



Statens Mejeriforsøg

**Forsøgsrapport
nr. 29**

Sammensætning af smør og andre spisefedttyper

Composition of butter and other types
of edible fat

Pia Lund og Lars Thymark

INDHOLDSFORTEGNELSE

Side

FORORD

1	BAGGRUND.....	1
2	FORMÅL.....	1
3	LITTERATUR.....	2
4	LOVGIVNINGENS KRAV TIL PRODUKTERNES SAMMENSÆTNING.....	3
5	MATERIALE OG METODER.....	5
5.1	Prøver.....	5
5.2	Analyser.....	5
5.2.1	Fedtsyresammensætning.....	6
5.2.2	Sterolindhold.....	6
5.2.3	Triglyceridsammensætning.....	7
5.2.4	Vand, salt og fedtfrit tørstof.....	7
6	RESULTATER OG DISKUSSION.....	8
6.1	Fedtsyresammensætning.....	8
6.1.1	Smør.....	9
6.1.2	Smørfedtfraktioner.....	9
6.1.3	Blandingsprodukter.....	10
6.1.4	Planteolier.....	13
6.1.5	Fiturefedt.....	13
6.1.6	Margariner.....	14
6.1.7	Minariner.....	16
6.2	Indhold af steroler.....	16
6.3	Triglyceridsammensætning.....	20
6.3.1	Smør.....	20
6.3.2	Smørfedtfraktioner.....	20
6.3.3	Blandingsprodukter.....	22
6.3.4	Planteolier.....	22
6.3.5	Fiturefedt.....	24
6.3.6	Margariner.....	24
6.3.7	Minariner.....	26
6.4	Indhold af vand, salt, fedtfrit tørstof og fedt...	26

7	KONKLUSION.....	26
8	SAMMENDRAG.....	27
9	SUMMARY.....	30
10	LITTERATURLISTE.....	32
	APPENDIKS.....	
	Appendiks 1. Metode til sterolbestemmelse.....	
	Appendiks 2. Fedtsyrenomenklatur.....	
	Appendiks 3. Tabel A1 - A14.....	

FORORD

Spisefedtstoffer og deres sammensætning diskuteres ofte i ernæringsdebatten. Især er det fedtsyresammensætning og sterolindhold (kolesterol), der er i fokus. I de sidste år er der mange steder i verden opstået et marked for de såkaldte blandingsprodukter, der indeholder både animalske og vegetabiliske fedtstoffer. Dette marked vil formentlig blive større i de kommende år. For at kunne fremstille produkter med specifikke egenskaber er det nødvendigt at kende råvarernes sammensætning så godt som muligt. Kendskab til råvarernes sammensætning kan også benyttes til at kontrollere, om et givet produkt er i overensstemmelse med deklarationen.

Da der er et begrænset kendskab til forskellige spisefedttypers sammensætning i detaljer, er der på Statens Mejeriforsøg foretaget en kortlægning af fedtsyre-, triglycerid- og sterolsammensætningen i en række spisefedtstoffer. I denne forsøgsrapport redeføres for de opnåede resultater.

Arbejdet er udført af en projektgruppe under ledelse af civilingeniør Pia Lund (kemisk afdeling). Øvrige medarbejdere var mejeriingeniør Henning Danmark (produktteknologisk afdeling), akademiingeniør Lars Thymark (kemisk afdeling) og laborant Anni Jensen (kemisk afdeling). De ansvarlige afdelingsledere har været civilingeniør Hanne Werner, kemisk afdeling og mejeriingeniør G. Kjærgaard Jensen, produktteknologisk afdeling.

Februar 1988

Børge K. Mortensen
Forstander

1 BAGGRUND.

Smør, margarine og andre spisefedtstoffer udgør en væsentlig del af den daglige kost. Således var forbruget i Danmark i 1985 af smør 7,2 kg og af margarine 16,2 kg pr. indbygger pr. år (Statistisk årbog, 1985).

Betydningen af fedt i kosten har da også i tidens løb været genstand for mange diskussioner. Eksempler herpå er betydningen af kolesterol, mættede fedtsyrer og transumættede fedtsyrer for forekomsten af hjerte-kar sygdomme. Ved ernæringsmæssige vurderinger af de enkelte fedtstoffer er det vigtigt at have et indgående kendskab til deres sammensætning.

Spisefedtstoffernes sammensætning er også af interesse ved vurdering af blandingsprodukter af smør og andre fedttyper. Det er som bekendt ikke tilladt at sælge blandingsprodukter i Danmark. Derimod sælges der f.eks. i England mange af disse produkter, og også i Sverige er det tilladt at sælge blandingsprodukter. På denne baggrund må man forvente, at der også i Danmark på længere sigt vil være stigende interesse for blandingsprodukter. Det vil så være nødvendigt at kunne undersøge produkternes identitet og blandingsforhold.

2 FORMÅL.

Det var projektets mål at tilvejebringe øget viden om smør og andre spisefedttypers sammensætning for derved at muliggøre:

- en bedre karakterisering af fedtstofferne, herunder blandingsprodukter, til støtte for såvel ernæringsmæssige som produktteknologiske vurderinger
- identifikation af blandingsprodukternes enkelte bestanddele og forholdet mellem dem.

3 LITTERATUR.

Der er tidligere udført undersøgelser af fedtsyresammensætningen i margarine og minarine i Danmark (Leerbeck, 1979 og Druckrey et al., 1985). Førstnævnte undersøgelse omfatter 372 prøver margarine og minarine. Druckrey et al. (1985) har bestemt fedtsyresammensætningen detaljeret i 30 prøver margarine og minarine. Der er også offentliggjort en undersøgelse af spiselige vegetabiliske olier i Danmark (Jensen, 1985), som omfatter 40 forskellige olier fordelt på 11 forskellige olietyper.

Smørs fedtsyresammensætning afhænger af en række faktorer, som f.eks. fodring, årstid, laktationsstadium og race. Der er i tidens løb offentliggjort en del undersøgelser af årstidsvariationen i smørs fedtsyresammensætning, både danske og udenlandske (Steen og Andersen, 1974, Lund, 1987 og Gallacier et al., 1984).

Herudover er der offentliggjort en del udenlandske undersøgelser af fedtsyresammensætningen i forskellige spisefedtsstoffer. Croon (1987) har i Sverige udført en undersøgelse af fedtsyresammensætningen i spisefedt. Der findes også en del undersøgelser, der omfatter margarine i forskellige lande, men de kan ikke umiddelbart anvendes til sammenligning på grund af forskelle i råvarer. Weihrauch et al. (1977) og Seher & Grundlach (1982) har undersøgt forskellige vegetabiliske olier.

Sheppard et al. (1978) har lavet en samlet oversigt over fedtsyresammensætning i spisefedt og -olier baseret på litteraturangivelser.

Bestemmelse af steroler er beskrevet adskillige steder i litteraturen - dog primært enten kolesterol- eller plantesterolbestemmelse. Slover et al. (1979) har bestemt plantesterolindholdet i 13 planteolieprodukter såvel kvalitativt som kvantitativt ved hjælp af kapillar gaskromatografi.

Vedrørende HPLC (High Pressure Liquid Chromatography) har Colin et al. (1979) undersøgt forskellige kromatografiske systemer med henblik på adskillelse af steroler og har opnået en adskillelse, der dog ikke er egnet til kvantitativ bestemmelse. Hurst et al. (1984) har bestemt kolesterol såvel kvalitativt som kvantitativt i kakaoprodukter ved hjælp af ikke-vandig omvendt fase HPLC. Senest har Holen (1985) udarbejdet en metode til ad-

skillelse af både kolesterol og plantesteroler ved hjælp af vandig omvendt fase HPLC. Det er således muligt at bestemme antallet af steroler i produkterne samt mængderne af sterolerne ved en videreudvikling af denne metode. Holens metode er udarbejdet på basis af standarder.

Endvidere har Newkirk & Sheppard (1981) sammenlignet HPLC og GC-metoder for kolesterols vedkommende vedrørende genfinding og reproducerbarhed, og de har fundet overensstemmelse mellem de to metoder.

Med hensyn til kvantitative bestemmelser af triglyceridsammensætningen er der offentliggjort relativt få undersøgelser. D'Alonzo et al. (1982) har bestemt triglyceridsammensætningen i forskellige vegetabiliske olier. Cullinane et al. (1984) har undersøgt årstidsvariation i irsk smørfedts triglyceridsammensætning.

Anvendelse af HPLC til adskillelse af triglycerider er beskrevet i en række artikler, men langt de fleste undersøgelser er kun kvalitative.

4 LOVGIVNINGENS KRAV TIL PRODUKTERNES SAMMENSETNING

Nedenfor er lovgivningens krav til de enkelte produkttyper anført, og hvor en sådan ikke eksisterer, er de enkelte produkttyper søgt defineret nærmere.

Smør skal i følge Landbrugsministeriets bekendtgørelse nr. 663 af 20. december 1983 om smør m.v. indeholde min. 80% fedt, max. 16% vand og max. 2% fedtfrit mælketørstof.

Smørfedt kan fraktioneres i hårde og bløde smørfedtfraktioner (højtsmeltende og lavismeltende). Egenskaberne af disse fraktioner afhænger dels af udgangsmørfedteets sammensætning, dels af fraktioneringsbetingelserne. Sådanne fraktioner kan anvendes i andre fedtholdige levnedsmidler.

Ved blandingsprodukter forstås i denne sammenhæng blandinger af mælkfedt og vegetabiliske olier, som oftest anvendes sojaolie. Sådanne produkter er det ikke tilladt at sælge i Danmark.

Spisefedt og spiseolier skal indeholde deklaration med oplysning om bl.a. varebetegnelse og ingrediensliste, hvis den

indeholder andet end det, varebetegnelsen dækker. Disse produkter må højst indeholde 0,5% vand.

Sammensætningen af margarine er fastlagt i Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 197 af 20. maj 1985 om margarine m.v. Margarine skal ligesom smør indeholde mindst 80% olie/fedt og højst 16% vand. Fedtstoffet kan bestå af planteolier og/eller animalsk fedt.

I følge bestemmelserne om margarine opdeles produkterne i følgende 5 grupper efter vægtprocentdele af flerumættede fedtsyrer (ofte betegnet PUFA, Poly Unsaturated Fatty Acids):

1. Mindst 55 procent
2. Mindst 40 procent
3. Mindst 20 procent
4. Mindst 10 procent
5. Under 10 procent.

I lovmæssig forstand forstås ved flerumættede fedtsyrer alene linolsyre.

Produkterne i gruppe 1 og 2 skal udelukkende være fremstillet af olier og fedtstoffer af vegetabilsk oprindelse. Disse produkter blev tidligere benævnt "diætmarginer", men brugen af denne benævnelse er i følge gældende bestemmelser forbudt.

I gruppe 3 findes den almindelige plantemargarine. Bruges betegnelserne "plantemargarine", "vegetabilsk margarine" o.lign. må der kun være anvendt planteolier ved fremstillingen. Typisk i gruppe 4 er standard-stegemargarinen. Den fremstilles af en blanding af plante- og dyriske fedtstoffer.

Gruppe 5 er den billigste "discount-margarine", der hovedsagelig fremstilles af animalske fedtstoffer.

5 MATERIALE OG METODER.

5.1 Prøver.

I tabel 1 er anført en oversigt over de undersøgte spise-fedtstoffer. De fleste prøver - margarine, minariner, friturefedt, planteolier - blev indkøbt i lokale supermarkeder. Smørprøverne blev udtaget fra produktionen på Statens Mejeriforsøg, og smør-fedtfraktionerne blev produceret på kærnecentralen i Rødkjærsbro. Blandingsprodukterne var fra Sverige og England.

Smørprøverne blev udtaget, så de repræsenterede sommer- og vinter-smør. Smørfedtfraktionerne blev udvalgt som eksempler på de variationer, der kan forekomme i sådanne produkter. Det samme var tilfældet for blandingsprodukterne. Med hensyn til planteolier blev sojaolie, solsikkeolie, majsolie, vindrukerneolie og oli-venolie undersøgt. Der blev undersøgt 5 forskellige mærker af friturefedt af animalsk og vegetabilsk oprindelse. Margarine- og minarineprøverne blev udvalgt således, at de forskellige indhold af flerumættede fedtsyrer blev repræsenteret.

Tabel 1. Oversigt over de undersøgte spisefedtstoffer.

Produkttyper	Antal	Nr.
Smør	6	1 - 6
Smørfedtfraktioner	6	7 - 12
Blandingsprodukter	4	13 - 16
Planteolier	16	17 - 32
Friturefedt	5	33 - 37
Stegemargarine 1)	8	38 - 45
Plantemargariner	9	46 - 54
Specialsmagende margarine	1	55
Minariner	5	56 - 60

1) 2 af prøverne indeholder 20% PUFA og indeholder kun planteolier.

5.2 Analyser

I de indsamlede prøver blev bestemt fedtsyresammensætning, indhold af steroler og triglyceridsammensætning. Desuden bestemtes prøvernes indhold af vand, salt og fedtfrit tørstof og herudfra beregnedes indholdet af fedt.

5.2.1 Fedtsyresammensætning.

Den anvendte methyleringsprocedure er en modifikation af Christophersons & Glass' metode (1969). 100 mg fedt opløses i 1 ml heptan og 50 µl 2N KOH i methanol tilsættes. Der mixes i 30 sek., efter 10 min. fortyndes supernatanten 5 gange, og denne prøve er herefter klar til injektion.

Der blev anvendt to gaschromatografer af fabrikat Hewlett Packard, model 5880A og 5890A med flammeionisationsdetektor og splitinjektionssystem.

En 25 m CP Wax 52CB fused silica kolonne blev anvendt ved bestemmelse af fedtsyresammensætningen i planteolier, friturefedt og margariner med 55% flerumættede fedtsyrer. Temperaturprogram: 80C (1 min.) til 200C med 10C/min. Injektionstemperatur 250C og detektortemperatur 260C. Splitinjektion, splitforhold 1:50, flow 1 ml He/min.

Fedtsyresammensætningen i de mere komplekse fedtstoffer (smør, smørfedtfractioner, blandingsprodukter og margariner) blev bestemt på en 50 m CP Sil 88 fused silica kolonne. Denne kolonne kan adskille cis- og transisomere fedtsyrer. Temperaturprogram: 100C (5 min.) til 150C med 10C/min., 150-175C (1C/min.), 175-200C (10C/min.). Injektionstemperatur 250C og detektortemperatur 260C. Splitinjektion, splitforhold 1:100, flow 0,5 ml He/min.

5.2.2 Sterolindhold.

Holens (1986) metode til karakterisering af sterolstandarder blev yderligere udviklet og modificeret på Statens Mejeriforsøg, hvorefter metoden (Appendiks 1) blev benyttet til bestemmelse af sterolindholdet i prøverne.

Fedtet isoleres fra produktet og hydrolyseres med KOH. Den uforsæbelige rest ekstraheres med diethyl-ether og sterolerne bestemmes på HPLC.

Der blev anvendt HPLC-udstyr fra Perkin-Elmer, udstyret med 2 stk. C-18 kolonner, 25 cm x 4,6 mm med 3 µm partikler. Flow: 0,6 ml/min. og UV-bølglængde 205 nm. Eluent H₂O/methanol-1/99.

5.2.3 Triglyceridsammensætning.

Triglyceridsammensætningen blev bestemt ved at opløse ca. 10 mg fedt i 1 ml heptan og injicere 1 µl heraf. En Hewlett Packard gaskromatograf model 5890A med en 10m CP Sil 5CB fused silica kolonne blev anvendt. Temperaturprogram: 240C (1 min.) til 320C med 4C/min. Injektionstemperatur 350C, detektortemperatur 360C. Splitinjektion, splitforhold 1:20, flow 2,5 ml He/min.

5.2.4 Vand, salt og fedtfrit tørstof.

Vandindholdet i prøverne er bestemt som beskrevet i Arbejds- metoder (1958), saltindhold efter Hunziker (1940) og indholdet af fedtfrit tørstof som angivet i IDF standard IIA (1986). Fedtindholdet er herefter beregnet ud fra disse analyser.

6. RESULTATER OG DISKUSSION.

6.1 Fedtsyresammensætning.

I Appendiks 2 er angivet en oversigt over den anvendte fedtsyrenomenklatur.

Fedtsyresammensætningen i de undersøgte prøver er angivet i Appendiks 3 (tabel A1 - A6). Desuden er eksempler på fedtsyresammensætningen i de enkelte produkttyper illustreret i figurer i teksten. Produkttyperne vil blive omtalt hver for sig.

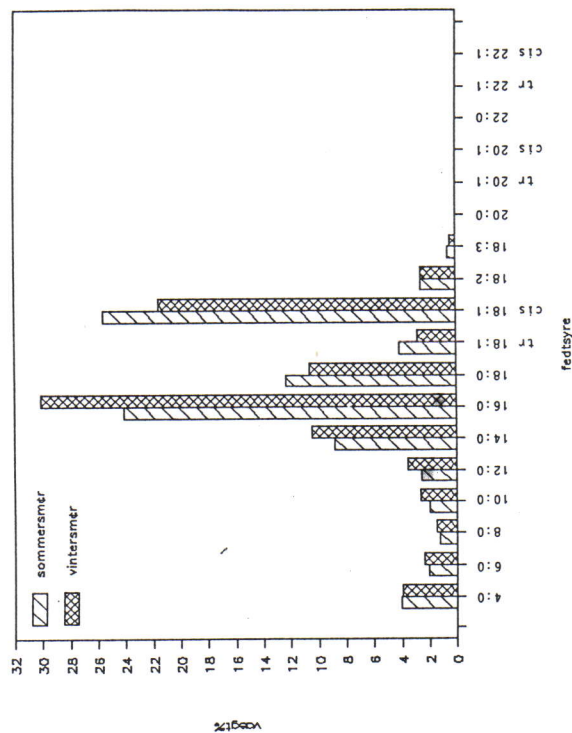


Fig. 1. Fedtsyresammensætningen i sommer- og vintersmør.

6.1.1 Smør.

Undersøgelsen omfatter prøver udtaget sommer og vinter. Forskellene i fedtsyresammensætningen er illustreret i fig. 1. Som det fremgår af figuren, har smørret om sommeren et højere indhold af 18:0, cis og trans 18:1, og et tilsvarende lavere indhold af 16:0, 14:0 samt af fedtsyrer med kædelængde fra 6 til 12 kulstofatomer. Disse forskelle er i overensstemmelse med de tidligere fundne årstidsvariationer i dansk smørfedt (Lund, 1987).

6.1.2 Smørfedtfraktioner.

Der er også undersøgt nogle få smørfedtfraktioner for at illustrere de forskelle, man kan forvente at finde heri. I fig. 2 er vist et eksempel på fedtsyresammensætningen i smørfedt samt i en hård og i en blød fraktion. Den hårde fraktion har et højere indhold af fedtsyrer med høje smeltepunkter (14:0, 16:0 og 18:0), mens den bløde fraktion har et højere indhold af fedtsyrer med lave smeltepunkter (kortkædede fedtsyrer og cis 18:1) sammenlignet med udgangssmørfedt. Fedtsyresammensætning i de undersøgte smørfedtfraktioner er angivet i tabel A1.

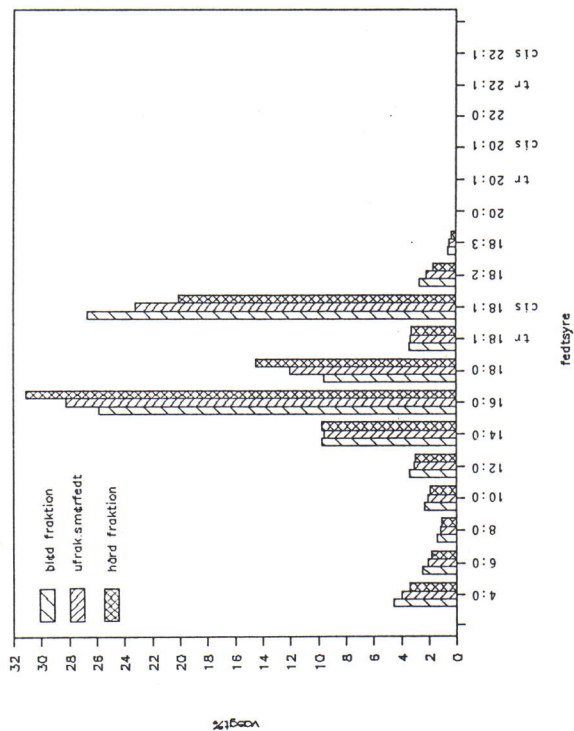


Fig. 2. Fedtsyresammensætningen i ufraktioneret smørfedt samt i en blød og i en hård fraktion (filtreringstemperatur 16°C).

6.1.3 Blandingsprodukter.

I denne gruppe er analyseret 4 forskellige prøver. Prøve 13, 14 og 16 har et relativt højt indhold af kortkædede fedtsyrer, som viser, at de indeholder en del mælkefedt (tabel A1). Prøve 15 har derimod et relativt lavt indhold af kortkædede fedtsyrer (tabel A1). I fig. 3 er vist fedtsyresammensætningen i to blandingsprodukter med henholdsvis højt og lavt indhold af mælkefedt.

Indholdet af linolsyre (18:2) er i alle prøver væsentlig højere end i smør, hvilket skyldes, at produkterne er en blanding af smørfedt og sojaolie. De svenske blandingsprodukters (13 og 14) sammensætning er tidligere undersøgt (Croon, 1987). De her fundne resultater for indholdet af linolsyre (18:2) og transfedtsyrer stemmer niveaumæssigt overens med de angivne. Der er ikke fundet litteraturangivelser af de engelske blandingsprodukters fedtsyre sammensætning.

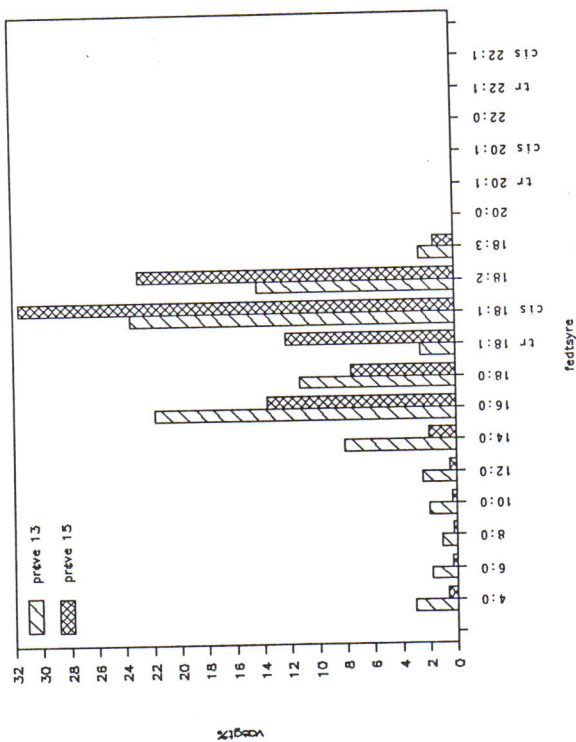


Fig. 3. Fedtsyresammensætningen i to blandingsprodukter med henholdsvis højt (prøve 13) og lavt (prøve 15) indhold af mælkefedt.

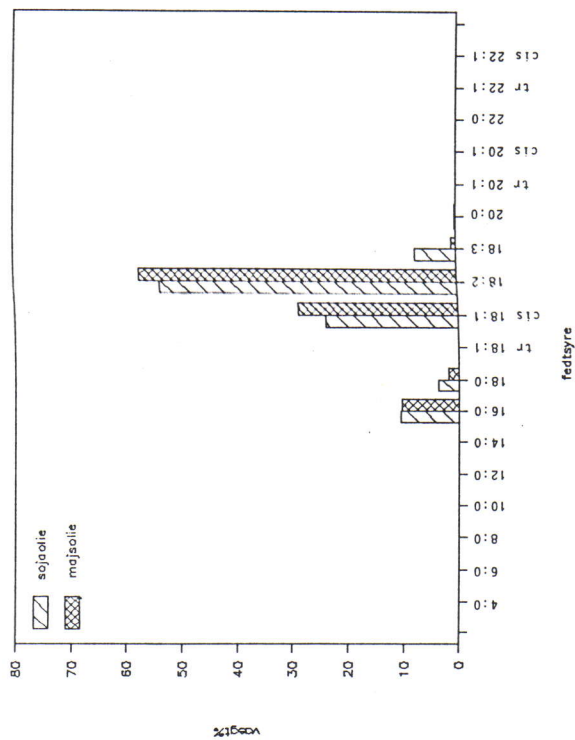


Fig. 4. Fetsyresammensætningen i soja- og majsolie.

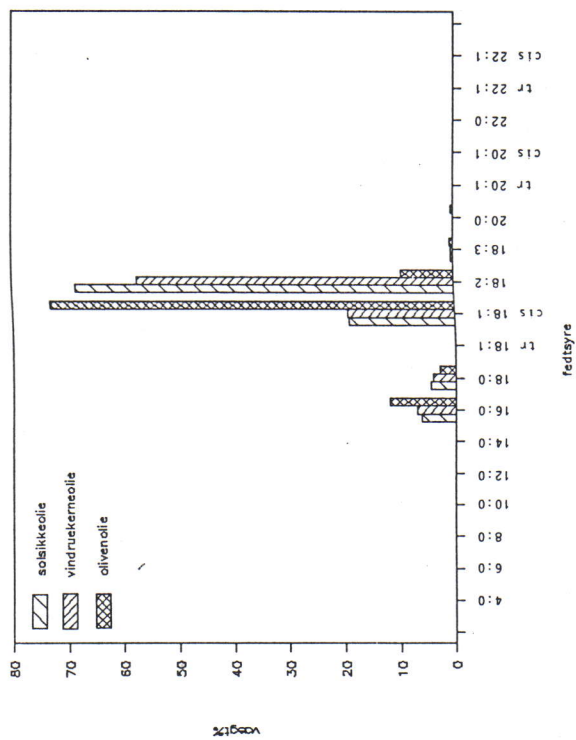


Fig. 5. Fetsyresammensætningen i solsikke-, vindrukerne-, og olivenolie.

6.1.4 Planteolier.

Fig. 4 og 5 viser eksempler på fetsyresammensætningen i de forskellige planteolier. Majs-, soja-, solsikke- og vindrukerneolie har et højt indhold af linolsyre (18:2), mens olivenolie har et højt indhold af oliesyre (18:1). Sojaolie er den eneste af de undersøgte olier, der indeholder større mængder af linolensyre (18:3). Der er små forskelle i fetsyresammensætningen inden for samme planteolietype afhængig af fabrikat, som det fremgår af tabel A2 i appendiks.

Sammenlignet med Husholdningsrådets undersøgelse (Jensen, 1985) finder vi et noget højere indhold af oliesyre (18:1) i olivenolie, men ellers er der god overensstemmelse. Der er ligeledes god overensstemmelse med andre angivelser (Sheppard, 1982, Seher, 1978).

6.1.5 Friturefedt.

Fetsyresammensætningen i de 5 undersøgte prøver friturefedt er angivet i tabel A3. Fig. 6 viser fetsyresammensætningen i to prøver friturefedt, en af animalsk og en af vegetabilsk oprindelse (nr. 35 og 36). Der er stor forskel på de to prøver, idet den vegetabiliske prøve har et højt indhold af 12:0 og andre kort- og mellemkædede fedtsyrer, mens den animalske prøve næsten udelukkende indeholder langkædede fedtsyrer. Fetsyresammensætningen i prøve 35 og 36 svarer til fetsyresammensætningen af henholdsvis svinefedt og kokosfedt (Sheppard et al., 1978). Prøve 37 er et vegetabilisk produkt og bedømt ud fra fetsyresammensætningen kan det være en blanding af palmeolie og sojaolie i forholdet 2 til 1.

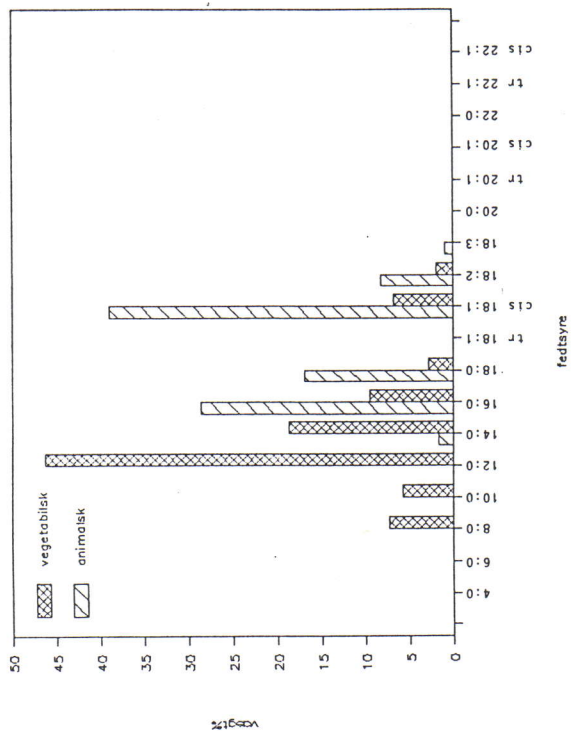


Fig. 6. Fetsyresammensætningen i en prøve animalisk og i en prøve vegetabilsk friturefedt.

6.1.6 Margarine.

Som det fremgår af tabel A4, indeholder stegemargarine med mindre end 10% og mindst 10% flerumættede fedtsyrer langkædede fedtsyrer med 20 og 22 kulstofatomer. I fig. 7 er vist et eksempel herpå. Indholdet af de flerumættede fedtsyrer var i overensstemmelse med de i deklarationen angivne værdier.

Sammenlignet med de tidligere danske undersøgelser (Leerbeck, 1979 og Druckrey et al. 1985) er der stort set fundet samme variationsbredde i fetsyresammensætningen, når der tages hensyn til, at der ikke er undersøgt de samme prøver, samt at råvarerne til margarinefremstilling vælges afhængigt af råvarepriserne.

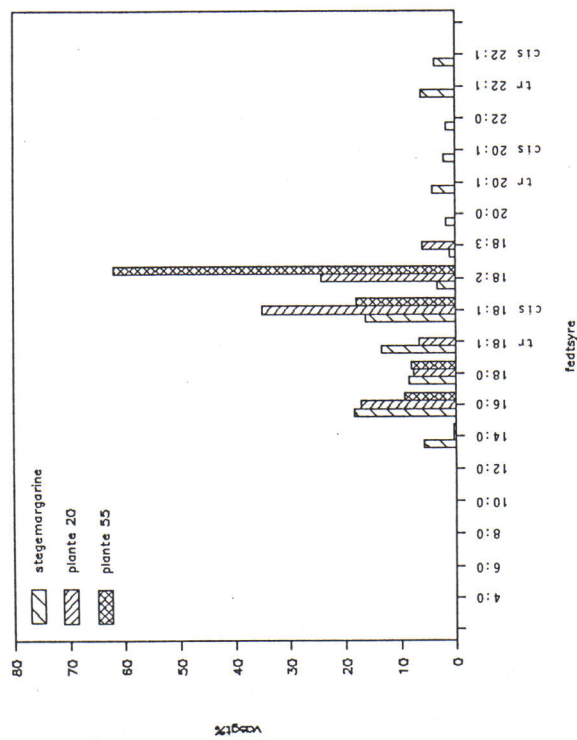


Fig. 7. Fetsyresammensætningen i tre margarineprøver - stegemargarine og plantemargarine med henholdsvis 20% og 55% PUFA.

Fig. 7 viser også fetsyresammensætningen i to prøver margarine med 20%, henholdsvis 55% flerumættede fedtsyrer. Indholdet af flerumættede fedtsyrer i prøverne er i overensstemmelse med det deklarerede. Fetsyresammensætningen i margarine med 20% flerumættede fedtsyrer varierer fra produkt til produkt, jf. tabel A4 og A5. Flere prøver (44, 47 og 49) har et højt indhold af transfedtsyrer (ca. 20%), prøve 49 har et højt indhold af linolsyre (35%), mens prøve 48 har et relativt højt indhold af palmitinsyre.

Margarinerne med 55% flerumættede fedtsyrer (51, 52, 53 og 54) har stort set samme fetsyresammensætning. Alle prøver har et indhold af linolsyre på ca. 60% (jf. tabel A5). De fundne variationer i fetsyresammensætningen af plantemargarinerne svarer

stort set til de tidligere fundne i de ovenfor omtalte undersøgelser (Leerbeck, 1979 og Druckrey et al. 1985).

Der er undersøgt en enkelt prøve af de såkaldte specialsmagende margariner (prøve 55). Som det fremgår af tabel A6, har produktet et lavt indhold af linolsyre. Desuden indeholder det forgrenede fedtsyrer, hvilket tyder på, at produktet er en blanding af talg og vegetabilisk olie.

6.1.7 Minariner.

Inden for denne gruppe er der analyseret to forskellige typer med mindst 20% (prøve 56, 57 og 58) og mindst 55% (prøve 59 og 60) flerumættede fedtsyrer. Det fremgår af tabel A6, at fedtsyresammensætningen i de to typer minariner stort set svarer til fedtsyresammensætningen i plantemargariner med tilsvarende indhold af flerumættede fedtsyrer.

Prøverne 56, 57 og 58 har et relativt højt indhold af linolsyre sammenlignet med prøverne 59 og 60. Det kan stamme fra sojaolie. Indholdet af linolsyre er i overensstemmelse med det deklarerede.

6.2 Indhold af steroler.

Som man kan se af tabel 2 samt figur 8 og 9, er der stor forskel på sterolsammensætningen i de forskellige produkttyper. De animalske fedtstoffer indeholder kun kolesterol, mens de vegetabiliske indeholder flere steroler, dog ikke kolesterol i målelige mængder. Blandingsprodukterne (mælkefedt + vegetabilisk fedt) og stegemargarinerne indeholder som ventet både kolesterol og andre steroler. De forskellige produkters indhold af steroler er anført i tabel A7.

Kolesterolindholdet i de undersøgte smørprøver er stort set konstant. Kolesterolindholdet i den bløde smørfedtfraktion er væsentlig højere end i den hårde fraktion (jf. tabel 2). Koleste

Tabel 2. Oversigt over sterolindholdet i de undersøgte prøver. (gennemsnit: gns., standardafvigelse: s).

Produkt-type	Antal prøver	Kolesterol		Sterolindhold mg/100 g fedt	
		gns.	s i %	Sitosterol gns.	Stigmasterol s i %
Smør (vinter)	3	272	1	-	-
Smør (sommer)	3	267	2	-	-
Smørfraktion (hård)	2	192	9	-	-
Smørfraktion (blød)	2	304	7	-	-
Bl. produkter (mælkefedt + veg. fedt)	4	130	48	84	20
Sojaolie	4	-	-	173	4
Majsolie	3	-	-	568	17
Solsikkeolie	3	-	-	199	26
Olivenerolie	3	-	-	110	3
Vindrukerneolie	3	-	-	229	21
Friture (vegetabilisk)	2	-	-	52	36
Fiture (animalsk)	3	97	10	-	-
Plantemarg. 20% PUFA	7	-	-	168	25
Plantemarg. 55% PUFA	4	-	-	188	1
Stegemarg.	6	266	54	44	45
Minariner	5	-	-	173	17
					28
					34

rolindholdet i smør svarer til, hvad der er fundet ved tidligere arbejder (Newkirk & Sheppard, 1981).

De vegetabiliske oliers sterolindhold (sitosterol & stigmasterol) er forholdsvis konstant for hver enkelt planteolietype. De små forskelle, der er fundet, kan skyldes forskellige oprindelsessteder for den pågældende olie. Derimod er forskellen stor på sterolindholdet i de forskellige planteolietyper. Ligesom for smørrets vedkommende stemmer resultaterne - niveaumæssigt - med de i litteraturen opgivne resultater (Slover et al., 1983).

Spredningen er dog straks meget større - markant større for blandingsprodukterne og de produkter (stegemargarinerne), hvori der indgår hærde olier. Her er det tydeligt at se, at der benyttes meget forskellige råvarer i produktionen samt meget forskellige blandingsforhold. Stegemargarines indhold af kolesterol er med andre ord meget forskellig fra produkt til produkt. På samme måde kan man på blandingsprodukterne samt stegemargarinerne se, at der kan være stor forskel på sterolindtaget afhængigt af, hvilket produkt man har spist, selvom fedtindhold, proteinindhold og konsistens m.m. er de samme.

I samtlige vegetabiliske prøver er der endvidere fundet campesterol. Det har dog ikke været muligt at bestemme denne sterol kvantitativt på grund af manglende standard.

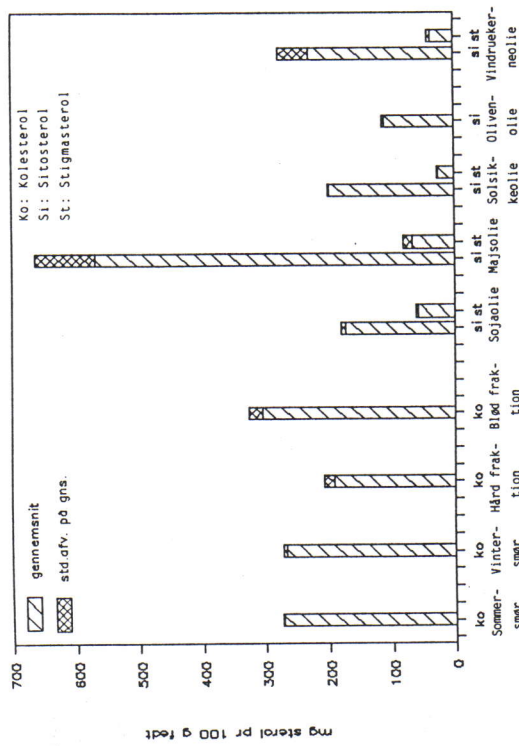


Fig. 8. Sterolindhold i smør og smørfedtfractioner samt planteolier.

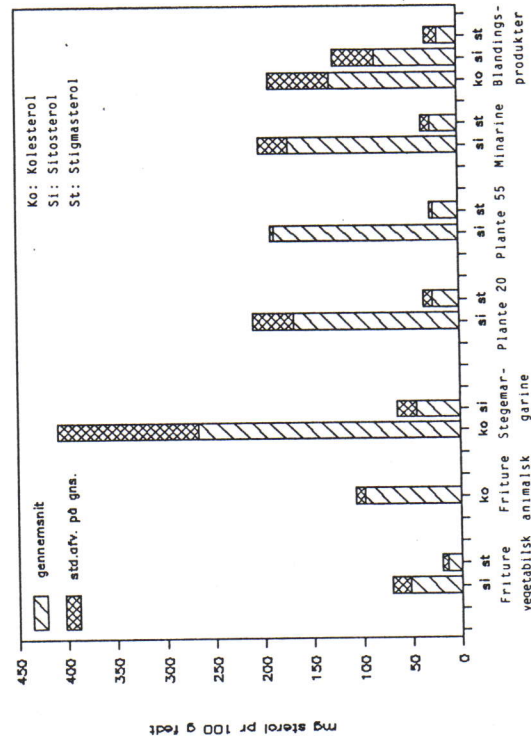


Fig. 9. Sterolindhold i friturefedt, margarine, minarine og blandingsprodukter.

6.3 Triglyceridsammensætning.

Den anvendte kapillarkolonne adskiller triglyceriderne efter antallet af kulstofatomer og til en vis grad efter antallet af umættede fedtsyrer inden for triglyceriderne med samme antal kulstofatomer. Antallet af kulstofatomer i et triglycerid svarer til summen af de tre fedtsyrers kædelængde. Der er fra produkt til produkt stor forskel på adskillelserne inden for triglycerider med samme antal kulstofatomer. Således er adskillelsen af de langkædede triglycerider i smørfedt og i produkter, der indeholder få forskellige fedtsyrer, rimelig god og reproducerbar. Derimod er adskillelsen af de langkædede triglycerider i margariner dårlig og ikke så reproducerbar. Alle resultater er derfor opgjort således, at triglycerider med samme antal kulstofatomer er summeret og kun angivet som ét tal. Triglyceridsammensætningen i de undersøgte prøver er angivet i tabel A8 - A13. Desuden er eksempler på triglyceridfordelingen i de enkelte produkter illustreret i figurer i teksten.

6.3.1 Smør.

Fig. 10 viser fordelingen af triglycerider i to smørprøver, der repræsenterer sommer og vinter. Som det fremgår af figuren, har smørret om sommeren et højere indhold af de langkædede triglycerider (C50-C54), og et lavere indhold af triglycerider med 42-48 kulstofatomer sammenlignet med smørret om vinteren.

6.3.2 Smørfedtfractioner.

Fig. 11 viser fordelingen af triglycerider i en hård og en blød smørfedtfraction samt i udgangssmørfedt. Indholdet af de enkelte triglycerider i fraktionerne afhænger af de anvendte fraktioneringsbetingelser (især filtreringstemperaturen) og udgangssmørfedets sammensætning. Generelt vil indholdet af langkædede triglycerider (C46-C52) i de hårde fraktioner være højere end i smørfedt, mens indholdet af triglycerider med kædelængde 34 til 42 vil være højere i de bløde fraktioner. De langkædede triglycerider i de hårde fraktioner indeholder, sammenlignet med de langkædede triglycerider i smørfedt, flere mættede fedtsyrer.

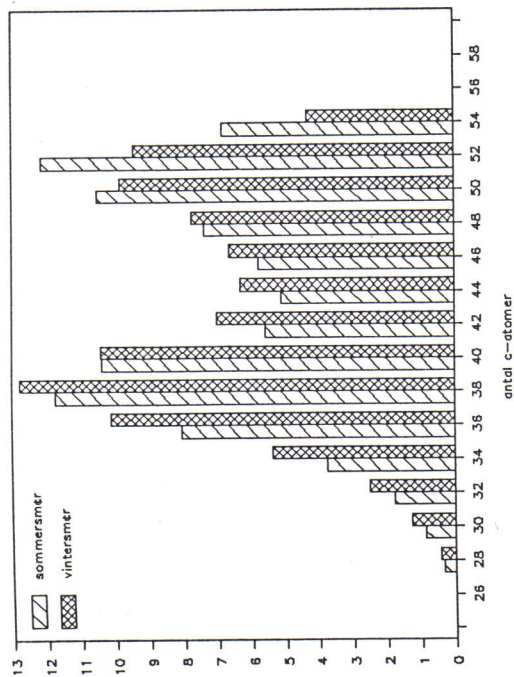


Fig. 10. Triglyceridsammensætningen i sommer- og vintersmør.

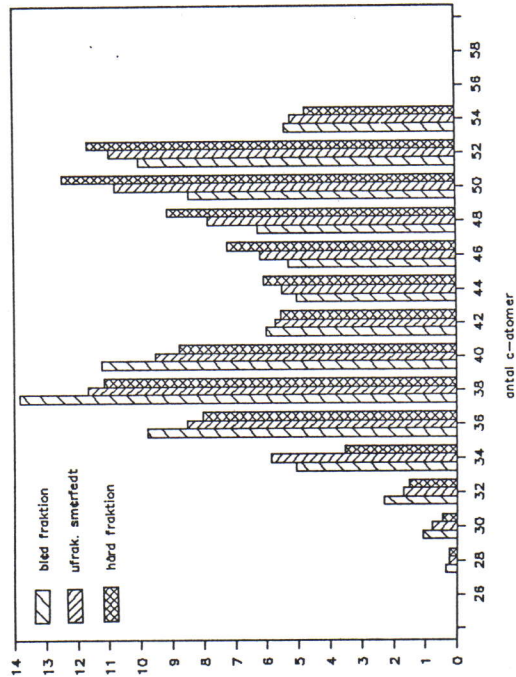


Fig. 11. Triglyceridsammensætningen i ufraktioneret smørfedt samt i en blød og i en hård smørfedtfraction fremstillet heraf.

6.3.3 Blandingsprodukter.

I blandingsprodukter med højt indhold af mælkefedt genfindes mælkefedtets fordeling af triglycerider med kædelængde 28 til 42, som det ses af fig. 12. Indholdet af de langkædede triglycerider, specielt C54, er væsentligt højere end i smørfedt. De stammer fra den iblandede vegetabiliske olie.

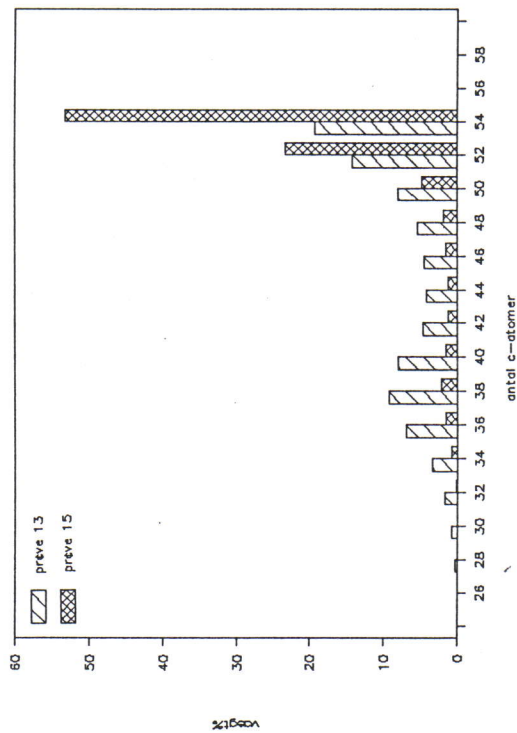


Fig. 12. Triglyceridsammensætningen i to blandingsprodukter med henholdsvis højt (prøve 13) og lavt (prøve 15) indhold af mælkefedt.

6.3.4 Planteolier.

Fig. 13 og 14 viser triglyceridfordelingen i de fem forskellige planteolier. Planteolierne indeholder som tidligere nævnt næsten udelukkende C18-fedtsyrer. De har da også, som det fremgår af fig. 13 og 14 og tabel A9, et højt indhold af C54-triglycerider (60-70%), og desuden indeholder de ca. 20-30% C52-triglycerid. D'Alonzo et al. (1982) har ligeledes bestemt triglyceridsammensætningen i forskellige vegetabiliske olier. Der er overensstemmelse mellem de resultater, der kan sammenlignes.

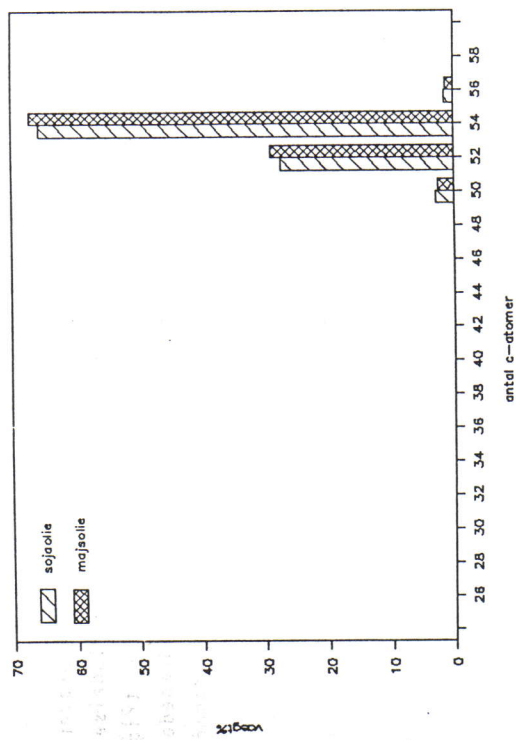


Fig. 13. Triglyceridsammensætningen i soja- og majsolie.

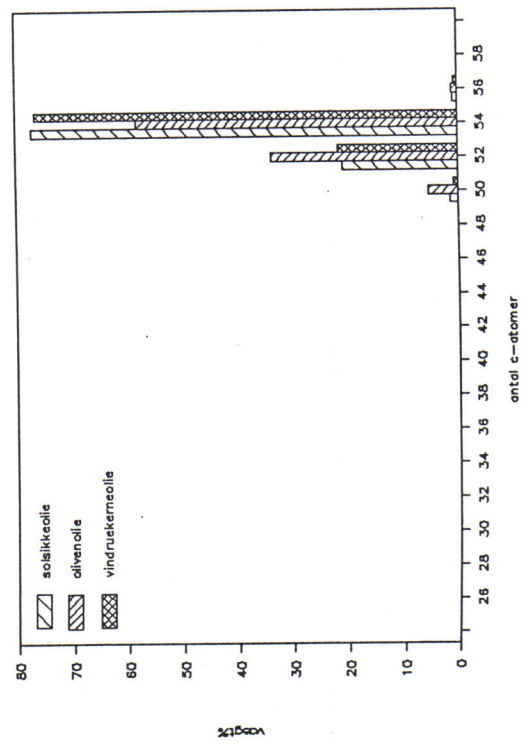


Fig. 14. Triglyceridsammensætningen i solsikke-, oliven- og vindruekerneolie.

6.3.5 Friturefedt.

Fig. 15 viser triglyceridsammensætningen i to prøver friturefedt, en af vegetabilsk og en af animalsk oprindelse. Den vegetabiliske prøve indeholder udelukkende kortkædede triglycerider, mens den animalske prøve kun indeholder langkædede triglycerider. Som tidligere nævnt (afsnit 6.1.5) findes samme forskel, når man ser på fedtsyresammensætningen.

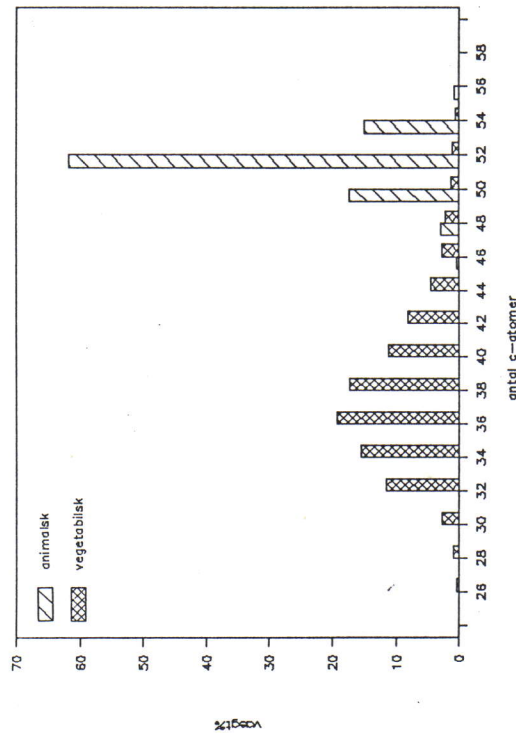


Fig. 15. Triglyceridsammensætningen i en prøve animalsk og i en prøve vegetabilsk friturefedt.

6.3.6 Margariner.

I fig. 16 er vist triglyceridfordelingen bl.a. i en prøve stegemargarine med mindre end 10% flerumættede fedtsyrer. Prøven indeholder triglycerider med 40 til 58 kulstofatomer. Indholdet

af de langkædede triglycerider (C56-C58) er i overensstemmelse med prøvens relativt høje indhold af C20- og C22-fedtsyrer.

Triglyceridsammensætningen i denne produktgruppe (prøve 38-43) var vanskelig at bestemme, hovedsagelig fordi prøverne indeholder så mange forskellige isomere fedtsyrer, der giver mulighed for et utal af forskellige triglycerider. Dette gav sig udslag i meget dårlige adskillelse af de langkædede triglycerider.

Triglyceridfordelingen i to plantemargariner med 20% henholdsvis 55% flerumættede fedtsyrer er også vist i fig. 16. Forskellen i triglyceridsammensætningen i de to prøver er ikke så udtalt som forskellen i fedtsyresammensætningen (jf. fig. 7).

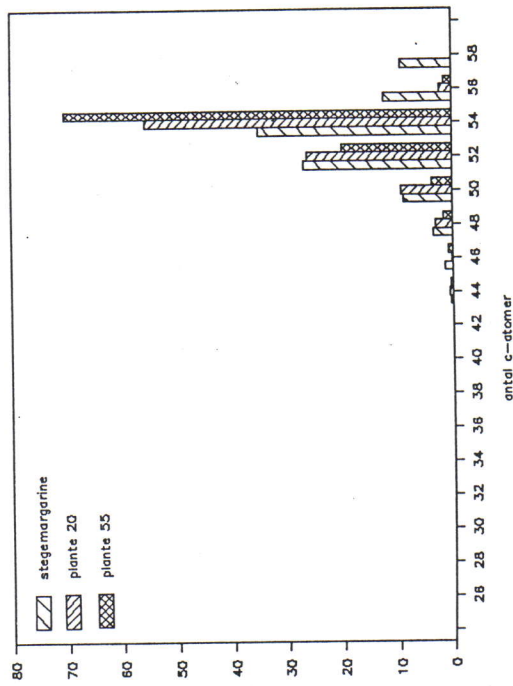


Fig. 16. Triglyceridsammensætning i tre prøver margarine - stegemargarine og plantemargarine med henholdsvis 20% og 55% PUFA.

6.3.7 Minariner.

Fordelingen af triglycerider i minariner (prøve nr. 56, 57, 58, 59 og 60) svarer stort set til fordelingen i margarine med 20% flerumættede fedtsyrer (jf. A12).

6.4 Indhold af vand, salt, fedtfrit tørstof og fedt.

I tabel A14 er for hver produkttype (undtagen de rene fedtstoffer) angivet indholdet af vand, salt samt salt- og fedtfrit tørstof, og herudfra er fedtindholdet beregnet.

Tallene viser, at bestemmelserne om fedt- og vandindhold er overholdt i de danske produkter.

7. KONKLUSION.

De rene fedtstoffer kan bl.a. karakteriseres ved deres fedtsyresammensætning og dermed også ved deres triglyceridsammensætning. Endvidere kan rene fedtstoffer karakteriseres ved deres indhold af steroler.

Mælkefedt er det eneste af de undersøgte fedtstoffer, der indeholder smørsyre (4:0) i større mængde. Desuden indeholder mælkefedt andre kortkædede fedtsyrer (6:0 og 8:0), men det gør kokosfedt også. Kokosfedt er dog karakteristisk ved at have et meget højt indhold af laurinsyre (12:0). Majs-, soja-, solsikke- og vindrukerneolie har et meget højt indhold af linolsyre (18:2), mens olivenolie har et højt indhold af oliesyre (18:1). Fedtstoffer af marin oprindelse er karakteristiske ved at indeholde C20- og C22-fedtsyrer.

Fedtstoffer, der indeholder transfedtsyrer i større mængder, må antages at indeholde hærde fedtstoffer. Hærde fedtstoffer indeholder generelt mange isomere fedtsyrer, der giver mulighed for et utal forskellige triglycerider.

Kun de animalske fedtstoffer, som f.eks. smørfedt og svinefedt, indeholder kolesterol, mens de vegetabiliske fedtstoffer indeholder plantesteroler og ikke kolesterol.

Fedtstoffer, der indeholder både vegetabilisk og animalsk fedt, som f.eks. margarine og blandingsprodukter, indeholder derfor både kolesterol og plantesteroler, ligesom fedtsyre- og triglyceridsammensætning afspejler de oprindelige fedtstoffers sammensætning.

Undersøgelsen har således resulteret i et øget kendskab til de forskellige spisefedtstoffers sammensætning, og m.h.t. identifikation af de enkelte bestandele i blandingsprodukter er undersøgelsens resultater værdifulde.

Står man overfor et ukendt fedtstof, der består af flere forskellige fedtstoffer, vil det imidlertid være vanskeligt at identificere de oprindelige fedtstoffer. Man må ved sådan en vurdering tage hensyn til, at de rene fedtstoffers fedtsyresammensætning kan variere, f.eks. varierer mælkefedts fedtsyresammensætning en del, bl.a. p.g.a. årstidsvariationen, mens der for hver type planteolie er fundet væsentlig mindre variationer. Endvidere kan produktet indeholde hærde fedtstoffer, hvor det kan være meget vanskeligt at genkende den oprindelige fedtsyresammensætning. Ud fra indholdet af steroler kan man vurdere, om et produkt indeholder fedtstoffer af vegetabilisk og/eller animalsk oprindelse.

8. SAMMENDRAG.

Forsøgsrapporten omhandler en undersøgelse af et udvalg af spisefedtstoffer på det danske marked samt nogle enkelte udelandske blandingsprodukter. Der er i alt indsamlet 60 prøver fordelt på smør, smørfedtfraktioner, blandingsprodukter, plantelolier, friturefedt, forskellige typer margarine og minariner. Formålet med undersøgelsen er at tilvejebringe øget viden om smør og andre spisefedtstoffers sammensætning. Undersøgelsen omfatter bestemmelse af fedtsyresammensætning, indhold af steroler, triglyceridsammensætning samt indhold af vand, salt og fedtfrit tørstof i de indsamlede prøver.

Fedtsyresammensætningen i prøverne er bestemt ved gaskromatografi på kapillarkolonner. Der er som forventet stor forskel på de enkelte produkters fedtsyresammensætning.

Smørrets og smørfedtfraktionernes fedtsyresammensætning er karakteriseret ved et højt indhold af kortkædede og mættede fedtsyrer samt et lavt indhold af linolsyre. Blandingsprodukternes fedtsyresammensætning afhænger af indholdet af mælkfedt og af den iblandede vegetabiliske olie. Sammenlignet med smørrets fedtsyresammensætning er den væsentligste forskel et højt indhold af linolsyre i blandingsprodukterne.

De undersøgte spiseolier - med undtagelse af olivenolie - har et højt indhold af linolsyre. Olivenolie har et højt indhold af oliesyre. Fedtsyresammensætningen i friturefedt varierer afhængig af, hvilken type fedtstof de består af. Alle fritureprøverne har et højt indhold af mættede fedtsyrer.

Fedtsyresammensætningen i margarine varierer både fra type til type og inden for de enkelte typer. Margarine med mindre end og mindst 10% flerumættede fedtsyrer indeholder langkædede C20- og C22-fedtsyrer samt transfedtsyrer. Margarine med 20% flerumættede indeholder næsten udelukkende C16- og C18-fedtsyrer, heraf en del som transumættede 18:1 fedtsyrer. Margarine med 55% flerumættede fedtsyrer indeholder ligeledes næsten kun C16- og C18-fedtsyrer, men ingen transfedtsyrer. Indholdet af linolsyre i de undersøgte margarineprøver er i overensstemmelse med det deklarede indhold.

Indholdet af kolesterol, sitosterol og stigmasterol er bestemt ved hjælp af højtryksvæskrokromatografi. Der er fundet stor variation i indholdet af steroler i de forskellige produkter. De animalske fedtstoffer indeholder kun kolesterol, mens de vegetabiliske fedtstoffer indeholder plantesteroler (bl.a. sitosterol og stigmasterol), men ikke kolesterol i målelige mængder.

Der er fundet stor forskel i indholdet af sitosterol og stigmasterol i de forskellige planteolietyper. Plantemargariner indeholder kun plantesteroler, mens stegemargariner indeholder både kolesterol og sitosterol, det samme gælder blandingsprodukterne.

Triglyceridsammensætningen i prøverne er bestemt ved gas-kromatografi på kapillarkolonner. Triglyceridsammensætningen i de enkelte produkter afhænger af produkternes fedtsyresammensætning.

Et fedtstof, der indeholder både kort- og langkædede fedtsyrer, vil også indeholde såvel kort- som langkædede triglycerider.

Smør, smørfedtfraktioner og blandingsprodukter indeholder triglycerider med kædelængde fra 28-54. Blandingsprodukterne har et væsentlig højt indhold af C52- og C54-triglycerider sammenlignet med smør. Disse triglycerider hidrører hovedsagelig fra den vegetabiliske olie.

Planteolierne indeholder kun C48-C56-triglycerider, mens plantemargariner indeholder C44- C56-triglycerider. Stegemargariner har et højt indhold af langkædede triglycerider (C56 og C58). Desuden indeholder de triglycerider med kædelængde fra 44 til 54.

Fordelingen af triglycerider i friturefedt varierer meget i de undersøgte prøver. Således indeholder en prøve stort set kun kortkædede triglycerider, mens en anden prøve kun indeholder langkædede triglycerider.

Rene fedtstoffer (animalske og vegetabiliske) kan karakteriseres ved deres fedtsyre- og triglyceridsammensætning samt indhold af steroler. Derimod kan det være vanskeligt at identificere de enkelte fedtstoffer i et blandingsprodukt, primært på grund af naturlige variationer i de enkelte fedtstoffers sammensætning.

9. SUMMARY

This report is based on examination of a selected group of edible fats available in the Danish market and some foreign mixed products. 60 samples have been collected covering butter, butterfat fractions, mixed products, vegetable oils, frying fats, different types of margarine and minarine.

The purpose of the examination is to collect more knowledge about the composition of butter and other edible fats. The examination comprises determination of fatty acid composition, content of sterols, composition of triglycerides and content of water, salt and solids non fat in the samples.

The fatty acid composition of the samples is determined by gas chromatography on capillary columns. As expected the fatty acid composition of the products is highly different.

The fatty acid composition of butter and butterfat fractions is characterized by a high content of short-chained and saturated fatty acids and a low content of linoleic acid. The fatty acid composition of the mixed products is dependent on the content of milk fat and on the vegetable oils mixed into it. Compared with the fatty acid composition of butter the most significant difference is a higher content of linoleic acid in the mixed products.

The edible oils examined - except for olive oil - have a high content of linoleic acid. Olive oil has a high content of oleic acid. The fatty acid composition of frying fats is varying dependent on the type of fat of which they consist. All samples of frying fats have a high content of saturated fatty acids.

The fatty acid composition of margarine is varying both from one type to the other and within the single types. Margarine with a content of less than and at least 10 % polyunsaturated fatty acids contains long-chained C20- and C22- fatty acids as well as trans fatty acids. Margarine with a content of 20 % polyunsaturated fatty acids contains almost exclusively C16- and C18- fatty acids, part of them being trans unsaturated 18:1 fatty acids. Margarine with a content of 55 % polyunsaturated fatty acids contains almost only C16- and C18- fatty acids but no trans fatty acids. The content of linoleic acid in the margarine samples is in accordance with the content declared.

The content of cholesterol, sitosterol and stigmasterol is determined by high pressure liquid chromatography. Great variations have been found in the content of sterols in the products. The animal fats contain only cholesterol, whereas the vegetable oils contain plant sterols (among others sitosterol and stigmasterol) but no measurable cholesterol.

Great variations have been found in the content of sitosterol and stigmasterol in the vegetable oil products. Vegetable margarine contains solely plant sterols, whereas margarine for frying contains both cholesterol and sitosterol; this also goes for mixed products.

The composition of triglycerides in the samples is determined by gas chromatography on capillary columns. The composition of triglycerides in the single products depends on the fatty acid composition of the products. Fats which contain both short- and long-chained fatty acids will also contain short- as well as long-chained triglycerides.

Butter, butterfat fractions and mixed products contain triglycerides with chain length from 28-54. The mixed products have a considerably higher content of C52- and C54-triglycerides compared to butter. These triglycerides mainly originate from vegetable oils.

Vegetable oils contain solely C48-C56-triglycerides, whereas vegetable margarines contain C44-C56-triglycerides. Margarines for frying have a high content of long-chained triglycerides (C56 and C58). Furthermore, they contain triglycerides with chain length from 44 to 54.

The dispersion of triglycerides in frying fat varies very much in the samples. Thus a single sample mostly contains only short-chained triglycerides, whereas another sample contains only long-chained triglycerides.

Pure fats (animal and vegetable fats) are to some extent characterized by their fatty acid and triglyceride composition as well as their content of sterols. On the other hand, it can be difficult to identify the single fats in a mixed product primarily due to natural variations in the composition of the single fats.

10. LITTERATURLISTE.

- Arbejdsmetoder 1. del. Kemiske undersøgelser af mælk og mejeriprodukter m.m. samt foderstoffer. A/S J.H. Schulz bogtrykkeri (1958). København.
- Christopherson, S.W. & Glass, R.L. (1969). Preparation of Milk Fat Methyl Esters by Alcoholsysis in an Essentially Nonalcoholic Solution. *J. Dairy Science* 52, 1289-1290.
- Colin, H., Guiochon G. & Siouffi A., (1979): Comparison of Various Systems for the Separation of Sterols by High Performance Liquid Chromatography, *Analytical Chemistry* 51, 1661-1666.
- Croon, L.-B. (1987). Fettsyresammansætningen i matfett, *Vår Föda* 39, 2-14.
- Cullinane, N., Aherne, S., Connolly, J.F. & Phelan, J.A. (1984). Seasonal Variation in the Triglyceride and Fatty Acid Composition of Irish Butter. *Irish Journal of Food Science and Technology* 8, 1-12.
- D'Alonzo, R.P., Kozarck, W.J. & Wade, R.L. (1982). Glyceride Composition of Processed Fats and Oils As Determined by Glass Capillary Gas Chromatography, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 59, 292-295.
- × Druckrey, F., Høy, C.-E. & Hølmer, G. (1985). Fatty Acid Composition of Danish Margarine, *Fette Seifen Anstrichmittel* 87, 350-355.
- Gallacrer, J.-P., Barbier, J.-P. & Kuzdzal-Savoie, S. (1984). Variations saisonnières de la composition en acides gras du beurre de trois laiteries de l'ouest de la France, *La Technique Laitière* 992, 13-29.
- Holen, B. (1985). Rapid Separation of Free Sterols by Reversed-Phase High Performance Liquid Chromatography, *J.Am.Oil Chem. Soc.* 62, 1344-1346.
- Hunziker, O.F. (1940). *The Butter Industri*. La Grange, Illinois.
- Hurst, W.J., Aleo, M.D. & Martin, R.A. Jr., (1984). Nonaqueous Reverse Phase Liquid Chromatographic Analysis for Cholesterol in Milk Chocolate, *J. Assoc. Off Anal. Chem.* 67, 698-700.
- International Dairy Federation, (1986). Standard 11A. Determination of Milk Solids Non Fat Content of Butter.
- × Jensen, F.G. (1985). Spiselige vegetabiliske olier, Husholdningsrådets Tekniske Meddelelser 25, 25-35.

- × Leerbeck, C. (1979). Fedtsyrerne i margarine og minarine, Husholdningsrådets Tekniske Meddelelser 19, 19-27.
- × Lund, P. (1987). Seasonal variations in the fatty acid composition of Danish butterfat. *Scandinavian Dairy Industry* 1, 105-107.
- Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 197 af 20. maj 1985 om margarine m.v.
- Newkirk, D.R. & Sheppard, A.J. (1981). High Pressure Liquid Chromatographic Determination of Cholesterol in Foods, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 64, 54-57.
- Seher, A. & Grundlach, U. (1982). Isomere Monoensäuren in Pflanzenölen. *Fette Seifen Anstrichmittel* 84, 342-349.
- Sheppard, A.J., Iverson, J.L. & Weichrauch, J.L. (1978). Composition of Selected Dietary Fats, Oils, Margarines, and Butter in "Handbook of Lipid Research" 1. Fatty Acids and Glycerides. Ed. Kuksis Plenum Press. New York and London.
- Slover, H.T., Thompson, R.H. & Merola, G.V. (1983). Determination of Tocopherols and Sterols by Capillary Gas Chromatography, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 60, 1524-1528.
- Statistisk Arbog 1985. Danmarks Statistik.
- Steen, K. & Andersen, J.O. (1974). Sæsonvariationer i dansk smørfedts sammensætning. *Mælkeritidende* 87, 569-580, 600-611.
- Weihrauch, J.L., Brignoli, C.A., Peves, J.B. & Iverson, J.L. (1977). Fatty Acid Composition of Margarines, Processed Fats, and Oils. *Food Technology* 31, 80-91.

Appendix

Section 101

Section 102

Section 103

Section 104

Section 105

Section 106

Section 107

Section 108

Section 109

Section 110

A P P E N D I X

Section 111

Section 112

Section 113

Section 114

Section 115

Section 116

Section 117

Section 118

Appendiks 1.

Metode til sterolbestemmelse.

Fedt isoleres fra produktet og hydrolyseres med KOH. Den uforsæbelige rest ekstraheres med diethyl-ether og sterolerne bestemmes på HPLC.

Udstyr.

Perkin-Elmer serie 10-pumpe med en ISS-100 autosampler, en variabel bølglængde UV-detektor LC 85B (Perkin-Elmer) samt et dataopsamlingsystem med indbygget integrator.

Der blev benyttet kolonner (2 stk.) fra Phase-Sep., C18 4,6 mm x 25 cm med 3 µm partikler. Såfremt prøverne kun indeholder én sterol er 1 kolonne tilstrækkelig. Analysen udføres ved stuetemperatur.

Prøveforberedelse.

200 mg smeltet fedt hydrolyseres med KOH (0,8 M i ethanol) i 30 min. ved 80°C med tilbagesval. Den uforsæbelige rest ekstraheres med 3 x 60 ml diethyl-ether. De kombinerede ekstrakter vaskes med H₂O til pH 7, tørres med ca. 20 gram vandfrit natriumsulfat, filtreres og inddampes til tørhed på gnistsikret varmeplade. Inddampningsresten opløses i 3 ml 96% ethanol, filtreres gennem 0,45 µm filter før injektion på HPLC.

HPLC-kørsel.

Eluent : H₂O/methanol - 1/99
Flow : 0,6 ml/min.
Bølglængde : 206 nm
Loop (inj.mængde) : 10 µl

Genfinding og resultatberegning.

Ekstern standard anvendes. Ca. 20 mg sterolstandard opløses i 100 ml 96% ethanol. Denne opløsning injiceres 2 gange før hver

analyserunde. Linearitet. I området 0,4 mg sterol/ml 96% ethanol - 4 mg sterol/ml 96% ethanol er korrelationskoefficienten fundet til 0,9997.

$$\text{genfindingsprocent } G = \frac{A \times 100}{B}$$

$$\text{mg sterol/100 gram fedt} = \frac{C \times E \times 3 \times 10^7}{D \times F \times G}$$

- A: Sterol-standard efter prøveforberedelse (højde)
- B: Sterol-standard før prøveforberedelse (højde)
- C: Mængde ekstern sterolstandard i mg
- D: Højde af C
- E: Prøve (højde)
- F: Afvejnet fedtmængde
- G: Genfindingsprocent.

Genfindingsprocenten er 95% - 100% svarende til 100%. Det kræver en del laboratorieerfaring at opnå genfindelse på 100%.

Appendiks 2.

Fedtsyrenomenklatur.

Fedtsyre	Symbol
Smørsyre	4:0
Capronsyre	6:0
Caprylsyre	8:0
Caprinsyre	10:0
Laurinsyre	12:0
Myristinsyre	14:0
Palmitinsyre	16:0
Stearinsyre	18:0
Oliesyre	cis 18:1 (n-9) ¹⁾
Linolsyre	cis 18:2 (n-6)
Linolensyre	cis 18:3 (n-3)

1) Denne nomenklatur angiver, at fedtsyren har 18 kulstofatomer, 1 dobbeltbinding med cis konfiguration og har dobbeltbindingen placeret 9 kulstofatomer fra methylgruppen.

I rapporten er ikke skelnet mellem de forskellige isomere fedtsyrer. Cis- og transmonomættede C18-fedtsyrer er benævnt cis 18:1 henholdsvis trans 18:1, linolsyre 18:2 og linolensyre 18:3

Tabel A3. Fedtsyresammensætningen i friturefedt (vægt %).

Produkt Fedtsyre Nr.	Friturefedt			
	33	34	35	36
6:0	-	-	-	0.6
8:0	-	-	-	7.4
10:0	-	-	-	5.8
12:0	0.5	-	-	46.3
14:0	2.1	1.8	1.8	18.7
16:0	28.8	27.6	28.6	9.5
16:1	2.9	3.1	2.9	-
17:0	0.4	0.3	0.4	-
17:1	0.3	0.3	0.3	-
18:0	16.6	15.4	16.9	2.9
18:1	39.1	40.2	38.9	6.9
18:2	7.3	9.1	8.3	2.0
18:3	0.8	0.9	0.9	-
20:0	0.3	0.2	0.2	-
20:1	0.7	0.8	0.7	-

Vegetabilsk 37

35

Animalsk 34

Produkt
Fedtsyre
Nr.

Tabel A4. Fedtsyresammensætningen i stegemargarine med mindre end 10%, mindst 10% og mindst 20% PUFA. (Vægt %)

Produkt Fedtsyre Nr.	Margarine med mindre end 10% PUFA		Margarine med mindst 10% PUFA			Margarine med mindst 20% PUFA	
	38	39	40	41	42	43	44
8:0	-	-	0.1	0.1	-	0.1	-
10:0	-	-	0.2	0.1	-	0.1	-
12:0	0.4	0.3	0.7	0.6	0.3	0.5	0.2
14:0	8.0	5.8	4.4	3.6	4.3	3.9	0.3
14:1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	-
15:0	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	-
16:0	21.5	18.3	20.4	24.3	26.8	24.5	12.9
trans 16:1	6.8	4.4	2.0	2.2	3.2	4.3	-
cis 16:1	3.3	1.6	1.1	1.6	1.1	0.4	0.1
17:0	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.1
18:0	7.5	8.6	8.2	12.7	7.4	12.4	12.4
trans 18:1	8.9	13.4	5.5	4.1	6.4	4.6	17.2
cis 18:1	9.1	16.3	20.4	26.0	20.6	25.4	26.9
18:2	5.4	3.4	13.7	13.1	15.3	13.3	24.8
18:3	1.0	1.1	2.6	1.7	2.1	1.8	3.5
20:0	2.5	1.7	3.1	1.4	2.1	1.5	0.4
trans 20:1	4.2	4.3	3.4	1.3	1.8	1.4	-
cis 20:1	2.4	2.1	1.3	0.9	1.1	0.9	0.1
22:0	2.0	1.8	3.3	1.0	1.5	0.7	0.4
trans 22:1	3.5	6.3	3.5	1.2	2.0	0.8	-
cis 22:1	3.2	3.7	2.6	0.9	1.5	0.7	-

Prøve 38, 39, 40, 41, 42 og 43 indeholder desuden isomere 20:2 og 22:2.

Tabel A5. Fedtsyresammensætningen i plantemargarine med mindst 20% og 55% PUFA. (Vægt %).

Produkt Nr. Fedtsyrer	Margarine med mindst 20% PUFA				Margarine med mindst 55% PUFA				
	46	47	48	49	50	51	52	53	54
8:0	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-
10:0	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-
12:0	0.5	-	0.1	0.2	0.6	3.2	0.7	0.6	0.6
14:0	0.6	0.4	0.6	0.2	0.6	1.3	0.4	0.4	0.4
16:0	17.1	9.9	24.6	8.0	17.6	9.7	9.4	9.3	9.1
18:0	7.7	6.6	4.0	10.1	7.5	8.5	8.3	8.0	7.9
trans 18:1	6.7	19.1	4.6	24.4	6.7	-	-	-	-
cis 18:1	35.1	32.6	34.1	18.6	33.1	16.6	17.9	17.9	21.3
18:2	24.4	22.2	24.4	34.6	25.7	59.2	62.2	62.0	59.7
18:3	6.1	5.8	4.9	-	6.5	-	0.2	0.2	0.3
20:0	0.5	0.7	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2
20:1	0.1	0.7	0.3	-	0.1	-	-	-	-
22:0	0.3	0.5	0.2	-	0.3	-	-	-	-
22:1	0.1	0.6	0.2	-	0.1	-	-	-	-

Tabel A6. Fedtsyresammensætningen i minarine med mindst 20% og 55% PUFA samt i en specialsmagende margarine. (Vægt %).

Produkt Nr. Fedtsyrer	Specialsmagende margarine 55	Minarine med mindst 20% PUFA			
		56	57	58	59
8:0	0.1	-	-	0.8	0.5
10:0	0.1	-	-	0.6	0.4
12:0	0.4	0.5	0.4	4.4	2.9
14:0	2.9	0.6	0.5	1.9	1.3
16:0	24.7	18.4	14.1	17.8	9.1
18:0	14.8	7.7	3.6	7.7	9.7
trans 18:1	1.9	7.4	5.0	0.3	1.2
cis 18:1	36.0	33.6	39.9	18.5	18.8
18:2	10.7	26.5	26.1	41.2	55.0
18:3	2.0	5.5	6.8	5.4	0.9
20:0	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3
20:1	-	0.1	0.8	0.3	-
22:0	-	0.3	0.3	0.3	0.5
22:1	-	0.2	0.3	-	0.1

mindst 55% PUFA
60

Table A7. Sterolindholdet i de undersøgte prøver.

Produkt-type	Nr.	Kolesterol	Sitosterol	Stigmasterol
		mg/100 g fedt		
Smør (sommer)	1	273	-	-
	2	271	-	-
	3	272	-	-
	7	256	-	-
Smør (vinter)	4	262	-	-
	5	267	-	-
	6	272	-	-
	10	266	-	-
Smørfr. (hård)	8	206	-	-
	11	177	-	-
Smørfr. (blød)	9	323	-	-
	12	285	-	-
Blandingsprod.	13	194	33	11
	14	155	64	21
	15	48	120	39
	16	123	120	10
Sojaoilie	17	-	180	60
	18	-	175	61
	19	-	175	56
	32	-	163	54
Majsolie	20	-	589	69
	21	-	461	52
	22	-	649	81
Solsikkeolie	23	-	205	30
	24	-	197	28
	25	-	198	25

267.4

Table A7 (fortsat)

Produkt-type	Nr.	Kolesterol	Sitosterol	Stigmasterol
		mg/100 g fedt		
Olivenolie	26	-	114	-
	27	-	109	-
	28	-	107	-
Vindruer- neolie	29	-	185	31
	30	-	281	41
	31	-	219	38
Friture (animalsk)	33	110	-	-
	34	90	-	-
	35	92	-	-
Friture (vegetabilsk)	36	-	35	9
	37	-	67	19
Stegemarg.	38	288	14	-
	39	485	38	-
	40	373	73	-
	41	141	39	-
	42	177	53	-
Plantemarg. 20% PUFA	43	132	46	-
	44	-	131	43
	45	-	119	35
	46	-	173	26
	47	-	236	20
Plantemarg. 55% PUFA	48	-	135	17
	49	-	206	23
	50	-	176	24
	51	-	190	26
	52	-	185	26
	53	-	188	26
	54	-	190	28

Tabel A7 (fortsat)		Kolesterol	Sitosterol	Stigmasterol
Produkt-	Nr.	mg/100 g fedt		
type				
Specialsma-	55	118	37	9
gende				
margarine				
Minarine	56	-	158	26
	57	-	204	17
	58	-	131	43
	59	-	177	29
	60	-	193	26

Tabel A8. Triglyceridsammensætningen i smør, smørfedtfractioner og blandingsprodukter. (Vægt %)

Produkt Antal Nr. C-atomer	Smør		Smørfedtfractioner						Blandingsprodukter ¹⁾			
	Sommer 3	Vinter 6	Smør- fedt 7	Hård fraktion 8	Blød fraktion 9	Smør- fedt 10	Hård fraktion 11	Blød fraktion 12	13	14	15	16
28	0.3	0.5	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	-	-
30	0.9	1.3	0.8	0.5	1.1	1.2	0.8	1.2	0.8	0.7	-	0.4
32	1.8	2.5	1.7	1.5	2.3	2.4	1.7	2.5	1.7	1.5	0.2	1.2
34	3.7	5.4	3.9	3.6	5.1	5.5	4.0	5.6	3.5	3.1	0.8	2.6
36	8.0	10.1	8.5	8.0	9.8	10.6	7.8	10.9	7.0	3.1	1.6	5.3
38	11.7	12.8	11.7	11.2	13.8	12.0	9.0	12.4	9.3	7.6	2.2	6.5
40	10.4	10.4	9.5	8.8	11.2	9.3	7.5	8.6	8.1	6.3	1.6	5.0
42	5.6	7.0	5.7	5.6	6.0	6.7	6.7	6.7	4.7	4.1	1.2	3.4
44	5.1	6.3	5.5	6.1	5.1	6.6	8.1	6.3	4.3	3.6	1.2	3.1
46	5.7	6.6	6.2	7.2	5.3	7.0	10.2	6.5	4.5	3.9	1.5	3.6
48	7.4	7.7	7.9	9.2	6.3	7.8	11.3	7.4	5.4	4.5	1.9	4.1
50	10.5	9.8	10.8	12.5	8.5	8.9	12.0	8.5	8.1	7.0	4.9	6.4
52	12.1	9.4	11.0	11.7	10.1	7.2	8.2	7.3	14.2	16.3	23.3	14.7
54	6.8	4.3	5.2	4.8	5.4	2.7	2.8	2.9	19.3	27.9	53.3	36.5

1) Mælkefedt og vegetabilsk olie.

Tabel A9. Triglyceridsammensætningen i planteolier. (Vægt %).

Antal C-atomer \ Produkt Nr.	Sojaolie				Majsolie			Solsikkeolie			Olivenolie			Vindruekerneolie		
	17	18	19	32	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
50	2.9	2.8	2.9	2.8	2.6	2.7	2.8	1.6	1.5	1.5	5.4	4.0	4.3	1.0	1.0	0.7
52	27.8	27.2	27.4	28.0	29.1	28.0	28.3	19.8	19.8	20.0	33.8	31.1	31.9	20.2	21.7	19.2
54	66.1	65.8	65.6	67.5	67.1	67.8	67.6	77.4	77.6	77.1	58.2	62.1	61.0	78.2	76.6	79.3
56	1.2	1.6	1.5	1.5	1.3	1.5	1.4	0.8	0.9	0.9	1.1	1.2	1.2	0.3	0.7	0.7

Tabel A10. Triglyceridsammensætningen i friturefedt. (Vægt %).

Antal C-atomer \ Produkt Nr.	Friturefedt			Vegetabilsk	
	33	34	35	36	37
26	-	-	-	0.5	-
28	-	-	-	0.9	-
30	-	-	-	1.8	-
32	-	-	-	11.6	-
34	-	-	-	15.6	-
36	-	-	-	19.4	-
38	-	-	-	17.4	-
40	-	-	-	11.3	-
42	-	-	-	8.2	-
44	-	-	-	4.6	-
46	0.7	0.4	0.5	2.7	0.4
48	3.4	2.9	2.9	2.2	5.6
50	17.8	16.8	17.4	1.4	28.8
52	59.5	60.4	61.8	1.2	35.3
54	15.6	16.4	14.9	0.6	26.8
56	0.9	1.0	0.9	-	0.6

Tabel A11. Triglyceridsammensætningen i stegemargarine med mindre end 10%, mindst 10% og mindst 20% PUFA. (Vægt %).

Produkt Antal C-atomer	Nr.	Margarine med mindre end 10% PUFA			Margarine med mindst 10% PUFA			Margarine med mindst 20% PUFA		
		38	39	40	41	42	43	44	45	
40	0.3	-	0.9	0.3	0.2	0.2	-	0.2		
42	0.2	-	0.9	0.6	0.2	0.3	-	0.2		
44	0.9	0.4	0.6	0.6	0.3	0.5	-	0.2		
46	3.0	1.4	1.2	1.5	1.6	1.8	-	0.6		
48	7.6	3.6	3.8	4.5	6.9	5.1	0.6	2.5		
50	14.5	8.8	12.1	13.3	18.7	14.3	4.3	8.5		
52	22.7	22.0	23.1	39.5	28.1	38.7	55.3	28.6		
54	23.3	35.2	34.9	29.0	31.9	29.3	38.0	53.3		
56	13.2	12.5	8.8	4.9	5.5	3.8	1.3	1.4		
58	7.2	9.2	6.2	0.7	3.7	0.7	-	0.4		

Tabel A12. Triglyceridsammensætningen i plantemargarine med mindst 20% og 55% PUFA. (Vægt %).

Produkt Antal C-atomer	Nr.	Margarine med mindst 20% PUFA			Margarine med mindst 55% PUFA					
		46	47	48	49	50	51	52	53	54
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-
44	0.7	-	-	-	-	-	1.8	0.3	-	-
							1.5	0.4	0.4	-
46	0.4	-	0.3	-	-	0.5	2.0	1.1	0.8	0.6
48	3.1	0.9	3.9	-	-	2.7	2.4	1.4	1.6	1.0
50	9.3	4.7	18.5	1.8	9.5	3.3	3.3	4.1	3.8	3.0
52	26.4	20.8	28.9	18.9	26.3	18.2	20.0	20.0	19.7	
54	55.8	66.9	43.4	75.8	56.1	64.6	69.6	70.4	72.4	
56	2.4	4.6	1.6	2.3	1.6	1.4	1.6	1.5	1.6	

Tabel A13. Triglyceridsammensætningen i en specialsmagende margarine samt i minarine med mindst 20% og 55% PUFA. (Vægt %).

Produkt Nr. C-atomer	Specialsmagende margarine	Minarine med				
		mindst 20% PUFA	mindst 55% PUFA	mindst 55% PUFA		
	55	56	57	58	59	60
34	-	-	-	-	0.3	-
36	-	-	-	0.9	0.6	-
38	-	-	-	1.7	1.4	-
40	-	-	-	2.0	0.8	-
42	-	-	-	2.9	1.6	-
44	-	-	-	3.8	1.4	0.3
46	1.2	0.6	-	4.3	1.3	0.7
48	5.1	2.8	1.5	3.9	2.8	1.3
50	16.5	9.4	8.0	5.9	3.1	3.0
52	37.9	25.9	23.0	23.3	19.2	19.4
54	27.1	57.1	61.7	48.6	64.6	71.1
56	1.6	2.3	3.3	1.3	1.5	1.2

Tabel A14.

Indhold af vand, salt- og salt- og fedtfrit tørstof samt beregnet fedtindhold i de forskellige produkttyper. (Vægt %).

Produkttype	g/100 g prøve			Fedt1)
	Vand	Salt	Salt- og fedtfrit tørstof	
Smør	14,4-15,6	0,7-0,9	0,8-1,3	82,3-83,7
Blandingsprodukter	16,9-20,7	1,7-1,9	0,9-1,4	76,1-80,3
Blandingsprodukt (lavfedtholdigt)	47,5	1,4	12,4	38,7
Stegemargariner	14,8-16,1	1,2-1,9	0-0,5	81,5-83,9
Plantemargariner (20% PUFA)	15,3-15,9	1,0-1,1	0-1,0	82,1-83,7
Plantemargariner (55% PUFA)	15,3-16,0	0-1,1	0,4-0,8	83,1-83,9
Minariner	55,6-58,7	1,1-1,4	0-3,0	29,3-40,7

1) Fedt = 100 - (vand + salt + salt- og fedtfrit tørstof).

