



## **Forord**

Denne masteroppgaven ble utført hos forskningsgruppen for naturstoffkjemi og organisk analyse ved Instituttet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (IKBM) ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Oppgaven utgjør 30 studiepoeng og er den avsluttende delen av masterprogrammet sivilingeniør i kjemi og bioteknologi. Oppgaven ble utført i perioden januar til mai 2014 og alt praktisk arbeid er utført ved IKBM.

Takk til min hovedveileder, førsteamanuensis Dag Ekeberg, for hjelp med utforming av oppgaven, og ikke minst engasjementet for oppgaven. Han har vært en god støttespiller og har alltid tatt seg tid til å besvare spørsmål. Tusen takk for konstruktive og pedagogiske tilbakemeldinger ved retting av oppgaven. Spesielt vil jeg takke min medveileder, Dr. Hanne Marie Devle, som har vært uvurderlig i arbeidet med denne oppgaven. Tusen takk for god oppfølging på laboratoriet og gode tilbakemeldinger ved retting av oppgaven. Carl Fredrik Næss-Andresen skal ha en stor takk for pedagogiske spørsmål og korrekturlesing av oppgaven, og ikke minst sitt engasjement i oppgaven. Tilleggsveileder Gerd Vegarud skal også takkes for sitt engasjement i oppgaven og sine endeløse kunnskaper om melk. Irene Comi må takkes for innsamling av human magesaft og tolvfingertarmsaft i samarbeid med Lovisenberg Diakonale Sykehus, Oslo, Norge, og måling av aktivitet i saftene. Takk til May Helene Aalberg for bestemmelse av fettprosent og proteinprosent i helmelken og gårdsmelken. Og til slutt, takk til familie og venner for uvurderlig støtte. En spesiell takk går til Arnold for IT-support. Nye bekjentskap og godt samhold på laboratoriet har gjort dette til et fantastisk halvår.

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Ås, mai 2014

Siri Nome

## Sammendrag

Melk er en essensiell kilde til mange næringsstoffer som er nødvendige i humant kosthold. Det er derfor viktig med omfattende kunnskaper om lipidsammensetningen i melk og lipidfordøyelsen av melk i kroppen med tanke på biotilgjengelighet av lipidene, human helse og ernæring. I denne oppgaven ble human magesaft og tolvfingertarmsaft benyttet til å fordøye pasteurisert, homogenisert helmelk og fersk, ubehandlet gårdsmelk fra ku i en statisk *ex vivo* fordøyelsesmodell. Lipidene fra de fordøyde og ufordøyde melkeprøvene ble ekstrahert og esterifisert før de ble analysert med GC-MS. Fettsyreprofiler av de ufordøyde og fordøyde prøvene av gårdsmelk og homogenisert helmelk ble sammenlignet for å se om det var noen ulikheter i fordøyelsen av lipider mellom de to melkesortene.

Pasteurisert, homogenisert helmelk viste minimal gastrisk lipolyse av nøytrale lipider på 1,3%. Etter duodenal fordøyelse var det registrert en sammenlagt total lipolyse på 59% av de nøytrale lipidene i helmelk. Duodenal fordøyelse av de nøytrale lipidene i fersk, ubehandlet gårdsmelk viste en sammenlagt total lipolyse på 58% som korresponderte svært godt med de 59% funnet i homogenisert helmelk. Den mest fremtredende og uventede observasjonen var en 27% lipolyse av nøytrale lipider fra gårdsmelk ved gastrisk fordøyelse.

Lipolyse av nøytrale lipider gir en frigjøring av frie fettsyrer. Det ble funnet en økt mengde av frie fettsyrer ved fordøyelse noe som korresponderte godt med den påviste lipolysen av de nøytrale lipidene, av både gårdsmelk og homogenisert helmelk. En annen interessant observasjon var at fosfolipidene ble mer tilgjengelige for ekstraksjon og esterifisering ved fordøyelse.

Kort oppsummert, det var svært god overenstemmelse i lipidfordøyelse mellom de to melkesortene, bortsett fra ved gastrisk fordøyelse som kun ble observert i fersk, ubehandlet gårdsmelk, og ikke i pasteurisert, homogenisert helmelk. Grunnen til denne ulikheten kan antas å være homogeniseringen av melkefettglobulene i homogenisert helmelk.

## **Abstract**

Milk is an essential source of many necessary nutrients in the human diet. It is important to have a thorough knowledge of lipid composition in milk and lipid digestion of milk in the human body, considering the bioavailability of lipids, human health and nutrition. In this thesis, human gastric juices and duodenal juices were used to digest pasteurized, homogenized commercial milk and fresh, untreated farm milk from bovine in a static *ex vivo* digestion model. Lipids from the digested and undigested milk samples were extracted and esterified previous to analysis by GC-MS. The fatty acid profiles of the undigested and digested samples of farm milk and homogenized commercial milk were compared to discover any differences in lipid digestion.

In the neutral lipid fractions of pasteurized, homogenized commercial milk there were observed a minimal gastric lipolysis of 1.3%. The overall total lipolysis of neutral lipids after duodenal digestion was 59% in commercial milk. Duodenal digestion of the neutral lipids in fresh, untreated farm milk showed a total overall lipolysis of 58%. This corresponds very well with the lipolysis observed in commercial milk. The most unexpected observation was a 27% lipolysis of neutral lipids in farm milk during gastric digestion.

The lipolysis of neutral lipids is followed by a subsequent release of free fatty acids. In both farm milk and homogenized commercial milk there was an increase in the amount of free fatty acids during digestion, which corresponds very well with the demonstrated neutral lipid degradation. Another interesting observation during digestion was an increase in the availability of the phospholipids for extraction and esterification.

In short, there was a good correlation between the total lipid digestion in the two types of milk, except during gastric digestion where lipolysis was only observed in fresh, untreated farm milk, and not in pasteurized, homogenized commercial milk. The reason for this inequality is assumed to be the homogenization of the milk fat globules in homogenized commercial milk.

## **Innhold**

Forord .....	I
Sammendrag .....	II
Abstract .....	III
1. Introduksjon .....	1
1.1 Hensikt.....	1
1.2 Lipider .....	2
1.2.1 Fettsyrer .....	2
1.2.2 Nomenklatur .....	3
1.2.3 Acylglyseroler.....	4
1.2.4 Fosfolipider .....	6
1.3 Lipidanalyse.....	8
1.3.1 Syrekatalysert omestring og forestring .....	8
1.3.2 Basekatalysert omestring .....	10
1.4 Melk.....	11
1.4.1 Lipider i melk.....	11
1.4.2 Pasteurisering og homogenisering av melk .....	12
1.5 Det menneskelige fordøyelsessystemet .....	14
1.6 Fordøyelse av lipider .....	15
1.7 <i>In vitro</i> og <i>ex vivo</i> fordøyelsesmodeller .....	17
2. Materialer og metoder .....	19
2.1 Materialer.....	19
2.1.1 Humane fordøyelsesenzymer .....	19
2.1.2 Gårdsmelk og homogenisert helmelk fra ku .....	19
2.1.3 Løsninger .....	19
2.2 Metoder.....	20
2.2.1 <i>Ex vivo</i> fordøyelse.....	20

## Innhold

2.2.2 Ekstraksjon av lipider .....	21
2.2.3 Fast-fase-ekstraksjon med SPE-robot .....	21
2.2.4 Dannelse av fettsyremetylestere, FAME .....	21
2.2.5 Eksperimentelle parametere for GC-MS.....	22
3. Resultater.....	24
3.1 Lipidfraksjonene av de ufordøyde prøvene (kontrollprøvene).....	24
3.2 Lipidfraksjonene av ubehandlet gårdsmelk.....	26
3.3 Lipidfraksjonene av homogenisert helmelk .....	32
4. Diskusjon.....	39
5. Konklusjon .....	44
6. Videre arbeid .....	45
7. Referanser.....	46
8. Vedlegg .....	51

## 1. Introduksjon

### 1.1 Hensikt

Melk inneholder omtrent alle næringsstoffer som er nødvendige for å opprettholde liv. Det finnes over 400 ulike fettsyrer i melk, deriblant de essensielle fettsyrene linolsyre og linolensyre. Melkelipider har også andre viktige funksjoner i kroppen, som å være løsemiddel for fettløselige vitaminer (A, D og E). Av lipidene i melk er 98% triglyserider, men melk inneholder også andre lipider som fosfolipider, frie fettsyrer og steroler (Jensen et al. 1991; Walstra et al. 2006). Omtrent alle lipider i melk foreligger i fettglobuler som beskyttes av en melkefettglobulmembran. Melkefettglobulmembranen er bygget opp i tre lag av fosfolipider og andre polare lipider med innskudd av proteiner (Lopez et al. 2011). Studier (Garcia et al. 2014; Michalski et al. 2002) viser at strukturen til melkelipidene, melkefettglobulene og melkefettglobulmembranen påvirker lipolyse og absorpsjon av lipider i kroppen.

Hensikten med denne oppgaven var å sammenligne lipolyse i homogenisert og ikke-homogenisert kumelk før og etter human fordøyelse ved bruk av en *ex vivo* fordøyelsesmodell og analyse av lipidene med GC-MS. Dette er interessant grunnet forskjell i hvordan lipidene foreligger i de to ulike melkesortene. Ved homogenisering av kumelk finfordeles melkefettglobulene til flere og mindre fettglobuler og det blir brudd i melkefettglobulmembranen (Belitz et al. 2009). Melkefettglobulmembranen adsorberer da melkeproteiner til membranen og får dermed en annen sammensetning enn ikke-homogeniserte, originale melkefettglobulmembraner (Cano-Ruiz & Richter 1997).

Spørsmålet var om tilgjengeligheten av melkelipidene var lik i de to ulike melkesortene. Dette er viktig med tanke på human helse og ernæring, som for eksempel fedme og hjerte- og karsykdommer (Berton et al. 2012). Human fordøyelse av lipider begynner i magesekken ved hjelp av gastrisk lipase som lipolyserer 5-40% av triglyserider. Fordøyelsen fortsetter i tolvfingertarmen ved hjelp av pankreatisk lipase som utfører 40-70% lipolyse av triglyserider i kroppen (Armand 2007). Ved å se på fettsyresammensetningen før og etter fordøyelse i de to melkesortene kan dette fortelle noe om hvordan lipidene fordøyes *in vivo*. Ut fra eksperimentelle data utført, ble det i denne oppgaven drøftet om lipider i fersk, ubehandlet gårdsmelk og pasteurisert, homogenisert helmelk fra ku gir lik grad av lipolyse etter fordøyelse i mage og tolvfingertarm.

## 1.2 Lipider

Lipider er viktige bestanddeler i levende organismer og spiller en stor rolle innen helse, kost og ernæring (Damodaran et al. 2008). Det er vanskelig å sette en eksakt definisjon på lipider, men i følge Hart et al. (2003) er lipider lite eller ikke løselige i vann, men løselige i organiske løsemidler. Nyere forskning definerer lipider som hydrofobe og/eller amfipatiske molekyler som delvis eller helt stammer fra karboanionbaserte kondensasjoner av tioestere (fettsyrer, acylglyseroler, glyserofosfolipider, sphingolipider, sakkarolipider og polyketider) eller karbokationbaserte kondensasjoner av isoprenenheter (prenollipider og steroider) (Fahy et al. 2009).

Lipider er en stor og omfattende gruppe av naturprodukter som kan ha svært ulike kjemiske strukturer og fysikalske egenskaper, selv om de har like løselighetsegenskaper (Hart 2007). Klassifisering av lipider er derfor vanskelig og klassifisering basert på struktur er ofte å foretrekke. Lipider kan også grupperes ut i fra deres fysikalske egenskaper ved romtemperatur (fast eller flytende), deres polaritet (polare og upolare) og deres betydning for human helse (essensielle og ikke-essensielle fettsyrer) (Akoh & Min 2002). Fettsyrer, alkoholer, glyserider og steroider går under klassifiseringen av upolare lipider, også kalt nøytrale lipider, mens polare lipider inkluderer glyserofosfolipider, sphingolipider og glyseroglykolipider (Fahy et al. 2009).

Ved kromatografisk separasjon deles lipider ofte inn i kategoriene enkle eller komplekse lipider. Enkle lipider (triglyserider og kolesterolestere) er de lipidene som ved forsåpning (hydrolyse) gir maksimalt to typer produkter. Komplekse lipider (fosfolipider og glykolipider) gir tre eller flere produkter ved forsåpning (Christie 1989).

### 1.2.1 Fettsyrer

Fettsyrer har mange metabolske funksjoner og eksisterer både i fri form og integrert i komplekse lipider, blant annet i cellemembraner. Fettsyrer består av en hydrofil karboksylsyregruppe koblet til en hydrofob hydrokarbonkjede. Det kan også være bundet andre funksjonelle grupper til fettsyrer som keto, hydroksyl, peroksy- og epoksygrupper. Ved høyere pH-verdier forekommer en deprotonering av karboksylsyregruppen slik at det dannes et karboksylatanion. Denne deprotoneringen samt lengden på hydrokarbonkjeden er faktorer som påvirker vannløseligheten til fettsyrer (Quehenberger et al. 2011).

Naturlig forekommende fettsyrer er som regel uforgrenet og har et partall karbonatomer. Fettsyrer med kun enkeltbindinger i karbonkjeden kalles mettede fettsyrer (SFA). Med



## Introduksjon

dobbeltbindinger i karbonkjeden kalles det en umettet fettsyre (UFA). Ved kun én dobbeltbinding i karbonkjeden kalles fettsyren en enumettet fettsyre (MUFA), mens ved fler enn én dobbeltbinding er det en flerumettet fettsyre (PUFA). I nesten alle naturlig forekommende fettsyrer har dobbeltbindingene *cis*-konfigurasjon og er posisjonert ved tredje, sjette eller niende karbonatom fra den terminale metylgruppen. I naturlig forekommende PUFA er det vanlig med metylenavbrutte dobbeltbindinger, altså ikke-konjugerte dobbeltbindinger. Av fettsyrer finnes det et vidt spekter av karbonkjedelengder, fra melkelipider med 4-karbonsfettsyrer til marinelipider som inneholder 30-karbonsfettsyrer (Ratnayake & Galli 2009).

Frie fettsyrer (FFA) finnes kun i små mengder i naturen, men er biologisk viktige som forløpere av lipider i energilagere og som signalmolekyler som tar del i fysiologiske prosesser i kroppen. Overskudd av FFA vil kunne ha negative helsekonsekvenser (Quehenberger et al. 2011).

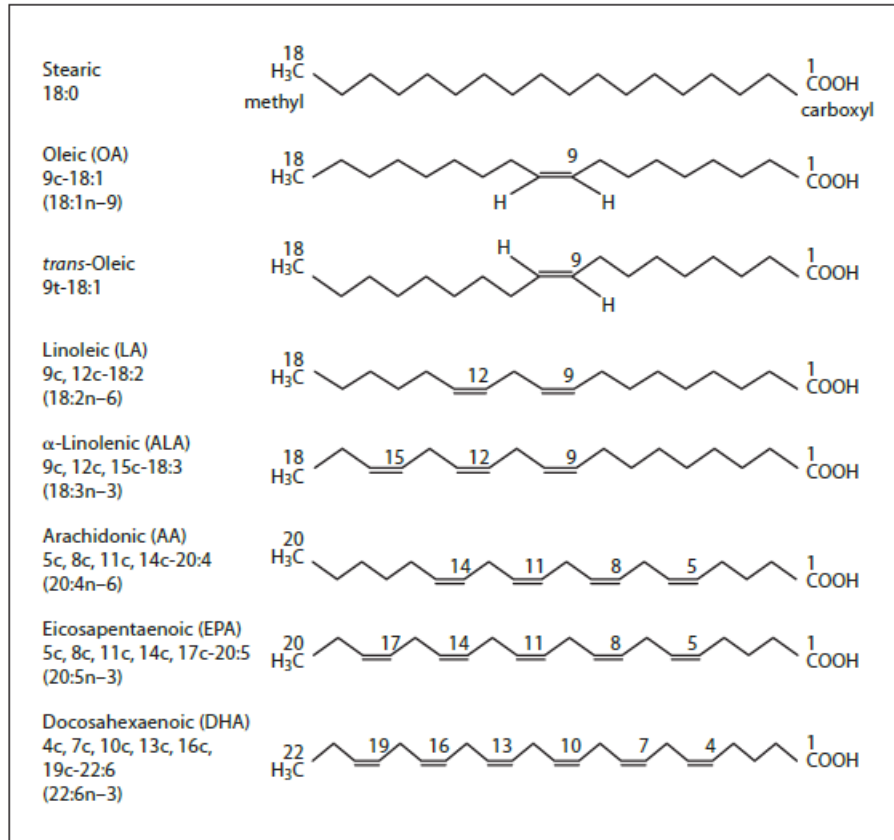
### 1.2.2 Nomenklatur

Det finnes mange systemer for å navngi fettsyrer, men det mest brukte og presise systemet er nomenklaturen til IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature, 1978). Med IUPAC-systemet blir karbonet i karboksylsyregruppen navngitt som karbonatom nummer én og de andre karbonatomene i fettsyren nummereres i rekkefølge fra dette. Ved forekomst av en dobbeltbinding blir denne nummerert etter det karbonatomet som står nærmest karbonatom nummer én i bindingen. Dobbeltbindinger navngis også etter konfigurasjon/geometri, hvor den optiske isomeren *E* er uttrykk for *trans*-isomeri og *Z* for *cis*-isomeri (Ratnayake & Galli 2009).

I tillegg til antall karbonatomer og konfigurasjon av dobbeltbindinger, navngis fettsyrer også etter plassering av forgreninger, heteroatomer og andre strukturelle kjennetegn. IUPAC nomenklatur kan da gi svært avanserte og lange navn på fettsyrer. Det er derfor vanlig å bruke trivialnavn eller forkortelser. Alle forkortelser beskrives med to tall, ett for antall karbonatomer i fettsyren og ett for antall dobbeltbindinger i hydrokarbonkjeden. Linolsyre er en 18-karbonsfettsyre med 2 dobbeltbindinger og får dermed forkortelsen 18:2. I tillegg navngis dobbeltbindinger hos naturlig forekommende fettsyrer med tegnet "ω" eller "n" samt posisjonen av dobbeltbindingen regnet fra karbonet i den terminale metylgruppen (Akoh & Min 2002; Ratnayake & Galli 2009). Linolsyre som er en omega 6 fettsyre får da navnet C18:2ω-6 eller C18:2n-6. Eksempler på nomenklatur av noen vanlige fettsyrer er gitt i figur 1.

## Introduksjon

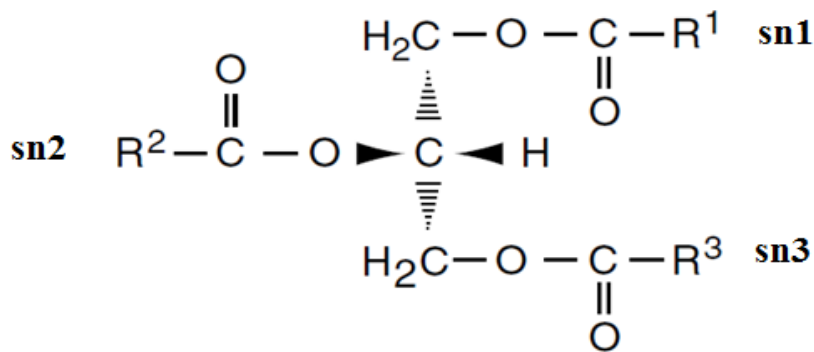
Forgrening i hydrokarbonkjeden angis med prefiksene "iso" eller "anteiso". "Iso" viser til fettsyrer med en isopropyl terminal gruppe, mens "anteiso" viser til fettsyrer med en sekundær butyl terminal gruppe (Coultate 1996).



**Figur 1.** Figuren viser strukturer og IUPAC-navn på noen vanlige fettsyrer i mat (Ratnayake & Galli 2009).

### 1.2.3 Acylglyseroler

Acylglyseroler (acylglyserider) er estere av glyserol og fettsyrer, og er hovedkomponentene i fett og oljer (Gunstone et al. 2007). Acylglyseroler inkluderer mono-, di- og triglyserider, hvor det er triglyseridet som er det mest forekommende lipidet. Triglyserider (TAG) består av et glyserolmolekyl som er esterifisert med tre fettsyrer. I en Fischer projeksjon av triglyseridets glyserolstamme, vist i figur 2, står den andre hydroksylgruppen til venstre for det sentrale, kirale karbonatomet. Karbonatomene blir så nummerert 1, 2, 3 fra topp til bunn. Den stereospesifikke nummereringen av de tre karbonatomene i glyserolstammen indikeres av prefiksen "sn" (Ratnayake & Galli 2009).



**Figur 2.** En illustrasjon av den generelle kjemiske strukturen til et triglyserid med stereospesifikk nummerering (*sn*) av hydrokarbonkjedene til fettsyrene;  $R_1$ ,  $R_2$  og  $R_3$  (Walstra et al. 2006).

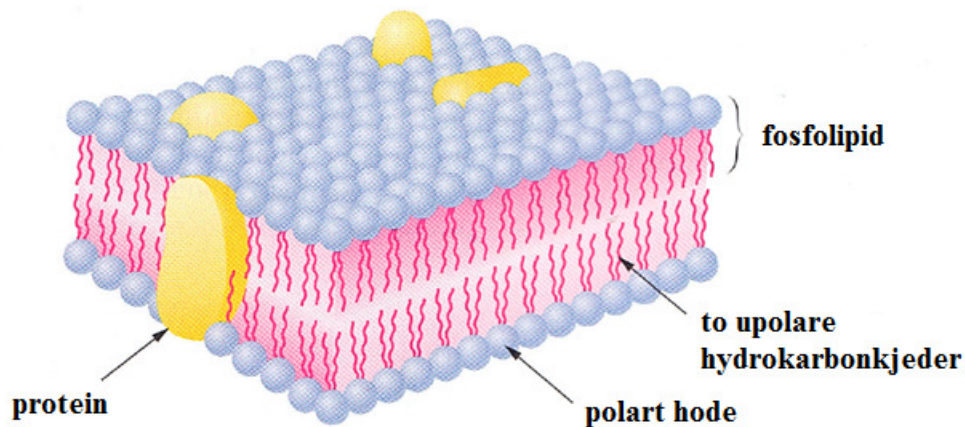
Acylglyseroler navngis etter de esterifiserte fettsyrene som er bundet til glyserolstammen, og som oftest benyttes trivialnavnene. TAG navngis ulikt i forhold til hvor mange av samme fettsyre som er koblet til glyserolstammen. Ved samme fettsyre i alle tre posisjonene benyttes prefiksen tri- og navnet på fettsyren med endelsen -in, eksempelvis tristearin (18:0,18:0,18:0). Endelsen -oyl indikerer ulike fettsyrer i TAG. Et triglyserid som inneholder palmitinsyre, oleinsyre og stearinsyre vil da bli hetende palmitoyl-oleoyl-stearoyl-glyserol. Er den stereospesifikke posisjonen til fettsyrene kjent, legges *sn*- til i navnet, og triglyseridet nevnt ovenfor vil få navnet 1-palmitoyl-2-oleoyl-3-stearoyl-*sn*-glyserol. Prefiksen di- indikerer to like fettsyrer. Et TAG med oleinsyre i tredje posisjon og to palmitinsyrer navngis da 1,2-dipalmitoyl-3-oleoyl-*sn*-glyserol (Akoh & Min 2002). Grunnet svært lange navn, brukes ofte forkortelser som eksempelvis *sn*-POS eller *sn*-16:0,18:1,18:0 for triglyseridet nevnt ovenfor (Damodaran et al. 2008).

Forekomsten av mono- og diglyserider øker ved lipolyse. Diglyserider (DAG) består av et glyserolmolekyl som er esterifisert med to fettsyrer. Egenskapene til DAG er svært like TAG og de er for det meste upolare. Monoglyseridene (MAG) derimot, er mer polare, har overflateaktivitet og akkumulerer dermed i grenseflaten mellom lipidfasen og vannfasen (lipid-vann-grenseflaten). Et MAG består av et glyserolmolekyl som er esterifisert med en fettsyre og forekommer naturlig i veldig små mengder (Walstra et al. 2006).

### 1.2.4 Fosfolipider

Fosfolipider utgjør 40% av biologiske cellemembraner og er amfipatiske molekyler bestående av et polart "hode" og en upolar ende (Hart 2007). Det finnes en enorm variasjon av fosfolipidstrukturer i naturen med et stort mangfold av upolare og polare sidegrupper.

Omtrent alle naturlig forekommende fosfolipider består av en upolar sidegruppe og en av to grunnstrukturer; 1) en glyserolenhet substituert med en eller to acyl- eller alkylkjeder, eller 2) en N-acylert sphingoid base. Fosfolipider kan fordeles i fire hovedklasser basert på deres grunnstruktur: glyserofosfolipider, sphingolipider, eterfosfolipider og fosfonolipider (Cevc 1993; Gunstone et al. 2007). Den gjennomsnittlige kjedelengden av fettsyrer i fosfolipider er lengre enn hos triglyserider (Walstra et al. 2006).

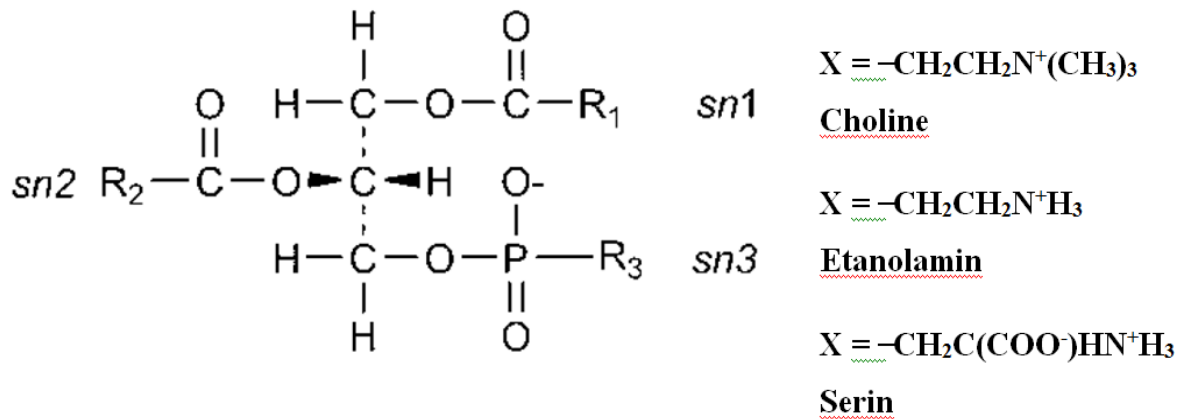


**Figur 3.** En enkel fremstilling av et utsnitt av en cellemembran bestående av proteiner og fosfolipider. Redigert fra Hart (2007).

#### **Glyserofosfolipider**

Glyserofosfolipider, også kalt fosfoglyserider, består av en eller to fettsyrer esterifisert til en glyserolstamme som i *sn*-3 posisjon er esterifisert med en fosfatgruppe, som vist i figur 4.

Til denne fosfatgruppen kan det videre være koblet en organisk base eller en polyhydroksyforbindelse (Akoh & Min 2002). De viktigste lipidene innenfor denne gruppen er fosfatidyletanolamin, fosfatidylserine, fosfatidylcholine og fosfatidylinositol (Gallier et al. 2013).



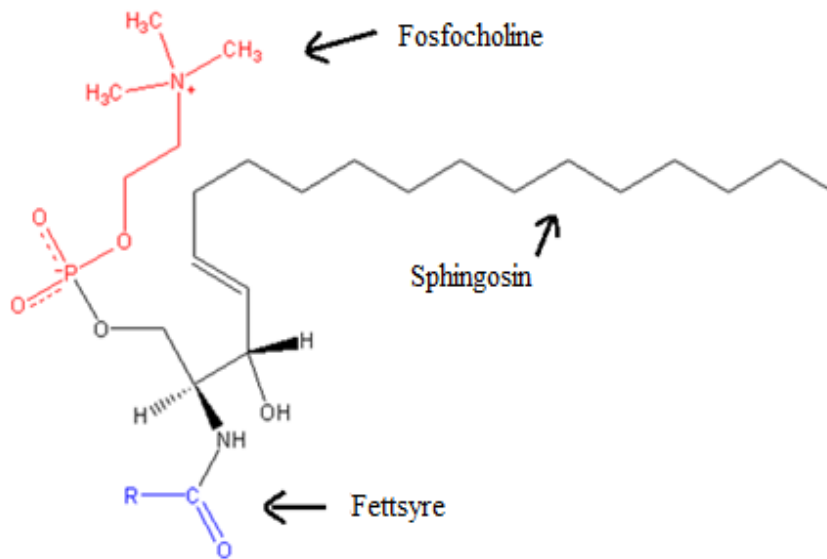
**Figur 4.** En illustrasjon av en generell kjemisk struktur av et glyserofosfolipid. X er eksempler på organiske baser og polyhydroksigrupper som kan erstatte  $R_3$ . Redigert fra Akoh og Min (2002).

Grunnstrukturen til glyserofosfolipider er fosfatidinsyre (*sn*-1,2-diacylglyserol-3-fosfat) og den kjemiske strukturen er svært lik som grunnstrukturen til triglyserider. Forskjellen er fosfationet i *sn*-3 posisjonen i glyserofosfolipider. Fosfolipider navngis etter samme system som triglyserider, men også etter navnene på de mange ulike klassene av fosfolipider, eksempelvis 1-oleoyl-2-lineooyl-*sn*-glyserol-3-fosfocholine. Ved bruk av prefiksen lyso- indikeres en hydrolysert *sn*-2 posisjon og det finnes fettsyre kun på *sn*-1 hos glyserofosfolipidet. Fosfolipidklassene beskrives ved å bruke forkortelser, som for eksempel PC for fosfocholine og SM for sphingomyelin (Akoh & Min 2002).

### ***Sphingolipider***

Sphingolipider er en kompleks gruppe forbindelser som finnes i alle i eukaryoter, samt noen prokaryoter og virus (Sullards et al. 2007). Et sphingolipid er bygget opp som et glyserofosfolipid, men glyserolstammen er byttet ut med en sphingoidbase, vist i figur 5. Denne sphingoidbasen er i pattedyr vanligvis sphingosin. Det finnes mange grupper sphingolipider, men de viktigste og mest forekommende er ceramider, fosfosphingolipider og glykosphingolipider. Ceramider består av en N-acyl-sphingoid base med en amidbundet fettsyre. Fettsyrene er ofte MUFA eller SFA med kjedelengder fra 14 til 26 karbonatomer. Det viktigste fosfosphingolipidet for pattedyr er sphingomyelin, vist i figur 5. Dette er et ceramid bundet til fosfocholine, og forekommer i cellemembranen og nervesystemet (Ratnayake & Galli 2009).

## Introduksjon



*Figur 5. En illustrasjon av den kjemiske strukturen til sphingomyelin.*

### 1.3 Lipidanalyse

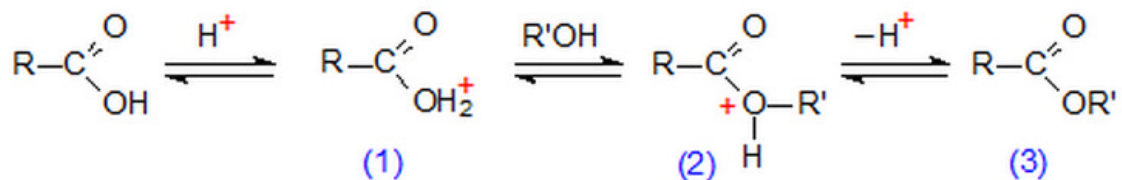
Fettsyreprofiler av lipider fra biologisk materiale har i mange år blitt karakterisert ved hjelp av gasskromatografi (GC), både i forskning og industri. For å kunne analysere lipider på GC må de gjennomgå en derivatiseringsprosess. Ved derivatisering økes flyktigheten til lipidet, samtidig som toppene og oppløsningen i kromatogrammet blir forbedret. I litteraturen finnes det flere ulike derivatiseringsmetoder for lipider. For de lipidene som inneholder fettsyrer, som acylglyseroler, fosfolipider og frie fettsyrer, er det vanligste å esterifisere fettsyrene til sine korresponderende fettsyremetylestere (FAME) (Christie 1989; King & Blau 1977; Liu 1994). Det finnes flere ulike metoder for å esterifisere fettsyrer til sine korresponderende FAME, men hovedsakelig deles de i to; syrekatalysert og basekatalysert esterifisering (Eder 1995).

#### 1.3.1 Syrekatalysert omestring og forestring

Syrekatalysert esterifisering kan foregå via omestring eller forestring. Ved syrekatalysert forestring vil karboksylsyren i lipidet esterifiseres av en alkohol ved hjelp av en syrekatalysator ved oppvarming og overskudd av vannfri metanol, som vist i figur 6. I første trinn vil syren protolyseres og det dannes et oksoniumion (1), som igjen reagerer med en alifatisk alkohol, eksempelvis metanol. Det dannes så et mellomprodukt (2) som kan føre til tap av et proton og videre dannelse av en metylester (3). Alle trinn i prosessen er reversible, men ved overskudd av alifatisk alkohol vil likevekten forskyves mot høyre og det oppnås

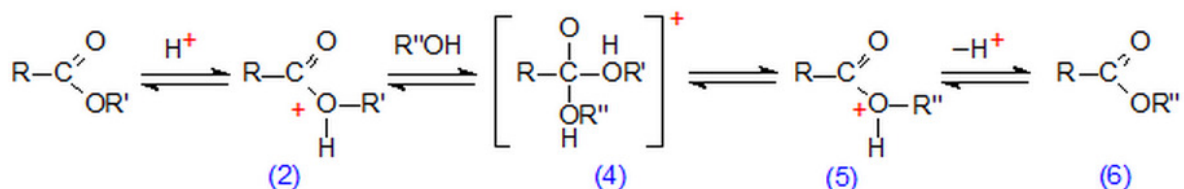
## Introduksjon

fullstendig forestring av fettsyren. Tilstedeværelse av vann vil derimot hindre dannelsen av mellomproduktet i trinn 2. Dette skyldes at vann er en sterkere elektrondonor enn alifatiske alkoholer, og forestringen vil ikke forekomme (Christie 1992).



**Figur 6.** Generell reaksjonsligning for syrekatalysert forestring av fettsyrer (Christie 1992).

Ved syrekatalysert omestring, vist i figur 7, protoneres esteren og reagerer med en alkohol som ved forestring (trinn 1 og 2 i figur 6). Dette følges av enda en reaksjon med alkohol, for eksempel metanol, og et mellomprodukt (4) dannes. Mellomproduktet spaltes via et mellomstadie (5) og metylester (6) dannes. Prosessen er også reversibel for syrekatalysert omestring, men ved overskudd av alifatisk alkohol og fjerning av vann vil full omestring finne sted (Christie 1992).



**Figur 7.** Generell reaksjonsligning for syrekatalysert omestring av fettsyrer (Christie 1992).

### **Bortrifluorid-metanol (BF<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>OH)**

Ved syrekatalysert omestring og forestring av lipider er bortrifluorid (BF<sub>3</sub>) en mye brukt katalysator. BF<sub>3</sub>-metanol-kompleks er en sterk Lewis syre og elektronakseptor. BF<sub>3</sub> i metanol (12-14% w/v) er vist å kunne esterifisere de fleste lipidklasser forutsatt at alkyleringen foregår under oppvarming (Eder 1995). Bruk av BF<sub>3</sub>-metanol har dessverre noen ulemper. Det er observert tap av holdbarhet ved oppbevaring over lenger tid, spesielt i tilfeller hvor reagenset ikke har stått kjølig. Bruk av gammel eller oppkonsentrert BF<sub>3</sub>-metanol kan føre til dannelsen av biprodukter og tap av lange PUFA. Det finnes også andre katalysatorer/reagenser som

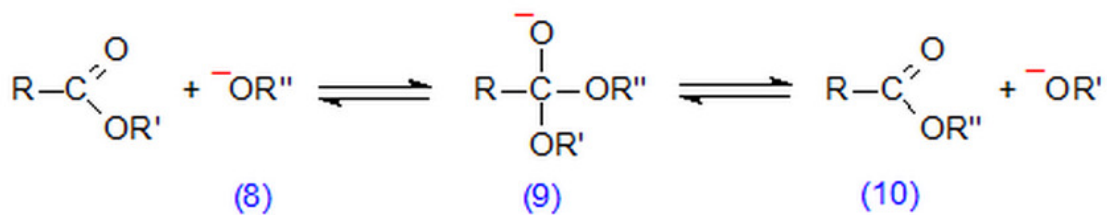
## Introduksjon

benyttes ved syrekatalysert forestring, eksempelvis HCl-metanol og svovelsyremetanol (Morrison & Smith 1964).

### 1.3.2 Basekatalysert omestring

Basekatalysert omestring kan foregå svært raskt, selv ved romtemperatur (Eder 1995).

Omestringen, vist i figur 8, initieres ved at en ester reagerer med en base, et alkoholanion (8), og det dannes et anionisk mellomprodukt (9). Dette mellomproduktet kan spaltes tilbake til den originale esteren eller danne en ny ester (10). Ved stort overskudd av alkoholanion (8) vil likevekten danne utelukkende ester nummer 10 (Christie 1992).



**Figur 8.** Generell reaksjonsligning for basekatalysert omestring av fettsyrer (Christie 1992).

I en basisk løsning vil en uesterifisert fettsyre foreligge som et karboksylation,  $\text{RCOO}^-$ .

Grunnet karboksylationets negative ladning vil ikke dette molekylet bli utsatt for nukleofilt angrep av alifatiske alkoholer eller baser. Forestring kan derfor ikke forekomme ved basisk katalysering (Christie 1992).

#### **Natriummetanolat ( $\text{CH}_3\text{O}^- \text{Na}^+$ )**

Natriummetanolat er et vanlig reagens ved basekatalysert omestring. Ved bruk av vannfri natriummetanolat trengs ikke oppvarming for at esterifisering skal foregå og dette gir mindre risiko for dekomponering av PUFA. Derimot kan bruk av natriummetanolat også ha noen ulemper. Frie fettsyrer vil ikke forestres og sphingolipider vil ikke omestres med natriummetanolat. Et annet reagens brukt ved basekatalysert omestring er eksempelvis kaliumhydroksid i vannfri metanol, men dette reagentet har dessverre en høy risiko for forsåpning under omestring (Eder 1995).



## **1.4 Melk**

Melk er en kompleks, biologisk væske produsert i melkekjertlene hos pattedyr og inneholder omtrent alle næringsstoffer nødvendig for å opprettholde liv (Fox & McSweeney 1998).

Proteiner, bioaktive peptider, oligosakkarider, organiske syrer og vitaminer er blant de ulike komponentene som finnes i melk. Disse komponentene stimulerer cellevekst, oppbygning av mikroflora og utvikling av immunregulering og fordøyelsessystem hos unge pattedyr (Ebringer et al. 2008). Melk kan også karakteriseres som en fortynnet emulsjon av en olje/fett dispergert fase og en vandig kolloidal fase. I romtemperatur har melk en pH på 6,7 (Walstra et al. 2006).

### **1.4.1 Lipider i melk**

Total mengde lipid i kumelk er omtrent 3,5 til 5%, og foreligger som emulgerte globuler på 0,2–10 µm i ubehandlet melk. Disse fettglobulene er dekket av en membran bestående av proteiner og fosfolipider. Av total lipid i melk er 98% eller mer triglyserider, 0,3% er diglyserider, 0,03% er monoglyserider og 0,1% er frie fettsyrer, mens fosfolipider utgjør 0,8% og steroler utgjør 0,3% (Belitz et al. 2009; Jensen et al. 1991; Walstra et al. 2006).

Sammensetningen av fettsyrer i kumelk er svært kompleks og består av omtrent 400 ulike typer fettsyrer (Jensen et al. 1991). Fettsyrene varierer i kjedelengde, fra 4 til 26 karbonatomer, og i metning fra 0 til 4 dobbeltbindinger (Walstra et al. 2006).

Melk inneholder også de essensielle fettsyrene linolsyre og linolensyre. Disse er forløpere for visse hormoner og viktige metabolitter i kroppen. I tillegg tilføres de langkjedede, flyktige fettsyreresiduenene av fosfolipider fra melk som behøves for å danne og opprettholde cellemembranene (Walstra et al. 2006).

### ***Melkefettglobulmembran***

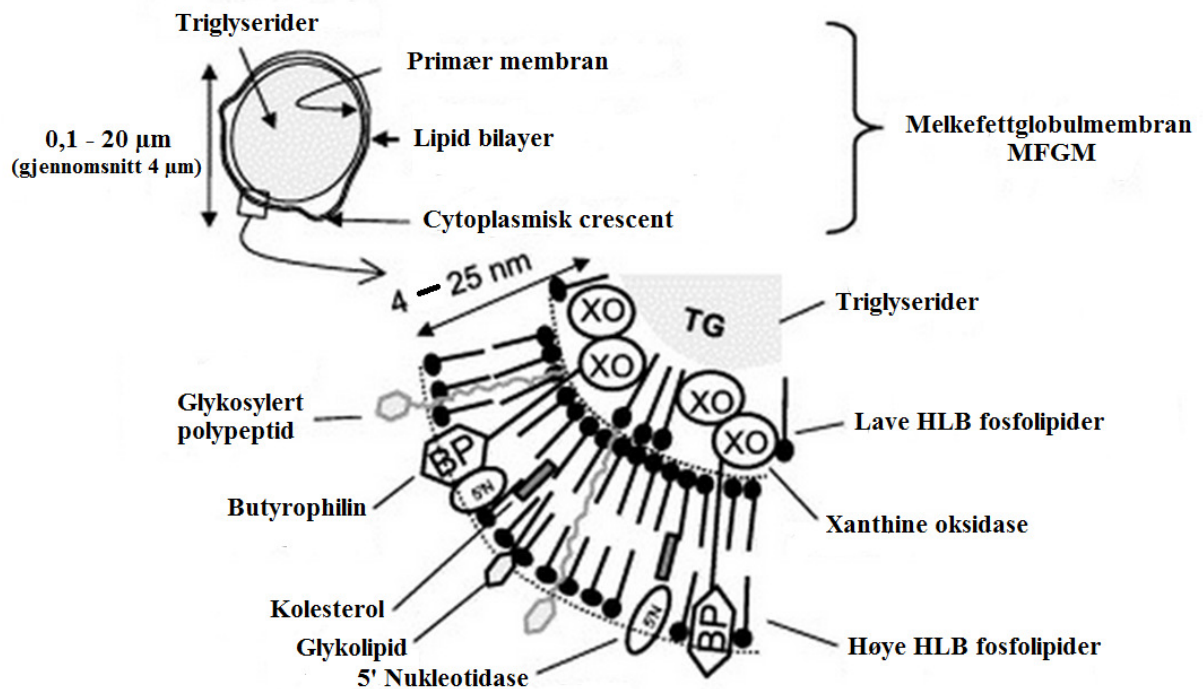
De upolare lipidene i melk, som TAG og DAG, foreligger for det meste i melkefettglobulene (MFG). I tillegg vil frie fettsyrer og monoglyserider også finnes i MFG.

Melkefettglobulmembranen (MFGM) er en barriere mellom fett og vannfasen i melken. Den holder lipidene dispergert i den vandige løsningen og beskytter dem mot koalesens (Walstra et al. 2006).

Hovedsakelig består MFGM av polare lipider som glyserofosfolipider og sphingolipider, spesifikke membranproteiner, glykoproteiner og proteiner (Berton et al. 2012; Fong et al. 2007; Keenan 2001; Lopez et al. 2011). Proteinene i MFGM utgjør 20–65% av massen (Berton et al. 2012). Det er en del diskusjon angående oppbygningen av MFGM blant

## Introduksjon

forskere, men nyere forskning konkluderer med at MFGM er bygd opp av tre lag med polare lipider og proteiner. Det indre laget er et fosfolipid-”monolayer”. Dette er dekket av et protein lag og ytterst et ”bilayer” av polare lipider med innskudd av enkelte proteiner, som vist i figur 9 (Berton et al. 2012; Lopez et al. 2011; Walstra et al. 2006).



**Figur 9.** En illustrasjon som viser oppbygningen av fettglobuler i ubehandlet melk (Michalski et al. 2002).

### 1.4.2 Pasteurisering og homogenisering av melk

Melk inneholder mikroorganismer og må derfor behandles for oppbevaring over lengre tid. Pasteurisering er en vanlig varmebehandlingsprosess for å fjerne skadelige bakterier i melken. Lavpasteurisering er en mild temperaturbehandling og dreper de fleste mikroorganismer og inaktiverer noen enzymer. Høypasteurisering dreper alle mikroorganismer samtidig som de fleste enzymer blir inaktivert og noe serumprotein blir uløselig (Walstra et al. 2006). Parameterne for de to ulike pasteuriseringsprosessene er oppført i tabell 1.

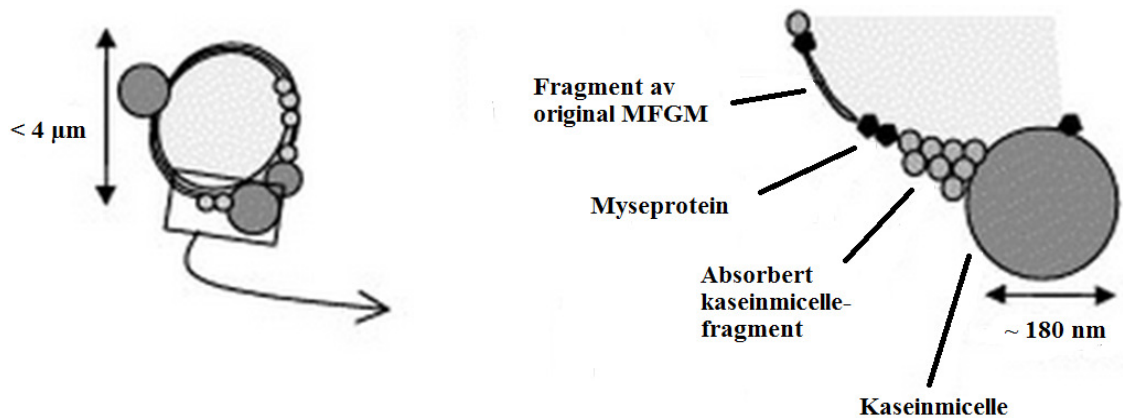
## Introduksjon

**Tabell 1.** En fremstilling av parameterne, tid og temperatur, for høy- og lavpasteurisering av kumelk.

Pasteuriseringsprosesser	Tid	Temperatur
Lavpasteurisering	15 sek	74 °C
Høypasteurisering	15 sek	90 °C

En annen behandlingsprosess av melk er homogenisering. Ved homogenisering finfordeles melkefettglobulene slik at størrelsen på fettglobulene blir mindre og de kan holdes emulgert i væsken. Da unngås separasjon av fett og vannfase i melken under oppbevaring (Belitz et al. 2009). Ved homogenisering vil stabiliteten til MFG øke og melken oppnår ønskede reologiske egenskaper (Walstra et al. 2006).

Homogenisering av melk fører til brudd i MFGM, og adsorpsjon av melkeproteiner som kaseinmiceller og myseproteiner til membranen (Cano-Ruiz & Richter 1997), som vist i figur 10. I homogenisert melk består derfor MFGM for det meste av fosfoproteinet kasein (Jensen et al. 1991).



**Figur 10.** En illustrasjon av oppbygningen av en homogenisert fettglobul i melk (Michalski et al. 2002).

Det er store ulikheter mellom homogeniserte melkefettglobuler og ikke-homogeniserte melkefettglobuler. Diameteren av MFGM og størrelsene på melkefettglobulene er betydelig mindre i homogenisert melk. Derimot er fettoverflatearealet av MFG større i homogenisert melk. Homogenisering fører til reduksjon av gjennomsnittlig globulstørrelse som igjen fører

## Introduksjon

til en strippet lipid-vann-grenseflate, altså deler av MFGM går tapt. MFG adsorberer da plasmaproteiner som myse og kasein og dette vil da øke fettoverflatearealet til globulen (Walstra et al. 2006). Tabell 2 sammenligner ulike egenskaper for homogeniserte og ikke-homogeniserte MFG.

*Tabell 2. En skjematisk fremstilling som viser ulikhetene i egenskapene til homogeniserte (H) og ikke-homogeniserte (N) fettglobuler i melk. Melkefettglobulmembranen (MFGM) omringer melkefettglobulene (MFG) (Walstra et al. 2006).*

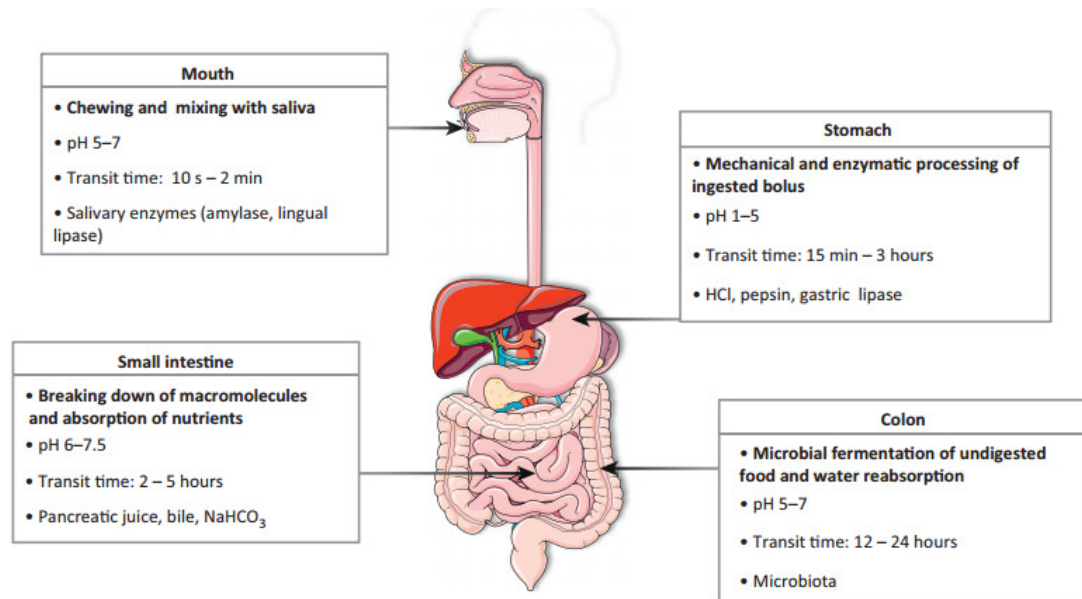
### **Sammenligning av de ulike egenskapene til fettglobuler i ikke-homogenisert, N, og homogenisert, H, kumelk**

<b>Egenskaper</b>	<b>N</b>	<b>H</b>
Gjennomsnittlig diameter ( $\mu\text{m}$ )	3-5	0,2-1
Overflateareal ( $\text{m}^2/\text{g}$ fett)	1,5-2,2	7-34
Naturlig MFGM (% av areal)	100	5-30
Forstyrrelser i MFG	mulig	$\ll$ N

## **1.5 Det menneskelige fordøyelsessystemet**

Menneskelig fordøyelse er en kompleks prosess hvor konsumert mat og væske brytes ned til næringsstoffer som benyttes i kroppen. Det er to hovedprosesser som foregår samtidig ved fordøyelse; 1) reduksjon av matpartiklene via mekanisk nedbryting, og 2) hydrolyse av makromolekyler til mindre bestanddeler via enzymatisk nedbryting. Den mekaniske nedbrytningen av mat foregår hovedsakelig i munn og mage, i form av tygging, svelging og emulgering. Det foregår også noe enzymatisk nedbrytning i munn ved hjelp av spyttzymer som amylase (bryter ned stivelse) og i magesekken ved hjelp av human magesaft (gastrisk lipase bryter ned noe TAG). Størsteparten av den enzymatiske nedbrytningen og absorpsjonen av næringsstoffer og vann foregår i tynn- og tykktarmen, som vist i figur 11 (Guerra et al. 2012).

## Introduksjon



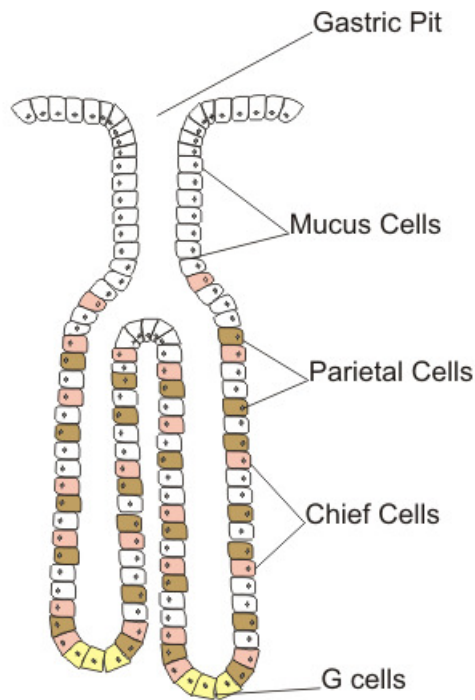
**Figur 11.** En illustrasjon av fordøyelsessystemet i den gastrointestinaletrakten, GIT, fra munn til endetarm (Guerra et al. 2012).

Inntak av mat stimulerer fordøyelsessystemet slik at ulike enzymer som er involvert i nedbrytning av protein, karbohydrat og lipid tilpasser seg forandringene i substratinntak. Et økt inntak av protein medfører da en forhøyet produksjon av proteolytiske enzymer fra bukspyttkjertelen (pankreas), mens et økt inntak av stivelse og lipider vil medføre en høyere produksjon av henholdsvis enzymene amylase og lipase (Boisen & Eggum 1991).

### 1.6 Fordøyelse av lipider

Lipidfordøyelse foregår i gastrointestinaletrakten (GIT, munn/mage/tarm-kanalen) og er delt i to hoveddeler; gastrisk fordøyelse (fordøyelse i magesekken) og duodenal fordøyelse (fordøyelse i tolvfingertarmen) (Armand 2007). Det kreves emulgering av konsumerte lipider før fordøyelse i GIT. Dette er fordi fordøyelsen skjer i vandig medium og lipider er uløselige i vann. Emulgering av lipider ved hjelp av gallsalter organiserer lipidene i form av små fettdråper (miceller) slik at det dannes en grenseflate mellom lipid- og vannfasen (lipid-vann-grenseflaten). En av de viktigste lipidklassene ved fordøyelse hos monogastriske dyr er triglyserider (Bauer et al. 2005).

## Introduksjon



**Figur 12.** En illustrasjon av den gastriske kjertelen, mucosa fundus, med plasseringen av chief cellene.

Fordøyelsen av TAG starter i magesekken og foregår på overflaten av lipid-vann-grenseflaten.

Fordøyelsen katalyseres av syrestabile lipaser som finnes i human magesaft (HGJ) ved pH 3-6. Disse lipasene kalles gastriske lipaser (HGL) (Gargouri et al. 1992) og dannes av de gastriske chief cellene i mucosa fundus i magesekken, som er vist i figur 12. Fordøyelsen av TAG skjer via hydrolyse av esterbindingen til glyserolstammen, og ved gastrisk lipolyse brytes TAG ned til FFA og DAG, men også noe 2-monoglyserid (2-MAG). Gastrisk lipolyse fører til hydrolyse av 5-40% av de konsumerte triglyseridene (Armand 2007). HGL katalyserer hydrolyse av kortkjedede så vel som langkjedede TAG (Gargouri et al. 1992).

Lipidfordøyelsen fortsetter i tolvfingertarmen (duodenum) ved hjelp av HGL og de humane pankreatiske lipasene (HPL). HPL inkluderer den

klassiske colipase-avhengige pankreatiske lipasen og de pankreatiske lipaserelaterte proteinene 1 og 2 (HPLRP1 og HPLRP2). Disse syntetiseres av de acinære cellene i bukspyttkjertelen og er mest aktive ved deres optimale pH på 8-9. HPL er avhengig av coenzymet colipase og HGL for optimal lipolyse og fordøyelse. Optimal lipolyse av TAG foregår i tolvfingertarmen ved en pH på omtrent 6, og fører til dannelsen av 2-MAG og FFA (Armand 2007). Lipolyse gir mer polare derivater av lipidene som har høyere grad av interaksjon med vann. Upolare kolesterolestere omdannes til polare amfipatiske forbindelser og fosfolipider hydrolyseres til lysosofolipider. Resten av lipidene er løselige amfipatiske forbindelser som danner micellære løsninger (Bauer et al. 2005). HGL står for 7,5% av den duodenale lipolysen av TAG (Armand 2007; Carriere et al. 1993), mens HPL er ansvarlig for 40-70% av den duodenale TAG lipolysen (Armand 2007).

Enzymene som bryter ned fosfolipidene kalles fosfolipaser og produseres i bukspyttkjertelen. Det er pankreatisk fosfolipase A2 (PLA2) som utfører hoveddelen av fosfolipidnedbrytningen i tolvfingertarmen (Cohn et al. 2010).

## Introduksjon

Etter fordøyelse vil hydrolyseproduktene av TAG (FFA og 2-MAG) forlate overflaten av fettdråpen og inkorporeres i en fosfolipid- eller gallesaltstruktur som multi- eller unilamellar vesikkel og absorberes av tarmcellene (Bauer et al. 2005). I tarmcellene syntetiseres nye TAG-molekyler som transporteres via lipoproteiner til ulike organer (Armand 2007). Hele lipidfordøyelsen er enkelt fremstilt i figur 13.

### 1) Emulgering

### 2) Enzymatisk hydrolyse

#### Magesekken

HGL hydrolyserer 5-40% TAG

#### Tolvfingertarmen

HGL hydrolyserer 7,5% TAG

HPL-CLP hydrolyserer 40-70% TAG

HPLRP1: ingen aktivitet (?)

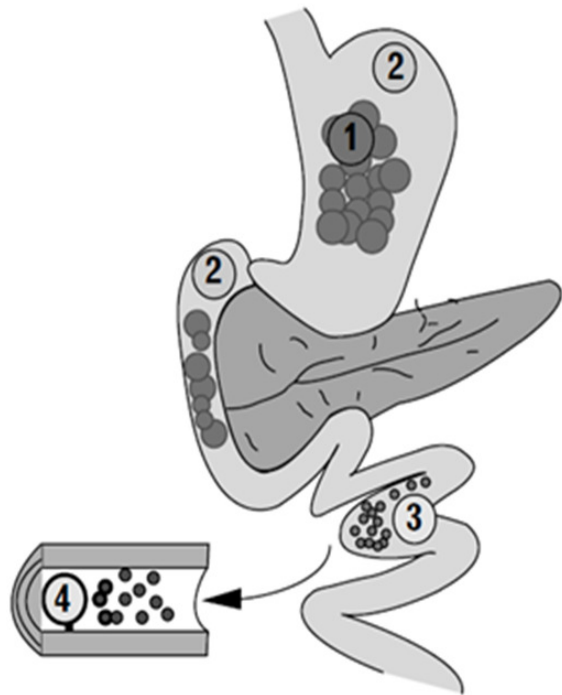
HPLRP2: aktive på TAG ved lave

BS konsentrasjoner

### 3) FFA og 2-MAG i miceller

(BS miceller, vesikler)

### 4) Transport (via lipoproteiner)



**Figur 13.** En illustrasjon av fordøyelsen i gastrointestinaletrakten (GIT) delt i fire trinn; 1) Emulgering av lipidene, 2) Enzymatisk hydrolyse i a) magesekken ved hjelp av gastrisk lipase (HGL), og b) tolvfingertarmen (duodenum) ved hjelp av pankreatiske lipaser (HPL) 3), micelleløsning av frie fettsyrer (FFA) og 2-monoglyserid (2-MAG) og 4) transport av fettsyrer ut av GIT ved hjelp av lipoproteiner.

## 1.7 In vitro og ex vivo fordøyelsesmodeller

Informasjon om fordøyelse av ulike næringsstoffer er svært viktig ved bestemmelse av næringskvalitet på mat. Eksperimentelt er dette både komplisert og dyrt å gjennomføre *in vivo*. Derfor er det lagt mye arbeid i å utvikle metoder for *in vitro* prosedyrer, altså å simulere *in vivo* situasjoner utenfor organismen (Boisen & Eggum 1991).

## Introduksjon

*In vitro* og *ex vivo* fordøyelsesmodeller etterligner de fysiologiske prosessene ved fordøyelse utenfor organismen. Modellene er mer kontrollerte enn ved fordøyelseeksperimenter *in vivo*. Fleksibilitet, nøyaktighet og reproduserbarhet er krav til *in vitro* og *ex vivo* modeller. De inkluderer derimot ikke alle faktorer ved fordøyelse *in vivo*, som feedbackmekanismer, mikrobiota, immunsystemet og hormonelle kontrollsystemer (Guerra et al. 2012).

I *in vitro* fordøyelsesmodeller brukes kunstige/kommersielle enzymer som har de samme egenskapene og spesifikasjonene som de enzymene som forekommer i fordøyelsessystemet (Boisen & Eggum 1991). Derimot, ved *ex vivo* fordøyelsesmodeller brukes faktisk organisk vev eller væske fra fordøyelsessystemet, som for eksempel human magesaft og tolvfingertarmsaft, til det eksperimentelle arbeidet.



## 2. Materialer og metoder

### 2.1 Materialer

#### 2.1.1 Humane fordøyelsesenzymmer

Humane fordøyelsesenzymmer ble anskaffet ved aspirasjon av magesaft og tolvfingertarmsaft fra frivillige utført ved Lovisenberg Diakonale sykehus (Oslo, Norge). Prosedyren som beskrevet av Holm et al. (1988) og bruken av slike enzymer er godkjent av den forskningsetiske komité. Pepsinaktivitet i HGJ, lipaseaktivitet i HDJ, total mengde galledalter i HDJ og total proteolytisk aktivitet i HDJ ble målt i følge Ulleberg et al. (2011). Omtrent 50 mL av HGJ 14.10.2013 batch (fra 5 personer mellom 20 og 30 år) og 50 mL av HDJ 22.11.2012 batch (fra 6 personer mellom 20 og 40 år) ble brukt i denne oppgaven.

#### 2.1.2 Gårdsmelk og homogenisert helmelk fra ku

Til denne oppgaven ble det benyttet fersk, ubehandlet gårdsmelk oppbevart ved 4 °C på gårdstank fra Instituttet for husdyr- og akvakulturvitenskap ved NMBU og lavpasteurisert, homogenisert helmelk fra Q-meieriene (Norge). Fettprosenten i gårdsmelken og den homogeniserte helmelken ble bestemt ved Gerbers metode som beskrevet av (James 1995). Kjeldahlsmetode ble benyttet ved bestemmelse av proteinprosent i følge IDF Standard 20B (Federation 1993).

#### 2.1.3 Løsninger

Alle organiske løsemidler var av Chromasolv kvalitet og levert av Sigma Aldrich Chemie GmbH, Steinheim, Tyskland.

#### *Internstandarder og eksternstandard*

Til identifisering av FAME ble det brukt en 37-komponents blanding av fettsyremetylestere (Food Industry Fame Mix, Restek, Bellefonte, PA, USA). Internstandarder ble tilsatt for senere å kunne korrigere for tap av analytt under prøveopparbeidingen. Internstandardene var C11:0 og C19:0 fettsyrer; triunadecanoin, trinonadecanoin, undacanoic acid, nonadecanoic acid og 1,2-dinonadecanoyl-sn-glycero-3-fosfatidylcholine (Larodan AB, Malmö, Sverige). Internstandardene ble løst i kloroform med konsentrasjoner gitt i tabell V.1 i vedlegg.

#### *Folch's løsning*

Folch's løsning ble laget ved å blande kloroform og metanol i forholdet 2:1.

### ***Natriummetanolat***

Natrium-metanolat løsningen ble laget ved å løse metallisk natrium (Purum, Merck, Darmstadt, Tyskland) i metanol til en konsentrasjon på 3,3 mg/mL.

## **2.2 Metoder**

### **2.2.1 *Ex vivo* fordøyelse**

En modifisert statisk *ex vivo* fordøyelsesprosedyre beskrevet i Almaas et al. (2006) og videreutviklet av Devle et al. (2014), ble utført i to trinn ved bruk av human magesaft og tolvfingertarmsaft. Denne modellen er ment å simulere fordøyelse av kumelk i mage og i tolvfingertarm.

Fem rør med kork ble tilsatt 1 mL kumelk av enten gårdsmelk eller homogenisert helmelk før start av fordøyelsen. Den gastriske fasen av fordøyelsen bestod av en tottrinns pH-reduksjon av kumelk, som tilsammen varte i 40 min ved 37 °C. I første trinn ble melkens pH redusert fra 6,7 til pH 5,0 ved å tilsette 4 M HCl (Ph Eur. Fuming 37%, 12,1 M, Fluka analytical, Sigma Aldrich Chemie GmbH, Steinheim, Tyskland). Deretter ble det tilsatt 0,5 mL HGJ (26,65 U/mL pepsinaktivitet) og rørene ble inkubert i et varmeskap ved 37 °C og magnetrører (200 rpm) i 20 min. I andre trinn ble pH redusert til pH 2,5 ved ytterligere tilsetning av 4 M HCl og videre inkubering i varmeskap i 20 min. Etter totalt 40 min HGJ-fordøyelse ble ett av de fem rørene tatt ut og satt på is for å stoppe videre enzymaktivitet.

For å etterligne fordøyelse i tolvfingertarmen ble de resterende fire rørene tilsatt 6 M NaOH (assay min. 99%, VWR International, Leuven, Belgia) for å nå en pH på 7,0. Deretter ble det tilsatt 1,0 mL HDJ (18,1 U/mL proteolytiskaktivitet, 1127,6 U/mL lipaseaktivitet og 2880 µmol/L total gallesalt) og rørene ble satt tilbake i varmeskapet ved 37 °C med magnetrører (200 rpm). De eksakte volumene av 4 M HCl og 6 M NaOH tilsatt i fordøyelsessimuleringen er oppført i tabell V.3 i vedlegg. Ett og ett rør ble tatt ut ved fire ulike tidspunkter; etter 15 min, 30 min, 60 min og 90 min duodenal fordøyelse. Alle fordøyelsesforsøk ble utført i triplikater for hver melkesort. Det ble også gjort kontrollforsøk der kontrollprøvene gjennomgikk den samme fordøyelsesmetoden, men disse ble tilsatt destillert vann i stedet for HGJ og HDJ. Kontrollprøvene ble utført i duplikater for hver melkesort.

## Materialer og metoder

20 mL Folch's løsning ble tilsatt alle prøvene direkte etter fordøyelse for å stoppe videre lipolyse. Prøvene ble lagret ved -20 °C før ekstraksjon av lipider og analyse av FAME med gasskromatografi-massespektrometri (GC-MS).

### **2.2.2 Ekstraksjon av lipider**

Det ble benyttet en modifisert Folch's metode (Folch et al. 1957) for ekstrahering av lipider fra fordøyde og ufordøyde prøver. Prøvene ble oppbevart i sentrifugerør og var tilsatt 20 mL Folch's løsning for homogenisering. Det ble så tilsatt internstandarder etter volumene i tabell V.2. Prøvene ble deretter ristet horisontalt i 20 min på et ristebord (Biosan Ltd., PSU 10i, Riga, Latvia) ved 350 rpm og romtemperatur.

Prøveløsningen ble vasket med 4 mL 0,9% NaCl-løsning og ble sentrifugert ved 2000 rpm i 10 min (Beckman Coulter, Allegra 25R Centifuge, TS-5.1-500 rotor head) for å separere de to fasene. Den organiske fasen ble overført til 20 mL reagensrør (Büchi 20 x 150 mm, Flawil, Sveits) ved å først fjerne den vandige fasen med bruk av vannstrålevakuum. Deretter ble alle prøvene dampet inn ved 40 °C og et trykk på 207 mbar på en rotavapor (Büchi Syncore Polyvap, Flawil, Sveits). Lipidene ble reoppløst i 1 mL kloroform og overført til GC-prøveglass før fast-fase-ekstraksjon (SPE).

### **2.2.3 Fast-fase-ekstraksjon med SPE-robot**

En SPE-robot (Gilson, GX-274 ASPEC, Middleton, WI, USA) med en løsemiddelshastighet på 1,0 mL/min ble benyttet til fast-fase-ekstraksjon. Av lipidprøvene ble 500 µL applisert på SPE-kolonnene (Chromabond NH<sub>2</sub>, propylene, Macherey-Nagel, 500 mg, 3 mL, Düren, Tyskland). Disse var prekondisjonert med 7,5 mL heksan. De nøytrale lipidene ble eluert ut med 5 mL kloroform, de frie fettsyrene med en løsning av 5 mL dietyleter:etansyre (98%:2% forhold) og fosfolipidene med 5 mL metanol. Alle elueringene ble overført til reagensrør (Duran 12 x 100 mm, Mainz, Tyskland) og inndampet med nitrogengass (5.0, AGA, Oslo, Norge) ved 40 °C.

### **2.2.4 Dannelse av fettsyremetylestere, FAME**

Dannelse av fettsyremetylestere før analyse med GC-MS, ble utført i følge Devle et al. (2014).

### ***Basekatalysert omestring***

2,0 mL heksan ble tilsatt de nøytrale lipidene etter inndampingen for å reløse lipidene. 1,5 mL natriummetanolat løsning ble så tilsatt hvert prøverør. De nøytrale lipidprøvene ble plassert

## Materialer og metoder

horisontalt på et ristebord (Biosan Ltd., PSU 10i) ved 350 rpm i 30 min. Etter ristingen ble prøvene satt vertikalt i 10 min for at fasene skulle separeres. Heksanfasen ble så overført til GC-prøveglass og lagret ved -20 °C for senere analyse med GC-MS.

### ***Syrekatalysert forestring og omestring***

1 mL av et bortrifluorid-metanol kompleks (BF<sub>3</sub>-MeOH, 14%, Aldrich) ble tilført de frie fettsyreprøvene og fosfolipidprøvene. De frie fettsyreprøvene ble så varmet på vannbad ved 70 °C i 5 min, mens fosfolipidprøvene ble varmet i 90 min ved 100 °C. Etter tilsetning av 1 mL heksan til alle prøvene, ble de mikset og etter en stund separert i to faser. Heksanfasen ble overført til GC-prøveglass og lagret ved -20 °C for senere analyse med GC-MS.

### **2.2.5 Eksperimentelle parametere for GC-MS**

Analyse av fettsyremetylestere ble utført i følge Devle et al. (2012) på en Agilent 6890 Series gaskromatograf (Agilent Technology, Wilmington, DE, USA) koblet til en Autospec Ultima GC-MS (Micromass Ltd. Manchester, England) med programmet MassLynx V4.0.

Massespektrometeret var et trippelsektor instrument, elektrostatiske filter-magnet-elektrostatiske filter (EBE), med en oppløsning satt på 1200 og et masseområde på 40 til 600 m/z.

Instrumentet var satt i full skann modus og utstyrt med en elektronionisasjonskilde (EI-ionekilde). EI-ioneilden produserte 70eV og hadde en akselerasjonsspennning på 8 kV. Skanntiden var 0,3 sekunder og ventetiden mellom hver skann var 0,2 sekunder.

Kolonnen brukt i gaskromatografen var en 50 m CP-Sil 88 kapillær WCOT fused silica kolonne fra Agilent J&W med ID 0,25 mm og 0,2 µm filmtykkelse (Varian, Middelburgh, Nederland). Bæregassen som ble brukt var Helium (6.0, AGA, Norge) og hadde en konstant flow på 1 mL/min. Det ble brukt en splitt injektor med en split ratio på 10:1 og en injektortemperatur på 245 °C. Injeksjonsvolumet var 1µL.

Temperaturprogrammet til GC-ovnen var programmert fra en starttemperatur på 65 °C (3 min) til 155 °C (13 min) med en gradient på 40 °C/min, deretter økte temperaturen igjen til 160 °C (15 min) med en gradient på 2,0 °C/min, så med 3,0 °C/min ble temperaturen økt til 230 °C (2,50 min) og til slutt økte temperaturen til 240 °C ved 50 °C/min og holdt i 0,5 min. Den samlede analysetiden per prøve med GC-MS var på 62,28 min.

Identifisering av de ulike FAME ble utført ved sammenligning av retensjonstider med eksternt standard og søk i MS-biblioteket (NIST MS Search 2.0). Internstandarder fra tabell V.1 i vedlegg ble også brukt for identifikasjon av FAME og for å korrigere for mengde tapt

## Materialer og metoder

analytt gjennom prøveopparbeidingen. Relative responsfaktorer, vist i tabell V.4 i vedlegg, ble brukt til å kvantitere fettsyrene som beskrevet av Devle et al. (2009). "Limit of detection" (LOD) og "limit of quantitation" (LOQ) av fettsyremetylerene i full skann modus for denne GC-MS analysemetoden ble publisert av Devle et al. (2009), hvor LOD-verdiene var 3,8-24,2 ng/mL og LOQ-verdiene var 13,0-80,7 ng/mL.

### 3. Resultater

Lipider i fersk, ubehandlet gårdsmelk og i pasteurisert, homogenisert helmelk fra ku ble fordøyd i en statistisk *ex vivo* fordøyelsesmodell. Det ble målt 4,4% total mengde fett i gårdsmelken, mens den homogeniserte helmelken inneholdt 4,1% fett før fordøyelse. Mengde protein i kumelken ble funnet å være 3,3% i gårdsmelk og 3,4% i homogenisert helmelk.

Lipidene fra gårdsmelk og homogenisert helmelk ble ekstrahert i tre ulike fraksjoner; nøytrale lipider, frie fettsyrer og fosfolipider. Deretter ble disse fraksjonene derivatisert til fettsyremetylestere før analyse med GC-MS. Arealene av signalene i kromatogrammene av de ulike FAME ( $A_{(FAME)}$ ) og relative responsfaktorer ( $RRF_{(FAME)}$ ) ble benyttet for å kvantifisere de ulike FA, ved hjelp av ligning 1:

$$C_{(FAME)} = A_{(FAME)} * C_{(IS)} / A_{(IS)} * RRF_{(FAME)} \quad (1)$$

$C_{(IS)}$  står for konsentrasjon av internstandard og  $A_{(IS)}$  er areal av internstandard. Disse verdiene ble benyttet for å korrigere for tap av analytt underveis i prøveopparbeidingen.

Tabell V.5 til V.34 i vedlegg viser konsentrasjon og mengde FA i alle de ulike fordøyelsesfraksjonene og i de ufordøyde prøvene (kontrollprøvene) fra gårdsmelk og homogenisert helmelk. Alle konsentrasjonene av de ulike FAME som ble detektert i NL, FFA og PL-fraksjonene var over LOD og LOQ for GC-MS analysemetoden benyttet i denne oppgaven.

#### 3.1 Lipidfraksjonene av de ufordøyde prøvene (kontrollprøvene)

Begge kumelksortene bestod av 97-99% nøytrale lipider, 1,2-2,0% frie fettsyrer og 0,2-0,6% fosfolipider før fordøyelse, se tabell V.41 i vedlegg. I tabell 3 er fettsyresammensetningen i de ufordøyde gårdsmelkprøvene og homogeniserte helmelkprøvene presentert med mengde FA for de ulike fraksjonene av nøytrale lipider, frie fettsyrer og fosfolipider, samt sum av SFA og sum av UFA. Dataene er beregnet ut i fra 10 paralleller av de ufordøyde prøvene (kontrollprøvene) fra hver av de to melkesortene listet i tabell V.35 til V.40 i vedlegg.

Resultater

**Tabell 3.** Gjennomsnitt av mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik for alle fettsyrene (FA) identifisert i de ulike lipidfraksjonene; nøytrale lipider (NL), frie fettsyrer (FFA) og fosfolipider (PL), fra 10 paralleller av de ufordøyde prøvene (kontrollprøvene) av gårdsmelk og homogenisert helmelk. Sum av mettede fettsyrer ( $\Sigma\text{SFA}$ ) og sum av umettede fettsyrer ( $\Sigma\text{UFA}$ ) er gitt med  $\pm$  midlere standardavvik.

FA	Mengde homogenisert helmelk ( $\mu\text{g}$ )			Mengde gårdsmelk ( $\mu\text{g}$ )		
	NL	FFA	PL	NL	FFA	PL
<b>C4:0</b>	304 $\pm$ 25	nd <sup>1</sup>	nd	444 $\pm$ 191	nd	nd
<b>C6:0</b>	379 $\pm$ 27	2,1 $\pm$ 0,3	nd	524 $\pm$ 256	3,0 $\pm$ 1,2	nd
<b>C8:0</b>	324 $\pm$ 20	2,7 $\pm$ 0,4	nd	445 $\pm$ 198	1,9 $\pm$ 0,7	nd
<b>C10:0</b>	867 $\pm$ 22	8,6 $\pm$ 1,1	0,4 $\pm$ 0,1	1174 $\pm$ 370	9,5 $\pm$ 1,7	0,3 $\pm$ 0,0
<b>C11:0</b>	IS <sup>2</sup>	IS	1,0 $\pm$ 0,3	IS	IS	0,4 $\pm$ 0,1
<b>C12:0</b>	1191 $\pm$ 42	26,3 $\pm$ 3,7	0,8 $\pm$ 0,3	1647 $\pm$ 591	24,3 $\pm$ 6,2	0,6 $\pm$ 0,2
<b>C13:0</b>	49,2 $\pm$ 4,0	1,6 $\pm$ 0,3	nd	43,2 $\pm$ 9,2	1,6 $\pm$ 0,4	nd
<b>C14:0</b>	4053 $\pm$ 23	86,0 $\pm$ 12,9	5,8 $\pm$ 1,1	5696 $\pm$ 1875	72,1 $\pm$ 14,1	3,4 $\pm$ 1,1
<b>C15:0 iso</b>	35,8 $\pm$ 1,4	0,5 $\pm$ 0,1	nd	65,4 $\pm$ 22,3	0,5 $\pm$ 0,1	nd
<b>C15:0 anteiso</b>	74,0 $\pm$ 3,8	0,8 $\pm$ 0,2	nd	111 $\pm$ 37	0,7 $\pm$ 0,1	nd
<b>C15:0</b>	195 $\pm$ 11	1,6 $\pm$ 0,3	0,8 $\pm$ 0,1	291 $\pm$ 90	1,6 $\pm$ 0,3	0,4 $\pm$ 0,1
<b>C16:0 iso</b>	106 $\pm$ 9	1,7 $\pm$ 0,2	nd	119 $\pm$ 60	1,2 $\pm$ 0,3	nd
<b>C16:0</b>	14093 $\pm$ 690	300 $\pm$ 44	39,7 $\pm$ 3,7	19541 $\pm$ 7004	251 $\pm$ 35	23,5 $\pm$ 5,4
<b>C17:0 iso</b>	56,8 $\pm$ 5,4	0,4 $\pm$ 0,1	nd	88,4 $\pm$ 27,2	0,4 $\pm$ 0,1	nd
<b>C17:0</b>	97,0 $\pm$ 5,5	0,7 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1	137 $\pm$ 52	0,8 $\pm$ 0,2	0,3 $\pm$ 0,1
<b>C18:0</b>	2821 $\pm$ 127	21,1 $\pm$ 2,7	14,7 $\pm$ 1,1	5482 $\pm$ 2253	32,2 $\pm$ 7,6	10,9 $\pm$ 2,0
<b>C20:0</b>	31,4 $\pm$ 6,9	nd	nd	54,4 $\pm$ 21,7	nd	nd
<b>C22:0</b>	nd	nd	3,7 $\pm$ 0,6	nd	nd	2,1 $\pm$ 0,5
<b>C23:0</b>	nd	nd	3,6 $\pm$ 0,6	nd	nd	2,0 $\pm$ 0,3
<b>C24:0</b>	nd	nd	2,9 $\pm$ 0,3	nd	nd	1,4 $\pm$ 0,2
<b><math>\Sigma\text{SFA}</math></b>	<b>24677 <math>\pm</math> 77</b>	<b>454 <math>\pm</math> 5</b>	<b>73,9 <math>\pm</math> 0,7</b>	<b>35863 <math>\pm</math> 816</b>	<b>401 <math>\pm</math> 5</b>	<b>45,3 <math>\pm</math> 1,0</b>
<b>C14:1 c-5</b>	130 $\pm$ 6	1,4 $\pm$ 0,2	nd	209 $\pm$ 70	2,0 $\pm$ 0,6	nd
<b>C16:1 c-7</b>	266 $\pm$ 10	3,4 $\pm$ 0,4	1,0 $\pm$ 0,1	349 $\pm$ 136	2,9 $\pm$ 0,8	0,6 $\pm$ 0,1
<b>C18:1 t-9</b>	321 $\pm$ 21	1,7 $\pm$ 0,3	nd	609 $\pm$ 223	2,1 $\pm$ 0,4	nd
<b>C18:1 c-9</b>	5628 $\pm$ 252	63,6 $\pm$ 7,5	41,2 $\pm$ 2,3	8543 $\pm$ 2647	67,1 $\pm$ 17,0	26,4 $\pm$ 8,3
<b>C18:2 c-9, t-12</b>	315 $\pm$ 17	3,4 $\pm$ 0,5	7,1 $\pm$ 0,7	319 $\pm$ 130	2,0 $\pm$ 0,4	2,7 $\pm$ 1,0
<b>C18:3 c-9-12-15</b>	57,2 $\pm$ 4,9	nd	nd	77,6 $\pm$ 34,7	nd	nd
<b>C18:2 c-9, t-11</b>	80,7 $\pm$ 5,0	nd	nd	133 $\pm$ 75	nd	nd
<b><math>\Sigma\text{UFA}</math></b>	<b>6798 <math>\pm</math> 81</b>	<b>73,4 <math>\pm</math> 1,8</b>	<b>49,3 <math>\pm</math> 1,1</b>	<b>10240 <math>\pm</math> 474</b>	<b>76,0 <math>\pm</math> 3,8</b>	<b>29,8 <math>\pm</math> 3,1</b>

<sup>1)</sup> nd: "not detected. <sup>2)</sup> IS: internstandard.

## Resultater

Dataene i tabell 3 påviste et høyere innhold av lipider i gårdsmelken enn i den homogeniserte helmelken. Det var 0,3% mer lipider i gårdsmelken i følge bestemmelsen av fettprosent ved Gerbers metode. Standardavviket for de nøytrale lipidene i gårdsmelken var større enn for den homogeniserte helmelken, hvilket gir dårligere nøyaktighet i resultatene for gårdsmelken.

### **3.2 Lipidfraksjonene av ubehandlet gårdsmelk**

Ved bruk av *ex vivo* fordøyelsesmodellen ble det opparbeidet 5 prøver av hver melkesort. En prøve gjennomgikk 40 minutters gastrisk fordøyelse med HGJ, mens de fire neste gjennomgikk henholdsvis 15, 30, 60 og 90 minutters duodenal fordøyelse med HDJ. I tabell 4 er mengde nøytrale lipider i de fordøyde prøvene fra gårdsmelk listet, samt % lipolyse av de ulike FA i de nøytrale lipidfraksjonene etter fordøyelse. Sum av mettede fettsyrer og sum av umettede fettsyrer for de ulike fordøyelsesfraksjonene av NL er også gitt i tabellen.



## Resultater

**Tabell 4.** Mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik av de ulike fettsyrene (FA) i de nøytrale lipidfraksjonene (NL) ved 40 minutters gastrisk fordøyelse (HGJ 40) og duodenal fordøyelse etter 15 min (HDJ 15), 30 min (HDJ 30), 60 min (HDJ 60) og 90 min (HDJ 90) i gårdsmelk. Tre prøvereplikater ble benyttet. Lipolyse av de ulike fettsyrene (FA) er gitt i %. Sum av mettede fettsyrer ( $\Sigma\text{SFA}$ ) og sum av umettede fettsyrer ( $\Sigma\text{UFA}$ ) er gitt med  $\pm$  midlere standardavvik.

Gårdsmelk NL						
FA	HGJ <sup>1</sup> 40 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ <sup>2</sup> 15 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 ( $\mu\text{g}$ )	Lipolyse (%)
<b>C4:0</b>	364 $\pm$ 20	224 $\pm$ 29	179 $\pm$ 18	134 $\pm$ 6	87,0 $\pm$ 3,7	80
<b>C6:0</b>	419 $\pm$ 1	277 $\pm$ 15	231 $\pm$ 17	178 $\pm$ 0	127 $\pm$ 5	76
<b>C8:0</b>	344 $\pm$ 18	214 $\pm$ 4	191 $\pm$ 1	163 $\pm$ 3	135 $\pm$ 10	70
<b>C10:0</b>	883 $\pm$ 21	673 $\pm$ 20	622 $\pm$ 2	593 $\pm$ 1	555 $\pm$ 35	53
<b>C12:0</b>	1279 $\pm$ 68	993 $\pm$ 18	924 $\pm$ 11	882 $\pm$ 22	924 $\pm$ 138	44
<b>C13:0</b>	49,1 $\pm$ 7,3	33,8 $\pm$ 0,2	31,5 $\pm$ 1,8	29,8 $\pm$ 0,1	31,4 $\pm$ 7,1	27
<b>C14:0</b>	4638 $\pm$ 9	3645 $\pm$ 187	3481 $\pm$ 250	3370 $\pm$ 299	3767 $\pm$ 703	34
<b>C15:0 iso</b>	36,3 $\pm$ 8,3	28,3 $\pm$ 4,4	25,9 $\pm$ 4,4	24,7 $\pm$ 3,1	26,7 $\pm$ 3,9	59
<b>C15:0 anteiso</b>	62,4 $\pm$ 11,1	48,7 $\pm$ 6,9	45,4 $\pm$ 7,2	43,6 $\pm$ 5,4	46,9 $\pm$ 6,1	58
<b>C15:0</b>	170 $\pm$ 25	123 $\pm$ 16	113 $\pm$ 13	107 $\pm$ 11	113 $\pm$ 14	61
<b>C16:0 iso</b>	98,1 $\pm$ 5,3	64,1 $\pm$ 5,0	63,2 $\pm$ 9,0	58,8 $\pm$ 2,5	59,8 $\pm$ 10,9	50
<b>C16:0</b>	15611 $\pm$ 427	11828 $\pm$ 391	11195 $\pm$ 635	10792 $\pm$ 913	11853 $\pm$ 2261	39
<b>C17:0 iso</b>	51,9 $\pm$ 3,4	39,6 $\pm$ 0,6	36,3 $\pm$ 1,2	34,8 $\pm$ 2,7	37,0 $\pm$ 5,6	58
<b>C17:0</b>	75,7 $\pm$ 21,0	54,4 $\pm$ 11,2	54,1 $\pm$ 4,1	47,0 $\pm$ 8,6	46,3 $\pm$ 0,6	66
<b>C18:0</b>	3083 $\pm$ 243	2237 $\pm$ 210	2002 $\pm$ 102	1852 $\pm$ 164	1799 $\pm$ 157	67
<b>C20:0</b>	29,0 $\pm$ 6,0	19,2 $\pm$ 1,8	18,5 $\pm$ 2,4	14,9 $\pm$ 1,6	14,1 $\pm$ 1,6	74
<b><math>\Sigma\text{SFA}</math></b>	<b>27193 <math>\pm</math> 61</b>	<b>20503 <math>\pm</math> 58</b>	<b>19213 <math>\pm</math> 67</b>	<b>18324 <math>\pm</math> 90</b>	<b>19622 <math>\pm</math> 210</b>	<b>57</b>
<b>C14:1 c-5</b>	120 $\pm$ 23	85,0 $\pm$ 12,7	80,0 $\pm$ 11,7	75,9 $\pm$ 5,7	81,7 $\pm$ 8,8	61
<b>C16:1 c-7</b>	239 $\pm$ 4	170 $\pm$ 20	161 $\pm$ 19	156 $\pm$ 28	184 $\pm$ 41	47
<b>C18:1 t-9</b>	349 $\pm$ 95	260 $\pm$ 49	236 $\pm$ 49	220 $\pm$ 31	214 $\pm$ 1	65
<b>C18:1 c-9</b>	5250 $\pm$ 491	3789 $\pm$ 236	3569 $\pm$ 221	3331 $\pm$ 19	3510 $\pm$ 687	59
<b>C18:2 c-9, t-12</b>	186 $\pm$ 54	159 $\pm$ 32	157 $\pm$ 27	154 $\pm$ 11	167 $\pm$ 19	48
<b>C18:3 c-9-12-15</b>	62,0 $\pm$ 5,2	30,0 $\pm$ 9,2	28,6 $\pm$ 10,3	25,9 $\pm$ 7,0	27,3 $\pm$ 1,4	65
<b>C18:2 c-9, t-11</b>	107 $\pm$ 2	53,6 $\pm$ 15,5	51,4 $\pm$ 16,8	47,1 $\pm$ 9,7	48,1 $\pm$ 0,2	64
<b><math>\Sigma\text{UFA}</math></b>	<b>6313 <math>\pm</math> 96</b>	<b>4546 <math>\pm</math> 53</b>	<b>4283 <math>\pm</math> 51</b>	<b>4009 <math>\pm</math> 16</b>	<b>4232 <math>\pm</math> 108</b>	<b>58</b>

<sup>1)</sup> HGJ: human magesaft. <sup>2)</sup> HDJ: human tolvfingertarmsaft.

## Resultater

Dataene i tabell 4 viste en tydelig nedgang i mengde nøytrale lipider fra gastrisk fordøyelse (HGJ 40) til duodenal fordøyelse, både for SFA og UFA, i gårdsmelk. Etter allerede 15 minutters duodenal lipolyse var 49% SFA og 56% UFA nedbrutt. Total lipolyse (etter 90 minutters duodenal fordøyelse) av SFA var 57 %, mens av UFA var total lipolyse 58%. Total lipolyse av UFA og SFA fra NL-fraksjonene i gårdsmelk var sammenlagt 58%.

Gjennomsnittlig total lipolyse av de kortkjededede fettsyrene (SCFA, kortere karbonkjede enn C10) var 75%. De mediumkjededede fettsyrene (MCFA, karbonkjede C10-C16) ga en gjennomsnittlig total lipolyse på 48%, mens de langkjededede fettsyrene (LCFA, karbonkjede lengre enn C17) ga en gjennomsnittlig total lipolyse på 63%. De mest fordøyde fettsyrene i NL-fraksjonen fra gårdsmelk var de kortkjededede, C4:0, C6:0 og C8:0 med henholdsvis 80%, 76% og 70% total lipolyse. C13:0, C14:0 og C16:0 hadde de laveste verdiene for total lipolyse med henholdsvis 27%, 34% og 39%.

Mengden av alle de ulike fettsyrene i de fordøyde fraksjonene av FFA fra gårdsmelk er listet i tabell 5, samt sum av SFA og sum av UFA for de ulike fordøyelsesfraksjonene av FFA i gårdsmelk.

## Resultater

**Tabell 5.** Mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik av de ulike fettsyrene (FA) i de frie fettsyrefraksjonene (FFA) ved 40 minutters gastrisk fordøyelse (HGJ 40) og duodenal fordøyelse etter 15 min (HDJ 15), 30 min (HDJ 30), 60 min (HDJ 60) og 90 min (HDJ 90) i gårdsmelk. Tre prøvereplikater ble benyttet. Sum av mettede fettsyrer ( $\Sigma\text{SFA}$ ) og sum av umettede fettsyrer ( $\Sigma\text{UFA}$ ) er gitt med  $\pm$  midlere standardavvik.

<b>Gårdsmelk FFA</b>					
<b>FA</b>	<b>HGJ<sup>1</sup> 40</b> <b>(<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>HDJ<sup>2</sup> 15</b> <b>(<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>HDJ 30</b> <b>(<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>HDJ 60</b> <b>(<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>HDJ 90</b> <b>(<math>\mu\text{g}</math>)</b>
<b>C6:0</b>	2,5 $\pm$ 1,8	14,9 $\pm$ 3,2	17,1 $\pm$ 7,9	24,7 $\pm$ 1,9	60,4 $\pm$ 3,5
<b>C8:0</b>	2,0 $\pm$ 1,3	60,3 $\pm$ 7,4	58,6 $\pm$ 12,1	102 $\pm$ 15	108 $\pm$ 5
<b>C10:0</b>	5,9 $\pm$ 0,1	296 $\pm$ 20	336 $\pm$ 24	360 $\pm$ 16	456 $\pm$ 51
<b>C12:0</b>	12,5 $\pm$ 1,6	441 $\pm$ 34	511 $\pm$ 18	543 $\pm$ 13	633 $\pm$ 42
<b>C13:0</b>	0,6 $\pm$ 0,5	15,3 $\pm$ 1,3	17,0 $\pm$ 0,9	20,8 $\pm$ 1,4	23,5 $\pm$ 0,6
<b>C14:0</b>	27,3 $\pm$ 11,7	1491 $\pm$ 146	1800 $\pm$ 132	2021 $\pm$ 154	2123 $\pm$ 80
<b>C15:0 iso</b>	0,5 $\pm$ 0,3	12,0 $\pm$ 4,1	15,3 $\pm$ 1,5	10,7 $\pm$ 0,7	18,0 $\pm$ 4,1
<b>C15:0 anteiso</b>	0,6 $\pm$ 0,2	20,1 $\pm$ 8,1	24,5 $\pm$ 1,6	16,7 $\pm$ 0,9	28,8 $\pm$ 6,4
<b>C15:0</b>	1,4 $\pm$ 0,7	68,2 $\pm$ 26,8	82,7 $\pm$ 2,5	54,4 $\pm$ 2,8	91,5 $\pm$ 23,2
<b>C16:0 iso</b>	0,6 $\pm$ 0,3	19,6 $\pm$ 1,0	25,1 $\pm$ 1,2	32,6 $\pm$ 3,0	38,3 $\pm$ 0,5
<b>C16:0</b>	194 $\pm$ 79	5323 $\pm$ 395	6337 $\pm$ 300	7198 $\pm$ 703	7666 $\pm$ 440
<b>C17:0 iso</b>	0,4 $\pm$ 0,2	17,4 $\pm$ 4,9	21,9 $\pm$ 0,8	20,8 $\pm$ 8,2	26,8 $\pm$ 8,8
<b>C17:0</b>	1,1 $\pm$ 0,3	29,6 $\pm$ 13,0	37,5 $\pm$ 2,5	24,9 $\pm$ 1,1	44,3 $\pm$ 11,3
<b>C18:0</b>	10,5 $\pm$ 3,2	982 $\pm$ 246	1548 $\pm$ 13	1067 $\pm$ 169	1510 $\pm$ 567
<b>C20:0</b>	nd	9,5 $\pm$ 2,8	11,0 $\pm$ 4,5	9,2 $\pm$ 1,2	16,0 $\pm$ 8,9
<b><math>\Sigma\text{SFA}</math></b>	<b>260 <math>\pm</math> 8</b>	<b>8782 <math>\pm</math> 65</b>	<b>10820 <math>\pm</math> 37</b>	<b>11484 <math>\pm</math> 77</b>	<b>12816 <math>\pm</math> 89</b>
<b>C14:1 c-5</b>	0,6 $\pm$ 0,2	53,4 $\pm$ 22,0	59,6 $\pm$ 2,4	38,3 $\pm$ 1,8	66,0 $\pm$ 16,7
<b>C16:1 c-7</b>	1,9 $\pm$ 0,9	84,7 $\pm$ 31,3	92,2 $\pm$ 6,4	64,8 $\pm$ 5,3	106 $\pm$ 18
<b>C18:1 t-9</b>	0,9 $\pm$ 0,1	116 $\pm$ 41	141 $\pm$ 3	98,6 $\pm$ 19,4	134 $\pm$ 70
<b>C18:1 c-9</b>	18,9 $\pm$ 2,0	1701 $\pm$ 398	2424 $\pm$ 28	1639 $\pm$ 100	2740 $\pm$ 728
<b>C18:2 c-9, t-12</b>	2,3 $\pm$ 0,3	122 $\pm$ 18	142 $\pm$ 38	107 $\pm$ 5	167 $\pm$ 33
<b>C18:3 c-9-12-15</b>	nd	12,9 $\pm$ 3,8	17,9 $\pm$ 6,0	14,1 $\pm$ 1,9	26,8 $\pm$ 6,1
<b>C18:2 c-9, t-11</b>	nd	18,9 $\pm$ 4,8	35,7 $\pm$ 0,4	27,8 $\pm$ 10,9	45,5 $\pm$ 12,7
<b><math>\Sigma\text{UFA}</math></b>	<b>24,6 <math>\pm</math> 0,7</b>	<b>2109 <math>\pm</math> 74</b>	<b>2912 <math>\pm</math> 12</b>	<b>1989 <math>\pm</math> 20</b>	<b>3285 <math>\pm</math> 126</b>

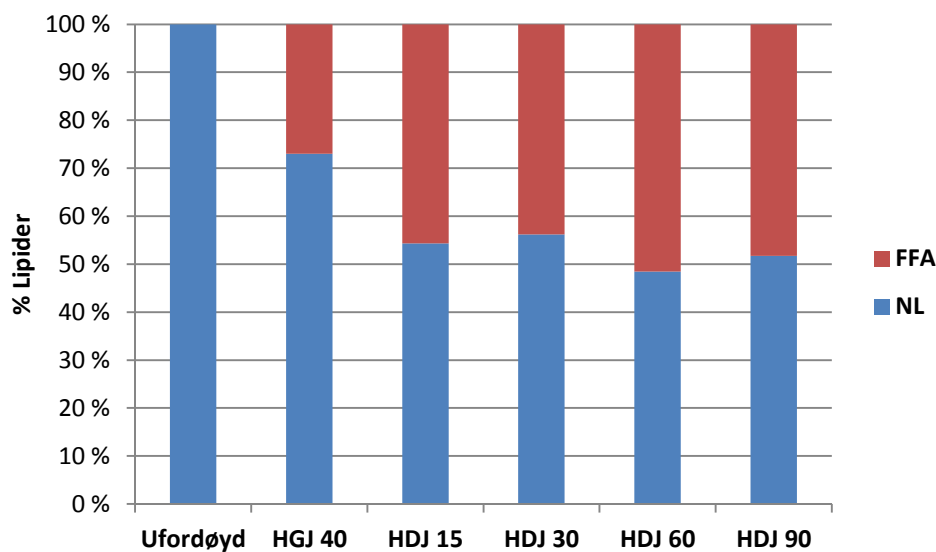
<sup>1)</sup> HGJ: human magesaft. <sup>2)</sup> HDJ: human tolvfingertarmsaft.

Av tabell 5 gikk det tydelig fram en økning av frie fettsyrer i gårdsmelk fra gastrisk til duodenal fordøyelse. Etter bare 15 minutters duodenal fordøyelse var det en 43 ganger økning i mengde SFA i FFA-fraksjonene og en 86 ganger økning av UFA. Ved 90 minutter duodenal fordøyelse ble det registrert en ytterligere 1,5 ganger økning av både SFA og UFA. Ved

## Resultater

sammenligning mot tabell 3 har det skjedd lite frigjøring av FFA ved gastrisk fordøyelse i gårdsmelk.

Lipolysen av NL med påfølgende dannelse av FFA i gårdsmelk er fremstilt i et kolonnediagram i figur 14. Sum av mengde FA i de ufordøyde NL-fraksjonene fra tabell 3 ble benyttet som nullpunkt for å beregne lipolyse av sum av mengde FA nedbrutt i NL-fraksjonene fra tabell 4. Disse dataene ble satt sammen og utregnet til % lipolyse i tabell V.42 i vedlegg og ble benyttet for å lage figur 14.



**Figur 14.** Lipolyse i % av nøytrale lipider (NL) og påfølgende dannelse av frie fettsyrer (FFA) i % etter fordøyelse med human magesaft (HGJ) og tolvfingertarmsaft (HDJ) i gårdsmelk.

Figur 14 viste en tydelig nedgang i NL ved fordøyelse, og den største nedgangen var ved duodenal fordøyelse. Ved gastrisk fordøyelse ble det dannet 27% frie fettsyrer, mens mengde nøytrale lipider sank til 73%. Lipolysen av NL stabiliserte seg på omtrent 50% under 15, 30, 60 og 90 minutters duodenal fordøyelse.

Mengden av alle de ulike FA i de fordøyde fraksjonene av PL fra gårdsmelk er listet i tabell 6, samt sum av SFA og sum av UFA for de ulike fordøyelsesfraksjonene av PL fra gårdsmelk.

## Resultater

**Tabell 6.** Mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik av de ulike fettsyrene (FA) i fosfolipidfraksjonene (PL) ved 40 minutters gastrisk fordøyelse (HGJ 40) og duodenal fordøyelse etter 15 min (HDJ 15), 30 min (HDJ 30), 60 min (HDJ 60) og 90 min (HDJ 90) i gårdsmelk. Tre prøvereplikater ble benyttet. Sum av mettede fettsyrer ( $\Sigma\text{SFA}$ ) og sum av umettede fettsyrer ( $\Sigma\text{UFA}$ ) er gitt med  $\pm$  midlere standardavvik.

Gårdsmelk PL					
FA	HGJ <sup>1</sup> 40 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ <sup>2</sup> 15 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 ( $\mu\text{g}$ )
<b>C10:0</b>	0,6 $\pm$ 0,3	2,4 $\pm$ 0,2	3,2 $\pm$ 0,4	2,6 $\pm$ 0,8	2,2 $\pm$ 1,2
<b>C11:0</b>	1,1 $\pm$ 0,1	8,0 $\pm$ 0,3	9,8 $\pm$ 1,2	6,4 $\pm$ 2,0	4,5 $\pm$ 2,4
<b>C12:0</b>	1,8 $\pm$ 0,9	3,5 $\pm$ 0,2	4,6 $\pm$ 0,4	3,8 $\pm$ 1,3	3,6 $\pm$ 1,7
<b>C13:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C14:0</b>	6,2 $\pm$ 1,1	16,4 $\pm$ 1,3	20,2 $\pm$ 2,5	13,1 $\pm$ 1,6	18,2 $\pm$ 4,0
<b>C15:0 iso</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C15:0 anteiso</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C15:0</b>	0,5 $\pm$ 0,0	1,4 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,2	1,4 $\pm$ 0,5	1,6 $\pm$ 0,0
<b>C16:0 iso</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C16:0</b>	36,5 $\pm$ 0,7	145 $\pm$ 14	122 $\pm$ 24	140 $\pm$ 5	157 $\pm$ 7
<b>C17:0 iso</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C17:0</b>	0,5 $\pm$ 0,3	0,8 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,1	0,9 $\pm$ 0,2	1,0 $\pm$ 0,3
<b>C18:0</b>	15,2 $\pm$ 0,6	30,5 $\pm$ 4,2	30,6 $\pm$ 5,0	33,5 $\pm$ 4,7	36,3 $\pm$ 1,6
<b>C20:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C22:0</b>	3,6 $\pm$ 0,8	1,7 $\pm$ 0,3	1,1 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,5	3,5 $\pm$ 1,9
<b>C23:0</b>	3,0 $\pm$ 0,5	1,3 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,0	1,9 $\pm$ 0,6	2,1 $\pm$ 0,3
<b>C24:0</b>	2,8 $\pm$ 0,8	1,7 $\pm$ 0,3	1,0 $\pm$ 0,0	1,6 $\pm$ 0,5	2,6 $\pm$ 1,1
<b><math>\Sigma\text{SFA}</math></b>	<b>71,9 <math>\pm</math> 0,6</b>	<b>213 <math>\pm</math> 2</b>	<b>195 <math>\pm</math> 3</b>	<b>206 <math>\pm</math> 2</b>	<b>232 <math>\pm</math> 2</b>
<b>C14:1 c-5</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C16:1 c-7</b>	0,8 $\pm$ 0,2	1,4 $\pm$ 0,3	1,5 $\pm$ 0,5	1,3 $\pm$ 0,4	1,7 $\pm$ 0,4
<b>C18:1 t-9</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C18:1 c-9</b>	42,0 $\pm$ 2,8	31,5 $\pm$ 2,2	33,8 $\pm$ 4,2	24,7 $\pm$ 1,2	32,6 $\pm$ 3,1
<b>C18:2 c-9, t-12</b>	5,5 $\pm$ 1,1	2,9 $\pm$ 0,0	2,3 $\pm$ 0,1	3,0 $\pm$ 0,6	3,7 $\pm$ 0,6
<b>C18:3 c-9-12-15</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C18:2 c-9, t-11</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b><math>\Sigma\text{UFA}</math></b>	<b>48,3 <math>\pm</math> 1,4</b>	<b>35,8 <math>\pm</math> 0,8</b>	<b>37,6 <math>\pm</math> 1,6</b>	<b>29,0 <math>\pm</math> 0,7</b>	<b>38,0 <math>\pm</math> 1,4</b>

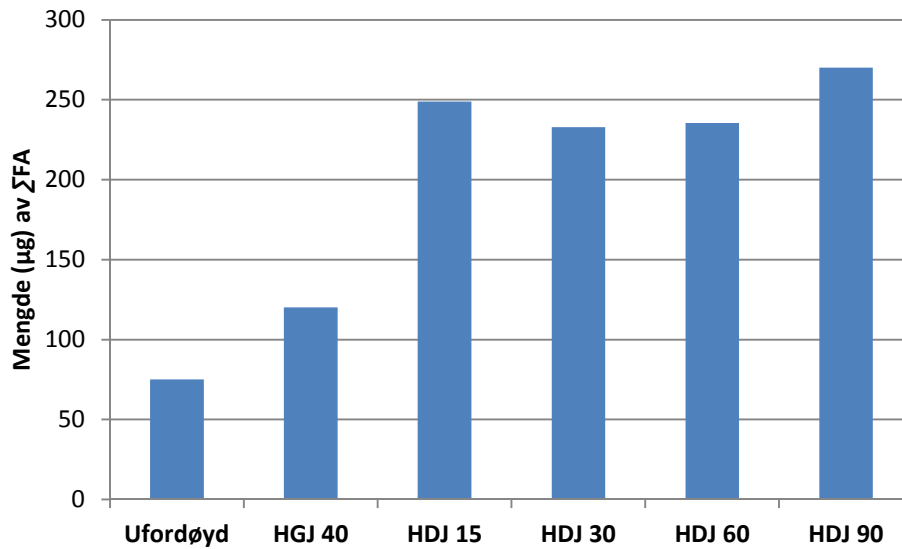
<sup>1)</sup> HGJ: human magesaft. <sup>2)</sup> HDJ: human tolvfingertarmsaft.

De mettede fettsyrene i fosfolipidfraksjonene fra gårdsmelk økte i mengde fra gastrisk til duodenal fordøyelse, vist i tabell 6. Derimot sank mengden av UFA etter duodenal fordøyelse, noe som tyder på at UFA ble brutt ned i fosfolipidfraksjonen fra gårdsmelk.

## Resultater

En nedgang i mengde av de langkjedede fettsyrene C22:0, C23:0 og C24:0 ble vist i tabell 6, noe som tyder på at disse mettede fettsyrene ble brutt ned ved duodenal fordøyelse.

Figur 15 viser mengden av sum fettsyrer i de ufordøyde og fordøyde fosfolipidfraksjonene fra gårdsmelk. Dataene i tabell 6 ble benyttet til å lage figur 15.



**Figur 15.** Mengde(μg) av sum fettsyrer ( $\Sigma FA$ ) per mL gårdsmelk i fosfolipidfraksjonen (PL) etter human fordøyelse med magesaft i 40 min (HGJ 40) og tolvfingertarmsaft i 15 min (HDJ 15), 30 min (HDJ 30), 60 min (HDJ 60) og 90 min (HDJ 90).

Fettsyrene økte i mengde fra de ufordøyde prøvene til de gastrisk fordøyde prøvene (HGJ 40), vist i figur 15. Det har med andre ord forekommet en økning av FA i fosfolipidfraksjonen ved gastrisk fordøyelse i gårdsmelk. I tillegg økte også mengden av FA i fosfolipidfraksjonene som hadde gjennomgått duodenal fordøyelse.

### 3.3 Lipidfraksjonene av homogenisert helmelk

Den homogeniserte helmelken gjennomgikk den samme *ex vivo* fordøyelsesmodellen og prosedyrene som gårdsmelken og kontrollprøvene. I tabell 7 er mengde FA i de nøytrale lipidfraksjonene fra de fordøyde prøvene av homogenisert helmelk listet, samt % lipolyse av de ulike FA fra de nøytrale lipidfraksjonene etter fordøyelse. Sum av mettede fettsyrer og sum av umettede fettsyrer for de ulike fordøyelsesfraksjonene av NL er også gitt i tabellen.

Resultater

**Tabell 7.** Mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik av de ulike fettsyrene (FA) i de nøytrale lipidfraksjonene (NL) ved 40 minutters gastrisk fordøyelse (HGJ 40) og duodenal fordøyelse etter 15 min (HDJ 15), 30 min (HDJ 30), 60 min (HDJ 60) og 90 min (HDJ 90) i homogenisert helmelk. Tre prøvereplikater ble benyttet. Lipolyse av de ulike fettsyrene (FA) er gitt i %. Sum av mettede fettsyrer ( $\sum\text{SFA}$ ) og sum av umettede fettsyrer ( $\sum\text{UFA}$ ) er gitt med  $\pm$  midlere standardavvik.

FA	Homogenisert helmelk NL					Lipolyse (%)
	HGJ <sup>1</sup> 40 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ <sup>2</sup> 15 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 ( $\mu\text{g}$ )	
<b>C4:0</b>	289 $\pm$ 48	120 $\pm$ 45	37,8 $\pm$ 15,5	28,9 $\pm$ 8,3	14,5 $\pm$ 2,7	95
<b>C6:0</b>	375 $\pm$ 12	154 $\pm$ 63	53,5 $\pm$ 13,8	45,9 $\pm$ 18,3	31,1 $\pm$ 9,8	92
<b>C8:0</b>	252 $\pm$ 2	105 $\pm$ 22	77,1 $\pm$ 22,2	78,6 $\pm$ 0,9	73,0 $\pm$ 3,0	77
<b>C10:0</b>	855 $\pm$ 11	501 $\pm$ 30	424 $\pm$ 57	421 $\pm$ 17	400 $\pm$ 6	54
<b>C12:0</b>	1203 $\pm$ 54	714 $\pm$ 60	624 $\pm$ 47	634 $\pm$ 8	601 $\pm$ 12	50
<b>C13:0</b>	45,8 $\pm$ 9,5	31,8 $\pm$ 9,2	22,0 $\pm$ 0,7	20,9 $\pm$ 2,8	19,9 $\pm$ 3,2	60
<b>C14:0</b>	4098 $\pm$ 290	2390 $\pm$ 162	2067 $\pm$ 205	2068 $\pm$ 16	2032 $\pm$ 21	50
<b>C15:0 iso</b>	31,7 $\pm$ 0,6	23,1 $\pm$ 3,2	19,2 $\pm$ 2,2	20,4 $\pm$ 4,2	18,3 $\pm$ 2,2	49
<b>C15:0 anteiso</b>	67,6 $\pm$ 2,6	50,2 $\pm$ 4,9	41,8 $\pm$ 4,7	44,3 $\pm$ 5,7	40,5 $\pm$ 3,2	45
<b>C15:0</b>	178 $\pm$ 6	119 $\pm$ 16	102 $\pm$ 3	91,3 $\pm$ 10,0	93,8 $\pm$ 10,8	52
<b>C16:0 iso</b>	103 $\pm$ 1	68,6 $\pm$ 20,3	44,3 $\pm$ 1,3	41,9 $\pm$ 9,0	41,5 $\pm$ 8,9	61
<b>C16:0</b>	14047 $\pm$ 1065	7627 $\pm$ 598	6449 $\pm$ 711	6462 $\pm$ 102	6224 $\pm$ 342	56
<b>C17:0 iso</b>	54,4 $\pm$ 4,1	36,3 $\pm$ 5,8	28,6 $\pm$ 3,8	25,4 $\pm$ 0,1	27,8 $\pm$ 5,7	51
<b>C17:0</b>	85,0 $\pm$ 10,4	54,1 $\pm$ 7,2	42,1 $\pm$ 4,8	38,8 $\pm$ 1,0	40,1 $\pm$ 8,2	59
<b>C18:0</b>	2703 $\pm$ 58	1502 $\pm$ 16	1441 $\pm$ 45	1175 $\pm$ 124	1060 $\pm$ 32	62
<b>C20:0</b>	24,8 $\pm$ 2,4	15,8 $\pm$ 3,2	13,6 $\pm$ 0,0	8,7 $\pm$ 1,4	8,0 $\pm$ 1,0	75
<b><math>\sum\text{SFA}</math></b>	<b>24412 <math>\pm</math> 99</b>	<b>13513 <math>\pm</math> 66</b>	<b>11488 <math>\pm</math> 71</b>	<b>11205 <math>\pm</math> 21</b>	<b>10725 <math>\pm</math> 29</b>	<b>62</b>
<b>C14:1 c-5</b>	117 $\pm$ 7	79,6 $\pm$ 3,6	69,0 $\pm$ 5,4	72,4 $\pm$ 7,4	66,7 $\pm$ 2,7	49
<b>C16:1 c-7</b>	309 $\pm$ 62	156 $\pm$ 4	140 $\pm$ 15	140 $\pm$ 9	132 $\pm$ 3	50
<b>C18:1 t-9</b>	291 $\pm$ 17	181 $\pm$ 18	150 $\pm$ 12	132 $\pm$ 10	124 $\pm$ 8	61
<b>C18:1 c-9</b>	5531 $\pm$ 57	3280 $\pm$ 29	3005 $\pm$ 246	2852 $\pm$ 328	2886 $\pm$ 270	49
<b>C18:2 c-9, t-12</b>	284 $\pm$ 33	225 $\pm$ 5	195 $\pm$ 8	209 $\pm$ 17	197 $\pm$ 11	37
<b>C18:3 c-9-12-15</b>	45,1 $\pm$ 11,7	30,7 $\pm$ 4,7	26,2 $\pm$ 1,4	25,7 $\pm$ 3,1	24,0 $\pm$ 4,7	58
<b>C18:2 c-9, t-11</b>	60,1 $\pm$ 0,7	40,9 $\pm$ 6,3	34,1 $\pm$ 2,9	31,2 $\pm$ 6,3	31,4 $\pm$ 7,1	61
<b><math>\sum\text{UFA}</math></b>	<b>6638 <math>\pm</math> 27</b>	<b>3994 <math>\pm</math> 10</b>	<b>3619 <math>\pm</math> 42</b>	<b>3463 <math>\pm</math> 54</b>	<b>3461 <math>\pm</math> 44</b>	<b>52</b>

<sup>1)</sup> HGJ: human magesaft. <sup>2)</sup> HDJ: human tolvfingertarmsaft.

## Resultater

Tabell 7 viste en tydelig nedgang fra gastrisk til duodenal fordøyelse av mengde NL i homogenisert helmelk, både av UFA og SFA. Allerede etter 15 minutters duodenal fordøyelse av NL var 44% av SFA lipolysert og 41% av UFA lipolysert. Total lipolyse (etter 90 minutters duodenal fordøyelse) av SFA i NL-fraksjonene var 62%, mens av UFA ble 52% nedbrutt ved total lipolyse. Total lipolyse av UFA og SFA i NL-fraksjonene fra homogenisert helmelk var sammenlagt på 59%.

Gjennomsnittlig total lipolyse av SCFA var 88%, MCFA ga en gjennomsnittlig total lipolyse på 52% og LCFA hadde en gjennomsnittlig total lipolyse på 57% i homogenisert helmelk. De mest fordøyde fettsyrene i NL-fraksjonene fra homogenisert helmelk var C4:0, C6:0 og C8:0, med henholdsvis 95%, 92% og 77% lipolyse. De fettsyrene med lavest verdier for total lipolyse var MCFA.

Mengden av alle de ulike fettsyrene i de fordøyde frie fettsyrefraksjonene fra homogenisert helmelk er listet i tabell 8, samt sum av mettede fettsyrer og sum av umettede fettsyrer for de ulike fordøyelsesfraksjonene av FFA.



## Resultater

**Tabell 8.** Mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik av de ulike fettsyrene (FA) i fraksjonene av frie fettsyrer (FFA) ved 40 minutters gastrisk fordøyelse (HGJ 40) og duodenal fordøyelse etter 15 min (HDJ 15), 30 min (HDJ 30), 60 min (HDJ 60) og 90 min (HDJ 90) i homogenisert helmelk. Tre prøvereplikater ble benyttet. Sum av mettede fettsyrer ( $\Sigma\text{SFA}$ ) og sum av umettede fettsyrer ( $\Sigma\text{UFA}$ ) er gitt med  $\pm$  midlere standardavvik.

Homogenisert helmelk FFA					
FA	HGJ <sup>1</sup> 40 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ <sup>2</sup> 15 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 ( $\mu\text{g}$ )
<b>C6:0</b>	2,1 $\pm$ 0,4	27,0 $\pm$ 4,0	27,6 $\pm$ 6,8	23,6 $\pm$ 3,3	33,8 $\pm$ 2,9
<b>C8:0</b>	6,2 $\pm$ 1,9	112 $\pm$ 17	106 $\pm$ 6	84,3 $\pm$ 1,1	85,5 $\pm$ 3,8
<b>C10:0</b>	7,1 $\pm$ 0,6	378 $\pm$ 35	436 $\pm$ 21	437 $\pm$ 10	460 $\pm$ 23
<b>C12:0</b>	35,0 $\pm$ 4,5	533 $\pm$ 58	640 $\pm$ 52	638 $\pm$ 27	669 $\pm$ 19
<b>C13:0</b>	3,9 $\pm$ 0,4	22,3 $\pm$ 3,6	28,3 $\pm$ 4,9	24,0 $\pm$ 5,7	29,4 $\pm$ 5,4
<b>C14:0</b>	76,7 $\pm$ 36,6	1863 $\pm$ 33	2187 $\pm$ 266	2176 $\pm$ 117	2228 $\pm$ 71
<b>C15:0 iso</b>	0,7 $\pm$ 0,3	10,6 $\pm$ 5,6	15,8 $\pm$ 2,1	17,0 $\pm$ 0,5	15,9 $\pm$ 1,4
<b>C15:0 anteiso</b>	1,1 $\pm$ 0,4	20,8 $\pm$ 12,5	31,3 $\pm$ 4,3	32,9 $\pm$ 2,2	31,4 $\pm$ 4,2
<b>C15:0</b>	2,4 $\pm$ 0,5	72,7 $\pm$ 36,5	101 $\pm$ 14	109 $\pm$ 8	98,1 $\pm$ 14,1
<b>C16:0 iso</b>	5,9 $\pm$ 0,3	43,8 $\pm$ 4,8	54,0 $\pm$ 11,8	44,7 $\pm$ 18,3	57,5 $\pm$ 7,7
<b>C16:0</b>	333 $\pm$ 158	7087 $\pm$ 251	8112 $\pm$ 1028	8100 $\pm$ 663	8282 $\pm$ 282
<b>C17:0 iso</b>	0,7 $\pm$ 0,1	19,1 $\pm$ 9,8	29,5 $\pm$ 3,8	31,4 $\pm$ 0,8	29,4 $\pm$ 3,3
<b>C17:0</b>	1,2 $\pm$ 0,3	35,7 $\pm$ 18,5	51,7 $\pm$ 10,1	56,1 $\pm$ 1,8	50,7 $\pm$ 8,2
<b>C18:0</b>	22,9 $\pm$ 3,7	1191 $\pm$ 459	1568 $\pm$ 213	1729 $\pm$ 203	1374 $\pm$ 22
<b>C20:0</b>	nd	17,4 $\pm$ 9,3	16,3 $\pm$ 3,0	18,7 $\pm$ 3,2	17,7 $\pm$ 6,0
<b><math>\Sigma\text{SFA}</math></b>	<b>499 <math>\pm</math> 15</b>	<b>11435 <math>\pm</math> 64</b>	<b>13404 <math>\pm</math> 110</b>	<b>13521 <math>\pm</math> 71</b>	<b>13463 <math>\pm</math> 32</b>
<b>C14:1 c-5</b>	1,6 $\pm$ 0,1	46,8 $\pm$ 18,1	60,9 $\pm$ 3,5	63,8 $\pm$ 4,9	60,9 $\pm$ 9,2
<b>C16:1 c-7</b>	3,5 $\pm$ 0,9	97,0 $\pm$ 21,1	148 $\pm$ 6	125 $\pm$ 7	135 $\pm$ 32
<b>C18:1 t-9</b>	2,5 $\pm$ 0,3	108 $\pm$ 43	149 $\pm$ 3	167 $\pm$ 8	164 $\pm$ 12
<b>C18:1 c-9</b>	63,2 $\pm$ 6,3	2272 $\pm$ 665	2836 $\pm$ 101	2979 $\pm$ 286	3060 $\pm$ 164
<b>C18:2 c-9, t-12</b>	4,1 $\pm$ 1,3	171 $\pm$ 55	212 $\pm$ 18	234 $\pm$ 10	211 $\pm$ 18
<b>C18:3 c-9-12-15</b>	nd	22,5 $\pm$ 10,3	30,9 $\pm$ 4,3	33,2 $\pm$ 1,8	31,1 $\pm$ 2,8
<b>C18:2 c-9, t-11</b>	nd	26,0 $\pm$ 11,1	34,9 $\pm$ 5,3	33,7 $\pm$ 1,4	35,9 $\pm$ 1,6
<b><math>\Sigma\text{UFA}</math></b>	<b>74,9 <math>\pm</math> 1,8</b>	<b>2743 <math>\pm</math> 118</b>	<b>3471 <math>\pm</math> 20</b>	<b>3637 <math>\pm</math> 46</b>	<b>3698 <math>\pm</math> 34</b>

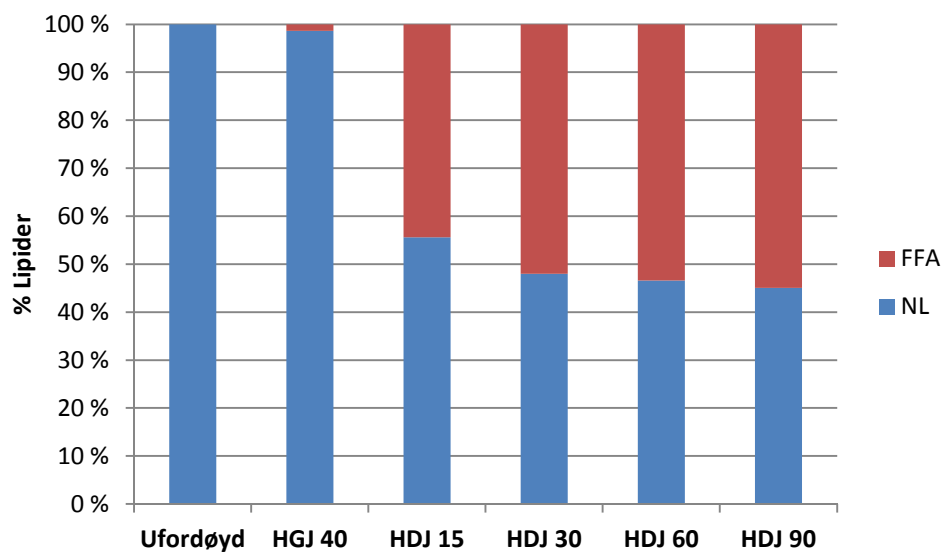
<sup>1)</sup> HGJ: human magesaft. <sup>2)</sup> HDJ: human tolvfingertarmsaft.

Tabell 8 viste en tydelig økning av FA i FFA-fraksjonene fra homogenisert helmelk ved duodenal fordøyelse. Etter bare 15 minutters duodenal fordøyelse hadde mengden SFA hatt en 23 ganger økning og for UFA en 37 ganger økning. 60 minutter ekstra duodenal fordøyelse ga ytterligere 1,3 ganger økning av UFA og 0,8 ganger økning av SFA. Fordøyelsen av SFA og

## Resultater

UFA stabiliserte seg etter 30 minutters duodenal fordøyelse. Ved sammenligning mot tabell 3 har det skjedd lite frigjøring av FFA ved gastrisk fordøyelse i homogenisert helmelk.

Lipolyse av NL med påfølgende dannelse av FFA i homogenisert helmelk er fremstilt i et kolonnediagram i figur 16. Sum av mengde FA i de ufordøyde NL-fraksjonene fra tabell 3 ble benyttet som nullpunkt for å regne lipolyse av sum av mengde FA nedbrutt i NL-fraksjonene fra tabell 7. Disse dataene ble satt sammen og utregnet til % lipolyse i tabell V.43 i vedlegg og er brukt for å lage figur 16.



**Figur 16.** Lipolyse i % av nøytrale lipider (NL) og påfølgende dannelse av frie fettsyrer (FFA) i % etter fordøyelse med human magesaft (HGJ) og tolvfingertarmsaft (HDJ) i homogenisert helmelk.

Den gastriske fordøyelsen (HGJ 40) av NL i homogenisert helmelk var svært lav med 1,3% lipolyse, vist i figur 16. Derimot ved duodenal fordøyelse etter 15 minutter gikk lipolysen av NL opp til 44%, altså det ble frigjort 44% frie fettsyrer. Ved 30, 60 og 90 minutters duodenal fordøyelse stabiliserte lipolysen av NL seg på litt over 50%.

Mengden av de ulike fettsyrene i de fordøyde fosfolipidfraksjonene fra homogenisert helmelk er listet i tabell 9, samt sum av mettede fettsyrer og sum av umettede fettsyrer i PL-fraksjonene.

## Resultater

**Tabell 9.** Mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik av de ulike fettsyrene (FA) i fosfolipidfraksjonene (PL) ved 40 minutters gastrisk fordøyelse (HGJ 40) og duodenal fordøyelse etter 15 min (HDJ 15), 30 min (HDJ 30), 60 min (HDJ 60) og 90 min (HDJ 90) i homogenisert helmelk. Tre prøvereplikater ble benyttet. Sum av mettede fettsyrer ( $\Sigma\text{SFA}$ ) og sum av umettede fettsyrer ( $\Sigma\text{UFA}$ ) er gitt med  $\pm$  midlere standardavvik.

Homogenisert helmelk PL					
FA	HGJ <sup>1</sup> 40 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ <sup>2</sup> 15 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 ( $\mu\text{g}$ )
<b>C10:0</b>	0,5 $\pm$ 0,2	2,5 $\pm$ 1,3	3,1 $\pm$ 0,8	3,8 $\pm$ 0,8	2,7 $\pm$ 0,2
<b>C11:0</b>	0,7 $\pm$ 0,4	4,9 $\pm$ 0,9	6,3 $\pm$ 2,0	9,7 $\pm$ 1,3	5,3 $\pm$ 0,1
<b>C12:0</b>	0,8 $\pm$ 0,2	4,8 $\pm$ 0,8	4,4 $\pm$ 1,1	5,3 $\pm$ 1,2	4,0 $\pm$ 0,2
<b>C13:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C14:0</b>	5,3 $\pm$ 0,5	22,2 $\pm$ 3,2	20,2 $\pm$ 5,7	23,4 $\pm$ 4,7	18,3 $\pm$ 1,5
<b>C15:0 iso</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C15:0 anteiso</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C15:0</b>	0,9 $\pm$ 0,3	2,2 $\pm$ 0,3	1,8 $\pm$ 0,3	2,2 $\pm$ 0,2	1,9 $\pm$ 0,4
<b>C16:0 iso</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C16:0</b>	41,7 $\pm$ 1,8	147 $\pm$ 18	155 $\pm$ 7	168 $\pm$ 2	154 $\pm$ 20
<b>C17:0 iso</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C17:0</b>	0,9 $\pm$ 0,2	1,1 $\pm$ 0,0	1,1 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,2	1,3 $\pm$ 0,4
<b>C18:0</b>	14,0 $\pm$ 0,1	33,8 $\pm$ 5,9	33,1 $\pm$ 5,0	35,2 $\pm$ 2,4	37,1 $\pm$ 4,6
<b>C20:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C22:0</b>	3,8 $\pm$ 0,3	2,9 $\pm$ 0,4	2,1 $\pm$ 0,2	2,1 $\pm$ 1,0	2,7 $\pm$ 0,2
<b>C23:0</b>	3,9 $\pm$ 0,7	3,2 $\pm$ 0,4	2,5 $\pm$ 0,4	2,3 $\pm$ 0,9	2,8 $\pm$ 0,2
<b>C24:0</b>	3,3 $\pm$ 0,1	2,5 $\pm$ 0,4	1,9 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,3	2,1 $\pm$ 0,1
<b><math>\Sigma\text{SFA}</math></b>	<b>75,8 <math>\pm</math> 0,4</b>	<b>227 <math>\pm</math> 2,9</b>	<b>231 <math>\pm</math> 2</b>	<b>255 <math>\pm</math> 1</b>	<b>233 <math>\pm</math> 3</b>
<b>C14:1 c-5</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C16:1 c-7</b>	1,1 $\pm$ 0,3	2,3 $\pm$ 0,4	1,9 $\pm$ 0,5	1,6 $\pm$ 0,5	1,9 $\pm$ 0,9
<b>C18:1 t-9</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C18:1 c-9</b>	40,6 $\pm$ 0,9	43,0 $\pm$ 12,4	41,7 $\pm$ 10,0	44,6 $\pm$ 5,8	44,0 $\pm$ 7,9
<b>C18:2 c-9, t-12</b>	7,1 $\pm$ 0,9	5,2 $\pm$ 0,9	4,4 $\pm$ 0,7	4,5 $\pm$ 0,3	4,9 $\pm$ 0,5
<b>C18:3 c-9-12-15</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>C18:2 c-9, t-11</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b><math>\Sigma\text{UFA}</math></b>	<b>48,8 <math>\pm</math> 0,7</b>	<b>50,5 <math>\pm</math> 4,6</b>	<b>48,0 <math>\pm</math> 3,8</b>	<b>50,7 <math>\pm</math> 2,2</b>	<b>50,8 <math>\pm</math> 3,1</b>

<sup>1)</sup> HGJ: human magesaft. <sup>2)</sup> HDJ: human tolvfingertarmsaft.

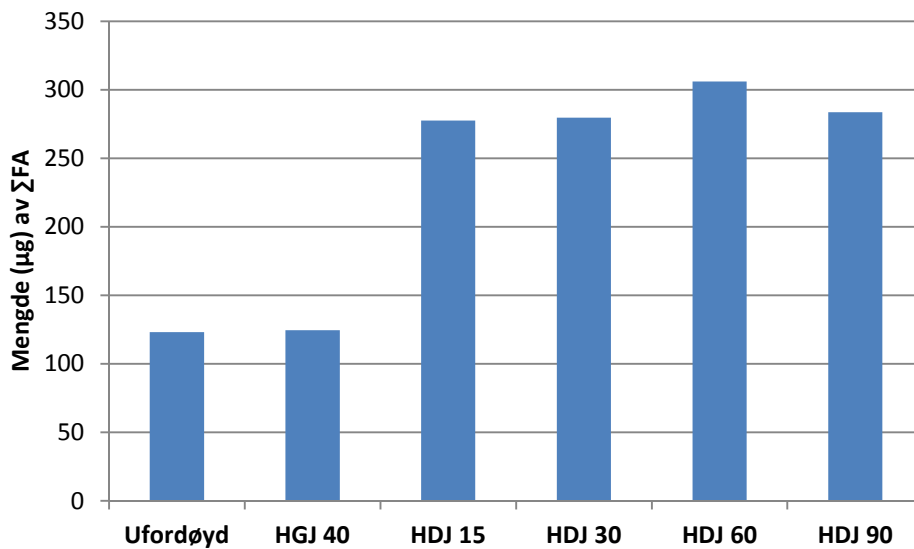
Den samme trenden som ble vist i tabell 6 gikk igjen i tabell 9. Mengden av SFA fra fosfolipidfraksjonene økte fra gastrisk til duodenal fordøyelse. Derimot viste tabell 9 at mengden av UFA i fosfolipidfraksjonene var relativt stabile gjennom alle

## Resultater

fordøyelsesfraksjonene. Det kan dermed antas at UFA i fosfolipidfraksjonene ikke ble brutt ned i homogenisert helmelk.

Fra tabell 9 ble det påvist en nedgang i mengde av de langkjedede mettede fettsyrene C22:0, C23:0 og C24:0 fra fosfolipidfraksjonene, noe som antyder en nedbrytning av disse ved duodenal fordøyelse.

Figur 17 viser mengden av sum fettsyrer i de ufordøyde og fordøyde fosfolipidfraksjonene fra homogenisert helmelk. Dataene i tabell 9 ble benyttet til å lage figur 17.



**Figur 17.** Mengde(μg) av sum fettsyrer ( $\Sigma FA$ ) per mL homogenisert helmelk i fosfolipidfraksjonen (PL) etter human fordøyelse med magesaft i 40 min (HGJ 40) og tolvfingertarmsaft i 15 min (HDJ 15), 30 min (HDJ 30), 60 min (HDJ 60) og 90 min (HDJ 90).

Mengden av FA fra fosfolipidfraksjonene viste ingen forandring fra de ufordøyde prøvene til de gastrisk fordøyde prøvene (HGJ 40), vist i figur 17. Dette tyder på at det ikke skjedde noen dannelse eller nedbrytning av FA i PL-fraksjonene ved gastrisk fordøyelse i homogenisert helmelk. Derimot, ved duodenal fordøyelse økte mengden av fettsyrer i fosfolipidfraksjonene.

## 4. Diskusjon

*Ex vivo* fordøyelsesmodellen brukt i denne oppgaven foregår ikke i gastrointestinaletrakten *in vivo*, og har heller ingen permeabel membran. De vannløselige fordøyelsesproduktene fraktes derfor ikke ut av systemet, men akkumuleres over tid. Fordøyelsen når en "steady state". Siden denne *ex vivo* fordøyelsesmodellen benytter humane fordøyelsesenzymmer er denne modellen nærmere situasjonen *in vivo* enn ved bruk av kunstige/kommersielle enzymer. *Ex vivo* modeller er derfor å foretrekke fremfor *in vitro* modeller (Aarak et al. 2013; Eriksen et al. 2010).

Ved *ex vivo* fordøyelse av lipider i fersk, ubehandlet gårdsmelk ble "steady state" oppnådd etter 15 minutters duodenal fordøyelse, mens for den pasteuriserte, homogeniserte helmelken inntraff "steady state" først etter 30 minutters duodenal fordøyelse. Dette er forårsaket av den gastriske lipolysen som var tydelig i gårdsmelkprøvene og ikke i de homogeniserte helmelkprøvene. I gårdsmelk har enzymene allerede startet nedbrytingen av NL med HGJ. Det kan derfor antas at nedbrytningen stabiliserer seg tidligere med gårdsmelk enn homogenisert helmelk. Total lipolyse av nøytrale lipider etter 90 minutters duodenal fordøyelse for gårdsmelk og homogenisert helmelk stemte godt overens og var henholdsvis på 58% og 59% lipolyse.

Nøyaktigheten av analysen i den nøytrale lipidfraksjonen fra de ufordøyde prøvene, (kontrollprøvene) for gårdsmelk var høyere enn for homogenisert helmelk. Kontrollprøvene fra gårdsmelk viste variasjon i mengde FA mellom de to prøvereplikatenes, vist i tabell V.35 i vedlegg. Dette kan forklares med at stamløsningene av internstandardene ble lagret i over 2 måneder. Med tiden vil konsentrasjonen av internstandardene øke grunnet avdamping av kloroform. Den ene parallellen ble analysert omtrent en måneds tid før den andre parallellen. Dette kan forklare hvorfor mengden av FA i parallell 2 er større enn for parallell 1, se tabell V.35 i vedlegg. Dette er årsaken til det store standardavviket for den nøytrale lipidfraksjonen fra gårdsmelk i tabell 3.

Gårdsmelken og den homogeniserte helmelken brukt i denne oppgaven hadde gjennomgått ulik forbehandling. Den homogeniserte helmelken var pasteurisert, men det var ikke gårdsmelken. Gårdsmelken benyttet i forsøkene var fersk og ble holdt kjølig ved 4 °C fram til start av fordøyelse (maksimum 7 dager). Ved sammenligning med kontrollprøvene ble det ikke registrert noen mikrobielle forandringer i melken. I tillegg var det ingen signifikant differanse i mengden av oddetallsfettsyrer i gårdsmelk og homogenisert helmelk. Disse

## Diskusjon

oddetallsfettsyrene produseres av mikroorganismer (Walstra et al. 2006). Det vil si at bidraget fra bakterier i gårdsmelken var neglisjerbart, selv om gårdsmelken ikke var pasteurisert. Fettprosent og proteinprosent ble bestemt i de to ulike melkesortene og det var svært god overenstemmelse mellom disse prosentene i gårdsmelken og den homogeniserte helmelken. Med hensyn til lipidanalyse kan det da antas at homogenisering var den eneste signifikante forskjellen mellom de to melkeprøvene brukt i dette studiet.

De nøytrale lipidene som foreligger i melk består hovedsakelig av triglyserider. Ved fullstendig fordøyelse av et triglyserid vil det dannes to frie fettsyrer og et 2-monoglyserid (Armand 2007). Konsentrasjonen av nøytrale lipider synker derfor parallelt med økningen i konsentrasjonen av frie fettsyrer, med andre ord skal ett mol hydrolysert NL tilsvare to mol FFA som blir frigjort. Sammenhengen mellom graden av lipolyse av SFA og UFA i NL-fraksjonene mot påfølgende frigjøring av SFA og UFA i FFA-fraksjonene stemte overens i både gårdsmelkeprøvene og de homogeniserte helmelkeprøvene. Det eneste som ikke stemte overens med de andre resultatene var den neglisjerbare frigjøringen av FFA i gårdsmelk ved gastrisk fordøyelse.

I glyserolstammen til TAG finnes SCFA ofte i *sn*-1 posisjon, mens UFA finnes ved høyere konsentrasjoner i *sn*-1 og *sn*-3. Mettede MCFA har derimot en preferanse for *sn*-2 posisjon. Pankreatisk lipase angriper *sn*-1 og *sn*-3 posisjonene i glyserolstammen til TAG (Angers et al. 1998). I gårdsmelk var det tydelig at SCFA, og da spesielt C4:0 og C6:0, var de mest fordøyde fettsyrene fra NL-fraksjonen, mens MCFA, og spesielt C13:0, C14:0 og C16:0, hadde blitt minst fordøyd. Den samme trenden gikk igjen i NL-fraksjonene fra homogenisert helmelk. Posisjoneringen og fordøyelsen av de ulike fettsyrene i melkeprøvene er i overenstemmelse med pankreatisk lipases affinitet til *sn*-1 og *sn*-3 i TAG.

En rekke forskjellige studier (Armand 2007; Carriere et al. 1993; Pafumi et al. 2002) viser at 5-40% av konsumerte triglyserider fordøyes i magesekken ved hjelp av HGL. Ved gastrisk fordøyelse av homogenisert helmelk var lipolysen av NL minimal (1,3%), vist i figur 16. Devle et al. (2014) kunne heller ikke påvise gastrisk fordøyelse i homogenisert helmelk. For gårdsmelk derimot, var den gjennomsnittlige lipolysen etter gastrisk fordøyelse (HGJ 40) av fettsyrene i NL-fraksjonen på 27%, vist i figur 14. I følge Michalski et al. (2002) påvirker strukturen av melkefett både lipolysen og absorpsjonen av lipidene. MFGM er bygd opp i tre lag av en spesiell sammensetning av fosfolipider, polare proetiner og andre polare lipider (Lopez et al. 2011; Walstra et al. 2006). Homogenisering av melk fører til brudd i og tap av

## Diskusjon

MFGM, og det forekommer en adsorpsjon av melkeproteiner til membranoverflaten (Cano-Ruiz & Richter 1997). De nøytrale lipidene i homogenisert helmelk er med andre ord omringet av en helt annen MFGM enn den som forekommer i ubehandlet gårdsmelk. Lipolyse av human gastrisk lipase avhenger av egenskapene til lipid-vann-grenseflaten, altså sammensetningen av MFGM. HGL har høy affinitet til spesifikke PL og økning i lipolyse med HGL er derfor koblet med riktig sammensetning av fosfolipider i MFGM (Favé et al. 2007). Fosfolipider i den homogeniserte MFGM er mindre tilgjengelige og har en annen sammensetning enn i den originale MFGM i ubehandlet gårdsmelk. Garcia et al. (2014) påviste gastrisk lipolyse i både homogenisert og ubehandlet kumelk. Dette motbeviste tidligere påstander av Michalski og Januel (2006) om homogeniseringens påvirkning i økningen av gastrisk og duodenal fordøyelse av melkefett. Figur 14 i resultater viste gastrisk fordøyelse av NL i gårdsmelk, mens figur 16 viste minimal gastrisk fordøyelse av NL i homogenisert helmelk. Det kan da antas at lipolyse med HGL i magesekken forutsetter original MFGM på grunnlag av tilgjengeligheten og sammensetningen av fosfolipidene i den originale MFGM.

Tidligere forskning (Armand et al. 1999; Berton et al. 2012; Garcia et al. 2014; Pafumi et al. 2002) har påvist at små melkefettglobuler undergår større grad av lipolyse med HGL og HPL enn store melkefettglobuler. I homogenisert kumelk er melkefettglobulene blitt finfordelt slik at størrelsen på fettglobulene er mindre enn i ubehandlet kumelk (Belitz et al. 2009). I følge teorien burde da de små MFG i homogenisert helmelk undergå større grad av lipolyse ved gastrisk fordøyelse enn de store MFG som finnes i gårdsmelk. Den gastriske fordøyelsen av nøytrale lipider påvist i gårdsmelk beviser at sammensetningen av MFGM har større betydning for forekomsten av gastrisk lipolyse enn størrelsen på melkefettglobulene.

Frigjøringen av FFA ved gastrisk fordøyelse var neglisjerbar i både gårdsmelk og homogenisert helmelk. Det ble observert at mengden FFA i gårdsmelk etter gastrisk fordøyelse var lavere enn i kontrollprøvene (de ufordøyde prøvene). Dette er ikke i overensstemmelse med teorien da det frigjøres FFA ved fordøyelse. I tillegg motstrider dette resultatene av NL-lipolysen i gårdsmelk hvor det var en tydelig nedbrytning av nøytrale lipider, som skulle blitt påfulgt av en frigjøring (økning) av FFA. Det er originalt lite frie fettsyrer i kumelk (her: 1,2-2,0% FFA i kumelk med 4,1-4,4% fett) og dette kan være årsaken til dårligere nøyaktighet og presisjon i resultatene fra FFA-fraksjonen. FFA-fraksjonen ved gastrisk fordøyelse i gårdsmelk hadde svært lave konsentrasjoner av FA og er lite pålitelig. Verdiene for FFA-fraksjonene ved duodenal fordøyelse kan derimot konkluderes med å være

## Diskusjon

pålitelige grunnet høy konsentrasjon av FA. Det ble funnet en økning av mengde frie fettsyrer ved duodenal fordøyelse i både gårdsmelk og homogenisert helmelk, noe som korresponderer godt med den påviste lipolysen av de nøytrale lipidene.

I FFA-fraksjonene var det noen flerumettede fettsyrer som lå under deteksjonsgrensen, LOD, til GC-MS analysen. Tidligere har disse vært påvist i pasteurisert og homogenisert helmelk fra ku av Devle et al. (2014). Grunnen til tap av PUFA kan være bruk av gammel BF<sub>3</sub>-metanol i det eksperimentelle arbeidet utført i denne oppgaven. Ved forestring av fettsyrer med gammel eller oppkonsentrert BF<sub>3</sub>-metanol kan det oppstå tap av PUFA (Morrison & Smith 1964), i den form at PUFA ikke blir forestret til FAME og vil derfor heller ikke gi signal i GC-MS analysen.

Fosfolipidfraksjonene viste nesten ingen tegn til nedbrytning med den statiske *ex vivo* fordøyelsesmodellen brukt i denne oppgaven, men det oppstod noen uventede tendenser. Figur 15 viser en økning av mengde fettsyrer fra de ufordøyde prøvene til gastrisk fordøyelse i fosfolipidfraksjonen fra gårdsmelk. Denne økningen av fettsyrer i fosfolipidfraksjonen begrunnes i den gastriske lipolysen av NL som forekommer med gårdsmelk. Gastrisk lipase kan gjennomtrengre MFGM på egenhånd og er ikke avhengig av colipase og gallesalt slik som HPL. Ved gastrisk lipolyse vil ikke acylbindingene i fosfolipider eller kolesterolestere hydrolyseres av HGL. Fordøyelsesproduktene (FFA og 2-MAG) etter den gastriske lipolysen er mer polare enn de andre lipidene som foreligger inne i melkefettglobulen og de vil migrere til MFGM. Dette forårsaker ustabilitet i MFGM og den bryter sammen (Hamosh 1990; Thureen & Hay 2006). Fosfolipidene blir da lettere tilgjengelig for ekstraksjon og esterifisering, noe som kan forklare økningen i mengde PL ved fordøyelse i figur 15 og figur 17. Figur 15 viste en økning i mengde fettsyrer i PL-fraksjonen fra gårdsmelk allerede ved gastrisk fordøyelse. Derimot, i figur 17 er det ingen økning mellom de ufordøyde og de gastrisk fordøyde prøvene. Dette er fordi det ikke forekom noen gastrisk lipolyse i homogenisert helmelk og fosfolipidene i den homogeniserte MFGM var derfor mindre tilgjengelige for ekstraksjon og esterifisering før analyse med GC-MS.

I fosfolipider finnes det lengre fettsyrekjeder enn i nøytrale lipider (Walstra et al. 2006). De lange mettede festtyrene C22:0, C23:0 og C24:0 i fosfolipidfraksjonene viste et fall i mengde over tid ved fordøyelse. Disse fettsyrene ble ikke identifisert i NL- eller FFA-fraksjonene. Dette kan indikere at små mengder av fosfolipase forekommer i HDJ og at noe lipolyse av fosfolipider har foregått i *ex vivo* fordøyelsesmodellen. UFA ble brutt ned i



## Diskusjon

fosfolipidfraksjonene fra gårdsmelk, men i homogenisert helmelk inntraff ikke denne tendensen. Verdiene som bygger opp under denne påstanden har lave standardavvik og de overlapper ikke hverandre. Det er ikke påvist noen forklaring på denne tendensen i teorien.

Kontrollprøvene (de ufordøyde prøvene) viste ingen reduksjon av mengde nøytrale lipider, altså ingen lipolyse av nøytrale lipider fant sted. Det kan dermed antas at lipolyse ikke var forårsaket av syrehydrolyse i denne oppgaven.

## 5. Konklusjon

*Ex vivo* fordøyelse ble utført for å sammenligne lipolyse i mage og tolvfingertarm av fersk, ubehandlet gårdsmelk mot pasteurisert, homogenisert helmelk fra ku.

I fersk, ubehandlet gårdsmelk ble det påvist 27% lipolyse av nøytrale lipider ved gastrisk fordøyelse. I pasteurisert, homogenisert helmelk var den gastriske fordøyelsen minimal med 1,3% lipolyse. Strukturen til de originale melkefettglobulmembranene i gårdsmelk er ulik fra de homogeniserte melkefettglobulenes membran i helmelk. Det antas at tilgjengeligheten og en spesifikk sammensetning av fosfolipider i den originale melkefettglobulmembranen har en aktiverende effekt på human gastrisk lipase og fører dermed til økt gastrisk lipolyse.

Total lipolyse av nøytrale lipider etter 90 minutters duodenal fordøyelse viste god overensstemmelse mellom gårdsmelk og homogenisert helmelk med henholdsvis 58% og 59% lipolyse. Denne likheten skyldtes en innstilling av "steady state" i *ex vivo* fordøyelsesmodellen. Etter 30 minutters duodenal fordøyelse av nøytrale lipider i homogenisert helmelk ble lipolysen stabilisert og "steady state" var oppnådd. For gårdsmelken inntraff "steady state" kun etter 15 minutters duodenal fordøyelse. Dette kan forklares av den gastrisk fordøyelsen som foregikk i gårdsmelk og som var omtrent ikke-eksisterende i homogenisert helmelk.

Ernæringsmessig er den gastriske fordøyelsen av lipider fra kumelk viktig. Den påviste gastriske fordøyelsen i gårdsmelk, i motsetning til den ikke-eksisterende gastriske fordøyelsen i homogenisert helmelk, kan ha en stor betydning for pasienter med dysfunksjonell bukspyttkjertel, som eksempelvis cystisk fibrose pasienter.

## 6. Videre arbeid

I denne oppgaven ble fettsyresammensetningen i ufordøyd og fordøyd fersk, ubehandlet gårdsmelk fra ku sammenlignet med fettsyresammensetningen i ufordøyd og fordøyd pasteurisert, homogenisert helmelk. Resultatene i denne oppgaven bør verifiseres ved å gjøre et nytt forsøk med samme fremgangsmetode og prosedyre, men da ved bruk av pasteurisert gårdsmelk og ikke bruk av ubehandlet gårdsmelk. Spesielt bør den gastriske fordøyelsen i oppgaven utforskes nærmere. Det ble kun brukt tre prøvereplikater for hver fordøyelsesfraksjon i denne oppgaven. Dette antallet bør økes til fem slik at sikkerheten i resultatene blir bedre. Ved bruk av fem prøvereplikater blir det lettere å detektere de faktiske uteliggerene i prøvereplikatene og standardavvikene blir mindre.

*Ex vivo* fordøyelsesmodellen brukt i denne oppgaven er en statisk fordøyelsesmodell hvor en "steady state" inntraff ved omtrent 50% lipolyse av de nøytrale lipidene. I en dynamisk fordøyelsesmodell eller *in vivo* fordøyelse ville det ikke ha forekommet en "steady state" og lipolysen i mage og tolvfingertarm ville vært komplett. Derfor bør et forsøk med dyremodeller gjennomføres slik at lipolysen av nøytrale lipider i ubehandlet gårdsmelk og i pasteurisert, homogenisert helmelk kan utforskes *in vivo*. Ved å fø dyremodellene på kun kumelk (en gruppe føs opp på fersk, ubehandlet gårdsmelk og en gruppe føs opp på pasteurisert, homogenisert helmelk) kan avføringen undersøkes for hvilke fettsyrer som er blitt tatt opp og absorbert i dyremodellen. I følge teorien skal omtrent 95% av konsumerte lipider tas opp i kroppen (Fatouros & Mullertz 2008). Forutsatt gastrisk og duodenal nedbrytning betyr dette at det skal forekomme minimalt med lipider i avføringen til dyremodellene etter konsumering av kun kumelk. Det er da interessant å se om det forekommer en forskjell i mengde lipid i avføringen til dyremodellene som er foret med fersk, ubehandlet gårdsmelk i motsetning til de som er foret med pasteurisert, homogenisert helmelk. Forhåpentligvis får man da svar på spørsmålet om ubehandlet gårdsmelk fra ku undergår en større grad av lipolyse i kroppen enn pasteurisert, homogenisert helmelk.

## 7. Referanser

- Aarak, K. E., Kirkhus, B., Holm, H., Vogt, G., Jacobsen, M. & Vegarud, G. E. (2013). Release of EPA and DHA from salmon oil - a comparison of *in vitro* digestion with human and porcine gastrointestinal enzymes. *British Journal of Nutrition*, 110 (8): 1402-1410.
- Akoh, C. C. & Min, D. B. (2002). *Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology*. New York: Marcel Dekker. XIII, 1005 s.
- Almaas, H., Cases, A. L., Devold, T. G., Holm, H., Langsrud, T., Aabakken, L., Aadnoey, T. & Vegarud, G. E. (2006). *In vitro* digestion of bovine and caprine milk by human gastric and duodenal enzymes. *International Dairy Journal*, 16 (9): 961-968.
- Angers, P., Tousignant, D., Boudreau, A. & Arul, J. (1998). Regiospecific analysis of fractions of bovine milk fat triacylglycerols with the same partition number. *Lipids*, 33 (12): 1195-1201.
- Armand, M., Pasquier, B., Andre, M., Borel, P., Senft, M., Peyrot, J., Salducci, J., Portugal, H., Jaussan, V. & Lairon, D. (1999). Digestion and absorption of 2 fat emulsions with different droplet sizes in the human digestive tract. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70 (6): 1096-1106.
- Armand, M. (2007). Lipases and lipolysis in the human digestive tract: where do we stand? *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 10 (2): 156-164.
- Bauer, E., Jakob, S. & Mosenthin, R. (2005). Principles of physiology of lipid digestion. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 18 (2): 282-295.
- Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberle, P. & Burghagen, M. M. (2009). *Food chemistry*. Berlin: Springer. XLIV, 1070 s.
- Berton, A., Rouvellac, S., Robert, B., Rousseau, F., Lopez, C. & Crenon, I. (2012). Effect of the size and interface composition of milk fat globules on their *in vitro* digestion by the human pancreatic lipase: native versus homogenized milk fat globules. *Food Hydrocolloids*, 29 (1): 123-134.
- Boisen, S. & Eggum, B. O. (1991). Critical evaluation of *in vitro* methods for estimating digestibility in simple-stomach animals. *Nutrition research reviews*, 4 (1): 141-62.
- Cano-Ruiz, M. E. & Richter, R. L. (1997). Effect of homogenization pressure on the milk fat globule membrane proteins. *Journal of Dairy Science*, 80 (11): 2732-2739.

## Referanser

- Carriere, F., Barrowman, J. A., Verger, R. & Laugier, R. (1993). Secretion and contribution to lipolysis of gastric and pancreatic lipases during a test meal in humans. *Gastroenterology*, 105 (3): 876-888.
- Cevc, G. (1993). *Phospholipids handbook*. New York: Marcel Dekker. XI, 988 s.: 1-22 s.
- Christie, W. W. (1989). *Gas chromatography and lipids: a practical guide*. Ayr: The Oily Press. IX, 307 s.
- Christie, W. W. (1992). Preparation of ester derivatives of fatty acids for chromatographic analysis. I: *Advances in lipid methodology: two*, s. 69-111. Ayr: Oily Press.
- Cohn, J. S., Kamili, A., Wat, E., Chung, R. W. S. & Tandy, S. (2010). Dietary phospholipids and intestinal cholesterol absorption. *Nutrients*, 2 (2): 116-127.
- Coultate, T. P. (1996). *Food: the chemistry of its components*. Cambridge: Royal Society of Chemistry. XI, 360 s.
- Damodaran, S., Parkin, K. & Fennema, O. R. (2008). *Fennema's food chemistry*. 4 utg. Boca Raton: Taylor & Francis. 1144 s.
- Devle, H., Rukke, E. O., Naess-Andresen, C. F. & Ekeberg, D. (2009). A GC-magnetic sector MS method for identification and quantification of fatty acids in ewe milk by different acquisition modes. *Journal of Separation Science*, 32 (21): 3738-3745.
- Devle, H., Vetti, I., Naess-Andresen, C. F., Rukke, E. O., Vegarud, G. & Ekeberg, D. (2012). A comparative study of fatty acid profiles in ruminant and non-ruminant milk. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114 (9): 1036-1043.
- Devle, H., Ulleberg, E. K., Naess-Andresen, C. F., Rukke, E.-O., Vegarud, G. & Ekeberg, D. (2014). Reciprocal interacting effects of proteins and lipids during *ex vivo* digestion of bovine milk. *International Dairy Journal*, 36 (1): 6-13.
- Ebringer, L., Ferencik, M. & Krajcovic, J. (2008). Beneficial Health Effects of Milk and Fermented Dairy Products. *Folia Microbiologica*, 53 (5): 378-394.
- Eder, K. (1995). Gas chromatographic analysis of fatty acid methyl esters. *Journal of Chromatography B-Biomedical Applications*, 671 (1-2): 113-131.
- Eriksen, E. K., Holm, H., Jensen, E., Aaboe, R., Devold, T. G., Jacobsen, M. & Vegarud, G. E. (2010). Different digestion of caprine whey proteins by human and porcine gastrointestinal enzymes. *British Journal of Nutrition*, 104 (3): 374-381.
- Fahy, E., Subramaniam, S., Murphy, R. C., Nishijima, M., Raetz, C. R. H., Shimizu, T., Spener, F., van Meer, G., Wakelam, M. J. O. & Dennis, E. A. (2009). Update of the LIPID MAPS comprehensive classification system for lipids. *Journal of Lipid Research*, 50: 9-14.

## Referanser

- Fatouros, D. G. & Mullertz, A. (2008). *In vitro* lipid digestion models in design of drug delivery systems for enhancing oral bioavailability. *Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology*, 4 (1): 65-76.
- Favé, G., Leveque, C., Peyrot, J., Pieroni, G., Coste, T. C. & Armand, M. (2007). Modulation of gastric lipolysis by the phospholipid specie: link to specific lipase-phospholipid interaction at the lipid/water interface? *Faseb Journal*, 21 (6): A1010.
- Federation, I. D. (1993). *Determination of nitrogen content in milk (Kjeldahl method)*. IDF Standard 20B. Brussel: International Dairy Federation.
- Folch, J., Lees, M. & Stanley, G. H. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226 (1): 497-509.
- Fong, B. Y., Norris, C. S. & MacGibbon, A. K. H. (2007). Protein and lipid composition of bovine milk-fat-globule membrane. *International Dairy Journal*, 17 (4): 275-288.
- Fox, P. F. & McSweeney, P. L. H. (1998). *Dairy chemistry and biochemistry*. London : Blackie Academic & Professional. XIV, 478 s.
- Gallier, S., Cui, J., Olson, T. D., Rutherford, S. M., Ye, A., Moughan, P. J. & Singh, H. (2013). *In vivo* digestion of bovine milk fat globules: effect of processing and interfacial structural changes. I. Gastric digestion. *Food Chemistry*, 141 (3): 3273-3281.
- Garcia, C., Antona, C., Robert, B., Lopez, C. & Armand, M. (2014). The size and interfacial composition of milk fat globules are key factors controlling triglycerides bioavailability in simulated human gastro-duodenal digestion. *Food Hydrocolloids*, 35: 494-504.
- Gargouri, Y., Bensalah, A. & Verger, R. (1992). Role of human gastric lipase in dietary lipid digestion. *Revue Francaise Des Corps Gras*, 39 (7-8): 207-213.
- Guerra, A., Etienne-Mesmin, L., Livrelli, V., Denis, S., Blanquet-Diot, S. & Alric, M. (2012). Relevance and challenges in modeling human gastric and small intestinal digestion. *Trends in Biotechnology*, 30 (11): 591-600.
- Gunstone, F. D., Harwood, J. L. & Dijkstra, A. J. (2007). *The lipid handbook*. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis. XIII, 656 s.
- Hamosh, M. (1990). Lingual and gastric lipases. *Nutrition*, 6 (6): 421-428.
- Hart, H., Hart, D. J. & Craine, L. E. (2003). *Organic chemistry: a short course*. Boston: Houghton Mifflin. XXIV, 566 s.
- Hart, H. (2007). *Organic chemistry: a short course*. Boston: Houghton Mifflin. XXIV, 577 s.

## Referanser

- Holm, H., Hanssen, L. E., Krogdahl, A. & Florholmen, J. (1988). High and low inhibitor soybean meals affect human duodenal proteinase activity differently - *in vivo* comparison with bovine serum-albumin. *Journal of Nutrition*, 118 (4): 515-520.
- James, C. S. (1995). *Analytical Chemistry of Foods*. Gaithersburg: Aspen Publishers Inc. 178 s.
- Jensen, R. G., Ferris, A. M. & Lammikeefe, C. J. (1991). Symposium - Milk fat composition, function and potential for change - The composition of milk fat. *Journal of Dairy Science*, 74 (9): 3228-3243.
- Keenan, T. W. (2001). Milk lipid globules and their surrounding membrane: a brief history and perspectives for future research. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 6 (3): 365-371.
- King, G. S. & Blau, K. (1977). *Handbook of derivatives for chromatography*. London: Heyden. XVI, 576 s.
- Liu, K. S. (1994). Preparation of fatty acid methyl esters for gas chromatographic analysis of lipids in biological materials. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 71 (11): 1179-1187.
- Lopez, C., Briard-Bion, V., Menard, O., Beaucher, E., Rousseau, F., Fauquant, J., Leconte, N. & Robert, B. (2011). Fat globules selected from whole milk according to their size: different compositions and structure of the biomembrane, revealing sphingomyelin-rich domains. *Food Chemistry*, 125 (2): 355-368.
- Michalski, M.-C. & Januel, C. (2006). Does homogenization affect the human health properties of cow's milk? *Trends in Food Science & Technology*, 17 (8): 423-437.
- Michalski, M. C., Michel, F., Sainmont, D. & Briard, V. (2002). Apparent zeta-potential as a tool to assess mechanical damages to the milk fat globule membrane. *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*, 23 (1): 23-30.
- Morrison, W. R. & Smith, L. M. (1964). Preparation of fatty acid methyl esters + dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *Journal of Lipid Research*, 5 (4): 600-608.
- Pafumi, Y., Lairon, D., de la Porte, P. L., Juhel, C., Storch, J., Hamosh, M. & Armand, M. (2002). Mechanisms of inhibition of triacylglycerol hydrolysis by human gastric lipase. *Journal of Biological Chemistry*, 277 (31): 28070-28079.
- Quehenberger, O., Armando, A. M. & Dennis, E. A. (2011). High sensitivity quantitative lipidomics analysis of fatty acids in biological samples by gas chromatography-mass

## Referanser

- spectrometry. *Biochimica Et Biophysica Acta-Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1811 (11): 648-656.
- Ratnayake, W. M. N. & Galli, C. (2009). Fat and fatty acid terminology, methods of analysis and fat digestion and metabolism: a background review paper. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 55 (1-3): 8-43.
- Sullards, M. C., Allegood, J. C., Kelly, S., Wang, E., Haynes, C. A., Park, H., Chen, Y. & Merrill, A. H. (2007). Structure-specific, quantitative methods for analysis of sphingolipids by liquid chromatography-tandem mass spectrometry: "inside-out" sphingolipidomics. *Methods in Enzymology*, 432: 83-115.
- Thureen, P. J. & Hay, W. W. (2006). *Neonatal nutrition and metabolism*. Cambridge: Cambridge University Press. XXII, 688 s.
- Ulleberg, E. K., Comi, I., Holm, H., Herud, E. B., Jacobsen, M. & Vegarud, G. E. (2011). Human gastrointestinal juices intended for use in *in vitro* digestion models. *Food Digestion*, 2 (1-3): 52-61.
- Walstra, P., Geurts, T. & Wouters, J. T. M. (2006). *Dairy science and technology*. 2 utg. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis. 782 s.



## 8. Vedlegg

Tabell V.1 til V.4 ble benyttet i materialer- og metoderkapittelet. Dataene i tabell V.1 og V.2 gir informasjon om tillaging av internstandardene. Tabell V.3 viser volumer av HCl og NaOH tilsatt ved pH regulering i *ex-vivo* fordøyelsesmodellen. Tabell V.4 viser de relative responsfaktorene (RRF) for de ulike fettsyremetylerene (FAME) i kumelk som ble brukt til å regne konsentrasjonen av fettsyrer (FA) i tabell V.5 til V.34.

**Tabell V.1.** Tabellen viser innholdet og konsentrasjonene av de sju internstandardene av C11 og C19 lipider løst i kloroform,  $CHCl_3$ , som ble brukt i oppgaven. Konsentrasjonene er mg lipid per mL  $CHCl_3$  (kloroform).

Lipid	Forkortelse	Konsentrasjon 1 (mg/mL)	Konsentrasjon 2 (mg/mL)
Undecanoic acid	C11:0 FFA	1	10
Nonadecanoic acid	C19:0 FFA	1	10
Triunadecanoin	C11:0 TG	-	10
Trinadecanoin	C19:0 TG	-	10
1,2-dinonadecanoyl-sn-glycero-3-fosfatidylcholine	C19:0 PL	1	-

**Tabell V.2.** Volum i  $\mu\text{L}$  tilsatt av internstandarder til de ulike fordøyelsesprøvene.

Lipid	HGJ og kontrollprøver	HDJ
C11:0 Triglyserid (10 mg/mL)	150 $\mu\text{L}$	150 $\mu\text{L}$
C19:0 Triglyserid (10 mg/mL)	250 $\mu\text{L}$	250 $\mu\text{L}$
C11:0 Fri fettsyre (1 mg/mL)	50 $\mu\text{L}$	-
C19:0 Fri fettsyre (1 mg/mL)	100 $\mu\text{L}$	-
C11:0 Fri fettsyre (10 mg/mL)	-	100 $\mu\text{L}$
C19:0 Fri fettsyre (10 mg/mL)	-	250 $\mu\text{L}$
C19:0 Fosfolipid (1 mg/mL)	100 $\mu\text{L}$	100 $\mu\text{L}$

**Tabell V.3.** Volum i  $\mu\text{L}$  tilsatt av HCl og NaOH ved *ex vivo* fordøyelse av gårdsmelk og homogenisert helmelk.

Homogenisert helmelk			Gårdsmelk		
HCl 1. trinn (pH 6,7-5,0)	HCl 2. trinn (pH 5,0-2,5)	NaOH (pH 2,5-7,0)	HCl 1. trinn (pH 6,7-5,0)	HCl 2. trinn (pH 5,0-2,5)	NaOH (pH 2,5-7,0)
8,0 $\mu\text{L}$	12,5 $\mu\text{L}$	17,0 $\mu\text{L}$	7,5 $\mu\text{L}$	12,0 $\mu\text{L}$	15,5 $\mu\text{L}$

**Tabell V.4.** Relative responsfaktorer (RRF) og molekylær vekt (MW) i g/mol for de ulike fettsyremetylerene (FAME) tatt fra (Devle et al. (2009)).

FAME	RRF	MW (g/mol)	FAME	RRF	MW (g/mol)
<b>C4:0</b>	0,75	88,11	<b>C17:0iso</b>	1,22	270,46
<b>C6:0</b>	0,75	116,16	<b>C16:1c-7</b>	1,18	254,43
<b>C8:0</b>	0,90	144,22	<b>C17:0</b>	1,22	270,46
<b>C10:0</b>	0,95	172,27	<b>C18:0</b>	1,19	284,48
<b>C11:0</b>	1,00	186,3	<b>C18:1t-9</b>	1,16	282,48
<b>C12:0</b>	1,05	200,33	<b>C18:1c-9</b>	1,16	282,48
<b>C13:0</b>	1,23	214,35	<b>C19:0</b>	1,00	298,52
<b>C14:0</b>	1,12	228,38	<b>C18:2c-9,t-12</b>	1,04	280,48
<b>C15:0iso</b>	1,22	242,41	<b>C20:0</b>	1,17	312,54
<b>C15:0anteiso</b>	1,22	242,41	<b>C18:3c-9,12,15</b>	0,98	278,48
<b>C14:1c-5</b>	1,24	226,38	<b>C18:2c-9,t-11</b>	1,04	280,48
<b>C15:0</b>	1,22	242,41	<b>C22:0</b>	1,18	340,6
<b>C16:0iso</b>	1,22	256,43	<b>C23:0</b>	1,17	354,62
<b>C16:0</b>	1,22	256,43	<b>C24:0</b>	1,19	368,65

Vedlegg

Tabell V.5 til V.16 viser utregnet stoffmengde og mengde av de ufordøyde prøvene (kontrollprøvene) av gårdsmelk og homogenisert helmelk som ble benyttet til å finne gjennomsnittet av disse ufordøyde prøvene (utregnet gjennomsnitt er vist i tabell V.35 til V.40) og for deretter å lage tabell 3 i resultater.

**Tabell V.5. Utregnet stoffmengde (mol) og mengde (µg) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de nøytrale lipidfraksjonene fra de ufordøyde gårdsmelkprøvene, kontrollprøve parallell 1.**

<b>Gårdsmelk kontroll 1 nøytrale lipider</b>										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)
<b>C4:0</b>	6,75E-06	594,65	6,44E-06	567,28	6,84E-06	603,01	7,40E-06	651,97	7,86E-06	692,29
<b>C6:0</b>	6,14E-06	713,28	6,05E-06	702,55	6,41E-06	744,71	6,73E-06	782,29	7,48E-06	869,17
<b>C8:0</b>	4,00E-06	576,54	4,09E-06	590,28	4,28E-06	617,83	4,49E-06	648,07	4,94E-06	713,00
<b>C10:0</b>	8,51E-06	1466,45	8,03E-06	1383,51	8,47E-06	1458,43	9,38E-06	1615,94	9,64E-06	1661,42
<b>C11:0</b>	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51
<b>C12:0</b>	1,05E-05	2098,77	1,02E-05	2035,60	1,09E-05	2173,76	1,15E-05	2294,78	1,20E-05	2394,18
<b>C13:0</b>	1,98E-07	42,51	2,21E-07	47,45	2,33E-07	49,92	2,35E-07	50,32	2,88E-07	61,72
<b>C14:0</b>	3,12E-05	7116,01	3,02E-05	6900,99	3,18E-05	7251,51	3,38E-05	7729,97	3,59E-05	8208,68
<b>C15:0iso</b>	3,23E-07	78,35	3,32E-07	80,47	3,57E-07	86,50	3,66E-07	88,69	3,93E-07	95,25
<b>C15:0</b>										
<b>anteiso</b>	5,49E-07	133,06	5,46E-07	132,38	6,02E-07	145,91	6,22E-07	150,79	6,70E-07	162,36
<b>C14:1n-5</b>	1,13E-06	255,13	1,11E-06	252,08	1,20E-06	271,15	1,25E-06	283,68	1,34E-06	303,79
<b>C15:0</b>	1,45E-06	351,67	1,42E-06	344,33	1,53E-06	370,75	1,60E-06	388,11	1,70E-06	413,26
<b>C16:0iso</b>	5,53E-07	141,73	6,75E-07	173,11	7,22E-07	185,17	6,78E-07	173,97	7,71E-07	197,58
<b>C16:0</b>	9,51E-05	24374,04	9,61E-05	24650,89	1,02E-04	26260,40	1,04E-04	26763,71	1,11E-04	28438,24
<b>C17:0iso</b>	3,64E-07	98,33	3,96E-07	107,17	4,32E-07	116,89	4,27E-07	115,61	4,71E-07	127,43
<b>C16:1n-7</b>	1,69E-06	430,67	1,74E-06	441,70	1,88E-06	479,08	1,96E-06	498,82	2,07E-06	526,96
<b>C17:0</b>	6,19E-07	167,39	6,24E-07	168,70	7,03E-07	190,05	7,04E-07	190,51	7,75E-07	209,47
<b>C18:0</b>	2,17E-05	6172,84	2,04E-05	5799,86	3,67E-05	10447,84	2,38E-05	6774,69	2,46E-05	7012,35
<b>C18:1t-9</b>	2,62E-06	738,98	2,67E-06	755,57	2,84E-06	801,90	3,05E-06	860,44	3,25E-06	917,96
<b>C18:1c-9</b>	3,71E-05	10471,91	3,55E-05	10031,22	3,95E-05	11166,78	4,00E-05	11304,34	4,20E-05	11874,36
<b>C19:0</b>	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14
<b>C18:2c-9, t-12</b>	1,37E-06	384,35	1,45E-06	405,77	1,58E-06	443,84	1,65E-06	462,66	1,77E-06	497,60
<b>C20:0</b>	1,91E-07	59,81	2,25E-07	70,39	2,52E-07	78,70	2,42E-07	75,78	2,72E-07	84,94
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	2,76E-07	76,95	3,46E-07	96,27	3,92E-07	109,19	4,01E-07	111,76	4,42E-07	123,07
<b>C18:2c-9, t-11</b>	5,44E-07	152,52	6,59E-07	184,97	7,49E-07	210,14	7,24E-07	203,07	9,01E-07	252,58

**Tabell V.6. Utregnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de nøytrale lipidfraksjonene fra de ufordøyde gårdsmelkprøvene, kontrollprøve parallell 2.**

<b>Gårdsmelk kontroll 2 nøytrale lipider</b>										
<b>FA</b>	<b>HGJ 40</b>		<b>HDJ 15</b>		<b>HDJ 30</b>		<b>HDJ 60</b>		<b>HDJ 90</b>	
	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>
<b>C4:0</b>	3,10E-06	272,81	2,95E-06	259,51	2,89E-06	254,96	3,00E-06	264,69	3,14E-06	276,63
<b>C6:0</b>	2,49E-06	288,98	2,50E-06	290,17	2,46E-06	286,04	2,41E-06	280,03	2,41E-06	280,03
<b>C8:0</b>	1,80E-06	259,47	1,82E-06	262,19	1,75E-06	252,90	1,84E-06	264,72	1,84E-06	264,72
<b>C10:0</b>	5,04E-06	867,98	4,76E-06	819,17	4,93E-06	849,03	4,70E-06	809,75	4,70E-06	809,75
<b>C11:0</b>	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51
<b>C12:0</b>	5,56E-06	1114,04	5,50E-06	1102,61	5,67E-06	1135,42	5,29E-06	1058,93	5,29E-06	1058,93
<b>C13:0</b>	1,46E-07	31,33	1,84E-07	39,53	1,66E-07	35,57	1,71E-07	36,62	1,71E-07	36,62
<b>C14:0</b>	1,75E-05	4000,85	1,75E-05	3994,02	1,80E-05	4108,02	1,67E-05	3823,67	1,67E-05	3823,67
<b>C15:0iso</b>	2,23E-07	54,03	1,70E-07	41,12	1,88E-07	45,62	1,73E-07	41,91	1,73E-07	41,91
<b>C15:0 anteiso</b>	3,87E-07	93,83	2,90E-07	70,26	3,28E-07	79,54	2,94E-07	71,21	2,94E-07	71,21
<b>C14:1n-5</b>	7,73E-07	175,07	5,88E-07	133,17	6,61E-07	149,72	5,86E-07	132,69	5,86E-07	132,69
<b>C15:0</b>	1,04E-06	251,12	7,96E-07	192,95	8,90E-07	215,78	7,92E-07	192,08	7,92E-07	192,08
<b>C16:0iso</b>	1,94E-07	49,78	2,81E-07	71,96	2,61E-07	66,94	2,56E-07	65,70	2,56E-07	65,70
<b>C16:0</b>	4,96E-05	12723,64	5,20E-05	13342,85	5,29E-05	13566,70	4,93E-05	12647,14	4,93E-05	12647,14
<b>C17:0iso</b>	2,65E-07	71,77	2,21E-07	59,69	2,47E-07	66,88	2,23E-07	60,24	2,23E-07	60,24
<b>C16:1n-7</b>	9,60E-07	244,31	8,06E-07	205,10	9,32E-07	237,18	8,38E-07	213,33	8,38E-07	213,33
<b>C17:0</b>	3,66E-07	99,12	3,12E-07	84,38	3,42E-07	92,56	3,18E-07	86,13	3,18E-07	86,13
<b>C18:0</b>	1,58E-05	4505,87	1,18E-05	3346,64	1,36E-05	3880,14	1,21E-05	3438,74	1,21E-05	3438,74
<b>C18:1t-9</b>	1,52E-06	428,39	1,34E-06	378,14	1,51E-06	427,79	1,39E-06	391,43	1,39E-06	391,43
<b>C18:1c-9</b>	2,57E-05	7270,79	1,96E-05	5537,69	2,24E-05	6338,92	2,02E-05	5715,87	2,02E-05	5715,87
<b>C19:0</b>	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14
<b>C18:2c-9, t-12</b>	7,19E-07	201,59	6,73E-07	188,68	7,60E-07	213,07	7,07E-07	198,42	7,07E-07	198,42
<b>C20:0</b>	9,27E-08	28,98	1,16E-07	36,30	1,12E-07	34,97	1,13E-07	35,43	1,24E-07	38,60
<b>C18:3c-9,12,15</b>	1,15E-07	31,90	1,57E-07	43,82	3,57E-07	99,46	1,50E-07	41,87	1,50E-07	41,87
<b>C18:2c-9, t-11</b>	2,02E-07	56,54	2,26E-07	63,50	2,47E-07	69,42	2,53E-07	70,88	2,53E-07	70,88

**Tabell V.7. Utregnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de frie fettsyrefraksjonene fra ufordøyde gårdsmelkprøvene, kontrollprøve parallell 1.**

<b>Gårdsmelk kontroll 1 frie festtsyrer</b>										
<b>FA</b>	<b>HGJ 40</b>		<b>HDJ 15</b>		<b>HDJ 30</b>		<b>HDJ 60</b>		<b>HDJ 90</b>	
	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>
<b>C6:0</b>	3,50E-08	4,07	7,24E-08	8,41	2,91E-08	3,38	4,00E-08	4,65	9,83E-08	11,42
<b>C8:0</b>	6,00E-09	0,87	5,32E-08	7,67	1,23E-08	1,78	1,75E-08	2,53	4,69E-08	6,77
<b>C10:0</b>	2,51E-08	4,32	1,01E-07	17,34	3,97E-08	6,84	5,44E-08	9,38	1,35E-07	23,19
<b>C11:0</b>	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00
<b>C12:0</b>	6,49E-08	13,00	1,65E-07	33,11	8,10E-08	16,23	1,03E-07	20,73	2,06E-07	41,21
<b>C13:0</b>	9,52E-09	2,04	1,31E-08	2,80	4,86E-09	1,04	6,26E-09	1,34	1,07E-08	2,30
<b>C14:0</b>	2,01E-07	45,95	6,09E-07	139,01	2,63E-07	60,04	3,33E-07	75,96	7,27E-07	166,02
<b>C15:0iso</b>	1,00E-09	0,24	2,30E-09	0,56	1,52E-09	0,37	2,35E-09	0,57	4,19E-09	1,02
<b>C15:0 anteiso</b>	1,18E-09	0,29	2,96E-09	0,72	2,48E-09	0,60	3,45E-09	0,84	4,38E-09	1,06
<b>C14:1n-5</b>	5,67E-09	1,28	6,48E-09	1,47	6,51E-09	1,47	8,14E-09	1,84	8,91E-09	2,02
<b>C15:0</b>	3,36E-09	0,81	6,09E-09	1,48	4,06E-09	0,98	6,44E-09	1,56	9,36E-09	2,27
<b>C16:0iso</b>	6,58E-09	1,69	4,42E-09	1,13	4,83E-09	1,24	3,40E-09	0,87	6,73E-09	1,73
<b>C16:0</b>	7,60E-07	194,79	2,00E-06	512,13	8,43E-07	216,12	1,10E-06	281,90	2,30E-06	590,72
<b>C17:0iso</b>	1,17E-09	0,32	1,14E-09	0,31	1,39E-09	0,38	1,51E-09	0,41	2,90E-09	0,78
<b>C16:1n-7</b>	6,55E-09	1,67	8,69E-09	2,21	6,75E-09	1,72	1,15E-08	2,94	1,49E-08	3,80
<b>C17:0</b>	1,95E-09	0,53	2,85E-09	0,77	1,84E-09	0,50	3,16E-09	0,85	3,51E-09	0,95
<b>C18:0</b>	6,58E-08	18,71	9,05E-08	25,74	7,19E-08	20,46	1,09E-07	31,05	1,47E-07	41,87
<b>C18:1t-9</b>	6,24E-09	1,76	7,11E-09	2,01	5,43E-09	1,53	9,72E-09	2,75	1,34E-08	3,77
<b>C18:1c-9</b>	8,74E-08	24,70	1,53E-07	43,32	1,15E-07	32,40	1,72E-07	48,55	2,62E-07	74,03
<b>C19:0</b>	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00
<b>C18:2c-9, t-12</b>	4,69E-09	1,31	6,78E-09	1,90	4,81E-09	1,35	6,77E-09	1,90	7,95E-09	2,23

**Tabell V.8. Utregnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de frie fettsyrefraksjonene fra ufordøyde gårdsmelkprøvene, kontrollprøve parallell 2.**

<b>Gårdsmelk kontroll 2 frie fettsyrer</b>										
<b>FA</b>	<b>HGJ 40</b>		<b>HDJ 15</b>		<b>HDJ 30</b>		<b>HDJ 60</b>		<b>HDJ 90</b>	
	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (<math>\mu\text{g}</math>)</b>
<b>C6:0</b>	3,63E-08	4,22	1,54E-08	1,79	2,34E-08	2,71	1,12E-08	1,30	1,88E-08	2,18
<b>C8:0</b>	2,12E-08	3,06	9,35E-09	1,35	1,67E-08	2,41	9,49E-09	1,37	1,32E-08	1,90
<b>C10:0</b>	5,39E-08	9,28	5,48E-08	9,44	6,07E-08	10,45	6,90E-08	11,88	1,08E-07	18,56
<b>C11:0</b>	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00
<b>C12:0</b>	1,03E-07	20,56	9,88E-08	19,79	1,23E-07	24,57	1,32E-07	26,51	1,63E-07	32,70
<b>C13:0</b>	9,86E-09	2,11	5,33E-09	1,14	7,09E-09	1,52	6,88E-09	1,48	7,55E-09	1,62
<b>C14:0</b>	2,69E-07	61,38	2,52E-07	57,45	3,24E-07	73,98	3,40E-07	77,63	4,29E-07	97,91
<b>C15:0iso</b>	2,89E-09	0,70	1,74E-09	0,42	2,11E-09	0,51	2,31E-09	0,56	2,19E-09	0,53
<b>C15:0 anteiso</b>	3,58E-09	0,87	2,46E-09	0,60	2,73E-09	0,66	3,13E-09	0,76	2,46E-09	0,60
<b>C14:1n-5</b>	1,67E-08	3,78	9,79E-09	2,22	9,41E-09	2,13	1,26E-08	2,86	1,24E-08	2,81
<b>C15:0</b>	6,93E-09	1,68	6,60E-09	1,60	7,43E-09	1,80	7,59E-09	1,84	8,73E-09	2,12
<b>C16:0iso</b>	4,56E-09	1,17	3,24E-09	0,83	3,84E-09	0,98	4,35E-09	1,11	5,17E-09	1,32
<b>C16:0</b>	8,89E-07	227,84	8,33E-07	213,62	1,08E-06	276,09	1,13E-06	290,13	1,45E-06	372,79
<b>C17:0iso</b>	2,28E-09	0,62	1,21E-09	0,33	1,67E-09	0,45	2,08E-09	0,56	1,50E-09	0,41
<b>C16:1n-7</b>	1,35E-08	3,43	1,16E-08	2,95	1,33E-08	3,39	1,49E-08	3,79	1,71E-08	4,36
<b>C17:0</b>	4,47E-09	1,21	2,72E-09	0,73	3,77E-09	1,02	2,97E-09	0,80	3,19E-09	0,86
<b>C18:0</b>	9,13E-08	25,98	1,08E-07	30,75	1,18E-07	33,53	1,31E-07	37,37	1,52E-07	43,19
<b>C18:1t-9</b>	8,15E-09	2,30	6,89E-09	1,95	7,05E-09	1,99	8,24E-09	2,33	1,24E-08	3,49
<b>C18:1c-9</b>	2,65E-07	74,76	2,69E-07	75,87	3,05E-07	86,07	3,40E-07	96,06	4,29E-07	121,10
<b>C19:0</b>	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00
<b>C18:2c-9, t-12</b>	7,77E-09	2,18	7,22E-09	2,03	7,56E-09	2,12	9,50E-09	2,67	1,08E-08	3,02

**Tabell V.9.** *Utregnet stoffmengde (mol) og mengde (µg) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i fosfolipidfraksjonene fra de ufordøyde gårdsmelkprøvene, kontrollprøve parallell 1.*

<b>Gårdsmelk kontroll 1 fosfolipider</b>										
<b>FA</b>	<b>HGJ 40</b>		<b>HDJ 15</b>		<b>HDJ 30</b>		<b>HDJ 60</b>		<b>HDJ 90</b>	
	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (µg)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (µg)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (µg)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (µg)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (µg)</b>
<b>C10:0</b>	1,83E-09	0,31	4,72E-09	0,81	1,52E-09	0,26	1,39E-09	0,24	1,92E-09	0,33
<b>C11:0</b>	1,52E-09	0,28	2,06E-09	0,38	1,76E-09	0,33	2,38E-09	0,44	2,72E-09	0,51
<b>C12:0</b>	6,81E-10	0,14	4,78E-09	0,96	2,14E-09	0,43	2,15E-09	0,43	1,48E-09	0,30
<b>C14:0</b>	1,57E-08	3,59	2,46E-08	5,62	1,73E-08	3,96	1,79E-08	4,09	1,74E-08	3,98
<b>C15:0</b>	2,01E-09	0,49	1,69E-09	0,41	1,50E-09	0,36	1,61E-09	0,39	1,67E-09	0,40
<b>C16:0</b>	1,01E-07	25,99	1,20E-07	30,84	1,08E-07	27,71	1,14E-07	29,29	1,08E-07	27,61
<b>C16:1n-7</b>	2,15E-09	0,55	2,41E-09	0,61	1,70E-09	0,43	2,80E-09	0,71	2,25E-09	0,57
<b>C17:0</b>	8,73E-10	0,24	1,43E-09	0,39	8,37E-10	0,23	1,18E-09	0,32	1,35E-09	0,37
<b>C18:0</b>	4,12E-08	11,71	4,19E-08	11,91	3,94E-08	11,20	4,63E-08	13,16	4,79E-08	13,62
<b>C18:1c-9</b>	1,25E-07	35,22	1,16E-07	32,73	1,22E-07	34,49	1,32E-07	37,39	1,09E-07	30,74
<b>C 19:0</b>	1,22E-07	36,48	1,22E-07	36,48	1,22E-07	36,48	1,22E-07	36,48	1,22E-07	36,48
<b>C18:2c-9, t-12</b>	1,38E-08	3,87	1,14E-08	3,19	1,35E-08	3,78	1,60E-08	4,48	1,39E-08	3,89
<b>C22:0</b>	5,86E-09	1,99	5,35E-09	1,82	7,78E-09	2,65	8,13E-09	2,77	8,31E-09	2,83
<b>C23:0</b>	5,82E-09	2,06	5,32E-09	1,89	6,38E-09	2,26	7,41E-09	2,63	6,47E-09	2,30
<b>C24:0</b>	3,53E-09	1,30	3,89E-09	1,44	4,29E-09	1,58	5,80E-09	2,14	5,85E-09	2,16

**Tabell V.10.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i fosfolipidfraksjonene fra de ufordøyde gårdsmelkprøvene, kontrollprøve parallell 2.

Gårdsmelk kontroll 2 fosfolipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C10:0</b>	1,95E-09	0,34	3,38E-09	0,58	2,01E-09	0,35	1,53E-09	0,26	1,47E-09	0,25
<b>C11:0</b>	1,43E-09	0,27	5,15E-09	0,96	3,16E-09	0,59	1,80E-09	0,33	2,29E-09	0,43
<b>C12:0</b>	2,90E-09	0,58	4,63E-09	0,93	2,70E-09	0,54	2,20E-09	0,44	2,22E-09	0,44
<b>C14:0</b>	9,18E-09	2,10	1,75E-08	4,00	1,18E-08	2,69	9,60E-09	2,19	9,91E-09	2,26
<b>C15:0</b>	1,52E-09	0,37	1,44E-09	0,35	1,37E-09	0,33	1,14E-09	0,28	1,18E-09	0,29
<b>C16:0</b>	6,62E-08	16,97	8,56E-08	21,96	7,93E-08	20,33	6,71E-08	17,20	6,84E-08	17,53
<b>C16:1n-7</b>	3,06E-09	0,78	2,61E-09	0,66	2,35E-09	0,60	1,93E-09	0,49	2,28E-09	0,58
<b>C17:0</b>	1,28E-09	0,35	9,28E-10	0,25	9,95E-10	0,27	6,79E-10	0,18	7,75E-10	0,21
<b>C18:0</b>	2,21E-08	6,29	3,20E-08	9,09	3,82E-08	10,85	2,97E-08	8,44	2,90E-08	8,26
<b>C18:1c-9</b>	6,57E-08	18,55	7,23E-08	20,42	6,53E-08	18,44	6,16E-08	17,39	6,66E-08	18,82
<b>C 19:0</b>	1,22E-07	36,48	1,22E-07	36,48	1,22E-07	36,48	1,22E-07	36,48	1,22E-07	36,48
<b>C18:2c-9, t-12</b>	7,16E-09	2,01	7,38E-09	2,07	5,39E-09	1,51	7,77E-09	2,18	7,15E-09	2,01
<b>C22:0</b>	5,11E-09	1,74	5,14E-09	1,75	5,08E-09	1,73	5,09E-09	1,73	4,83E-09	1,65
<b>C23:0</b>	4,68E-09	1,66	4,79E-09	1,70	5,15E-09	1,83	5,42E-09	1,92	4,57E-09	1,62
<b>C24:0</b>	4,53E-09	1,67	3,63E-09	1,34	3,70E-09	1,37	3,40E-09	1,25	3,45E-09	1,27



**Tabell V.11.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de nøytrale lipidfraksjonene fra de ufordøyde homogeniserte helmelkprøvene, kontrollprøve parallell 1.

<b>Homogenisert helmelk kontroll 1 nøytrale lipider</b>										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C4:0</b>	3,81E-06	336,14	3,64E-06	320,46	3,17E-06	279,32	3,88E-06	341,83	3,67E-06	323,08
<b>C6:0</b>	3,51E-06	407,63	3,42E-06	397,01	3,10E-06	360,23	3,64E-06	422,27	3,51E-06	407,21
<b>C8:0</b>	2,43E-06	349,79	2,34E-06	338,09	2,14E-06	309,16	2,45E-06	353,72	2,38E-06	343,86
<b>C10:0</b>	5,09E-06	877,53	5,04E-06	867,68	5,01E-06	862,71	5,22E-06	898,65	5,05E-06	869,76
<b>C11:0</b>	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51
<b>C12:0</b>	6,09E-06	1220,38	5,94E-06	1190,94	5,88E-06	1178,91	6,33E-06	1268,09	6,12E-06	1225,42
<b>C13:0</b>	2,55E-07	54,64	2,39E-07	51,18	2,14E-07	45,91	2,60E-07	55,63	2,40E-07	51,43
<b>C14:0</b>	1,86E-05	4247,17	1,82E-05	4160,91	1,85E-05	4230,29	1,91E-05	4351,39	1,90E-05	4340,25
<b>C15:0iso</b>	1,54E-07	37,45	1,43E-07	34,70	1,46E-07	35,45	1,48E-07	35,89	1,41E-07	34,17
<b>C15:0</b>										
<b>anteiso</b>	3,03E-07	73,46	2,94E-07	71,34	2,91E-07	70,59	2,99E-07	72,39	2,85E-07	69,04
<b>C14:1n-5</b>	5,81E-07	131,47	5,57E-07	126,08	5,47E-07	123,76	5,72E-07	129,49	5,37E-07	121,58
<b>C15:0</b>	7,88E-07	190,94	7,76E-07	188,16	7,48E-07	181,38	7,76E-07	188,02	7,42E-07	179,81
<b>C16:0iso</b>	4,62E-07	118,57	4,34E-07	111,38	3,80E-07	97,44	4,57E-07	117,20	4,37E-07	112,15
<b>C16:0</b>	5,81E-05	14890,59	5,64E-05	14471,01	5,52E-05	14162,46	5,91E-05	15149,48	5,78E-05	14822,57
<b>C17:0iso</b>	2,18E-07	58,84	1,81E-07	48,92	1,73E-07	46,84	2,20E-07	59,51	2,00E-07	54,18
<b>C16:1n-7</b>	1,10E-06	279,96	1,06E-06	269,94	1,03E-06	261,84	1,09E-06	278,21	1,03E-06	261,27
<b>C17:0</b>	3,56E-07	96,16	3,46E-07	93,58	3,34E-07	90,21	3,59E-07	97,07	3,35E-07	90,52
<b>C18:0</b>	9,61E-06	2734,10	9,49E-06	2699,70	9,71E-06	2762,40	9,69E-06	2755,53	9,24E-06	2627,40
<b>C18:1t-9</b>	1,13E-06	318,47	1,11E-06	313,97	1,03E-06	292,11	1,11E-06	312,61	1,07E-06	303,28
<b>C18:1c-9</b>	1,99E-05	5629,08	1,92E-05	5417,27	1,91E-05	5397,66	1,95E-05	5512,19	1,85E-05	5225,54
<b>C19:0</b>	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14
<b>C18:2c-9, t-12</b>	1,13E-06	317,25	1,10E-06	308,52	1,03E-06	288,38	1,12E-06	315,42	1,04E-06	292,16
<b>C20:0</b>	8,22E-08	25,69	8,00E-08	24,99	8,65E-08	27,03	8,36E-08	26,14	6,95E-08	21,71
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	2,21E-07	61,56	1,91E-07	53,07	1,89E-07	52,50	2,13E-07	59,42	2,07E-07	57,54
<b>C18:2c-9, t-11</b>	2,98E-07	83,52	2,88E-07	80,74	2,63E-07	73,81	2,99E-07	84,00	2,94E-07	82,43

**Tabell V.12.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de nøytrale lipidfraksjonene fra de ufordøyde homogeniserte helmelkprøvene, kontrollprøve parallell 2.

<b>Homogenisert helmelk kontroll 2 nøytrale lipider</b>										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C4:0</b>	3,51E-06	308,94	3,25E-06	285,96	3,15E-06	277,30	3,16E-06	278,22	3,23E-06	285,02
<b>C6:0</b>	3,28E-06	380,58	3,07E-06	356,29	3,00E-06	348,98	3,06E-06	355,16	3,06E-06	355,16
<b>C8:0</b>	2,19E-06	316,45	2,09E-06	301,03	2,09E-06	301,43	2,17E-06	312,67	2,17E-06	312,67
<b>C10:0</b>	5,26E-06	906,26	4,98E-06	857,80	4,91E-06	845,48	4,90E-06	844,07	4,90E-06	844,07
<b>C11:0</b>	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51
<b>C12:0</b>	6,01E-06	1203,97	5,92E-06	1185,06	5,83E-06	1168,78	5,66E-06	1133,11	5,66E-06	1133,11
<b>C13:0</b>	2,00E-07	42,95	2,17E-07	46,45	2,22E-07	47,55	2,24E-07	48,12	2,24E-07	48,12
<b>C14:0</b>	1,71E-05	3915,03	1,69E-05	3859,11	1,67E-05	3813,35	1,67E-05	3804,63	1,67E-05	3804,63
<b>C15:0iso</b>	1,39E-07	33,76	1,44E-07	34,90	1,57E-07	37,95	1,51E-07	36,65	1,51E-07	36,65
<b>C15:0</b>										
<b>anteiso</b>	2,96E-07	71,72	3,05E-07	74,00	3,28E-07	79,49	3,25E-07	78,75	3,25E-07	78,75
<b>C14:1n-5</b>	5,64E-07	127,77	5,77E-07	130,70	6,18E-07	139,95	5,95E-07	134,73	5,95E-07	134,73
<b>C15:0</b>	8,17E-07	198,08	8,36E-07	202,75	8,85E-07	214,62	8,40E-07	203,72	8,40E-07	203,72
<b>C16:0iso</b>	3,49E-07	89,52	3,86E-07	98,95	3,95E-07	101,22	4,08E-07	104,63	4,08E-07	104,63
<b>C16:0</b>	5,30E-05	13585,98	5,28E-05	13530,11	5,25E-05	13461,27	5,24E-05	13430,49	5,24E-05	13430,49
<b>C17:0iso</b>	2,05E-07	55,52	2,20E-07	59,41	2,33E-07	63,12	2,25E-07	60,84	2,25E-07	60,84
<b>C16:1n-7</b>	9,84E-07	250,48	1,00E-06	255,35	1,08E-06	273,81	1,04E-06	264,53	1,04E-06	264,53
<b>C17:0</b>	3,42E-07	92,41	3,63E-07	98,13	3,91E-07	105,74	3,82E-07	103,23	3,82E-07	103,23
<b>C18:0</b>	1,00E-05	2856,77	1,01E-05	2869,83	1,07E-05	3040,49	1,03E-05	2934,02	1,03E-05	2934,02
<b>C18:1t-9</b>	1,10E-06	309,82	1,09E-06	309,18	1,26E-06	354,62	1,22E-06	345,79	1,22E-06	345,79
<b>C18:1c-9</b>	2,06E-05	5828,57	2,07E-05	5835,06	2,20E-05	6220,39	2,09E-05	5904,72	2,09E-05	5904,72
<b>C19:0</b>	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14
<b>C18:2c-9, t-12</b>	1,10E-06	308,39	1,14E-06	320,72	1,22E-06	342,85	1,17E-06	329,02	1,17E-06	329,02
<b>C20:0</b>	1,13E-07	35,47	1,13E-07	35,32	1,27E-07	39,81	1,22E-07	38,14	1,28E-07	39,87
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	1,72E-07	47,78	1,98E-07	55,04	2,19E-07	60,94	2,22E-07	61,89	2,22E-07	61,89
<b>C18:2c-9, t-11</b>	2,50E-07	70,23	2,83E-07	79,29	3,07E-07	86,24	2,98E-07	83,56	2,98E-07	83,56

**Tabell V.13.** Utrechnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de frie fettsyrefraksjonene fra de ufordøyde homogeniserte helmelkprøvene, kontrollprøve parallell 1.

Homogenisert helmelk kontroll 1 frie fettsyrer										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C6:0</b>	1,89E-08	2,20	1,49E-08	1,73	3,78E-08	4,40	1,36E-08	1,58	1,78E-08	2,07
<b>C8:0</b>	1,28E-08	1,84	1,66E-08	2,39	4,12E-08	5,94	1,62E-08	2,33	2,14E-08	3,09
<b>C10:0</b>	3,73E-08	6,42	5,46E-08	9,40	1,01E-07	17,32	4,73E-08	8,14	5,88E-08	10,14
<b>C11:0</b>	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00
<b>C12:0</b>	1,05E-07	21,03	1,11E-07	22,18	1,64E-07	32,79	1,11E-07	22,26	1,24E-07	24,92
<b>C13:0</b>	6,37E-09	1,37	7,38E-09	1,58	1,32E-08	2,83	6,04E-09	1,30	5,72E-09	1,23
<b>C14:0</b>	3,03E-07	69,23	3,40E-07	77,65	5,11E-07	116,65	2,99E-07	68,35	3,48E-07	79,55
<b>C15:0iso</b>	1,05E-09	0,25	1,66E-09	0,40	2,87E-09	0,70	1,53E-09	0,37	1,78E-09	0,43
<b>C15:0 anteiso</b>	2,00E-09	0,48	2,86E-09	0,69	4,36E-09	1,06	2,89E-09	0,70	2,99E-09	0,72
<b>C14:1n-5</b>	7,00E-09	1,59	1,06E-08	2,39	1,37E-08	3,11	8,12E-09	1,84	4,89E-09	1,11
<b>C15:0</b>	4,93E-09	1,20	5,52E-09	1,34	7,74E-09	1,88	5,57E-09	1,35	5,60E-09	1,36
<b>C16:0iso</b>	5,76E-09	1,48	5,91E-09	1,52	1,34E-08	3,44	5,78E-09	1,48	6,12E-09	1,57
<b>C16:0</b>	9,92E-07	254,26	1,07E-06	275,13	1,64E-06	419,65	9,41E-07	241,29	1,10E-06	282,05
<b>C17:0iso</b>	1,11E-09	0,30	1,62E-09	0,44	1,80E-09	0,49	1,05E-09	0,28	1,40E-09	0,38
<b>C16:1n-7</b>	9,33E-09	2,37	1,24E-08	3,15	1,52E-08	3,88	1,24E-08	3,16	1,27E-08	3,23
<b>C17:0</b>	1,47E-09	0,40	2,50E-09	0,68	2,12E-09	0,57	1,99E-09	0,54	2,25E-09	0,61
<b>C18:0</b>	4,45E-08	12,65	7,11E-08	20,24	8,96E-08	25,49	6,51E-08	18,51	5,67E-08	16,12
<b>C18:1t-9</b>	4,35E-09	1,23	5,33E-09	1,50	7,26E-09	2,05	4,70E-09	1,33	5,23E-09	1,48
<b>C18:1c-9</b>	1,69E-07	47,77	1,94E-07	54,69	2,25E-07	63,43	1,93E-07	54,60	2,02E-07	56,98
<b>C19:0</b>	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00
<b>C18:2c-9, t-12</b>	7,09E-09	1,99	9,57E-09	2,68	1,40E-08	3,93	1,01E-08	2,84	1,08E-08	3,04

**Tabell V.14.** Utrechnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de frie fettsyrefraksjonene fra de ufordøyde homogeniserte helmelkprøvene, kontrollprøve parallell 2.

Homogenisert helmelk kontroll 2 frie fettsyrer										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C6:0</b>	2,30E-08	2,67	1,65E-08	1,92	2,00E-08	2,32	1,92E-08	2,23	1,82E-08	2,11
<b>C8:0</b>	2,21E-08	3,18	2,13E-08	3,07	1,86E-08	2,68	2,00E-08	2,88	1,94E-08	2,79
<b>C10:0</b>	4,68E-08	8,06	5,51E-08	9,50	4,85E-08	8,35	4,61E-08	7,94	5,46E-08	9,41
<b>C11:0</b>	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00	2,68E-07	50,00
<b>C12:0</b>	1,40E-07	28,13	1,50E-07	30,04	1,32E-07	26,40	1,35E-07	27,12	1,39E-07	27,83
<b>C13:0</b>	7,38E-09	1,58	8,52E-09	1,83	8,78E-09	1,88	8,98E-09	1,93	6,89E-09	1,48
<b>C14:0</b>	4,43E-07	101,28	4,46E-07	101,85	3,84E-07	87,73	4,16E-07	95,02	4,08E-07	93,22
<b>C15:0iso</b>	1,93E-09	0,47	2,85E-09	0,69	1,60E-09	0,39	1,44E-09	0,35	2,30E-09	0,56
<b>C15:0 anteiso</b>	2,32E-09	0,56	3,55E-09	0,86	3,26E-09	0,79	3,89E-09	0,94	3,61E-09	0,88
<b>C14:1n-5</b>	5,20E-09	1,18	5,47E-09	1,24	6,54E-09	1,48	5,83E-09	1,32	5,71E-09	1,29
<b>C15:0</b>	7,18E-09	1,74	7,59E-09	1,84	7,78E-09	1,88	7,64E-09	1,85	7,98E-09	1,93
<b>C16:0iso</b>	1,03E-08	2,65	6,89E-09	1,77	6,71E-09	1,72	7,55E-09	1,94	6,80E-09	1,74
<b>C16:0</b>	1,57E-06	402,02	1,42E-06	365,39	1,20E-06	308,67	1,32E-06	337,25	1,31E-06	336,00
<b>C17:0iso</b>	1,68E-09	0,46	1,29E-09	0,35	1,17E-09	0,32	1,81E-09	0,49	1,18E-09	0,32
<b>C16:1n-7</b>	1,36E-08	3,46	1,39E-08	3,55	1,50E-08	3,82	1,42E-08	3,62	1,32E-08	3,35
<b>C17:0</b>	3,34E-09	0,90	2,48E-09	0,67	2,65E-09	0,72	2,98E-09	0,81	3,30E-09	0,89
<b>C18:0</b>	7,59E-08	21,58	7,61E-08	21,64	8,01E-08	22,79	7,11E-08	20,21	8,15E-08	23,17
<b>C18:1t-9</b>	6,15E-09	1,74	6,09E-09	1,72	6,61E-09	1,87	6,15E-09	1,74	6,98E-09	1,97
<b>C18:1c-9</b>	2,29E-07	64,66	2,51E-07	70,86	2,52E-07	71,19	2,56E-07	72,25	2,68E-07	75,73
<b>C19:0</b>	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00	3,35E-07	100,00
<b>C18:2c-9, t-12</b>	1,10E-08	3,08	1,44E-08	4,04	1,33E-08	3,74	1,36E-08	3,81	1,34E-08	3,75

**Tabell V.15.** Utrechnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i fosfolipidfraksjonene fra de ufordøyde homogeniserte helmelkprøvene, kontrollprøve parallell 1.

Homogenisert helmelk kontroll 1 fosfolipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C10:0</b>	5,43E-09	0,94	2,09E-09	0,36	2,64E-09	0,45	2,56E-09	0,44	2,85E-09	0,49
<b>C11:0</b>	9,72E-09	1,81	4,49E-09	0,84	7,38E-09	1,38	5,53E-09	1,03	6,39E-09	1,19
<b>C12:0</b>	6,51E-09	1,30	2,83E-09	0,57	4,68E-09	0,94	3,29E-09	0,66	5,67E-09	1,14
<b>C14:0</b>	3,41E-08	7,78	2,33E-08	5,33	2,31E-08	5,28	2,27E-08	5,18	2,58E-08	5,89
<b>C15:0</b>	3,26E-09	0,79	3,45E-09	0,84	2,92E-09	0,71	3,23E-09	0,78	2,80E-09	0,68
<b>C16:0</b>	1,68E-07	43,04	1,51E-07	38,63	1,49E-07	38,08	1,49E-07	38,21	1,54E-07	39,44
<b>C16:1n-7</b>	4,19E-09	1,07	3,98E-09	1,01	4,53E-09	1,15	4,17E-09	1,06	3,06E-09	0,78
<b>C17:0</b>	1,99E-09	0,54	2,34E-09	0,63	2,16E-09	0,58	1,71E-09	0,46	2,65E-09	0,72
<b>C18:0</b>	5,16E-08	14,69	4,67E-08	13,29	5,53E-08	15,73	4,98E-08	14,17	4,79E-08	13,62
<b>C18:1c-9</b>	1,61E-07	45,48	1,46E-07	41,33	1,47E-07	41,55	1,51E-07	42,73	1,53E-07	43,21
<b>C 19:0</b>	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97
<b>C18:2c-9, t-12</b>	2,60E-08	7,28	2,81E-08	7,89	2,82E-08	7,91	2,71E-08	7,60	2,77E-08	7,76
<b>C22:0</b>	1,11E-08	3,79	1,14E-08	3,87	9,72E-09	3,31	1,19E-08	4,06	1,09E-08	3,72
<b>C23:0</b>	1,13E-08	4,01	6,30E-09	2,23	9,75E-09	3,46	1,11E-08	3,92	1,13E-08	3,99
<b>C24:0</b>	8,68E-09	3,20	7,98E-09	2,94	7,15E-09	2,63	9,12E-09	3,36	8,65E-09	3,19

**Tabell V.16.** Utrechnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i fosfolipidfraksjonene fra de ufordøyde homogeniserte helmelkprøvene, kontrollprøve parallell 2.

<b>Homogenisert helmelk kontroll 2 fosfolipider</b>										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C10:0</b>	1,45E-09	0,25	1,33E-09	0,23	1,50E-09	0,26	4,30E-09	0,74	2,49E-09	0,43
<b>C11:0</b>	3,01E-09	0,56	4,59E-09	0,86	4,68E-09	0,87	9,47E-09	1,76	5,89E-09	1,10
<b>C12:0</b>	2,73E-09	0,55	2,44E-09	0,49	2,58E-09	0,52	5,54E-09	1,11	3,35E-09	0,67
<b>C14:0</b>	2,04E-08	4,67	2,19E-08	5,01	2,20E-08	5,02	3,28E-08	7,50	2,69E-08	6,15
<b>C15:0</b>	3,12E-09	0,76	3,16E-09	0,77	3,09E-09	0,75	3,50E-09	0,85	2,94E-09	0,71
<b>C16:0</b>	1,42E-07	36,53	1,45E-07	37,28	1,40E-07	35,85	1,87E-07	47,88	1,64E-07	42,04
<b>C16:1n-7</b>	4,09E-09	1,04	3,09E-09	0,79	3,35E-09	0,85	4,47E-09	1,14	3,78E-09	0,96
<b>C17:0</b>	2,47E-09	0,67	2,38E-09	0,64	2,52E-09	0,68	2,55E-09	0,69	3,12E-09	0,84
<b>C18:0</b>	5,22E-08	14,85	5,27E-08	14,99	4,95E-08	14,09	7,04E-08	20,03	5,93E-08	16,87
<b>C18:1c-9</b>	1,40E-07	39,56	1,34E-07	37,74	1,37E-07	38,79	1,50E-07	42,24	1,40E-07	39,52
<b>C 19:0</b>	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97
<b>C18:2c-9, t-12</b>	2,32E-08	6,51	2,33E-08	6,54	2,28E-08	6,41	2,13E-08	5,97	2,38E-08	6,68
<b>C22:0</b>	1,19E-08	4,04	8,76E-09	2,98	9,40E-09	3,20	1,43E-08	4,87	9,64E-09	3,28
<b>C23:0</b>	1,20E-08	4,25	1,09E-08	3,85	9,25E-09	3,28	1,05E-08	3,73	1,01E-08	3,60
<b>C24:0</b>	8,32E-09	3,07	7,45E-09	2,75	7,10E-09	2,62	6,62E-09	2,44	6,83E-09	2,52

Vedlegg

Dataene i tabell V.17 til V.19 ble benyttet til å lage tabell 4 i resultater.

**Tabell V.17.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde (µg) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de nøytrale lipidfraksjonene fra de fordøyde gårdsmelkprøvene, parallell 1.

Gårdsmelk prøveparallell 1 nøytrale lipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)
<b>C4:0</b>	3,97E-06	349,79	2,31E-06	203,80	1,88E-06	165,88	1,47E-06	129,53	1,02E-06	89,66
<b>C6:0</b>	3,60E-06	418,16	2,29E-06	266,39	1,89E-06	219,10	1,54E-06	178,53	1,12E-06	130,55
<b>C8:0</b>	2,47E-06	356,28	1,46E-06	211,24	1,32E-06	189,96	1,14E-06	165,00	9,84E-07	141,90
<b>C10:0</b>	5,21E-06	897,65	3,99E-06	687,02	3,60E-06	620,11	3,44E-06	592,25	3,08E-06	530,10
<b>C11:0</b>	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51
<b>C12:0</b>	6,63E-06	1327,64	5,02E-06	1005,86	4,58E-06	916,83	4,33E-06	866,82	4,13E-06	826,62
<b>C13:0</b>	2,40E-07	51,46	1,58E-07	33,94	1,53E-07	32,82	1,39E-07	29,86	1,23E-07	26,37
<b>C14:0</b>	2,00E-05	4571,13	1,54E-05	3513,11	1,45E-05	3304,06	1,38E-05	3158,96	1,30E-05	2959,41
<b>C15:0iso</b>	1,74E-07	42,20	1,30E-07	31,42	1,20E-07	29,04	1,11E-07	26,95	9,89E-08	23,97
<b>C15:0</b>										
<b>anteiso</b>	2,90E-07	70,35	2,21E-07	53,64	2,08E-07	50,44	1,95E-07	47,37	1,76E-07	42,55
<b>C14:1n-5</b>	6,03E-07	136,49	4,15E-07	94,05	3,90E-07	88,28	3,53E-07	79,95	3,33E-07	75,47
<b>C15:0</b>	7,73E-07	187,41	5,53E-07	134,04	5,03E-07	121,94	4,72E-07	114,38	4,27E-07	103,52
<b>C16:0iso</b>	3,97E-07	101,78	2,64E-07	67,62	2,71E-07	69,50	2,36E-07	60,63	2,03E-07	52,11
<b>C16:0</b>	6,21E-05	15912,83	4,50E-05	11551,19	4,19E-05	10746,10	3,96E-05	10146,35	3,60E-05	9242,22
<b>C17:0iso</b>	2,01E-07	54,28	1,45E-07	39,19	1,31E-07	35,53	1,22E-07	32,90	1,22E-07	33,10
<b>C16:1n-7</b>	9,50E-07	241,78	6,12E-07	155,63	5,81E-07	147,74	5,35E-07	136,05	5,38E-07	136,95
<b>C17:0</b>	3,35E-07	90,59	2,30E-07	62,31	2,11E-07	57,00	1,96E-07	53,10	1,73E-07	46,76
<b>C18:0</b>	1,14E-05	3254,94	8,39E-06	2385,47	7,29E-06	2074,60	6,92E-06	1967,88	5,93E-06	1687,92
<b>C18:1t-9</b>	1,47E-06	416,53	1,04E-06	294,55	9,58E-07	270,52	8,57E-07	241,99	7,57E-07	213,85
<b>C18:1c-9</b>	1,98E-05	5597,13	1,40E-05	3956,35	1,32E-05	3725,27	1,18E-05	3344,39	1,07E-05	3023,73
<b>C19:0</b>	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14
<b>C18:2c-9, t-12</b>	7,97E-07	223,54	6,45E-07	180,91	6,28E-07	176,04	5,74E-07	161,07	5,48E-07	153,82
<b>C20:0</b>	1,06E-07	33,22	6,55E-08	20,48	6,45E-08	20,17	5,13E-08	16,02	4,14E-08	12,92
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	2,10E-07	58,37	1,31E-07	36,47	1,29E-07	35,90	1,11E-07	30,93	9,45E-08	26,32
<b>C18:2c-9, t-11</b>	3,74E-07	105,03	2,30E-07	64,60	2,26E-07	63,36	1,93E-07	54,00	1,71E-07	47,97

**Tabell V.18.** Utrechnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de nøytrale lipidfraksjonene fra de fordøyde gårdsmelkprøvene, parallell 2.

Gårdsmelk prøveparallell 2 nøytrale lipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C 4:0</b>	4,89E-06	431,03	3,57E-06	314,17	2,67E-06	234,87	1,95E-06	172,25	2,13E-06	187,76
<b>C 6:0</b>	4,03E-06	468,59	2,93E-06	340,10	2,29E-06	265,86	1,78E-06	206,22	1,89E-06	220,04
<b>C 8:0</b>	3,01E-06	433,72	2,19E-06	315,88	1,73E-06	249,52	1,42E-06	205,45	1,81E-06	260,64
<b>C 10:0</b>	8,19E-06	1411,68	6,11E-06	1053,26	5,26E-06	906,51	4,57E-06	786,43	4,97E-06	856,61
<b>C 11:0</b>	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51
<b>C 12:0</b>	9,22E-06	1847,18	6,93E-06	1389,12	6,04E-06	1210,08	5,54E-06	1110,73	5,68E-06	1136,94
<b>C 13:0</b>	2,56E-07	54,85	1,85E-07	39,67	1,94E-07	41,60	1,69E-07	36,13	2,02E-07	43,36
<b>C 14:0</b>	2,84E-05	6487,82	2,17E-05	4945,57	1,93E-05	4404,42	1,71E-05	3905,37	1,79E-05	4093,60
<b>C 15:0 iso</b>	3,52E-07	85,23	2,17E-07	52,59	2,08E-07	50,43	1,74E-07	42,25	1,65E-07	39,94
<b>C 15:0 anteiso</b>	6,25E-07	151,47	3,79E-07	91,98	3,64E-07	88,33	3,14E-07	76,10	2,86E-07	69,29
<b>C 14:1 n-5</b>	1,24E-06	281,39	6,88E-07	155,78	6,88E-07	155,73	5,69E-07	128,88	5,23E-07	118,34
<b>C 15:0</b>	1,70E-06	412,70	9,59E-07	232,49	9,16E-07	222,13	7,49E-07	181,53	7,17E-07	173,69
<b>C 16:0 iso</b>	3,68E-07	94,32	3,80E-07	97,43	3,11E-07	79,85	2,81E-07	71,97	3,27E-07	83,91
<b>C 16:0</b>	8,29E-05	21270,54	6,35E-05	16291,97	5,55E-05	14231,02	4,83E-05	12376,64	5,14E-05	13184,75
<b>C 17:0 iso</b>	4,54E-07	122,68	2,75E-07	74,46	2,63E-07	71,11	2,15E-07	58,27	2,09E-07	56,47
<b>C 16:1 n-7</b>	1,67E-06	426,03	9,94E-07	252,94	1,01E-06	257,99	8,63E-07	219,45	8,05E-07	204,69
<b>C 17:0</b>	6,50E-07	175,68	3,96E-07	106,97	3,71E-07	100,37	3,00E-07	81,03	2,96E-07	80,13
<b>C 18:0</b>	2,65E-05	7544,19	1,44E-05	4103,43	1,40E-05	3975,87	1,06E-05	3015,89	9,89E-06	2812,77
<b>C 18:1 t-9</b>	2,61E-06	736,26	1,79E-06	504,30	1,66E-06	470,09	1,35E-06	380,38	1,30E-06	367,70
<b>C 18:1 c-9</b>	4,27E-05	12074,41	2,41E-05	6808,18	2,37E-05	6692,20	1,95E-05	5504,19	1,80E-05	5071,71
<b>C 19:0</b>	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14
<b>C 18:2 c-9, t-12</b>	1,28E-06	358,03	9,95E-07	279,10	9,69E-07	271,90	8,49E-07	238,04	8,42E-07	236,13
<b>C 20:0</b>	1,75E-07	54,74	1,56E-07	48,84	1,32E-07	41,38	1,12E-07	34,92	1,21E-07	37,70
<b>C 18:3 c-9,12,15</b>	2,36E-07	65,68	2,06E-07	57,38	1,90E-07	52,94	1,59E-07	44,38	1,67E-07	46,48
<b>C 18:2 c-9, t-11</b>	3,85E-07	108,12	3,09E-07	86,75	3,03E-07	84,96	2,64E-07	74,14	2,89E-07	81,18



**Tabell V.19.** Utrechnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de nøytrale lipidfraksjonene fra de fordøyde gårdsmelkprøvene, parallell 3.

Gårdsmelk prøveparallell 3 nøytrale lipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C4:0</b>	4,29E-06	377,58	2,77E-06	244,25	2,17E-06	191,62	1,56E-06	137,73	9,58E-07	84,42
<b>C6:0</b>	3,62E-06	420,27	2,47E-06	287,36	2,09E-06	242,75	1,53E-06	178,24	1,06E-06	123,68
<b>C8:0</b>	2,30E-06	331,15	1,51E-06	217,31	1,32E-06	191,06	1,11E-06	160,45	8,84E-07	127,42
<b>C10:0</b>	5,04E-06	867,45	3,82E-06	658,71	3,62E-06	623,27	3,44E-06	593,22	3,37E-06	580,06
<b>C11:0</b>	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51
<b>C12:0</b>	6,15E-06	1231,08	4,89E-06	980,47	4,65E-06	931,95	4,48E-06	897,68	5,10E-06	1021,70
<b>C13:0</b>	1,91E-07	40,86	1,57E-07	33,59	1,41E-07	30,20	1,38E-07	29,67	1,70E-07	36,45
<b>C14:0</b>	2,06E-05	4704,22	1,65E-05	3778,16	1,60E-05	3658,01	1,57E-05	3581,49	1,86E-05	4246,78
<b>C15:0iso</b>	1,26E-07	30,50	1,04E-07	25,26	9,40E-08	22,79	9,29E-08	22,53	1,22E-07	29,48
<b>C15:0 anteiso</b>	2,25E-07	54,65	1,81E-07	43,86	1,66E-07	40,31	1,64E-07	39,80	2,11E-07	51,17
<b>C14:1n-5</b>	4,61E-07	104,32	3,36E-07	76,04	3,17E-07	71,76	3,18E-07	71,88	3,88E-07	87,88
<b>C15:0</b>	6,30E-07	152,66	4,60E-07	111,61	4,29E-07	104,05	4,08E-07	99,00	5,08E-07	123,07
<b>C16:0iso</b>	2,66E-07	68,15	2,36E-07	60,60	2,22E-07	56,83	2,22E-07	57,03	2,63E-07	67,53
<b>C16:0</b>	5,97E-05	15308,76	4,72E-05	12104,81	4,54E-05	11644,80	4,46E-05	11437,76	5,12E-05	13131,34
<b>C17:0iso</b>	1,83E-07	49,51	1,48E-07	39,99	1,37E-07	37,16	1,36E-07	36,73	1,51E-07	40,95
<b>C16:1n-7</b>	9,30E-07	236,61	7,21E-07	183,53	6,85E-07	174,23	6,88E-07	175,08	8,32E-07	211,65
<b>C17:0</b>	2,25E-07	60,84	1,72E-07	46,54	1,89E-07	51,21	1,51E-07	40,93	1,70E-07	45,89
<b>C18:0</b>	1,02E-05	2911,07	7,34E-06	2088,33	6,79E-06	1930,27	6,10E-06	1735,68	6,72E-06	1910,36
<b>C18:1t-9</b>	9,97E-07	281,64	7,97E-07	225,24	7,15E-07	201,92	7,02E-07	198,28	7,61E-07	215,06
<b>C18:1c-9</b>	1,74E-05	4902,73	1,28E-05	3622,62	1,21E-05	3412,73	1,17E-05	3317,39	1,41E-05	3995,41
<b>C19:0</b>	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14
<b>C18:2c-9, t-12</b>	5,26E-07	147,65	4,86E-07	136,21	4,91E-07	137,64	5,20E-07	145,95	6,42E-07	180,07
<b>C20:0</b>	7,93E-08	24,79	5,76E-08	18,00	5,38E-08	16,81	4,40E-08	13,74	4,87E-08	15,21
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	1,20E-07	33,56	8,44E-08	23,51	7,64E-08	21,28	7,53E-08	20,97	1,01E-07	28,24
<b>C18:2c-9, t-11</b>	2,16E-07	60,64	1,52E-07	42,69	1,41E-07	39,59	1,43E-07	40,21	1,72E-07	48,32

Vedlegg

Dataene i tabell V.20 til V.22 ble benyttet til å lage tabell 7 i resultater.

**Tabell V.20.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde (µg) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de nøytrale lipidfraksjonene fra de fordøyde homogeniserte helmelkprøvene, parallell 1.

Homogenisert helmelk prøveparallell 1 nøytrale lipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)
<b>C4:0</b>	3,81E-06	335,68	1,90E-06	167,19	1,08E-06	95,20	1,48E-06	130,50	8,00E-07	70,46
<b>C6:0</b>	3,30E-06	383,68	1,86E-06	216,26	1,21E-06	140,45	1,53E-06	177,47	1,14E-06	132,24
<b>C8:0</b>	2,21E-06	318,33	1,36E-06	196,24	1,09E-06	157,86	1,19E-06	171,72	1,19E-06	172,11
<b>C10:0</b>	4,93E-06	848,58	3,83E-06	659,41	3,23E-06	556,31	3,63E-06	625,09	3,24E-06	557,73
<b>C11:0</b>	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51
<b>C12:0</b>	6,24E-06	1250,44	5,12E-06	1026,59	4,17E-06	835,02	4,75E-06	951,25	4,26E-06	852,59
<b>C13:0</b>	2,50E-07	53,66	1,95E-07	41,74	1,56E-07	33,53	1,64E-07	35,20	1,68E-07	35,99
<b>C14:0</b>	1,94E-05	4428,25	1,69E-05	3852,82	1,34E-05	3059,65	1,56E-05	3572,47	1,36E-05	3102,28
<b>C15:0iso</b>	1,33E-07	32,16	1,11E-07	26,80	8,44E-08	20,45	1,04E-07	25,16	8,57E-08	20,78
<b>C15:0 anteiso</b>	2,71E-07	65,71	2,30E-07	55,79	1,74E-07	42,23	2,06E-07	49,86	1,81E-07	43,82
<b>C14:1n-5</b>	4,94E-07	111,82	3,70E-07	83,73	2,92E-07	66,19	3,43E-07	77,70	2,99E-07	67,70
<b>C15:0</b>	7,17E-07	173,78	5,66E-07	137,25	4,13E-07	100,04	5,34E-07	129,45	4,35E-07	105,37
<b>C16:0iso</b>	4,02E-07	103,12	3,52E-07	90,18	2,82E-07	72,38	2,76E-07	70,90	2,95E-07	75,69
<b>C16:0</b>	5,91E-05	15150,10	4,94E-05	12660,54	3,88E-05	9946,13	4,65E-05	11912,18	4,03E-05	10326,42
<b>C17:0iso</b>	1,91E-07	51,56	1,58E-07	42,70	1,18E-07	31,80	1,45E-07	39,12	1,27E-07	34,34
<b>C16:1n-7</b>	1,24E-06	315,58	9,96E-07	253,40	7,69E-07	195,74	9,40E-07	239,09	7,93E-07	201,79
<b>C17:0</b>	2,87E-07	77,68	2,29E-07	61,85	1,68E-07	45,42	2,19E-07	59,37	1,82E-07	49,26
<b>C18:0</b>	9,36E-06	2661,54	6,77E-06	1926,91	5,18E-06	1473,05	7,20E-06	2047,93	5,19E-06	1476,60
<b>C18:1t-9</b>	9,89E-07	279,47	6,95E-07	196,18	5,68E-07	160,47	7,10E-07	200,54	6,07E-07	171,46
<b>C18:1c-9</b>	1,97E-05	5571,77	1,39E-05	3928,92	1,09E-05	3085,41	1,40E-05	3952,57	1,13E-05	3179,66
<b>C19:0</b>	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14
<b>C18:2c-9, t-12</b>	9,31E-07	260,99	8,25E-07	231,52	6,79E-07	190,53	7,77E-07	218,02	7,39E-07	207,38
<b>C20:0</b>	7,79E-08	24,35	6,10E-08	19,08	4,36E-08	13,63	5,47E-08	17,09	4,84E-08	15,13
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	1,59E-07	44,29	1,13E-07	31,37	9,19E-08	25,59	1,00E-07	27,94	9,96E-08	27,74
<b>C18:2c-9, t-11</b>	2,16E-07	60,60	1,45E-07	40,69	1,16E-07	32,50	1,33E-07	37,19	1,31E-07	36,74

**Tabell V.21.** Utrechnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de nøytrale lipidfraksjonene fra de fordøyde homogeniserte helmelkprøvene, parallell 2.

Homogenisert helmelk prøveparallell 2 nøytrale lipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C4:0</b>	3,32E-06	292,91	1,31E-06	115,49	3,04E-07	26,80	3,94E-07	34,76	1,87E-07	16,46
<b>C6:0</b>	3,15E-06	366,01	1,34E-06	155,68	3,77E-07	43,75	5,07E-07	58,85	3,27E-07	38,02
<b>C8:0</b>	1,76E-06	253,72	8,39E-07	120,95	4,26E-07	61,47	5,41E-07	77,99	4,92E-07	70,90
<b>C10:0</b>	5,04E-06	867,99	3,03E-06	521,98	2,23E-06	383,69	2,51E-06	432,64	2,34E-06	403,81
<b>C11:0</b>	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51
<b>C12:0</b>	6,06E-06	1214,52	3,78E-06	756,27	2,95E-06	590,74	3,19E-06	640,02	3,04E-06	609,23
<b>C13:0</b>	2,26E-07	48,39	1,40E-07	30,04	1,00E-07	21,51	1,07E-07	22,95	1,03E-07	22,14
<b>C14:0</b>	1,74E-05	3979,90	1,10E-05	2504,47	8,42E-06	1922,77	9,00E-06	2056,40	8,96E-06	2046,96
<b>C15:0iso</b>	1,29E-07	31,32	8,64E-08	20,95	6,89E-08	16,71	7,21E-08	17,47	6,98E-08	16,92
<b>C15:0 anteiso</b>	2,86E-07	69,43	1,98E-07	47,92	1,52E-07	36,85	1,58E-07	38,38	1,54E-07	37,29
<b>C14:1n-5</b>	5,40E-07	122,14	3,40E-07	77,03	2,90E-07	65,56	2,83E-07	63,98	2,81E-07	63,64
<b>C15:0</b>	7,55E-07	182,95	4,53E-07	109,83	3,33E-07	80,72	3,47E-07	84,18	3,47E-07	84,05
<b>C16:0iso</b>	3,97E-07	101,89	2,56E-07	65,70	1,69E-07	43,38	1,88E-07	48,23	1,87E-07	47,86
<b>C16:0</b>	5,45E-05	13967,19	3,14E-05	8049,91	2,32E-05	5945,79	2,55E-05	6533,58	2,52E-05	6465,38
<b>C17:0iso</b>	2,12E-07	57,31	1,29E-07	34,93	9,06E-08	24,50	9,36E-08	25,32	9,40E-08	25,42
<b>C16:1n-7</b>	9,61E-07	244,61	6,24E-07	158,74	5,11E-07	129,93	5,25E-07	133,52	5,10E-07	129,67
<b>C17:0</b>	3,42E-07	92,39	1,95E-07	52,84	1,35E-07	36,54	1,41E-07	38,06	1,38E-07	37,32
<b>C18:0</b>	9,64E-06	2743,57	5,24E-06	1491,23	3,73E-06	1061,95	3,82E-06	1087,21	3,81E-06	1083,31
<b>C18:1t-9</b>	1,07E-06	302,95	6,56E-07	185,25	4,82E-07	136,11	4,94E-07	139,47	4,58E-07	129,30
<b>C18:1c-9</b>	1,94E-05	5490,85	1,15E-05	3260,14	9,66E-06	2728,86	9,28E-06	2620,72	9,37E-06	2648,16
<b>C19:0</b>	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14
<b>C18:2c-9, t-12</b>	1,10E-06	307,89	7,91E-07	221,84	6,74E-07	189,17	6,75E-07	189,42	6,61E-07	185,42
<b>C20:0</b>	7,26E-08	22,68	4,09E-08	12,80	2,47E-08	7,72	2,47E-08	7,73	2,32E-08	7,24
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	2,05E-07	57,20	1,26E-07	35,08	9,96E-08	27,75	9,68E-08	26,96	9,23E-08	25,71
<b>C18:2c-9, t-11</b>	2,64E-07	74,06	1,68E-07	47,25	1,34E-07	37,51	1,14E-07	31,96	1,22E-07	34,13

**Tabell V.22.** Utrechnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de nøytrale lipidfraksjonene fra de fordøyde homogeniserte helmelkprøvene, parallell 3.

Homogenisert helmelk prøveparallell 3 nøytrale lipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C4:0</b>	2,72E-06	239,81	8,87E-07	78,17	5,53E-07	48,74	2,61E-07	23,03	1,44E-07	12,67
<b>C6:0</b>	2,39E-06	277,58	7,81E-07	90,70	5,45E-07	63,34	2,84E-07	32,95	2,09E-07	24,29
<b>C8:0</b>	1,74E-06	251,05	6,23E-07	89,84	6,43E-07	92,80	5,49E-07	79,23	5,23E-07	75,38
<b>C10:0</b>	4,92E-06	847,86	2,79E-06	480,02	2,70E-06	464,71	2,38E-06	409,24	2,31E-06	397,47
<b>C11:0</b>	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51	7,54E-06	1404,51
<b>C12:0</b>	5,71E-06	1144,15	3,35E-06	671,94	3,28E-06	657,05	3,14E-06	628,39	2,97E-06	594,50
<b>C13:0</b>	1,64E-07	35,20	1,10E-07	23,65	1,05E-07	22,52	8,83E-08	18,93	8,28E-08	17,76
<b>C14:0</b>	1,70E-05	3885,23	9,96E-06	2275,73	9,69E-06	2212,15	9,10E-06	2078,77	8,87E-06	2025,27
<b>C15:0iso</b>	2,08E-07	50,46	8,85E-08	21,45	8,47E-08	20,54	7,67E-08	18,59	7,05E-08	17,08
<b>C15:0</b>										
<b>anteiso</b>	4,67E-07	113,11	1,93E-07	46,91	1,91E-07	46,30	1,84E-07	44,72	1,66E-07	40,27
<b>C14:1n-5</b>	9,02E-07	204,09	3,45E-07	78,06	3,32E-07	75,26	3,34E-07	75,61	3,03E-07	68,65
<b>C15:0</b>	1,25E-06	304,06	4,52E-07	109,50	4,32E-07	104,76	4,06E-07	98,33	3,79E-07	91,89
<b>C16:0iso</b>	2,57E-07	65,97	1,94E-07	49,81	1,76E-07	45,17	1,39E-07	35,54	1,38E-07	35,36
<b>C16:0</b>	5,08E-05	13024,79	2,81E-05	7204,63	2,71E-05	6951,79	2,49E-05	6389,77	2,34E-05	6005,62
<b>C17:0iso</b>	3,05E-07	82,47	1,16E-07	31,25	1,10E-07	29,63	9,41E-08	25,46	8,78E-08	23,74
<b>C16:1n-7</b>	1,44E-06	367,48	6,02E-07	153,14	5,92E-07	150,66	5,77E-07	146,77	5,27E-07	134,09
<b>C17:0</b>	4,88E-07	132,03	1,76E-07	47,62	1,64E-07	44,27	1,46E-07	39,45	1,24E-07	33,58
<b>C18:0</b>	1,55E-05	4400,54	5,32E-06	1513,30	4,95E-06	1409,07	4,44E-06	1263,27	3,65E-06	1037,52
<b>C18:1t-9</b>	1,60E-06	452,03	5,68E-07	160,53	5,39E-07	152,13	4,43E-07	125,25	4,19E-07	118,47
<b>C18:1c-9</b>	3,10E-05	8762,05	1,17E-05	3300,66	1,13E-05	3199,80	1,09E-05	3084,28	1,00E-05	2829,52
<b>C19:0</b>	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14	8,03E-06	2398,14
<b>C18:2c-9, t-12</b>	1,59E-06	445,47	7,94E-07	222,73	7,29E-07	204,43	7,83E-07	219,59	7,11E-07	199,32
<b>C20:0</b>	8,79E-08	27,46	4,95E-08	15,48	4,36E-08	13,62	3,10E-08	9,68	2,79E-08	8,72
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	1,21E-07	33,81	9,26E-08	25,78	9,06E-08	25,23	7,93E-08	22,09	6,71E-08	18,69
<b>C18:2c-9, t-11</b>	2,13E-07	59,66	1,24E-07	34,66	1,15E-07	32,37	8,76E-08	24,57	8,29E-08	23,26

Vedlegg

Dataene i tabell V.23 til V.25 ble benyttet til å lage tabell 5 i resultater.

**Tabell V.23.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde (µg) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de frie fettsyrefraksjonene fra de fordøyde gårdsmelkprøvene, parallell 1.

Gårdsmelk prøveparallell 1 frie fettsyrer										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)
<b>C6:0</b>	3,21E-08	3,73	1,37E-07	15,92	2,24E-07	25,99	2,32E-07	26,91	4,99E-07	57,91
<b>C8:0</b>	2,02E-08	2,91	4,77E-07	68,78	4,66E-07	67,13	6,33E-07	91,27	7,73E-07	111,47
<b>C10:0</b>	3,48E-08	5,99	1,59E-06	273,27	1,96E-06	337,85	2,16E-06	371,27	2,43E-06	419,47
<b>C11:0</b>	2,68E-07	50,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00
<b>C12:0</b>	6,04E-08	12,11	2,01E-06	403,49	2,50E-06	500,14	2,67E-06	534,23	3,01E-06	603,68
<b>C13:0</b>	5,70E-09	1,22	6,88E-08	14,75	7,71E-08	16,53	9,58E-08	20,54	1,08E-07	23,11
<b>C14:0</b>	2,15E-07	49,17	5,92E-06	1352,30	7,25E-06	1654,67	8,13E-06	1856,29	9,05E-06	2066,52
<b>C15:0iso</b>	1,00E-09	0,24	6,76E-08	16,39	6,73E-08	16,31	4,18E-08	10,13	6,26E-08	15,17
<b>C15:0</b>										
<b>anteiso</b>	1,48E-09	0,36	1,18E-07	28,69	1,06E-07	25,62	6,62E-08	16,06	9,99E-08	24,22
<b>C14:1n-5</b>	3,43E-09	0,78	3,37E-07	76,19	2,70E-07	61,23	1,75E-07	39,62	2,40E-07	54,24
<b>C15:0</b>	2,86E-09	0,69	3,97E-07	96,15	3,49E-07	84,48	2,16E-07	52,43	3,10E-07	75,10
<b>C16:0iso</b>	3,17E-09	0,81	7,73E-08	19,83	1,03E-07	26,46	1,25E-07	32,00	1,48E-07	37,93
<b>C16:0</b>	7,02E-07	180,03	1,92E-05	4912,37	2,34E-05	5994,65	2,55E-05	6550,17	2,87E-05	7354,68
<b>C17:0iso</b>	8,00E-10	0,22	8,39E-08	22,69	7,90E-08	21,36	5,08E-08	13,75	7,58E-08	20,51
<b>C16:1n-7</b>	4,47E-09	1,14	4,70E-07	119,53	3,80E-07	96,65	2,40E-07	61,02	3,67E-07	93,28
<b>C17:0</b>	1,44E-09	0,39	1,60E-07	43,37	1,45E-07	39,26	8,92E-08	24,13	1,34E-07	36,32
<b>C18:0</b>	4,48E-08	12,75	5,84E-06	1662,12	5,41E-06	1539,55	3,33E-06	947,43	4,98E-06	1416,08
<b>C18:1t-9</b>	3,51E-09	0,99	5,64E-07	159,35	4,90E-07	138,38	3,00E-07	84,85	4,38E-07	123,60
<b>C18:1c-9</b>	6,20E-08	17,52	1,05E-05	2960,78	8,65E-06	2444,30	5,55E-06	1568,25	7,88E-06	2224,74
<b>C19:0</b>	3,35E-07	100,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00
<b>C18:2c-9, t-12</b>	6,81E-09	1,91	8,96E-07	251,22	6,35E-07	177,98	3,92E-07	109,82	5,13E-07	143,95
<b>C20:0</b>	nd	0,00	3,19E-08	9,95	3,47E-08	10,84	2,70E-08	8,42	3,89E-08	12,14
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	nd	0,00	1,01E-07	28,03	8,22E-08	22,89	5,56E-08	15,48	8,06E-08	22,46
<b>C18:2c-9, t-11</b>	nd	0,00	1,52E-07	42,70	1,28E-07	35,95	8,95E-08	25,11	1,30E-07	36,51

**Tabell V.24.** Utrechnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de frie fettsyrefraksjonene fra de fordøyde gårdsmelkprøvene, parallell 2.

Gårdsmelk prøveparallell 2 frie fettsyrer										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C6:0</b>	1,06E-07	12,29	9,70E-08	11,27	9,29E-08	10,79	2,07E-07	24,00	2,23E-07	25,86
<b>C8:0</b>	7,27E-08	10,48	3,85E-07	55,52	3,47E-07	50,01	7,77E-07	112,02	7,24E-07	104,38
<b>C10:0</b>	7,50E-08	12,91	1,78E-06	307,23	2,08E-06	358,87	2,74E-06	472,85	2,86E-06	491,87
<b>C11:0</b>	2,68E-07	50,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00
<b>C12:0</b>	5,60E-08	11,22	2,24E-06	449,01	2,65E-06	531,64	3,18E-06	637,85	3,31E-06	662,53
<b>C13:0</b>	3,26E-08	6,98	6,70E-08	14,37	7,69E-08	16,48	1,04E-07	22,36	1,12E-07	23,99
<b>C14:0</b>	3,17E-07	72,39	6,48E-06	1478,82	8,02E-06	1832,69	9,47E-06	2162,40	9,55E-06	2180,21
<b>C15:0iso</b>	3,10E-09	0,75	4,64E-08	11,26	5,86E-08	14,21	7,68E-08	18,61	8,62E-08	20,91
<b>C15:0</b>										
<b>anteiso</b>	3,26E-09	0,79	7,84E-08	19,02	9,66E-08	23,42	1,21E-07	29,40	1,37E-07	33,30
<b>C14:1n-5</b>	2,23E-09	0,50	2,28E-07	51,64	2,56E-07	57,87	3,08E-07	69,61	3,44E-07	77,80
<b>C15:0</b>	5,46E-09	1,32	2,71E-07	65,75	3,34E-07	80,94	4,16E-07	100,74	4,45E-07	107,93
<b>C16:0iso</b>	3,89E-08	9,98	7,22E-08	18,51	9,37E-08	24,02	1,40E-07	35,91	1,51E-07	38,64
<b>C16:0</b>	1,09E-06	279,14	2,09E-05	5354,99	2,55E-05	6551,56	3,10E-05	7945,34	3,11E-05	7977,25
<b>C17:0iso</b>	1,94E-09	0,53	6,14E-08	16,62	8,30E-08	22,46	1,10E-07	29,85	1,22E-07	33,00
<b>C16:1n-7</b>	6,62E-09	1,68	2,97E-07	75,44	3,45E-07	87,67	4,22E-07	107,30	4,69E-07	119,29
<b>C17:0</b>	4,94E-09	1,34	1,04E-07	28,13	1,32E-07	35,75	1,82E-07	49,17	1,94E-07	52,34
<b>C18:0</b>	2,90E-08	8,25	4,06E-06	1155,98	5,47E-06	1557,31	7,03E-06	1999,77	7,44E-06	2117,40
<b>C18:1t-9</b>	2,83E-09	0,80	3,90E-07	110,08	5,06E-07	143,04	7,20E-07	203,32	7,35E-07	207,59
<b>C18:1c-9</b>	7,19E-08	20,31	7,02E-06	1982,88	8,51E-06	2404,25	1,03E-05	2922,77	1,15E-05	3254,57
<b>C19:0</b>	3,35E-07	100,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00
<b>C18:2c-9, t-12</b>	8,66E-09	2,43	4,81E-07	134,85	5,15E-07	144,51	6,06E-07	169,99	6,81E-07	191,01
<b>C20:0</b>	nd	0,00	3,82E-08	11,95	5,02E-08	15,69	8,05E-08	25,17	8,37E-08	26,16
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	nd	0,00	5,59E-08	15,57	7,01E-08	19,52	9,91E-08	27,58	1,12E-07	31,13
<b>C18:2c-9, t-11</b>	nd	0,00	7,94E-08	22,28	1,26E-07	35,36	1,42E-07	39,78	1,94E-07	54,46

**Tabell V.25.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de frie fettsyrefraksjonene fra de fordøyde gårdsmelkprøvene, parallell 3.

Gårdsmelk prøveparallell 3 frie fettsyrer										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C6:0</b>	1,04E-08	1,21	1,50E-07	17,39	1,26E-07	14,59	2,00E-07	23,28	5,41E-07	62,81
<b>C8:0</b>	7,48E-09	1,08	3,93E-07	56,64	1,94E-07	27,93	2,83E-07	40,87	3,36E-07	48,43
<b>C10:0</b>	3,43E-08	5,91	1,79E-06	308,06	1,80E-06	310,87	2,02E-06	348,31	1,07E-06	184,27
<b>C11:0</b>	2,68E-07	50,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00
<b>C12:0</b>	7,11E-08	14,24	2,34E-06	469,41	2,50E-06	500,99	2,76E-06	552,77	1,38E-06	276,86
<b>C13:0</b>	2,24E-09	0,48	7,82E-08	16,76	8,40E-08	18,00	9,12E-08	19,55	3,87E-08	8,30
<b>C14:0</b>	1,43E-07	32,70	7,19E-06	1642,81	8,37E-06	1911,54	8,96E-06	2045,53	4,55E-06	1040,24
<b>C15:0iso</b>	1,53E-09	0,37	3,45E-08	8,37	3,97E-08	9,62	4,61E-08	11,19	1,82E-08	4,40
<b>C15:0</b>										
<b>anteiso</b>	3,13E-09	0,76	5,21E-08	12,63	6,06E-08	14,70	7,13E-08	17,28	2,13E-08	5,16
<b>C14:1n-5</b>	9,05E-09	2,05	1,43E-07	32,36	1,45E-07	32,92	1,64E-07	37,04	6,24E-08	14,12
<b>C15:0</b>	8,46E-09	2,05	1,76E-07	42,64	1,99E-07	48,12	2,33E-07	56,41	1,17E-07	28,27
<b>C16:0iso</b>	1,65E-09	0,42	8,00E-08	20,53	9,71E-08	24,89	1,17E-07	30,00	4,87E-08	12,49
<b>C16:0</b>	4,82E-07	123,51	2,22E-05	5701,10	2,52E-05	6464,20	2,77E-05	7097,13	1,96E-05	5021,70
<b>C17:0iso</b>	1,65E-09	0,45	4,80E-08	12,97	5,54E-08	14,98	6,95E-08	18,80	3,39E-08	9,18
<b>C16:1n-7</b>	1,12E-08	2,84	2,32E-07	59,09	2,45E-07	62,36	2,70E-07	68,58	1,30E-07	33,04
<b>C17:0</b>	3,47E-09	0,94	6,44E-08	17,43	7,62E-08	20,62	9,50E-08	25,70	6,25E-08	16,91
<b>C18:0</b>	1,21E-07	34,33	2,84E-06	807,39	3,32E-06	943,69	4,17E-06	1185,81	3,50E-06	995,12
<b>C18:1t-9</b>	9,73E-09	2,75	2,76E-07	77,97	3,21E-07	90,60	3,98E-07	112,36	2,46E-07	69,36
<b>C18:1c-9</b>	4,00E-07	113,00	5,03E-06	1419,74	5,28E-06	1492,04	6,05E-06	1709,00	3,21E-06	906,79
<b>C19:0</b>	3,35E-07	100,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00
<b>C18:2c-9, t-12</b>	9,02E-09	2,53	3,90E-07	109,46	3,65E-07	102,46	3,69E-07	103,43	1,66E-07	46,66
<b>C20:0</b>	nd	0,00	2,08E-08	6,51	2,12E-08	6,61	3,22E-08	10,06	3,05E-08	9,54
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	nd	0,00	3,65E-08	10,16	4,00E-08	11,15	4,59E-08	12,77	2,34E-08	6,52
<b>C18:2c-9, t-11</b>	nd	0,00	5,54E-08	15,53	5,60E-08	15,72	6,59E-08	18,47	3,59E-08	10,07

Vedlegg

Dataene i tabell V.26 til V.28 ble benyttet til å lage tabell 8 i resultater.

**Tabell V.26.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde (µg) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de frie fettsyrefraksjonene fra de fordøyde homogeniserte helmelkprøvene, parallell 1.

Homogenisert helmelk prøveparallell 1 frie fettsyrer										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)
<b>C6:0</b>	1,59E-08	1,84	7,64E-07	88,71	2,79E-07	32,40	1,12E-07	13,02	5,40E-07	62,71
<b>C8:0</b>	1,30E-08	1,88	9,14E-07	131,87	7,76E-07	111,97	2,48E-07	35,77	1,04E-06	149,86
<b>C10:0</b>	3,72E-08	6,41	1,97E-06	339,31	2,60E-06	447,48	1,88E-06	323,38	2,83E-06	487,01
<b>C11:0</b>	2,68E-07	50,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00
<b>C12:0</b>	7,80E-08	15,62	2,33E-06	466,44	3,32E-06	665,02	2,59E-06	518,15	3,45E-06	690,29
<b>C13:0</b>	6,49E-09	1,39	8,91E-08	19,11	1,46E-07	31,36	9,16E-08	19,63	1,62E-07	34,76
<b>C14:0</b>	2,22E-07	50,77	6,10E-06	1392,41	9,74E-06	2224,66	7,52E-06	1718,53	9,91E-06	2264,04
<b>C15:0iso</b>	3,76E-09	0,91	2,75E-08	6,66	6,02E-08	14,58	3,47E-08	8,41	6,61E-08	16,03
<b>C15:0 anteiso</b>	1,11E-08	2,69	4,93E-08	11,96	1,14E-07	27,53	6,91E-08	16,76	1,26E-07	30,66
<b>C14:1n-5</b>	1,45E-08	3,29	1,50E-07	33,98	2,52E-07	57,00	1,65E-07	37,41	2,85E-07	64,42
<b>C15:0</b>	2,31E-08	5,60	1,93E-07	46,89	3,59E-07	87,10	2,24E-07	54,22	3,87E-07	93,81
<b>C16:0iso</b>	3,57E-09	0,92	9,49E-08	24,34	2,13E-07	54,72	1,06E-07	27,16	2,43E-07	62,32
<b>C16:0</b>	8,65E-07	221,75	2,10E-05	5388,13	3,16E-05	8092,12	2,27E-05	5829,07	3,20E-05	8207,24
<b>C17:0iso</b>	2,87E-09	0,78	4,51E-08	12,19	9,85E-08	26,64	5,24E-08	14,18	1,09E-07	29,44
<b>C16:1n-7</b>	9,44E-09	2,40	3,22E-07	82,01	5,97E-07	152,02	3,81E-07	96,88	6,63E-07	168,71
<b>C17:0</b>	3,18E-09	0,86	8,37E-08	22,64	1,53E-07	41,35	8,65E-08	23,39	1,65E-07	44,70
<b>C18:0</b>	6,79E-08	19,32	3,05E-06	866,80	4,70E-06	1337,63	3,00E-06	853,90	4,88E-06	1389,02
<b>C18:1t-9</b>	7,72E-09	2,18	2,75E-07	77,64	5,33E-07	150,52	2,69E-07	76,02	6,02E-07	170,16
<b>C18:1c-9</b>	1,98E-07	55,95	6,38E-06	1801,07	9,63E-06	2721,31	6,21E-06	1754,09	1,04E-05	2944,58
<b>C19:0</b>	3,35E-07	100,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00
<b>C18:2c-9, t-12</b>	9,68E-09	2,72	4,70E-07	131,87	6,91E-07	193,83	5,07E-07	142,31	7,63E-07	214,04
<b>C20:0</b>	nd	0,00	2,48E-08	7,75	4,29E-08	13,41	1,92E-08	6,01	5,21E-08	16,29
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	nd	0,00	5,47E-08	15,23	9,46E-08	26,35	5,14E-08	14,32	1,13E-07	31,42
<b>C18:2c-9, t-11</b>	nd	0,00	6,49E-08	18,21	1,07E-07	30,03	5,60E-08	15,70	1,31E-07	36,62



**Tabell V.27. Utrechnet stoffmengde (mol) og mengde (µg) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de frie fettsyrefraksjonene fra de fordøyde homogeniserte helmelkprøvene, parallell 2.**

<b>Homogenisert helmelk prøveparallell 2 frie fettsyrer</b>										
<b>FA</b>	<b>HGJ 40</b>		<b>HDJ 15</b>		<b>HDJ 30</b>		<b>HDJ 60</b>		<b>HDJ 90</b>	
	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (µg)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (µg)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (µg)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (µg)</b>	<b>nFA (mol)</b>	<b>mFA (µg)</b>
<b>C6:0</b>	5,70E-08	6,62	2,08E-07	24,16	4,96E-07	57,62	2,23E-07	25,92	3,09E-07	35,86
<b>C8:0</b>	5,22E-08	7,53	6,91E-07	99,69	7,42E-07	107,08	5,79E-07	83,48	5,74E-07	82,75
<b>C10:0</b>	4,34E-08	7,47	2,25E-06	386,89	2,60E-06	447,63	2,58E-06	443,72	2,57E-06	443,10
<b>C11:0</b>	2,68E-07	50,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00
<b>C12:0</b>	1,91E-07	38,17	2,84E-06	569,23	3,37E-06	674,78	3,28E-06	656,96	3,32E-06	664,30
<b>C13:0</b>	1,99E-08	4,26	1,22E-07	26,22	1,45E-07	31,01	1,42E-07	30,44	1,37E-07	29,34
<b>C14:0</b>	8,80E-07	200,91	8,26E-06	1886,66	1,06E-05	2431,27	9,89E-06	2258,43	9,96E-06	2274,09
<b>C15:0iso</b>	1,72E-09	0,42	1,32E-07	31,89	7,51E-08	18,20	6,89E-08	16,69	5,92E-08	14,36
<b>C15:0 anteiso</b>	3,15E-09	0,76	2,57E-07	62,41	1,49E-07	36,04	1,29E-07	31,39	1,14E-07	27,64
<b>C14:1n-5</b>	7,12E-09	1,61	5,63E-07	127,50	2,81E-07	63,66	2,67E-07	60,37	2,23E-07	50,42
<b>C15:0</b>	8,57E-09	2,08	8,72E-07	211,37	4,72E-07	114,30	4,26E-07	103,20	3,57E-07	86,63
<b>C16:0iso</b>	2,20E-08	5,65	1,84E-07	47,18	2,55E-07	65,38	2,48E-07	63,62	2,39E-07	61,41
<b>C16:0</b>	3,60E-06	922,72	2,83E-05	7264,71	3,57E-05	9150,68	3,34E-05	8569,26	3,35E-05	8594,42
<b>C17:0iso</b>	2,00E-09	0,54	2,14E-07	57,81	1,25E-07	33,73	1,14E-07	30,88	9,62E-08	26,03
<b>C16:1n-7</b>	1,57E-08	3,99	9,90E-07	251,98	5,63E-07	143,32	4,73E-07	120,42	4,11E-07	104,66
<b>C17:0</b>	4,47E-09	1,21	4,00E-07	108,06	2,27E-07	61,46	2,03E-07	54,81	1,75E-07	47,22
<b>C18:0</b>	7,93E-08	22,55	1,10E-05	3119,76	6,18E-06	1757,64	5,57E-06	1584,89	4,77E-06	1358,09
<b>C18:1t-9</b>	9,26E-09	2,62	1,18E-06	332,81	6,49E-07	183,24	6,12E-07	172,87	5,30E-07	149,62
<b>C18:1c-9</b>	2,37E-07	66,90	2,09E-05	5913,11	1,03E-05	2909,29	9,83E-06	2776,96	8,37E-06	2364,90
<b>C19:0</b>	3,35E-07	100,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00
<b>C18:2c-9, t-12</b>	1,53E-08	4,28	1,82E-06	511,26	8,21E-07	230,38	8,60E-07	241,31	6,85E-07	192,03
<b>C20:0</b>	nd	0,00	8,43E-08	26,34	5,18E-08	16,20	5,25E-08	16,41	3,99E-08	12,46
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	nd	0,00	2,45E-07	68,35	1,25E-07	34,92	1,24E-07	34,53	1,01E-07	28,17
<b>C18:2c-9, t-11</b>	nd	0,00	2,97E-07	83,17	1,44E-07	40,47	1,24E-07	34,70	1,21E-07	34,07

**Tabell V.28.** Utrechnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de frie fettsyrefraksjonene fra de fordøyde homogeniserte helmelkprøvene, parallell 3.

Homogenisert helmelk prøveparallell 3 frie fettsyrer										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C6:0</b>	2,03E-08	2,35	2,56E-07	29,78	1,96E-07	22,81	1,83E-07	21,29	2,73E-07	31,72
<b>C8:0</b>	3,39E-08	4,89	7,34E-07	105,91	6,91E-07	99,69	5,90E-07	85,09	6,11E-07	88,16
<b>C10:0</b>	4,34E-08	7,48	2,36E-06	406,67	2,39E-06	411,51	2,50E-06	430,09	2,62E-06	450,97
<b>C11:0</b>	2,68E-07	50,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00	5,37E-06	1000,00
<b>C12:0</b>	1,59E-07	31,87	2,82E-06	564,67	2,90E-06	579,96	3,09E-06	618,51	3,26E-06	652,89
<b>C13:0</b>	1,69E-08	3,63	1,01E-07	21,61	1,06E-07	22,63	1,03E-07	22,00	1,12E-07	23,96
<b>C14:0</b>	4,49E-07	102,55	8,06E-06	1840,17	8,34E-06	1904,04	9,17E-06	2093,40	9,40E-06	2146,91
<b>C15:0iso</b>	3,56E-09	0,86	6,00E-08	14,54	6,07E-08	14,70	7,15E-08	17,34	7,08E-08	17,17
<b>C15:0</b>										
<b>anteiso</b>	5,66E-09	1,37	1,22E-07	29,63	1,25E-07	30,32	1,42E-07	34,49	1,48E-07	35,97
<b>C14:1n-5</b>	6,64E-09	1,50	2,63E-07	59,52	2,74E-07	62,11	2,97E-07	67,26	2,99E-07	67,74
<b>C15:0</b>	1,13E-08	2,75	4,07E-07	98,56	4,20E-07	101,77	4,71E-07	114,19	4,70E-07	113,83
<b>C16:0iso</b>	2,39E-08	6,14	1,58E-07	40,42	1,63E-07	41,79	1,69E-07	43,24	1,90E-07	48,62
<b>C16:0</b>	1,74E-06	445,20	2,69E-05	6909,94	2,77E-05	7094,13	2,98E-05	7631,57	3,14E-05	8045,22
<b>C17:0iso</b>	2,66E-09	0,72	9,62E-08	26,02	1,03E-07	27,98	1,18E-07	31,95	1,20E-07	32,58
<b>C16:1n-7</b>	1,58E-08	4,02	4,40E-07	111,92	4,59E-07	116,88	5,10E-07	129,83	5,21E-07	132,55
<b>C17:0</b>	5,71E-09	1,54	1,80E-07	48,75	1,93E-07	52,20	2,12E-07	57,34	2,22E-07	60,04
<b>C18:0</b>	9,42E-08	26,79	5,33E-06	1515,75	5,66E-06	1609,15	6,58E-06	1872,33	6,77E-06	1925,26
<b>C18:1t-9</b>	9,78E-09	2,76	4,91E-07	138,81	5,19E-07	146,53	5,72E-07	161,50	6,08E-07	171,71
<b>C18:1c-9</b>	2,36E-07	66,76	9,71E-06	2741,94	1,02E-05	2877,44	1,13E-05	3181,35	1,12E-05	3176,08
<b>C19:0</b>	3,35E-07	100,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00	8,37E-06	2500,00
<b>C18:2c-9,</b>										
<b>t-12</b>	1,86E-08	5,22	7,48E-07	209,68	7,57E-07	212,27	8,11E-07	227,50	8,09E-07	227,01
<b>C20:0</b>	nd	0,00	5,75E-08	17,96	6,22E-08	19,43	6,70E-08	20,93	7,75E-08	24,23
<b>C18:3c-</b>										
<b>9,12,15</b>	nd	0,00	1,07E-07	29,73	1,13E-07	31,34	1,15E-07	31,96	1,21E-07	33,77
<b>C18:2c-9,</b>										
<b>t-11</b>	nd	0,00	1,21E-07	33,84	1,22E-07	34,11	1,17E-07	32,68	1,32E-07	37,12

## Resultater

Dataene i tabell V.29 til V.31 ble benyttet til å lage tabell 6 i resultater.

**Tabell V.29.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde (µg) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i fosfolipidfraksjonene fra de fordøyde gårdsmelkprøvene, parallell 1.

Gårdsmelk prøveparallell 1 fosfolipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)
<b>C10:0</b>	4,37E-09	0,75	1,52E-08	2,63	1,69E-08	2,92	1,12E-08	1,93	1,76E-08	3,04
<b>C11:0</b>	6,24E-09	1,16	4,19E-08	7,80	4,51E-08	8,41	2,18E-08	4,07	3,31E-08	6,17
<b>C12:0</b>	5,97E-09	1,20	1,84E-08	3,69	2,12E-08	4,24	1,55E-08	3,10	2,39E-08	4,80
<b>C14:0</b>	2,79E-08	6,38	7,49E-08	17,11	8,00E-08	18,27	6,25E-08	14,27	9,20E-08	21,01
<b>C15:0</b>	2,15E-09	0,52	6,52E-09	1,58	6,45E-09	1,56	5,21E-09	1,26	6,65E-09	1,61
<b>C16:0</b>	1,44E-07	37,03	6,05E-07	155,10	5,79E-07	148,53	5,29E-07	135,72	6,30E-07	161,50
<b>C16:1n-7</b>	3,63E-09	0,92	6,83E-09	1,74	7,98E-09	2,03	5,23E-09	1,33	7,84E-09	2,00
<b>C17:0</b>	1,15E-09	0,31	2,82E-09	0,76	3,35E-09	0,91	2,77E-09	0,75	2,86E-09	0,77
<b>C18:0</b>	5,49E-08	15,62	1,23E-07	35,10	1,27E-07	36,08	1,11E-07	31,52	1,24E-07	35,15
<b>C18:1c-9</b>	1,56E-07	43,93	1,18E-07	33,30	1,29E-07	36,37	9,04E-08	25,54	1,23E-07	34,81
<b>C 19:0</b>	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97
<b>C18:2c-9, t-12</b>	1,97E-08	5,53	1,58E-08	4,44	1,59E-08	4,46	1,26E-08	3,52	1,46E-08	4,09
<b>C22:0</b>	1,04E-08	3,55	7,75E-09	2,64	6,53E-09	2,22	7,25E-09	2,47	6,31E-09	2,15
<b>C23:0</b>	8,93E-09	3,17	6,69E-09	2,37	5,38E-09	1,91	6,10E-09	2,16	6,73E-09	2,39
<b>C24:0</b>	6,99E-09	2,58	5,37E-09	1,98	5,77E-09	2,13	5,09E-09	1,87	4,90E-09	1,81

Resultater

**Tabell V.30.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde (µg) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i fosfolipidfraksjonene fra de fordøyde gårdsmelkprøvene, parallell 2.

Gårdsmelk prøveparallell 2 fosfolipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)
<b>C10:0</b>	1,61E-08	2,78	1,31E-08	2,26	2,11E-08	3,63	2,04E-08	3,51	7,91E-09	1,36
<b>C11:0</b>	1,47E-08	2,75	4,45E-08	8,28	5,70E-08	10,62	4,10E-08	7,63	1,48E-08	2,76
<b>C12:0</b>	2,09E-09	0,42	1,77E-08	3,54	2,56E-08	5,12	2,65E-08	5,30	1,17E-08	2,34
<b>C14:0</b>	3,17E-08	7,24	7,51E-08	17,16	1,01E-07	23,05	1,10E-07	25,03	6,72E-08	15,35
<b>C15:0</b>	6,19E-09	1,50	6,10E-09	1,48	6,96E-09	1,69	7,80E-09	1,89	6,44E-09	1,56
<b>C16:0</b>	1,98E-07	50,85	3,88E-07	99,37	3,95E-07	101,36	5,55E-07	142,22	5,92E-07	151,80
<b>C16:1n-7</b>	6,19E-09	1,57	5,10E-09	1,30	5,57E-09	1,42	6,91E-09	1,76	5,51E-09	1,40
<b>C17:0</b>	5,49E-09	1,48	2,91E-09	0,79	2,93E-09	0,79	3,96E-09	1,07	4,18E-09	1,13
<b>C18:0</b>	9,04E-08	25,72	9,48E-08	26,96	1,03E-07	29,43	1,37E-07	38,85	1,31E-07	37,38
<b>C18:1c-9</b>	2,12E-07	59,90	1,13E-07	32,01	1,28E-07	36,05	1,47E-07	41,58	1,08E-07	30,40
<b>C 19:0</b>	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97
<b>C18:2c-9, t-12</b>	2,35E-08	6,60	1,01E-08	2,83	7,89E-09	2,21	1,12E-08	3,13	1,18E-08	3,31
<b>C22:0</b>	1,33E-08	4,52	4,40E-09	1,50	3,30E-09	1,12	7,37E-09	2,51	1,41E-08	4,80
<b>C23:0</b>	9,48E-09	3,36	3,55E-09	1,26	2,72E-09	0,96	6,62E-09	2,35	5,37E-09	1,90
<b>C24:0</b>	1,01E-08	3,74	3,55E-09	1,31	2,57E-09	0,95	5,27E-09	1,94	9,00E-09	3,32

Resultater

**Tabell V.31.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde (µg) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i fosfolipidfraksjonene fra de fordøyde gårdsmelkprøvene, parallell 3.

Gårdsmelk prøveparallell 3 fosfolipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)
<b>C10:0</b>	2,14E-09	0,37	1,36E-08	2,34	1,73E-08	2,98	1,29E-08	2,22	6,77E-08	11,67
<b>C11:0</b>	5,30E-09	0,99	4,21E-08	7,85	5,52E-08	10,29	4,02E-08	7,49	5,15E-08	9,60
<b>C12:0</b>	1,22E-08	2,45	1,64E-08	3,29	2,29E-08	4,58	1,47E-08	2,94	1,05E-07	21,06
<b>C14:0</b>	2,23E-08	5,10	6,54E-08	14,95	8,48E-08	19,37	5,25E-08	11,99	2,99E-07	68,24
<b>C15:0</b>	2,35E-09	0,57	4,76E-09	1,15	5,42E-09	1,31	4,23E-09	1,02	2,73E-08	6,62
<b>C16:0</b>	1,41E-07	36,04	5,30E-07	135,83	4,48E-07	114,78	4,63E-07	118,76	1,67E-06	429,08
<b>C16:1n-7</b>	2,70E-09	0,69	4,80E-09	1,22	3,97E-09	1,01	3,76E-09	0,96	2,71E-08	6,89
<b>C17:0</b>	2,69E-09	0,73	3,31E-09	0,89	3,29E-09	0,89	3,00E-09	0,81	1,40E-08	3,80
<b>C18:0</b>	5,19E-08	14,75	1,04E-07	29,48	9,23E-08	26,26	1,06E-07	30,09	5,94E-07	168,86
<b>C18:1c-9</b>	1,42E-07	40,03	1,03E-07	29,06	1,02E-07	28,90	8,45E-08	23,86	4,39E-07	124,12
<b>C 19:0</b>	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97
<b>C18:2c-9, t-12</b>	1,54E-08	4,33	1,02E-08	2,87	8,16E-09	2,29	8,38E-09	2,35	1,70E-08	4,78
<b>C22:0</b>	8,42E-09	2,87	5,74E-09	1,96	2,94E-09	1,00	4,98E-09	1,70	1,55E-08	5,29
<b>C23:0</b>	6,62E-09	2,35	4,01E-09	1,42	2,77E-09	0,98	3,55E-09	1,26	1,37E-08	4,86
<b>C24:0</b>	5,72E-09	2,11	4,67E-09	1,72	2,67E-09	0,98	3,00E-09	1,11	2,93E-08	10,79

## Resultater

Dataene i tabell V.32 til V.34 ble benyttet til å lage tabell 9 i resultater.

**Tabell V.32.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde (µg) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i fosfolipidfraksjonene fra de fordøyde homogeniserte helmelkprøvene, parallell 1.

Homogenisert helmelk prøveparallell 1 fosfolipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)	nFA (mol)	mFA (µg)
<b>C10:0</b>	2,13E-09	0,37	6,67E-09	1,15	1,85E-08	3,18	2,23E-08	3,85	1,63E-08	2,82
<b>C11:0</b>	2,17E-09	0,40	2,26E-08	4,22	3,39E-08	6,32	5,68E-08	10,58	2,88E-08	5,36
<b>C12:0</b>	3,34E-09	0,67	9,63E-09	1,93	2,21E-08	4,43	2,46E-08	4,92	2,04E-08	4,09
<b>C14:0</b>	2,38E-08	5,43	3,56E-08	8,14	9,10E-08	20,78	8,82E-08	20,15	8,45E-08	19,31
<b>C15:0</b>	2,74E-09	0,66	4,37E-09	1,06	7,33E-09	1,78	8,52E-09	2,07	6,83E-09	1,66
<b>C16:0</b>	1,59E-07	40,84	4,99E-07	127,84	6,24E-07	159,94	6,49E-07	166,50	6,45E-07	165,47
<b>C16:1n-7</b>	2,88E-09	0,73	5,16E-09	1,31	6,91E-09	1,76	6,81E-09	1,73	7,39E-09	1,88
<b>C17:0</b>	2,28E-09	0,62	4,39E-09	1,19	3,49E-09	0,94	3,83E-09	1,04	3,68E-09	0,99
<b>C18:0</b>	4,91E-08	13,98	9,86E-08	28,04	1,15E-07	32,73	1,22E-07	34,61	1,24E-07	35,31
<b>C18:1c-9</b>	1,44E-07	40,56	1,12E-07	31,59	1,51E-07	42,73	1,56E-07	43,96	1,48E-07	41,71
<b>C 19:0</b>	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97
<b>C18:2c-9, t-12</b>	2,40E-08	6,72	1,62E-08	4,54	1,70E-08	4,76	1,73E-08	4,85	1,87E-08	5,25
<b>C22:0</b>	1,02E-08	3,49	7,82E-09	2,66	6,34E-09	2,16	6,14E-09	2,09	8,57E-09	2,92
<b>C23:0</b>	1,19E-08	4,23	7,94E-09	2,81	8,15E-09	2,89	6,96E-09	2,47	8,06E-09	2,86
<b>C24:0</b>	9,28E-09	3,42	5,99E-09	2,21	5,33E-09	1,96	5,52E-09	2,03	6,21E-09	2,29

Resultater

**Tabell V.33.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i fosfolipidfraksjonene fra de fordøyde homogeniserte helmelkprøvene, parallell 2.

Homogenisert helmelk prøveparallell 2 fosfolipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C10:0</b>	2,56E-09	0,44	2,11E-08	3,63	1,27E-08	2,19	2,65E-08	4,56	1,46E-08	2,52
<b>C11:0</b>	5,38E-09	1,00	4,71E-08	8,78	2,32E-08	4,32	4,69E-08	8,74	2,80E-08	5,21
<b>C12:0</b>	5,31E-09	1,06	2,67E-08	5,34	1,67E-08	3,35	3,33E-08	6,67	1,92E-08	3,84
<b>C14:0</b>	2,53E-08	5,78	1,07E-07	24,49	6,24E-08	14,25	1,26E-07	28,81	7,55E-08	17,24
<b>C15:0</b>	3,36E-09	0,81	9,90E-09	2,40	6,49E-09	1,57	9,63E-09	2,33	7,08E-09	1,72
<b>C16:0</b>	1,58E-07	40,48	6,39E-07	163,95	4,33E-07	111,05	4,96E-07	127,20	5,13E-07	131,61
<b>C16:1n-7</b>	5,37E-09	1,37	1,02E-08	2,60	5,68E-09	1,44	3,93E-09	1,00	4,16E-09	1,06
<b>C17:0</b>	3,59E-09	0,97	4,23E-09	1,14	4,12E-09	1,11	9,83E-09	2,66	6,54E-09	1,77
<b>C18:0</b>	4,94E-08	14,06	1,40E-07	39,79	9,96E-08	28,33	1,16E-07	33,06	1,19E-07	33,76
<b>C18:1c-9</b>	1,47E-07	41,56	1,99E-07	56,20	1,10E-07	31,20	1,79E-07	50,70	1,33E-07	37,55
<b>C 19:0</b>	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97
<b>C18:2c-9, t-12</b>	2,90E-08	8,13	2,24E-08	6,29	1,29E-08	3,62	1,57E-08	4,41	1,54E-08	4,33
<b>C22:0</b>	1,10E-08	3,75	9,96E-09	3,39	5,54E-09	1,89	3,32E-09	1,13	8,23E-09	2,80
<b>C23:0</b>	1,22E-08	4,33	1,00E-08	3,55	5,84E-09	2,07	3,63E-09	1,29	8,20E-09	2,91
<b>C24:0</b>	8,93E-09	3,29	7,79E-09	2,87	4,55E-09	1,68	2,83E-09	1,04	5,80E-09	2,14

Resultater

**Tabell V.34.** Utregnet stoffmengde (mol) og mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk av de ulike fettsyrene (FA) funnet i fosfolipidfraksjonene fra de fordøyde homogeniserte helmelkprøvene, parallell 3.

Homogenisert helmelk prøveparallell 3 fosfolipider										
FA	HGJ 40		HDJ 15		HDJ 30		HDJ 60		HDJ 90	
	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )	nFA (mol)	mFA ( $\mu\text{g}$ )
<b>C10:0</b>	3,81E-09	0,66	1,66E-08	2,87	2,23E-08	3,84	1,72E-08	2,96	2,48E-08	4,27
<b>C11:0</b>	1,06E-08	1,98	2,98E-08	5,55	4,51E-08	8,40	2,67E-08	4,98	4,40E-08	8,20
<b>C12:0</b>	3,73E-09	0,75	2,12E-08	4,24	2,77E-08	5,54	2,14E-08	4,29	3,12E-08	6,24
<b>C14:0</b>	2,07E-08	4,72	8,72E-08	19,92	1,13E-07	25,70	9,33E-08	21,30	1,24E-07	28,27
<b>C15:0</b>	5,12E-09	1,24	8,25E-09	2,00	8,94E-09	2,17	8,54E-09	2,07	9,95E-09	2,41
<b>C16:0</b>	1,71E-07	43,76	5,80E-07	148,70	5,84E-07	149,81	6,61E-07	169,48	6,47E-07	165,99
<b>C16:1n-7</b>	5,02E-09	1,28	7,90E-09	2,01	9,66E-09	2,46	7,57E-09	1,93	1,09E-08	2,77
<b>C17:0</b>	3,98E-09	1,08	4,06E-09	1,10	4,38E-09	1,18	4,69E-09	1,27	4,64E-09	1,26
<b>C18:0</b>	4,90E-08	13,94	1,18E-07	33,51	1,35E-07	38,31	1,33E-07	37,84	1,49E-07	42,34
<b>C18:1c-9</b>	1,41E-07	39,70	1,46E-07	41,33	1,81E-07	51,21	1,39E-07	39,22	1,87E-07	52,86
<b>C 19:0</b>	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97	2,44E-07	72,97
<b>C18:2c-9, t-12</b>	2,28E-08	6,40	1,72E-08	4,83	1,75E-08	4,92	1,51E-08	4,25	1,78E-08	5,00
<b>C22:0</b>	1,22E-08	4,16	8,08E-09	2,75	6,99E-09	2,38	9,27E-09	3,16	7,27E-09	2,48
<b>C23:0</b>	8,91E-09	3,16	8,79E-09	3,12	6,76E-09	2,40	8,85E-09	3,14	7,73E-09	2,74
<b>C24:0</b>	8,57E-09	3,16	6,28E-09	2,31	5,20E-09	1,92	6,85E-09	2,53	5,47E-09	2,02



Resultater

Dataene i tabell V.35 til V.40 ble benyttet til å lage tabell 3 i reultater.

**Tabell V.35.** Utregnet gjennomsnitt (gj.snitt) av mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik (SD) av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de nøytrale lipidfraksjonene fra de ufordøyde gårdsmelkprøvene. Dataene i tabellen er tatt fra tabell V.5 og V.6.

FA	GK1	GK2	GK1	GK2	GK1	GK2	GK1	GK2	GK1	GK2	Gj.sn itt	SD
	HGJ 40 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HGJ 40 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 15 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 15 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 mFA ( $\mu\text{g}$ )		
<b>C4:0</b>	594,65	272,81	567,28	259,51	603,01	254,96	651,97	264,69	692,29	276,63	443,78	190,71
<b>C6:0</b>	713,28	288,98	702,55	290,17	744,71	286,04	782,29	280,03	869,17	280,03	523,72	255,57
<b>C8:0</b>	576,54	259,47	590,28	262,19	617,83	252,90	648,07	264,72	713,00	264,72	444,97	197,51
<b>C10:0</b>	1466,45	867,98	1383,51	819,17	1458,43	849,03	1615,94	809,75	1661,42	809,75	1174,14	370,24
<b>C11:0</b>	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	0,00
<b>C12:0</b>	2098,77	1114,04	2035,60	1102,61	2173,76	1135,42	2294,78	1058,93	2394,18	1058,93	1646,70	591,07
<b>C13:0</b>	42,51	31,33	47,45	39,53	49,92	35,57	50,32	36,62	61,72	36,62	43,16	9,17
<b>C14:0</b>	7116,01	4000,85	6900,99	3994,02	7251,51	4108,02	7729,97	3823,67	8208,68	3823,67	5695,74	1875,04
<b>C15:0iso</b>	78,35	54,03	80,47	41,12	86,50	45,62	88,69	41,91	95,25	41,91	65,39	22,33
<b>C15:0 anteiso</b>	133,06	93,83	132,38	70,26	145,91	79,54	150,79	71,21	162,36	71,21	111,05	37,26
<b>C14:1n- 5</b>	255,13	175,07	252,08	133,17	271,15	149,72	283,68	132,69	303,79	132,69	208,92	70,30
<b>C15:0</b>	351,67	251,12	344,33	192,95	370,75	215,78	388,11	192,08	413,26	192,08	291,21	90,49
<b>C16:0iso</b>	141,73	49,78	173,11	71,96	185,17	66,94	173,97	65,70	197,58	65,70	119,17	60,01
<b>C16:0</b>	24374,0 4	12723,6 4	24650,8 9	13342,8 5	26260,4 0	13566,7 0	26763,7 1	12647,1 4	28438,2 4	12647,1 4	19541,4 7	7004,64
<b>C17:0iso</b>	98,33	71,77	107,17	59,69	116,89	66,88	115,61	60,24	127,43	60,24	88,43	27,24
<b>C16:1n- 7</b>	430,67	244,31	441,70	205,10	479,08	237,18	498,82	213,33	526,96	213,33	349,05	136,33
<b>C17:0</b>	167,39	99,12	168,70	84,38	190,05	92,56	190,51	86,13	209,47	86,13	137,45	51,87
<b>C18:0</b>	6172,84	4505,87	5799,86	3346,64	10447,8 4	3880,14	6774,69	3438,74	7012,35	3438,74	5481,77	2252,88
<b>C18:1t-9</b>	738,98	428,39	755,57	378,14	801,90	427,79	860,44	391,43	917,96	391,43	609,20	223,03
<b>C18:1c-9</b>	10471,9 1	10031,2 2	11166,7 2	11304,3 5	11874,3 8	11874,3 6	5715,87 4	5715,87 6	5715,87 6	5715,87 6	8542,78	2646,51
<b>C19:0</b>	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	0,00
<b>C18:2c- 9, t-12</b>	384,35	201,59	405,77	188,68	443,84	213,07	462,66	198,42	497,60	198,42	319,44	129,52
<b>C20:0</b>	59,81	28,98	70,39	36,30	78,70	34,97	75,78	35,43	84,94	38,60	54,39	21,67
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	76,95	31,90	96,27	43,82	109,19	99,46	111,76	41,87	123,07	41,87	77,62	34,71
<b>C18:2c- 9, t-11</b>	152,52	56,54	184,97	63,50	210,14	69,42	203,07	70,88	252,58	70,88	133,45	75,04
<b>C22:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C23:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C24:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00

Resultater

**Tabell V.36.** Utregnet gjennomsnitt (gj.snitt) av mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik (SD) av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de frie fettsyrefraksjonene fra de ufordøyde gårdsmelkprøvene. Dataene i tabellen er tatt fra tabell V.7 og V.8..

FA	GK1	GK2	GK1	GK2	GK1	GK2	GK1	GK2	GK1	GK2	Gj.sn itt	SD
	HDJ 40 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 40 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 15 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 15 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 mFA ( $\mu\text{g}$ )		
<b>C4:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	Nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C6:0</b>	4,07	4,22	-	1,79	3,38	2,71	4,65	1,30	-	2,18	3,04	1,23
<b>C8:0</b>	0,87	3,06	-	1,35	1,78	2,41	2,53	1,37	-	1,90	1,91	0,72
<b>C10:0</b>	-	9,28	-	9,44	6,84	10,45	9,38	11,88	-	-	9,54	1,66
<b>C11:0</b>	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00
<b>C12:0</b>	-	20,56	33,11	19,79	16,23	24,57	20,73	26,51	-	32,70	24,28	6,16
<b>C13:0</b>	2,04	2,11	-	1,14	1,04	1,52	1,34	1,48	2,30	1,62	1,62	0,44
<b>C14:0</b>	-	61,38	-	57,45	60,04	73,98	75,96	77,63	-	97,91	72,05	14,08
<b>C15:0iso</b>	-	-	0,56	0,42	0,37	0,51	0,57	0,56	-	0,53	0,50	0,08
<b>C15:0 anteiso</b>	-	0,87	0,72	0,60	0,60	0,66	0,84	0,76	-	0,60	0,70	0,11
<b>C14:1n-5</b>	1,28	-	1,47	2,22	1,47	2,13	1,84	2,86	2,02	2,81	2,01	0,56
<b>C15:0</b>	-	1,68	1,48	1,60	0,98	1,80	1,56	1,84	-	2,12	1,63	0,33
<b>C16:0iso</b>	1,69	1,17	1,13	0,83	1,24	0,98	0,87	1,11	1,73	1,32	1,21	0,30
<b>C16:0</b>	-	227,84	-	213,62	216,12	276,09	281,90	290,13	-	-	250,95	35,40
<b>C17:0iso</b>	0,32	0,62	0,31	0,33	0,38	0,45	0,41	0,56	-	0,41	0,42	0,11
<b>C16:1n-7</b>	1,67	3,43	2,21	2,95	1,72	3,39	2,94	3,79	3,80	-	2,88	0,83
<b>C17:0</b>	0,53	-	0,77	0,73	0,50	1,02	0,85	0,80	0,95	0,86	0,78	0,17
<b>C18:0</b>	-	25,98	25,74	30,75	20,46	33,53	31,05	37,37	41,87	43,19	32,22	7,62
<b>C18:1t-9</b>	1,76	2,30	2,01	1,95	1,53	1,99	2,75	2,33	-	-	2,08	0,38
<b>C18:1c-9</b>	-	74,76	43,32	75,87	-	86,07	48,55	-	74,03	-	67,10	17,05
<b>C19:0</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
<b>C18:2c- 9, t-12</b>	1,31	2,18	1,90	2,03	1,35	2,12	1,90	2,67	2,23	-	1,97	0,42
<b>C20:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C18:2c- 9, t-11</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C22:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C23:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C24:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00

Resultater

**Tabell V.37.** Utrechnet gjennomsnitt (gj.snitt) av mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik (SD) av de ulike fettsyrene (FA) funnet i fosfolipidfraksjonene fra de ufordøyde gårdsmelkprøvene.

Dataene i tabellen er tatt fra tabell V.9 og V.10.

FA	GK1	GK2	GK1	GK2	GK1	GK2	GK1	GK2	GK1	GK2	Gj.sn itt	SD
	HDJ 40 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 40 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 15 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 15 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 mFA ( $\mu\text{g}$ )		
<b>C4:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C6:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C8:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C 10:0</b>	0,31	0,34	-	-	0,26	0,35	0,24	0,26	0,33	0,25	0,29	0,04
<b>C 11:0</b>	0,28	0,27	0,38	-	0,33	0,59	0,44	0,33	0,51	0,43	0,40	0,11
<b>C 12:0</b>	-	0,58	0,96	0,93	0,43	0,54	0,43	0,44	-	0,44	0,59	0,22
<b>C 13:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C 14:0</b>	3,59	2,10	5,62	4,00	3,96	2,69	4,09	2,19	3,98	2,26	3,45	1,12
<b>C15:0iso</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C15:0 anteiso</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C14:1n-5</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C15:0</b>	0,49	0,37	0,41	0,35	0,36	0,33	0,39	0,28	0,40	0,29	0,37	0,06
<b>C16:0iso</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C 16:0</b>	25,99	16,97	30,84	21,96	27,71	20,33	29,29	17,20	27,61	17,53	23,54	5,36
<b>C 16:1 n-7</b>	0,55	0,78	0,61	0,66	0,43	0,60	0,71	0,49	0,57	0,58	0,60	0,10
<b>C 17:0</b>	0,24	0,35	0,39	0,25	0,23	0,27	0,32	0,18	0,37	0,21	0,29	0,07
<b>C 18:0</b>	11,71	-	11,91	9,09	11,20	10,85	13,16	8,44	13,62	8,26	10,92	1,96
<b>C18:1t-9</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C 18:1 cis-9</b>	35,22	18,55	32,73	20,42	34,49	18,44	37,39	17,39	30,74	18,82	26,42	8,31
<b>C 19:0</b>	36,48	36,48	36,48	36,48	36,48	36,48	36,48	36,48	36,48	36,48	36,48	0,00
<b>C 18:2 cis-9, trans-12</b>	3,87	2,01	3,19	2,07	3,78	-	4,48	2,18	3,89	2,01	2,75	0,99
<b>C20:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C18:2c-9, t- 11</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C 22:0</b>	1,99	1,74	1,82	1,75	2,65	1,73	2,77	1,73	2,83	1,65	2,07	0,48
<b>C 23:0</b>	2,06	1,66	1,89	1,70	2,26	1,83	2,63	1,92	2,30	1,62	1,99	0,32
<b>C 24:0</b>	1,30	1,67	1,44	1,34	1,58	1,37	-	1,25	-	1,27	1,40	0,15

Resultater

**Tabell V.38.** Utrechnet gjennomsnitt (gj.snitt) av mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik (SD) av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de nøytrale lipidfraksjonene fra de ufordøyde homogeniserte helmelkprøvene. Dataene i tabellen er tatt fra tabell V.11 og V.12.

FA	HK1	HK2	HK1	HK2	HK1	HK2	HK1	HK2	HK1	HK2	Gj.sn itt	SD
	HGJ 40 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HGJ 40 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 15 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 15 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 mFA ( $\mu\text{g}$ )		
<b>C4:0</b>	336,14	308,94	320,46	285,96	279,32	277,30	341,83	278,22	323,08	285,02	303,63	25,37
<b>C6:0</b>	407,63	380,58	397,01	356,29	360,23	348,98	422,27	355,16	407,21	355,16	379,05	27,33
<b>C8:0</b>	349,79	316,45	338,09	301,03	309,16	301,43	353,72	312,67	343,86	312,67	323,89	20,31
<b>C10:0</b>	877,53	906,26	867,68	857,80	862,71	845,48	898,65	844,07	869,76	844,07	867,40	21,80
<b>C11:0</b>	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	1404,51	0,00
<b>C12:0</b>	1220,38	1203,97	1190,94	1185,06	1178,91	1168,78	1268,09	1133,11	1225,42	1133,11	1190,78	41,55
<b>C13:0</b>	54,64	42,95	51,18	46,45	45,91	47,55	55,63	48,12	51,43	48,12	49,20	3,98
<b>C14:0</b>	4247,17	3915,03	4160,91	3859,11	4230,29	3813,35	4351,39	3804,63	4340,25	3804,63	4052,68	233,28
<b>C15:0iso</b>	37,45	33,76	34,70	34,90	35,45	37,95	35,89	36,65	34,17	36,65	35,76	1,40
<b>C15:0 anteiso</b>	73,46	71,72	71,34	74,00	70,59	79,49	72,39	78,75	69,04	78,75	73,95	3,75
<b>C14:1n- 5</b>	131,47	127,77	126,08	130,70	123,76	139,95	129,49	134,73	121,58	134,73	130,02	5,54
<b>C15:0</b>	190,94	198,08	188,16	202,75	181,38	214,62	188,02	203,72	179,81	203,72	195,12	11,23
<b>C16:0iso</b>	118,57	89,52	111,38	98,95	97,44	101,22	117,20	104,63	112,15	104,63	105,57	9,25
<b>C16:0</b>	14890,5 9	13585,9 8	14471,0 1	13530,1 1	14162,4 6	13461,2 7	15149,4 8	13430,4 9	14822,5 7	13430,4 9	14093,4 4	689,86
<b>C17:0iso</b>	58,84	55,52	48,92	59,41	46,84	63,12	59,51	60,84	54,18	60,84	56,80	5,38
<b>C16:1n- 7</b>	279,96	250,48	269,94	255,35	261,84	273,81	278,21	264,53	261,27	264,53	265,99	9,54
<b>C17:0</b>	96,16	92,41	93,58	98,13	90,21	105,74	97,07	103,23	90,52	103,23	97,03	5,55
<b>C18:0</b>	2734,10	2856,77	2699,70	2869,83	2762,40	3040,49	2755,53	2934,02	2627,40	2934,02	2821,42	126,87
<b>C18:1t-9</b>	318,47	309,82	313,97	309,18	292,11	354,62	312,61	345,79	303,28	345,79	320,56	20,81
<b>C18:1c-9</b>	5629,08	5828,57	5417,27	5835,06	5397,66	-	5512,19	5904,72	5225,54	5904,72	5628,31	252,27
<b>C19:0</b>	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	2398,14	0,00
<b>C18:2c- 9, t-12</b>	317,25	308,39	308,52	320,72	288,38	342,85	315,42	329,02	292,16	329,02	315,18	16,74
<b>C20:0</b>	25,69	35,47	24,99	35,32	27,03	39,81	26,14	38,14	21,71	39,87	31,42	6,95
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	61,56	47,78	53,07	55,04	52,50	60,94	59,42	61,89	57,54	61,89	57,16	4,88
<b>C18:2c- 9, t-11</b>	83,52	70,23	80,74	79,29	73,81	86,24	84,00	83,56	82,43	83,56	80,74	5,03
<b>C22:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C23:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C24:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00

Resultater

**Tabell V.39.** Utregnet gjennomsnitt (gj.snitt) av mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik (SD) av de ulike fettsyrene (FA) funnet i de frie fettsyrefraksjonene fra de ufordøyde homogeniserte helmelkprøvene. Dataene i tabellen er tatt fra tabell V.13 og V.14.

FA	HK1	HK2	HK1	HK2	HK1	HK2	HK1	HK2	HK1	HK2	Gj.sn itt	SD
	HGJ 40 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HGJ 40 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 15 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 15 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 mFA ( $\mu\text{g}$ )		
<b>C4:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C6:0</b>	2,20	2,67	1,73	1,92	-	2,32	1,58	2,23	2,07	2,11	2,09	0,32
<b>C8:0</b>	1,84	3,18	2,39	3,07	-	2,68	2,33	2,88	3,09	2,79	2,70	0,44
<b>C10:0</b>	6,42	8,06	9,40	9,50	-	8,35	8,14	7,94	10,14	9,41	8,59	1,13
<b>C11:0</b>	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	0,00
<b>C12:0</b>	21,03	28,13	22,18	30,04	32,79	26,40	22,26	27,12	24,92	27,83	26,27	3,73
<b>C13:0</b>	1,37	1,58	1,58	1,83	-	1,88	1,30	1,93	1,23	1,48	1,57	0,26
<b>C14:0</b>	69,23	101,28	77,65	101,85	-	87,73	68,35	95,02	79,55	93,22	85,99	12,87
<b>C15:0iso</b>	-	0,47	0,40	0,69	0,70	0,39	0,37	0,35	0,43	0,56	0,48	0,13
<b>C15:0 anteiso</b>	0,48	0,56	0,69	0,86	1,06	0,79	0,70	0,94	0,72	0,88	0,77	0,17
<b>C14:1n-5</b>	1,59	1,18	-	1,24	-	1,48	1,84	1,32	1,11	1,29	1,38	0,24
<b>C15:0</b>	1,20	1,74	1,34	1,84	1,88	1,88	1,35	1,85	1,36	1,93	1,64	0,29
<b>C16:0iso</b>	1,48	-	1,52	1,77	-	1,72	1,48	1,94	1,57	1,74	1,65	0,17
<b>C16:0</b>	254,26	-	275,13	365,39	-	308,67	241,29	337,25	282,05	336,00	300,01	43,94
<b>C17:0iso</b>	0,30	0,46	0,44	0,35	0,49	0,32	0,28	0,49	0,38	0,32	0,38	0,08
<b>C16:1n-7</b>	2,37	3,46	3,15	3,55	3,88	3,82	3,16	3,62	3,23	3,35	3,36	0,43
<b>C17:0</b>	-	0,90	0,68	0,67	0,57	0,72	0,54	0,81	0,61	0,89	0,71	0,13
<b>C18:0</b>	-	21,58	20,24	21,64	25,49	22,79	18,51	20,21	16,12	23,17	21,08	2,74
<b>C18:1t-9</b>	1,23	1,74	1,50	1,72	2,05	1,87	1,33	1,74	1,48	1,97	1,66	0,27
<b>C18:1c-9</b>	-	64,66	54,69	70,86	63,43	71,19	54,60	72,25	56,98	-	63,58	7,47
<b>C19:0</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
<b>C18:2c- 9, t-12</b>	-	3,08	2,68	4,04	3,93	3,74	2,84	3,81	3,04	3,75	3,44	0,52
<b>C20:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C18:2c- 9, t-11</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C22:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C23:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C24:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00

Resultater

**Tabell V.40.** Utregnet gjennomsnitt (gj.snitt) av mengde ( $\mu\text{g}$ ) per mL melk og standardavvik (SD) av de ulike fettsyrene (FA) funnet i fosfolipidfraksjonene fra de ufordøyde homogeniserte helmelkprøvene. Dataene i tabellen er tatt fra tabell V.15 og V.16.

FA	HK1	HK2	HK1	HK2	HK1	HK2	HK1	HK2	HK1	HK2	Gj.sn itt	SD
	HGJ 40 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HGJ 40 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 15 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 15 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 30 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 60 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 mFA ( $\mu\text{g}$ )	HDJ 90 mFA ( $\mu\text{g}$ )		
<b>C4:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C6:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C8:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C10:0</b>	-	0,25	0,36	0,23	0,45	0,26	0,44	-	0,49	0,43	0,36	0,10
<b>C11:0</b>	-	0,56	0,84	0,86	1,38	0,87	1,03	-	1,19	1,10	0,98	0,25
<b>C12:0</b>	1,30	0,55	0,57	0,49	0,94	0,52	0,66	1,11	1,14	0,67	0,79	0,30
<b>C13:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C14:0</b>	7,78	4,67	5,33	5,01	5,28	5,02	5,18	7,50	5,89	6,15	5,78	1,07
<b>C15:0iso</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C15:0 anteiso</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C14:1n-5</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C15:0</b>	0,79	0,76	0,84	0,77	0,71	0,75	0,78	0,85	0,68	0,71	0,76	0,05
<b>C16:0iso</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C16:0</b>	43,04	36,53	38,63	37,28	38,08	35,85	38,21	47,88	39,44	42,04	39,70	3,66
<b>C17:0iso</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C16:1n-7</b>	1,07	1,04	1,01	0,79	1,15	0,85	1,06	1,14	0,78	0,96	0,98	0,14
<b>C17:0</b>	0,54	0,67	0,63	0,64	0,58	0,68	0,46	0,69	0,72	0,84	0,65	0,10
<b>C18:0</b>	14,69	14,85	13,29	14,99	15,73	14,09	14,17	-	13,62	16,87	14,70	1,10
<b>C18:1t-9</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C18:1c-9</b>	45,48	39,56	41,33	37,74	41,55	38,79	42,73	42,24	43,21	39,52	41,22	2,34
<b>C19:0</b>	72,97	72,97	72,97	72,97	72,97	72,97	72,97	72,97	72,97	72,97	72,97	0,00
<b>C18:2c- 9, t-12</b>	7,28	6,51	7,89	6,54	7,91	6,41	7,60	5,97	7,76	6,68	7,06	0,71
<b>C20:0</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C18:3c- 9,12,15</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C18:2c- 9, t-11</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,00
<b>C22:0</b>	3,79	4,04	3,87	2,98	3,31	3,20	4,06	4,87	3,72	3,28	3,71	0,55
<b>C23:0</b>	4,01	4,25	2,23	3,85	3,46	3,28	3,92	3,73	3,99	3,60	3,63	0,57
<b>C24:0</b>	3,20	3,07	2,94	2,75	2,63	2,62	3,36	2,44	3,19	2,52	2,87	0,32

## Resultater

Dataene i tabell V.41 viste prosentandelen av de ulike lipidfraksjonene i gårdsmelk og homogenisert helmelk før fordøyelse.

**Tabell V.41.** Sum mengde ( $\mu\text{g}$ ) av fettsyrer per mL melk i kontrollprøvene fra gårdsmelk og homogenisert helmelk, samt % av de ulike lipidfraksjonene for nøytrale lipider (NL), frie fettsyrer (FFA) og fosfolipider (PL) av sum lipider ( $\Sigma$ lipider).

	NL	FFA	PL	$\Sigma$ lipider
<b>Gårdsmelk</b>	2004,48	25,10	5,33	2034,91
<b>% av total</b>	98,50	1,23	0,23	100,00
<b>Homogenisert helmelk</b>	1368,48	27,76	8,80	1405,04
<b>% av total</b>	97,40	1,98	0,63	100,00

Dataene i tabell V.42 er tatt fra tabell V.17 til V.19 og ble benyttet til å lage figur 14 i resultater.

**Tabell V.42.** Sum mengde ( $\mu\text{g}$ ) av fettsyrene (FA) per mL melk i de nøytrale lipidfraksjonene (NL) fra gårdsmelk. Utrechnet lipolyse (%) av nøytrale lipider (NL) og påfølgende frigjøring (%) av FFA etter gastrisk fordøyelse (HGJ 40) og duodenal fordøyelse (HDJ15, 30, 60, 90) regnet ut mot de ufordøyde gårdsmelkprøvene (kontrollprøvene).

Gårdsmelk	Ufordøyd	HGJ 40	HDJ 15	HDJ 30	HDJ 60	HDJ 90
<b>SUM <math>\mu\text{g}</math> FA i NL</b>	2004,48	1464,15	1089,09	1125,84	971,01	1037,16
<b>Lipolyse av NL (%)</b>	100,00	73,04	54,33	56,17	48,44	51,74
<b>Frigjøring av FFA (%)</b>	0,00	26,96	45,67	43,83	51,56	48,26

Dataene i tabell V.43 er tatt fra tabell V.20 til V.22 og ble benyttet til å lage figur 16 i resultater.

**Tabell V.43.** Sum mengde ( $\mu\text{g}$ ) av fettsyrene (FA) per mL melk i de nøytrale lipidfraksjonene (NL) fra homogenisert helmelk. Utrechnet lipolyse (%) av nøytrale lipider (NL) og påfølgende frigjøring (%) av FFA etter gastrisk fordøyelse (HGJ 40) og duodenal fordøyelse (HDJ15, 30, 60, 90) regnet ut mot de ufordøyde homogeniserte helmelkprøvene (kontrollprøvene).

Homogenisert helmelk	Ufordøyd	HGJ 40	HDJ 15	HDJ 30	HDJ 60	HDJ 90
<b>SUM <math>\mu\text{g}</math> FA i NL</b>	1368,48	1350,04	761,17	656,80	637,74	616,80
<b>Lipolyse av NL (%)</b>	100,00	98,65	55,62	48,00	46,60	45,07
<b>Frigjøring av FFA (%)</b>	0,00	1,35	44,38	52,00	53,40	54,93



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
67 23 00 00  
[www.nmbu.no](http://www.nmbu.no)