

Ebo. 2

FISKERIDIREKTORATEI  
BIBLIOTEKET

FISKERIDIREKTORATETS KJEMISK-TEKNISKE  
FORSKNINGSINSTITUTT

Våtekstraksjon av levergrakse  
(forsøk utført 1955 og 1957).  
-----

ved

Einar Sola og Mogens Dalvang.

R.nr. 60/60.  
A. h. 48.

BERGEN

## Konklusjon.

-----

Disse undersøkelsene viser at en av lever og levergrakse meget godt kan oppnå et mel med under 10 % fett ved våtekstraksjon med et egnet fettoppløsningsmiddel og egnet utstyr. Blandingen av grakse og oppløsningsmiddel er her av avgjørende betydning, og der må til dette brukes maskiner som gir mest mulig intim blanding og som har evne til å bryte ned stoffpartiklene i graksen til mikroskopiske enheter. Ved god blanding og god separering kan da oppnås meget lavt fett i tørrstoffet.

I laboratorieskala er således med en Warring Blendor oppnådd ned til 1 % uoppløst fett i tørrstoffet ved fortynnet grakse (6,8 % fettfritt tørrstoff) og ned til 4,8 % fett i tørrstoffet ved vanlig grakse (15 % fettfritt tørrstoff). Disse forsøkene viste også tydelig best resultat ved høy temperatur (se tabell 1).

I laboratorieskala er også forsøkt en kontinuerlig prosess med kontinuerlig blanding ved hjelp av en Ultra Turrax og kontinuerlig separering i en vanlig melkeseparator (se skisse 1). Resultatet må karakteriseres som meget bra, i betraktning av at både ekstraksjon og separering måtte foregå ved vanlig temperatur (17-20°C). Den separerte graksen fra disse forsøkene ville således kunne gi et mel med under 7 % fett. Ifølge resultatene med Warring Blendor skulle en da ved høyere temperatur kunne oppnå enda bedre resultat.

I teknisk målestokk ble der forsøkt et provisorisk anlegg med Supratorator som homogenisator. Resultatene fra disse forsøkene må også karakteriseres som gode, spesielt når en tar i betraktning at separeringen sikkert kunne vært bedre hvis det hadde vært mulig å skifte inn en større væskering i separatorkulen. Selv med denne utilfredsstillende separatoren oppnådde en med pigghålevergrakse så lavt fettinnhold i graksen at den ville gitt et mel med under 8 % fett. Med en bedre separator ville en kunnet komme helt ned til 6 % fett i melet. Rågraksen var imidlertid svært fettrik (ca. 20 %) og ble derfor ekstrahert to ganger. Foran nevnte resultat er etter 2. gangs ekstraksjon. Første gangs ekstraksjon kunne muligens vært erstattet med separering, men en måtte da regnet med driftsvansker på grunn av slam. To gangersekstraksjon vil i alle fall bli driftsikkert.

Tørkeforsøk ble gjort med ekstrahert grakse fra forsøkene i teknisk målestokk. Der ble forsøkt valsetørke og denne tørkemethoden viste seg vel egnet til formålet. Riktig nok klebet tørrstoffet sterkere til valsene ved denne ekstraherte graksen enn ved feteere grakse, men ikke så meget at avskrapingen ble vanskelig.

## Undersøkelser.

-----

### Formål.

-----

Hensikten med disse undersøkelsene var om mulig å finne frem til en enkel og billig metode for fremstilling av et fettfattig formel av levergrakse og andre liknende råstoffer som vanskelig lar seg opparbeide til et fettfattig mel etter andre kjente metoder. Med fettfattig formel menes vanligvis et mel med under 10 % fett, men for graksemel vil fettinnhold under 15 % være tilfredsstillende.

Der eksisterer et flertall kjente metoder for fremstilling av fettfattig formel av fisk og fiskeavfall. Den mest kjente er koking av råstoffet, pressing i kontinuerlig skrupresse, separering av oljen fra pressvæsken og tørking av presskaken eventuelt sammen med limvannet eller limvannskonsentratet. Denne metoden er imidlertid ikke brukbar for lever, levergrakse, innvoller e.l. råstoffer som ikke inneholder tilstrekkelig kjøttfiber til å bære det press som skal til for å få tilstrekkelig olje avpresset.

En annen kjent metode er tørking av råstoffet med etterfølgende avpressing av fett i hydrauliske stempelpresser. Denne metoden kan til nød brukes til fremstilling av mel av grakse og innvoller, men gir ikke kvalitetsmessig gode produkter. Melet vil som regel inneholde over 20 % fett og oljen blir meget mørk. Apparaturen er dessuten meget kostbar.

En nærliggende kjent fremgangsmåte er tørking med etterfølgende ekstraksjon av fett med et fettoppløsningsmiddel. Ved denne metoden får en imidlertid produksjonsvanskeligheter på grunn av store mengder finfordelt stoff ("fines") i ekstraktet (miscellaen) som vanskeliggjør silingen. Dessuten får en en meget mørk og mindreverdige olje, og anleggs- og produksjonskostningene blir forholdsvis store.

I de senere år er der kommet til en ny metode som kan brukes for de omhandlede råstoffer. Prinsippet ved denne metoden er at råstoffet blandes med et fettoppløsningsmiddel som er uoppløselig i vann og som danner azeotrop med vann. Ved å opphete blandingen, vil vann og fettoppløsningsmiddel fordampe azeotropisk inntil alt vann er fjernet (ved overskudd av oppløsningsmiddel) ved en temperatur adskillig under 100°C. Etter hvert som vannet fjernes, vil fettoppløsningsmidlet oppta fett og etter at alt vannet er fordampet, siles fettoppløsningen (miscellaen) fra. Denne metoden har imidlertid en meget slett varmeøkonomi og gir en olje av dårlig kvalitet. Metoden er også anleggsmessig forholdsvis kostbar.

De omhandlede råstoffer, spesielt lever og levergrakse, er næringsmessig meget verdifulle og det er derfor av stor betydning å finne frem til en metode som med minst mulig anleggs- og driftsomkostninger gir et mel med lavt fettinnhold, mest mulig av de verdifulle bestanddelene i behold, og samtidig en lys og verdifull olje.



For at ikke oljen eller tranen skal bli mørk og mindreverdige, bør den da skilles fra stoffet før dette tørkes. Som allerede nevnt kan ikke pressing brukes. Den relativt fiberfri massen det her er tale om egner seg bedre for sentrifugering, men det viser seg vanskelig å oppnå tilstrekkelig lavt fettinnhold ved denne fremgangsmåte. Separatorer er allerede mye brukt i tranindustrien til utvinning av tran fra leveren, men for å få en god separering tilføres da leveren vann, vanligvis like deler vann og lever. Dette gjør en eventuell tørking av graksen meget kostbar, og en vil dessuten sjelden kunne få et mel med under 30 % fett. Denne metoden har således lite for seg hvis en ikke kan finne frem til en separatorstype som gir en grakse med så lavt fettinnhold, uten spedning med vann at den gir et mel med under 15 % fett. Med de vanlige separator typer må dette anses for uoppnåelig.

At fettene vanskelig lar seg separere tilstrekkelig effektivt fra ved vanlig sentrifugalseparering, må antas å ha flere årsaker. For det første må alt fett være frigjort, og en fullstendig frigjøring av fettene avhenger av en fullstendig sprengning av cellevevet. Ved koking får en en ytterliggående sprengning av cellevevet, særlig hvis kokingen foregår under trykk med etterfølgende plutselig ekspansjon til vanlig trykk (slik som ved Titanmetoden), men noe fett vil likevel kunne være okkludert i koagulerede eggehvitpartikler. Ved separeringen skjer skillingen av fett og grakse ved sedimentering i et felt hvor drivkraften er mangedoblet i forhold til vanlig tyngdesedimentering. De tunge partiklene, eggehvitpartiklene, vandrer da ut mot separator kulens periferi, mens de lette fettpartiklene (dråpene) vandrer i motsatt retning inn mot sentrum av kulen. Eggehvite- og fettpartikler må således passere hverandre. Det er da logisk at hvis en fettpartikkel (som kan være meget liten) treffer en større eggehvitpartikkel på en slik måte at den ikke glir utenom, må den enten følge med eggehvitpartikkelen eller trenge gjennom den. Det siste må antas å bli vanskelig, og vil i beste fall sinke vandringshastigheten av fettpartikkelen vesentlig. Mest sannsynlig vil den følge eggehvitpartikkelen på dennes vandring mot kulens periferi og således ikke bli skilt fra graksen. Ved en ytterliggående findeling av eggehvitpartiklene må denne mulighet antas å kunne reduseres betraktelig og en skulle dermed få en lettere og mere effektiv separering, men om en på denne måten vil kunne komme sikkert under 10 eller 15 % fett i melet er et annet spørsmål.

Et så lavt fettinnhold i graksen skulle det imidlertid være mulig å oppnå ad enkle omveier. Hvis nemlig alt fettene i graksen kan bringes i kontakt med et fettoppløsningsmiddel som er uoppløselig i vann vil fettene løses i dette oppløsningsmiddel. I stedet for partikler av rent fett vil en da få partikler av oppløsningsmiddel inneholdende mer eller mindre fett alt etter mengden av oppløsningsmiddel i forhold til fettmengden. Ved sentrifugering vil en så kunne skille fettoppløsning og graksen.

Ved vanlig separering av uspedd grakse uten hjelpemiddel kan kanskje oppnås grakse med 6 % fett. Blandes denne graksen på effektiv måte med f.eks. 60 % fettoppløsningsmiddel, vil fettene oppløses i oppløsningsmidlet og i stedet for fett vil en få en 10 % fettoppløsning i graksen. Ved separering på ny vil en få skilt fettoppløsning og grakse, slik at en får en grakse med f.eks. 6 % fettoppløsning inneholdende 10 % fett. Restfett i graksen vil da bare bli 0,6 % hvilket med 12 % tørrstoff i graksen vil gi et mel med ca. 5 % fett.

Ved en slik sentrifugering har det stor betydning at der er størst mulig tyngdeforskjell mellom grakse og oppløsningsmiddel, altså størst mulig forskjell i spesifikk vekt for de to komponenter.

Da en har et utall forskjellige fettoppløsningsmidler med forskjellig spesifikk vekt og som er praktisk talt uoppløselige i vann, har en mange muligheter for å finne et egnet ekstraksjonsmiddel som enten er lettere eller tyngre enn vann. I dette tilfelle vil det være avgjort riktigst å velge et fettoppløsningsmiddel som er tyngre enn vann og tyngre enn den koagulerte eggehviten og slammet i graksen. Ved separeringen vil da fettoppløsningen avsette seg mot kulens periferi og danne en væskefase mellom graksen og kulens mantel. Dermed vil ikke grakseslam kunne sette seg av på kulens mantel og hindre separatorens funksjon. Dette medfører igjen at en billig og enkel separatorstype kan brukes for kontinuerlig separering av en slik blanding.

Klorerte kullvannstoffer er typiske tunge fettoppløsningsmidler som er svært lite løselige i vann. Det tyngste av disse er perkloretylen, "Per", med spes. vekt ca. 1,6, altså mye tyngre enn vann, og skulle derfor være velegnet til formålet. Klorerte kullvannstoffer har dessuten den store fordel at de ikke er brannfarlige. Enkelte brukes som kjent til brannslukningsmidler. Ved valg av ekstraksjonsmiddel spiller selvsagt også prisen en ganske stor rolle, og under ellers like forhold velger en selvsagt det billigste.

#### Orienterende forsøk.

For å få en orientering om en slik våtekstraksjon av fett fra levergrakse muligens ville kunne gi brukbare resultater, ble der i 1955 foretatt endel orienterende forsøk med enkle hjelpemidler.

Fra en tranprodusent i Ålesund fikk en tilsendt noe såkalt leverlimvann og limvannskonsentrat. Leverlimvannet var separert etter foran nevnte separeringsmetode, og besto altså av vannspedd grakse med forholdsvis lavt fettinnhold. Konsentratet var inndampet slikt limvann. Disse råstoffene hadde følgende

| <u>Analyser:</u>    | <u>Limvann</u> | <u>Konsentrat</u> |
|---------------------|----------------|-------------------|
| Fett                | 5,24 %         | 13,15 %           |
| Vann                | 87,90 "        | 71,6 "            |
| Fettfritt tørrstoff | 6,86 "         | 15,25 "           |
| Fett i tørrstoff    | 43,4 "         | 46,4 "            |

Tar en i betraktning at fettfri uspedd dampgrakse inneholder ca. 14 % tørrstoff fremgår det av foranstående analyser at limvannet består av grakse spedd med temmelig nøye like deler vann. Tørrstoffinnholdet i fettfritt konsentrat blir derimot 17,5 %, altså endel høyere enn vanlig dampgrakse.

Prøver av disse råstoffene ble blandet med "Per" i forskjellige forhold i en Warring Blendor i 1,5 min. Deretter fikk prøvene sedimentere i 65 min. Prøver av den avsatte grakse og miscella

ble så tatt ut. I graksen ble bestemt fett, tørrstoff og "Per". I den klare miscellaen ble bare bestemt fett.

Sedimenteringen ga ingen effektiv skilling av stoff og miscella, men dette var heller ikke nødvendig for disse forsøkene. En må nemlig kunne gå ut fra at den gjenværende "Per" i graksen befinner seg der som miscella av samme sammensetning som den utskilte miscella. Ved å bestemme "Per"-innholdet i grakseprøvene, kan en da når en kjenner fettinnholdet i miscellaen, bestemme hvor mye av fettinnholdet i graksen som er oppløst i "Per" og hvor mye som må betegnes som uoppløst og som vil bli igjen i graksen selv etter en effektiv skilling av all miscella fra graksen. Det er dette uoppløste restfett som blir avgjørende for vurderingen av metodens brukbarhet, da dette fettene i alle fall vil komme igjen i melet.

For å få en orientering om hvor lett en slik blanding lar seg skille ved sentrifugering ble en prøve sentrifugert i en labororiesentrifuge i ca. 5 min.

Da graksens viskositet varierer sterkt med temperaturen og viskositeten vil kunne ha en viss innflytelse på blandingen ble forsøkene gjennomført for to forskjellige temperaturområder, nemlig 20° og 64°C. Resultatet av disse forsøkene er gjengitt i tabell 1.

Det fremgår av tabellen at fettinnholdet i miscellaen varierer omtrent som ventet ut fra blandingsforholdet "Per"/grakse. Det fremgår også av tabellen at "Per"-innholdet i graksen etter sedimentering i 65 min. ligger ganske høyt. Derimot gir sentrifugering ganske god skilling, selv ved så lav temperatur som 20°C. Ved sedimenteringsprøvene kjølnet graksen fort og dette kan være årsak til at der ikke kan merkés noen regelmessig innflytelse av temperaturen på skilleeffekten.

Hvis all miscella var blitt fjernet fra graksen, ville en fått en grakse med restfett i tørrstoffet som beregnet i punkt 7 i tabell 1. Det fremgår av dette at restfettet i tørrstoffet i alle tilfeller ligger godt under 15 %. Det er også tydelig at ekstraksjonen har vært adskillig mer effektiv ved den utspedde graksen enn ved konsentratet. Årsaken til dette må antas å være viskositeten som er mye større for konsentratet enn for den utspedde graksen (ved samme temperatur). Dette bekreftes også av at ekstraksjonen er adskillig mer effektiv ved høy enn ved lav temperatur både for utspedd grakse og for konsentrat.

Ved en effektiv separering av miscellaen fra graksen ville en i alle fall fått et mel med under 15 % fett, og ved ekstraksjon ved høy temperatur ville melet selv ved grakse med høyt tørrstoffinnhold kunne bringes under 5 % fett.

Ved en slik våtekstraksjon skulle en altså ha alle muligheter for å kunne lage et graksemel med langt under 15 % fett.

Laboratorieforsøk med kontinuerlig våtekstraksjon og separering.  
-----

På grunnlag av foran nevnte gunstige resultater fra de orienterende forsøk, ble der gjort forsøk med kontinuerlig ekstraksjon og separering i laboratorieskala. I den hensikt ble der laget et arrangement i laboratorieskala, slik som vist i vedlagte skisse l. Til oppslemmingen og blandingen av "Per" og grakse ble der benyttet en liten Ultra Turrax (diam. ca. 40 mm). Til Ultra Turraxen ble der laget et arbeidskar av utforming og dimensjoner som vist i skisse l. Som det fremgår av skissen ble grakse og "Per" innført i karret sentralt gjennom bunnen i hver sitt rør fra trakter med reguleringskrane.

Ultra Turraxen var plisert et passende stykke over bunnen slik at stoffet fikk høve til å sirkulere omtrent som antydnet på skissen, og slik at tilførselen av grakse og "Per" først ville passere Ultra Turraxen. Et passende stykke over bunnen ble der laget et overløp og gjennom dette overførtes så ferdig blanding til separatoren i takt med tilførselen av grakse og "Per".

Separatoren var en vanlig melkeseparator av gammel gårds-type.

Med dette arrangement fikk en i mars 1955 etter endel tilpasning gjort et par meget vellykkede forsøk. I begge tilfeller var utgangsstoffet foran nevnte konsentrat og prosessen løp i begge tilfeller kontinuerlig og uten kluss av noen art over et lenger tidsrom. Den separerte graksen løp då ut fløte-løpet mens miscellaen løp ut melkeløpet på separatoren. Etter avslutningen av forsøkene ble separatorkulen åpnet og kontrollert. Kulens mantel viste seg da å være helt ren uten slamavsetninger. På tallerkene kunne tydelig ses merker etter slamfasen og hvor stor del av kulen den hadde opptatt. Der var ikke antydning til faste slamavsetninger mellom tallerknene.

Utgangsstoffet (konsentratet) hadde følgende analyse:

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Fett                | 7,5 %  |
| Vann                | 82,2 " |
| Fettfritt tørrstoff | 10,3 " |
| Fett i tørrstoff    | 42,2 " |

Ved full fart har Ultra Turraxen en frekvens på ca. 30.000 slag/min. Da hastigheten var regulerbar, ble der forsøkt 2 hastigheter, nemlig full og halv fart, for å få en orientering om hvilken innflytelse en slik forskjell i slagfrekvensen har på ekstraksjonen. For begge forsøk var utstyr og matekapasitet praktisk talt den samme, altså praktisk talt samme blandetid. For søkene ble utført uten oppvarming, og temperaturen under blanding og separering var ca. 20°C. Kapasiteten var i begge tilfeller ca. 0,8 l. blanding/min. og blandetiden ble da ca. 1 min. i begge tilfeller.

Resultatet ble da følgende:

Tabell 2.

| Forsøk:                               | <u>I</u> | <u>II</u> |
|---------------------------------------|----------|-----------|
| Frekvens (slag/min.)                  | 15.000   | 30.000    |
| <u>Miscella</u> : Fett (g/100 ml)     | 6,13     | 6,11      |
| (g/100 g)                             | 3,83     | 3,82      |
| <u>Sep.konsentrat</u> : Fett (g/100g) | 0,68     | 0,78      |
| Tørrstoff "                           | 10,02    | 10,20     |
| Fett i tørrstoff (%)                  | 6,78     | 7,65      |
| Fett i mel med 10 % fukt. (%)         | 6,1      | 6,88      |

Som en ser ga begge forsøk meget godt resultat. I begge tilfeller vil den ekstraherte graksen gi et mel med under 7 % fett. Laveste frekvens synes å gi noe lavere fett i melet. Årsaken til dette kan være en sterkere emulgering og derav følgende vanskeligere separering ved den høyeste frekvens. Bestemmelse av "Per"-innholdet i konsentratet etter separeringen ville kunnet avgjøre om dette er riktig. Dessverre ble der ikke gjort noen slik bestemmelse.

Det provisoriske laboratorieanlegg var svært ubehagelig og for såvidt direkte risikabelt å arbeide med, fordi det ikke var et lukket system og en derfor ble sterkt utsatt for de bedøvende "Per"-dampene. Det ble derfor vanskelig å arbeide videre med dette anlegget. En fant det heller ikke strengt nødvendig da resultatet ble så godt allerede ved disse første forsøk.

Forsøk i teknisk målestokk.

På grunnlag av disse laboratorieforsøkene gikk en igang med planlegging av forsøk i teknisk målestokk. Det ble imidlertid vanskelig å skaffe midler til bygging av et komplett pilotanlegg. En ble nødt til å gjennomføre forsøkene i teknisk målestokk med et provisorisk anlegg, og tørking av graksen og likeens regenereringen av "Per" fra miscellaen måtte sløyfes i første omgang. Det viktigste var å få fastlagt om og hvordan ekstraksjonen kan gjennomføres i praksis. Tørking av graksen og regenerering av "Per" er mer kjente prosesser som alltid vil kunne gjennomføres i praksis.

Til findeling og blanding av grakse og "Per" fikk en lånt en "Supratorator" av industritype. I denne maskinen utsettes maskinen for store trykkvariasjoner med frekvenser opp mot ultralydområdet, i likhet med Ultra Turraxen. Supratoratoren skulle derfor kunne antas å ha like god virkning som Ultra Turraxen. Supratoratoren har samtidig pumpevirksomhet, hvilket som regel er en fordel. Maskinens kapasitet var 7000-8000 l/h, hvilket skulle være meget rikelig og gi høve til ganske stor resirkulasjon av blanding. En slik resirkulasjon har vist seg å være av ganske stor betydning for blande- og ekstraksjonseffekten. Den utlånte maskin var brukt og noe slitt. Det er derfor mulig at den ikke vil gi så gode resultater som en ny. Dette forhold bør en være oppmerksom på.



Til separeringen var det meningen å bruke en Westfalia slamseparator SKOG 4006, som en hadde fått lånt til andre formål (se rapport R.nr. 57/59). Dette er en dyseseparator, men ved å sette inn tette dyser, skulle den kunne brukes til formålet.

Disse forsøkene fikk en høve til å utføre ved Flesland Fabrikker hvor en også fikk bruke de deler av fabrikkens trananlegg som måtte passe inn i forsøksanlegget. På denne måten fikk en laget et billig provisorisk forsøksanlegg for ekstraksjon og separering, i prinsippet arrangert som vist i skisse 2. Utstyret 1, 2, 3, 4, 5 og 6 tilhørte fabrikkens trananlegg og kunne brukes som det var.

Til matepumpe (7) ble der anskaffet en Mono-pumpe med variator. Kapasiteten for denne kunne varieres mellom 800 og 2500 l/h. Da det kunne være av interesse å gjøre ekstraksjonsforsøk ved forskjellig temperatur, ble matepumpen montert slik at den kunne ta kald grakse fra beholderen (1) eller den kunne ta varm grakse fra beholderen (6).

Supratoratoren (8) ble utstyrt med et samlerør i innløpet for grakse, "Per" og eventuell resirkulert blanding. En regulerbar pumpe (9) sørget for dosering av "Per" i ønsket forhold til graksen. Resirkulasjonen av blanding til Supratoratoren kunne reguleres ved hjelp av ventilen (15). Da en må regne med at det har en viss betydning for ekstraksjonseffekten om der resirkuleres mye eller lite blanding til Supratoratoren, var det ønskelig å kunne måle returmengden. På grunn av stoffets egenart var det imidlertid ikke mulig å finne en brukbar løsning på dette. Da Supratoratoren virker som en pumpe satte en imidlertid inn et manometer på innløpet og et på utløpet for på den måten å ha en viss kontroll på returmengden. Da en må regne med at den sterke bearbeidelse av massen i Supratoratoren vil medføre endel oppvarming av massen, ble der også satt inn termometre før og etter Supratoratoren for å få konstatert hvor stor oppvarming en kan regne med.

Høydeforskjellen mellom Supratoratoren (8) og tanken (11) var ca. 2,0 m. Massens temperatur før separeringen kunne reguleres ved innblåsing av direkte damp i tanken (11). For å kunne holde jevn separeringstemperatur var det ønskelig å holde en viss fylling i tanken (11), samtidig som det var ønskelig å unngå regulering av tilløpet til separatoren (12). Tanken (11) ble derfor utstyrt med et overløp slik at massen kunne flyte fritt over til separatoren (12) i takt med tilløpet til tanken (11). En skillevegg i tanken (11) sørget for god temperaturutjevning i massen før overløpet til separatoren.

Separatoren (12) var en Westfalia SKOG 4006 dyseseparator for lever (se rapport R.nr. 57/59). For disse forsøkene ble den utstyrt med tette dyser. Separatorens dyseløp ble således satt ut av funksjon, og meningen var da at den separerte graksen skulle løpe ut gjennom separatorens oljeløp mens miscellaen skulle forlate den gjennom væskeløpet. Grakse og miscella kunne så samles opp i tankene (13) og (14), og fra disse leveres videre til tørking og destillering.

På grunn av ekstraksjonsmidlets sterke lukt og bedøvende virkning, ble systemet gjort mest mulig lukket, med lukkede rørforbindelser mellom anleggets forskjellige deler etter matepumpen (7).

I løpet av september 1957 ble anlegget så ferdig at ekstraksjonsforsøkene kunne begynne i oktober.

#### Forsøksrapporter.

Forsøk 1 ble utført 8.10.1957. Råstoffet var grakse av pigghålever, ikke helt fersk, luktet endel  $\text{NH}_3$ . Ekstraksjonen foregikk uten oppvarming, altså mating direkte fra leverkarret (1) til matepumpen (7). Supratoreren (8) gikk med fullt omløp, altså ventilen (15) helt åpen.

Ekstraksjonen gikk hele tiden uten kluss. Separeringen derimot måtte stoppes kort tid etter start på grunn av overflom i kulen. Årsaken til dette fant en var at utløpskanalene i kulen som var beregnet på olje, var for lange og hadde for lite tverrsnitt til å slippe den tyktflytende graksen igjennom med tilstrekkelig kapasitet. Fikk tatt et par prøver av grakse og miscella i den korte tiden separatoren gikk.

Fortsatte ekstraksjonen uten separering og samlet opp blandingen på fat for senere separering med en annen separator.

Observasjoner fra forsøket:

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| Temperatur før Supratorator | 16°C   |
| " etter "                   | 34 "   |
| " før separator             | 40 "   |
| Forbrukt grakse:            | 323 l. |
| " "Per"                     | 248 l. |

"Per"-forbruk:  $\frac{323}{248} = \underline{1,3 \text{ l/liter grakse}}$ .

Fabrikken hadde en Titanseparator (Superjector) stående i en annen bygning. Denne ble rigget til slik at den kunne brukes til separering. Separering av blandingen fra 8.10. kunne så startes med denne den 16.10. Separeringen gikk da meget bra med den væskering som sto i separatorkulen. Denne ring var 118 mm i diam. Største ring som kunne settes inn var 130 mm  $\emptyset$  og denne burde vært prøvet, da denne muligens ville gitt mindre restmiscella i graksen. Det viste seg imidlertid umulig å få løsnet den istående 118 mm ring, og separatoren måtte derfor kjøres med denne.

Resultatet ble da følgende:

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| Separeringstemperatur | 50-60°C      |
| Kapasitet (påløp)     | ca. 900 l/h. |

Tabell 3.

| Prøve nr. | Miscella Fett % | Separert grakse |       |          |                 |                 |                          |                        |
|-----------|-----------------|-----------------|-------|----------|-----------------|-----------------|--------------------------|------------------------|
|           |                 | Fett %          | Per % | Tørrst % | Fettfr tørrst % | Fett i tørrst % | Fett i mel (10 % vann) % | Uoppl.fett i tørrst. % |
| 1         | 16,4            | 2,76            | 7,2   | 11,8     | 9,0             | 23,4            | 21,0                     | 13,10                  |
| 2         | 16,4            | 1,54            | 6,0   | 15,8     | 14,3            | 9,7             | 8,7                      | 2,54                   |
| 3         | 16,6            | 2,79            | 8,2   | 15,5     | 12,7            | 18,0            | 16,2                     | 8,30                   |
| 4         | 17,6            | 0,63            | 6,8   | 7,0      | 6,4             | 9,0             | 8,1                      | ÷ 15,1                 |
| 5         | 16,0            | 2,90            | 8,0   | 12,2     | 9,3             | 23,8            | 21,4                     | 12,9                   |
| 6         | 17,3            | 1,19            | 4,6   | 13,4     | 12,2            | 8,9             | 8,0                      | 1,85                   |
| Middel    | 16,7            | 1,97            | 6,8   | 12,6     | 10,6            | 15,6            | 14,1                     | 5,62                   |

Fettinnholdet i miscellaen er som en ser forholdsvis jevnt, hvilket viser at graksen har vært ensartet og blandingsforholdet "Per"/grakse forholdsvis konstant. Separeringseffekten har svinget noe, fra 4,6 til 8,2 % "Per"-rest i graksen. Fettfritt tørrstoff har svinget noe, hvilket må skrive seg fra at graksen ved henstand har tendens til å skille seg i en slamfase og en væskefase. Det kan også delvis skrive seg fra ujevn oppvarming før separatoren og derav følgende ujevn tilførsel av kondensvann. Dette har imidlertid mindre betydning.

Fettinnholdet i den separerte graksen varierer til dels ganske mye. For å få greie på om denne variasjon kan tenkes å skyldes va rierende restmiscella i graksen, er "Per"-innholdet omregnet til miscella med samme fettinnhold som den separerte miscella og fettinnholdet i denne restmiscella er så trukket fra fettinnholdet i graksen. Denne differansen skulle da være uoppløst fett. Det fremgår av tabellen at uoppløst fett varierer svært meget, hvilket tyder på ujevn ekstraksjon.

Da "Per"-resten i graksen må antas å foreligge som miscella med ca. 17 % fett, medfører dette at minst mulig "Per" i graksen vil gi lavest mulig fett i graksemelet. En god separering er derfor av ganske stor betydning. Hvis separeringen hadde vært 100 % ville som en ser, restfettet i graksetørrstoffet ligget på 5,62 % i middel. Med 10 % vann i melet ville da fettinnholdet i melet blitt 5,07 % i middel, mens det på grunn av restmiscella i graksen blir ca. 14,1 %.

En fettfattigere restmiscella i graksen ville selvsagt gitt et lavere fettinnhold i melet ved samme separeringseffekt. Dette kan selvsagt oppnås ved å øke "Per"-mengden i forhold til graksemengden ved ekstraksjonen. Imidlertid blir det da større "Per"-mengder som må avdestilleres ved samme fettmengde, og dette øker varmeomkostningene og krever større destillasjonsanlegg. Samme resultat kan imidlertid oppnås ved å ekstrahere to eller flere ganger, på en slik måte at en ved første gangs ekstraksjon som ekstraksjonsmiddel bruker miscellaen fra 2. gangs ekstraksjon av foregående graksecharge. Og så videre til 2. gangs ekstraksjon eventuelt bruker miscellaen fra 3. gangs ekstraksjon av foregående graksecharge. Ved 3 trinns ekstraksjon ekstraheres så til

slutt med ren "Per". Miscellaen fra første gangs ekstraksjon går så til destillering, mens miscellaen fra 2. og 3. gangs ekstraksjon brukes til henholdsvis 1. og 2. gangs ekstraksjon av neste graksecharge. På den måten kan en fortynne restmiscellaen i graksen uten å øke destillasjonsomkostningene.

For å få en orientering om hvordan en slik fremgangsmåte vil arte seg i praksis, ble den separerte graksen fra forsøk 1 underkastet nok en ekstraksjon med ren "Per". Resultatet ble da følgende:

Forsøk 2. (2. gangs ekstraksjon av grakse fra forsøk 1). Ekstraksjonen foregikk den 23.10. Blandingen måtte også denne gang samles opp på fat for å separeres senere med Titan-separatoren. Også denne gang foregikk ekstraksjonen uten oppvarming, og der ble kjørt med fullt omløp på Supratoratoren. Resultat:

|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| Temperatur før Supratorator | 14°C                  |
| " etter "                   | 26 "                  |
| Trykk før Supratorator      | 0,45 m.V.S.           |
| " etter "                   | 2,00 "                |
| Forbrukt "Per"              | 142 l = 227 kg        |
| " grakse                    | 362 " = 362 "         |
|                             | <u>504 l = 589 kg</u> |

$$\text{"Per"-forbruk: } \frac{142}{362} = \underline{0,392 \text{ l/l. grakse.}}$$

Kapasitet graksepumpe: 870 l/h.

Separeringen av blandingen ble foretatt den 24.10. Separatorkulens hastighet var 5000 o/min. Temperaturen foran separatoren var vanskelig å holde konstant, og varierte mellom 30 og 60°C. Av grunner som nevnt under forsøk 1 ble også denne gangen separatoren kjørt med væskering 118 mm Ø.

Separeringstemperatur: 30-60°C.

Kapasitet var ca. 800 l/h.

|                  |               |
|------------------|---------------|
| <u>Miscella:</u> | <u>Fett</u>   |
| Prøve 1          | 5,58 %        |
| " 2              | 3,18 "        |
| " 3              | 2,67 "        |
| Middel:          | <u>3,81 %</u> |

Tabell 4.

| Separert grakse:                |     | Prøve 1     | 2          | 3           | Middel     |
|---------------------------------|-----|-------------|------------|-------------|------------|
| Fett                            | (%) | 0,69        | 0,97       | 1,02        | 0,89       |
| "Per"                           | "   | 6,00        | 10,2       | 4,9         | 7,0        |
| Tørrstoff                       | "   | 9,96        | 8,91       | 9,55        | 9,47       |
| Fettfritt tørrstoff             | "   | 9,27        | 7,94       | 8,53        | 8,58       |
| Fett i tørrstoff                | "   | 6,93        | 10,9       | 10,7        | 9,4        |
| <u>Fett i mel med 10 % vann</u> |     | <u>6,23</u> | <u>9,8</u> | <u>9,35</u> | <u>8,4</u> |
| Uoppl. fett i tørrst.           | (%) | (3,54)      | (7,35)     | (9,36)      | 6,63       |

Det fremgår av foranstående at 2. gangs ekstraksjon har gitt en fettfattigere grakse, altså en ytterligere utvasking av fett. Etter 2. gangs ekstraksjon vil en av graksen kunne oppnå et mel med under 9 % fett, altså et meget godt resultat.

En legger videre merke til at beregnet uoppløst fett etter 2. gangs ekstraksjon ikke er lavere enn etter 1. gangs ekstraksjon. Tvert imot ligger middeltallene litt høyere etter 2. gangs enn etter 1. gangs ekstraksjon. Dette kan ha flere tenkelige årsaker, som imidlertid vil bli teorier og som derfor ikke vil bli nærmere berørt her. Derimot kan det sies at der ikke ser ut til å ha foregått en ytterligere oppløsning av fett ved 2. gangs ekstraksjon, men at der bare er skjedd en utvasking av restmiscella.

"Per"-resten i graksen etter separeringen er også i dette tilfelle høy. Årsaken til dette kan være at væskeringen i separatorkulen som tidligere nevnt antakelig er liten.

Det er også mulig at Supratoratorens emulgeringseffekt har vært for stor. Muligens kunne emulgeringseffekten blitt mindre og ekstraksjonseffekten like god ved mindre omløp til Supratoratoren.

At massen er blitt kraftig bearbeidet fremgår av den forholdsvis store temperaturstining ved behandlingen i Supratoratoren. Under Forsøk 1 har temperaturstiningen vært ca. 18°C og under Forsøk 2 ca. 12°C.

Trykkforskjellen mellom trykk- og sugeside på Supratoratoren var som en ser ca. 0,15 kg/cm<sup>2</sup>.

Forsøk 3. Den 4.11.1957 ble der gjort et nytt ekstraksjonsforsøk uten oppvarming. En prøve av råstoffet (grakse av pigghålever) viste følgende analyse:

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Fett                | 17,15 % |
| Tørrstoff           | 27,25 " |
| Fettfritt tørrstoff | 10,10 " |

Denne gangen var det meningen å bruke forhold "Per"/grakse = 0,7. Imidlertid oppsto der vansker med reguleringen av "Per"-tilførselen slik at denne ble noe varierende, hvilket fremgår av etterfølgende oppstilling:

Tabell 5.

| Tids-<br>interval | Forbruk (l.) |        | "Per" /<br>Grakse | Tot.kap.<br>(l/h) | Temp. (°C) |       | Trykk (mvs) |       |
|-------------------|--------------|--------|-------------------|-------------------|------------|-------|-------------|-------|
|                   | "Per"        | Grakse |                   |                   | før        | etter | før         | etter |
| 0- 5 min.         | 24,-         | 68     | 0,353             | 1100              | 18         | 31    | 0,45        | 2,5   |
| 5-10 "            | 33,6         | 85     | 0,395             | 1420              | -          | -     | -           | -     |
| 10-15 "           | 67,2         | 68     | 0,990             | 1620              | 18         | 36    | -           | -     |
| 15-25 "           | 137,2        | 115    | 1,190             | 1510              | -          | -     | 0,45        | 2,5   |
| Totalt            | 263,-        | 336    | 0,78              | 1440              | 18         | 34    | 0,45        | 2,5   |



Supratoratoren gikk hele tiden med fullt omløp.

Det fremgår av oppstillingen foran at forholdet "Per"/grakse de første 10 min. var bare ca. halvparten av forutsatt, mens det resten av forsøket lå endel over forutsatt.

Separeringen foregikk som ved forsøk 2, men denne gang uten oppvarming for å få en orientering om temperaturens innflytelse på separeringen. Resultatet ble:

Separeringstemperatur 20°C  
Separeringskapasitet ca. 800 l/h.

Miscella fra separator:

|         |             |        |
|---------|-------------|--------|
| Prøve 1 | 27,-        | % fett |
| " 2     | 14,6        | " "    |
| " 3     | 9,-         | " "    |
| Middel: | <u>15,5</u> | % fett |

Tabell 6.

| Separert grakse:                | Prøve 1     | 2           | 3           | Middel      |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fett (%)                        | 2,8         | 2,52        | 2,75        | 2,70        |
| "Per"                           | 6,3         | 10,0        | 11,8        | 9,4         |
| Tørrstoff                       | 12,8        | 13,4        | 13,3        | 13,1        |
| Fettfritt tørrstoff             | 10,0        | 10,8        | 10,6        | 10,8        |
| Fett i tørrstoff                | 21,9        | 18,9        | 20,7        | 20,5        |
| <u>Fett i mel med 10 % vann</u> | <u>19,7</u> | <u>17,0</u> | <u>18,6</u> | <u>18,4</u> |
| Uoppl. fett i tørrst. (%)       | (8,4)       | (6,95)      | (14,2)      | <u>8,25</u> |

Fettinnholdet i miscellaen er som en ser svært varierende. Årsaken til dette er foran nevnte vansker med reguleringen av "Per"-tilførselen som førte til liten "Per"-tilsats og derav følgende høyere fettinnhold i miscellaen i begynnelsen av ekstraksjonen. "Per"-innholdet i den separerte graksen ligger ved dette forsøket gjennomgående høyere enn ved de foregående forsøk. Ved forsøk 1 og 2 var middeltallene henholdsvis 6,8 og 7,0 %, mens en i dette tilfelle har 9,4 %. Årsaken til dette må antas å være lavere separeringstemperatur ved dette forsøket, og bekrefter altså antakelsen om at separeringseffekten stiger med temperaturen.

Ellers er temperaturstigning og trykkforhold i Supratoratoren de samme som for forsøk 2.

Midlere fett i mel ligger ved dette forsøket på 18,4 % mens det ved forsøk 1 som også var 1. gangs ekstraksjon lå på 12,8 %.

På grunn av det sterkt varierende fettinnhold i miscellaen og at en ikke kan være sikker på at miscellaprøvene nøyaktig tilsvarede grakseprøvene, er beregnet uoppløst fett i de enkelte grakseprøver satt i parentes. Midlere beregnet uoppløst fett skulle imidlertid gi et pålitelige inntrykk av ekstraksjonseffekten. En fester seg da ved at beregnet uoppløst fett i dette tilfelle er 8,25 %, mens det ved forsøk 1 var 5,62 %. Dette tyder på at ekstraksjonen ikke har vært på effektiv i dette tilfelle hvor der er brukt bare 0,7 l "Per"/1 grakse mot 1,3 l "Per"/1 grakse ved forsøk 1.

Forsøk 4. (2. gangs ekstraksjon). Separatorgraksen fra forsøk 3 ble 7.11.1957 underkastet fornyet ekstraksjon med ren "Per".

Ved 2 eller flere trinns ekstraksjon vil forholdet "Per"/grakse bli temmelig det samme for samtlige trinn. Ved dette forsøket var det derfor meningen å bruke samme forhold som ved forsøk 3, altså "Per"/grakse = 0,7 l/l. Imidlertid ble det også denne gangen vanskeligheter med reguleringen av "Per"-tilsatsen, som derfor ble noe ujevn.

|                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| Matekapasitet:              | 870 l/h (rågrakse) |
| Totalt "Per"-forbruk        | 262 l.             |
| " grakseforbruk             | 322 "              |
| Forhold "Per"/grakse =      | <u>0,815 l/l.</u>  |
| Temperatur før Supratorator | 12°C               |
| " etter "                   | 24-30°C            |
| Temp.stigning i "           | <u>12-18 "</u>     |
| Trykk før Supratorator      | 0,45 m.v.s.        |
| " etter "                   | 2,0 "              |

Supratoratoren gikk med fullt omløp. Separeringen ga følgende resultat:

Miscella:

|         |                    |
|---------|--------------------|
| Prøve 1 | 1,51 % fett        |
| " 2     | 1,69 " "           |
| " 3     | 5,38 " "           |
| Middel: | <u>2,86 % fett</u> |

Tabell 7.

| Separert grakse:           | Prøve 1     | 2          | 3          | Middel      |
|----------------------------|-------------|------------|------------|-------------|
| Fett (%)                   | 0,60        | 0,78       | 1,10       | 0,83        |
| "Per"                      | 6,8         | 6,0        | 6,6        | 6,5         |
| Tørrstoff                  | 9,2         | 8,0        | 12,1       | 9,77        |
| Fettfritt tørrstoff        | 8,6         | 7,22       | 11,0       | 8,94        |
| Fett i tørrstoff           | 6,52        | 9,75       | 9,1        | 8,5         |
| Fett i mel med 10 % vann   | <u>5,87</u> | <u>8,8</u> | <u>8,2</u> | <u>7,65</u> |
| Uoppl. fett i tørrstoff(%) | (5,45)      | (8,57)     | (6,15)     | <u>6,7</u>  |

Som en ser er fettinnholdet i miscellaen også her noe varierende. Årsaken er også her den ujevne "Per"-dosering.

Grakseanalysene viser at 2. gangs ekstraksjon har vært ganske virkningsfull, og vil med den oppnådde separeringseffekt kunne gi et mel med ca. 7,6 % fett. I dette tilfelle synes 2. gangs ekstraksjon å ha redusert uoppløst fett til 6,7 % fra 8,25 % ved 1. gangs ekstraksjon. Dette tyder igjen på at ekstraksjonseffekten blir bedre ved økende forhold "Per"/grakse.

Forsøk 5. Ekstraksjon av varm grakse. Den 15.11.1957 ble det gjort forsøk med ekstraksjon av varm grakse. Graksen (av pigg-hålever) ble da først oppvarmet i kokeren (se skisse) til ca. 94°C. Derpå ble den kjørt gjennom Supratoratoren sammen med "Per" i forholdet

$$\text{"Per"}/\text{grakse} = \frac{270}{230} = \underline{1,17}$$

Temperaturen etter Supratoratoren ble da ca. 52°C, hvilket altså ble ekstraksjonstemperaturen. Supratoratoren gikk med fullt omløp. Separeringen foregikk ved 40-60°C og resultatet ble da følgende:

Miscella:

|         |             |        |
|---------|-------------|--------|
| Prøve 1 | 38,2        | % fett |
| " 2     | 24,6        | " "    |
| " 3     | 17,5        | " "    |
| Middel: | <u>26,8</u> | % fett |

Tabell 8.

| Separert grakse:                | Prøve 1     | 2           | 3           | Middel      |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fett (%)                        | 7,03        | 4,15        | 3,68        | 4,95        |
| "Per"                           | 5,2         | 3,4         | 7,0         | 5,2         |
| Tørrstoff                       | 13,22       | 16,22       | 16,75       | 15,4        |
| Fettfritt tørrstoff             | 6,19        | 12,07       | 13,07       | 10,45       |
| Fett i tørrstoff                | 53,3        | 25,6        | 22,0        | 32,2        |
| <u>Fett i mel med 10 % vann</u> | <u>48,0</u> | <u>23,0</u> | <u>19,8</u> | <u>29,0</u> |
| Uoppl. fett i tørrst. (%)       | (35,2)      | (20,2)      | (14,4)      | <u>22,5</u> |

Det fremgår av fettinnholdet i miscellaen at blandingsforholdet "Per"/grakse har variert endel. En legger også merke til det høye fettinnhold i den separerte graksen. "Per"-innholdet ligger derimot under det som er oppnådd ved de tidligere forsøk. Det er derfor ikke høy miscellarest som er skyld i det høye fettinnhold, hvilket også tydelig fremgår av beregnet uoppløst fett som ved dette forsøket ligger adskillig høyere enn ved noen tidligere 1. gangs ekstraksjon. Altså ser det ut til at oppvarming bare har virket ugunstig på ekstraksjonen, hvilket i grunnen var motsatt det en skulle vente, og også i strid med resultatene fra de første laboratorieforsøk.

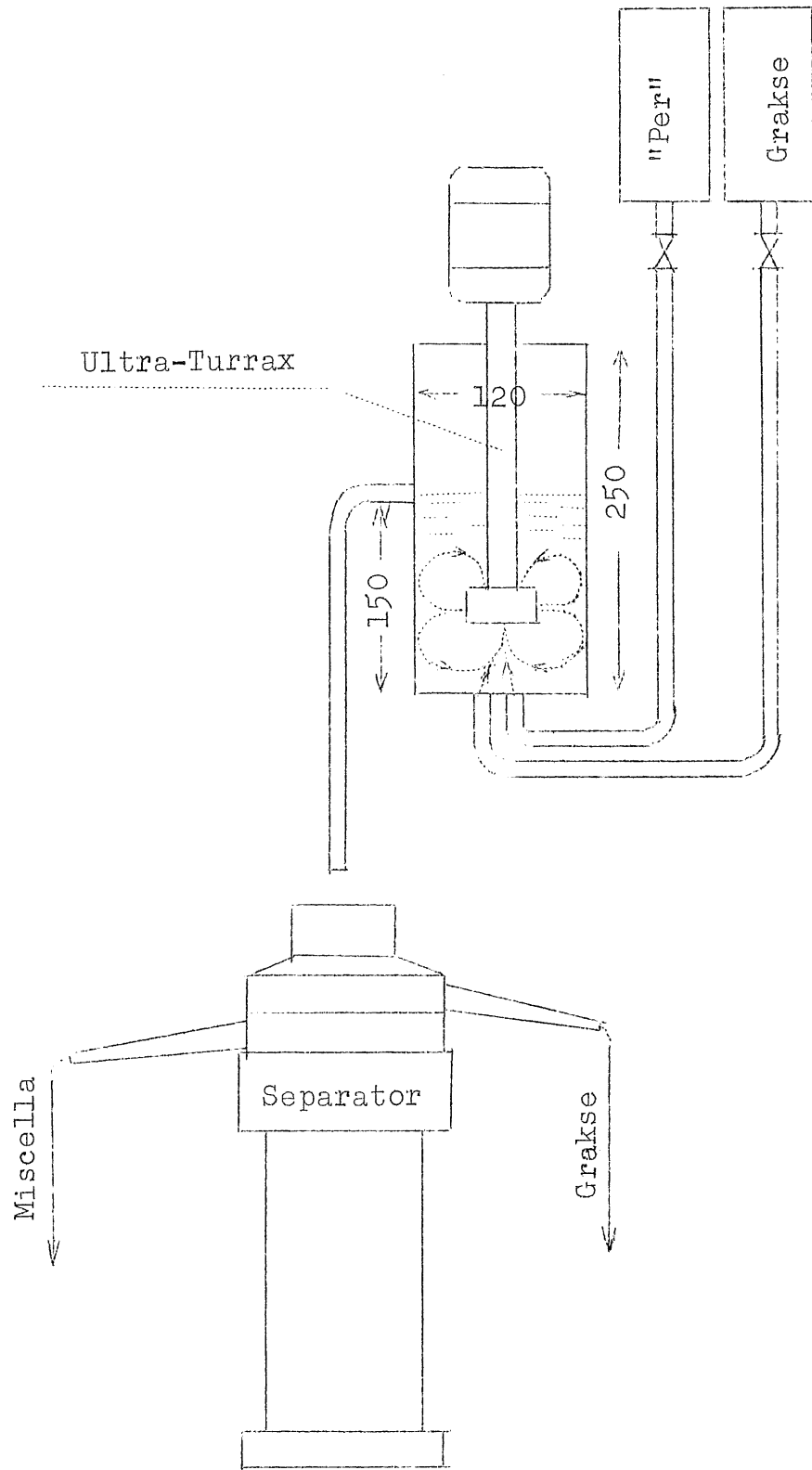
Dessverre fikk en ikke beholde Supratoratoren lenger, og videre forsøk måtte derfor innstilles.

Tørking av ekstrahert grakse.

Noe av graksen fra forsøk 2 ble tørket på en liten laboratorievalssetørke (kapasitet ca. 8 kg mel/h). Tørkingen gikk meget bra, og der ble laget et mel med 8 % fett og 9 % vann. Tørrstoffet fra denne graksen klebet adskillig fastere til valsene enn tørrstoffet fra fetere grakse.

Tabell 1. Forsök med våtekstraksjon med "Per" i Warring Blendor. Blandetid 15 min.

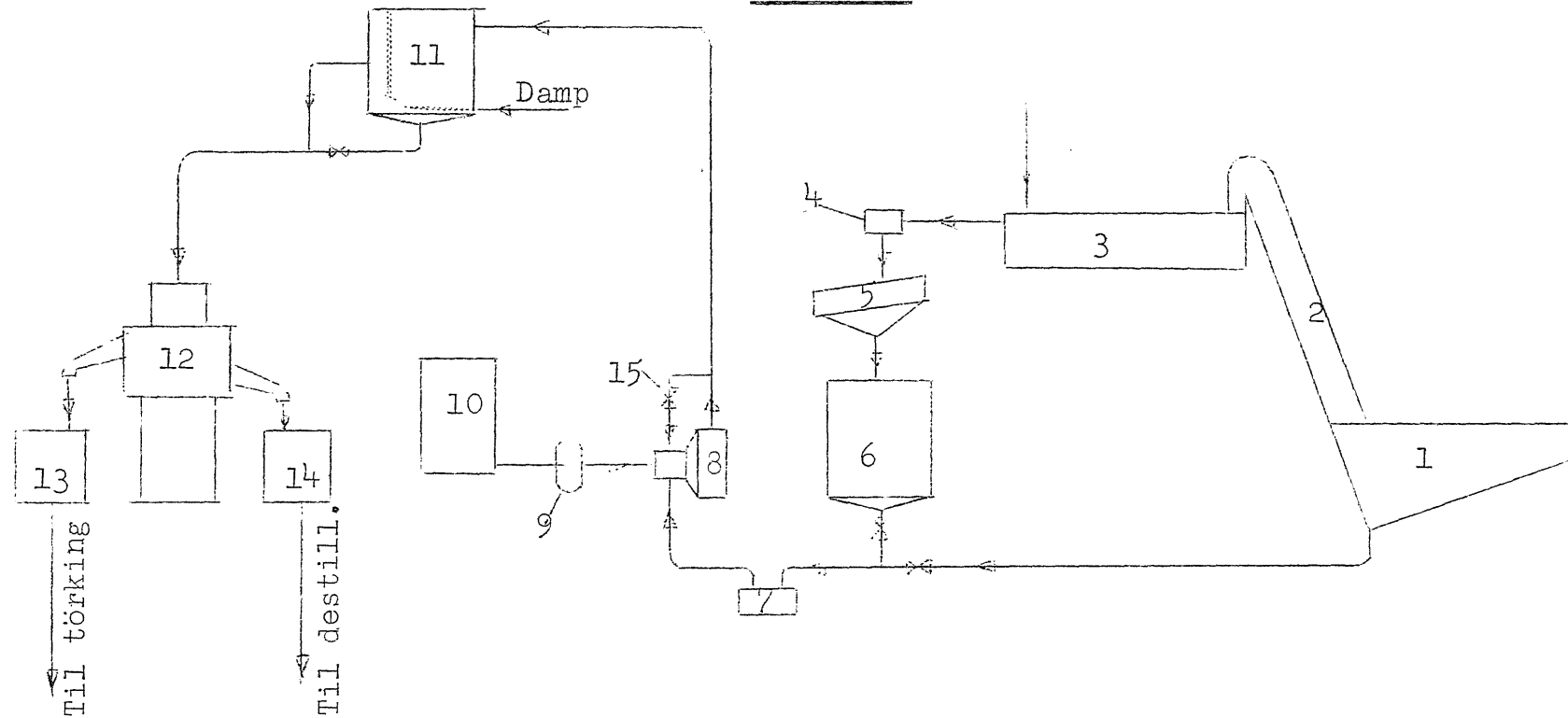
|                                  |           | <u>Limvann</u>         |             |             |                   |                       | <u>Konsentrat</u>       |              |             |            |            |
|----------------------------------|-----------|------------------------|-------------|-------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|--------------|-------------|------------|------------|
|                                  |           | Fett 5,24 %            |             |             |                   |                       | Fett 13,15 %            |              |             |            |            |
|                                  |           | Vann 87,91 "           |             |             |                   |                       | Vann 71,65 "            |              |             |            |            |
|                                  |           | Fettfr. tørrst. 6,85 " |             |             |                   |                       | Fettfr. tørrst. 15,20 " |              |             |            |            |
|                                  |           | Fett i tørrst. 43,4 "  |             |             |                   |                       | Fett i tørrst. 46,4 "   |              |             |            |            |
|                                  |           | Sedimentert i 65 min.  |             |             | Sentri-<br>fugert | Sedimentert i 65 min. |                         |              |             |            |            |
| Forhold "Per"/rå ff (1/1)        |           | 2                      |             | 4           |                   | 6                     | 1                       | 2            |             | 4          |            |
| Blandetemperatur (°C)            |           | 20°                    | 64°         | 20°         | 64°               | 20°                   | 20°                     | 64°          | 20°         | 64°        |            |
| 1) Fett i miscella               | (g/100ml) | 2,62                   | 2,91        | 1,26        | 1,34              | 0,78                  | 5,82                    | 6,40         | 6,38        | 3,00       | 3,69       |
|                                  | (g/100g)  | 1,64                   | 1,82        | 0,79        | 0,84              | 0,49                  | 3,64                    | 4,00         | 4,00        | 1,83       | 2,31       |
| 2) "Per" i avsatt stoff          | "         | 44,7                   | 44,7        | 53,6        | 47,7              | 31,9                  | 7,6                     | 37,2         | 29,8        | 28,0       | 23,7       |
| 3) Fettfr.tørrst. i avsatt stoff | "         | 4,13                   | 4,0         | 5,15        | 4,65              | 5,22                  | 5,78                    | 8,43         | 11,27       | 10,28      | 10,33      |
| 4) Fett i avsatt stoff           | "         | 0,87                   | 0,85        | 0,58        | 0,47              | 0,41                  | 0,53                    | 2,35         | 1,76        | 1,62       | 1,21       |
| 5) Miscellastoff i avsatt stoff  | "         | 0,73                   | 0,81        | 0,424       | 0,40              | 0,156                 | 0,276                   | 1,49         | 1,19        | 0,53       | 0,55       |
| 6) Uoppløst fett i avsatt stoff  | "         | 0,14                   | 0,04        | 0,156       | 0,07              | 0,254                 | 0,254                   | 1,06         | 0,57        | 1,09       | 0,66       |
| 7) Uoppløst fett i tørrstoff     | "         | <u>3,28</u>            | <u>0,99</u> | <u>2,95</u> | <u>1,48</u>       | <u>4,64</u>           | <u>4,40</u>             | <u>11,15</u> | <u>4,81</u> | <u>9,6</u> | <u>6,0</u> |



Skisse 1.



Skisse 2.



1. Beholder for lever eller grakse
2. Regulerbar elevator
3. Koker (indirekte damp)
4. Grovknuser
5. Grovsil
6. Buffertank
7. Regulerbar matepumpe

8. Desintegrator ("Suprator")
9. Regulerbar matepumpe
10. Tank for fett ekstraksjonsmiddel ("Per")
11. Buffer- og eventuelt oppvarmingstank
12. Separator
13. Tank for sep. grakse
14. Tank for sep. miscella
15. Omløpsventil.

