

Afslutningsrapport

Smørfedt og smørfedtblandingers ernæringsmæssige betydning

Mejeribrugets ForskningsFond

Rapport nr. 1995-6

December 1995



mejeriforeningen

danish dairy board

Afslutningsrapport for MFF14

Smørfedt og smørfedtblandingers ernæringsmæssige betydning

Gunhild Hølmer og Pia Lund
Institut for Biokemi og Ernæring, Danmarks Tekniske Universitet,
Bygning 224, 2800 Lyngby

Juni 1997

FORORD:

Projektet blev udført ved Institut for Biokemi og Ernæring, Danmarks Tekniske Universitet og var et samarbejdsprojekt mellem Center for Levnedsmiddelforskning på DTU og Mejeribrugets Forsknings Fond, finansieret som en del af det fødevareteknologiske forskningsprogram (FØTEK).

Projektet blev gennemført som et Ph.D. projekt af Claus C. Becker med professor Gunhild Hølmer som projektansvarlig. I projektet deltog desuden civilingeniør Pia Lund og professor Brittmarie Sandström, Forskningsinstitut for Human Ernæring, KVL. Produktionsdirektør Henning Lorentzen, Kløver Mælk, Fredericia var koordinator og formand for gruppen "Ernæringsegenskaber" hvori projektet indgik.

Gunhild Hølmer
Professor

Pia Lund
Civilingeniør

Institut for Biokemi og Ernæring
Danmarks Tekniske Universitet
2800 Lyngby
Tlf. : 45 25 27 36
Fax : 45 88 63 07

SLUTRAPPORT

vedrørende samarbejdsprojektet:

SMØRFEDT OG SMØRFEDTBLANDINGERS ERNÆRINGSMÆSSIGE BETYDNING

Baggrund

I de officielle kostanbefalinger har en mindskelse af indtaget af mættede fedtsyrer i mange år haft en central rolle med det formål at forebygge hjertekarsygdomme. Med henblik på de danske kostvaner indebærer det i praksis en reduktion af indtagelse af animalsk fedt, og især mælkefedt, som står for en stor del af indtaget af mættede fedtsyrer. De seneste års forskning har dog medført et mere nuanceret billede af fedtsyrenes virkning på blodlipidmønsteret. Den mættede fedtsyre, stearinsyre, som indgår i mælkefedt med ca. 10%, anses i dag for at være mindre skadelig med hensyn til udvikling af hjertekarsygdomme end de mættede fedtsyrer med 12 - 16 kulstofatomer. Da sidstnævnte udgør ca. 40% af mælkefedtet, er det navnlig indholdet af disse fedtsyrer, som bør reduceres. Opfattelsen af den monoumættede fedtsyre, oliesyre, der udgør ca. 20% af mælkefedtet, er også revurderet, idet det nu antages, at denne fedtsyre, fra at være uvirksom med hensyn til hjerte-karsygdomme, kan reducere indholdet af fedtstoffer i blodet og vel at mærke nedsætte mængden af de potentielt skadelige lipoproteiner uden at ændre det "gunstige" lipoprotein (HDL).

Med baggrund i den viden, vi har i dag, vil det være hensigtsmæssigt, at al synligt fedt har en sammensætning med højst 30 - 40% mættede fedtsyrer med en så stor andel stearinsyre som muligt, 50 - 60% monoumættede og 10 - 12% polyumættede. Et sådant produkt vil kunne fremstilles enten ved blanding af smør og vegetabiliske olier eller ved interesterificering. Ved sidstnævnte proces opnås et fedt med bedre teknologiske egenskaber og spisekvalitet, men samtidigt ændres den naturlige fordeling af fedtsyrene i triglyceriderne. Den ernæringsmæssige konsekvens heraf er ikke fuldt ud klarlagt.

Formål

For at belyse indflydelsen af smørfedt og smørfedt med modificeret sammensætning på blodlipiderne blev der gennemført to humane kostforsøg og et rotteforsøg. Det første kostforsøg I havde til formål at undersøge virkningen af tilsætning af rapsolie til smørfedt samt effekten af interesterificering. I et parallelt rotteforsøg undersøgte det om der kunne iagttages ændringer i fedtsyresammensætninger i organer. Det andet kostforsøg II havde til formål at fastslå virkningen af en ændring i forholdet mellem mættede og umættede fedtsyrer, specielt indflydelsen af højere indhold af stearinsyre.

HUMANT KOSTFORSØG I

Sammenlignende undersøgelser over smørfedt og smørfedt/rapsolieblandingers indvirkning på blodlipidmønstret hos raske unge mænd, herunder også betydning af interesterificering af fedtstofblandinger.

Forsøgspersoner og forsøgsdesign

Unge raske studerende fra KVL og DTU blev udvalgt efter et interview og udfaldet af blodprøver. Der valgtes ikke-rygere, der var i tyverne, og som havde et serum kolesterol omkring 4mmol/l et fedtindtag på mindst 35% (en) og et moderat motionsniveau. Personer, som indtog medicin eller led af sygdomme blev fravalgt. Tolv personer startede på forsøget, men kun 10 fuldførte alle kostperioder.

Studiet blev udført som et dobbelt-blindet overkrydsningsforsøg med tre forsøgsfedtstoffer, som blev randomiseret med hensyn til indtagelse. Alle personer fik således alle fedtstoffer. Mellem hver forsøgsperiode på 3 uger var der 3 ugers pause (udvaskning).

Forsøgsfedtstofferne var:

- | | |
|---|-------|
| 1) smørolie | (BO) |
| 2) blanding af smørolie og rapsolie (65:35 w/w) | (BR) |
| 3) samme blanding, interesterificeret | (tBR) |

Smørolien var fra MD-Foods, Rødkjærsbro, og blandingen af rapsolie og smørolie samt fremstilling af den interesterificerede blanding blev udført af Aarhus Olie A/S, Aarhus.

Fedtstofferne, som udgjorde 60g pr dag, blev dels givet som rent fedtstof til brug i husholdningen (30g) og dels inkorporeret i brød og kager (30g). Forsøgsfedtet udgjorde ca 50% af forsøgspersonernes totale fedtindtag. Forsøgspersonerne levede og spiste ellers frit, men måtte notere deres fødeforbrug ned. Ved forsøgets start blev energiindtag og fordeling beregnet med Dankost-database (LST),

Blodtagning og analyser

Ved begyndelse og slutning af hver forsøgsperiode blev der taget blodprøver efter 12 timers faste. Personerne havde da afholdt sig fra strengt fysisk arbejde i 48 timer forinden og ikke indtaget alkohol inden for de sidste 12 timer.

Ud fra blodet blev der herefter fremstillet såvel citrat- som EDTA-plasma.

Følgende analyser blev udført på plasmaet: Total kolesterol, HDL-kolesterol, triglycerid samt indhold af apo-protein A1 og apo-protein B. Disse analyser blev udført ved anvendelse af forskellige analytiske kits. Endvidere isoleredes total plasmalipiderne ved chloroform:methanol ekstraktion. Phospholipid- (PL) og cholesterolester-fraktionerne (CE) blev separeret på TLC med henblik på methylester fremstilling. Fedtsyresammensætningen blev herefter kvantificeret ved gaschromatografi (GC) af methylestrene. Der anvendtes en kapillarsøjle, SP 2380, (30m x 0,32 mm, filmtykkelse 0,2 µm).

Blodplader blev ligeledes isoleret og membranlipiderne ekstraheret. På grund af de ringe stofmængder var det her nødvendigt at anvende "on column GC", søjlen var CP-Sil 88, (50m x 0,25 mm, filmtykkelse 0,2µm).

Fedtbelastningsforsøg

Da den ændrede fordeling af fedtsyrerne i triglyceriderne også kunne tænkes at influere på fedtstoffernes absorption, blev der foretaget fedtbelastningsforsøg, hvor nogle af

forsøgspersonerne indtog 60g fedtstof i et enkelt måltid (i fastende tilstand). Omsætningen af blodets chylomicroner (fedtpartikler, som dannes efter et måltid) blev fulgt i blodprøver gennem 5 timer efter indtagelsen.

Chylomicronernes lipid (triglycerid) blev isoleret, og såvel total fedtsyresammensætning som den regiospecifikke fordeling på henholdsvis 2- og 1,3 positionen blev bestemt.

Statistiske analyser

Resultaterne er givet som middelværdier ± standardafvigelse. Der er anvendt Statgraphics software. I tabellerne er værdier med forskellig markeringer signifikant forskellige ($P < 0,05$), hvis andet ikke er anført.

Resultater og diskussion

Forsøgsfedtstofferne

Fedtsyresammensætning af forsøgsfedtstofferne, bestemt ved GC, er vist i tabel 1. Herudover er der også foretaget en specifik analyse af fordelingen af fedtsyrer på henholdsvis 2 og 1,3 positionerne. Fordelingen af fedtsyrerne i 2-positionen er også anført i tabel 1.

Som forventet har fedtstofferne med rapsolie et højere indhold af olie-, linol- og linolensyre og et lavere indhold af mættede fedtsyrer end smørolien. Det bemærkes også, at den regiospecifikke fordeling af fedtsyrer er meget forskellig, således forekommer de kortkædede fedtsyrer i 1,3 positionen, mens de polyumættede er koncentreret i 2-positionen. Dette gælder også 14:0 og i mindre grad 16:0, mens 18:0 især er til stede i 1,3 positionen. Dette kan eventuelt spille en rolle for smørrets atherogene effekt. Ved interesterificeringen (randomisering) bringes fedtsyrerne til at fordele sig ligeligt på de tre positioner, som det også tydeligt fremgår af resultaterne for tBR sammenholdt med

BR. Det bør også bemærkes, at totalfedtsyresammensætningen for tBR og BR er den samme, men smeltepunktsforløbet for de to fedtstoffer vil afvige, hvilket kan være af teknisk betydning.

Ændringer i plasma lipid og lipoproteiner

Cholesterolindholdet i plasma, både totalt og i LDL var højest, dog ikke signifikant efter indtagelse af smørolie, og der var kun ringe forskel på virkning af smør/rapsoolieblandingen og det interesterificerede produkt (tabel 2). HDL-cholesterol niveauet var ens for alle de tre forsøgsgrupper. Apo-proteinerne, der relaterer sig til henholdsvis LDL (apoB) og HDL (apoA1) viste individuelle variationer, og på grund af antallet af forsøgspersoner var der ingen signifikante forskelle, men kun en tendens til et højere apo-A1 for smør/rapsoolie blandingen. For apo-B er tendensen svarende til ændringerne i LDL-cholesterol uden dog at nå signifikans. Triglycerid niveauet synes upåvirket af de indtagne forsøgsfedtstoffer.

Fedtsyremønstre i plasmalipider og thrombocytter

Fedtsyresammensætningen i plasma cholesterolestre og phospholipider blev fulgt for at verificere, om forsøgspersonernes diæt ændrede sig, og om de indtog de foreskrevne forsøgsfedtstoffer (tabel 3).

For cholesterolestrene er stigningen i C14:0 tegn på øget indtagelse af fedtstoffer indeholdende smørfedt. Det øgede indtag af 18:1, 18:2 og 18:3 i de rapsoolie supplerede perioder, slår ikke igennem i fedtsyresammensætningen, hvilket må skyldes, at kosten iøvrigt har rigelige mængder af disse fedtsyrer.

For phospholipiderne, hvori 14:0 ikke normalt indbygges, er der stort set ingen forskelle med de varierende forsøgsfedtstoffer.

Thrombocytterne er medtaget for at se, om der sker ændringer i sammensætningen af membranlipider; sådanne ændringer kunne tænkes at have fysiologiske effekter. Thrombocytterne er udvalgt blandt blodets organeller, fordi de omsættes relativt hurtigt sammenlignet med andre membraner. Der kunne derfor, på trods af den relativt korte forsøgsperiode på 3 uger, ske en ændring i fedtsyrefordelingen. Dette synes imidlertid ikke at være tilfældet, og det kan skyldes den fortyndingseffekt, der ligger i indtagelsen af det ikke synlige fedt, men også være et udtryk for, at membransammensætningen søges fastholdt for optimal funktion. Da kosten er afbalanceret med hensyn til fedtsyrefordeling, er der rige muligheder for dette.

Fedtbelastningsforsøg

Absorptionsforsøgene afspejler store variationer mellem forsøgspersonerne, hvilket må bero på forskellig evne til omsætning af fedt i tarmen. Der er en tendens til et lavere totalindhold af chylomicron fedtsyrer efter smørolien (BO) svarende til en direkte transport af de kortkædede fedtsyrer til leveren. Det er bemærkelsesværdigt, at der ikke blev fundet væsentlige forskelle i chylomicron fedtsyresammensætningen efter indtagelse af henholdsvis BR og tBR på trods af testfedtets markante forskelle med hensyn til den regiospecifikke fordeling (tabel 4). Dette betyder, at interesterificering ikke har påvirket den videre metabolisme af chylomicroner i blodbanen.

ROTTEFORSØG

I tilslutning til det humane kostforsøg I er der foretaget et forsøg med rotter, som blev fodret med de ovennævnte fedtstoffer BO, BR og tBR, som eneste fedtstofkilde (tabel 1).

Formålet var at verificere, om de interesterificerede blandinger gav anledning til uheldige påvirkninger af den generelle fedtmetabolisme, herunder ændringer i fedtsyremønstre i lever og fedtdepoter. Ændringer i membransystemer i leveren kunne tænkes at være kritiske for en række processer, enzymatiske eller transportbetingede, der er vitale for organismens vigtigste organ, leveren.

Forsøgsdesign og analyser

Forsøget omfattede 60 nyligt afvænnede rotter, som blev inddelt i 3 grupper, der i en 6 ugers forsøgsperiode fik henholdsvis smørolie (BO), smør/rapsoolie blanding (65:35) (BR), eller den tilsvarende interesterificerede blanding (tBR).

Efter 6 uger blev halvdelen af dyrene aflivet i fastende tilstand og lever og depotfedt udtaget til analysering. Den anden halvdel af dyrene fik efter en nats faste adgang til at spise 6g fedtstof i analogi med det humane fedtbelastningsforsøg. Efter en time blev dyrene bedøvet og blodprøver udtaget til præparation af chylomicroner.

For chylomicroner og fedtvævet bestemtes total fedtsyresammensætning af lipidet. Herudover blev der foretaget regiospecifik analyse, så indholdet i henholdsvis 2- og 1,3-positionerne kunne bestemmes.

Total fedt fra leveren blev ekstraheret med chloroform:methanol og følgende hovedlipidklasser, triglycerid, phospholipid og cholesterolester, isoleret ved TLC. Fedtsyresammensætningen blev herefter bestemt ved GC, som tidligere anført.

Der er ikke foretaget analyse af kolesterol i blodet eller i specifikke lipoproteinfraktioner, da rotternes lipoprotein mønstre afviger fundamentalt fra humane forhold.

Resultater og diskussion

Fedtsyremønstre i chylomicroner

For fedtsyresammensætningen af triglyceriderne fandtes ingen forskel mellem BR og tBR, men det lavere indhold af umættede fedtsyrer i BO testfedtet sammenlignet med BR og tBR blev også genfundet i de tilsvarende chylomicroner (tabel 5). Der fandtes også et højere indhold af mættede fedtsyrer, men som forventet blev de kortkædede fedtsyrer ikke inkorporeret. For 2-MG fedtsyresammensætningen fandtes der en forskel mellem BR og tBR, som afspejlede den tilsvarende forskel i fødefedt. Dette er en væsentlig forskel fra det, der fandtes ved det humane belastningsforsøg. Forklaringen herpå kan skyldes det relativt spinkle humane forsøgsmateriale, men det kan også være en fortyndingseffekt af det øvrige fedtindtag i det humane forsøg. De for rotter observerede data er i overensstemmelse med andre studier, og det antages normalt at 2-positionens

fedtsyremønster bevares ved lipidabsorption. Dette har vi også kunnet bekræfte ved senere humane forsøg. (Ph-D program for Anette Bysted, Føtek II).

Depotfedt

Ved analysering af triglycerider fra depotfedt (tabel 6) fandtes derimod ingen forskelle på BR og tBR, hverken totalt eller regiospecifikt, hvilket må betyde at triglycerider fra chylomicronerne nedbrydes totalt af lipoproteinlipasen i blodbanen eller de optages uspalte i leveren i de såkaldte "remnants". Selvom der således er en regiospecifik forskel på chylomicron triglycerider fra BR og tBR, så er denne neutraliseret efter opholdet i blodbanen.

Lever

For de triglycerider, som kan isoleres fra leveren ses der heller ikke væsentlige forskelle mellem BR og tBR, men fødefedtets sammensætning afspejles også her i de forskellige grupper. Det er bemærkelsesværdigt, at linolsyreindholdet i TG-fraktionen fra gruppe BO er særdeles lavt, og oliesyreindholdet udgør omkring 50 % af alle fedtsyrerne (tabel 7a).

Indflydelsen af interesterificeringen på membranphospholipider, som var et af hovedmålene for rotteforsøget, understreger, at omesterificeret fedt ikke har nogen skadelig indflydelse på membran lipidsammensætningen (tabel 7b). Kun små forskelle i indholdet af eicosapentaensyre (20:5 (n-3)) (3,2% versus 2,6%) for henholdsvis BR- og tBR-grupperne, og 20:3 (n-6) fra 1,9% til 1,6% observeres. Dette er langt mindre forskelle end de, der ses i forhold til BO gruppen. Det er her påfaldende, at indholdet af (n-6) fedtsyrer er meget lavere for BO end for BR og tBR, og 20:3 (n-9), som er en indikator for linolsyremangel er signifikant forhøjet. Smørolie som eneste linolsyrekilde er altså utilstrækkelig, men det vil heller ikke forekomme i en balanceret dansk kost, hvor bidrag fra plantemateriale (evt. planteolie) er normalt forekommende.

For cholelestrene er forskelle mellem BR og tBR små, men for BO gruppen findes der meget lave koncentrationer af linolsyre, og oliesyre som kan syntetiseres i leveren synes at erstatte de manglende PUFA.

Sammenfattende har rotteforsøget vist, at selvom der er en forskel i chylomicronsammensætningen efter absorptionen af henholdsvis BR og tBR, så udlignes denne forskel fuldstændigt, så såvel leverens membranlipider som fedtvævet udviser den samme fedtsyrefordeling og molekylære opbygning.

Smørolie, som her anvendt som eneste fedtkilde i een af forsøgsgrupperne, er på grænsen til at give for lavt tilskud af den essentielle linolsyre.

HUMANT KOSTFORSØG II

Undersøgelser over modificering af smørfedt med henblik på berigelse med oliesyre, linolensyre og stearinsyre.

Forsøgspersoner og forsøgsdesign

Det anvendte design og kriterier for udvælgelse af forsøgspersoner var som anført under: Humant forsøg I, dog inkluderedes her 15 personer, hvoraf 13 fuldførte hele forsøget.

Forsøgsfedtstoffer:

1. Smørolie/vindrukerneolie (90:10 w/w) (BG)
2. Smørolie/rapsolie (65:35 w/w) (BR)
3. Smørolie/rapsolie/fuldhærdet rapsolie (50:35:15 w/w/w) (BS)

De to førstnævnte er simple blandinger, men for det tredje fedtstof blev rapsolie og den fuldhærdede rapsolie interesterificeret inden blanding med smørolien. En simpel blanding af de sidstnævnte tre fedtstoffer ville på grund af den højt smeltende hærdede rapsolie ikke give et smelteforløb, der var foreneligt med anvendelsen til spisefedtstof. Man ville fornemme en grynet konsistens, som forsvinder ved omesterificeringen. Forsøgspersonerne har udtalt at de her anvendte fedtstoffer viste en god konsistens.

Alle fedtstofferne blev fremstillet på A/S Aarhus Olie ved velvilje fra lab.chef Leif Bandholm. Smørolien var fra MD Foods, Rødkjærsbro.

Blodtagning og analyser

Ved begyndelse og slutning af hver forsøgsperiode blev der taget blodprøver efter 12 timers faste. De nærmere detaljer i proceduren er som beskrevet ovenfor (kostforsøg I).

Til blodpladeanalyser anvendtes citratplasma, og til de øvrige EDTA-plasma.

Følgende analyser blev udført på totalplasma: total kolesterol, HDL-kolesterol, total triglycerid, apo-protein A1 og apo-protein B, endvidere blev der foretaget omfattende analysering af kolesterol- og triglyceridfordelingen i forskellige lipoproteinfraktioner, som blev isoleret ved ultracentrifugering. Fedtsyreprofilerne i kolesterol- og phospholipid-fraktionen blev bestemt efter hver diætperiode. Også inkorporering af fedtsyrer i trombocytmembraner blev undersøgt.

Der anvendtes analysemetoder som beskrevet tidligere for humant kostforsøg I.

Resultater og diskussion

Fedtsyresammensætning (hovedkomponenter) af forsøgsfedtstofferne er angivet i tabel 8. Alle fedtstofferne var blandet så de indeholdt samme mængde linolsyre, ca. 8,5%. For smøroliegruppen (BG) betyder dette, at den tendens til essentiel fedtsyremangel, som observeredes i rotteforsøget, kan udelukkes, og indflydelsen af forskelligt linolsyreindhold i testfedtstofferne er elimineret. I gruppe (BR), som er sammenlignelig med den tilsvarende gruppe i kostforsøg I, er der et højere indhold af linolensyre og oliesyre og et markant lavere indhold af mættede fedtsyrer sammenlignet med (BG). I det sidste forsøgsfedtstof er stearinsyreindholdet forøget i forhold til de to andre fedtstoffer. Dette er for at afprøve den i litteraturen fremkomne tese, at stearinsyre skulle være neutral eller i hvert fald mindre atherogent end de øvrige mættede fedtsyrer. Da smørbare fedtstoffer kræver tilstedeværelse af "faste" fedtsyrer kunne en erstatning af smørrets atherogene fedtsyrer med stearinsyre komme på tale. Fedtstoffet BS er beriget gennem tilsætning af fuldhærdet rapsolie og samme linol- og linolensyreindhold som i BR er opnået gennem balancering med uhærdet rapsolie.

Med de anvendte forsøgsfedtstoffer kan således en række relevante fedtsyrers påvirkning af blodlipidmønstret studeres.

Ændringer i plasma lipider og lipoproteiner

De tre fedtstoffer gav ikke anledning til forskelle i plasma triglycerid eller i triglycerid i de forskellige lipoproteinfraktioner (tabel 9). Indholdet af total og LDL-cholesterol var signifikant højere i forhold til de andre fedtstoffer, når der blev indtaget fedtstof BG (højt indhold af myristin- og palmitinsyre og lavt indhold af linolensyre). Der var derimod ikke forskel på fedtstofferne BR og BS indbyrdes. HDL-cholesterol var lavere efter indtagelse af det stearinsyreberigede fedtstof (BG). Ovennævnte resultater gælder også for analyserne udført på lipoproteinfraktionerne isoleret efter ultracentrifugering.

Apo-protein A1 varierede i samme retning som HDL-cholesterol værdierne, men var ikke signifikante. Apo-protein B var signifikant højere, når fedtstoffet med vindrukerneolie (BS) blev indtaget svarende til de højere niveauer af LDL-cholesterol.

Fedtsyremønstre i plasmalipider og trombocytter

Fedtsyresammensætningen i plasma cholesterolestre og phospholipider blev ligesom i kostforsøg I fulgt for at verificere, om forsøgspersonerne indtog det foreskrevne testfedt (tabel 10). Resultaterne viste, at fedtsyresammensætningen i plasma lipiderne blev påvirket af testfedtet (tabel). Indholdet af linolensyre i både cholesterolestre og phospholipid var således størst efter indtagelse af BR og BS. Oliesyre og palmitinsyre varierede også, med den laveste koncentration af palmitinsyre efter indtagelse af BS og et højere indhold af oliesyre efter BR sammenlignet med BG. Fedtsyresammensætningen i trombocytterne afspejlede også til en vis grad testfedtets sammensætning. Indholdet af stearinsyre var signifikant højere efter indtagelse af BS sammenlignet med de to andre fedtstoffer, og palmitinsyreindholdet var lavere. Indholdet af linolensyre og oliesyre var lavest efter BG, svarende til det lavere indhold af disse fedtsyrer i testfedtet. Der var ingen effekt af testfedtet på linolsyreindholdet i trombocytterne, sikkert fordi alle fedtstoffer havde samme linolsyreindhold.

En af grundene til den tydeligere påvirkning af trombocytmembranens fedtsyresammensætning i kostforsøg II sammenlignet med kostforsøg I er nok, at basiskostens fedtindhold er reduceret. Sammenfattende for kostforsøg II kan det fremhæves, at smørfedt øgede total og LDL kolesterol i blodet hos unge forsøgspersoner selvom linolsyreindholdet var tilstrækkeligt. En gunstig virkning ses for begge fedtstoffer beriget med oliesyre og linolensyre (fra rapsolien), hvorimod øget stearinsyre ikke gav en signifikant ekstra effekt.

Konklusion

På baggrund af de udførte kostforsøg kan det konkluderes, at placeringen af fedtsyrerne i triglyceridmolekylet ikke har nogen effekt på de undersøgte blodlipid parametre, men at en lavere mængde af myristin- og palmitinsyre samt en øget mængde af oliesyre og linolensyre, som det ses i kommercielle blandingsprodukter, generelt giver et fald i indholdet af total og LDL-cholesterol i forhold til smørolie. En øget mængde stearinsyre i smør-rapsolieblandingen har derimod ikke vist nogen effekt hos raske unge forsøgspersoner med relativt lavt basis kolesterolniveau. Det er sandsynligt, at der ville kunne ses en effekt, hvis de samme fedtstoffer blev givet til forsøgspersoner, der har et højere indhold af kolesterol ved forsøgets start og generelt et lavere indtag af polyumættede fedtsyrer i deres basiskost.

Omesterificeringsprocessen giver muligheder for yderligere at forbedre smøroliebaserede blandingsprodukter. For at opnå en øget effekt må imidlertid mængden af C12-C16- fedtsyrerne reduceres yderligere og erstattes med mono- eller flerumættede fedtsyrer.

Det er også bemærkelsesværdigt, at fedtsyresammensætningen i chylomicroner til dels afspejler fødefedtets positionsspecifikke opbygning, men at fedtsyrefordelingen efter nedbrydningen i henholdsvis blodbane og lever er den samme, d.v.s. uafhængig af strukturen i kostens fedtkomponenter.

Tabel 1.

Fedtsyresammensætningen i forsøgsfedtstoffer (triglycerider) samt sammensætningen af 2-monoglyceriderne (vægt%).

Kostforsøg I og rotteforsøg

	Smørolie BO	Smør- rapsolie BR	Omestret smør- rapsolie tBR	Smørolie BO	Smør- rapsolie BR	Omestret smør- rapsolie tBR
	Triglycerider			2-monoglycerider		
4:0 (smørsyre)	4.1	2.7	2.5	0.0	0.0	2.4
6:0 (capronsyre)	2.3	1.5	1.4	0.0	0.0	1.3
8:0 (caprylsyre)	1.3	0.9	0.8	0.0	0.0	0.7
10:0 (caprinsyre)	2.7	1.8	1.8	1.3	0.9	1.4
12:0 (laurinsyre)	3.1	2.0	2.0	3.1	2.6	1.7
14:0 (myristinsyre)	10.0	6.3	6.3	16.9	11.7	5.4
16:0 (palmitinsyre)	23.1	16.3	16.5	29.4	19.6	17.0
18:0 (stearinsyre)	11.7	8.6	8.4	5.7	3.8	8.4
18:1 n-9 (oliesyre)	22.6	34.2	34.3	14.9	24.4	34.7
18:2 n-6 (linolsyre)	1.4	8.6	8.6	2.0	13.6	8.6
18:2 conjugeret (+20:1)	1.6	1.0	1.0	2.5	1.3	0.8
18:3 n-3 (linolensyre)	0.8	4.3	4.0	1.8	7.7	4.2

Tabel 2.
 Plasma koncentration af total cholesterol, LDL-, HDL-cholesterol, triglycerid
 og apo protein A-1 og B.
 Kostforsøg I.

	RO	RR	tRR
<u>Cholesterol mmol/l</u>			
Total	4.29 ± 0.21	4.12 ± 0.14	4.12 ± 0.15
LDL (Friedewald)*	2.74 ± 0.18	2.54 ± 0.12	2.59 ± 0.13
HDL	1.15 ± 0.06	1.19 ± 0.07	1.16 ± 0.04
<u>Triglycerid mmol/l</u>			
Total	0.91 ± 0.09	0.85 ± 0.07	0.88 ± 0.10
<u>Apo proteiner mg/l</u>			
Apo A1	1175 ± 48	1256 ± 60	1150 ± 72
Apo B	914 ± 65	899 ± 36	904 ± 62

BO: smørolie

BR: smørolie+ rapsolie (65:35),

tBR: omestret (smørolie + rapsolie)

* LDL-C = Tot C - (HDL-C +Tot TG/2.2)

Tabel 3
Fedtsyresammensætningen i plasma cholesterolester og phospholipid (vægt%)
Kostforsøg I

	Cholesterolester			Phospholipid		
	BO	BR	tBR	BO	BR	tBR
C14:0	∅1.0 ± 0.1	1.1 ± 0.2	*0.8 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.5 ± 0.0
C16:0	10.8 ± 0.3	11.0 ± 0.2	10.4 ± 0.2	24.2 ± 0.6	24.3 ± 0.6	23.6 ± 0.4
C16:1 n-7	1.6 ± 0.1	1.6 ± 0.1	1.6 ± 0.1	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0
C18:0	2.1 ± 0.2	2.2 ± 0.2	1.7 ± 0.1	13.6 ± 0.2	13.9 ± 0.4	13.4 ± 0.3
C18:1 n-9 ¹⁾	18.4 ± 0.3	18.1 ± 0.4	18.3 ± 0.3	11.0 ± 0.4	11.3 ± 0.3	11.5 ± 0.2
C18:2 n-6	48.8 ± 0.6	48.8 ± 1.1	50.2 ± 0.8	22.2 ± 0.7	22.6 ± 0.5	22.5 ± 0.4
C18:3 n-3	0.7 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.3 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.3 ± 0.0
C20:3 n-6	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.6 ± 0.1	3.2 ± 0.3	2.9 ± 0.4	2.8 ± 0.3
C20:4 n-6	5.0 ± 0.3	4.3 ± 0.5	4.9 ± 0.5	8.8 ± 0.4	8.7 ± 0.5	8.9 ± 0.6
C20:5 n-3	1.0 ± 0.2	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.2	1.5 ± 0.2	1.2 ± 0.1	1.5 ± 0.2
C22:6 n-3	0.6 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.5 ± 0.1	4.6 ± 0.3	∅4.1 ± 0.2	£4.8 ± 0.3

BO: smørolie

BR: smørolie/ rapsolie (65:35)

tBR: interesterificeret BR

¹⁾ indeholder små mængder 18:1 n-7 isomer

* Signifikant forskellig fra BO ($P < 0.01$)

£ Signifikant forskellig fra BR ($P < 0.01$)

∅ Signifikant forskellig fra tBR ($P < 0.01$)

Tabel 4.
Den regio-specifikke fedtsyresammensætning af chylomicron triglycerid fra humane chylomicroner (mol%)
Kostforsøg I

	BO			BR			tBR		
	TG (n=7)	2-MG (n=7)	TG (n=5)	2-MG (n=5)	TG (n=5)	2-MG (n=6)			
C12:0	0.9 ± 0.4	0.3 ± 0.1	0.6 ± 0.2	0.5 ± 0.2	0.1 ± 0.0	0.8 ± 0.2			
C14:0	6.8 ± 0.7 ϕ	9.1 ± 1.0	4.7 ± 0.3 ϕ	7.0 ± 0.5	3.5 ± 0.2* ϕ	5.9 ± 0.7			
C16:0	28.0 ± 0.3 ϕ	32.1 ± 0.6 ϕ	20.7 ± 0.2*	20.5 ± 0.5*	20.8 ± 0.3*	19.1 ± 0.7*			
C16:1	1.9 ± 0.0 ϕ	2.5 ± 0.1 ϕ	1.4 ± 0.0*	1.8 ± 0.1*	1.4 ± 0.0*	1.6 ± 0.1*			
C18:0	13.0 ± 0.4 ϕ	7.6 ± 0.3 ϕ	9.2 ± 0.1*	4.9 ± 0.2*	9.4 ± 0.2*	6.4 ± 0.5*			
C18:1 (n-9)	28.3 ± 0.7 ϕ	28.1 ± 0.9 ϕ	35.4 ± 0.7*	34.6 ± 0.9*	36.8 ± 0.6*	37.7 ± 1.2*			
C18:1 (n-7)	1.0 ± 0.0 ϕ	0.9 ± 0.0 ϕ	1.7 ± 0.1*	1.1 ± 0.1*	1.7 ± 0.0*	1.5 ± 0.1			
C18:2 (n-6)	6.8 ± 0.2 ϕ	5.9 ± 0.3 ϕ	12.3 ± 0.5*	15.7 ± 0.3*	13.0 ± 0.4*	14.1 ± 0.5*			
C18:2 conj	1.0 ± 0.0 ϕ	0.7 ± 0.0 ϕ	0.6 ± 0.0*	0.5 ± 0.0*	0.6 ± 0.0*	0.6 ± 0.0*			
C18:3 (n-3)	1.2 ± 0.0 ϕ	0.9 ± 0.0 ϕ	4.0 ± 0.1*	4.7 ± 0.2*	4.0 ± 0.1*	4.0 ± 0.2*			
C20:4	0.9 ± 0.1	0.4 ± 0.0	1.0 ± 0.1	0.4 ± 0.0	1.1 ± 0.1	0.4 ± 0.0			
C20:5	0.3 ± 0.0	0.1 ± 0.0 ϕ	0.2 ± 0.0	0.1 ± 0.0*	0.2 ± 0.0	0.1 ± 0.0*			
C22:5	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0			
C22:6	0.6 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.5 ± 0.1	0.3 ± 0.0	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1			

BO: Butter oil; BR: Butter/rapeseed oil (65:35); tBR: transesterified BR.

* Significantly different from BO ($P < 0.0125$)

ϕ Significantly different from BR ($P < 0.0125$)

ϕ Significantly different from tBR ($P < 0.0125$)

Tabel 5
Den regio-specifikke sammensætning af chylomicron triglycerid isoleret fra post prandiale rotter (vægt%).

	BO		BR		tBR	
	TG	2MG	TG	2MG	TG	2MG
C12:0	1.75 ± 0.07 [£]	1.08 ± 0.15	1.09 ± 0.05 [*]	0.82 ± 0.32	1.05 ± 0.05 [*]	0.47 ± 0.54
C14:0	7.49 ± 0.30 [£]	11.73 ± 0.30 [£]	5.00 ± 0.20 [*]	7.97 ± 0.67 [*]	4.62 ± 0.18 [*]	4.85 ± 0.92 [*]
C15:0	0.62 ± 0.05	1.56 ± 0.01 [£]	0.79 ± 0.05	1.07 ± 0.07 [*]	0.79 ± 0.05	0.85 ± 0.04 [*]
C16:0	24.78 ± 0.99 [£]	30.42 ± 0.44 [£]	18.59 ± 0.74 [*]	21.06 ± 0.07 ^{*£}	18.99 ± 0.76 [*]	19.42 ± 0.05 ^{*£}
C16:1 n-7	1.60 ± 0.06 [£]	1.89 ± 0.03 [£]	1.02 ± 0.05 [*]	1.21 ± 0.03 ^{*£}	1.01 ± 0.05 [*]	1.01 ± 0.02 ^{*£}
C17:0	1.07 ± 0.05 [£]	0.95 ± 0.04	0.75 ± 0.05 [*]	0.62 ± 0.02	0.74 ± 0.05 [*]	0.59 ± 0.28
C18:0	11.49 ± 0.46 [£]	6.61 ± 0.06 [£]	8.71 ± 0.35 [*]	4.60 ± 0.14 ^{*£}	8.76 ± 0.35 [*]	7.19 ± 0.24 [£]
C18:1 n-9	32.22 ± 1.29	30.55 ± 0.19 [£]	37.65 ± 1.51	34.75 ± 0.68 ^{*£}	36.91 ± 1.48	40.19 ± 1.07 ^{*£}
C18:1 n-7	1.41 ± 0.06 [£]	0.86 ± 0.00 [£]	1.98 ± 0.08 [*]	0.84 ± 0.11 [£]	2.08 ± 0.08 [*]	1.55 ± 0.05 ^{*£}
C18:2 n-6	3.21 ± 0.13 [£]	3.32 ± 0.10 [£]	10.01 ± 0.40 [*]	14.24 ± 0.25 ^{*£}	10.21 ± 0.41 [*]	12.66 ± 0.35 ^{*£}
C18:2 conj	1.61 ± 0.06 [£]	0.97 ± 0.02 [£]	1.36 ± 0.05	0.66 ± 0.04 ^{*£}	1.22 ± 0.05 [*]	1.01 ± 0.04 [£]
C18:3 n-3	0.72 ± 0.05 [£]	0.67 ± 0.01 [£]	3.83 ± 0.15 [*]	5.04 ± 0.08 ^{*£}	3.33 ± 0.13 [*]	3.49 ± 0.11 ^{*£}
C20:4 n-6	0.92 ± 0.05 [£]	0.53 ± 0.01 [£]	1.35 ± 0.05 ^{*£}	0.66 ± 0.02 [£]	1.69 ± 0.07 ^{*£}	0.90 ± 0.06 ^{*£}

BO: Butter oil; BR: Butter oil/rapeseed oil (65:35); tBR: transesterified BR.

* Significantly different from BO (p<0.0028), as determined by a two sided t-test.

£ Significantly different from BR (p<0.0028).

£ Significantly different from tBR (p<0.0028).

Tabel 6.
Fedtsyresammensætningen i fedtvæv fra rotter (vægt%).

Fatty acid	B O		B R		tB R	
	TG	2MG ³	TG	2MG	TG	2MG
C12:0	1.93 ± 0.11 [£]	0.84 ± 0.25	1.42 ± 0.10 [*]	0.77 ± 0.35	1.32 ± 0.10 [*]	0.68 ± 0.17
C14:0	8.46 ± 0.29 [£]	3.52 ± 0.53 [£]	5.89 ± 0.18 [*]	2.35 ± 0.32 [*]	5.77 ± 0.21 [*]	2.10 ± 0.29 [*]
C14:1	1.15 ± 0.06 [£]	1.03 ± 0.13 [£]	0.75 ± 0.05 [*]	0.53 ± 0.21 [*]	0.76 ± 0.05 [*]	0.63 ± 0.11 [*]
C15:0	1.21 ± 0.04 [£]	0.46 ± 0.09 [£]	0.85 ± 0.04 [*]	0.25 ± 0.14	0.87 ± 0.03 [*]	0.27 ± 0.09 [*]
C16:0	29.03 ± 0.74 [£]	12.48 ± 1.12 [£]	22.28 ± 0.80 [*]	8.92 ± 0.97 [*]	22.28 ± 0.94 [*]	8.14 ± 0.69 [*]
C16:1	5.21 ± 0.53 [£]	5.78 ± 1.04 [£]	3.09 ± 0.40 [*]	2.72 ± 0.38 [*]	3.09 ± 0.55 [*]	2.78 ± 0.59 [*]
C17:0	0.59 ± 0.02 [£]	0.22 ± 0.18	0.41 ± 0.03 [*]	0.06 ± 0.07	0.42 ± 0.03 [*]	0.05 ± 0.06
C17:1	0.67 ± 0.14 [£]	0.92 ± 0.18 [£]	0.41 ± 0.05 [*]	0.45 ± 0.17 [*]	0.36 ± 0.04 [*]	0.48 ± 0.05 [*]
C18:0	5.93 ± 0.39 [£]	2.22 ± 0.32 [£]	4.80 ± 0.29 [*]	1.55 ± 0.32 [*]	4.77 ± 0.41 [*]	1.44 ± 0.14 [*]
C18:1	41.57 ± 0.97 [£]	66.81 ± 2.80 [£]	47.55 ± 1.14 [*]	62.85 ± 1.04 [*]	48.14 ± 1.06 [*]	63.80 ± 1.08 [*]
C18:2	1.84 ± 0.17 [£]	3.43 ± 0.24 [£]	8.54 ± 0.36 [*]	15.42 ± 1.06 [*]	8.44 ± 0.30 [*]	15.67 ± 0.64 [*]
C18:3	0.47 ± 0.03 [£]	0.74 ± 0.08 [£]	2.66 ± 0.13 [*]	3.27 ± 0.39 [*]	2.54 ± 0.14 [*]	3.20 ± 0.20 [*]
C18:2 conj.	1.94 ± 0.15 [£]	1.56 ± 0.47 [£]	1.14 ± 0.10 [*]	0.86 ± 0.30 [*]	1.03 ± 0.07 [*]	0.75 ± 0.25 [*]
C20:1	0.00 ± 0.00 [£]	0.00 ± 0.00	0.19 ± 0.04 [*]	0.00 ± 0.00	0.15 ± 0.01 [*]	0.00 ± 0.00

BO: Butter oil; BR: Butter oil/rapeseed oil (65:35); tBR: transesterified BR.

^{*} Significantly different from BO (p<0.0036), as determined by a two tailed t-test. [£] Significantly different from BR (p<0.0036).

[£] Significantly different from tBR (p<0.0036).

Tabel 7a
Fedtsyresammensætningen i rotte lever triglycerid (vægt%).

Fatty acid	BO	BR	tBR
14:0	2.55 ± 0.63 ^{£¢}	1.85 ± 0.34 [*]	1.85 ± 0.20 [*]
14:1	0.50 ± 0.10 ^{£¢}	0.31 ± 0.13 [*]	0.36 ± 0.15 [*]
15:0	0.65 ± 0.08 ^{£¢}	0.35 ± 0.08 [*]	0.49 ± 0.10 [*]
16:0	26.80 ± 1.39 ^{£¢}	21.39 ± 0.97 ^{*£}	22.65 ± 1.03 ^{*¢}
16:1 n-7	4.79 ± 1.37 ^{£¢}	1.88 ± 0.46 [*]	2.31 ± 0.52 [*]
17:0	0.46 ± 0.07 ^{£¢}	0.35 ± 0.05 [*]	0.37 ± 0.05 [*]
18:0	3.43 ± 0.78	3.12 ± 0.66	2.74 ± 0.56
18:1 n-9	49.55 ± 3.20 ^{£¢}	43.81 ± 2.00 [*]	43.95 ± 1.43 ^{*¢}
18:1 n-7	0.80 ± 0.77 ^{£¢}	2.25 ± 0.27 [*]	2.49 ± 0.26 [*]
18:2 n-6	2.18 ± 0.50 ^{£¢}	12.18 ± 1.56 [*]	11.06 ± 1.21 [*]
18:3 n-3	0.44 ± 0.46 ^{£¢}	2.55 ± 0.30 [*]	2.43 ± 0.43 [*]
20:3 n-9	0.31 ± 0.22 ^{£¢}	0.09 ± 0.10 [*]	0.01 ± 0.03 [*]
20:4 n-6	0.44 ± 0.18 ^{£¢}	0.80 ± 0.23 [*]	0.69 ± 0.23 [*]
20:5 n-3	0.27 ± 0.26 ^{£¢}	0.98 ± 0.33 [*]	0.88 ± 0.17 [*]
22:5 n-3	0.12 ± 0.16 ^{£¢}	0.70 ± 0.20 [*]	0.70 ± 0.24 [*]
22:6 n-3	0.87 ± 0.60 ^{£¢}	1.77 ± 0.61 [*]	1.51 ± 0.48 [*]

BO: Butter oil; BR: Butter oil/rapeseed oil (65:35); tBR: transesterified BR.

* Significantly different from BO (p<0.0032).

£ Significantly different from BR (p<0.0032).

¢ Significantly different from tBR (p<0.0032)

Tabel 7b

Fedtsyresammensætningen i rotte lever phospholipider (vægt%).

	BO	BR	tBR
14:0	0.48 ± 0.10 ^{£¢}	0.33 ± 0.03 [*]	0.35 ± 0.05 [*]
15:0	0.25 ± 0.09	0.23 ± 0.01	0.24 ± 0.02
16:0	15.92 ± 0.83 ^{£¢}	14.88 ± 0.55 [*]	14.55 ± 0.80 [*]
16:1 n-7	1.95 ± 0.56 ^{£¢}	0.65 ± 0.09 [*]	0.57 ± 0.12 [*]
17:0	0.48 ± 0.05	0.47 ± 0.02	0.48 ± 0.02
18:0	18.44 ± 1.46 ^{£¢}	19.99 ± 0.82	20.96 ± 1.55 [*]
18:1 n-9	13.29 ± 1.28 ^{£¢}	8.41 ± 0.73 [*]	8.20 ± 1.28 [*]
18:1 n-7	2.67 ± 0.65 ^{£¢}	2.18 ± 0.17 [*]	2.06 ± 0.27 [*]
18:2 n-6	7.70 ± 0.42 ^{£¢}	13.64 ± 1.52 [*]	13.09 ± 0.83 [*]
18:3 n-3	0.09 ± 0.16	0.18 ± 0.03	0.18 ± 0.03
20:3 n-9	2.79 ± 0.31 ^{£¢}	0.50 ± 0.09 [*]	0.48 ± 0.06 [*]
20:3 n-6	1.82 ± 0.17 [¢]	1.85 ± 0.24 [¢]	1.57 ± 0.22 ^{*£}
20:4 n-6	12.27 ± 1.08 ^{£¢}	19.91 ± 1.33 [*]	20.91 ± 1.21 [*]
20:5 n-3	3.93 ± 0.54 ^{£¢}	3.24 ± 0.43 ^{*¢}	2.59 ± 0.25 ^{*£}
22:4 n-3	0.30 ± 0.06 ^{£¢}	0.19 ± 0.02 [*]	0.21 ± 0.02 [*]
22:5 n-3	1.03 ± 0.10 ^{£¢}	1.35 ± 0.08 [*]	1.25 ± 0.15 [*]
22:6 n-3	11.19 ± 1.01 ^{£¢}	8.28 ± 0.77 [*]	8.50 ± 0.70 [*]

BO: Butter oil; BR: Butter oil/rapeseed oil (65:35); tBR: transesterified BR.

^{*} Significantly different from BO (p<0.0024), as determined by a two tailed t-test.[£] Significantly different from BR (p<0.0024).[¢] Significantly different from tBR (p<0.0024).

Tabel 8.
Fedtsyresammensætningen i forsøgsfedtstoffer (vægt%)
Kostforsøg II

	Smørolie	Smør-rapsolie	Smør-raps- og
	+Vindrukerneolie		fuldhærdet
	BG	BR	rapsolie
			BS
4:0 (smørsyre)	5.0	3.7	2.8
6:0 (capronsyre)	2.6	1.9	1.5
8:0 (caprylsyre)	1.4	1.1	0.8
10:0 (caprinsyre)	3.0	2.2	1.8
12:0 (laurinsyre)	3.6	2.6	2.0
14:0 (myristinsyre)	10.4	7.6	6.0
16:0 (palmitinsyre)	26.1	20.0	16.8
18:0 (stearinsyre)	9.9	7.3	19.2
18:1 n-9 (oliesyre)	23.0	34.3	30.9
18:2 n-6 (linolsyre)	8.7	8.5	8.2
18:2 conjugeret (+ 20:1)	1.0	1.2	1.0
18:3 n-3 (linolensyre)	0.5	4.3	3.9

Tabel 9.

Plasma koncentration af total cholesterol. LDL-. HDL-cholesterol. total triglycerid. LDL-. HDL-triglycerid og apo protein A-1 og B. Kostforsøg II

	BG ¹	BR	BS
<u>Cholesterol mmol/l</u>			
Total	4.23 ± 0.18 ^a	3.91 ± 0.19 ^b	3.93 ± 0.15 ^b
VLDL ¹	0.18 ± 0.02	0.17 ± 0.03	0.22 ± 0.03
LDL (Friedewald) ²	2.61 ± 0.19 ^a	2.30 ± 0.18 ^b	2.40 ± 0.13 ^b
LDL ¹	2.55 ± 0.17	2.14 ± 0.18 ^b	2.28 ± 0.11 ^b
HDL	1.27 ± 0.07 ^a	1.28 ± 0.05 ^a	1.18 ± 0.07 ^b
HDL ¹	1.43 ± 0.06 ^a	1.41 ± 0.06 ^a	1.30 ± 0.06 ^b
<u>Triglycerid mmol/l</u>			
Total	0.77 ± 0.05	0.73 ± 0.06	0.77 ± 0.05
VLDL ¹	0.48 ± 0.05	0.42 ± 0.06	0.50 ± 0.05
LDL ¹	0.13 ± 0.01 ^a	0.12 ± 0.01 ^{ab}	0.11 ± 0.01 ^b
HDL	0.15 ± 0.01	0.16 ± 0.01	0.15 ± 0.01
HDL ¹	0.13 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.12 ± 0.01
<u>Apo proteiner mg/l</u>			
Apo A-1	1374 ± 22	1417 ± 46	1364 ± 32
Apo B	1034 ± 63 ^a	957 ± 53 ^b	930 ± 44 ^b

BG: smørolie/vindrukerneolie (90:10)

BR: smørolie/ rapsolie (65:35)

BS: smørolie/ rapsolie/ fuldhærdet rapsolie (50:35:15)

1) isoleret ved ultracentrifugering

2) LDL-C=Tot.C-(HDL-C+Tot.TG/2.2)

Tabel 10
Fedtsyresammensætningen i plasma kolesteroler og phospholipid (vægt%)
Kostforsøg II

	CE			PL		
	BG [†]	BR	BS	BG	BR	BS
C14:0	1.1 ± 0.1	1.0 ± 0.0	0.9 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.7 ± 0.1
C16:0	11.4 ± 0.2§	11.4 ± 0.2§	10.5 ± 0.1†‡	26.1 ± 0.2§	25.7 ± 0.2§	24.6 ± 0.3†‡
C16:1n-7	2.2 ± 0.2	2.1 ± 0.2	2.0 ± 0.2	0.5 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.5 ± 0.0
C18:0	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.6 ± 0.1	13.2 ± 0.3	12.8 ± 0.4	13.8 ± 0.2
C18:1n-9	16.2 ± 0.4†	17.4 ± 0.4†	17.3 ± 0.4	9.0 ± 0.2†	9.8 ± 0.2†	9.6 ± 0.3
C18:1n-7	1.1 ± 0.0†	1.3 ± 0.0†§	1.1 ± 0.0†	1.4 ± 0.0†	1.6 ± 0.1†§	1.4 ± 0.1†
C18:2n-6	49.4 ± 0.8	47.8 ± 0.9	48.9 ± 0.9	22.7 ± 0.6	21.8 ± 0.5	22.5 ± 0.4
C18:3n-3	0.7 ± 0.0†§	1.1 ± 0.0†	1.1 ± 0.0†	0.2 ± 0.0†§	0.4 ± 0.0†	0.4 ± 0.0†
C20:3n-6	0.7 ± 0.0	0.6 ± 0.0	0.6 ± 0.0	0.5 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.4 ± 0.1
C20:4n-6	5.2 ± 0.2	5.3 ± 0.3	5.2 ± 0.2	8.7 ± 0.3	9.0 ± 0.3	8.5 ± 0.2
C20:5n-3	0.9 ± 0.2	0.9 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.4 ± 0.2	1.6 ± 0.2	1.5 ± 0.2
C22:6n-3	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.0	0.6 ± 0.1	4.7 ± 0.3	4.5 ± 0.3	4.1 ± 0.3

BG: smørolie/ vindruekerneolie (90:10)

BR: smørolie/ rapsolie (65:35)

BS: smørolie/ rapsolie/ fuldhærdet rapsolie (50:35:15)

‡ Signifikant forskellig fra BG (P<0.01)

† Signifikant forskellig fra BR (P<0.01)

§ Signifikant forskellig fra BS (P<0.01)

