

FISKERIDIREKTORATETS SKRIFTER  
SERIE TEKNOLOGISKE UNDERSØKELSER

Vol. IV. No. 9 — 1965

*(Reports on Technological Research concerning Norwegian Fish Industry)*

*Published by the Director of Fisheries*

---

Fóringsforsøk med sildemel tilsatt  
di-tert-butyl-p-hydrokxy-toluen (BHT) og med rasjoner  
med og uten E-vitamin til slaktegriser

*Feeding experiments with herring meal treated with di-tert-butyl  
p-hydroxy toluene (BHT) and with  
rations with and without vitamin E for bacon pigs*

Felles melding fra

*Joint report from*

HARALD HVIDSTEN, HARALD ASTRUP

Norges Landbrukshøgskole  
*The Agricultural College of Norway*

LARS AURE

Fiskeridirektoratets Kjemisk-Tekniske Forskningsinstitut  
*The Norwegian Fisheries Research Institute*

A.S JOHN GRIEGS BOKTRYKKERI, BERGEN

## INNHOOLD

	Side
Forord . . . . .	5
I. Innledning. . . . .	7
II. Gjennomføring av forsøkene . . . . .	8
III. Forsøksplan og resultater for de enkelte forsøk . . . . .	12
1. Forsøk 1 (februar—august, 1957) . . . . .	12
a. Forsøksplan . . . . .	12
b. Føring og tilskudd . . . . .	13
c. Resultater . . . . .	15
2. Forsøk 2 (juni—desember, 1958). . . . .	20
a. Forsøksplan . . . . .	20
b. Føring og tilskudd . . . . .	20
c. Resultater . . . . .	21
3. Forsøk 3 (mars—november, 1959) . . . . .	23
a. Forsøksplan . . . . .	23
b. Føring og tilskudd . . . . .	27
c. Resultater . . . . .	29
IV. Sammenfatning og diskusjon . . . . .	33
V. Sammendrag . . . . .	38
VI. Summary . . . . .	39
VII. Hovedtabell . . . . .	40
VIII. Litteratur . . . . .	42



## FORORD

Sildemelindustrien har vært interessert i tilsetning av antioksydanter til sildemelet for å unngå oksydasjon og varmgang under lagringen.

Direktør E. HEEN foreslo i 1955 å ta opp en bredt anlagt undersøkelse over tilsetning av antioksydanter til sildemel med samarbeide mellom Fiskeridirektoratets Kjemisk-Tekniske Forskningsinstitutt, Sildolje- og Sildemelindustriens Forskningsinstitutt og Landbrukshøgskolens Foringsforsøk. Oppgavene for vårt institutt skulle da være å sammenligne sildemel med og uten antioksydanter i foringsforsøk med svin. Denne melding behandler resultatene fra de forsøk som i 1957—61 ble utført for å belyse dette spørsmål. Den ene av forfatterne, magister Astrup, var inntil 1958 medarbeider ved Sildolje- og Sildemelindustriens Forskningsinstitutt.

På vegne av Landbrukshøgskolens Foringsforsøk takker jeg de to andre institutter for godt samarbeide i planleggelsen og utførelsen av forsøkene.

Landbrukshøgskolen, august 1963.

*Knut Breirem*



## I. INNLEDNING

Fórmidler av marin opprinnelse har her i landet lenge vært ansett som et utmerket proteintilskudd til griser, men man var også tidlig oppmerksom på den uheldige virkning de kunne ha på fleske kvaliteten. Spørsmålet ble behandlet av TUFF (1912), og fra samme tid var det gjenstand for systematiske undersøkelser av ISAACHSEN *et. al.* (1919, 1925 og 1927). Alt i disse arbeider ble gulfarging og smakseil i flekk fra dyr som er foret med sildeprodukter satt i forbindelse med fettinnholdet og med oksydasjonen av de umettede fettsyrer. Det ble funnet at mengden av sildefett var avgjørende for kvalitetsforringelsen. I 1938 ga HUSBY (HUSBY og HAUG, 1938) en oversikt over et omfattende forsøksmateriale og kom til at et innhold i rasjonen av 25—30 g fett fra fisk ga uheldig virkning på fleskets farge, fasthet og smak i fersk vare, og at fettmengder på over 10—15 g pr. dag kunne gi skadevirkning på lagrede varer. BREIREM (1951 og 1952) setter på grunnlag av norske, tyske og hollandske forsøk 15 g fett pr. dag i sildemel som øvre grense for å unngå uheldige virkninger på fleske kvaliteten. HVIDSTEN & HUSBY (1955) fant heller ikke noen avgjørende uheldig effekt av å gi opptil 15 g fett i sildemel. LAKSESVELA (1960a) har funnet at et gjennomsnittlig innhold på 6—8 g fett fra sildemel (petroleter-ekstrakt) har gitt merkbar virkning på fleske kvaliteten.

Det er kjent at fett i sildemelet går igjennom en oksydasjonsprosess etter framstillingen. Særlig i helmel kan denne oksydasjonen i nylaget mel bli så voldsom at den gir varmgang og nedsatt melkvalitet (ASTRUP, 1957). Det ble funnet at denne varmgang kunne forhindres ved tilsetning av antioksydanter under framstillingen, og en slik tilsetning ga mel med pen konsistens og farge.

Før denne type av mel ble markedsført, var Fiskeridirektoratets Kjemisk-Tekniske Forskningsinstitutt og Sildolje- og Sildemelindustriens Forskningsinstitutt interessert i å få melet omfattende utprøvd i foringsforsøk, og innledet et samarbeid med Landbrukshøgskolen om gjennomførelse av de forsøk som legges fram i dette arbeid.

Etter erfaringer bl.a. fra de arbeider som er nevnt ovenfor, ble det forutsett at det genuine fett i sildemel tilsatt antioksydant muligens ville ha en uheldigere virkning på fleske kvaliteten enn oksydert fett

i vanlig sildemel. I forsøkene ble det derfor lagt særlig vekt på å undersøke virkningen på fleske kvaliteten. I den forbindelse ble det også besluttet å ta med tilsetning av E-vitamin til foret som et eget forsøksledd. Det var tidligere vist i flere forsøk med kyllinger (referert av LAKSEVELA 1960b) at en E-vitamintilsetning til foret hadde en gunstig virkning på slaktens kvalitet og holdbarhet. CARPENTER & LUNDBERG (1949), ROBINSON & COEY (1951), GARTON & DUNCAN (1954) og HOVE & SEIBOLD (1955) hadde vist at denne virkning av E-vitamintilskudd i høy grad også gjorde seg gjeldende for fleskekvaliteten, særlig når foret inneholdt store mengder umettet fett. Etter at våre forsøk ble satt i gang, er dette bekreftet av DAMMERS *et. al.* (1958), ZAEHRINGER *et al.* (1959) og LEAT (1961).

## II. GJENNOMFØRING AV FORSØKENE

*Forsøksdyra* i alle forsøk ble skaffet til veie ved eget oppdrett. Etter avvenning i 8-ukers alderen ble det fra hvert smågriskull tatt ut en eller flere blokker à 4 dyr. Til en blokk ble det bare tatt griser av samme kjønn, og ellers ble det særlig lagt vekt på at alle dyr var friske, og at levendevekt og tilvekst de siste 8—14 dager var så ensartet som mulig. Dyr innen blokken ble fordelt tilfeldig på forsøksledd. Alle forsøk er utført i Fóring-forsøkernes grisehus.

Under forsøket ble hver blokk plasert i en egen bingehvor grisene gikk sammen utenom etetidene. Under fóring ble de stengt inne i hver sin bås og først sluppet ut når alle dyr i bingen hadde konsumert sin rasjon.

*Fóring.* Det ble fóret to ganger om dagen, og det ble bare brukt kraftfórblandinger og vann. Kraftfóret ble veidd opp daglig og gitt tørt. Etter fóring ble det vatnet i krybbene, og det ble gitt det grisene ville drikke.

Tildeling av fóret ble basert på instituttets norm for fórenheter og protein (C-norm, se VADLA *et al.* 1957). Hvert dyr ble fóret individuelt, men ved den ukentlige justering av fórmengdene fikk alle dyr i en blokk beregnet sitt fóret etter blokkens gjennomsnittsvikt. Det ble regnet med følgende norm:

30 kg lev. vekt	1,27 f.f.e.	200 g ford. råprot.
40 kg - -	1,60	227 g - -
50 kg - -	1,93 -	250 g - -
60 kg - -	2,25 -	250 g - -
70 kg - -	2,56 -	250 g - -
80 kg - -	2,87 -	250 g - -
90 kg - -	3,18 -	250 g - -



I *forsøk 1* ble det som grunnfôr til alle dyr gitt en kullhydratfôrblending som besto av 30% byggørp, 30% maisørp, 30% manioka og 10% hvetegrís. Som proteintilskudd ble det i kontrollgruppa gitt et sildemel (7a) uten antioksydanttilsetning, og i forsøksgruppa et mel tilsett BHT (9b).

I *forsøk 2 og 3* ble det brukt en kullhydrat- og en proteinfôrblending av standardtype. Som kullhydratfôrblending ble det brukt en handelsblending som inneholdt 50% byggørp, 32% durrørp, 12% havrerørp, 5% hvetegrís og 1% mineralnæring for svin og fjørfe. Proteinfôrblendingene ble laget her, og inneholdt 10% byggørp i forsøk 2, 10% maisørp i forsøk 3. Ellers inneholdt blendingene i begge forsøk 17% durrørp, 20% hvetegrís, 8% soyamel, 3,5% grasmel, 0,5% vitamin A- og D-konsentrat, 6% mineralblending for svin og fjørfe og 35% av vedkommende forsøkssildemel. I forsøk 3 ble det i kontrollgruppa gitt tørket skummet mjølk istedenfor sildemel.

Sammensetning og beregnet fôrverdi i de fôrmidler som er brukt i forsøkene er gjengitt i hovedtabell I (s. 40).

Forsøksdyra ble sendt til slakt blokkvis når blokkens gjennomsnittsvekt var nær opp til 90 kg. På slaktedagen fikk de ikke mat. De ble veidd om morgenen ved avsendelsen og slaktet ved middagstider. Etter slakting ble skrottene som regel hengt i kjølerom i ett døgn før det ble foretatt spekkmåling og skjønnsmessig bedømmelse av slaktekvaliteten. Til jodtall- og smeltepunktbestemmelse ble det på vanlig måte tatt prøver av ryggspekket. Etter oppstyking av slaktene ble baconsidene delt i 3 deler. Av disse 6 deler av hver gris ble:

1. En prøve benyttet til kjemiske analyser ved vårt eget laboratorium. De ble samme dag brakt til Ås og oppbevart i fryseboks til de ble analysert de nærmeste dager.
2. En prøve ble frosset ned med kullsyreis og sendt til Fiskeridirektoratets Forskningsinstitut i Bergen for analyser.
3. De resterende 4 prøver ble straks brakt til Statens Forsøksvirksomhet i Husstell, Stabekk. En av disse ble oppbevart i kjøleskap inntil smaksbedømmelse kunne foretas i løpet av de nærmeste dager. En av prøvene ble lagt i baconlake i et emaljert eller glasert kar for hver prøve i kjølerom i en uke. Det ble brukt samme vektmengde saltlake og flek. Laken besto av 10 l vann, 1830 g salt, 50 g sukker, 20 g salpeter + 1 l brukt lake. Etter saltingen ble prøvene vannet og vasket, tørket natten over ved 30–35° C og hengt i et nordvendt, luftig rom i 1 uke ved 20° C før smaksbedømmelsen ble foretatt.

De to siste prøvene ble straks dypfrosset og oppbevart ved ca. –20° C i henholdsvis 4 og 8 måneder. En del av disse prøver ble

brukt til smaksbedømmelse, en del til kjemiske analyser etter den fastsatte lagringstid.

Smaksbedømmelsen ble utført ved Statens Forsøksvirksomhet i Husstell, Stabekk. Denne institusjon har knyttet til seg og øvd opp en gruppe av husmødre til smaksbedømmelse av matvarer.

Smaksbedømmelsene blir utført etter triangelmetoden. Den består i at hver smaksdommer får utlevert 3 kodede prøver om gangen, og av disse er 2 like. Smaksdommeren skal gi svar på 1) hvilke av de to prøver som er like og 2) om det er bismak på noen av dem og eventuelt karakterisere den nærmere. Hver triangelprøve ble bedømt av 5 dommere som arbeidet uavhengig.

Som regel var det i hvert triangel med en standardprøve fra en gris føret slik at det ikke skulle ventes noen førsmak på flesket. Når en slik standardprøve ikke kunne skaffes, ble prøver av en gris på kontrollføring og med E-vitamintilskudd brukt som standard.

Dommerne ga sin egen karakteristikk av den bismak de eventuelt fant, og på grunnlag av denne ble bismaken gradert fra 1 til 3, hvor 1 betyr svak bismak, 2 tydelig og 3 sterk bismak. Når det ikke ble funnet bismak fikk prøven 0 poeng. Hver dommer ga sine egne poengtall. Da det alltid var 5 dommere, blir maks. antall poeng for bismak 15 poeng pr. prøve.

Hvis vedkommende dommer ikke har kunnet parre sammen de to riktige prøver av de tre i triangelprøven, ble det for denue dommer gitt 0 poeng selv om det er funnet bismak.

Poengtallet for de enkelte prøver er behandlet statistisk på vanlig måte.

#### *Kjemiske metoder.*

De kjemiske oksydasjonsbestemmelser er utført på utsmeltet fett. Spekkprøven ble skåret i biter og malt på kjøttkvern, og massen ble overført til begerglass. Glassene fikk en kort gjennomlufting med kullsyre, ble forseglet med aluminiumsfolie og oppvarmet i vannbad ved 90° i en time. På denne tiden var proteinet koagulert, og fettene kunne siles fra gjennom hull som var prikket i folien.

*Peroksyder.* Bestemmelsen av peroksyder er utført etter LEA med utmålte prøver på ett gram av fleskefettet.

*Aldehyder.* Tiobarbitursyre-, eller TBA-testen, som er nyttet, er en sensitiv aldehydtest. Det er en test som i de senere år har fått en utstrakt anvendelse. Til vurdering av flekk er den tatt i bruk av ASKØE & MADSEN 1954, TURNER *et al.* 1954, DAHL 1956, ZAEHRINGER *et al.* 1958 og AREFJORD 1960. Metoden utmerker seg framfor andre aldehydmetoder ved

at fargeutviklingen foregår i et heterogent system, og at reaksjonsproduktene er løselige i vann. Det er nyttet samme reagenser som av ASKØE og MADSEN, men prøven er ellers tilpasset i detaljene.

Til  $2 \times 4$  glass i utvalg av reagensglass 15/16 /160 (lysvei 13,0 mm) ble det målt ut 0,2 g fett fra hver fleskeprøve, og 5 ml reagensblanding. Fargeutviklingen ble målt etter en time i kokende vannbad — direkte på reagensglassene — ved 535 millim. De avleste fargeverdiene (density  $\times 100$ ), korrigert for blindverdier, er tatt som mål for aldehyddannelsen.

Prøven er repetert flere ganger i induksjonsperioden, og den endelige verdi er interpolert for to døgn ved 55° C. Sammenlignet med peroksydbestemmelsen, er TBA-reaksjonen informativ i induksjonsperioden, mens peroksydene gir påliteligere opplysning om harskningsgrensen og oksydasjonen i den deretter følgende tid. Fargestyrken øker raskt i det oksyderende svinefett, men øker mindre raskt når harskningen for alvor setter inn med økning i peroksydtallet.

*Induksjonsperioden.* Den tid det tar for å bringe en fettprøve til harskhetsgrensen ved oksydasjon, er her målt som tid i dager ved 55°, for å nå et peroksydtall på 20. Fettet, 20 g, ble fylt på et 25 ml, 3 cm, begerglass, og 1 g prøver ble trukket til analyse hver annen dag.

Sammenlikner man tallene som man oppnår på denne måten, uttrykt i døgn, med resultatene vi finner for AOM-metoden, gitt i timer, vil de gjennomsnittlig utgjøre 4/3 av sistnevnte.

AOM-metoden er i bruk i Roskilde og er beskrevet av JØRGENSEN (1957). Våre metoder er basert på en akselerasjon ved 55° i varmeskap, slik som det er praktisert ved Scans laboratorier (DAHL 1958). Viktige forskjeller i andre detaljer tillater imidlertid ingen direkte sammenlikning med våre tall. Analyseresultatene er oppnådd ved bruk av et av laboratoriets varmeskap. Et annet skap som vi prøvet — ved samme temperatur — ga signifikant høyere verdier.

*Fodtallet* er etter Institutt for Landbrukskemi, metode nr. 149, etter HÜBL, og er bearbeidet av SCHMIDT-NIELSEN og OWE (1923).

*Vitamin E.* Vitaminet ble analysert i etanol med EMMERIE ENGELS reagens på den uforsåpbare delen av det utsmeltete fleskefettet, samt på den homogeniserte leveren. Rensing med Floridin etter KJØLHEDE ga ingen endring i resultatene for svinefett. Forsåpningen og ekstraksjonen er utført etter BRO-RASMUSSEN og HJARDE (1957).

*Vitamin A i lever.* Analysen er utført i kloroform med CARR-PRICE reagens på den uforsåpbare delen av den homogeniserte leverprøven, med framgangsmåte beskrevet av DAVIES 1933.

Det ble korrigert for karotin ved beregningen.

*Mineralanalyser i serum.* Kalsium ble titrert i 1 ml prøver ved pH

10,0—10,5 med etylendiamineddiksyre og med ammoniumpurpurat som indikator. Anorganisk fosfor er bestemt kolorimetrisk med ammonium molybdat og hydrokinon.

*Fett i sildemel* er bestemt ved varm ekstraksjon med etyleter i soxhlet-apparat i 18 timer. Resultatene med denne metoden gir et uttrykk for mengden av lipoider i sildemelet.

I et vellagret sildemel vil det mest aktive fett (reaktive polyensyrer) i stor utstrekning være nøytralisert ved oksydasjon. Oksydasjonen betyr omdanning av dette fett, og det omdannede fett er lite ekstraherbart, selv med bedre løsningsmidler enn eter. (ASTRUP 1954, CROWO 1961). En forandring i analyseverdiene må man derfor vente, etterhvert som lagring og oksydasjon skrider fram. Nedgang i ekstraherbart fett kan tas som et kvantitativt uttrykk for oksydasjonen.

### III. FORSØKSPLAN OG RESULTATER FOR DE ENKELTE FORSØK.

#### 1. Forsøk 1 (februar—august 1957).

##### a. Forsøksplan.

Hensikten med forsøket var i første rekke å foreta en sammenlikning mellom vanlig sildemel og sildemel tilsatt antioksydanten ditert.-butylp-hydroxy toluen (BHT), særlig når det gjaldt virkningen på fleskekviliteten. Tilsetning av E-vitamin og tran, eller et A- og D-vitaminkonsentrat, ble tatt med som egne forsøksspørsmål. Disse faktorer ble kombinert i en faktoriell plan, og med 4 gjentak av de 8 forsøksledd ble forsøket utført med 32 dyr på individuell fóring. Av de 16 dyr med A- og D-vitamintilskudd fikk 8 tilskuddet som tran, 8 som A- og D-konsentrat.

Alle 4 gjentakelser ble utført med følgende blokkfordeling (COCHRAN & Cox, 1957, s. 234, plan 6.6.) hvor romertall angir blokknummer:

	Uten E-vitamin		Med E-vitamin	
	7A	9B	7A	9B
Sildemel .....				
Uten A- og D-vitamin .....	I	II	II	I
Med A- og D-vitamin .....	II	I	I	II

Forsøket ble utført i tiden februar—august 1957. Det forløp normalt og alle dyr var friske når unntas et par dyr (på sildemel 7A med E-vitamin og uten A- og D-vitamintilskudd) som hadde høg temperatur og dårlig appetitt i noen dager. Dette hadde ingen vesentlig betydning for tilveksten.

## b. Fóring og tilskudd.

Grunnfórets sammensetning er nevnt tidligere. Fórmengder og fórets innhold på ulike vekttrinn går fram av tabell 1.

Tabell 1. Daglige fórrasjoner og innhold i fóret ved ulike vekttrinn. Forsøk 1. *Daily ration and content of nutrients at 10 kg weight intervals. Exp. 1.*

Vekt kg	Fórmengder pr. dyr og dag			Rasjonens innhold av			
	Kullh.- kraftfór kg	Silde- mel g	F.f.e.	Ford. råprot. g	Ca g	P g	Fett fra sildemel g
20	0,63	200	0,92	174	4,08	5,87	12,2
30	0,94	220	1,27	206	4,64	7,22	13,4
40	1,22	245	1,61	239	5,27	8,58	14,9
50	1,52	250	1,95	259	5,54	9,62	15,3
60	1,85	220	2,27	257	5,18	10,06	13,4
70	2,18	190	2,60	255	4,83	10,51	11,6
80	2,49	160	2,89	252	4,46	10,89	9,8

  

Live weight, kg	Feed, per head daily			In the ration			
	Carbo- hydrate mixture kg	Herring meal g	Feed units F.f.u.	Digest. crude protein g	Ca g	P g	Fat from herring meal g

Innholdet er beregnet i en rasjon med kontrollsildemel (7A). Opp-  
tatte mengder og innhold i fóret i gjennomsnitt pr. dyr og dag i forsøks-  
perioden er gjengitt i tabell 2.

Innholdet av fordøyelig råprotein i rasjonene var i gjennomsnitt  
233 g. Ved en feil ble det ikke gitt tilskudd av kalsium og det gjennom-  
snittlige innhold i rasjonene var bare 4.8 g pr. dag. Innholdet av Ca og  
P i serum var imidlertid normalt (tabell 5).

Begge typer av forsøksmel ble fremstilt ved Eggesbønes Sildolje-  
fabrikk i storsildsesongen 1957, og er nærmere beskrevet av AURE, 1958.  
Kontrollsildemelet — 7A — var helmel tørket ved 1-trinnstørking i  
gjennomfyringstørke, uten antioksydant. Sildemel 9B var helmel tørket  
ved 1-trinnstørking i dampstørke. Antioksydanten BHT ble tilsatt press-  
kaken før tørken (0.03 g/100 g) samt til melet før møllen (0.03 g/100 g).  
Det er funnet at det BHT som ble tilsatt før tørken, fordampes og for-  
svinner. Etter 10—12 mndr. lagring ble det i 9B funnet 0.0065 g BHT/  
100 g.

I sildemel 9B ble det funnet 36.5  $\gamma$  A-vitamin pr. g fett eller 3,0  $\gamma$   
pr. g sildemel. I sildemel 7A kunne det ikke påvises A-vitamin.

Ved Institutt for Industriell Kjemi ved Norges Tekniske Høgskole  
ble det funnet dette innhold av polyensyrer i % av total fettsyrer (s.15):

Tabell 2. Daglige forrasjoner og innhold i foret i gjennomsnitt for forsøksperioden. Forsøk 1. *Average composition of daily ration. Exp.1.*

Forsøksledd	Sildemel		E-vitamin-tilskudd		A- og D-vitamin-tilskudd		A- og D-vitamin-tilskudd gitt som:	
	-BHT (7A)	+BHT (9B)	Nei	Ja	Nei	Ja	Tran	Kons.
Antall dyr <i>No. of animals</i> .....	16	16	16	16	16	16	8	8
Forsøksdager <i>Days in experiment</i> .....	112	112	112	112	112	112	112	112
Kullhydratforbland., <i>Grain mixture</i> kg .....	1.55	1.56	1.56	1.55	1.55	1.56	1.56	1.56
Sildemel <i>Herring meal</i> g .....	212	213	212	213	212	214	213	214
Fett i sildemel, <i>Fat in herring meal</i> g .....	13.0	18.4	15.7	15.6	15.6	15.7	15.6	15.8
Fórenheter (f.f.e.) <i>Feed units (f.f.u.)</i> .....	1.93	1.95	1.95	1.93	1.93	1.95	1.95	1.95
<i>Treatments</i>	Herring meal		Vitamin E supplement		Vitamin A and D supplement		Vitamin A and D supplement given as	
	-BHT (7A)	+BHT (9B)	No	Yes	No	Yes	Codliver oil	Cons.

	Heksaen	Pentaen	Tetraen	Trien	Dien
7A	1.7	1.3	1.2	2.3	2.4
9B	10.9	6.8	2.6	1.7	2.6

Oksydasjonen av sildemelet omfatter således særlig heksaen- og pentaensyrene.

*E-vitamintilskuddet* var et molekylardestillert d-alfa-tokoferyl-acetat fra Johan C. Martens & Co. Det var oppgitt å inneholde 476 i.e. E-vitamin (350 mg d-alfa-tokoferylacetat) pr. g, og det er bare regnet med dette selv om det også inneholdt en del andre tokoferoler. Av preparatet ble det gitt 105 mg pr. dyr og dag (50 i.e. E-vitamin). Dyr med tilskudd av E-vitamin fikk i alt 5600 i.e. E-vitamin i forsøksstida.

*Tranen* var en vanlig fórtran med et garantert innhold av 700 internasjonale enheter A- og 70 i.e. D-vitamin pr. g. Det ble gitt 5 g pr. dyr og dag, eller i alt 560 g pr. dyr.

A- og D-vitaminkonsentratet var et granulat (Stjernegrannulat fra Martens & Co.) med 1400 i.e. A og 140 i.e. D pr. g, og det ble gitt 2,5 g pr. dyr og dag, eller i alt 280 g/dyr.

### c. Resultater.

Data for tilvekst, fórutnyttelse, smaksbedømmelser og analyser ved gruppering av materialet etter forsøksledd er gjengitt i tabell 3.

*Tilveksten* er korrigert til en slakteprosent på 75. Den ligger noe i underkant av det normale.

Det er ikke oppnådd sikker forskjell i tilvekst for noen av hovedgrupperingene. Tilskudd av A- og D-vitamin (som tran eller konsentrat) har gitt en tendens til økning av tilveksten (gj.sn. 598 g/dag ved tilskudd, og 572 g/dag uten), men forskjellen er ikke sikker innen 5%-grensen ( $F = 3,72$ , mens den for  $P = 0,05$  er 4,41).

*Fórutnyttelsen* forholder seg på lignende måte som tilveksten, men forskjellen med og uten A- og D-vitamin er noe mindre enn for tilvekst.

Slakteprosent og ryggspektykkelse er ikke påvirket, heller ikke innholdet av kalsium og fosfor i serum. Ved den skjønnsmessige bedømmelse er det ikke funnet utslag på flekkets farge. Poengtallet for flekkets fasthet er (innen 1%-grensen) signifikant mindre ved tilskudd av tran enn ved tilskudd av A- og D-konsentrat. Ellers er det ikke funnet noen virkning på flekkets fasthet.

*A-vitamininnholdet* i leveren er økt ved bruk av sildemel med BHT (9B) i forhold til sildemel uten antioksydant (7A), og tilskudd av A- og

Tabell 3. Gjennomsnittresultater for alle forsøksledd ved gruppering av materialet etter sildemelkvalitet og vitamintilskudd i forsøk 1. *Average results for all treatment when material is grouped according to quality of herring meal and to vitamin supplement. Exp. 1.* (See also table for English terms).

Gruppering etter	Sildemel		E-vitamintilskudd		A- og D-vitamintilskudd		A- og D-vitamin-gitt som:	
	7A (uten BHT)	9B (med BHT)	Nei	Ja	Nei	Ja	Tran	Kons.
Antall dyr <i>No. of animals</i> .....	16	16	16	16	16	16	8	8
Begynnelsesvekt <i>Initial weight, kg</i> .....	21.6	22.1	22.0	21.7	22.8	20.9	20.7	21.0
Sluttvekt <i>Final weight kg</i> .....	88.8	90.5	90.1	89.2	89.4	89.9	89.6	90.1
Slakteprosent <i>Dressing percentage</i> .....	73.5	73.2	73.5	73.2	73.5	73.2	73.6	72.8
Tilvekst pr. dag, korr. <i>Gain per day, corr. g</i> .....	584	585	592	578	572	598	602	594
F.f.e. pr. kg korr. tilv. <i>F.f.u. per kg corr. gain</i> .....	3.31	3.33	3.29	3.34	3.37	3.26	3.24	3.28
Ryggspektykkelse <i>Fat, thickness mm</i> .....	32.9	32.5	32.8	32.7	32.3	33.1	33.5	32.8
Fleskets fasthet, poeng <i>Fat, firmness, scores</i> .....	11.5	11.9	11.5	11.8	11.5	11.9	11.4	12.3 <sup>b</sup>
Fleskets farge, poeng <i>Fat, colour, scores</i> .....	11.9	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0	11.8	12.1
Ca i serum, <i>Ca in serum, mg/100 ml</i> .....	10.9	11.0	11.0	10.9	11.1	10.9	10.9	10.9
P i serum, <i>P in serum, mg/100 ml</i> .....	10.5	10.9	10.8	10.6	10.5	10.9	10.8	10.9
Vitamin A i lever, <i>Vitamin A in liver, y/g</i> .....	5.6	11.3 <sup>c</sup>	7.7	9.2	4.8	12.2 <sup>c</sup>	13.4	10.9
S m a k s b e d ø m m e l s e r :								
Smaksbedømmelser: <i>Grading by flavour:</i>								
Antall dyr med smaksfeil <i>No. of animals with off-flavour:</i>								
I fersk fleisk <i>In fresh pork</i> .....	2	13	8	7	6	9	5	4
I bacon <i>In bacon</i> .....	6	12	9	9	10	8	4	4
I fryselagret, 4 mndr. <i>In frozen pork 4 months</i> .....	9	16	14	11	14	11	6	5
I fryselagret, 8 mndr. <i>In frozen pork, 8 months</i> .....	11	16	14	13	13	14	8	6
Poeng for smaksfeil <i>Scores for off-flavour:</i>								
I ferskt fleisk .....	0.25	4.00 <sup>c</sup>	2.69	1.56	1.38	2.88 <sup>a</sup>	3.12	2.63
I bacon .....	1.81	5.19 <sup>a</sup>	4.88	2.13 <sup>a</sup>	3.50	3.50	2.75	4.25
I fryselagret, 4 mndr. ....	2.25	6.13 <sup>b</sup>	3.75	4.63	4.50	3.88	4.75	3.00
I fryselagret, 8 mndr. ....	3.19	8.19 <sup>b</sup>	5.50	5.88	5.69	5.69	6.88	4.50



Analyser av spekk <i>Analysis of pork fat:</i>								
Jodtall i ryggspekk <i>Iodine value in back fat</i> . . . . .	60.6	64.3c	62.7	62.2	62.5	62.4	64.2	60.5a
Smeltepunkt i ryggspekk <i>Melting point in back fat</i> .	38.9	40.5	39.0	40.5	39.4	40.0	38.7	41.2
Induksjonsperiode i døgn ved 55° C <i>Induction period in days at 55° C:</i>								
I ferskt fleisk . . . . .	5.28	3.63a	3.50	5.40a	4.16	4.74	3.83	5.65
I bacon . . . . .	0.79	0.60	0.42	0.98	0.89	0.50	0.48	0.53
I fryselagret, 4 mndr. . . . .	5.70	4.24b	3.82	6.12c	5.08	4.86	3.86	5.85a
I fryselagret, 8 mndr. . . . .	5.85	4.63c	4.13	6.04c	5.46	4.99	4.85	5.14
Aldehydtall, (TBA): <i>Aldehyde value:</i>								
I ferskt fleisk . . . . .	21.3	35.3c	35.3	21.2c	29.5	26.9	32.0	21.8
I bacon . . . . .	34.3	45.5c	42.7	37.2b	39.6	40.1	39.0	41.3
I fryselagret, 4 mndr. . . . .	13.7	26.0c	25.2	14.5c	19.2	20.5	24.1	16.8
I fryselagret, 8 mndr. . . . .	13.0	22.7c	22.7	13.0c	17.5	18.7	20.4	15.9

a, b og c angir at forskjellen mellom gruppene er sikker på henholdsvis 5, 1 og 0.1% nivået. *a, b, and c = significant between groups at 5, 1 or 0.1% level respectively.*

D-vitamin har også gitt sikker økning. Forskjellen ved bruk av tran eller A- og D-vitaminkonsentrat kan være helt tilfeldig. Det er en svak tendens til økning ved tilskudd av E-vitamin, men den er langt fra sikker.

*Smaksfeil.* For alle fire typer av prøver ble det funnet et større antall dyr med smaksfeil blant de som var føret med sildemel tilsatt BHT enn de som hadde fått kontrollsildelemelet uten BHT. Vitamintilskuddene har ikke gitt utslag i antall dyr med smaksfeil.

Sildemel med BHT har også for alle fire typer av prøver gitt flere poeng for smaksfeil enn sildemel uten BHT. Forskjellen er i alle tilfelle statistisk sikker. Tilskudd av E-vitamin har ført til en reduksjon i poeng for smaksfeil i ferskt flesk og bacon, men statistisk sikkerhet innen 5%-grensen er bare oppnådd for baconprøvene (For fersk flesk er  $F = 3,99$ , mens  $4,41$  svarer til  $P = 0,05$ ).

Tilskudd av A- og D-vitamin har ført til en sikker økning av smaksfeilen i ferskt flesk. Dette skyldes utvilsomt trantilskuddet, selv om det ikke er oppnådd noen sikker forskjell mellom dyr som fikk tran og dyr som fikk vitaminkonsentrat. I bacon og fryselagrede prøver er det ikke funnet noen virkning av A- og D-vitamintilskuddet.

I poengene for smaksfeil i ferskt flesk er det sikkert samspill mellom sildemelkvalitet og tilskudd av A- og D-vitamin. Det skyldes at trantilskuddet har gitt størst utslag på smaksfeilen når det er gitt samtidig med BHT-sildemel. Ellers er det ikke funnet noen signifikante samspill.

*Jodtallet* i ryggspekk er større ved bruk av BHT-mel enn vanlig sildemel ( $P < 0,001$ ). E-vitamintilskudd har ikke påvirket jodtallet, men trantilskudd har gitt større jodtall enn A- og D-vitaminkonsentrat ( $0,01 < P < 0,05$ ).

For *smeltepunkt* er det ingen sikre differanser.

*Induksjonsperioden* er for ferskt flesk og for flesk lagret i 4 og 8 måneder nedsatt ved bruk av BHT-sildemel i forhold til vanlig sildemel, og den er økt ved tilskudd av E-vitamin. I de samme prøver er induksjonsperioden noe lenger ved bruk av vitaminkonsentrat enn ved bruk av tran- som A- og D-vitaminkilde, men sikker forskjell er bare oppnådd for prøver som er fryselaagret i 4 måneder. For bacon er induksjonsperioden unormalt kort, og det er ingen sikre differanser. Det skyldes sannsynligvis oppbevaringen av baconprøvene før analysen.

*Aldehydetallet* er for alle fire prøvetyper økt ved bruk av BHT-sildemel, og det er nedsatt ved tilskudd av E-vitamin. Unntatt for bacon, hvor prøvene som nevnt ovenfor ikke var tilfredsstillende, har trantilskudd gitt noe høyere aldehydtall enn vitaminkonsentrat, men ingen av differansene er sikre. Aldehydtallet har gitt det sikreste utslag for de to sildemeltyper. E-tilskuddets virkning på aldehydtallet bekrefter de resultater som er oppnådd ved bestemmelse av induksjonsperioden. For alde-

Tabell 4. Polyensyrer i utsmeltet spekk, forsøk 1, %. *Polyenoic acids in pork fat. Exp. 1.*  
(See also Table 2 for English terms).

	Sildemel		E-vitamin-tilskudd		A- og D-vit. tilskudd		A- og D-vit.-gitt som	
	7A	9B	Nei	Ja	Nei	Ja	Tran	Kons.
Antall dyr (prøver) <i>No. of animals (samples)</i> . . . . .	8	8	8	8	8	8	4	4
Heksaen:								
Ferske prøver <i>Fresh sampl.</i>	0.64	1.13b	0.89	0.88	0.80	0.97	0.93	1.00
Bacon <i>Bacon</i> . . . . .	0.54	1.18c	0.83	0.89	0.83	0.89	0.95	0.83
Fryselagret, 4 mndr. d) <i>Frozen samples, 4 months</i> ..	0.63	1.17c	0.85	0.95	0.90	0.87	—	—
Pentaen:								
Ferske prøver . . . . .	0.40	0.73a	0.60	0.53	0.49	0.64	0.65	0.63
Bacon . . . . .	0.28	0.83c	0.58	0.53	0.56	0.54	0.55	0.53
Fryselagret, 4 mndr.d) ..	0.42	0.78c	0.60	0.60	0.62	0.58	—	—
Tetraen:								
Ferske prøver . . . . .	0.21	0.30	0.26	0.25	0.23	0.29	0.35	0.23
Bacon . . . . .	0.11	0.18	0.18	0.11	0.09	0.20	0.18	0.23
Fryselagret, 4 mndr.d) ..	0.16	0.30	0.25	0.19	0.28	0.16	—	—
Trien:								
Ferske prøver . . . . .	0.74	0.73	0.71	0.75	0.65	0.82	1.03	0.60
Bacon . . . . .	0.36	0.41	0.50	0.28	0.34	0.44	0.35	0.53
Fryselagret, 4 mndr.d) ..	0.48	0.55	0.46	0.56	0.58	0.43	—	—
Dien:								
Ferske prøver . . . . .	7.01	6.99	7.11	6.89	7.15	6.86	7.53	6.18
Bacon . . . . .	5.48	5.68	5.55	5.61	5.56	5.60	5.70	5.50
Fryselagret, 4 mndr.d) ..	6.88	6.63	6.58	6.93	7.17	6.40	—	—

a), b) og c) angir sikker differanse på henholdsvis 5, 1 og 0,1%-nivået. d) 6 fryselagrede prøver pr. gruppe. a), b) and c) give significant differences on the 5, 1, and 0.1% level, respectively. d) 6 frozen samples per group.

hydttallet er det signifikant samspill (på 5%-nivået) mellom sildemelkvalitet og E-vitamintilskudd i prøver fryselagret i 4 og 8 måneder.

I tabell 4 er det gjengitt gjennomsnittstall for de polyensyrebestemmelser som ble utført ved Institutt for Industriell Kjemi ved Norges Tekniske Høgskole.

Sildemel med BHT (9B) har gitt et sikkert større innhold av hek-saen- og pentaensyrer i spekket enn vanlig sildemel (7A). For tetraen, trien og diensyrer er det ingen sikre differanser.

Tilskudd av E-vitamin eller A- og D-vitamin (som tran eller konsentrat) har ikke gitt sikre utslag i fettets innhold av polyensyrer.

Foruten polyensyrer ble også aldehydttallet bestemt, og resultatene bekreftet meget pent våre egne analyser.

## 2. Forsøk 2 (juni—desember, 1958)

## a. Forsøksplan.

Forsøket gikk ut på en fortsatt prøving av sildemel tilsatt BHT under framstillingen og med tilskudd av E-vitamin. I dette forsøket ble det tatt med 4 typer av sildemel:

- I. Sildemel uten BHT-tilsetning (kontroll).
- II. Sildemel med 0,02% BHT
- III. Sildemel med 0,03% BHT
- IV. Sildemel med 0,03% BHT, ekstrahert.

For hver sildemeltypen ble det satt inn 8 dyr. Hver av disse 4 grupper ble igjen delt i 4 med ulike tilskudd av E-vitamin:

- A. Uten tilsetning av E-vitamin.
- B. 25 mg E-vitamin pr. dyr og dag.
- C. 50 mg E-vitamin pr. dyr og dag.
- D. 50 mg E-vitamin pr. dyr og dag, etter en oppnådd lev.vekt av 50 kg.

Forsøket ble utført med 32 individuelt førede griser i ufullstendige blokker à 4 dyr i en  $4 \times 4$  simpel lattice plan.

En gris i kombinasjonen A IV og 2 i C III hadde en ukes tid dårlig matlyst, og en gris i D I hadde dårlige bein den siste del av forsøket. Ellers gikk forsøket normalt. Det ble utført i tiden juni til desember 1958.

## b. Føring og tilskudd.

Førmengdene ble regulert etter gjennomsnittsvekten i blokkene etter den plan som er gjengitt i tabell 5.

Tabell 5. Daglige forrasjoner og innhold i føret ved ulike vekttrinn. Forsøk 2. *Daily ration and content of nutrients at 10-kg weight intervals, Exp. 2.*

Vekt, ca. kg	Kullhydrat- kraftfór kg	Protein- kraftfór g	Fett i sildemel, g			
			I	II	III	IV
20	0.65	275	6.1	7.2	7.4	0.5
30	0.98	345	7.7	9.2	9.4	0.6
40	1.28	378	8.4	10.0	10.3	0.7
50	1.62	365	8.2	9.7	10.0	0.6
60	2.00	295	6.6	7.8	8.0	0.5
70	2.40	198	4.4	5.2	5.4	0.3
80	2.82	103	2.3	2.7	2.8	0.2
Live weight kg	Grain mixture kg	Protein supplement g	Fat in herring meal, g			
			I	II	III	IV

De gjennomsnittlige førmengder for hele forsøktida går fram av tabell 6.

De 4 sildemeltyper ble framstilt av Sildolje- og Sildemelindustriens Forskningsinstitutt ved fabrikken til Giertsen & Co. A/S i Florvåg. Alle mel var helmel, laget av samme råstoff — fersk, ukonservert storsild som var 3—4 dager ved opparbeidingen den 15.—16. februar. Limvannet ble inndampet til ca. 33% tørrstoff og blandet inn etter for-tørken. Tørkingen foregikk meget skånsomt i gjennomfyringstørke idet utløpstemperaturen på melet var omkring 60° C. BHT ble tilsatt med automatisk doseringsapparat og under stadig kontroll av blandingsforholdet.

Til våre forsøk ble det ved ompaing av et større parti tatt ut 250 kg av hver meltype. Melet i gruppe IV ble fremstilt på samme måte som melet i gruppe III, men ekstrahert med heksan ved ca. 60° C i et kontinuerlig arbeidende ekstrasjonsapparat. Ekstrasjonen ble utført ved Ryttervik Sildoljefabrik, Egersund, den 17. mars.

Sildolje- og Sildemelindustriens Forskningsinstitutt fant at melet stabilisert med 0.02 eller 0.03% BHT holdt seg meget godt, mens mel uten BHT hadde en betydelig varmetoning under lagring.

*E-vitaminpreparatet* som ble brukt som tilskudd var av samme type som i forsøk 1. I gruppe D ble det bare gitt tilskudd fra grisene veide 50 kg og til slakting. I alt ble det til hver gris i gruppe B gjennomsnittlig gitt 2600 i.e. E-vitamin, i gruppe C 5200 og i gruppe D 2500 i.e.

### c. Resultater.

De resultater som er oppnådd i forsøk 2 er gjengitt som gjennomsnittstall pr. gruppe i tabell 7. Untatt for en del av de kjemiske analyser av flekk, er alle tall gjennomsnitt for 8 dyr pr. gruppe.

I tabell 8 er gjengitt resultatet av den statistiske analyse utført etter COCHRAN & COX (1957) s. 407. Bare de data som har gitt sikre utslag er tatt med i tabellen. For disse er det bare for E-vitamin i lever at det er justert for blokkvariasjoner. Ellers er de analysert som «randomized blocks».

*Tilveksten* var i dette forsøket noe bedre enn i det forrige, men heller ikke her er det noen reel forskjell mellom de gruppe-gjennomsnitt som er gjengitt i tabell 7.

Heller ikke for *fórutnyttelsen* er det noen forskjell mellom gruppene. Det har vært en meget god fórutnyttelse i dette forsøk.

For *ryggspékketykkelsen* og den skjønnsmessige bedømmelse av *fleskets fasthet* er det også bare tilfeldige variasjoner mellom gruppene.

*E-vitamininnholdet* i leveren er ikke sikkert påvirket av E-vitamin tilskuddet. Det er derimot sikker forskjell innen 5%-grensen i grupper fóret med de 4 sildemelkvaliteter, og dette beror på at gruppe I ligger høgere

Tabell 6. Daglige fórrasjoner og innhold i fóret i gjennomsnitt for forsøksperioden. Forsøk 2. *Average composition of daily ration. Exp. 2.*

Gruppe	Gruppering etter sildemelkvalitet				Gruppering etter E-vitamintilskudd			
	I Uten BHT	II 0.02% BHT	III 0.03% BHT	IV 0.03% BHT ekstrah.	A Uten tilskudd	B 25 i.e. pr. dag	C 50 i.e. pr. dag	D 50 i.e. pr. dag etter 50 kg
Antall dyr <i>No. of animals</i> .....	8	8	8	8	8	8	8	8
Antall forsøksdager <i>Days in experiment</i> .....	106	100	107	106	106	105	104	105
Kullhydratfór, <i>Grain mixture</i> kg .....	1.70	1.74	1.63	1.68	1.67	1.67	1.72	1.68
Proteinkraftfór <i>Protein supplements</i> , g .....	271	270	278	274	276	275	268	275
Fett i sildemel <i>Fat in herring meal</i> , g.....	6.1	7.2	7.6	0.5	5.4	5.5	5.2	5.4
F.f.e. pr. dag <i>F.f.u. per day</i> .....	1.95	2.00	1.89	1.91	1.92	1.92	1.97	1.94
Ford. råprotein <i>Dig. crude protein</i> g.....	221	224	218	222	221	221	223	221
Kalsium <i>Calcium</i> , g .....	13.6	13.8	13.4	13.5	13.7	13.7	13.7	13.8
Fosfor <i>Phosphorus</i> g.....	11.1	11.3	10.9	10.9	11.1	11.1	11.2	11.1
Group	Grouping according to different her- herring meal				Grouping according to vitamin E supplements			
	I No BHT	II 0.02% BHT	III 0.03% BHT	IV 0.03% BHT extracted	A No supple- ment	B 25 i.e. daily	C 50 i.e. daily	D 50 i.e. daily after 50 kg

enn de øvrige 3 grupper. Mellom gruppe II, III og IV er det ikke noen forskjell. Det er overraskende at E-innholdet i leveren er størst hos griser som har fått sildemel uten BHT. Forklaringen kan muligens være at de intakte, umettede fettsyrer i sildemel tilsatt BHT har ført til et større forbruk av E-vitamin i organismen. Som nevnt kan en ikke vente at det er BHT igjen i sildemelet ved fóring.

*A-vitamininnholdet* i lever er lågt, og variasjonen mellom gruppene er helt tilfeldig.

I *smaksbedømmelsen* av fleskeprøvene fra dette forsøk ble det funnet færre og mindre utpregede smaksfeil enn i forsøk 1. Også i dette forsøket er det en tendens til at BHT-melene har økt og E-vitamintilsetningen har motvirket smaksfeilene, men utslagene er ikke sikre.

For *jodtallet* i ryggspekk er det sikker forskjell mellom gruppene både for sildemelkvalitet og E-vitamintilskudd (innen 1%-grensen).

Av sildemelkvalitetene har kontrollsildemelet gitt høyere jodtall i flesket enn mel med BHT. Sildemel med 0.03% BHT ekstrahert har gitt lavere jodtall ( $P < 0.01$ ) enn de ikke ekstraherte BHT-mel.

E-vitamintilskuddet i gruppe B, C og D har gitt større jodtall ( $P < 0.01$ ) enn når det ikke er gitt tilskudd.

For *ryggspekkets smeltepunkt* er det ikke funnet noen sikker forskjell mellom gruppene.

*Peroksydtallet* er nedsatt i prøver med vit. E-tilskudd lagret i 4 måneder. Ellers er det ingen sikre differanser.

*Aldehydtallet* er, unntatt for bacon, nedsatt i alle prøver ved tilskudd av E-vitamin. For prøver lagret i 8 måneder er det også sikkert utslag for E-vitaminmengde og for sildemelkvaliteten, men utslaget er mindre enn ved 4 mndr. lagring.

*Induksjonsperioden* er, unntatt for bacon, økt i alle prøver ved tilskudd av E-vitamin.

### 3. Forsøk 3 (mars-november, 1959).

#### a. Forsøksplan.

I dette forsøket ble det til sammenligning med sildemel også tatt med en gruppe med tørket skummet melk som proteinkilde. Grupperingen var:

Gruppe I. Kontroll med tørket skummet melk.

Gruppe II. Sildemel uten BHT.

Gruppe III. Sildemel med 0.03% BHT.

Gruppe IV. Sildemel med 0.03% BHT, ekstrahert.

I forsøket ble det satt inn 8 blokker à 4 dyr. Hver blokk fikk egen bing, men det ble brukt individuell fóring. Til annenhver blokk ble

Tabell 7. Tilvekst og fórutnyttelse i gjennomsnitt for forsøksstida, og resultater av kvalitetsbedømmelse og analyser av flesket. Forsøk 2. Exp. 2. (For English terms see Table 2 and 6).

Gruppe	Sildemelkvalitet				E-vitamintilskudd			
	I Uten BHT	II 0,02% BHT	III 0,03% BHT	IV 0,03% ekstrah.	A Uten tilskudd	B 25 i.e. pr. dag	C 50 i.e. pr. dag	D 50 i.e. p. d. et- ter 50 kg
Begynnelsesvekt, kg .....	23,7	25,5	20,9	25,1	22,7	24,2	24,6	23,5
Sluttvekt, kg .....	88,4	88,3	85,4	90,3	88,3	88,8	88,6	86,7
Slakteprosent .....	74,9	74,3	75,9	74,5	74,8	74,3	75,6	75,0
Tilvekst pr. dag (korr.) g .....	6,15	630	611	612	620	611	622	615
F.f.e. pr. kg korr. tilv. ....	3,17	3,17	3,10	3,12	3,10	3,15	3,16	3,16
Ryggspekktykkelse, mm .....	36,0	34,6	34,8	35,1	34,9	35,3	35,6	34,7
Fleskets fasthet, poeng .....	11,8	12,2	12,3	12,2	12,3	12,1	12,1	11,9
E-vitamin i lever, $\mu$ /g .....	10,3	8,0	8,2	8,7	8,1	7,6	10,6	9,0
A-vitamin i lever, $\mu$ /g .....	4,4	4,7	4,6	3,9	5,2	4,4	3,8	4,2
Smaksbedømmelser. Antall dyr med smaksfeil:								
I ferskt flesk .....	0	4	3	2	4	2	2	1
I bacon .....	3	4	2	2	4	3	3	1
I fryselagret, 4 mndr. ....	1	2	2	1	4	2	0	0
I fryselagret, 8 mndr. ....	1	3	4	2	2	3	3	2
Poeng for smaksfeil:								
I ferskt flesk .....	0	2,00	1,00	0,25	1,50	1,00	0,63	0,13
I bacon .....	0,75	1,25	0,50	0,38	1,00	0,88	0,75	0,25
I fryselagret, 4 mndr. ....	0,13	0,38	0,50	0,25	0,75	0,50	0	0
I fryselagret, 8 mndr. ....	0,25	1,50	1,00	0,38	0,50	0,75	0,87	1,00



Analyser av spekk:								
Jodtall i ryggspekk.....	61,1	60,7	60,4	58,5	58,8	61,6	59,7	60,6
Smeltepunkt i ryggspekk, °C.....	34,9	36,7	38,8	37,0	37,9	36,8	36,3	36,4
Perioksydtall:								
I ferskt fleesk .....	0,32	0,47	0,53	0,45	0,71	0,33	0,36	0,35
I bacon* .....	4,3	2,7	4,3	3,4	4,3	5,1	1,8	3,9
I fryselauret, 4 mndr.* .....	0,88	1,05	0,95	0,92	1,82	0,68	0,60	0,70
I fryselauret, 8 mndr.* .....	1,22	1,45	2,05	2,16	2,25	2,10	1,23	1,75
Aldehydtall:								
I ferskt fleesk .....	4,3	7,2	6,0	2,8	10,9	3,4	2,5	3,4
I bacon* .....	18,8	23,5	25,9	16,8	23,2	22,9	12,6	20,5
I fryselauret, 4 mndr.* .....	9,3	11,2	10,1	7,8	17,0	8,0	6,5	6,8
I fryselauret, 8 mndr.* .....	13,8	15,8	19,3	17,0	18,8	18,0	11,5	17,5
Induksjonstid:								
I ferskt fleesk .....	8,1	7,5	8,2	9,2	5,0	8,4	10,1	9,5
I bacon* .....	2,5	2,9	2,3	2,8	2,2	2,1	3,5	2,5
I fryselauret, 4 mndr. ....	6,0	5,0	5,0	5,4	3,0	5,9	6,4	6,1
I fryselauret, 8 mndr.* .....	4,5	4,6	3,6	3,2	2,9	3,9	5,6	3,8

\* Gjennomsnitt for 4 dyr pr. gruppe. Alle andre verdier gjelder for 8 dyr pr. gruppe. *Mean for 4 animals per group. All other values include 8 animals per group.*

Tabell 8. Variansanalyse for forsøk 2. *Analysis of variance. Exp. 2.*

	Sikkerheten av differansen					
	Mellom I—IV	Mellom I og (II + III + IV)	Innen II + III + IV	Mellom A — D	Mellom A og (B + C + D)	Innen B + C + D
Vitamin E i lever, $\gamma/g$ <i>Vitamin E in liver, <math>\gamma/g</math></i> .....	×	× ×				
Jodtall i ryggspekk <i>Iodine value in back fat a)</i> .....	× ×	×	× ×	× ×	× ×	×
Peroxydtdtall i fryselagret, 4 mndr. <i>Peroxide value in frozen</i> pork, 4 months .....				× × ×	× × ×	
Aldehydtall i ferskt fleesk <i>Aldehydes in fresh pork a)</i> .....				× × ×	× × ×	
Aldehydtall i fryselagret, 4 mndr. b) .....				× × ×	× × ×	
— 8 mndr. b) .....	×		×	× ×	×	× ×
Induksjonstid i ferskt fleesk a) .....				× × ×	× × ×	
<i>Induction period in fresh pork</i>						
Induksjonstid i fryselagret, 4 mndr. b) .....				× ×	× × ×	
— 8 mndr. b) .....				× ×	× ×	×
	Significance of differences					
	Between	Between	Within	Between	Between	Within

En, to eller tre stjerner betegner sikkerhet på henholdsvis 5, 1 og 0.1%-nivået. a) To gjentakelser, analysert som «randomized blocks» med 15 frihetsgrader for feil. b) En gjentakelse, analysert som «randomized blocks» med 9 frihetsgrader for feil. *One, two, or three asterisks denote significance on the 5, 1, and 0.1% level, respectively. a) Two replicates, analysed as «randomized blocks» with 15 degrees of freedom for errors. b) One replicate, analysed as «randomized blocks» with 9 degrees of freedom for errors.*

Tabell 9. Daglige fórrasjoner og innhold i fóret ved ulike vekttrinn. Forsøk 3. *Dayly ration and content of nutrients at different weight intervals. Exp. 3*

Periode nr.	Vekt kg	Gruppe I				Gruppe II, III og IV	
		Tørket sk. melk kg	Kullhyd. forbland. kg	Grasmel <sup>1</sup> Stjernegranulat g	Mineralbland. g	Proteinforblanding kg	Kullhyd. forblanding kg
1	18—24	0,25	0,7	18	8	0,4	0,5
2	24—31	0,30	0,9	18	8	0,4	0,8
3	31—38	0,30	1,1	18	8	0,4	1,0
4	38—46	0,30	1,3	18	8	0,4	1,3
5	46—54	0,30	1,6	18	8	0,4	1,5
6	54—63	0,30	1,9	14	8	0,3	1,9
7	63—73	0,25	2,2	14	8	0,3	2,2
8	73—83	0,20	2,5	9	8	0,2	2,6
9	83—93	0,20	2,9	9	8	0,2	2,9

  

Period No.	Live weight kg	Group I				Groups II, III, and IV	
		Dried skim milk kg	Carbohydrate mixture kg	Grass meal, <sup>1</sup> vitamin concentr. g	Mineral <sup>2</sup> mixture g	Protein suppl. kg	Grain mixture kg

<sup>1</sup> Blanding av 7 deler grasmel og 2 deler Stjernegrulat. *A mixture of 7 parts of grass meal and 2 parts of vitamin concentrate.*

<sup>2</sup> 5 deler kalksteinsmel og 3 deler koksalt. *5 parts of ground limestone and 3 parts of sodium chloride.*

det gitt tilskudd av 50 i.e. E-vitamin pr. dyr og dag etter at grisene hadde oppnådd en levende vekt på 50 kg.

En gris i gruppe I (og med E-vitamintilskudd) viste seg å være tvekjønnet. Forsøket forløp ellers normalt.

Forsøket ble utført i tiden 18/3 til 10/11 1959.

#### b. Fóring og tilskudd.

De 4 dyr i hver blokk fikk samme fóring, og fórmengdene ble regulert etter gjennomsnittsvekten i blokken i overensstemmelse med tabell 9.

De gjennomsnittlige fórmengder pr. dyr og dag for hele forsøksstidene er oppgitt i tabell 10.

Det er regnet med samme innhold i grasmellet som i forsøk 2. P.g.a. en misforståelse ble det gitt mindre mineraler og mer A- og D-vitamin

Tabell 10. Daglige forrasjoner og innhold i fóret i gjennomsnitt for forsøksperioden. Forsøk 3. *Average composition of daily ration. Exp. 3.*

Gruppe	I Tørket skummet melk	II Sildemel uten BHT	III Sildemel m/0.03% BHT	IV Sildemel m/0.03% BHT, ekstrah.
Antall dyr <i>No. of animals</i> .....	8	8	8	8
Antall forsøksdager <i>No. of days in experi- ment</i> .....	102	102	102	102
Førmengder pr. dag: <i>Amount of feed pr. day</i>				
Tørket skummet melk <i>Skim milk powder</i> . g	279	0	0	0
Proteinfórblanding <i>Protein supplement</i> . . . g	0	351	351	351
Kullhydratfór <i>Grain mixture</i> .....	1564	1520	1520	1520
Vitaminblanding <i>Vitamin concentrate</i> . . . . g	15.9	0	0	0
Mineralblanding <i>Mineral mixture</i> .. . . . g	8.0	0	0	0
Fett i sildemel <i>Fat in herring meal</i> ..... g	0	7.1	9.4	0.5
F.f.e. pr. dag <i>F.f.u. per day</i> .....	1.89	1.83	1.83	1.83
Fordøyelig råprotein <i>Dig. crude protein</i> . . g	220	230	232	234
Kalsium <i>Calsium</i> .....	9.6	16.0	15.6	15.3
Fosfor <i>Phosphorus</i> .....	9.7	12.0	12.0	11.8
Group	I Dried skim milk	II Herring, meal, without BHT	III Herring meal, with 0.03% BHT	IV Herring meal with 0.03% BHT, extracted

i gruppe I enn i de øvrige grupper. Det var imidlertid ikke noen symptomer på mineralmangel i gruppe I.

Av sildemelpartiene som ble brukt i dette forsøk var det ekstraherte mel i gruppe IV av samme parti som i forsøk 2. Det var lagret på vårt kraftfórlager fra april 1958 til forsøket ble satt i gang i mars 1959.

Helmelpartiene i gruppe II og III var produsert under ledelse av Sildolje- og Sildemelindustriens Forskningsinstitutt. Det var laget av fersk, ukonservert storsild ved Ulvesund Førmelfabrikk, Måløy, den 14/2 1958. Temperaturen på kokemassen fra kokeren var 98° C. Presskaken ble tilsatt et 30-prosentig limvannskonsentrat etter rivingen og før tørken. Limvannet var på forhånd dampet inn under vakuum i et 3-trinns «Hetland»-apparat med temperaturer på henholdsvis 90°, 80° og 60° C. Den revne presskake med limvannskonsentratet ble tørket i gjennomfyringstørker, to i serie ved meget skånsomme tørketemperaturer. Etter avkjøling, sikting og maling ble endel av melet (til gruppe

III) tilsatt 0,03% BHT og blandet i den 80 m lange skruetransportør til sekkemaskineriet. Et parti med og uten antioksydant ble sendt til Tjærevikken, blandet godt hver for seg og lagret før prøvepartiet (250 kg) til våre forsøk ble sendt til Ås den 25/2 1959.

*E-vitamintilskuddet* i dette forsøk ble gitt som Rovimix E 25 fra Hoffmann — La Roche. Preparatet som ble mottatt i april 1959 var garantert et innhold på 250 i.e. E-vitamin (250 mg dl-alfatokoferylacetat) pr. g. Det ble laget til en blanding av 50 g Rovimix og 2450 g maisgrøpp, og av dette ble det veid ut daglige porsjoner på 10 g pr. dyr. De inneholdt da 0,2 g Rovimix eller 50 mg alfa-tokoferylacetat.

### c. Resultater.

I tabell 11 er resultatene gjengitt som gjennomsnittstall for grupper a 8 dyr med de ulike proteintilskudd, og for de 16 dyr med og uten E-vitamintilskudd. Variansanalysene (som blokkforsøk) er gjengitt i tabell 12. Forsøksdata som ikke er tatt med i tabell 12 har ikke gitt sikre utslag.

Tilvekst, fórforbruk pr. kg tilvekst, ryggspekktykkelsen og den skjønnsmessige bedømmelse av *fleskets farge* og *fasthet* er meget nær den samme for alle grupper, og variansanalysen viser at forskjellene er helt tilfeldige. Det er oppnådd meget god fórutnyttelse i forsøket.

*A-vitamininnholdet* i leveren er nær dobbelt så stort i gruppe I som i gruppe II, III og IV. Forskjellen er meget sikker, mens det ikke er sikker forskjell mellom gruppene II, III og IV. Det er en tendens til at tilskudd av E-vitamin har hevet A-vitamininnholdet i leveren, men denne forskjell kan være helt tilfeldig.

Det større innhold av A-vitamin i leveren i gruppe I skyldes nok at det i denne gruppe ble gitt gjennomsnittlig tilskudd på 4.5 g Stjernegranulat (ca. 6300 i.e. A-vitamin), mens det i gruppe II, III og IV ble gitt 1.75 g (ca. 2450 i.e.) pr. dyr og dag.

*Smaksbedømmelsene* har, unntatt for ferskt flekk, gitt en tydelig gradering av flesket gruppert etter proteinfórmiddel. I flekk fra griser på skummet melk og ekstrahert sildemel (gr. I og IV) er det bare funnet ubetydelig smaksfeil. Sildemel med 0.03% BHT (gruppe III) har gitt mest smaksfeil, og vanlig sildemel uten BHT (gruppe II) står i en mellomstilling mellom gruppe I og IV på den ene siden og gruppe III på den andre.

Tilskudd av E-vitamin har ikke gitt noe sikkert utslag i smaksfeilene.

For *jódtallet* i ryggspekk er det også sikker forskjell mellom gruppe I til IV. Det er størst forskjell mellom gruppe I på skummet melk og sildemelsgruppene. E-vitamintilskuddet har ikke gitt noe utslag i jódtallet.

*Smeltepunktet* i ryggspekk er også høgere i gruppe I på skummet melk enn i sildemelsgruppene.

Tabell 11. Tilvekst og forutnyttelse i gjennomsnitt for forsøksstida, samt kvalitetsbedømmelser og analyser av flesket i forsøk 3. *Exp. 3. (For English terms see also Table 3 and 10).*

Gruppe	Proteintilskudd				E-vitamintilskudd	
	I Skummet melk	II Sildemel uten BHT	III Sildemel med 0.03% BHT	IV Sildemel med 0,03% BHT, ekstr.	Uten E-vitamin	Med E-vitamin
Antall dyr (8 blokker) .....	8	8	8	8	16	16
Begynnelsesvekt, kg .....	23,1	24,0	22,2	21,7	22,7	22,7
Sluttvekt, kg .....	87,0	86,0	86,9	86,0	85,2	87,7
Slakteprosent .....	73,1	72,9	72,6	71,6	73,0	72,1
Tilvekst pr. dag (korr.) g .....	609	597	607	592	599	603
F.f.e. pr. kg korr. tilvekst .....	3,12	3,08	2,99	3,08	3,05	3,08
Ryggspektykkelse, mm .....	30,6	31,1	31,1	31,0	31,3	30,7
Fleskets fasthet, poeng .....	12,6	12,5	12,1	12,2	12,5	12,2
Fleskets farge, poeng .....	12,1	12,3	12,2	11,8	12,0	12,1
A-vitamin i lever, $\mu$ /g.....	15,2	7,5	8,3	6,7	8,9	10,0
Smaksbedømmelser:						
Antall dyr med smaksfeil:						
I ferskt flesk .....	0	2	5	3	3	7
I bacon <sup>2</sup> .....	0	3	6	0	5	4
I fryselaagret, 4 mndr. ....	1	2	8	1	5	7
I fryselaagret, 8 mndr. ....	1	4	7	0	6	6
Poeng for smaksfeil:						
I ferskt flesk .....	0	0,38	1,88	0,63	0,69	0,75
I bacon <sup>2</sup> .....	0	1,33	3,33	0	1,33	1,00
I fryselaagret, 4 mndr. ....	0,25	0,75	2,25	0,25	0,81	0,94
I fryselaagret, 8 mndr. ....	0,13	1,50	2,88	0	1,38	0,88

Analyser av spekk:						
Jodtall i ryggspekk .....	56,1	60,3	61,5	59,5	59,5	59,2
Smeltepunkt i ryggspekk .....	44,5	43,4	42,4	42,6	43,3	43,1
E-vitamin i spekk $\mu\text{g}^1$ .....	5,9	6,3	5,8	5,2	4,0	7,6
Aldehydtall:						
Ferskt fleisk .....	4,44	7,86	9,78	5,21	8,26	5,29
Bacon <sup>1</sup> .....	21,1	25,8	28,8	21,2	23,9	24,1
I fryselagret, 4 mndr. ....	5,76	7,09	11,59	5,36	9,19	6,28
I fryselagret, 8 mndr. ....	9,39	12,79	16,36	9,21	13,49	10,38
Induksjonsperiode:						
Ferskt fleisk .....	6,64	5,39	5,60	6,08	5,08	6,78
Bacon <sup>1</sup> .....	2,25	2,80	2,63	2,48	2,49	2,59
Fryselagret, 4 mndr. ....	5,50	5,84	4,90	5,04	4,48	6,16
Fryselagret, 8 mndr. ....	4,29	4,39	4,08	4,66	3,92	4,79
Peroksydtall:						
Ferskt fleisk .....	0,28	0,42	0,36	0,30	0,38	0,30
Bacon <sup>1</sup> .....	2,33	2,18	2,10	2,10	2,48	1,88
Fryselagret, 4 mndr. ....	0,29	0,33	0,45	0,30	0,32	0,37
Fryselagret, 8 mndr. ....	0,89	0,82	1,00	0,81	0,88	0,87
Group	Protein supplements				Vitamin E supplements	
	I Dried skim milk	II Herring meal, without BHT	III Herring meal, with 0,03% BHT	IV Herring meal, with 0,03% BHT, extr.	Without Vitamin E	With Vitamin E

<sup>1</sup> Data for 4 blokker. <sup>2</sup> Data for 6 blokker.

Tabell 12. Variansanalyse for forsøk 3. *Analysis of variance. Exp. 3.*

	Sikkerheten av differansen mellom gruppe:				
	I – IV	I og (II + III + IV)	II og (III + IV)	III og IV	Med og uten E-vitamin
Vitamin A i lever <i>Vitamin A in liver</i> .....	× × ×	× × ×			
Smaksfeil i bacon <i>Off-flavour in bacon 2)</i> .....	× × ×	× × ×		× × ×	
Smaksfeil i fryselauret fleesk, 4 mndr. <i>Off-flavour in frozen pork, 4 months</i> .....	× ×			× ×	
Smaksfeil i fryselauret fleesk, 8 mndr. <i>Off-flavour in frozen pork, 8 months</i> .....	×			× ×	
Jodtall i ryggspekk <i>Iodine value in back fat</i> .....	× × ×	× × ×			
Smeltepunkt i ryggspekk <i>Melting point in back fat</i> .....	×	×			
Vitamin E i spekk <i>Vitamin E in back fat</i> <sup>1</sup> .....					× × ×
Aldehydtall, ferskt fleesk <i>Aldehyde value, fresh pork</i> .....	×	×		×	×
Aldehydtall, bacon <i>Aldehyde value, bacon</i> <sup>1</sup> .....	× ×	× ×		× × ×	
Aldehydtall, fryselauret, 8 mndr. <i>Aldehyde value, frozen pork, 8 months</i> .....	×			× ×	
Induksjonsperiode, ferskt fleesk <i>Induction period, fresh pork</i> .....					× ×
Induksjonsperiode, fryselauret, 4 mndr. <i>Induction period, frozen pork, 4 months</i> .....					×

  

	Significance of differences between groups				
	I – IV	I and (II + III + IV)	II and (III + IV)	III and IV	With and without vitamin E

<sup>1</sup> 9 frihetsgrader for feil (D. F. for error) (4 blokker). <sup>2</sup> 15 frihetsgrader for feil (D.F. for error) (6 blokker). For resten 21 frihetsgrader for feil (D.F. for error) (8 blokker).



*E-vitamininnholdet* i spekk er ikke påvirket av proteintilskuddene. Tilskudd av E-vitamin har nesten fordoblet innholdet av E-vitamin i spekket, og utslagene er statistisk meget sikre.

*Peroksydtallet* i spekket er ikke sikkert påvirket av proteintilskuddene eller i E-vitamintilskuddet. Det gjelder for alle 4 typer av prøver.

*Aldehydtallet* i spekket er i alle tilfelle blitt størst ved bruk av sildemel tilsatt BHT, deretter følger vanlig sildemel. Ekstrahert mel og skummet melk har gitt det laveste aldehydtall i spekket. Forskjellen mellom gruppene er statistisk sikker bare for ferskt fleisk, bacon og fleisk som er fryselaget i 8 måneder.

Når baconprøvene unntas har tilskuddet av E-vitamin gitt en tendens til senkning av aldehydtallet, men utslaget er bare sikkert for ferskt fleisk.

*Induksjonsperioden* er ikke i noe tilfelle påvirket av proteintilskuddene. Tilskudd av E-vitamin har forlenget induksjonsperioden for ferskt fleisk og for fleisk fryselaget i 4 mnd.

#### IV. SAMMENFATNING OG DISKUSJON.

Forsøkene tyder ikke på at BHT-tilsetningen til sildemelet under framstillingen har hatt noen vesentlig innflytelse på meleets næringsverdi. Tilvekst, fórutnyttelse og spekktykkelse har praktisk talt vært den samme ved bruk av vanlig sildemel og sildemel tilsatt BHT. Det er imidlertid gitt proteinmengder etter vanlig norm i alle forsøk, og normen er angitt med så stor margin for sikkerhet at man ikke kan regne med å kunne påvise mindre differanser i melpartiernes kvalitet.

I forsøk med kyllinger er det heller ikke funnet at BHT-tilsetningen til sildemel har påvirket proteinkvaliteten (LAKSESVELA, 1958). Ved varmgang i nylaget mel er det imidlertid funnet nedgang i proteinkvaliteten (ASTRUP, 1957), og det er påvist at innholdet av en del aminosyrer går ned, bl.a. lysin, tryptofan og cystin (BOGE, 1960). Dette kan forhindre ved tilsetning av BHT.

Ved de små mengder fett som er gitt i sildemelet vil det også være vanskelig å påvise endringer i *fettets næringsverdi*. I forsøk med kyllinger er det funnet en tendens til økning av fettets næringsverdi ved BHT-tilsetningen (LAKSESVELA, 1958, MARCH *et al.*, 1961). Det er hevdet at oksydert fett kan være skadelig (GREENBERG & FRAZER, 1953, THAFVELIN, 1961), men slik skadevirkning ble ikke funnet for fett fra sildemel (LAKSESVELA, 1961, MARCH *et al.*, 1961).

Som nevnt i innledningen er den uheldige virkning av sildemel på fleskekvaliteten mest utpreget for lagrede varer, og dette synes i stor utstrekning å skyldes oksydasjon i de umettede fettsyrer. HASKELL *et al.*

(1959) mener imidlertid at smak på flesket av fiskeoljer kan skyldes andre faktorer enn oksydasjonen. Trimetylamin har vært ansett som en av årsakene til sildesmak på flekk, men CLAUSEN (1961) har funnet forholdsvis liten virkning på smak av bacon ved tilskudd av trimetylamin til fóret.

Ved oksydasjon dannes det primært peroksyder, sekundært karbonylforbindelser, og det er disse siste som ansees for den vesentligste årsak til harsk smak og lukt (ZAEHRINGER *et al.* 1959). PALMER *et al.* (1952) har behandlet de faktorer som virker på stabiliteten av flesket og peker særlig på fettets metningsgrad og lagringsbetingelsene. BARNES *et al.* (1943) og CHIPAULT *et al.* (1945) understreker den rolle antioksydantene spiller, og framhever tokoferol som den primære og muligens eneste naturlige antioksydant i fleskefett.

Ved samme tilvekst og slaktevekt, som i våre forsøk, vil *fleskefettets metningsgrad* avhenge av mengden og metningsgraden av fófettet. I dette tilfelle er det bare fettet i proteintilskuddet som har variert.

*Virkingen av BHT-mellet* i forhold til vanlig sildemel kan skyldes både fettmengden og fettets metningsgrad. At sildemelets fettkomponent spiller en avgjørende rolle for virkingen på fleskekvaliteten, går fram av resultatene for det ekstraherte mel i forsøk 2 og 3. I alle forsøk har BHT-mellet (ikke ekstrahert) inneholdt mer eterekstrakt enn det tilsvarende kontrollmel (Hovedtabell 1). Av eterekstrakt er det i gjennomsnitt pr. dag i forsøksstida gitt 13,0 g i vanlig sildemel og 18,4 g i sildemel tilsatt BHT i forsøk 1, og henholdsvis 6,1 — 8,0 g og 7,2 — 9,4 g i forsøk 2 og 3. BLUMER *et al.* (1957) har vist at det er fófettets karakter den siste måned før slakting som er avgjørende for virkingen på spekket. Innholdet av eterekstrakt i sildemel i våre rasjoner har i denne periode vært ca. 10 g for vanlig sildemel og 15 g for BHT-mel i forsøk 1, og henholdsvis ca. 3 og 4 g i forsøk 2 og 3. I forsøk 1 er det dessuten gitt 5 g tran til 1/4 av dyra i begge grupper. Da melene var framstilt av samme råstoff og under ellers like forhold, kan forskjellen i innhold av eterekstrakt skyldes at BHT-tilsetningen har lettet ekstraksjonen. Som nevnt vil harskning av fettet i sildemel gjøre fettet mindre ekstraherbart (ASTRUP 1954, AURE 1958, CROWO 1961). Det er mulig at et liknende forhold kunne gjøre seg gjeldende for utnyttelsen av fettet i tarmkanalen. LAKSESVELA (1961) har imidlertid funnet at ekstrahert «restfett» fordøyes godt. Det er sannsynlig at det er den mer umettede karakter av mel-fettet ved BHT-tilsetning som er den vesentligste årsak til virkingen på fleskekvaliteten. I forsøk 1 var jodtallet i vanlig sildemelfett 80 mot 124 i fett fra sildemel tilsatt BHT. I forsøk 2 og 3 ble det ikke funnet noen vesentlig forhøyelse av jodtallet i sildemelfettet ved BHT-tilsetningen (Hovedtabell 1), men dette kan skyldes at melprøvene ble lagret for lenge før jodtallbestemmelsen.

Bruk av *BHT-mel* har gitt spekk med *mer umettet karakter* enn vanlig sildemel. I forsøk 1 og 3 var det en sikker *økning* av *jodtallet*, og ved bestemmelse av *polyensyrer* i forsøk 1 ble det funnet en sikker økning i heksaen- og pentaensyrer. Ved bestemmelse av spekkets *smeltepunkt* og ved den skjønnsmessige bedømmelse av spekkets fasthet og farge ble det ikke funnet sikre differanser.

*Aldehydtallet* (fargestyrketallet), *peroksydtallet* og *induksjonsperioden* viser også at spekket er blitt mer utsatt for oksydasjon ved bruk av mel som er tilsatt BHT. Utslaget er mest utpreget for aldehydtallet som viser en sikker stigning ved bruk av BHT-mel for alle fire prøvetyper i forsøk 1, for fryselagrete prøver i forsøk 2, og for ferske prøver og bacon i forsøk 3. BHT-melet har gitt sikker nedgang i induksjonsperioden for ferskt og fryselagret flekk i forsøk 1. For peroksydtallet er det ikke oppnådd sikre utslag i noen av forsøkene.

Disse kriterier for stabiliteten er ikke helt sammenliknbare mellom forsøk og mellom prøvetyper da de er blitt noe påvirket av forsendelsesmåte og lagring før analyse. Innen forsøk og innen prøvetype er imidlertid prøvene behandlet på samme måte.

*Smaksbedømmelsene* har generelt sett gitt dårligere resultat ved bruk av sildemel tilsatt BHT enn ved vanlig sildemel, og bedømmelsene viser forholdsvis god overensstemmelse med aldehydtallet.

Ved bruk av vanlig sildemel som proteinkilde er det i ferske prøver i forsøk 1 funnet svak smaksfeil hos 2 dyr (derav et med trantilskudd) av 16, og hos 2 av 8 i forsøk 3. I disse forsøk er det i sildemelet blitt tilført henholdsvis 13 og 8 g eterestrakterbart fett pr. dag i gjennomsnitt for perioden fra ca. 20 til 90 kg levendevekt. I forsøk 3 er da prøvene fra sildemelgrisene sammenliknet med prøver fra dyr som har fått skummet melk som proteinkilde, og en slik sammenlikning tyder på at en maksimal grense på 15 g fett fra sildemel er noe for høy. For *bacon* og *fryselagrede* prøver øker antall prøver med smaksfeil sterkt i forsøk 1. Forsøk 2 og 3 tyder på at smaksfeil kan gjøre seg gjeldende for slike varer når det gjennomsnittlig for perioden 20 — 90 kg levendevekt gis 6 — 8 g eterestrakterbart sildemelfett pr. dyr og dag.

Bruk av *sildemel med BHT-tilsetning* (uten ekstraksjon) har ikke gitt tilfredsstillende resultater for noen av de fire typer av prøver. I våre forsøk er det derfor oppnådd noe ugunstigere resultater for BHT-melets virkning på fleske kvaliteten enn i de forsøk som er utført ved Sildolje- og Sildemelindustriens Forskningsinstitutt (LAKSESVELA 1958).

Ved bruk av *ekstrahert BHT-mel* er det for bacon og fryselagrede prøver oppnådd smaksresultater som kan sammenlignes med vanlig sildemel i forsøk 2, og i forsøk 3 ble det oppnådd like gode resultater som med *skummet melk*. Resultatene er ikke fullt så gode for ferskt flekk,

men dette kan skyldes tilfeldigheter. I danske forsøk er det også oppnådd like god smak på bacon ved fóring med ekstrahert sildemel (0,1% fett) som med skummet melk (CLAUSEN 1961).

I forsøk 1 ble det funnet 3,0  $\gamma$  A-vitamin pr. g BHT-sildemel, mens det ikke ble funnet A-vitamin i vanlig sildemel. Dette har da også gitt utslag på A-vitaminavleiringen i leveren. I forsøk 2 og 3 er ikke leveravleiringen påvirket. I disse forsøk ble det ikke foretatt A-vitaminanalyser i melet.

I forsøk 2 ble også E-vitamininnholdet i leveren bestemt, og innholdet var større hos dyr på vanlig enn på BHT-sildemel. Noen bestemt forklaring på dette forhold er vanskelig å gi, men det kan tenkes at den større tilførsel av umettede fettsyrer i BHT-sildemelet har ført til et større forbruk av E-vitamin. Spekkets innhold av E-vitamin er imidlertid ikke påvirket i dette forsøk og heller ikke i forsøk 1 etter analyser ved Fiskeridirektoratets Kjemisk-Tekniske Forskningsinstitutt.

*Tilskudd av E-vitamin* har antakelig fordoblet eller tredoblet fór-  
rasjonens innhold av alfa-tokoferol, men det er ikke foretatt analyse av tokoferol i fóret. Beregnet etter gjennomsnittstall for de enkelte fórmidler, har grunnfóret inneholdt ca. 15 mg alfa- eller 30 mg total-tokoferol i forsøk 1, og ca. 25 mg alfa- og 50 mg total-tokoferol i forsøk 2 og 3.

Tilskuddene har ikke påvirket tilvekst, fórutnyttelse, ryggspekkykkelse eller den skjønnsmessige bedømmelse av fleskekvaliteten, og det er ikke funnet sikre utslag på A- og E-vitamininnhold i lever.

E-vitamininnholdet i ryggspekk er bare bestemt av oss i forsøk 3, og her har et tilskudd på 50 mg alfatokoferylacetat pr. dag økt innholdet fra 4,0 til 7,6  $\gamma$ /g. Ved Fiskeridirektoratets Kjemisk-Tekniske Forskningsinstitutt i Bergen ble det i samleprøver av spekk fra forsøk 1 funnet gjennomsnittlig 5  $\gamma$  pr. g fett uten og 13  $\gamma$  med tilskudd av E-vitamin. DAMMERS *et al.* (1958) fant 5,1 og 10,1  $\gamma$  E-vitamin pr. g spekk når fóret inneholdt henholdsvis 21,0 og 54,4 mg E-vitamin pr. kg. JØRGENSEN (1957) angir 30  $\gamma$  alfa-tokoferol pr. g som vanlige verdier for svinefett, og HILL & FUNKEN (1957) har funnet 12–40  $\gamma$ /g.

*Jodtall og smeltepunkt* i spekket er ikke entydig påvirket av E-vitamintilskuddet i noen av våre forsøk. Dette faller sammen med undersøkelser av GARTON *et al.* (1958), mens BRATZLER *et al.* (1950) og ROBINSON & COEY (1951) har funnet en økning i jodtallet ved E-vitamintilskudd til fett- og E-vitaminfattige rasjoner.

*Smaksbedømmelsen* har gitt noe bedre resultater for ferskt flesk og bacon ved tilskudd av E-vitamin i forsøk 1 og 2, men ikke i forsøk 3. I forsøk 3 er imidlertid E-tilskuddet koblet sammen med blokkeffekten, og det blir derfor forholdsvis store feil på bestemmelsen av E-vitamineffekten.

E-vitaminets gunstige virkning på smaken bekrefter at oksydasjons-

prosesser i fettet er en viktig faktor for utvikling av smaksfeil. At virkningen ikke har vært så uttalt i fryselaagrete prøver kan skyldes forsøksfeil, men kan også være reell. Den gunstige virkning av E-vitaminet på smaken har gjort seg gjeldende både ved fóring med vanlig og med BHT-sildemel, men mest for det siste.

*Aldehydtall, peroksydtall og induksjonsperiode* viser i alle forsøk at E-vitamintilskuddet har virket stabiliserende på alle typer av prøver. Enkelte avvikelser fra regelen skyldes sannsynligvis ukontrollerbare faktorer. Også disse kriterier tyder på at den stabiliserende virkning av E-vitaminet har gjort seg mer gjeldende ved fóring med BHT-mel enn ved bruk av vanlig sildemel. For fryselaagrete prøver i forsøk 1 er det for aldehydtallet sikkert samspill mellom sildemelkvalitet og E-vitamintilskudd. I forsøk 2 er det gitt ulike mengder av E-vitamin. Den største mengde, 50 i.e. pr. dag gjennom hele forsøket, har gitt noe bedre resultater enn 50 i.e. fra 50 kg til slakting, som igjen ligger noe bedre an enn 25 i.e. gjennom hele forsøkestida. Som nevnt svarer dette til en totalmengde på henholdsvis 5200, 2500 og 2600 i.e. E-vitamin pr. dyr. Dette tyder på at det vil være mest økonomisk for virkningen på fleskekvaliteten å konsentrere E-vitamintilskuddet i den siste del av oppfóringsperioden i tilfelle man ønsker å gi tilskudd. Dette spørsmål er tatt opp til nærmere undersøkelse.

Flere tidligere arbeider tyder på at en økning av E-vitamintilskuddet ut over de mengder vi har gitt, vil gi ytterligere stabilisering av spekket. DAMMERS *et al.* (1958) er kommet til at 40 mg E-vitamin pr. dag gir en tilfredsstillende holdbarhet av flesket. ZAEHRINGER *et al.* (1959) fant økende stabilitet ved å heve E-vitamintilskuddet fra 194 mg til 389 mg pr. dag i 2—4 eller 6 uker før slakting. Den største mengde svarer til 16 g pr. dyr.

Tilskuddet av *A- og D-vitamin* i forsøk 1 har, som en skulle vente, gitt en økning i leverens innhold av A-vitamin. Kalsium og fosforinnholdet i serum er ikke påvirket. Når vitamintilskuddet er gitt som tran, er jodtallet i flesket økt, og flesket har fått dårligere karakter for fasthet enn når det er brukt vitaminkonsentrat. Tranen har også, unntatt for bacon, gitt noe dårligere karakter for smak, og kriteriene på stabiliteten viser noe ugunstigere resultat. Differansene er imidlertid ikke statistisk sikre.

## V. SAMMENDRAG.

1. Det er utført 3 forsøk med i alt 96 individuelt fórede griser fra 20 til 90 kg levendevekt. Vanlig sildemel og/eller skummet melk som proteintilskudd er sammenliknet med sildemel tilsatt 0,02 eller 0,03% BHT under framstillingen. Virkningen av E-vitamintilskudd er også undersøkt, og i forsøk 1 også tilskudd av A- og D-vitamin.
2. Ingen av proteinførmidlene eller vitamintilskuddene har gitt noe sikkert utslag i tilvekst, fórutnyttelse eller spekktykkelse.
3. BHT-tilsetningen til sildemelet har generelt ført til en større avleiring av umettet fett, særlig fler-umettede fettsyrer i spekket, og flekket er blitt mer utsatt for oksydasjon (harskning), idet aldehydtallet (fargestyrketallet) og jodtallet som regel er økt og induksjonsperioden avtatt. Dette har gjort seg gjeldende både i prøver av ferskt flekk, bacon og prøver fryselaget i 4 eller 8 mnd. Virkningen på peroksydtallet tenderer i samme retning, men er mer uregelmessig.
4. BHT-tilsetningen har også gitt dårligere resultat ved smaksbedømmelsene, og helt tilfredsstillende resultater er det ikke oppnådd selv med de minste mengder fett i sildemel som har vært 8 g pr. dag i gjennomsnitt for perioden fra 20 til 90 kg, eller 3 g i den siste måned før slakting.
5. Ekstrahert BHT-mel (0,4 — 0,5% eterestrakt) har gitt bacon og fryselaagrede prøver med meget gode smaksegenskaper, men av de ferske prøver var det endel med smaksfeil.
6. BHT-tilsetningen har beskyttet A-vitamin i sildemel mot oksydasjon.
7. Tilskudd av E-vitamin (25 eller 50 i.e. pr. dyr og dag) har tilnærmet fordoblet eller tredoblet fórets innhold av E-vitamin, og dette har økt spekkets E-vitamininnhold fra 4—5 til 8—13  $\mu$ /g fett.
8. E-vitamintilskuddet har ikke påvirket spekkets jodtall eller smeltepunkt, men aldehydtallet, peroksydtallet og induksjonsperioden viser at stabiliteten er økt.
9. E-vitamintilskuddet har i noen grad motvirket smaksfeil, særlig ved fóring med BHT-mel.
10. I forsøk 1 har bruk av tran som A- og D-vitaminkilde (5 g/dag til slakting) gitt bløtere flekk med større jodtall enn bruk av vitamin-konsentrat. Ved bruk av tran er det også en tendens til at flekkets smak og stabilitet er blitt påvirket i ugunstig retning.

## VI. SUMMARY

1. In three experiments 96 pigs were fed individually, from 20 to 90 kg of live weight. Herring meal, as well as skim milk powder, was compared with herring meal prepared with 0,02 or 0,03% BHT. The effect of vitamin E supplements was also investigated. Further, in experiment 1 the supplemental effect of vitamins A and D was tested.

2. None of the protein or vitamin supplements produced any significant alterations in growth, utilization of feed, or thickness of pork fat.

3. Herring meals prepared with BHT have, on the whole, increased the deposition of unsaturated fat in the pigs, especially polyunsaturated fat. The pork fat is more susceptible to oxidative rancidity, since aldehydes (TBA) and iodine values in general are high, and the induction period is shortened. This is evident in the samples of fresh pork and bacon as well as in those of pork frozen for 4 or 8 months. The peroxide values showed the same trend, but were slightly less regular.

4. Pork from pigs raised on BHT-meal also appeared to have a different flavour. Even as little as 8 g of this herring meal fat a day, as an average, for the periode from 20 to 90 kg of live weight, failed to give a pork that was completely free from off-flavour.

5. Extracted, BHT-prepared meals, with 0,4—0,5% of residual fat, produced pork of excellent quality, according to grading done on bacon or frozen samples. In a few of the fresh samples there were possibly traces of off-flavour.

6. The addition of BHT protected vitamin A in herring meal against oxidation.

7. The supplement of vitamin E (25 or 50 I. U. per head daily) doubled or trippled the content of tocopherols of the feed and increased the vitamin E content from 4—5 to 8—13 p.p.m. of the pork.

8. The vitamin E supplement did not influence the iodine value or the melting point of the fat, but the values for aldehydes, peroxides, and induction periods showed that the stability was increased.

9. The vitamin E supplement counteracted to some degree the development of off-flavour, particularly when BHT-meal was fed.

10. In Experiment 1, cod-liver oil used as a source of vitamins A and D (5 g/day throughout the period) produced a softer back fat with a higher iodine value, than did dry vitamin concentrates. There was a tendency towards inferior stability and flavour in pork from pigs fed cod-liver oil.

Hovedtabell I. Analyser og beregnet innhold i de fórmidler og fórblandinger som er brukt. *Analysed and calculated contents of feedstuffs:*

	g pr. 100 g								Beregnet innh. pr. kg	
	Tørrstoff	Aske	Rå-prot.	Eter-ekstr.	Trevler	Ca	P	Jod-tall	F.f.e.	Fordrå-prot.g
Forsøk 1, 1957 <i>Exp. 1, 1957</i>										
Byggropp <i>Barley</i> .....	87,5	2,0	9,5	2,1	3,9	0,04	0,33		1,02	63
Maisropp <i>Corn</i> .....	87,5	1,3	9,1	4,3	1,9	0,01	0,27		1,15	65
Manioka <i>Manioca</i> .....	88,8	2,5	2,0	0,4	2,8	0,12	0,07		1,19	20
Hvetegris <i>Wheat bran</i> .....	89,1	5,2	16,2	5,1	9,3	0,10	1,10		0,80	124
Sildemel uten BHT (7A) <i>Herring meal without BHT</i> .....	93,2	9,5	76,0	6,1	—	1,85	1,95	80	1,14	692
Sildemel med BHT (9B) <i>Herring meal with BHT</i> .....	90,0	9,5	73,5	8,6	—	1,81	1,90	124	1,20	669
Kullhydratblanding <i>Basal feed</i> .....	88,5	2,2	7,8	2,6	3,5	0,06	0,31		1,09	57
Forsøk 2, 1958 <i>Exp. 2, 1958.</i>										
Byggropp <i>Barley</i> .....	87,3	2,2	10,5	1,8	4,2	0,04	0,37		1,00	69
Hvetegris <i>Wheat bran</i> .....	88,4	5,1	16,1	4,7	9,1	0,12	1,01		0,79	124
Durragropp <i>Milo</i> .....	87,5	1,5	10,3	3,2	2,0	0,03	0,28		1,10	77
Soyamel <i>Soybean meal</i> .....	89,3	5,8	48,2	0,5	5,2	0,27	0,67		0,93	424
Grasmel <i>Grass meal</i> .....	89,2		9,5	3,0		1,13	0,27		0,69	45
Sildemel I (0% BHT) <i>Herring meal I (0% BHT)</i> .....	90,8	9,6	72,3	6,4	—	1,77	1,90	79	1,10	658
Sildemel II (0,02% BHT) <i>Herring meal II (0,02% BHT)</i> .....	90,8	9,4	73,5	7,6	—	1,81	1,88	85	1,15	669
Sildemel III (0,03% BHT) <i>Herring meal III (0,03% BHT)</i> .....	90,7	9,5	73,4	7,8	—	1,64	1,87	81	1,16	668
Sildemel IV (0,03% BHT) ekstrahert <i>Herring meal IV (0,03% BHT extracted)</i> .....	91,6	9,5	75,4	0,5	—	1,55	1,78	80	0,94	688
Kullhydratblanding <i>Carbohydrate mixture</i> .....	88,3	3,2	10,1	2,5	4,5	0,39	0,43		1,00	80
Proteinbl. I (m/sildemel I) <i>Protein suppl. I (with herring meal I)</i> .....	89,3	11,3	34,1	4,5	—	2,62	1,41		0,93	312
Proteinblanding II <i>Protein supplement II</i> .....									0,95	316
Proteinblanding III <i>Protein supplement III</i> .....									0,95	315
Proteinblanding IV <i>Protein supplement IV</i> .....									0,87	322



Forsøk 3, 1959 *Exp. 3, 1959*

Byggørøpp <i>Barley</i> .....	87,0	2,2	10,5	1,8	4,2	0,04	0,37		1,00	69
Hvetegriss <i>Wheat bran</i> .....	88,1	5,0	16,0	4,7	9,1	0,13	0,97		0,79	123
Durragrøpp <i>Milo</i> .....	87,3	1,5	10,6	3,1	2,2	0,03	0,28		1,09	80
Soyamel <i>Soybean meal</i> .....	89,6	5,8	48,0	0,6	5,4	0,25	0,68		0,93	453
Sildemel I (0% BHT) <i>Herring meal I (0% BHT)</i> .....	93,1	9,3	77,5	5,8	—	2,11	1,93	99	1,14	705
Sildemel II (0,02% BHT) <i>Herring meal II (0,02% BHT)</i> .....	90,4		72,2	6,7	—			87	1,12	662
Sildemel III (0,03% BHT) <i>Herring meal III (0,03% BHT)</i> .....	90,2	9,3	73,2	7,7	—	1,76	1,93	107	0,92	666
Sildemel IV (0,03% BHT) ekstrh.) <i>Herring meal IV (0,03% BHT)</i> <i>extracted</i> ) .....	88,7	9,1	75,5	0,4	—	1,58	1,78	75	0,94	687
Kullhydratblanding <i>Carbohydrate mixture</i> .....	87,8	2,8	11,5	2,6	6,7	0,29	0,43		1,00	80
Tørmelk <i>Dried milk</i> .....	96,4	7,9	35,3	0,1		1,29	1,07		1,21	335
Proteinblanding uten sildemel <i>Protein supplement without herr. meal</i> .	89,6	15,1	13,2	2,3	5,4	3,96	1,35		0,86	123
	g per 100 g								Calculated content per kg	
	Dry mat- ter	Ashes	Crude prot.	Ether ex- tract	Fi- bers	Ca	P	Iod. value	F.f.u.	Dig. crude prot.

## LITTERATUR

- AREFJORD, M. (1960): Tiobarbitursyretall (TBA) og jodtall i ulike dybder av flesk Nordisk Jordbruksforskning, *42*, 111—114.
- ASKØE, E., & MADSEN, J. (1954): A chemical test for estimating oily and fishy off-flavor in bacon. *Acta Agric. Scandinavica*, *4*, 266—271.
- ASTRUP, H. N. (1954): Fettbestemmelse i sildemel. Meldinger fra Sildolje- og Silde-melindustriens Forskningsinstitut, Nr. 4, 1954, 75—78.
- (1957): Oksydasjon og selvoppvarming i sildemel. 2. Nordiske symposium om harskning af fedtstoffer. Teknisk Forlag, København, 1957, 213—229.
- AURE, L. (1958): Oksydasjonsstabilisering av sildemel med butylert hydroksytoluol (BHT) i teknisk målestokk. Årsmelding 1957 fra Fiskeridirektoratets Kjemisk-Tekniske Forskningsinstitut, 17—24.
- BARNES, R. H., LUNDBERG, W. O., HANSON, H. T., & BURR, G. O. (1943): The effect of certain dietary ingredients on the keeping quality of body fat. *J. Biol. Chemistry*, *149*, 313—322.
- BLUMER, T. N. BARRICK, E. R., BROWN, W. L., SMITH, F. H., & SMART, W. W. G. (1957): Influence of changing the kind of fat in the diet at various weight intervals on carcass fat characteristics of swine. *J. Animal Sci.*, *16*, 68—73.
- BOGE, G. (1960): Amino-acids composition of herring (*Clupea harengus*) and herring meal. Destruction of amino-acids during processing. *J. Sci. Food and Agric.*, *11*, 362—365.
- BRATZLER, J. W., LOOSLI, J. K., KRUKOVSKY, V. N., & MAYNARD, L. A. (1950): Effect of the dietary level of tocopherols on their metabolism in swine. *J. Nutrition*, *42*, 59—69.
- BREIREM, K. (1951): Sildemel. Særtrykk nr. 48 fra Landbrukshøgskolens Fóringsforsøk. — (1952): Formidler av fisk og sjødyr. *Tidsk. f. D. Norske Landbruk*, *59*, 139—161. Særtrykk nr. 119 fra Landbrukshøgskolens Fóringsforsøk.
- BRO-RASMUSSEN, F. & HJARDE, W. (1957): Determination of *a*-tocopherol by chromatography on secondary magnesium phosphate. *Acta Chem. Scandinavica*, *11*, 34—43.
- CARPENTER, L. E., & LUNDBERG, W. O. (1949): Effects of tocopherols on vitality of pigs in relation to «baby pig disease». *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, *52*, 269—275.
- CARR, F. H., & PRICE, E. A. (1926): Colour reactions attributed to vitamin A. *Biochem. J.*, *20*, 497—501.
- CHIPAULT, J. R., LUNDBERG, W. O., & BURR, G. O. (1945): The chemical determination of tocopherols in animal fats: The stability of hog fats in relation to fatty acid composition and tocopherol contents. *Arch. Biochem.*, *8*, 321—335.
- CLAUSEN, H. (1961): Bilag til Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums efterårsmødet den 26. og 27. oktober 1961; 152—157.
- COCHRAN, W. G., & COX, G. M. (1957): *Experimental Designs*. Sec. Ed. New York, 1957.

- CROWO, J. (1961): Lagringsforandringer i sildemel med og uten antioksydant. Meldinger fra Sildolje- og Sildemelindustriens Forskningsinstitut, Nr. 1, 1961, 2—6.
- DAHL, O. (1956): Utfodringens innflytande på flåskets smak, konsistens och hållbarhet. Svenska Svinavelsföreningens Tidskrift, Nr. 6, 102—111.
- (1958): Influence of the basal diet on the quality of pig fat. *Acta Agric. Scandinavica*, 8, 106—116.
- DAMMERS, J., STOLK, K., & WIERINGEN, G. VAN (1958): The importance of vitamin E for fattening pigs. *Vers. van Landbouwkundige Onderzoekingen*, No. 64, 5.
- DAVIES, A. W. (1933): The colorimetric determination of vitamin A by the alkali digestion method. *Biochem. J.*, 27, 1770—1774.
- EMMERIE, A., & ENGEL, CHR. (1943): The tocopherol (Vitamin E) content of foods and its chemical determination. *Zeitschrift für Vitaminforschung*, 13, 259—266.
- GARTON, G. A., & DUNCAN, W. R. H. (1954): Dietary fat and body fat: The composition of the back fats of pigs fed on a diet rich in cod liver oil and lard. *Biochem. J.*, 57, 120—125.
- GARTON, G. A., DUNCAN, R. H., MADSEN, K. A., SHANKS, P. L., & BEATTIE, J. S. (1958): Observations on feeding pigs on a low-fat diet. *British J. Nutrition*, 12, 97—105.
- GREENBERG, S. M., & FRAZER, A. C. (1953): Some factors affecting the growth and development of rats fed rancid fat. *J. Nutrition*, 50, 421—440.
- HASKELL, S. R., PRICHARD, G. I., NEWMAN, L. B., SHEARER, D. A., CAMERON, C. D. T., & FIGDAAR, W. Y. (1959): Flavour studies on pork from hogs fed fish silage. *Canad. J. of Anim. Sci.*, 39, 235—239.
- HILL, H., & FUNKEN, K. (1957): Über die Speicherung von Vitamin E im Fett und seine Beziehungen zum Vitamin A-Gehalt der Leber beim Schwein. *Deutsch. Tierärzte: Wochenschr.*, 64, 304—308; 353—354.
- HOVE, E. L., & SEIBOLD, H. R. (1955): Liver necrosis and altered fat composition in vitamin E-deficient swine. *J. Nutrition*, 56, 173—186.
- HÜBL, K. K. (1884): Eine allgemein verwendbare Methode zur Untersuchung der Fette. *Dinglers Polyt. Journal*. Bd. 253, 281.
- HUSBY, M., & HAUG, K. (1938): I. Virkningen av dyriske fórmidler på tilvekst og fleskekvalitet hos slaktegriser. II. Innhold av syrer i svinefett. 44. beretning fra Landbrukshøgskolens Fóringforsøk.
- HVIDSTEN, H., & HUSBY, M. (1955): Forsøk med ulike proteinformidler til slaktegris. 77. beretning fra Landbrukshøgskolens Foringsforsøk.
- ISAACHSEN, H. (1927): Fiskeproduktenes indflytelse paa fleskets kvalitet. 22. beretning fra Landbrukshøgskolens Foringsforsøk.
- , AASHAMAR, O., & BANG-SANDMO, CECILIE (1919): Virkningen av normalt (fettrikt) og ekstrahert levermel på fleskets kvalitet. Høiskolens aarsberet. (Norges Landbrukshøgskole) 1917—18.
- & ULVESLI, O. (1925): Fiskemel og sildemel til gris og ungsvin. Grisenes behov for mineralstoffer og vekstfaktorer. 18. beretning fra Landbrukshøgskolens Fóringforsøk.
- JØRGENSEN, N. V. (1957): Stabilitetsbestemmelser i svinefett, 111—123. 2. Nordiske symposium om harskning av fedtstoffer, Teknisk Forlag, København 1957.
- KJØLHEDE, K. TH. (1942): The elimination of the «vitamin A and carotenoid error» in the chemical determination of tocopherol. *Zeitschrift für Vitaminforschung*, 12, 138—145.
- LAKSESVELA, B. (1958): Fortsatte undersøkelser over BHT og sildemelets ernæringsmessige egenskaper. Rapport C nr. 58 fra Sildolje- og Sildemelindustriens Forskningsinstitut, januar 1961: 7—9.

- LAKSESVELA, B. (1960a): Ulike mengder sildemel til slaktegriser. Virkning på vekst, fôrutnyttelse og slaktekvalitet. Meldinger fra Sildolje- og Sildeindustriens Forskningsinstitut, nr. 2, 38—53 (1960).
- (1960b): Supplementation of chick diets with vitamin E to improve meat quality. *J. Sci. Food and Agric.*, *11*, 128—133.
- (1961) Prøveforing med harskt fett fra sildemel. Meldinger fra Sildolje- og Sildeindustriens Forskningsinstitut, nr. 1, 7—9 (1961).
- LEA, C. H. (1938): Rancidity in edible fats. Department of scientific and industrial research. Food Investigation, Special Report 46. His Majesty's stationary office, London.
- LEAT, W. M. F. (1961): The role of  $\alpha$ -tokoferol in the pig. *Proc. Nutr. Soc.* *20*, III—IV.
- MARCH, B. E., BIELY, J., CLAGGETT, F. G. & TARR, H. L. A. (1961): Nutritional and chemical changes in the lipid fraction of herring meals with and without antioxidant treatment. Fisheries Research Board of Canada. Tech. St. Circular No. 25.
- PALMER, A. Z., BRADY, D. E., NEUMANN, H. D., & TUCKER, L. N. (1952): Deterioration in frozen pork as related to fat composition, storage temperature, length of storage period, and packaging treatment. *Missouri Agric. Exper. Sta. Research Bull.* 492.
- ROBINSON, K. L., & COEY, W. E. (1951): A brown discoloration of pig fat and vitamin E deficiency. *Nature*, *168*, 997—992.
- SCHMIDT-NIELSEN, S., & OWE, A. W. (1923): Die Bestimmung der Jodzahl I. *Vitenskapselsk. Skrifter I. Mat. Naturv. klasse* 1923, nr. 15.
- THAFVELIN, B. (1961): Skadelig inverkan av skörde- och lagringsskadad spannmål på svin. 3. Nordiske Harskingssymposium. Sandefjord, august 1961.
- TUFF, P. (1912): Om sildesmak av flesket. *Norsk Veterinærtidsskr.* *24*, 197—201, 228—237, 321—331.
- TURNER, E. W., PAYNTER, W. D., MONTIE, E. J., BESSERT, M. W., STRUCK, G. M., & OLSEN, F. C. (1954): Use of the 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity in frozen pork. *Food Technol.*, *8*, 326—330.
- VADLA, E., HOMB, T., HUSBY, M., & BREIREM, K. (1957): Standardkraftfôrblandinger til svin. 81. beretning fra Lsndbrukshøgskolens Fóringsforsøk.
- ZAEHRINGER, M. V., BRING, S. V., RICKARD, C. A., & LEHRER, W. P. (1959): Effect of tocopherol supplementation of swine rations on storage life of frozen pork. *Food Technol.*, *13*, 313—317.