

Rapport nr. 301/50
FISKEENSILASJE I KRAFTFÔR TIL HUSDYR
Hovedrapport



FØRINGSFORSØK
MARKEDSUTVIKLING

RAPPORT-TITTEL

FISKEENSILASJE I KRAFTFØR TIL HUSDYR

RAPPORTNUMMER	301/50	PROSJEKTNUMMER	301
UTGIVER	RUBIN	DATO	Januar 1996

UTFØRENDE INSTITUSJONER

Norges Landbrukshøgskole (NLH), institutt for husdyrfag

Postboks 5025

1432 Ås

Tlf.: 64 94 80 00

Kontaktpersoner: Nils Petter Kjos og Anders Skrede

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

For å skape grunnlag for å øke bruken av fiskeensilasje i fôr til husdyr uten uheldige virkninger på produktivitet, kvalitet på husdyrproduktene eller kraftfôr kvaliteten, har det vært gjennomført fôringsforsøk på gris, fjørfe og drøvtyggere med ulik innblanding av fiskeensilasjekonsentrat i kraftfôret. Ut fra volum utgjør husdyrfôrmarkedet det betydeligste markedet for fiskebiprodukter i Norge.

Basert på sensoriske analyser av kjøtt, melk og egg, og med god sikkerhetsmargin, gir prosjektet følgende praktiske anbefalinger omkring maksimum innblanding av ensilasjekonsentrat i kraftfôr:

Fjørfe: 8 og 10 g fiskefett pr. kg fôr til hhv. slaktekylling og verpehøns.

Slaktesvin: 3 og 5 g fiskefett pr. kg kraftfôr brukt hhv. helt fram til slakting og fram til 60 kg levendevekt

Melkeku: 50 g fiskefett pr. ku og dag. Fiskeensilasje regnes for å være kilde for lett nedbrytbart protein i vomma (PBV-kilde). Ekspandering/ekstrudering av fôret ser imidlertid ut til å øke proteinverdien ved å redusere nedbrytbarheten, uten at man foreløpig kan angi noen verdier. Ekspanderbehandling har dessuten resultert i lavere fett- og høyere proteinprosent i melk.

Sammenlignet med ulike kvaliteter fiskemel (vanlig fôr mel og LT-kvalitet), viste analyser at aminosyresammensetningen i ensilasjeproteinet var ganske lik den en fant i begge fiskemelkvaliteter, med unntak av lysin og methionin, som lå 10-20% lavere, og tryptofan, som lå på rundt en tredjedel. De fleste aminosyrene i ensilasje viste høy sann fordøyelighet, og kan generelt sammenlignes med verdier for fiskemel av god kvalitet.

Forsøkene viste gode produksjonsresultatene for hhv. slaktekylling, verpehøns, slaktesvin og melkeku ved innblanding av opp til 10, 5, 5 og 6% ensilasjekonsentrat i kraftfôret. Hvor grensen går for eventuell redusert produksjon er ikke undersøkt. Det antas imidlertid at opp til 10% vil gå bra når det gjelder svin.

Da prosjektet startet i 1991 ble det benyttet under 15.000 tonn fiskebiprodukter i form av ensilasjekonsentrat i kraftfôr (maks tillatt var 2% i kraftfôr). I 1994 var mengden økt til 60.000 tonn. Ut fra prosjektets anbefalinger er potensialet for anvendelse av fiskebiprodukter i kraftfôr til husdyr i underkant av 200.000 tonn pr. år, men med mulighet for ytterligere økning over tid.

Stiftelsen RUBIN

Pirsenteret, Brattøra Telefon 73 51 82 15

7005 Trondheim Telefax 73 51 70 84



INSTITUTT FOR HUSDYRFAG

Norges Landbrukshøgskole

Postboks 5025, 1432 Ås

Tlf: 64 94 80 00

Fax: 64 94 79 60

SLUTTRAPPORT

**TITTEL: FISKEENSILASJE I KRAFTFÔR TIL HUSDYR.
HOVEDRAPPORT**

Oppdrag nr: Prosjektnr. IHF 318 401.RUBIN-prosjekt 2.23.01.

Tidsrom: 1. mars 1992 - 30. juni 1995.

Ant. sider: 30.

Oppdragsgiver: Stiftelsen RUBIN, Pirsenteret, 7005 TRONDHEIM.

Kostnad: Totalkostnad kr. 3.915.942. Finansiert via RUBIN kr. 2.795.000.

Tilgjengelighet: Alminnelig.

Utarbeidet av: Nils Petter Kjos og Anders Skrede.

Godkjent av:

Olav Herstad (Faggruppe generell ernæring og forurensningsforskning)

Emneord: Fiskebiprodukter, fiskeensilasje, næringsverdi, verpehøns, slaktekylling,
slaktesvin, melkekyr.

.....den.....

.....

Stig W. Omholt
Forskningsleder

1. INNHOLDSFORTEGNELSE

1. INNHOLDSFORTEGNELSE	s. 1
2. SAMMENDRAG	s. 2
3. INNLEDNING	s. 4
4. KVALITET AV FISKEENSILASJE	s. 5
4.1 Kjemisk sammensetning	s. 5
4.2 Fordøyelighet og næringsverdi	s. 6
4.2.1 Fjørfe	s. 6
4.2.2.Svin	s. 7
4.2.3 Drøvtyggere	s. 8
4.3 Aminosyreinnhold og aminosyrefordøyelighet	s. 9
4.4 Biogene aminer	s. 12
4.5 Fettsyresammensetning i fiskeensilasjefett og fiskefett	s. 13
5. FISKEENSILASJE TIL FJØRFE	s. 14
5.1 Produksjonsforsøk med fiskeensilasje til slaktekylling	s. 14
5.2 Produksjonsforsøk med fiskeensilasje til verpehøns	s. 15
5.3 Konklusjoner fra produksjonsforsøkene med fiskeensilasje til fjørfe	s. 17
6. FISKEENSILASJE TIL SLAKTESVIN	s. 18
6.1 Produksjonsforsøk med fiskeensilasje til slaktesvin	s. 18
6.2 Konklusjoner fra produksjonsforsøket med fiskeensilasje til slaktesvin	s. 20
7. FISKEENSILASJE TIL MELKEKYR	s. 21
7.1 Forsøk med industriell behandling for å øke proteinverdien	s. 21
7.2 Produksjonsforsøk med fiskeensilasje i kraftfôr til melkekyr	s. 23
7.3 Vomfysiologiske forsøk med fiskeensilasje i kraftfôr til melkekyr	s. 25
7.4 Konklusjoner fra forsøkene med fiskeensilasje i kraftfôr til melkekyr	s. 26
8. POTENSIALE OG BEGRENSNINGER VED BRUK AV FISKEENSILASJE SOM FØR	s. 27
8.1 Potensiale for anvendelse av fiskeensilasje som fôr	s. 27
8.2 Begrensninger knyttet til bruk av fiskeensilasje	s. 28
9. REFERANSER	s. 30

2. SAMMENDRAG

Av de ca 600.000 tonnene fiskebiprodukter som årlig produseres i Norge, vil det være mulig å benytte en ikke ubetydelig del som fôr til matproduserende husdyr (svin, fjørfe, drøvtyggere). Maursyrekonserverte fiskebiprodukter (fiskeensilasje), som er foredlet til et konsentrert proteinfôrmiddel ved fjerning av noe vann og fiskefett, er utprøvd i forsøk med slaktesvin, fjørfe og melkekyr ved Institutt for husdyrfag, Norges landbrukshøgskole. Den konsentrerte ensilasjen blir blandet inn i kraftfôr. Målet med forsøkene har vært å skape et grunnlag for å kunne øke innblandingen av fiskeensilasje i kraftfôr uten uheldige virkninger på dyrenes produksjon, kvaliteten på husdyrproduktene eller kraftfôr kvaliteten. I 1991 ble det åpnet for mulighet til å blande inn fiskebiprodukter i kraftfôr til matproduserende husdyr. Ved utgangen av 1991 ble benyttet under 15.000 tonn fiskebiprodukter i dette kraftfôret, mens mengdene i 1994 var økt til 60.000 tonn. Denne firedoblingen i bruken av fiskebiprodukter skyldes resultater fra fôringsforsøkene som er utført, praktiske erfaringer med bruk av denne råvaren som fôr og konkurransedyktige priser. Potensialet for anvendelse av fiskeensilasje til fôr ligger, ut fra prosjektets anbefalinger, på 194.000 tonn (225.000 tonn når en inkluderer pelsdyr), men med mulighet for ytterligere økning over tid.

Den konsentrerte fiskeensilasjen inneholdt i gjennomsnitt 40 - 50 % tørrstoff, 35 % protein, 3 % fett og 5 % aske. Imidlertid var det en del variasjon, særlig når det gjaldt innhold av fett og protein. Mye av proteinet i fiskeensilasje forelå i form av frie aminosyrer og korte peptider. Aminosyresammensetningen i fiskeensilasjeprotein var ganske lik den en fant i hel fisk og i LT-kvalitet av fiskemjøl, med unntak av tryptofan der innholdet bare var en tredjedel av innholdet i fiskemjølet. Det var videre litt lavere innhold av flesteparten av de essensielle aminosyrene i fiskeensilasje enn i fiskemjøl (80 - 90 %). Fordøyeligheten av aminosyrer i fiskeensilasje kan generelt sammenlignes med verdier for fiskemjøl av god kvalitet.

Forsøkene med fiskeensilasje til **fjørfe** (slaktekylling og verpehøns) viste at konsentrert fiskeensilasje ga gode produksjonsresultater. Med bakgrunn i dette syntes konsentrert fiskeensilasje å være en attraktiv proteinkilde til fjørfe. I forsøkene ble det benyttet nivåer på 50 og 100 g konsentrert fiskeensilasje pr kg kraftfôr, og 10 - 20 % av den totale mengden protein i rasjonene var i form av fiskeensilasjeprotein. Høyt nivå fiskefett i fôret kan virke inn på den sensoriske kvaliteten av kyllingslakt og egg. Kylling ser i denne sammenheng ut til å være noe mer sensitiv enn verpehøns. Praktiske anbefalinger for totalt innhold av fiskefett i kraftfôr bør begrenses til 8 g pr kg fôr til slaktekylling og 10 g pr kg fôr til verpehøns for å unngå fiskesmak, uavhengig av om fettkildene er fiskeensilasje, fiskemjøl eller fiskeolje.

Forsøket med fiskeensilasje til **slaktesvin** viste at konsentrert fiskeensilasje ga gode produksjonsresultater. Fiskeensilasje syntes med bakgrunn i dette å være en god proteinkilde til svin. I forsøket ble det benyttet 50 g fiskeensilasje pr kg kraftfôr, og 10 % av proteinet i rasjonen var i form av fiskeensilasjeprotein. Det ble ikke prøvd med høyere innblanding av fiskeensilasje i kraftfôr. Sannsynligvis vil innblanding av opp mot 100 g konsentrert fiskeensilasje pr kg kraftfôr (20 % av proteinet i rasjonen i form av fiskeensilasjeprotein) kunne brukes uten uheldige innvirkninger på produksjonsresultatene. Innblanding av fiskeensilasje tilsvarende disse mengdene er benyttet med gode resultater i forsøk med lokalprodusert

fiskeensilasje som fôr til slaktesvin. Det er imidlertid viktig at fettinnholdet i ensilasjen ikke er for høyt. Et høyt innhold av fiskefett i fôret vil kunne redusere den sensoriske kvaliteten på svinekjøttet. Det ble funnet redusert sensorisk kvalitet på svinekjøtt som var lagret i 6 måneder der det ble gitt 9,5 g fiskefett pr kg kraftfôr fram til slakting.

I praktiske anbefalinger med romslige sikkerhetsmarginer bør ikke totalinnholdet av fiskefett overskride 3 g pr kg kraftfôr brukt helt fram til slakting, og 5 g pr kg kraftfôr når fôret bare skal brukes fram til 60 kg levendevekt. En begrensning i fiskefettinnhold på 5 g pr kg kraftfôr betyr at det pr kg kraftfôr for eksempel kan blandes inn 50 g konsentrert fiskeensilasje med 10 % fett, eller 100 g ensilasje med 5 % fett.

Forsøket med fiskeensilasje til **melkekyr** viste at konsentrert fiskeensilasje generelt har gitt gode produksjonsresultater. Det ble ikke funnet særskilte effekter på melkeytelse, melkas sammensetning eller kvalitet på melka. Det ble brukt 60 g konsentrert fiskeensilasje pr kg kraftfôr i forsøket. Fôrrasjonene som ble benyttet inneholdt opp til 70 - 75 g fiskefett pr dag. De praktiske anbefalingene for daglig tilførsel av fiskefett til melkekyr bør, med romslige sikkerhetsmarginer, likevel ikke overskride 50 g. Fiskeensilasjeprotein regnes å være lett nedbrytbart i vomma, og nedbrytningsgrad av protein (NGP) settes lik 100 %. Fiskeensilasje har derfor begrenset proteinverdi, og regnes stort sett å være kilde for lettomsattelig protein i vomma (PBV-kilde). Kraftfôr med fiskeensilasje kan behandles industrielt for å øke proteinverdien, og ekspandering/ekstrudering ser ut til å kunne ha en positiv effekt. Ekspanderbehandling har i prosjektet denne rapporten omhandler gitt økt proteinprosent i melk.

3. INNLEDNING

Årlig produseres det omkring 600.000 tonn fiskebiprodukter i Norge. Av dette kommer ca 90 % fra fiskeri og fiskeindustri, mens det resterende kommer fra fiskeoppdrett. Fiskebiproduktene kan utgjøre et miljøproblem dersom de ikke utnyttes. Fiskebiprodukter har i lengre tid vært brukt i fôr til pelsdyr og oppdrettsfisk. Til de matproduserende husdyrene (svin, fjørfe og drøvtyggere) har det ikke vært vanlig å bruke fiskebiprodukter som fôr, selv om dette er velkjente fôrmidler i kystområder. I de senere årene er det imidlertid fokusert sterkere på disse næringene som avtakere for fiskebiprodukter i større skala.

Fiskebiproduktene må konserveres, og en praktisk måte å gjøre dette på er å benytte maursyre som konserveringsmiddel. Dermed får en fiskeensilasje (råensilasje). Fiskeensilasjen fremstilles ved at fiskebiproduktene kvernes og blandes med maursyre (1,5 - 2 % av våtvekt). Denne blandingen gjennomgår deretter en autolyse, og etter noen uker er resultatet et lagringsstabil produkt med en pH-verdi på omkring 4,0. Hvis en fra råensilasjen fjerner en del av vannet og fiskefettet, ender en opp med konsentrert fiskeensilasje. Det er i dag tre produsenter av konsentrert fiskeensilasje her i landet, Rieber & Co. i Tromsø, Hordafôr AS i Bekkjjarvik og Bjugn Industrier i Bjugn.

I 1991 ble det åpnet for kommersiell utnyttelse av konsentrert fiskeensilasje i kraftfôr til svin og fjørfe. Samtidig ble det i samarbeid mellom Stiftelsen RUBIN og Institutt for husdyrfag, Norges landbrukshøgskole (NLH), planlagt et prosjekt for å undersøke bruk av konsentrert fiskeensilasje i kraftfôr til slaktesvin, fjørfe og drøvtyggere. I prosjektet, som ble gjennomført i perioden 1992 til 1995, ble det utført forsøk med bruk av konsentrert fiskeensilasje i kraftfôr til slaktekylling, verpehøns, slaktesvin og melkekyr. Målene med prosjektet har vært å kunne øke innblandingen av konsentrert fiskeensilasje i kraftfôr uten at dette går ut over produksjon og produktkvalitet, å få riktige mål på næringsverdien av fiskeensilasje, og undersøke hvordan bruk av konsentrert fiskeensilasje i kraftfôret virker inn rent kraftfôrteknisk.

I 1991 var den totale produksjonen av fiskebiprodukter i Norge anslått til 300.000 tonn, og av dette ble om lag 15.000 tonn ensilert til bruk i fôr til husdyr (eksklusive pelsdyr). I 1994 hadde dette økt til om lag 60.000 tonn, og i tillegg ble ca. 40.000 tonn ensilert til bruk i fôr til pelsdyr og oppdrettsfisk. Til sammen ble det dermed ensilert om lag 100.000 tonn fiskebiprodukter i 1994. Denne firedoblingen i bruken av fiskebiprodukter til husdyr eksklusive pelsdyr skyldes resultater fra de fôringsforsøkene som er referert senere i denne rapporten, praktiske erfaringer med bruk av denne råvaren som fôr og konkurransedyktige priser.

4. KVALITET AV FISKEENSILASJE

4.1 Kjemisk sammensetning

Det ble gjennomført analyse av kjemisk sammensetning i til sammen 31 prøver fra de tre produsentene av konsentrert fiskeensilasje. Disse er i videre tekst og tabeller kalt **Produsent A**, **Produsent B** og **Produsent C**. Siden 1992/93 har bedriftene videreutviklet både prosessutstyr og rutiner slik at tallene i tabellene ikke kan benyttes til å vurdere de enkelte bedrifters kvalitetsnivå i dag.

Den kjemiske sammensetningen er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Kjemisk sammensetning av konsentrert fiskeensilasje (gjennomsnitt±standardavvik)

	Antall prøver	pH	Tørrstoff %	Råprotein %	Fett %	Aske %
<u>Produsent A</u>						
Hvitfiskensilasje 1992	8	4,3±0,04	47,6±1,90	34,5±1,44	2,6±0,54	5,8±0,34
<u>Produsent B</u>						
Sildeensilasje 1992	6	4,5±0,15	50,1±1,97	37,2±2,00	2,9±1,33	5,4±0,55
Lakseensilasje 1992	6	4,5±0,12	51,9±2,74	37,5±1,06	2,8±1,16	6,3±0,61
Lakseensilasje 1993	7	4,5±0,18	49,6±1,73	35,1±2,21	5,4±1,73	7,1±0,84
<u>Produsent C</u>						
Lakseensilasje 1992	2	4,1±0,16	41,2±1,58	26,2±1,40	8,3±2,27	4,2±0,66
Lakseensilasje 1993	2	3,7±0,03	38,7±2,05	24,7±0,78	6,4±0,57	3,7±0,35

Tabell 1 viser at prøvene fra Produsent C hadde lavere innhold av tørrstoff og råprotein, samt høyere fettinnhold, sammenlignet med prøver fra de to andre produsentene av konsentrert fiskeensilasje. Produsent C hadde, da prøvene ble tatt ut, tillatelse til å lage et produkt med mindre tørrstoff og mer fett. Det har videre vært endel variasjon i innhold av råprotein og fett, noe blant annet verdiene for Produsent B viser. Det er nå definert øvre grenser for innhold av fett, og dessuten blir prisen på konsentrert fiskeensilasje bestemt ut fra innhold av fett og råprotein.

Innholdet av noen mineraler i 9 prøver av konsentrert fiskeensilasje er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Innhold av mineralene fosfor (P), kalsium (Ca) og magnesium (Mg) i fiskeensilasje

	Antall prøver	Tørrstoff %	P %	Ca %	Mg %
<u>Produsent A</u>					
Hvitfiskeensilasje	1	45,2	0,85	1,09	-
<u>Produsent B</u>					
Lakseensilasje	7	49,4	1,03	1,19	0,12
<u>Produsent C</u>					
Lakseensilasje	1	38,7	0,70	0,75	-

4.2 Fordøyelighet og næringsverdi

4.2.1 Fjørfe.

Innhold av omsettelig energi (OE) i fiskemjøl til fjørfe kan beregnes på grunnlag av innhold av råprotein og fett, etter formelen:

$$\text{OE (MJ/kg fôr)} = 0,0165 \times \text{råprotein (g/kg fôr)} + 0,0270 \times \text{fett (g/kg fôr)}. \quad (\text{Formel 1})$$

Omsettelig energi (OE) i tre prøver av konsentrert fiskeensilasje, en prøve fra hver av de tre produsentene, ble bestemt i stoffskifteforsøk med haner. Forsøkene ble gjennomført med ei fôrblending som på vektbasis bestod av 50 % av ei grunnblending (byggropp, mineralblending og vitaminblending) og 50 % konsentrert fiskeensilasje, og det ble benyttet seks haner pr forsøksrasjon. Resultater fra stoffskifteforsøkene, samt beregnede verdier for OE med basis i Formel 1, er angitt i Tabell 3.

Tabell 3. Innhold av omsettelig energi (OE) i konsentrert fiskeensilasje til fjørfe

	Tørrstoff %	Råprotein %	Fett %	OE, stoffskifteforsøk		OE, beregnet	
				MJ/kg	MJ/kg TS	MJ/kg	MJ/kg TS
Produsent A	45,2	34,6	3,5	6,38	14,12	5,80	12,83
Produsent B	48,0	37,4	3,2	6,99	14,56	7,04	14,67
Produsent C	38,7	25,9	6,5	6,59	17,02	6,03	15,58

De beregnede verdiene for OE lå i gjennomsnitt 5 % lavere enn verdiene bestemt i stoffskifteforsøk. Det vil likevel kunne forsvares å benytte **Formel 1** for beregning av OE i fiskemjøl, også for konsentrert fiskeensilasje.

4.2.2 Svin.

Det er gjennomført et fordøyelseforsøk med konsentrert fiskeensilasje til svin, der en benyttet tre griser som fikk ei fôrblending sammensatt av grunnfôr (svinefôr 3) og fiskeensilasje. Grisene som ble benyttet veide 50 - 60 kg. Med bakgrunn i dette forsøket er det angitt følgende fordøyelighetskoeffisienter (apparent) for konsentrert fiskeensilasje til svin:

Tørrstoff = 90,3 %, Organisk stoff = 95,3 %, Råprotein = 96,3 % og Fett (HCl-eterestrakt) = 90,3 %.

Ved beregning av næringsverdi for fiskeensilasje til svin kan en dermed bruke fordøyelighet av protein lik 96 % og av fett lik 90 %. Næringsverdien av fiskeensilasje til svin beregnes med formlene angitt nedenfor.

Fordøyelig protein:	F. protein (g/kg) = råprotein (g/kg) x 0,96	(Formel 2)
Fordøyelig fett:	F. fett (g/kg) = fett (g/kg) x 0,90	(Formel 3)
Omsettelig energi, gris:	OEg (MJ/kg TS) = 0,0213 x f. protein (g/kg TS) + 0,0377 x f. fett (g/kg TS)	(Formel 4)
Fôrenhet, gris:	FEg (pr kg TS) = (0,75 x OEg (MJ/kg TS) - 1,88)/7,72	(Formel 5)
Feitingsfôrenhet:	FFE (pr kg) = (2,24 x f. protein (g/kg) + 5,70 x f. fett (g/kg))/1650	(Formel 6)

Det er viktig å merke seg at Omsettelig energi, gris (OEg) og Fôrenhet, gris (FEg) skal beregnes som innhold i tørrstoff (TS). Dette fordi korreksjonsfaktoren 1,88 i **Formel 5** gjelder pr kg tørrstoff (TS).

Tabell 4 viser næringsverdi av noen utvalgte typer av konsentrert fiskeensilasje, angitt som fordøyelig råprotein (f. råprotein), fôrenheter gris (FEg), og feitingsfôrenheter (FFE).

Tabell 4. Næringsverdi av konsentrert fiskeensilasje til gris

	FE40/25/6	FE40/30/3	FE40/35/2	FE50/35/3	FE50/35/4	FE50/40/3
Tørrstoff, %	40	40	40	50	50	50
F. råprotein, g/kg	240	288	336	336	336	384
FEg, /kg	0,60	0,60	0,66	0,67	0,71	0,77
FFE, /kg	0,51	0,48	0,52	0,55	0,58	0,62
F. råprotein, g/kg TS	600	720	840	672	672	768
FEg, /kg TS	1,49	1,49	1,66	1,34	1,41	1,54
FFE, /kg TS	1,28	1,21	1,30	1,09	1,16	1,23

FE40/25/6 - Konsentrert fiskeensilasje med 40 % tørrstoff, 25 % råprotein og 6 % fett.

FE40/30/3 - Konsentrert fiskeensilasje med 40 % tørrstoff, 30 % råprotein og 3 % fett.

FE40/35/2 - Konsentrert fiskeensilasje med 40 % tørrstoff, 35 % råprotein og 2 % fett.

FE50/35/3 - Konsentrert fiskeensilasje med 50 % tørrstoff, 35 % råprotein og 3 % fett.

FE50/35/4 - Konsentrert fiskeensilasje med 50 % tørrstoff, 35 % råprotein og 4 % fett.

FE50/40/3 - Konsentrert fiskeensilasje med 50 % tørrstoff, 40 % råprotein og 3 % fett.

4.2.3 Drøvtyggere.

På grunnlag av fordøyelsesforsøk med sauer, der dyra fikk en rasjon bestående av et grunnfôr (grassurfôr) og konsentrert fiskeensilasje, kan fordøyelighetskoeffisientene for fiskeensilasje anslås til:

Tørrstoff	=	90 %.
Organisk stoff	=	95 %.
Råprotein	=	92 %.
Fett (eterekstrakt)	=	93 %.

Analyser viser at proteinet i fiskeensilasje i stor grad er brutt ned til enkle nitrogen (N) - forbindelser som korte peptider og frie aminosyrer, samt noe ammoniakk. Da dette er forbindelser som lett løses opp i vomma, er det blitt regnet med at nedbrytningsgraden av protein i vom (NGP) er 100 %. Prosjektet ga ingen klare indikasjoner på at NGP for fiskeensilasje var nevneverdig lavere enn 100 %, selv om industriell behandling av kraftfôr med fiskeensilasje (ekstrudering eller ekspansering) syntes å ha positiv effekt på proteinkvaliteten. Dette blir diskutert senere i rapporten. Proteinverdien for fiskeensilasje, angitt som aminosyrer absorbert i tarm (AAT), settes derfor lik 0, mens målet for proteinbalansen i vomma (PBV) settes lik innholdet av råprotein. Fiskeensilasje vil dermed regnes som en kilde for lettløselig protein i vomma (PBV-kilde). Næringsverdi av fiskeensilasje til drøvtyggere beregnes med formlene angitt nedenfor.

Fordøyelig protein:	F. protein (g/kg) = råprotein (g/kg) x 0,92	(Formel 7)
Fordøyelig fett:	F. fett (g/kg) = fett (g/kg) x 0,93	(Formel 8)
Bruttoenergi:	BE (MJ/kg) = 0,0241 x råprotein (g/kg) + 0,0366 x fett (g/kg)	(Formel 9)
Omsettelig energi, drøvtyggere:	OEd (MJ/kg) = 0,0159 x f. protein (g/kg) + 0,0377 x f. fett (g/kg)	(Formel 10)
q:	q = (OEd x 100)/BE	(Formel 11)
Fôrenhet, melk:	FEm (pr kg) = (0,60 x (1+0,004 x (q - 57))) x 0,9752 x OEd)/6,9	(Formel 12)
Aminosyrer absorbert i tarm:	AAT (g/kg) = råprotein (g/kg) x (100 - NGP) x 0,697/100	(Formel 13) NGP er nedbrytningsgrad av protein i vom. Når NGP = 100 % blir AAT (g/kg) = 0
Proteinbalansen i vomma:	PBV (g/kg) = råprotein (g/kg) x NGP/100	(Formel 14) Når NGP = 100 % blir PBV (g/kg) = råprotein (g/kg)

Tabell 5 på neste side viser næringsverdi for noen utvalgte typer av fiskeensilasje til drøvtyggere, angitt som aminosyrer absorbert i tarm (AAT), proteinbalanse i vomma (PBV) og fôrenhet melk (FEm).

Tabell 5. Næringsverdi for konsentrert fiskeensilasje til drøvtyggere

	FE40/25/6	FE40/30/3	FE40/35/2	FE50/35/3	FE50/35/4	FE50/40/3
Tørrstoff, %	40	40	40	50	50	50
AAT, g/kg	0	0	0	0	0	0
PBV, g/kg	250	300	350	350	350	400
FEm, /kg	0,51	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60
AAT, g/kg TS	0	0	0	0	0	0
PBV, g/kg TS	625	750	875	700	700	800
FEm, /kg TS	1,29	1,19	1,27	1,08	1,15	1,20

FE40/25/6 - Konsentrert fiskeensilasje med 40 % tørrstoff, 25 % råprotein og 6 % fett.

FE40/30/3 - Konsentrert fiskeensilasje med 40 % tørrstoff, 30 % råprotein og 3 % fett.

FE40/35/2 - Konsentrert fiskeensilasje med 40 % tørrstoff, 35 % råprotein og 2 % fett.

FE50/35/3 - Konsentrert fiskeensilasje med 50 % tørrstoff, 35 % råprotein og 3 % fett.

FE50/35/4 - Konsentrert fiskeensilasje med 50 % tørrstoff, 35 % råprotein og 4 % fett.

FE50/40/3 - Konsentrert fiskeensilasje med 50 % tørrstoff, 40 % råprotein og 3 % fett.

4.3 Aminosyreinnhold og aminosyrefordøyelighet

Ved de enzymatiske prosessene som foregår ved fremstilling av fiskeensilasje blir proteinene i stor grad brutt ned til korte peptider og frie aminosyrer, samt noe ammoniakk. I en serie på seks tilfeldig utvalgte prøver av konsentrert fiskeensilasje var i gjennomsnitt 80 % av nitrogenet i form av aminosyre-N, mens 8,5 % var i form av ammoniakk-N. Mesteparten av proteinet i fiskeensilasje fantes altså som aminosyrer, enten i form av intakte proteinforbindelser, korte peptider eller frie aminosyrer. Tabell 6 på neste side viser aminosyresammensetningen i de seks prøvene av fiskeensilasje. Følgende beskrivelse gjelder for disse prøvene:

FS A = Konsentrert fiskeensilasje av hvitfisk fra Produsent A (12. juni 1992).

FS B = Konsentrert fiskeensilasje av hvitfisk fra Produsent A (15. juni 1992).

FS C = Konsentrert fiskeensilasje av sild fra Produsent B (juni 1992).

FS D = Konsentrert fiskeensilasje av laks fra Produsent B (mai 1992).

FS E = Konsentrert fiskeensilasje av hel laks fra Produsent C (juni 1992).

FS F = Konsentrert fiskeensilasje av slaktebiprodukter, laks fra Produsent C (juni 1992).

Tabell 6. Aminosyresammensetning i konsentrert fiskeensilasje (g aminosyre/kg råprotein)

	FS A	FS B	FS C	FS D	FS E	FS F	Gj.snitt±std.avvik
Lysin	77	70	76	74	76	64	73± 5
Methionin	26	24	26	25	26	24	25± 1
Cystein	8	7	9	7	9	9	8± 1
Asparaginsyre	88	81	88	85	88	80	85± 4
Threonin	44	40	43	42	43	40	42± 2
Serin	50	45	47	44	42	44	45± 3
Glutaminsyre	129	118	126	120	122	110	121± 7
Prolin	48	45	45	41	42	47	45± 3
Glycin	79	76	75	68	71	81	75± 5
Alanin	65	61	63	60	61	59	61± 2
Valin	52	47	53	51	50	47	50± 3
Isoleucin	43	39	43	42	42	38	41± 2
Leucin	71	64	70	67	67	60	67± 4
Tyrosin	28	25	24	20	29	17	24± 4
Fenylalanin	39	33	38	35	38	37	36± 2
Histidin	15	15	22	17	22	21	19± 3
Arginin	75	70	63	67	60	57	65± 7
Hydroksyprolin	14	13	13	10	11	16	13± 2
Totalamid	815	748	792	750	770	728	767±32
Total-N	1000	1000	1000	1000	1000	1000	-
Aminosyre-N	137	126	132	125	127	122	128± 5
Ammoniakk-N	13	12	14	14	14	14	13± 1
<u>I % av total-N</u>							
Aminosyre-N	85,4	78,9	82,3	78,4	79,6	76,2	80,1±3,2
Ammoniakk-N	8,2	7,8	8,7	8,6	8,5	8,6	8,4±0,4

Tryptofan krever spesiell analyse. Fiskeensilasje inneholder 3 - 4 g tryptofan pr kg råprotein.

Tabell 6 viser at aminosyresammensetningen i fiskeensilasje, angitt som g aminosyre pr kg protein, var relativt konstant. Aminosyresammensetningen var videre ganske lik den en finner i fisk og fiskemjøl. Et unntak her var tryptofan (se Tabell 7), der innholdet var ca en tredjedel av innholdet i fersk fisk og fiskemjøl. Tryptofan er lite stabil i surt miljø, og vil derfor delvis tapes ved produksjonen av fiskeensilasje.

Sann fordøyelighet av aminosyrer i fiskeensilasje ble bestemt i stoffskiftetest med mink. Mink kan brukes som et modelldyr for å bestemme sann fordøyelighet av aminosyrer hos enmagede dyr. Aminosyresammensetning og fordøyelighet av aminosyrer ble bestemt for råensilasje av hvitfisk og for konsentrert fiskeensilasje, samt for fiskemjøl av høy kvalitet (LT-94) og fiskemjøl av standard kvalitet (standard fiskemjøl). Partiet av LT-kvalitet som inngikk i forsøket var av svært høy kvalitet og hadde høyere fordøyelighet enn vanlig for LT-fiskemjøl. I denne sammenheng kan det nevnes at LT-kvalitet av fiskemjøl i dag kun benyttes i fiskefôr. Standard-kvalitet fiskemjølet ble valgt ut som et produkt med dokumentert lav fordøyelighet, og antas derfor å ligge litt lavere i fordøyelighet enn gjennomsnittlig nivå for slikt fiskemjøl som benyttes i kraftfôr til husdyr. Fiskemjølet ble levert av Sildeolje- og Sildemelindustriens Forsknings-institutt (SSF), mens fiskeensilasjen ble levert av Hordafôr AS og Rieber & Co.

Verdier for aminosyresammensetning og fordøyelighet av de enkelte aminosyrene er angitt i Tabell 7. Fullstendig beskrivelse av dette forsøket er gitt av Skrede og Kjos (1995).

Tabell 7. Aminosyresammensetning og sann fordøyelighet av aminosyrer i fiskeensilasje (råensilasje og konsentrert ensilasje) og fiskemjøl (LT-94 og standard kvalitet). (Skrede og Kjos 1995)

	Aminosyresammensetning				Sann fordøyelighet av aminosyrer			
	Fiskemjøl		Fiskeensilasje		Fiskemjøl		Fiskeensilasje	
	Standard	Rå-	Kons.		Standard	Rå-	Kons.	
	LT-94	kvalitet	ensilasje	ensilasje	LT-94	kvalitet	ensilasje	ensilasje
	----- g aminosyre/kg råprotein -----				----- % -----			
Lysin	81	75	60	68	96,9	84,4	96,1	94,8
Methionin	29	29	21	25	96,2	86,3	97,8	96,6
Cystein	10	10	9	8	87,2	71,2	81,9	79,1
Asparaginsyre	90	86	73	79	87,5	69,8	88,3	82,1
Threonin	46	45	38	41	95,0	84,0	92,5	90,2
Serin	47	45	42	46	92,7	83,2	92,3	89,7
Glutaminsyre	122	125	102	112	96,3	85,3	90,8	88,5
Prolin	45	43	44	49	94,1	85,7	93,2	91,6
Glycin	64	61	70	78	87,1	74,9	92,0	88,2
Alanin	66	63	55	70	96,0	86,4	97,1	95,5
Valin	53	53	43	44	96,8	86,4	96,2	94,1
Isoleucin	43	43	34	36	97,0	86,5	97,4	95,3
Leucin	76	75	55	62	97,3	87,6	97,4	96,4
Tyrosin	33	32	23	28	97,4	87,0	97,4	95,4
Fenylalanin	39	39	34	36	96,7	85,5	97,6	96,0
Histidin	25	23	18	20	95,4	84,1	93,7	89,6
Arginin	69	67	54	62	97,6	90,5	97,2	95,9
Tryptofan	9	10	3	3	95,5	81,2	73,1	77,3
Nitrogen (N)	-	-	-	-	93,0	81,9	92,2	89,2

Tabell 7 viser at fiskeensilasjeprotein inneholdt noe lavere nivåer (80 - 90 %) av de fleste essensielle aminosyrene, inkludert lysin, methionin og tryptofan, enn begge kvalitetene av fiskemjøl. På den annen side var det høyere nivåer av aminosyrene prolin og glycin i fiskeensilasje, og dette er aminosyrer som en finner mye av i bein-, brusk- og skinn-fraksjonene i fiskebiprodukter. De fleste aminosyrene i fiskeensilasje viste høy sann fordøyelighet. Threonin, cystein og spesielt tryptofan i fiskeensilasje hadde lavere fordøyelighet enn i LT-kvalitets fiskemjøl. Sammenlignet med standard-kvalitets fiskemjøl viste fiskeensilasjen, både som råensilasje og som konsentrert ensilasje, høyere verdier for sann fordøyelighet for alle aminosyrene med unntak av tryptofan. Konsentrert ensilasje viste generelt noe lavere fordøyelighet av aminosyrene enn råensilasje.

Fiskeensilasje er med bakgrunn i disse resultatene en god proteinkilde for enmagede dyr, men det noe lavere innholdet av lysin, methionin og tryptofan sammenlignet med fiskemjøl, kan bidra til å redusere næringsverdien. Sann fordøyelighet av aminosyrene i fiskeensilasje kan generelt sammenlignes med verdier for fiskemjøl av god kvalitet. Fiskemjølet av standard-kvalitet, som ble brukt som et av leddene i dette forsøket, hadde lavere sann fordøyelighet av aminosyrene enn fiskeensilasje.

4.4 Biogene aminer

Biogene aminer er forbindelser som dannes ved dekarboksylering av frie aminosyrer. Brukt i store mengder kan biogene aminer ha uheldige effekter, blant annet på fôropptaket (Bakker 1994). Med de mengder av fiskeensilasje som det i dag er aktuelt å benytte i fôring av fjørfe, svin og drøvtyggere, er det lite sannsynlig at biogene aminer i fiskeensilasje vil skape problemer. For å få en oversikt over innholdet av biogene aminer i fiskeensilasje, ble mengde histamin, kadaverin, putrescin, spermidin og spermin i 24 ulike prøver av fiskeensilasje analysert ved Institutt for biologi, fysiologi og ernæring, Norges veterinærhøgskole. Resultatene fra disse analysene er angitt i Tabell 8.

Tabell 8. Biogene aminer i fiskeensilasje (gjennomsnitt±standardavvik)

	Antall prøver	Histamin µg/16 g N		Kadaverin ----- nmol/16 g M		Putrescin nmol/16 g M		Spermidin -----		Spermin -----	
<u>Produsent A</u>											
Hvitfiskeensilasje	8	5,4±	1,1	288,4±	56,1	263,8±	31,1	15,5±	0,5	3,6±	1,0
<u>Produsent B</u>											
Sildeensilasje	6	91,1±	102,2	933,5±	536,9	1154,0±	780,1	16,7±	4,0	2,0±	0,6
Lakseensilasje	6	151,3±	198,8	2037,8±	1515,5	1915,8±	1433,8	23,2±	14,1	2,4±	1,5
<u>Produsent C</u>											
Lakseensilasje 92	2	40,2±	18,0	2059,6±	520,8	1504,5±	422,9	40,8±	22,2	4,3±	2,9
Lakseensilasje 93	2	39,9±	8,5	1832,1±	520,2	1110,1±	293,7	13,7±	5,9	0,6±	0,3

Tabell 8 viser at det var stor variasjon mellom prøvene, både innen og mellom produsenter, i innhold av biogene aminer. Prøvene fra Produsent A viste gjennomgående lave verdier, mens det var høyere verdier og større spredning for prøvene fra Produsent B og Produsent C. Særlig kadaverin og putrescin viste stor spredning. Det er ønskelig med lave verdier for innhold av biogene aminer i fiskeensilasje, da høye verdier kan være et tegn på at ensilasjen er produsert fra mindre ferske produkter, ved siden av at et høyt innhold av biogene aminer kan ha uheldige virkninger (blant annet redusert fôropptak). Det er ikke gitt noen øvre verdier for innhold av biogene aminer i fôr som skal brukes til husdyr, med unntak av fisk. For fisk har Landbruksstilsynet anbefalt følgende øvre grenseverdier for innhold av histamin og kadaverin i fiskemjøl: Histamin = 65 µg/16 g N, og kadaverin = 1.900 nmol/16 g N. Flere av de analyserte prøvene viste nivåer som overskred disse grenseverdiene. I denne sammenheng må en imidlertid være oppmerksom på at fiskeensilasje utgjør en langt mindre andel av totalfôret til husdyr sammenlignet med den betydning fiskemjøl/fiskeprodukter har som proteinkilde i fiskefôr. (Videreutviklede rutiner og bedret kvalitetsstyring ved bedriftene som produserer fiskeensilasje har gjort at de høyeste verdiene for innhold av biogene aminer i Tabell 8 sannsynligvis ikke er representative for dagens situasjon.)

4.5 Fettsyresammensetning i fiskeensilasjefett og fraseparert fiskefett

Fettsyresammensetning i konsentrert fiskeensilasje og i fiskefett som er separert fra ved produksjon av konsentrert fiskeensilasje (fraseparert fiskefett) er vist i Tabell 9.

Tabell 9. Fettsyresammensetning i fiskeensilasje og fiskefett (gjennomsnitt±standardavvik)

	Fett fra konsentrert fiskeensilasje		Fraseparert fiskefett	
	Antall prøver	Fettsyrer i % av totale fettsyrer	Antall prøver	Fettsyrer i % av totale fettsyrer
C14:0	13	6,4±0,8	5	6,0±1,1
C16:0	13	14,6±1,1	5	12,8±0,9
C16:1	13	4,9±0,9	5	5,9±0,8
C18:0	13	2,5±0,6	5	1,9±0,3
C18:1	13	14,6±2,3	5	16,2±3,1
C18:2	13	1,7±0,8	5	2,3±0,6
C18:3	13	1,0±0,2	5	1,0±0,1
C20:1	13	12,7±1,5	5	4,4±0,5
C20:4	13	1,2±0,8	5	0,9±0,4
C20:5 (EPA)	13	16,6±4,6	5	15,1±5,0
C22:5 (DPA)	13	2,9±0,7	5	2,0±0,4
C22:6 (DHA)	13	6,1±1,2	5	5,2±1,3

Det var godt samsvar mellom fettsyresammensetningen i fiskeensilasjefett og i fiskefett, noe som også var forventet. Omega-3 fettsyrene EPA, DPA og DHA utgjorde samlet henholdsvis 25,6 og 22,4 % av totalinnholdet av fettsyrer i fiskeensilasjefett og fiskefett.

5. FISKEENSILASJE TIL FJØRFE

Produksjonsforsøkene med konsentrert fiskeensilasje til slaktekylling og verpehøns er beskrevet i rapportene av Kjos et al. (1995a), (1995b) og (1995c). Dette avsnittet gir hovedkonklusjonene fra disse forsøkene.

5.1 Produksjonsforsøk med fiskeensilasje i kraftfôr til slaktekylling

Det ble gjennomført to produksjonsforsøk med konsentrert fiskeensilasje og fiskefett til slaktekylling. Forsøk 1 ble gjennomført med 150 kyllinger fordelt på følgende fem forsøksledd:

LEDD K - kontrollfôr uten fiskeensilasje, men med sildemjøl. Totalt 2 g fiskefett pr kg fôr.
LEDD A - fôr med 5 % fiskeensilasje. Totalt 2 g fiskefett pr kg fôr.
LEDD B - fôr med 5 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett. Totalt 9 g fiskefett pr kg fôr.
LEDD C - fôr med 5 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett. Totalt 16 g fiskefett pr kg fôr.
LEDD D - fôr med 5 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett. Totalt 24 g fiskefett pr kg fôr.

Noen viktige resultater fra Forsøk 1 er gitt i Tabell 10.

Tabell 10. Resultater fra Forsøk 1 med slaktekylling (Kjos et al. 1995a)

	Ledd K	Ledd A	Ledd B	Ledd C	Ledd D	Signifikans
Antall kyllinger	30	30	30	30	30	-
Alder ved slakting, dager	36,5	36,5	36,5	36,5	36,5	-
Levendevekt ved slakting, g	1299	1317	1301	1237	1216	IS
Fôropptak, g/dag	75,0	79,1	79,3	76,5	76,7	IS
Slaktevekt, g	740	746	739	716	708	IS
Slakteprosent	57,0	58,3	56,8	57,9	58,2	IS
<u>Sensorisk analyse</u>						
Bismak, korttidslagret kylling ¹	2,4ab	1,4a	1,4a	3,0bc	4,1c	P<0,001
Bismak, langtidslagret kylling ²	2,7a	2,0a	3,0ab	3,2ab	4,1b	P<0,001

¹ Korttidslagret kylling, kyllinglår lagret vakuumpakket og frosset i en måned.

² Langtidslagret kylling, kyllinglår lagret vakuumpakket og frosset i fire måneder.

Sensorisk analyse er angitt på en skala fra 1 - 9, der 1 betyr ingen intensitet av egenskapen bismak mens 9 betyr sterk intensitet av egenskapen bismak (MATFORSK, Ås).

IS - ikke signifikant forskjell mellom forsøksleddene.

a,b,c - forskjellig bokstav angir at det er signifikant forskjell mellom leddene (P<0,05).

Tabell 10 viser at det ikke var noen signifikant forskjell mellom forsøksleddene hverken for vekt ved slakting, fôropptak, slaktevekt eller slakteprosent, men det var tendens til lavere levendevekt ved slakting og lavere slaktevekt hos kyllingene som fikk mest fiskefett (Ledd C og D) i fôret. De sensoriske analysene viste signifikant sterkere intensitet av bismak for Ledd C og særlig for Ledd D både av korttidslagret og langtidslagret kylling, og smaksdommerne kommenterte bismaken som fiskesmak. For lagret kylling var det også signifikant mer harsk smak på kyllingene fra Ledd C og D. Det var ingen signifikante forskjeller mellom Ledd K, A og B i intensitet av bismak. Innholdet av omega-3 fettsyrene C20:5 (EPA), C22:5 (DPA) og C22:6 (DHA) i bukfett fra kyllingene ble analysert, og det var en klar positiv sammenheng mellom innhold av fiskefett i fôret og innhold av disse fettsyrene i bukfettet ($P < 0,001$).

Forsøk 2 ble gjennomført med 600 slaktekyllinger fordelt på følgende fem forsøksledd:

LEDD K - kontrollfôr uten fiskeensilasje.

LEDD A - fôr med 5 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett. Totalt 6 g fiskefett pr kg fôr.

LEDD B - fôr med 5 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett. Totalt 8 g fiskefett pr kg fôr.

LEDD C - fôr med 10 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett. Totalt 8 g fiskefett pr kg fôr.

LEDD D - fôr med 10 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett. Totalt 10 g fiskefett pr kg fôr.

Resultater fra Forsøk 2 er gitt i Tabell 11.

Tabell 11. Resultater fra Forsøk 2 med slaktekylling (Kjos et al. 1995b)

	Ledd K	Ledd A	Ledd B	Ledd C	Ledd D	Sign.
Antall kyllinger	120	120	120	120	120	-
Alder ved slakting, dager	36	36	36	36	36	-
Levendevekt ved slakting, g	1347a	1402b	1383b	1399b	1457	$P < 0,001$
Fôropptak, g/dag	79,1a	82,3bc	79,8ab	80,1ab	82,9c	$P < 0,05$

a,b,c - forskjellig bokstav angir at det er signifikant forskjell mellom leddene ($P < 0,05$).

Tabell 11 viser at fiskeensilasje i fôret har virket positivt inn på både tilvekst og fôropptak.

5.2 Produksjonsforsøk med fiskeensilasje til verpehøns

Det ble gjennomført et produksjonsforsøk med konsentrert fiskeensilasje og fiskefett i kraftfôr til verpehøns. Forsøk 1 ble gjennomført med 45 verpehøns fordelt på følgende fem forsøksledd:

LEDD K - kontrollfôr uten fiskeensilasje, men med sildemjøl. Totalt 2 g fiskefett pr kg fôr.

LEDD A - fôr med 5 % fiskeensilasje. Totalt 2 g fiskefett pr kg fôr.

LEDD B - fôr med 5 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett. Totalt 9 g fiskefett pr kg fôr.

LEDD C - fôr med 5 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett. Totalt 16 g fiskefett pr kg fôr.

LEDD D - fôr med 5 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett. Totalt 24 g fiskefett pr kg fôr.

Noen viktige resultater fra verpehønsforsøket er gitt i Tabell 12.

Tabell 12. Resultater fra forsøk med fiskeensilasje til verpehøns (Kjos et al. 1995c)

	Ledd K	Ledd A	Ledd B	Ledd C	Ledd D	Signifikans
Vektendring, g	80a	90a	20bc	-30c	40ab	P<0,001
Fôropptak, g/dag	119a	124a	112c	104d	107cd	P<0,001
Eggvekt, g	57,2a	56,6a	54,2b	53,2bc	52,7c	P<0,001
Eggproduksjon, g/dag	52,4a	52,1a	46,9ab	45,2b	44,5b	P<0,001
Verpeprosent	91,5a	92,1a	86,5ab	85,2b	84,7b	P<0,001
<u>Sensorisk analyse</u>						
Bismak, eggehvite	1,3	1,5	1,9	1,7	2,1	IS
Bismak, plomme	1,7	2,3	2,6	2,8	4,2	IS

Sensorisk analyse er angitt på en skala fra 1 - 9, der 1 betyr ingen intensitet av egenskapen bismak mens 9 betyr sterk intensitet av egenskapen bismak (MATFORSK, Ås).

IS - ikke signifikant forskjell mellom forsøksleddene.

a,b,c,d - forskjellig bokstav angir at det er signifikant forskjell mellom leddene (P<0,05).

Hønene veide i gjennomsnitt 1,60 kg ved forsøksstart. Tabell 12 viser at det var signifikante forskjeller mellom ledd både for vektendring, fôropptak, eggvekt, eggproduksjon og verpeprosent. De høyeste verdiene ble funnet for leddene K og A, mens leddene C og D hadde signifikant lavere verdier. Det var ingen signifikante forskjeller mellom leddene når det gjaldt intensitet av bismak, men tendensene gikk i retning av at Ledd D skilte seg ut med en høy intensitet. Smaksdommerne kommenterte bismaken hos egg fra Ledd D som fiskesmak. Eggeplommen ble analysert for innhold av omega-3 fettsyrer, og det var stort sett ingen sammenheng mellom innhold av fiskefett i fôret og innhold av omega-3 fettsyrer i plommen. Det var her forventet at økt innhold av fiskefett i fôret skulle gi noe økt innhold av omega-3 fettsyrer i eggeplommen.

5.3 Konklusjoner fra produksjonsforsøkene med fiskeensilasje til fjørfe

Konklusjonene for bruk av konsentrert fiskeensilasje i kraftfôr til fjørfe kan oppsummeres i følgende punkter:

1. Bruk av opp til 100 g konsentrert fiskeensilasje pr kg kraftfôr ser ut til å gi gode resultater for fôropptak og produksjon hos verpehøns og slaktekylling. Konsentrert fiskeensilasje ser dermed ut til å være en god proteinkilde for fjørfe. I de gjennomførte forsøkene utgjorde fiskeensilasjeprotein 10 % henholdsvis 20 % av totalproteinet i fôret.
2. Høyt nivå av fiskefett har virket inn på den sensoriske kvaliteten av kylling og egg, og kylling ser ut til å være mer sensitiv enn verpehøns. Ved bruk av 16 eller 24 g fiskefett pr kg fôr har en fått redusert sensorisk kvalitet på kylling, og for verpehøns har 24 g fiskefett pr kg fôr gitt tendens til fiskesmak på eggeplommen. For fiskefettmengdene 16 og 24 g pr kg fôr ble det også funnet tendens til dårligere tilvekst og produksjon. Krogdahl (1985a og b) antydte at en kunne bruke opp til 10 g fiskefett pr kg kraftfôr uten å få redusert den sensoriske kvaliteten på fjørfeprodukter. Dette er i samsvar med resultatene fra forsøkene som er gjennomført i dette prosjektet, men verpehøns ser ut å kunne tåle noe mer fiskefett uten at sensorisk kvalitet på egg blir forringet. En grense på 10 g fiskefett pr kg fôr betyr at det kan benyttes opp til 10 % fiskeensilasje med et fettinnhold på 10 % i fôr til fjørfe. Ved bruk av de typer av konsentrert fiskeensilasje som i dag er handelsvare, med et fettinnhold på 2 - 5 %, skulle det ikke være noe fare for at innholdet av fiskefett i fôret blir for høyt, forutsatt at det ikke er andre fiskefettkilder i fôret. I praktiske anbefalinger, med betydelige sikkerhetsmarginer, bør innholdet av fiskefett i fôr til slaktekylling begrenses til 8 g pr kg fôr og til verpehøns 10 g pr kg fôr.
3. Innhold av omega-3 syrer, særlig i slaktekylling, øker med økende innhold av fiskefett i fôret. Dette kan virke til å bedre forsyningen av omega-3 fettsyrer i humanernæringen.

6. FISKEENSILASJE TIL SLAKTESVIN

6.1 Produksjonsforsøk med fiskeensilasje til slaktesvin

Produksjonsforsøket med konsentrert fiskeensilasje og fiskefett i kraftfôr til slaktesvin ble gjennomført med følgende fire kraftfôrblandinger:

Fôr K - kontrollblanding uten fiskeensilasje.

Fôr A - blanding med 5 % fiskeensilasje.

Totalt 2,5 g fiskefett pr kg fôr.

Fôr B - blanding med 5 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett. Totalt 5,5 g fiskefett pr kg fôr.

Fôr C - blanding med 5 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett. Totalt 9,5 g fiskefett pr kg fôr.

Det ble benyttet 36 svin fordelt på følgende seks forsøksledd:

LEDD K - Fôr K helt fram til slakting.

LEDD A - Fôr A helt fram til slakting.

LEDD B1 - Fôr B helt fram til slakting.

LEDD C1 - Fôr C helt fram til slakting.

LEDD B2 - Fôr B fram til 60 kg levendevekt. Fôr K fra 60 kg levendevekt fram til slakting.

LEDD C2 - Fôr C fram til 60 kg levendevekt. Fôr K fra 60 kg levendevekt fram til slakting.

Noen viktige resultater fra slaktesvinforsøket er gitt i Tabell 13 (neste side). Ellers henvises det til Kjos og Skrede (1995) for fullstendige resultater.

Tabell 13 på neste side viser at det ikke ble funnet signifikant forskjell mellom leddene med og uten fiskeensilasje hverken for tilvekst, fôrforbruk eller slaktekvalitet. Resultatene fra sensorisk analyse, angitt som intensitet av bismak, viste at det for **korttidslagret svinekjøtt** bare var forskjell for bacon ($P < 0,05$), der særlig leddet med 9,5 g fiskefett pr kg kraftfôr helt fram til slakting (Ledd C1) skilte seg ut med høy intensitet. Den sensoriske analysen av **svinekjøtt lagret i seks måneder** viste at det for koteletter var utslag på intensitet av bismak ($P < 0,05$) for de høyeste nivåene av fiskefett (5,5 g og 9,5 g pr kg kraftfôr helt fram til slakting). For leddene der grisene hadde fått fôr uten fiskefett fra 60 kg levendevekt og fram til slakting var det ingen reduksjon i sensorisk kvalitet på kotelettene sammenlignet med kontrollleddet. Generelt var det større tendens til bismak på langtidslagrede koteletter enn på korttidslagrede koteletter, og økningen var størst for leddene der det ble gitt mest fiskefett helt fram til slakting (Ledd B1 og Ledd C1). Den økte intensiteten av bismak som ble funnet for Ledd A sammenlignet med kontroll-leddet ligger innenfor verdiene som kan aksepteres for bismak på koteletter, og har derfor liten praktisk betydning. Intensiteten for bismak som ble funnet for Ledd B1 ligger også innenfor verdier som kan aksepteres. Bacon som var lagret i seks måneder gav også utslag for egenskapen bismak ($P < 0,05$), med signifikant høyest intensitet for leddet med det høyeste nivået fiskefett brukt fram til slakting. Lagringen påvirket ikke intensitet av bismak på bacon. Den økte intensiteten av bismak som ble funnet for Ledd A sammenlignet med Ledd B1 og kontroll-leddet ligger innenfor verdier som kan aksepteres for bismak på bacon, og har liten praktisk betydning. For buklist lagret i seks måneder var det ingen signifikant forskjell mellom leddene når det gjaldt intensitet av bismak, selv om det var tendens til høyere intensitet hos

Ledd C1. Det var signifikant høyere intensitet av bismak for buklist lagret i seks måneder sammenlignet med korttidslagret buklist for alle ledd, blant annet på grunn av harskning. Smaksdommerne kommentere smaksfeilen på leddene med høy intensitet av bismak som fiskesmak, transmak og harsk smak.

Tabell 13. Resultater fra forsøk med fiskeensilasje til slaktesvin (Kjos og Skrede 1995)

	Ledd K	Ledd A	Ledd B1	Ledd C1	Ledd B2	Ledd C2
Antall gris	6	6	6	6	6	6
Dager i forsøk	89	88	88	88	89	87
Korrigert daglig tilvekst, g	817	815	840	842	801	836
Fôropptak, FFE ¹ /dag	1,82	1,76	1,81	1,85	1,81	1,86
FFE ¹ /kg korrigert tilvekst	2,24	2,17	2,17	2,19	2,28	2,23
Slaktevekt, kg	71,8	71,3	72,1	72,0	69,1	70,9
Slakteprosent	72,1	72,2	72,3	72,8	71,2	72,1
Kjøttprosent i slaktet	61,2	60,6	60,0	60,3	60,5	60,2
<u>Sensorisk analyse,</u>						
<u>korttidslagret²</u>						
Bismak, koteletter	1,6	1,6	1,6	1,5	1,8	1,5
Bismak, buklist	1,2	1,1	1,0	1,6	1,1	1,2
Bismak, bacon	1,1a	1,5b	1,1a	1,7c	1,5b	1,3b
<u>Sensorisk analyse,</u>						
<u>langtidslagret³</u>						
Bismak, koteletter	2,1a	2,5b	2,9c	3,3d	1,7a	2,0a
Bismak, buklist	4,2	4,4	4,3	5,3	4,6	3,8
Bismak, bacon	1,0a	1,5b	1,1a	1,9c	1,4b	1,3b

¹ FFE - feitingsföreneheter.

² Korttidslagret svinekjøtt, fryseler i en måned.

³ Langtidslagret svinekløtt, fryseler i seks måneder.

Sensorisk analyse er angitt på en skala fra 1 - 9, der 1 betyr ingen intensitet av egenskapen bismak mens 9 betyr sterk intensitet av egenskapen bismak (Norges Slakterilaboratorium).

a,b,c - forskjellig bokstav angir at det er signifikant forskjell mellom leddene (P<0,05).

Når det gjelder innhold av fettsyrer i svinekjøttet, henvises det til Kjos og Skrede (1995). Det økende innholdet av fiskefett, og dermed omega-3 fettsyrer, i forsøksfôret har bare i beskjeden grad økt innholdet av omega-3 fettsyrer i svinespekket. Likevel vil denne økningen kunne ha betydning for den totale tilførselen av omega-3 fettsyrer i humanernæringen.

Bruk av lokalprodusert fiskeensilasje som fôr til slaktesvin vil bli beskrevet i en rapport av Kjos et al. (1996b). Denne rapporten omtaler en serie forsøk utført ved Kleiva landbruksskole i Vesterålen, der opp til 10 % av tørrstoffet i fôrresasjonen har vært i form av fiskeensilasje. Fiskeensilasjen har her gitt gode produksjonsresultater. Resultatene viser samtidig betydningen av å unngå et for høyt fiskefettinnhold i fôret.

6.2 Konklusjoner fra produksjonsforsøket med fiskeensilasje til slaktesvin

Konklusjonene ved bruk av fiskeensilasje i kraftfôr til slaktesvin kan oppsummeres i følgende punkter:

1. Bruk av fiskeensilasje i fôr til slaktesvin har gitt gode produksjonsresultater. Innblandingsnivået som er benyttet i forsøket (50 g konsentrert fiskeensilasje pr kg kraftfôr) har ikke virket inn på tilvekst, fôropptak eller slaktekvalitet. Det er ikke forsøkt med høyere innblandingsnivåer av konsentrert fiskeensilasje i kraftfôr, men med bakgrunn i resultater fra forsøk med lokalprodusert fiskeensilasje som fôr til slaktesvin kan 10 % av tørrstoffet i rasjonen være i form av fiskeensilasje. Dette tilsvarte litt mer enn tre ganger så høyt innblandingsnivå sammenlignet med forsøket med konsentrert fiskeensilasje i kraftfôr, der om lag 3 % av tørrstoffet i kraftfôret var i form av fiskeensilasje. Det er derfor i første rekke kraftfôrtekniske forhold som vil være bestemmende for innblandingsnivået av fiskeensilasje, forutsatt at innholdet av fiskefett ikke blir for høyt. Fiskeensilasje syntes dermed å være en god proteinkilde til svin, på lik linje med fiskemjøl og soyamjøl. I det gjennomførte forsøket utgjorde protein fra fiskeensilasje opp til 10 % av totalproteinet i rasjonene.
2. Høyt nivå av fiskefett virket inn på den sensoriske kvaliteten på svinekjøtt, og en bør derfor ikke bruke mer enn 5 g fiskefett pr kg kraftfôr når fôret brukes helt fram til slakting. Dette tilsvarer omkring 15 g fiskefett pr dag i tida like før slakting, noe som er tre ganger så høyt som anbefalingene til Aas (1982). I praksis bør en her legge inn sikkerhetsmarginer. Med dagens kunnskap om virkning på de sensoriske egenskapene kan det anbefales å benytte opp til 3 g fiskefett pr kg kraftfôr når fôret skal brukes helt fram til slakting. Når fôr med innhold av fiskefett skal brukes til 60 kg levendevekt, og grisene fôres med et fôr uten fiskefett fra 60 kg levendevekt og til slakting, kan det benyttes opp til 5 g fiskefett pr kg kraftfôr. For konsentrert fiskeensilasje med 5 % fett tilsvarer 3 g fiskefett pr kg kraftfôr at det kan blandes inn 6 % ensilasje i kraftfôret, og 5 g fiskefett pr kg kraftfôr tilsvarer 10 % ensilasje i kraftfôret.
3. Økende innhold av fiskefett, og dermed omega-3 fettsyrer, i fôret har bare i beskjedne grad økt innholdet av omega-3 fettsyrer i svinespekket. Økt tilførsel av slike fettsyrer gjennom fôr til slaktesvin vil likevel kunne ha betydning for innholdet i produkter av svinekjøtt, og dermed for den totale tilførselen av omega-3 fettsyrer i humanernæringen.

7. FISKEENSILASJE TIL MELKEKYR

Fiskeensilasjeprotein regnes, som nevnt tidligere, å være lett nedbrytbart i vomma hos drøvtyggere. Det er aktuelt å finne fram til en industriell behandlingsmetode for eventuelt å øke proteinverdien av fiskeensilasje. Derfor er det gjennomført forsøk med varmebehandling i kort tid under trykk (ekstruderbehandling og ekspanderbehandling) av kraftfôr tilsatt fiske-ensilasje. Det er også gjennomført et produksjonsforsøk med kraftfôr tilsatt fiskeensilasje til melkekyr, samt et vomfysiologisk forsøk med de samme kraftfôrblendingene.

7.1 Forsøk med industriell behandling for å øke proteinverdien

Det er utført et småskala-forsøk med ekstruderbehandling av kraftfôr tilsatt fiskeensilasje, og et forsøk i praktisk skala med ekspanderbehandling av kraftfôr tilsatt fiskeensilasje. Forsøket med ekstruderbehandling ble gjennomført i samarbeid med Institutt for næringsmiddelfag, NLH, og ble gjennomført med fire kraftfôrblendinger som angitt nedenfor:

BLANDING 1 - 100 % havregrøpp, ubehandlet.

BLANDING 2 - 84 % havregrøpp og 16 % konsentrert fiskeensilasje, ubehandlet.

BLANDING 3 - 100 % havregrøpp, ekstrudert.

BLANDING 4 - 84 % havregrøpp og 16 % konsentrert fiskeensilasje, ekstrudert.

Ekstruderingen skjedde ved en temperatur på 140 - 145°C og et trykk på 30 - 40 bar. Forsøket er nærmere beskrevet av Kjos et al. (1993). Fiskeensilasjeprotein utgjorde 37 % av det totale proteinet i blendingene 2 og 4. Resultater for nedbrytningsgrad av protein i vom (NGP) er angitt i Tabell 14. NGP er bestemt ved hjelp av den såkalte «in sacco metoden», som er standardmetode for å bestemme nedbrytbarhet i vom, ved at små nylonposer med fôrprøver er inkubert i vomma hos kyr i ulike tidsintervaller. Metoden er beskrevet av Harstad (1992).

Tabell 14. Nedbrytningsgrad av protein i vom (NGP) ved ekstruderbehandling.

	Ubehandlet	Ekstrudert
NGP, 100 % havregrøpp	79,0 %	67,0 %
NGP, 84 % havregrøpp og 16 % fiskeensilasje	87,8 %	60,8 %

Ut fra tallene i Tabell 14 og sammensetningen av de ulike kraftfôrblendingene kan NGP i fiskeensilasje for Blanding 2 (ubehandlet) beregnes til 100 %, mens NGP i fiskeensilasje for Blanding 4 (ekstrudert) kan beregnes til 50 %. Dersom ekstruderbehandling reduserer NGP av fiskeensilasjeprotein fra 100 % til 50 %, har dette følgende effekt på aminosyrer absorbert i tarm (AAT) og proteinbalanse i vom (PBV) når en tar utgangspunkt i konsentrert fiskeensilasje med 370 g protein pr kg ensilasje:

- AAT øker fra 0 g/kg ensilasje til 129 g/kg ensilasje.
- PBV blir redusert fra 370 g/kg ensilasje til 185 g/kg ensilasje.

Forsøket i praktisk skala ble gjennomført med ekspanderbehandling i en kommersiell ekspander hos Felleskjøpet Østlandet i Larvik, og skjedde i samarbeid med Felleskjøpet Østlandet. Det ble benyttet fire kraftfôrblandinger, som angitt nedenfor:

BLANDING 1 - 100 % byggrøpp, ubehandlet.

BLANDING 2 - 97 % byggrøpp og 3 % konsentrert fiskeensilasje, ubehandlet.

BLANDING 3 - 100 % byggrøpp, ekspandert.

BLANDING 4 - 97 % byggrøpp og 3 % konsentrert fiskeensilasje, ekspandert.

Det ble ikke blandet inn mer enn 3 % konsentrert ensilasje på grunn av at en, da forsøket ble gjennomført (sommeren 1993), fryktet at innblanding av større mengder ensilasje enn dette ville gi problemer med ekspanderen. Felleskjøpet har siden dette fått mer erfaring med ekspandering, og i forsøket med melkekyr som blir beskrevet senere i denne rapporten ble det ekspandert kraftfôr med 6 % konsentrert fiskeensilasje. Ekspanderingen ble utført ved en temperatur på 130°C. Ved innblanding av 3 % fiskeensilasje med 37 % protein utgjorde ensilasjeprotein 9 % av totalproteinet i blandingene 2 og 4. Tall for NGP er angitt i Tabell 15.

Tabell 15. Nedbrytningsgrad av protein i vom (NGP) ved ekspanderbehandling.

	Ubehandlet	Ekspandert
NGP, 100 % byggrøpp	61,4 %	42,3 %
NGP, 97 % byggrøpp og 3 % fiskeensilasje	65,9 %	49,1 %

Tabell 15 viser at NGP ble betydelig redusert ved ekspanderbehandlingen. Reduksjonen var på 19,1 %-enheter for byggrøppblandingen og 16,8 %-enheter for byggrøpp/fiskeensilasjeblandingen. Byggrøpp/fiskeensilasjeblandingen hadde høyere NGP enn byggrøppblandingen. For de ubehandlede blandingene var forskjellen 4,5 %-enheter mens den for de ekspanderte blandingene var 6,8 %-enheter. Ut fra Tabell 15 ser det ut til at ekspanderbehandlingen her ikke har redusert NGP for fiskeensilasje, i og med at differansen i NGP mellom ubehandlede fôrblandinger med og uten fiskeensilasje (Blanding 2 - Blanding 1), som er 4,5 %-enheter, er mindre enn differansen i NGP mellom ekspanderte fôrblandinger med og uten fiskeensilasje (Blanding 4 - Blanding 3), som er 6,8 %-enheter. Dersom ekspandering her hadde redusert NGP for fiskeensilasje skulle en forventet en lavere differanse mellom blandingene med og uten fiskeensilasje, sammenlignet med de ubehandlede blandingene. Den lave innblanding av fiskeensilasje i byggrøpp/fiskeensilasjeblandingen gjorde imidlertid at det ut fra dette forsøket var vanskelig å si noe sikkert om effekt av ekspanderbehandling av kraftfôr med fiskeensilasje på NGP i fiskeensilasje.

Konklusjonen fra forsøkene med industriell behandling for å øke proteinverdien av fiskeensilasje er at ekstrudering av kraftfôrblandinger med innhold av slik ensilasje kan se ut til å virke positivt inn på proteinverdien av fiskeensilasje. Effekt av ekspandering er mer usikker, og det gjennomførte forsøket har ikke vist noen effekt på proteinverdien av fiskeensilasje. Forsøkene gir imidlertid ikke grunnlag for å angi noen eksakte tall for proteinverdien.

7.2 Produksjonsforsøk med fiskeensilasje i kraftfôr til melkekyr

Produksjonsforsøket med konsentrert fiskeensilasje til melkekyr ble gjennomført med følgende tre kraftfôrblandinger:

BLANDING K - Kontrollblanding uten fiskeensilasje. Pelletert.

BLANDING A - Blanding med 6 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett.

Til sammen 5,4 g fiskefett pr kg. Pelletert.

BLANDING B - Blanding med 6 % fiskeensilasje, tilsatt ekstra fiskefett.

Til sammen 5,4 g fiskefett pr kg. Ekspandert og pelletert.

Blanding A og B var identiske, slik at den eneste forskjellen mellom dem var ekspanderbehandlingen. Forsøket ble gjennomført med 36 melkekyr fordelt på tre forsøksledd (Ledd K, Ledd A og Ledd B) og tre forsøksperioder (3x3 latinsk kvadrat), slik at det ble seks førstekalvskyr og seks utvokste kyr på hvert ledd. Dyra ble satt inn i forsøket 6 - 8 uker etter kalving og forsøket varte deretter i 12 uker, til ca fem måneder etter kalving. Kyrne ble føret med en dagsrasjon bestående av 7 kg surfôr-tørrestoff, 2 kg høy og forsøkskraftfôr (Blanding K, Blanding A eller Blanding B) tildelt etter ytelse målt som energikorrigert melk. NGP for kraftfôrblendingene, målt ved hjelp av in sacco metoden, er angitt i Tabell 16.

Tabell 16. Målt nedbrytningsgrad av protein i vom (NGP) for kraftfôrblendingene i forsøket

	NGP ± std.avvik
Blanding K - uten fiskeensilasje, pelletert	47,5 ± 3,6
Blanding A - med 6 % fiskeensilasje, pelletert	55,5 ± 3,1
Blanding B - med 6 % fiskeensilasje, ekspandert og pelletert	58,8 ± 2,4

Tabell 16 viser at det ikke ble funnet særlig forskjell i NGP mellom pelletert og ekspandert kraftfôr med fiskeensilasje. Selv om NGP for Blanding B tallmessig er større enn NGP for Blanding A, gir tallene ikke sikkert grunnlag for å hevde at det er forskjell i NGP mellom Blanding A og Blanding B. Det var forventet at analysert NGP for ekspanderbehandlet kraftfôr med fiskeensilasje skulle vært noe lavere enn for pelletert kraftfôr med fiskeensilasje, og AAT-innholdet i kraftfôret var ved komponering av kraftfôrblendingene beregnet å være 15 % høyere i Blanding B (100 g AAT/FEm) enn i Blanding A (87 g AAT/FEm). Blanding K var planlagt å ha samme innhold av AAT som Blanding B (100 g AAT/FEm). Tall for målt NGP viser at kraftfôr med fiskeensilasje hadde om lag 20 % høyere NGP (8 - 11 %-enheter) enn Blanding K, uten fiskeensilasje, og dette antyder at NGP i fiskeensilasje var opp mot 100 %, da fiskeensilasjeprotein utgjorde 13 % av den totale proteinmengden i blandingene A og B.

De viktigste resultatene fra forsøket er gitt i Tabell 17 og Tabell 18. Tallene for AAT og PBV i Tabell 17 er regnet ut på grunnlag av målte NGP-verdier.

Tabell 17. Daglig opptak av tørrstoff og kraftfôr, samt av fôrenheter melk (FEm), aminosyrer absorbert i tarm (AAT) og proteinbalanse i vomma (PBV)

	LEDD K	LEDD A	LEDD B
Tørrstoffopptak, kg pr dag	19,2	19,1	19,0
Kraftfôropptak, kg pr dag	10,8	10,7	10,6
FEm, pr dag	19,6	19,7	19,2
AAT, g pr dag	2065	1907	1829
PBV, g pr dag	- 176	- 28	- 1
FEm, pr kg EKM	0,47	0,48	0,45
AAT, g pr kg EKM	53,8	49,5	46,3

EKM - energikorrigeret melk.

Melkeytelse og melkesammensetning er gitt i Tabell 18.

Tabell 18. Melkeytelse og melkesammensetning

	Ledd K	Ledd A	Ledd B	Sign.
Melkeytelse, kg pr dag	30,9a	30,3b	31,2a	P<0.01
Ytelse som EKM, kg pr dag	31,4	30,8	31,4	IS
Fett i melk, %	4,00a	4,02a	3,89b	P<0,01
Protein i melk, %	3,19a	3,20a	3,27b	P<0,001
Laktose i melk, %	5,19	5,19	5,20	IS

EKM - energikorrigeret melk.

IS - ikke signifikant forskjell mellom leddene.

a,b - forskjellig bokstav angir at det er signifikant forskjell mellom leddene.

Tabell 18 viser at melkeytelsen var signifikant lavere for Ledd A, men at dette jamnet seg ut når ytelsen ble angitt som energikorrigeret melk (EKM). Det var ingen forskjell i melkas sammensetning mellom Ledd K og Ledd A. Dette indikerte at fiskeensilasje i de mengdene som er brukt i forsøket ikke har virket inn på hverken melkeytelse eller melkesammensetning i særlig grad. Melk fra Ledd B hadde imidlertid lavere fettprosent (P<0,01) og høyere proteinprosent (P<0,001) sammenlignet med de to andre leddene. Ekspanderbehandlingen hadde dermed effekt på fett- og proteinprosent i melka, og det så ut til å være en positiv effekt av ekspandering på kraftfôr med fiskeensilasje. Effekt av ekspanderingen ble studert nærmere i et vomfysiologisk forsøk, og dette er beskrevet i kapittel 7.3.

Fettsyresammensetningen i både kraftfôr og melkefett ble analysert. Da kyrne fikk tildelt kraftfôr etter ytelse varierte mengde fiskefett i daglig fôrrasjon fra ku til ku. De langkjedede omega-3 syrene C20:5, C22:5 og C22:6 ble funnet i fôrblendingene med fiskeensilasje, men det var bare sporadiske forekomster av disse fettsyrene i melka. Det var heller ikke noen sammenheng mellom mengde fiskefett i daglig fôrrasjon og forekomst av omega-3 fettsyrer i melk. Dette viste at langkjedede omega-3 fettsyrer i svært liten grad blir overført fra fôr til melk hos drøvtyggere. Generelt var det liten forskjell i fettsyresammensetning av melkefettet mellom kyr med og uten fiskefett i rasjonen. Det var imidlertid et større antall ulike fettsyrer i melkefett hos kyr som fikk fiskefett, men de fettsyrene som bare ble funnet i melk fra disse kyrne forekom i svært små mengder.

Sensorisk analyse av melk fra de ulike leddene viste at melka generelt hadde god sensorisk kvalitet, og at det ikke var noen forskjell mellom de tre leddene. Betydelige mengder fiskeensilasje, og daglige fiskefettmengder i fôret på opptil 70 - 75 g, kan således brukes til melkekyr. Dersom dagsrasjonen av kraftfôr er 13 kg, tilsvarer dette 5,7 g fiskefett pr kg kraftfôr. Under praktiske forhold bør imidlertid daglig mengde fiskefett i fôrrasjonen til melkekyr ikke overskride 50 g, noe som også er angitt i danske anbefalinger for fôring av melkekyr. Dette tilsvarer 3,8 g fiskefett pr kg kraftfôr når daglig kraftfôrtildeling er 13 kg.

Fullstending beskrivelse av forsøket med bruk av fiskeensilasje i kraftfôr til melkekyr er gitt av Kjos et al. (1996a).

7.3 Vomfysiologiske forsøk med fiskeensilasje i kraftfôr til melkekyr

Det vomfysiologiske forsøket ble gjennomført med vom- og tarm-fistulerte melkekyr som ikke melket (tørre kyr). Kyrne fikk de samme kraftfôrblendingene som i produksjonsforsøket med melkekyr, ved siden av en fast mengde surfôr. Ut fra det vomfysiologiske forsøket kan blant annet proteintilførselen til tarmen hos kyrne beregnes. Noen tall for dette er angitt i Tabell 19. Ellers henvises det til Kjos et al. (1996a).

Tabell 19. Proteintilførsel til tarmen i forsøket med fistulerte kyr, relative tall¹

	LEDD K	LEDD A	LEDD B
N-opptak, pr dag	100	102	101
N til tarm, korrigert for ammoniakk og endogent N	100	88	98
Bypass-N i tarm	100	88	94
Mikrobe-N i tarm	100	88	99
Aminosyrer til tarm	100	84	95

¹ Tallene er angitt i forhold til kontroll-leddet (LEDD K)

Tall fra Tabell 19 viser at det var om lag 15 % høyere daglig tilførsel av aminosyrer til tarmen når kyrne fikk ekspandert blanding med fiskeensilasje (Ledd B) sammenlignet med pelletert blanding med fiskeensilasje (Ledd A). Det var også antydning til høyere syntese av mikrobe-protein i vomma for Ledd B. Selv om tallene for AAT pr kg energikorrigert melk ved bruk av standard in sacco-metode var lavere for Ledd B enn for ledd A (Tabell 17), tyder disse vomfysiologiske undersøkelsene på at AAT pr kg kraftfôr øker ved ekspandering. Sammen med den forhøyede proteinprosenten i melka for Ledd B i melkekuforsøket, viste dette at ekspandering/ekstrudering er interessante metoder for å forbedre proteinverdien av kraftfôr med fiskeensilasje til drøvtyggere. Det er imidlertid vanskelig å konkretisere noen tall for proteinverdien av fiskeensilasje, ut over at fiskeensilasjen har vist seg å gi brukbare resultater til melkekyr når 10 - 13 prosent av det totale proteininnholdet i kraftfôret består av protein fra fiskeensilasje. Før utfyllende dokumentasjon foreligger her, bør en likevel fortsatt regne med at proteinet i fiskeensilasje blir fullstendig brutt ned i vom. Det vil imidlertid være aktuelt å arbeide videre med effekt av ekspandering/ekstrudering på kraftfôr med fiskeensilasje, for å avdekke eventuell virkning på nedbrytbarheten av fiskeensilasjprotein i vomma.

7.4 Konklusjoner fra forsøkene med fiskeensilasje i kraftfôr til melkekyr

Konklusjonene ved bruk av fiskeensilasje i kraftfôr til melkekyr kan oppsummeres i følgende punkter:

1. Innblanding av konsentrert fiskeensilasje i kraftfôr til melkekyr har gitt gode produksjonsresultater, og har ikke virket inn spesifikt inn på melkeytelse eller fett-, protein- og laktoseinnhold i melka. Det er blandet inn 60 g fiskeensilasje pr kg kraftfôr i forsøket.
2. Ekspanderbehandling av kraftfôr med fiskeensilasje resulterte i lavere fettprosent og høyere proteinprosent i melka, men hadde ingen effekt på melkeytelsen (energikorrigert melk).
3. De langkjedede omega-3 fettsyrene C20:5, C22:5 og C22:6 ble ikke overført fra fôr til melk i nevneverdig grad.
4. Opp til 70 - 75 g fiskefett pr dag i fôret til melkekyr har ikke påvirket melkas sensoriske kvalitet. I praksis bør imidlertid daglig tilførsel av fiskefett ikke overskride 50 g.
5. Ekspanderbehandling av kraftfôr med fiskeensilasje ser ut til å påvirke proteinverdien av fiskeensilasjen i gunstig retning. Det er imidlertid vanskelig å konkretisere verdier ut fra de utførte forsøkene.

8. POTENSIALE OG BEGRENSNINGER VED BRUK AV FISKEENSILASJE SOM FÔR I NORGE

8.1. Potensiale for anvendelse av fiskeensilasje som fôr i Norge

I Tabell 20 er det angitt tall for de mengdene fiskeensilasje det med nåværende kunnskap er realistisk å regne med at kan nyttes til fôr i Norge. Det kan være mulighet for økt unyttelsespotensiale i fremtiden, forutsatt at norsk husdyrproduksjon ikke blir vesentlig redusert.

Tabell 20. Potensiale for bruk av fiskeensilasje til husdyr i Norge

	Tonn kraftfôr	Estimert mengde konsentrert ensilasje ¹	Estimert mengde råensilasje ²
Verpehøns	150.000	9.000 t	27.000 t
Slaktekylling	49.000	3.000 t	9.000 t
Svin	270.000	16.000 t	48.000 t
Storfe	850.000	20.000 t	60.000 t
Sau ³	-	-	50.000 t
SUM	-	48.000 t	194.000 t

¹ Regna med en innblanding av 6% fiskeensilasjekonsentrat i kraftfôr til fjørfe og svin, og

2 - 3% innblanding i kraftfôr til drøvtyggere.

² Råensilasje regnes som 3 ganger mengden av konsentrat.

³ Råensilasje til sau er anslag på basis av prosjekt-beskrivelse for RUBIN-prosjektet "Lokal fôring av sau med råensilasje". Tallene er inkludert i sumkolonnen for estimert mengde råensilasje.

I tillegg kan en regne med at pelsdyrnæringen i Norge vil kunne ta unna ca. 15.000 tonn råensilasje, og dersom en også regner med fryselagrede fiskebiprodukter som blir brukt i pelsdyrnæringen, vil det totale potensialet for bruk av fiskebiprodukter i norsk pelsdyrnæring være ca. 30.000 tonn ved dagens produksjonsnivå. Totalt sett vil det derfor være potensiale for bruk av 250.000 tonn fiskebiprodukter i norsk husdyrproduksjon. I denne prognosen er fiskebiprodukter som blir brukt i fiskeoppdrettsnæringen ikke tatt med. I tillegg kommer dessuten omkring 30.000 tonn som eksporteres i frossen form.

8.2. Begrensninger knyttet til bruk av fiskeensilasje.

8.2.1 Kvalitet av ensilasjekonsentrat.

Kraftfôrindustrien fastsetter prisen de betaler for ensilasjekonsentratet etter protein-, fett- og vann-innhold. Det er funnet variasjon i kjemisk sammensetning av ensilasjekonsentrat som er levert til kraftfôrproduksjonen, og spesielt gjelder dette fettinnholdet. Dersom det ikke sikres et stabilt og moderat fettinnhold, samt stabilt protein- og tørrstoffinnhold i ensilasjen, vil dette kunne føre til redusert interesse hos kraftfôrindustrien for bruk av fiskeensilasje i kraftfôrblandingene. Også fettkvalitet og innhold av biogene aminer er viktige kvalitetsmål, som det vil være behov for mer kunnskap om. Et annet interessant område er proteinkvaliteten. Avfettet og konsentrert fiskeensilasje er i første rekke å betrakte som et proteinfôrmiddel, og det er derfor viktig for verdifastsetting av ensilasje at mest mulig er kjent om proteinkvaliteten. Forsøket med melkekyr er et ledd i denne prosessen, og det samme gjelder forsøket med mink for å bestemme fordøyelighet av de enkelte aminosyrene i fiskeensilasje. Selv om disse forsøkene har gitt viktige tilskudd når det gjelder kunnskap om proteinkvalitet, vil det likevel være behov for mer forskning innen området for ytterligere dokumentasjon av kvaliteten.

Det må legges vekt på fortsatt arbeid med kvalitetssikring når det gjelder fiskeensilasje, både med forskning på ulike kvalitetsmål og når det gjelder praktisk bruk.

8.2.2 Kan fett fra fiskeensilasje bidra til økt innhold av omega-3 fettsyrer i husdyrprodukter ?

Forsøkene har vist at det er mulig å påvirke innholdet av omega-3 fettsyrer i produkter fra enmagede dyr (gris og fjørfe) gjennom økt innhold av fiskefett i fôret. Hos drøvtyggere er situasjonen imidlertid annerledes. Det er her begrenset mulighet for å påvirke innholdet av omega-3 fettsyrer i produktene, på grunn av den omsetningen som skjer i vomma. Ulempen ved bruk av fiskefett i fôr til husdyr er fare for fiskesmak på produktene når det blir brukt i store nok mengder. I denne forbindelse er videre forskning på effekt av bruk av fiskefett i kombinasjon med ekstra dosering av E-vitamin i fôr av stor interesse. E-vitamin fungerer som en naturlig antioksidant i fôret og lar seg dessuten overføre fra fôr til husdyrprodukt, slik at det også vil ha antioksidant-virkning her. Det er derfor av interesse å gjennomføre forsøk med ulike nivåer av fiskefett og E-vitamin i fôret både til fjørfe og svin, for å se om en kan legge grunnlag for økt bruk av fiskefett gjennom økt tilskudd av E-vitamin.

I Tabell 21 er noen av begrensningene ved bruk av fiskeensilasje i fôr stilt sammen.

Tabell 21. Begrensninger og anbefalinger ved bruk av konsentrert fiskeensilasje (ensilasjekonsentrat) som fôr

	TEKNISKE BEGRENSNINGER	ANBEFALINGER FOR BRUK I FÔR		ANDRE BEGRENSNINGER
		ANBEFALTE GRENSER pr 1991	GRENSER ANBEFALT UT FRA FORSØKENE I PROSJEKTET ¹	
DRØV- TYGGERE	Opp til 8 - 10 % ensilasjekonsentrat kan blandes inn i kraftfôret. Høyere innblandingsprosent kan gi kraftfôr som er mindre lagringsstabil, på grunn av økt vanninnhold. Innblanding av mye ensilasjekonsentrat gjør fôret plastisk, og kan gi problem ved ekspansjon. Maksimal innblanding av ensilasjekonsentrat i kraftfôr vil med bakgrunn i dette antakelig være 6 - 8 %.	Melkekyr burde ikke få mer enn totalt 50 g fiskefett pr dag i fôret. Maksimum 2 % ensilasjekonsentrat i kraftfôr.	Opp mot 75 g rent fiskefett pr ku og dag er brukt uten uheldige utslag. Grensen på 50 g fiskefett pr ku og dag bør likevel fremdeles gjelde. ²	Kunnskap om den reelle næringsverdi av fiskeensilasje. I dag antas proteinverdien gitt som AAT å være lik 0. Fiskeensilasje brukes derfor som N-kilde i vom. Økt kunnskap om proteinverdi kan gi økt økonomisk verdi av ensilasjen.
FJØRFE	Opp til 8 - 10 % ensilasjekonsentrat kan antakelig blandes inn i kraftfôret. Høyere innblanding kan gi kraftfôr som er mindre lagringsstabil, på grunn av økt innhold av vann.	Maksimum 6 g fiskefett pr kg fôr til slaktekylling. Maksimum 8 g fiskefett pr kg fôr til verpehøns. Maksimum 2 % ensilasjekonsentrat i kraftfôr.	Mengde fiskefett pr kg kraftfôr må ikke overskride 8 g til slaktekylling og 10 g til verpehøns. ²	Fjørfekjøttbransjen har hatt mistanke om at fiskeensilasje kan gi smak på enkelte bearbejdede fjørfekjøttprodukter.
SVIN	Opp til 8 - 10 % ensilasjekonsentrat kan antakelig blandes inn i kraftfôret. Høyere innblanding kan gi kraftfôr som er mindre lagringsstabil, på grunn av økt innhold av vann.	Maksimum 1,2 g fiskefett pr kg kraftfôr brukt fram til slakting. Maksimum 2,4 g fiskefett pr kg kraftfôr brukt fram til 60 kg levendevekt. Maksimum 2 % ensilasjekonsentrat i kraftfôr.	Mengde fiskefett pr kg kraftfôr må ikke overskride 3 g ved bruk fram til slakting og 5 g når fôret blir brukt fram til 60 kg levendevekt. ²	Kunnskap om fordøyelighet av proteinfraksjon (blant annet aminosyrer) i tarm. Økt kunnskap om dette kan gi økt verdi av fiskeensilasje.

¹ I forsøket med melkekyr er det brukt 6 % ensilasjekonsentrat i kraftfôret. I forsøkene med fjørfe er det er det brukt enten 5 % eller 10 % ensilasjekonsentrat i fôret. I forsøket med slaktegris er det brukt 5 % ensilasjekonsentrat i kraftfôret. (Sannsynligvis vil det gå bra med bruk av opp mot 10 % ensilasjekonsentrat i kraftfôret). Ensilasjekonsentratet er brukt med godt resultat i alle disse forsøkene.

² De anbefalte grensene for innhold av fiskefett er basert på gode sikkerhetsmarginer. I hvilken grad disse grensene kan økes over tid vil være avhengig av erfaringer over tid og av fremtidige forsøk.

9. REFERANSER

- Bakker, N. P. M. 1994. Biogenic amine threat in high protein feed. *Feed Mix* 2:7-11.
- Harstad, O.M. 1992. Nytt proteinvurderingssystem for drøvtyggere. Husdyrforsøksmøtet 1992. Statens Fagteneste for Landbruket (SFFL) - FAGINFO Nr. 13, 1992:555-560.
- Kjos, N. P., Herstad, O. og Skrede, A. 1995a. Fiskeensilasje og fiskefett i kraftfôr til slaktekylling. I. Effekt på tilvekst, fôrforbruk og slaktekvalitet. Rapport nr. 2 fra RUBIN-prosjektet «Fiskebiprodukter i kraftfôr til husdyr», Institutt for husdyrfag, Norges landbrukshøgskole (NLH).
- Kjos, N. P., Herstad, O. og Skrede, A. 1995b. Fiskeensilasje og fiskefett i kraftfôr til slaktekylling. II. Oppfølgingsforsøk over tilvekst og fôrforbruk. Rapport nr. 3 fra RUBIN-prosjektet «Fiskebiprodukter i kraftfôr til husdyr», Institutt for husdyrfag, NLH.
- Kjos, N. P., Herstad, O. og Skrede, A. 1995c. Fiskeensilasje og fiskefett i kraftfôr til verpehøns. Rapport nr. 4 fra RUBIN-prosjektet «Fiskebiprodukter i kraftfôr til husdyr», Institutt for husdyrfag, NLH.
- Kjos, N.P., Manda, T. and Wicklund, T., 1993. Protection of fish silage protein against degradation in the rumen by extrusion processing of concentrate mixtures containing fish silage. Inlegg på det 44. årlige møtet i EAAP (European Association of Animal Production), Århus, Danmark, 16. - 19. august 1993.
- Kjos, N. P. og Skrede, A. 1995. Fiskeensilasje og fiskefett i kraftfôr til slaktesvin. Effekt av konsentrert, avfettet ensilasje på tilvekst, fôrforbruk og slaktekvalitet. Rapport nr. 5 fra RUBIN-prosjektet «Fiskebiprodukter i kraftfôr til husdyr», Institutt for husdyrfag, NLH.
- Kjos, N. P., Sæther, M. og Skrede, A. 1996a. Fiskeensilasje og fiskefett i kraftfôr til melkekyr. Rapport nr. 6 fra RUBIN-prosjektet «Fiskebiprodukter i kraftfôr til husdyr», Institutt for husdyrfag, NLH.
- Kjos, N. P., Skrede, A. og Arntzen, J. P. 1996b. Bruk av lokalprodusert fiskeensilasje som fôr til slaktesvin. Rapport nr. 1 fra RUBIN-prosjektet «Lokal bruk av fiskeensilasje som fôr til sau og svin i Vesterålen», Institutt for husdyrfag, NLH og BIPRO Landbruk, Vesterålen Næringscenter.
- Krogdahl, Å. 1985a. Fish viscera silage as a protein source for poultry. II. Experiments with meat-type chickens and ducks. *Acta Agriculturae Scandinavica* 35:24-32.
- Krogdahl, Å. 1985b. Fish viscera silage as a protein source for poultry. I. Experiments with layertype chicks and hens. *Acta Agriculturae Scandinavica* 35:3-23.
- Skrede, A. and Kjos, N.P. 1995. Digestibility of amino acids in fish silage. VII Symposium om Protein Metabolism and Nutrition, May 24 - 27 1995, Portugal.
- Aas, T. 1982. Fiskesloensilasje som fôr til svin. Aktuelt fra Statens fagteneste for landbruket (Husdyrforsøksmøtet), nr. 1, 1982:505-511.