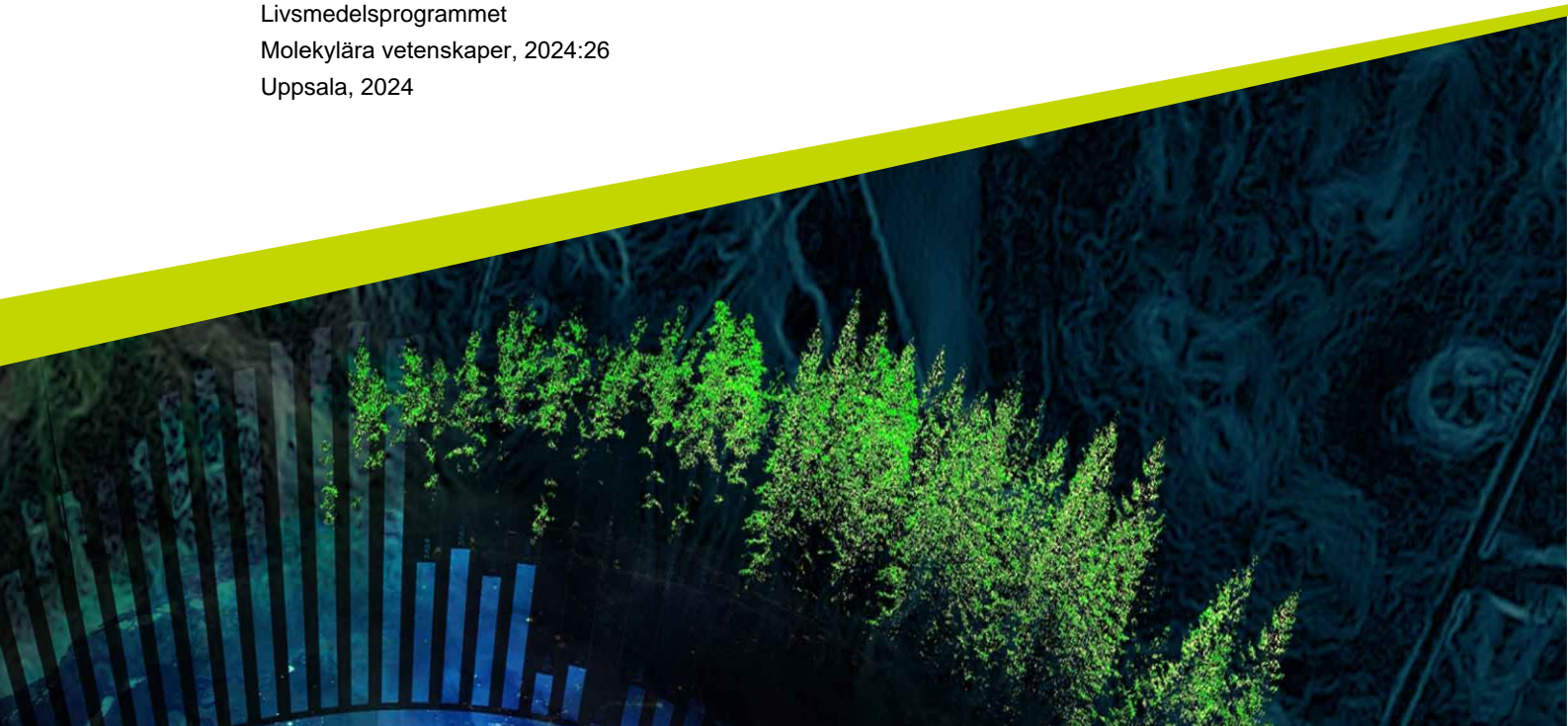




Dairy matrix: Mjölksprodukternas hälsoeffekter & betydelsen av dess unika struktur

Emma Petersson

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för molekylära vetenskaper
Livsmedelsprogrammet
Molekylära vetenskaper, 2024:26
Uppsala, 2024



Dairy matrix: Mejeriprodukternas hälsoeffekter & betydelsen av dess unika struktur.

Dairy matrix: The health effects of dairy & the importance of its unique structure.

Emma Petersson

Handledare: **Monika Johansson, SLU, Institutionen för molekylära vetenskaper**
Bitr. handledare: Ann-Kristin Sundin, LRF Mjolk
Examinator: Henrik Hansson, SLU, Institutionen för molekylära vetenskaper

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i livsmedelsvetenskap
Kurskod: EX0876
Serietitel: Molekylära vetenskaper
Delnummer i serien: 2024:26

Program/utbildning: Livsmedelsprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för molekylära vetenskaper
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2024
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: Dairy matrix, mjölkprodukter, hälsoeffekter, MFG, MFGM

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för molekylära vetenskaper

Sammanfattning

Detta är en litteraturstudie med syfte att presentera en nulägesanalys av forskning gällande betydelsen av konceptet 'Dairy matrix' ur hälsosynpunkt. Detta inkluderar mjölkprodukters hälsoeffekter och hur de skiljer sig mot synen på mättat fett i allmänhet, samt vilka implikationer detta bör ha på nationella kostråd.

Mjölksprodukter innehåller en hög mängd mättat fett och rekommenderas därmed konsumeras måttligt. Detta då mättat fett i allmänhet kopplats till en ökad risk för bland annat hjärt- och kärlsjukdomar. Däremot kan inte dessa samband ses när det gäller vissa mjölkprodukter och en del studier visar dessutom på dess eventuellt positiva hälsoeffekter. Mjölks fettstruktur inkluderar lipiddroppar omgivna av specifika membran, så kallade 'milk fat globule membranes' (MFGM). Dessa innehåller ett flertal komponenter som var för sig uppvisat positiva hälsoeffekter. De skillnader i hälsoeffekter som kan ses hos olika typer av mejeriprodukter visar intressanta samband med produktens innehåll av intakt MFGM. Detta visar att mjölks unika fettstruktur troligtvis har en betydelse för dess hälsoeffekter. Fortsättningsvis innehåller mjölkprodukter en relativt stor mängd kalcium som har kunnat kopplas till en minskad risk för hjärt- och kärlsjukdomar. Nutritionsforskningen utvecklas och en mer nyanserad syn av livsmedels hälsoeffekter ökar. Däremot anses forskningen kring mjölkfettets hälsoeffekter fortfarande vara otillräcklig.

Nyckelord: Mjolk, Dairy matrix, mättat fett, hjärt- och kärlsjukdomar, MFG, MFGM

Abstract

This is a literature study with the purpose of presenting current evidence regarding the importance of the concept Dairy matrix in terms of health effects. This includes presenting health effects from dairy consumption and how it differs from the view of saturated fat in general, as well as its implication on national dietary recommendations.

Due to its relatively high amount of saturated fats, dairy is recommended to be consumed moderately. Saturated fat is generally associated with an increasing risk of developing cardiovascular diseases. However, these associations cannot be seen with dairy consumption and some studies suggest that they, on the contrary, have beneficial health effects. The fat structure in milk includes lipid droplets with a surrounding membrane called milk fat globule membrane (MFGM). MFGM contains several compounds that separately is associated with positive health effects. Moreover, the observed health effects in different types of dairy products demonstrates interesting associations with the content of intact MFGM. This interprets that the unique fat structure in milk has a bearing on its health outcomes. Furthermore, dairy contain a relatively high amount of calcium, which in its simplicity has been associated with a reduced risk of developing cardiovascular diseases. The nutrition research is developing and a more nuanced view of the health effects of foods are increasing. However, more research is needed to fully understand the health effects of milk fat.

Keywords: Milk, Dairy matrix, saturated fats, cardiovascular diseases, MFG, MFGM

Innehållsförteckning

Förkortningar	6
1. Inledning	7
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Komjölkens sammansättning	7
1.3 Mättade fettsyror & dess hälsoeffekter	8
1.4 Konceptet 'Food matrix'	9
1.5 Nationella kostråd	10
1.6 Syfte	10
2. Metod	11
3. Resultat	12
3.1 Mjolkprodukter i association till hjärt- och kärlsjukdomar	12
3.2 Betydelsen av 'Dairy matrix'	14
3.2.1 Mjölkens unika fettstruktur	14
3.2.2 MFGM lipider	15
3.2.3 MFGM proteiner.....	16
3.2.4 Strukturella skillnader i olika mjolkprodukter	16
3.2.5 Kalcium	17
4. Diskussion	18
5. Slutsats	20
Referenser	21
Tack	26

Förkortningar

NNR	Nordiska näringsrekommendationerna
VLDL	Very Low Density Lipoproteins
LDL	Low Density Lipoproteins
HDL	High Density Lipoproteins
CVD	Cardiovascular disease
CHD	Coronary heart disease
MFG	Milk Fat Globules
MFGM	Milk Fat Globules Membranes

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Komjök har sedan en lång tid tillbaka varit ett viktigt baslivsmedel i den svenska kosten. Utöver dess kulturella värde är komjölken rik på näring och utgör en betydelsefull roll i matlagning och bakning tack vare sin unika struktur och komposition. Trots detta rekommenderas en måttlig konsumtion på grund av dess relativt höga innehåll av mättade fettsyror. Mättade fettsyror i allmänhet har kunnat kopplas till ett flertal negativa hälsoeffekter, däremot kan inte dessa samband ses när det gäller vissa mjölkprodukter. Detta kan appliceras till konceptet 'Dairy matrix' och mjölkprodukternas unika struktur i förhållande till dess hälsoeffekter.

1.2 Komjökens sammansättning

Komjök består till cirka 90% av vatten och innehåller i övrigt fett, protein, laktos samt en bred variation av vitaminer och mineraler. Fettinnehållet utgörs till störst del av triacylglyceroler och små mängder diacylglyceroler, monoacylglyceroler, fria fettsyror, fosfolipider och steroler. Totalt innehåller mjök ungefär 400 olika fettsyror där den totala mängden utgörs av 70–75% mättade fettsyror och 18–24% omättade fettsyror. Den största andelen mättade fettsyror består av palmsyra (16:0) på 25–30% samt myrsyra (14:0) och stearinsyra (18:0) på sammanlagt 10–13%. Det omättade fettet består till störst del av oljesyra (18:1) vars isomer också kan förekomma i transfiguration som elaidinsyra. Utöver transfettet elaidinsyra, är vaccensyra (18:1 trans-11) den dominerande transfettsyran i mejeriprodukter och utgör cirka 2–6% av den totala fettmängden i komjök (MacGibbon 2020).

Utöver lipider innehåller mjök en bred variation av olika proteiner. Vassleproteiner utgör ungefär 20% av det totala proteininnehållet och består till störst del av α -laktalbumin och β -laktoglobulin men även serumalbumin, immunoglobuliner, laktoperioxidas och laktoferrin. Kasein är den andra stora gruppen av proteiner i mjök och utgör ungefär 80% av det totala proteininnehållet. Kasein är

strukturerade i så kallade kaseinmiceller som dessutom innehåller essentiella näringsämnen så som kalcium och fosfat (Kukovics & Németh 2013).

Den dominerande kolhydraten i mjölk är laktos, också kallat mjölksocker. Laktos är en reducerande disackarid komponerad av monosackariderna glukos och galaktos (Jelen 2022).

Mjölk innehåller naturligt de fettlösliga vitaminerna A, E och K samt den vattenlösliga vitamin B. Vitaminer har nödvändiga funktioner i människokroppen och verkar främjande för bland annat benhälsa, immunförsvaret och som antioxidanter. De fettlösliga vitaminernas hydrofoba egenskaper gör att dem till störst del finns i livsmedlets fettfraktioner (Hill 2022). Detta medför att halten av fettlösliga vitaminer skiljer sig beroende på fetthalt i mjölken (se tabell 1). I Sverige berikas många mjölkprodukter med vitamin D vilket medför att halten av denna fettlösliga vitamin inte förändras beroende på produktens fetthalt (Livsmedelsverket 2023).

Tabell 1. Ungefärlig halt av enskilda fettlösliga vitaminer i berikad mjölk med 3% fetthalt respektive 1% fetthalt (Livsmedelverket 2023).

Vitamin	Mjölk 3% fett (per 100g)	Mjölk 1% fett (per 100g)
Totalt vitamin A (µg)	27,7	4,6
Retinol (µg)	25,8	4,3
Betakaroten (µg)	22	4
Vitamin D (µg)	1	1
Vitamin E (mg)	0,1	0
Vitamin K (µg)	0,9	0,1

Mjölk innehåller dessutom ett flertal olika mineraler där den största andelen utgörs av kalium, kalcium och fosfor, följt av en mindre mängd natrium, magnesium, jod, zink, järn och selen (Livsmedelverket 2023). Mineralerna är nödvändiga för upprätthållandet av flera kroppsliga funktioner så som god benhälsa, nervfunktion och blodtrycksreglering (Hill 2022).

1.3 Mättade fettsyror & dess hälsoeffekter

Utöver mjölkprodukter är fettrikt kött och de vegetabiliska oljorna kokosfett och palmolja de största källorna till mättade fettsyror. Eftersom mättade fettsyror sedan många år tillbaka visat samband med en ökad risk för hjärt- och kärlsjukdomar

rekommenderas en måttlig konsumtion av dessa livsmedel (Livsmedelsverket 2016).

År 1965 publicerade Keys et al. en uppmärksam studie som visar på sambandet mellan konsumtionen av mättade fettsyror och en ökad halt av kolesterol i blodet. Detta kopplades i sin tur till en ökad risk för hjärt- och kärlsjukdomar, vilket fortsättningsvis medförde en i allmänhet förändrad syn på fett i kosten (Keys et al. 1965 se Kaur et al. 2020). Vidare forskning har visat att lipidtransporten i blodet sker i form av olika lipoproteiner. I form av 'Very low density lipoprotein' (VLDL) transporteras triglycerider och kolesterol från blodet till fettvävnad. Efter transporten omvandlas delar av VLDL till 'low density protein (LDL). LDL transporterar det kolesterol som producerats i levern, till kroppens celler där det sedan används till uppbyggnad av cellmembranet samt som komponent till syntes av steroider och gallsalter. Överblivet kolesterol transporteras ut ur blodet med hjälp av så kallade 'high density lipoprotein' (HDL) för att sedan utsöndras av levern i form av galla eller gallsalt (Sand et al. 2006).

Förhållande mellan LDL och HDL används som en indikator där en hög koncentration LDL anses öka risken för hjärt- och kärlsjukdomar medan HDL minskar den. Den ökade risken för hjärt- och kärlsjukdomar orsakas bland annat av kolesterolavlagringar i kärlväggarna, vilket i sin tur minskas av en ökad halt HDL. Statistiska studier har visat på att koncentrationen av HDL ökar i förhållande till LDL om mättade fettsyror och *trans*-fettsyror i kosten byts ut mot omättade fettsyror. Däremot finns det inte tillräcklig forskning för att direkt koppla specifika fetter och oljor till hjärt- och kärlsjukdomar (Mensink et al. 2003, Mozaffarin et al. 2010).

1.4 Konceptet 'Food matrix'

Nutritionslära dominerades till en början av en reduktionistisk syn med det primära fokuset på enskilda näringsämnen. Den reduktionistiska synen och dess funktion kan definieras som "den vetenskapliga strategin som har till syfte att identifiera molekylerna som är involverade i biologiska händelser och utvärdera dem i dess rena form eller i enkla system" (Zeisel et al. 2001). Denna strategi har varit till fördel i det vetenskapliga arbetet med att förstå enskilda ämnens mekanismer. Däremot glöms det faktum att livsmedel består av komplexa strukturer uppbyggda av bioaktiva komponenter som integrerar med varandra (Messina et al. 2001).

Begreppet 'Food matrix' beskriver den komplexa uppsättningen av näringsämnen, dess interaktioner samt den allmänna strukturen de bygger upp i ett livsmedel (Feeney & McKinley 2020). Livsmedel kan delas upp i mikro- och makrostrukturer

som via dess interaktioner har visats påverka livsmedlets biotillgänglighet, absorption och nedbrytning i mag- och tarmkanalen (Parada & Aguilera 2006). Detta kan appliceras till mjölkprodukters unika struktur och hälsoeffekter med begreppet 'Dairy matrix'.

1.5 Nationella kostråd

Livsmedelsverkets kostråd baseras på de Nordiska näringsrekommendationerna 2012 (NNR) och anger att det dagliga intaget av fett bör motsvara 25-40% av det totala energiintaget från livsmedel, varav max 10% bör vara mättat fett. När det gäller mejeriprodukter i synnerhet rekommenderas ett totalt dagligt intag på 350–500 gram för att säkerställa intaget av jod, kalcium och vitamin B12. Däremot rekommenderas produkter med hög fetthalt bytas ut till produkter med låg fetthalt. Detta då en konsumtion av produkter med låg fetthalt medför ett lägre totalt fettintag och därigenom även ett lägre intag av mättat fett. Smörbaserade matfetter rekommenderas bytas ut till vegetabiliska oljor (Livsmedelsverket 2016, Blomhoff et al. 2023).

År 2023 publicerades NNR uppdaterade näringsrekommendationer där de tidigare rekommendationer om mättade fettsyror kvarstår. Trots ny forskning där bland annat konceptet 'Dairy matrix' tas upp, menar NNR att det fortfarande finns otillräcklig information om mejeriprodukters hälsoeffekter och eventuella skillnader mellan lågfett- och högfettsprodukter (Blomhoff et al. 2023).

1.6 Syfte

Syftet med denna rapport är att presentera en nulägesanalys av forskning gällande betydelsen av konceptet 'Dairy matrix' ur hälsosynpunkt. Detta inkluderar mjölkprodukters hälsoeffekter och hur de skiljer sig mot synen på mättat fett i allmänhet, samt vilka implikationer detta bör ha på nationella kostråd.

2. Metod

Detta arbete är en litteraturstudie som baserats på material i form av vetenskapliga artiklar, litteratur och forskningsrapporter. Materialet har primärt hämtats från Livsmedelsverkets hemsida samt databaserna ScienceDirect, PubMed, National Library of Medicine och SLU:s söktjänst Primo.

Sökord har baserats på följande: Dairy matrix, dairy, fatty acids, saturated fats, health effects, MFGM, MFG, cardiovascular diseases

3. Resultat

3.1 Mjölksprodukter i association till hjärt- och kärlsjukdomar

För att undersöka eventuella associationer mellan konsumtion av mjölksprodukter och en ökad risk för hjärt- och kärlsjukdomar har ett flertal statistiska meta-analyser gjorts. Meta-analyserna är baserade på resultat från prospektiva kohortstudier där matvanor och sjukdomshistorik har undersökts.

I en metaanalys baserat på 22 separata prospektiva kohortstudier undersöktes statistiska samband mellan mjölkkonsumtion och hjärt- och kärlsjukdomar (CVD). Analysen delades in i tre delar där en inkluderade CVD i allmänhet och övriga fokuserade på koronära hjärtsjukdomar (CHD) samt stroke i synnerhet. CVD-analysen inkluderade totalt cirka 91 000 deltagare och visade på att mjölkkonsumtion kan kopplas till en signifikant minskad risk för CVD. Stroke-analysen inkluderade totalt cirka 500 000 deltagare och visade, likt CVD-analysen, på signifikant minskad risk i samband med mjölkkonsumtion. Resultat från CHD-analysen visade på att det inte finns några samband mellan den totala mjölkkonsumtionen och risk för CHD. Totalt visade analysen att mjölkkonsumtion bidrar till en minskad risk på 12% respektive 13% för CVD och stroke. Vidare undersöktes samband med ostkonsumtion där man kunde se motsatta samband till stroke och CHD, vilket kan indikera positiva effekter mot dessa sjukdomar. Även ett intag av produkter med hög och låg fetthalt undersöktes. Resultatet visade på svaga samband mellan högfettsprodukter och en ökad risk för CHD medan lågfettprodukter visade positiva effekter mot stroke (Qin et al. 2015).

I en annan metaanalys med liknande syfte och metod sammanställdes statistiska data från 32 separata prospektiva kohortstudier. Studien visade svaga samband mellan den totala mjölkkonsumtionen och en minskad risk för CVD, CHD och stroke. Vidare visade analysen att konsumtion av ost var omvänt kopplat till CHD medan yoghurt inte visade signifikanta samband med CVD eller CHD (Alexander

et al. 2016). Fortsättningsvis visas liknande resultat i en metaanalys av Guo et al. (2017) som baserats på prospektiva kohortstudier publicerade fram till år 2016. Resultatet visade på att det inte finns några samband mellan total mjölkkonsumtion och risk för CHD eller CVD. Däremot visades motsatta samband hos fermenterade produkter vilket indikerar positiva effekter av bland annat ostkonsumtion.

Utöver eventuella samband med specifika sjukdomar har även mjölkprodukters effekter på blodlipidkoncentrationen undersökts. I en populationsbaserad kohortstudie undersöktes konsumtion av fermenterade mjölkprodukters effekt på blodlipidkoncentrationen. Studien baserades på blodprover från cirka 11 000 deltagare samt personliga kostdata från varje enskild deltagare. Studien visade att det inte finns signifikanta samband mellan den totala konsumtionen av fermenterade mjölkprodukter och den totala halten av kolesterol, LDL eller HDL i blodet. Intag av yoghurt visade direkta samband med HDL. Däremot visades inte dessa samband när faktorer så som fysisk aktivitet, rökning och övriga matvanor vägdes in i analysen. Ostkonsumtion visade på motsatta samband till LDL och totalt kolesterol samt positiva samband med HDL. Små skillnader visades vid analys av fetthalt i osten där låg fetthalt visade motsatta samband med LDL och standardfetthalt positiva samband med HDL (Lund Machlik 2021).

I en liknande studie undersökte Engel et al. (2018) skillnader mellan lättmjölk och standardmjölk i förhållande till blodlipidkoncentrationer. I studien undersöktes 17 personer som utöver sin vanliga kost fick konsumera 0,5 liter skummjölk eller standardmjölk per dag i ett antal veckor. Resultatet av studien visade på högre totala kolesterolvärden samt högre HDL-värden hos de som konsumerat standardmjölk. Bland övriga kolesteroltyper visades ingen signifikant skillnad. I en jämförande studie på ost och smör undersökte Hjerpsted et al. (2011) skillnader i dess effekter på LDL-koncentrationer i blodet. Studien inkluderade 49 personer som ersatte 13% av sitt vanliga fettintag med fett från ost eller smör som källa. Resultatet visade att utbytet till ost medförde ett i genomsnitt lägre LDL-värden med 6,9% i jämförelse med smör.

Högt blodtryck innebär en ökad risk för utvecklandet av hjärt- och kärlsjukdomar och har därmed undersökts i samband med konsumtion av mjölkprodukter. Soedamah-Muthu et al. (2012) visade i sin meta-analys på minskad risk för förhöjt blodtryck i samband med en total mjölkkonsumtion. Vid närmre analys av fermenterade produkter och högfettsprodukter visades inga tydliga samband. Lågfettprodukter kunde i liten utsträckning kopplas till en minskad risk. I en annan meta-analys kunde en total mjölkkonsumtion kopplas till en minskad risk för ökat blodtryck med 13%. Inom detta visade lågfettprodukter på en minskad risk med

16% medan högfettprodukter inte visade på några associationer överhuvudtaget (Ralston et al. 2012).

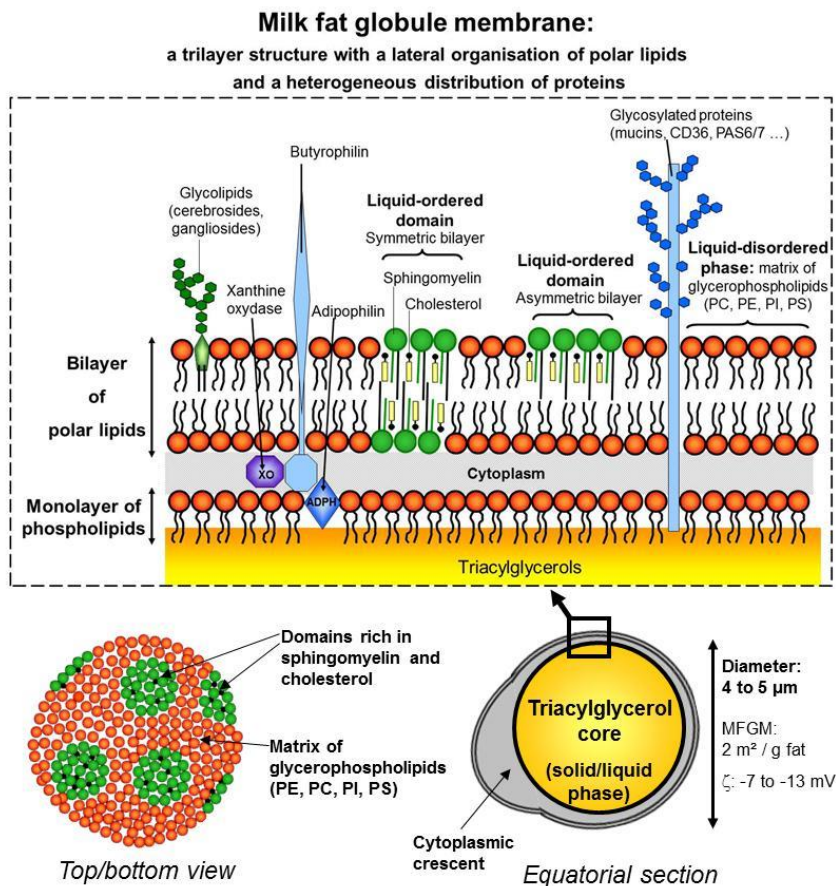
Det finns få källor på studier där eventuella skillnader på hälsoeffekter av mättat fett från olika källor har undersökts. Däremot finns det en publicerad tioårig kohortstudie av de Oliviera et al. (2012) som undersökte skillnader mellan mättat fett från kött respektive mjölkprodukter. Studien visade samband mellan en ökad risk för hjärt- och kärlsjukdomar och mättat fett från kött. Däremot visades inte dessa samband hos mjölkprodukter. I studien undersöktes även smör och växter som fettkällor men uppvisade inga tydliga associationer.

3.2 Betydelsen av 'Dairy matrix'

3.2.1 Mjölakens unika fettstruktur

En viktig komponent i mjölakens mikrostruktur är lipiddroppar – så kallade 'milk fat globules' (MFG). Dessa förekommer i en storlek på 1–20 μm och innehåller till störst del olika typer av triacylglyceroler. Denna struktur förekommer i alla typer av mjölk, även hos till exempel människor, men varierar beroende på art. MFG är omslutna av höljen som kallas 'milk fat globule membranes' (MFGM), och bildar en struktur unik för just mjölkfett. Den biologiska funktionen av MFGM är att bibehålla mjölkemulsionens struktur genom att motverka nedbrytning av lipiddropparna. Detta innebär att MFGM påverkar lipiddropparnas kontakt med omgivande faser och har därmed en betydelse vid förädling och nedbrytning i mag- och tarmkanalen. Utöver detta innehåller MFGM ett flertal bioaktiva komponenter som associeras med positiva hälsoeffekter. (Nie et al. 2024, Lopez 2020)).

MFGMs komponenter och struktur tros härröra från det apikala plasmamembranet i sekretoriska celler. Strukturen är organiserad i ett intern lager bestående av proteiner och fosfolipider samt ett externt lager av polära lipider. På ytan av det externa lagret finns domäner som innehåller en stor mängd sphingomyelin och kolesterol. Lateralt beläget längs membranets olika lager finns dessutom proteiner och glykolipider. Proteinerna finns placerade asymmetriskt på olika platser i membranet och är kopplade till varandra på ett sätt som bidrar till stabilisering av membranet (Lopez 2011, Dewettinck et al. 2008) (Se figur 1).



Figur 1. Strukturen av MFG och MFGM (Lopez 2011).

3.2.2 MFGM lipider

MFGM består av ungefär 64% lipider och inkluderar till störst del polära fosfolipider och sphingolipider samt icke-polära triglycerider. Den största andelen sphingolipider utgörs av sphingomyelin som har visat sig bidra till ett flertal positiva hälsoeffekter (Lopez 2020).

I studier på möss har man sett att en högfettsdiet baserad på en hög andel polära lipider från komjölk bidrar till en signifikant minskning i lipidhalter, både i levern och blodet (Wat et al. 2009, Kamili et al. 2010). Liknande studier har gjorts på människor där en studie har visat på associationer mellan konsumtion av polära mjöklipider och minskade kolesterolhalter i blodet (Conway et al. 2013). I en studie av Ohlsson et al. (2009) kunde man däremot inte se några tecken på att polära lipider, primärt sphingolipider, har effekt på blodets kolesterolhalter. I studien jämfördes däremot konsumtionen av mjöklipider med en kontrollgrupp där mjöklipiderna ersattes med 2/3 ägglipider och 1/3 smörolja (ghee). Vid denna

jämförelse visades svaga tendenser till ökade kolesterolhalter i kontrollgruppen. Dessa resultat tros kunna bero på utomstående faktorer så som övrig kosthållning, men utesluter inte eventuella skillnader hos olika källor till lipider.

3.2.3 MFGM proteiner

Utöver lipider består MFGM till stor del av proteiner vilka utgör ungefär 23% av MFGMs totala komposition. Trots svårigheter med att analysera den exakta proteinuppsättningen har man fram tills idag kunnat identifiera ungefär 40 olika typer av protein där ett flertal associeras med hälsopositiva funktioner (Nie et al. 2024). De rikligaste proteinerna i MFGM är adipophilin, enzymet xantinoxidoreduktas, och det immunoglobulin-relaterade proteinet butyrophilin som tillsammans tros vara viktiga komponenter i MFGM's struktur. Utöver dessa består MFGM till stor del av glykoproteinerna muciner. Muciner innehåller sialinsyra och är därför negativt laddade. De tros därför vara inblandade i regleringen av lipiddropparnas storlek (Ward et al. 2006)

3.2.4 Strukturella skillnader i olika mjölkprodukter

Vid olika typer av förädlingsprocesser förändras mjölkfettets struktur, både när det gäller lipiddropparnas storlek och strukturen på MFGM. Studier har visat att pastörisering och UHT-behandling minskar dropparnas storlek vilket bidrar till ett större antal droppar och en därmed ökad yt-area (Lopez 2005, Ong et al. 2010). Detsamma gäller homogeniserande produkter som yoghurt och mjölk. Dessa livsmedel består av droppar på en storlek under $1\mu\text{m}$, jämfört med strukturerade livsmedel som ost och grädde där dropparna oftast är större än $10\mu\text{m}$. Dropparnas storlek har en viss betydelse vid nedbrytning i mag- och tarmkanalen. En ökad yt-area medför ett större antal bindingsplatser för lipaser och tros innebära att dessa typer av emulsioner hydrolyseras fortare än de med hög yt-area (Golding 2014).

Mekanisk bearbetning av mjölk kan leda till att MFGMs struktur förstörs vilket medför att dess innehåll distribueras ut i den lösliga fasen. Studier har visat att detta sker i framför allt kärnade produkter så som smör och kärnmjölk där fettet har slagits sönder. Däremot sker det inte i samma grad hos andra typer av produkter så som ost och grädde, vilket innebär att olika typer av mejeriprodukter innehåller en varierande mängd intakt MFGM (se tabell 2) (Dewettinck et al. 2008). Detta tros vara en bidragande faktor till de skiftande hälsoeffekter man ser hos olika mjölkprodukter och har bland annat visualiserats i en studie av Rosqvist et al. (2015) där man undersökte närvarandet av MFGMs effekt på blodets lipidhalter. I studien jämfördes grädde med sitt höga innehåll av MFGM med smörolja (ghee) som har ett lågt innehåll av MFGM. Studien visade att konsumtionen av grädde inte ökade blodlipidhalterna medan smöroljan gjorde det. Utöver detta har ostens

struktur lockat extra mycket intresse då den i hälsostudier visat samband med positiva hälsoeffekter. Bortsett från dess höga innehåll av MFGM tros detta även kunna bero på ostens unika struktur. Vid osttillverkning aggregerar fett och kasein och bildar en sammanhängande struktur medan större delen av vassleproteinerna och laktosen blir kvar i den lösliga fasen. Detta gör att lipiddropparna blir inkapslade i kaseinstrukturer som bildas när kaseinmiceller aggregerar och tros ha bidragande faktor i bland annat lipidmetabolismen (Hjerpsted et al. 2011).

Tabell 2. Halt av MFGM i olika mjölkprodukter (Dewettinck et al. 2008 & Conway et al. 2014 se Manoni et al. 2020).

Mejeriprodukt	MFGM (mg/100g)
Mjölk (3,5% fett)	35
Mjölk (0,5% fett)	15
Yoghurt (1,5% fett)	15
Grädde (38% fett)	200
Ost (25%)	150

3.2.5 Kalcium

Riksmaten 2011 visade att mjölkprodukter stod för cirka 47% av det totala kalciumintaget hos vuxna (Livsmedelsverket 2012) och kan fortfarande ses som en viktig källa till denna mineral. Kalcium är känt för sina positiva effekter i upprätthållandet av en god ben- och tandhälsa men har även andra viktiga funktioner i människokroppen (Hill 2022). Med tanke på de utmärkande hälsoeffekterna som ses hos mjölkprodukter och dess relativt stora innehåll av kalcium, har dessa samband undersökts.

I en studie av Lorenzon et al. (2013) undersöktes mjölkbaserat kalcium och dess effekt på serumkolesterolhalter. Studien visade att kalcium bidrog till en minskning av LDL-halten i blodet. Orsaken till detta är oklar men tros till viss del kunna kopplas till en ökad exkretion av fettsyror i avföringen (Lorenzen et al. 2013). Ett flertal liknande studier har gjorts där man kan se associationer mellan kalcium och en positiv effekt på blodets lipidhalter (Vaskonen 2003). Zemel et al. (2012) visade i sin studie att ett ökat intag av kalcium bidrar till viktminskning. I studien undersöktes även skillnader mellan mjölkbaserat kalcium och kalcium från ett tillskott i form av kalciumkarbonat där en större effekt visades av det mjölkbaserade. En hypotes till detta tros vara en inverkan av de många bioaktiva komponenter som finns i mjölk.

4. Diskussion

Isolerade mättade fettsyror kan kopplas till ett flertal negativa hälsoeffekter där tydliga samband har identifierats finnas till bland annat hjärt- och kärlsjukdomar. Trots detta finns det inte lika tydliga samband gällande vissa typer av mjölkprodukter. Flertalet studier som har gjorts visar att en generell konsumtion av mjölkprodukter inte kan kopplas till dessa sjukdomar och i vissa specifika fall dessutom har positiva hälsoeffekter. Trots att de exakta faktorerna till mjölkprodukternas hälsoeffekter ännu inte är helt kända visar den nuvarande forskningen på betydelsen av mjölkfettets struktur.

Intresset för mjölkens unika fettstruktur har med åren ökat. Lipiddropparna och dess omslutande membran, MFGM, har visat sig vara betydande i kroppens fettmetabolism och kan vara en bidragande faktor till de särskiljande hälsoeffekterna hos mjölkprodukter. Vidare innehåller MFGM ett flertal olika lipider och proteiner som var för sig kopplats till positiva hälsoeffekter. Trots att de exakta effekterna av dessa komponenter ännu inte är känt, visar skillnaderna i struktur och hälsoeffekter hos olika mjölkprodukter intressanta samband. Ostens struktur har rönt ett extra stort intresse då fermenterade mjölkprodukter i hälsostudier visat utmärkande samband med positiva hälsoeffekter. Ost innehåller generellt en större mängd intakt MFGM och huserar lipiddropparna i en inkapslande kaseinstruktur. Den exakta effekten av detta är ännu okänt men kan vid jämförelse med smör, som har en mindre mängd intakt MFGM och motsatta hälsoassociationer, anses vara av stor betydelse. De skiftande effekter som kan ses hos olika typer av mjölkprodukter styrker det faktum att enskilda livsmedel inte endast är summan av dess näringsinnehåll. Detta stärks dessutom vid jämförande undersökningar av olika källor till mättat fett där kött som källa kopplats till högre LDL-halter än mjölkprodukter.

Utöver fett är mjölkprodukter en stor källa till kalcium som har kopplats till positiva hälsoeffekter. Studier har visat på dess fördelaktiga inverkan på blodlipidhalten och kan därmed tänkas ha motverkande effekt på de mättade fettsyrorna. Hur stor inverkan kalcium har på mjölkprodukternas hälsoeffekter är oklar, däremot visar studien av Zemel et al. (2012) på särskilda effekter av specifikt kalcium från mjölk.

Hypotesen att detta kan bero på mjölkens bioaktiva komponenter styrker tanken om att ett livsmedels hälsoeffekter påverkas av mer än bara dess näringsinnehåll.

Trots relativt enhälliga forskningresultat inom detta område är komplexiteten i nutritionsforskningen på hela livsmedel ett faktum. De vanligaste metoderna vid nutritionsundersökningar inkluderar kohortstudier på utvalda populationer och kostdata som inte alltid visar helt signifikanta resultat. Exempelvis resonerar Soedamah-Muthu et al. (2012), som i meta-analys visade på minskad risk för hypertoni i association med lågfettprodukter, att dessa samband kan bero på personer som konsumerar lågfettprodukter generellt har en hälsosammare kosthållning. Dessa samband visas eventuellt även i studien av Lund Machlik et al. (2021) där olika resultat visades när utomstående faktorer som aktivitetsgrad, rökning och övriga kostvanor vägdes in i analysen. I och med detta ökar intresset för att identifiera specifika biomarkörer och därmed en mer objektiv och säker mätmetod. Mejeriprodukter har föreslagits kunna kopplas till pentadekansyra (15:0) och heptadekansyra (17:0), vilka båda har associerats med konsumtion av mjölkprodukter. Användandet av dessa som biomarkörer är dock ännu inte helt etablerad då en del osäkerheter fortfarande finns (Albani et al 2015).

Vidare kan dessa svårigheter i nutritionsforskningen skapa en förståelse för de näringsrekommendationer och kostråd som ges ut till allmänheten. Livsmedelsverket, med NNR som referens, har en viktig uppgift i upprätthållandet av en god folkhälsa och behöver med försiktighet värdera den forskning som finns. De uppdaterade näringsrekommendationerna från 2023 inkluderar en mer nyanserad syn på livsmedel i sin helhet och betydelsen av 'Food matrix', men behåller sina tidigare relativt måttliga rekommendationer gällande konsumtion av mjölkprodukter. Ett visst intag av mjölkprodukter rekommenderas av näringsskäl, däremot bör produkter med låg fetthalt väljas framför de med hög fetthalt. En del studier har visat på mer fördelaktiga hälsosamband vid konsumtion av produkter med låg fetthalt. Däremot tyder forskningen på att konsumtionen av en hög andel mjölkfett inte nödvändigtvis medför en hälsorisk och att det faktiskt skiljer sig mot synen på mättade fettsyror i allmänhet.

5. Slutsats

Studier visar att det i allmänhet inte finns några tydliga samband mellan konsumtionen av mjölkprodukter och en ökad risk för hjärt- och kärlsjukdomar. Det finns små skillnader mellan produkter med låg och högfetthalt, men betydelsen av dessa resultat är inte helt etablerade. Vidare visar studier på skillnader mellan olika typer av mejeriprodukter där fermenterade produkter, varav framför allt ost, har visat utmärkande positiva effekter. Detta inkluderar lägre LDL-halt i blodet och en i allmänhet minskad association med hjärt- och kärlsjukdomar. De exakta orsakerna till detta är ännu okänt, däremot tyder mycket på betydelsen av mjölkfettets struktur och komposition.

MFGM innehåller ett flertal olika lipider och proteiner som var och en associerats till positiva hälsoeffekter. Dessutom har intressanta samband visats mellan MFGM-halten i ett livsmedel och dess hälsoeffekter. Trots att fortsatt forskning behövs för att till fullo utreda MFGMs effekt, indikerar dessa samband att det finns skiftande hälsoeffekter hos olika typer av mjölkprodukter. Detta styrker dessutom det faktum att enskilda livsmedel inte endast är summan av dess näringsinnehåll. Nutritionsforskningen utvecklas och en mer nyanserad syn av livsmedels hälsoeffekter ökar. Däremot anses forskningen kring mjölkfettets hälsoeffekter fortfarande vara otillräcklig.

Referenser

- Albani, V., Celis-Morales, C., Marsaux, C.F.M., Forster, H., O'Donovan, C.B., Woolhed, C., Macready, A.L., Fallaize, R., Navas-Carretero, S., San-Cristobal, R., Kolossa, S., Mavrogianni, C., Lambrinou, C.P., Moschonis, G., Godlewska, M., Surwillo, A., Gundersen, T.E., Kaland, S.E., Manios, Y., Traczyk, I., Drevon, C.A., Gibney, E.R., Walsh, M.C., Matrinez, J.A., Saris, W.H.M., Daniel, H., Lovegrove, J.A., Gibney, M.J., Adamson, A.J., Mathers, J.C. (2015). Exploring the association of dairy product intake with the fatty acids C15:0 and C17:0 measured from dried blood spots in a multipopulation cohort: Finding from Food4Me study. *Molecular Nutrition & Food Research*. 60(4), 834-845.
<https://doi.org/10.1002/mnfr.201500483>
- Alexander, D.D., Bylsma, L.C., Vargas, A.J., Cohen, S.S., Doucette, A., Mohamed, M., Irvin, S.R., Miller, P.E., Watson, H., Fryzek, J.P. (2016). Dairy consumption and CVD: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*. 115(4), 737-750. <https://doi.org/10.1017/S0007114515005000>
- Blomhoff, R., Andersen, R., Arnesen, E.K., Christensen, J.J., Eneroth, H., Erkkola, M., Gudaviciene, I., Halldorsson, T.T., Hoyer-Lund, A., Lemming, E.W., Meltzer, H.M., Pitsi, T., Schwab, U., Siksna, I., Thorsdottir, I., Trolle, E. (2023). Nordic nutrition recommendations 2023(2023:003). *Nordic Council of Ministers*.
<http://dx.doi.org/10.6027/nord2023-003>
- Conway, V., Couture, P., Richard, C., Gauthier, S.F., Pouliot, Y., Lamarche, B. (2013). Impact of buttermilk consumption on plasma lipids and surrogate markers of cholesterol homeostasis in men and women. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 23(12), 1255-1262.
<https://doi.org/10.1016/j.numecd.2013.03.003>
- Conway, V., Gauthier, S.F., Pouliot, Y. (2014). Buttermilk: Much more than a source of milk phospholipids. *Animal Frontiers*. 4(2), 44-51.
<https://doi.org/10.2527/af.2014-0014>
- De Oliveira, O.M.C., Mozaffarin, D., Kromhaut, D., Bertoni, A.G., Sibley, C., Jacobs, D.R.Jr., Nettleton, J.A. (2012). Dietary intake of saturated fat by food source and incident cardiovascular disease: the multi-Ethnic study of atherosclerosis. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 96(2), 397-404.
<https://doi.org/10.3945/ajcn.112.037770>
- Dewettinck, K., Rombaut, R., Thienpont, N., Le, T.T., Messens, K., Van Camp, J. (2008). Nutritional and technological aspects of milk fat globule membrane

- material. *International Dairy Journal*. 18(5), 436-457.
<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.10.014>
- Engel, S., Elhauge, M., Tholstrup, T. (2018). Effects of whole milk compared with skimmed milk on fasting blood lipids in healthy adults: a 3-week randomized crossover study. *European Journal of Clinical Nutrition*. 72(2), 249-254.
<https://doi.org/10.1038/s41430-017-0042-5>
- Feeney, E.L., McKinley, M.C. (2020). The Dairy food Matrix: What it is and what it does. I: Givens, I.D. (red.). *Milk and Dairy Foods: Their functionality in Human Health and Disease*. Academic Press. 205-225.
- Golding, M. (2014). Exploring the relationship between fat surface area and lipid digestibility. I: Boland, M., Golding, M., Singh, H (red.). *Food structures, digestions, and health*. Academic Press. 145-167. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404610-8.00005-0>
- Guo, J., Astrup, A., Lovegrove, J.A., Gijsbers, L., Givens, D.I., Soedamah-Muthu, S.S. (2017). Milk and dairy consumption and risk of cardiovascular diseases and all-cause mortality: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *European Journal of Epidemiology*. 32(4), 269-287.
<https://doi.org/10.1007/s10654-017-0243-1>
- Hill, T.R. (2022). Vitamins and minerals in milk: Levels and effects on dairy processing. I: McSweeney, P.L.H., O'Mahony, J.A., Kelly, A.L. (red.). *Advanced Dairy Chemistry – 3 Lactose, Water, Salts and Minor Constituents*. 4:e uppl., Springer Nature Switzerland AG. 417-446.
- Hjerpsted, J., Leedo, E., Tholstrup, T. (2011). Cheese intake in large amounts lowers LDL-cholesterol concentrations compared with butter intake of equal fat content. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 94(6), 1479-1484.
<https://doi.org/10.3945/ajcn.111.022426>
- Jelen, P. (2022). Lactose: Occurrence, properties, reactions, and significance. I: McSweeney, P.L.H., O'Mahony, J.A., Kelly, A.L. (red.). *Advanced Dairy Chemistry – 3 Lactose, Water, Salts and Minor Constituents*. 4:e uppl., Springer Nature Switzerland AG. 1-16.
- Kamili, A., Wat, E., Ws Chung, R., Tandy, S., Weir, J.M., Meikle, P.J., Cohn, J.S. (2010). Hepatic accumulation of intestinal cholesterol is decreased and fecal cholesterol excretion is increased in mice fed a high-fat diet supplemented with milk phospholipids. *Nutrition and Metabolism*. 7(90).
<https://doi.org/10.1186/1743-7075-7-90>
- Kaur, D., Tallman, D.A., Khosla, P. (2020). The health effects of saturated fats – the role of whole foods and dietary patterns. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 14(2), 151-153. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.02.002>
- Kukovics, S., Németh, T. (2013). Milk major and minor proteins, polymorphism, and non-protein nitrogen. I: P.W., Young., Haenlein, G.F.W. (red.). *Milk and dairy products in human nutrition*. John Wiley & Sons, Incorporated. 80-102.
- Livsmedelsverket. (2012). *Riksmaten – Vuxna 2010–11, Vad äter svenskarna? Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige*. Livsmedelsverket.

[Kortversion av Riksmaten - vuxna 2010-11: Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige \(livsmedelsverket.se\)](#)

- Livsmedelsverket. (2015). *Swedish market basket survey 2015 – per-capita based analysis of nutrients and toxic compounds in market baskets and assessment of benefit or risk*. (nr 26/2017). Livsmedelsverket. [Livsmedelsverkets rapportserie](#)
- Livsmedelsverket. (2016). *Vad är nyttigt och onyttigt fett?*. [Faktablad]. Livsmedelsverket. [vad-ar-nyttigt-och-onyttigt-fett.pdf \(livsmedelsverket.se\)](#). [2024-04-10]
- Livsmedelsverket. (2023). Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas version 2023-06-13. [Sök näringsinnehåll - Livsmedelsverket](#). [2024-04-22]
- Livsmedelsverket. (2023). D-vitamin. [D-vitamin \(livsmedelsverket.se\)](#) [2024-05-14]
- Lopez, C. (2005). Focus on the supramolecular structure of milk fat in dairy products. *Reproduction Nutrition Development*. 45(4), 497-511. DOI: 10.1051/rnd:2005034
- Lopez, C. (2011). Milk fat globules enveloped by their biological membrane: Unique colloidal assemblies with a specific composition and structure. *Current Opinion in Colloidal & Interface Science*. 16(5), 391-404. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2011.05.007>
- Lopez, C. (2020). Intracellular origin of milk fat globules, composition and structure of the milk fat globule membrane highlighting the specific role of sphingomyelin. I: McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., O'Mahony, J.A (red.). *Advanced Dairy Chemistry - 2 Lipids*. 4:e uppl., Springer Nature Switzerland AG. 1-26. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-48686-0>
- Lorenzen, J.K., Jensen, S.K., Astrup, A. (2013). Milk minerals modify the effect of fat intake on serum lipid profile: results from an animal and a human short-term study. *Cambridge University Press*. 111(8), 1412-1420. <https://doi.org/10.1017/S0007114513003826>
- Lund Machlik, M., Arnesdatter Hopstock, L., Wilsgaard, T., Hansson, P. (2021). Associations between intake of fermented dairy products and blood lipid concentrations are affected by fat content and dairy matrix – The Tromsø study: Tromsø7. *Frontiers in Nutrition*. 8,
- MacGibbon, A.K.H. (2020). Composition and Structure of Bovine Milk Lipids. I: McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., O'Mahony, J.A (red.). *Advanced Dairy Chemistry - 2 Lipids*. 4:e uppl., Springer Nature Switzerland AG. 1-26. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-48686-0>
- Manoni, M., Di Lorenzo, C., Ottoboni, M., Tretola, M., Pinotti, L. (2020). Comparative proteomics of milk fat globule membrane (MFGM) proteome across species and lactation stages and the potential of MFGM fractions in infant formula preparation. *Foods*. 9(9), 1251. <https://doi.org/10.3390/foods9091251>
- Mensink, R.P., Zock, P.L., Kester, A.D.M., Katan, M.B. (2003). Effects on dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 77(5), 1146-1155. <https://doi.org/10.1093/ajcn/77.5.1146>

- Messina, M., Lampe, J.W., Birt, D.F., Appel, L.J., Pivonka, E., Berry, B., Jacobs, D.R. (2001). Reductionism and the narrowing nutrition perspective: Time for reevaluation and emphasis on food synergy. *Journal of the American Diabetic association*. 101(12), 1416-1419. [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(01\)00342-X](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(01)00342-X)
- Mozaffarian, D., Micha, R., Wallace, S. (2010). Effects on coronary heart disease of increasing polyunsaturated fat in place of saturated fat: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS Medicine*. 7(3): e1000252. doi:10.1371/journal.pmed.1000252
- Nie, C., Zhao, Y., Wang, X., Li, Y., Fang, B., Wang, R., Wang, X., Liao, H., Li, G., Wang, P. (2024). Structure, biological functions, separation, properties, and potential applications of milk fat globule membrane (MFGM): A review. *Nutrients* 2024. 16(5), 587. <https://doi.org/10.3390/nu16050587>
- Ohlsson, L., Burling, H., Nilsson, Å. (2009). Long term effects on human plasma lipoproteins of a formulation enriched in butter milk polar lipids. *Lipids in Health and Disease*. 8(44). <https://doi.org/10.1186/1476-511X-8-44>
- Ong, L., Dagastine, R.R., Kentish, S.S., Gras, S.L. (2010). The effect of milk processing on the microstructure of the milk fat globule and rennet induced gel observed using confocal laser scanning microscopy. *Journal of Food Science*. 75(3), 135-145. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01517.x>
- Parada, J., Aguilera, J.M. (2006). Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. *Journal of Food Science*. 72(2), 21-32. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00274.x>
- Qin, L-Q., Xu, J-Y., Han, S-F., Zhang, Z-L., Zhao, Y-Y., Szeto, I.M.Y. (2015). Dairy consumption and risk of cardiovascular disease: an updated meta-analysis of prospective cohort studies. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 24(1), 90-100. <https://doi.org/10.6133/apjcn.2015.24.1.09>
- Ralston, R.A., Lee, J.H., Truby, H., Palermo, C.E., Walker, K.Z. (2012). A systematic review and meta-analysis of elevated blood pressure and consumption of dairy foods. *Journal of Human Hypertension*. 26(1), 3-13. <https://doi.org/10.1038/jhh.2011.3>
- Rosenqvist, F., Smedman, A., Lindmark-Månsson, H., Paulsson, M., Petrus, P., Straniero, S., Rudling, M., Dahlman, I., Risérus, U. (2015). Potential role of milk fat globule membrane in modulating plasma lipoproteins, gene expression, and cholesterol metabolism in humans: a randomized study. *American Journal of Clinical Nutrition*. 102(1), 20-30. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.107045>
- Sand, O., Sjaastad, Q.V., Haug, E., Bjålie, J.G. (2006). *Människokroppen Fysiologi och anatomi*. 2:a uppl., Liber AB.
- Soedamah-Muthu, S.S., Verberne, L.D.M., Ding, E.L., Engberink, M.F., Geleijnse, J.M. (2012). Dairy consumption and incidence of hypertension: A dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Hypertension*. 60(5), 1131-1137. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.112.195206>

- Spitsberg, V.L. Invited Review: Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical. *Journal of Dairy Science*. 88(7), 2289-2294. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72906-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72906-4)
- Vaskonen, T. (2003). Dietary minerals and modifications of cardiovascular risk factors. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 14(9), 492-506. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(03\)00074-3](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(03)00074-3)
- Ward, R.E., German, J.B., Corredig, M. (2006). Composition, applications, fractionation, technological and nutritional significance of milk fat globule membrane material. I: Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. (red.). *Advanced dairy chemistry – 2 Lipids*. 3: suppl. Springer Nature Switzerland AG. 213-237. https://doi.org/10.1007/0-387-28813-9_6
- Wat, E., Tandy, S., Kapera, E., Kamili, A., Chung, R.W.S., Brown, A., Rowney, M., Cohn, J.S. (2009). Dietary phospholipid-rich dairy milk extract reduces hepatomegaly, hepatic steatosis and hyperlipidemia in mice fed a high-fat diet. *Atherosclerosis*. 205(1), 144-150. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2008.12.004>
- Zeisel, S.H., Allen, L.H., Coburn, S.P., Erdman, J.W., Failla, M.L., Freake, H.C., King, J.C., Storch, J. (2001). Nutrition: a reservoir of integrative science. *The Journal of Nutrition*. 131(4), 1319-1321. <https://doi.org/10.1093/jn/131.4.1319>
- Zemel, M.B., Thompson, W., Milstead, A., Morris, K., Campbell, P. (2012). Calcium and dairy acceleration of weight and fat loss during energy restriction in obese adults. *Obesity Research*. 12(4), 582-590. <https://doi.org/10.1038/oby.2004.67>

Tack

Jag vill rikta ett stort tack till Ann-Kristin Sundin som vägglätt och stöttat mig i detta arbete. Jag är tacksam för möjligheten att få en insyn i arbetet på LRF Mjolk och ser fram emot att följa ert fortsatta arbete inom detta!

Jag vill även tacka Monika Johansson som agerat extra stöttning i denna process.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag ger härmed min tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.