskekjøtt.

Konklusjonen er at denne arbeidsmåten for utstyret ikke var akseptabel. Vi må ha en oppholdstid under bearbeiding om dette skal fungere tilfredsstillende.

Veiinger av fraksjonene ga følgende resultater:

Beinandel:	250 kg	15.5%
Ensilasjeandel:	1400 kg	84.5%
Totalt:	1650 kg	

Forsøk 30. august

Tre kar ble tatt ut for oppmaling, hvorav to ble malt direkt ned i Senta 1000, sammen med ca. 0.2% syre.

Etter ca. 20 min. begynte massen å sirkulere, og den var nokså tyntflytende etter 100 min.

Nytt kar ble så tilsatt gjennom kverna de neste 45 min, samtidig som beinseparatoren ble kjørt med en kapasitet på ca. 1 m³/time. I denne perioden beholdt massen i Senta 1000 sin konsistens og pumpbarhet.

Ved oppstart av forsøket var beinmassen ut av beinseparatoren fri for skinn, og beina relativt reine for fiskemasse. Etterhvert ble det flere og flere mørke partikler i beinmassen. Disse mørke partiklene var skinn. Det var også tydelig at det etterhvert ble mere fiskekjøtt på de beina som ble skilt ut.

Etter 45 min. var det fortsatt ca. 2 kar med 0.2% syre igjen på Senta 1000. Beinseparatoren ble så stoppet slik at vi fikk en ytterligere bearbeiding av fiskemassen i Senta 1000. Denne ble kjørt i 30 min. for videre bearbeiding.

Beinseparatoren ble så startet igjen. Nå var beina fri for mørke partikler, og beinandelen så ut til å være meget rein.

Målinger ble gjort for å finne beinandelen i den utskilte massen.

Resultatet av forsøket var følgende:

Beinandel:	217 kg	13%
Ensilasjeandel:	1448 kg	87%
Totalt:	1665 kg.	

Etter observasjoner var det større beinandel i første del av forsøket enn den andel som kom ut etter de siste 30 min. bearbeiding.

Under dette forsøket ble det tatt ut 2 prøver av beinandelen som skulle sendes til Bergen for analyse i Rubin's regi. Disse prøvene er merket Prøve (1) og Prøve (2). Forsøksforholdene er beskrevet for disse prøvene, samt fiskeslag så godt det lar seg gjøre fra denne produksjonen.

Erfaringer fra andre del av denne dags forsøk tyder på at massen går fortere i oppløsning når temperaturen er over 20 °C fra starten, enn om hele batchen er på 5 °C når anlegget settes i gang.

Det ble tatt ut prøve for å bestemme syreforbruket i ensilasjedelen fra beinseparatoren denne dagen. Prøven er merket med 30. aug. 1993. Prøven var tilsatt 0.2 % syre i prosessen.

Forsøk 31. august

3 kar ble satt av for ensilering. To kar ble kjørt gjennom Palmiakverna og inn i Senta 1000. Etter 100 min. var massen lettflytende. Vi startet så beinsepareringa med en kapasitet på ca. 1100 liter pr. time, samtidig som et nytt kar ble tilsatt over en tid på ca. 45 min.

Temperaturen i massen var ca. 28 °C da anlegget var kjørt i 100 min. Ved tilsetning av nytt kar falt temperaturen ca. 2 °C. Massen i Senta 1000 holdt seg ganske lettflytende også da ny masse ble tilsatt Palmiakverna.

Beinandelen var lys da vi startet forsøket. Det betyr at skinn var oppløst etter en bearbeiding på 100 min. Etterhvert som ny masse ble tilsatt, ble beinandelen mørkere noe som tyder på at skinnen ikke var gått i helt i oppløsning. Hvor stor del av skinn som var igjen er meget vanskelig å si, men det synes å være en liten andel.

Beinseparatoren gikk fint under hele dette forsøket, og beinfraksjonen virket lett.

Resultatet av forsøket var følgende:

Beinmengde:	207 kg	12.5%
Ensilasjemengde:	1469 kg	87.5%
Totalt	1676 kg	

Prøve (3) ble tatt fra beinfraksjonen for forsendelse til Bergen.

Prøven er beskrevet som for de foregående prøver.

Pneumatisk trykk på beinseparatoren var 3 bar under forsøket. Hydraulisk trykk før beinseparatoren var 0.1 bar ved lav kapasitet og 0.3 bar ved full kapasitet.

Det ble tatt ut 2 prøver av beinmassen på 100 g som ble tørket, malt og sendt inn for proteinanalyse.

Prøvene ble merket 31. aug. prøve 1 og prøve 2.

Forsøk 1. september

Økt temperatur ser ut til å ha en positiv innvirkning både på oppløsning av fiskekjøtt fra bein og oppløsning av skinn.

Tre kar ble tatt ut for nye forsøk med oppvarming med damp i tillegg til energitilførsel i Senta 1000.

2 kar ble malt opp og fylt i Senta 1000. Motoren på Senta 1000 ble startet samtidig som damp ble tilsatt. Det tredje karet ble tilsatt samtidig med dampen. Etter 1 time var massen ganske tyntflytende og temperaturen var ca. 28 °C. Massen ble forsøkt separert i beinseparatoren, men det var fortsatt mye fiskekjøtt på beina og mye skinn i beinmassen. Syre tilsvarende 0.2 % ble tilsatt også her.

Dampen ble stoppet, og Senta 1000 ble kjørt videre inntil vi hadde kjørt inn ca. 30 kW fra motoren. Samme effekt var tilført via dampen.

Resultatet av forsøket var følgende:

Beinmengde	316 kg	14.4%
Ensilasjemengde	1612 kg	83.6%
Totalt	1928 kg	

Den tilsatte dampen skulle i tillegg komme ut som ensilasje. Konklusjonen på dette forsøket er at tilsetning av damp for å få en god autolyse av bein og skinn ikke fungerte som vi hadde håpet.

Selv om temperaturen kom opp i 32 °C fikk vi ikke beinseparatoren til å fungere godt, den klarte ikke å skille ut bein godt nok fra massen, og utbyttet ble for dårlig.

Forsøk 2. september

Forsøkene siste dag skulle vise om økt syremengde i oppmalingsprosessen gav bedre resultater uten at syreforbruket totalt sett gikk vesentlig opp.

To kar ble malt opp og tilført Senta 1000 sammen med syre som tilsvarer 1 %. Den ene prosenten er her regnet på vekt, og ikke volum, og er derfor noe lavere enn beregnet. Ensilasjen veier noe mindre enn 1 kg/liter.

Etter en times bearbeiding var massen tyntflytende, noe som hadde tatt 100 min. tidligere.

Det ble tatt ut 10 liter av det stoffet der bein er fraseparert, for å kontrollere syreforbruket i dette materialet. pH ble målt i Senta 1000 etter syretilsetninga til 4.6. Tilsvarende måling ble gjort i beinseparatoren på ensilasjen etter at bein var fraskilt. pH ble nå målt til 4.4. Ved å skille fra beina var pH sunket, noe som betyr at beina ikke hadde klart å ta opp vesentlig syre i den korte tida finmalinga pågikk.

Kar 3 ble malt og tilsatt det som var i Senta 1000 sammen med syre som tilsvarte 1 % av vekt. Hele denne mengden ble kjørt i 90 min. før separering i beinseparator.

Beinmassen som ble separert etter 1 time var uten skinn og syntes hvit. Det samme var beinmassen både etter påfylling av kar 3 og 30 minutters kjøring og etter påfylling av kar 4 med 1 % syre og ytterligere 30 minutters kjøring.

Med tilsetning av 1 vektprosent syre i finmaleprosessen gikk autolysen fortere, og det ser ikke ut til at syreforbruket øker betydelig.

Resultatet av forsøket var følgende:

Beinandel:	240 kg	10.4%
Ensilasjeandel:	2071 kg	89.6%
Totalt:	2311 kg	

Syretilsetning og pH-målinger

Prøve fra 30. august

10 liter uttatt, full plastbøtte.

Syre tilsatt under finmaling: 20 ml pr 10 liter; 0.2 %

Syre tilsatt i bøtta 30. aug.: 100 ml pr 10 liter; 1.0 % pH 4.3

Syre tilsatt i bøtta 31. aug. 20 ml pr 10 liter; 0.2 % pH 4.3

Syre tilsatt i bøtta 1. sept. 0 ml pr 10 liter; 0.0 % pH 4.3

Syre tilsatt i bøtta 2. sept. 0 ml pr 10 liter; 0.0 % pH 4.3

Syre tilsatt i bøtta 6. sept. 30 ml pr 10 liter; 0.3 % pH 4.0

Totalt tilsatt syre 1.7 %. pH er lavere enn nødvendig med 4.0, og det er mulig siste syretilsetning kunne vært unngått.

Prøve fra 2. september

10 liter uttatt, full plastbøtte.

Syre tilsatt under finmaling 100 ml pr 10 liter; 1.0 % pH 4.4

Syre tilsatt i bøtta 2. sept. 30 ml pr 10 liter; 0.3 % pH 4.3

Syre tilsatt i bøtta 6. sept. 30 ml pr 10 liter; 0.3 % pH 4.0

Denne prøven er muligens ikke stabil enda. Forsøket viser dog at en syretilsetning på 1.3 % gir samme pH som den forrige prøven med 1.4 %, og 1.6 % gir samme pH som 1.7 % for forrige prøve.

Det er ikke usannsynlig at vi skulle ha et noe høyere syreforbruk da beinandelen utskilt er mindre, noe som disse forsøkene ikke tyder på.

Prøven synes stabil da pH har gått ned til pH på 4.0 ved siste syretilsetning.