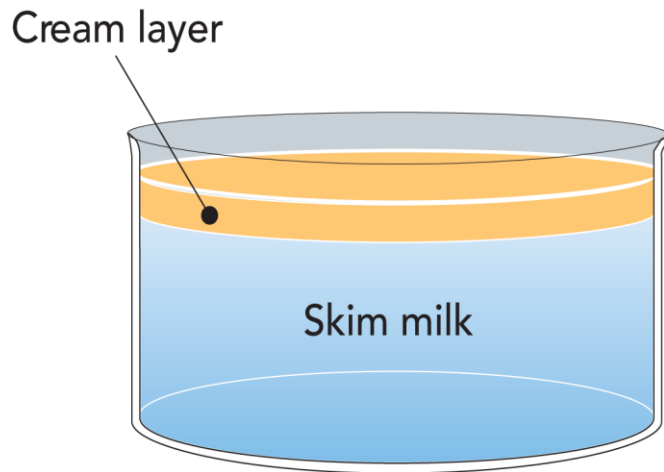


چربی شیر (Milk fat) :



- اگر شیر مدتی بدون حرکت قرار گیرد بر روی سطح آن لایه ای تشکیل می شود که همان چربی شیر می باشد. جنبه های اهمیت آن :
- از نظر اقتصادی مهم است (معمولاً درصد چربی عامل اصلی تعیین کننده قیمت شیر است)

■ دارای ارزش غذایی مناسبی است (انرژی زایی ، حاوی ویتامینهای محلول در چربی (A ، D ، E و مقدار بسیار کمی K) و اسیدهای چرب غیر اشباع ضروری مانند لینولئیک، لینولنیک و آراشیدنیک اسید است

■ عامل اصلی و مهم عطر و آروما در شیر می باشد و هیچ ماده ای نمی تواند جای چربی شیر را بگیرد.

ترکیب اصلی چربی شیر :

Lipid	% by weight
Triacylglycerols	97-98
Diaclycerols	0.3-0.6
Monoacylglycerols	0.02-0.01
Free fatty acids	0.1-0.4
Free sterols (Cholesterol)	0.2-0.4
Sterol esters	Trace only
Phospholipids	0.2- 1.0 (Ave. 0.8)
Hydrocarbons	Trace only

• چربی شیر معمولاً به عنوان يك ترکیب کمپلکس مورد توجه است تري اسيل

گلیسرولها (حدود ۹۸٪) ترکیب اصلی چربی شیر است حاوي مقادير اندکي از دي و

منواسيل گلیسرولها، اسيدهاي چرب آزاد، فسفوليپيدها، کلسترول و استر هاي

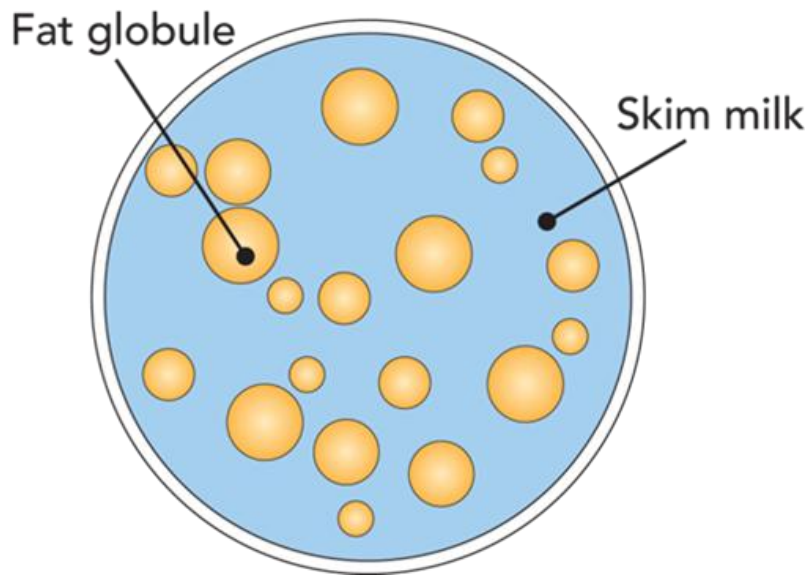
کلسترول و سروبروسایدها Cerebrosides مي باشد

■ ترکیباتي نیز در ایجاد خواص ارگانولیپتیک (حسی) و افزایش ارزش غذایی آن نقش دارد از جمله:

ویتامینهای محلول در چربی A، D، E و همراه با مقادیر کمی از K ، ترکیبات معطره از جمله آلدئید ها،

کتونها، لاکتونها و پیگمانهای کارتنوئیدی .

ساختار گلبول چربی :



- چربی شیر و خامه نمونه هایی از امولسیون های چربی در آب (یا روغن در آب) هستند.

- چربی شیر به صورت گلبول های کوچک یا قطرات پراکنده در سرم شیر وجود دارد، قطر آنها از ۰.۱ تا ۲۰ میکرومتر (۱ میکرومتر = ۰.۰۰۱ میلی متر) متغیر است.

- اندازه متوسط ۳ تا ۴ میکرومتر است و حدود 10^{10} گلبول در هر میلی لیتر وجود دارد.

- گلبولهای چربی توسط یک غشای بسیار نازک با ضخامت ۱۰-۲۰ نانومتر (۱ نانومتر = 10^{-9} متر) تثبیت می شود که گلبول ها را احاطه کرده و ترکیب پیچیده ای دارد.

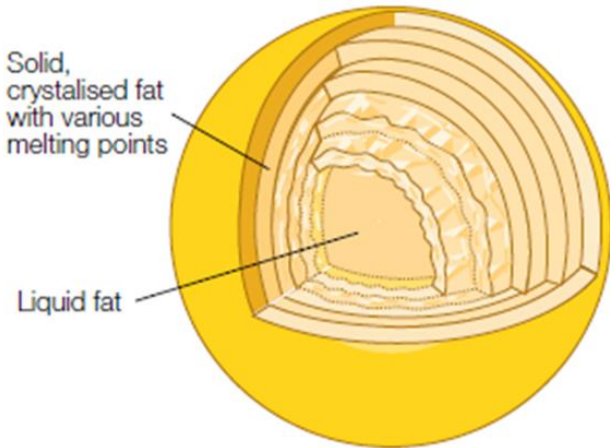
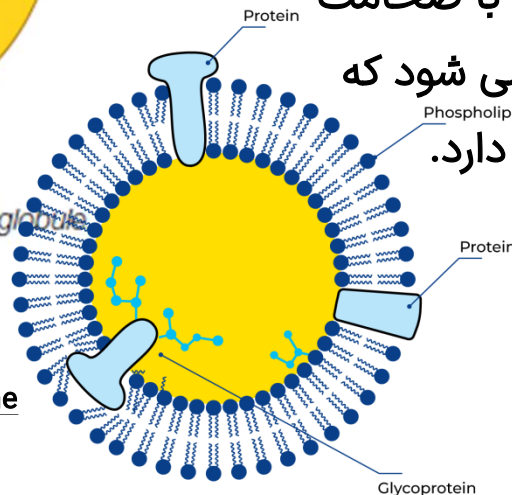


Fig 2.18 Sectional view of a fat globule

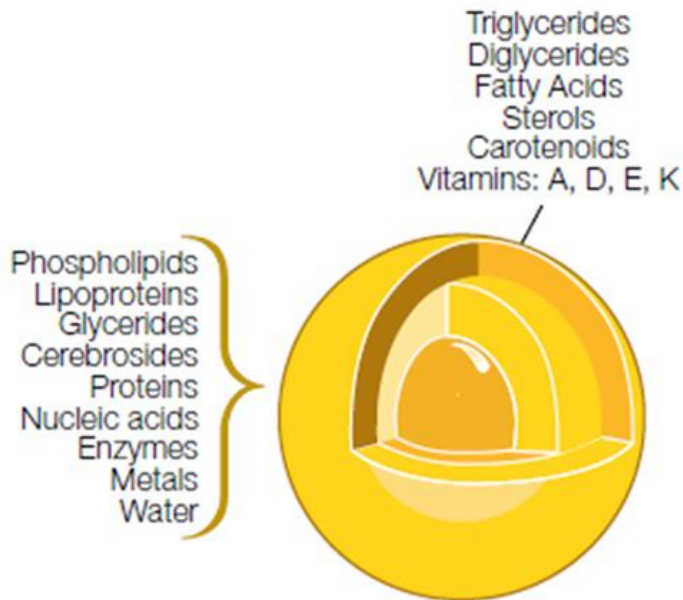
Fig. ۲.۳۵

Membrane proteins cover the surface of the fat globule.



ترکیبات شیمیایی گلبول چربی :

- **چربی شیر** از **تری گلیسریدها (اجزای غالب)**، دی و مونوگلیسریدها، اسیدهای چرب، استرول ها، کاروتنوئیدها (که رنگ زرد چربی را می دهد) و ویتامین ها (A، D، E و K) تشکیل شده است. عناصر کمیاب اجزای جزئی هستند. ترکیب یک گلبول چربی شیر در شکل ۲.۱۶ نشان داده شده است.
- غشاء متشکل از فسفولیپیدها، لیپوپروتئین ها، سربروزیدها، پروتئین ها، اسیدهای نوکلئیک، آنزیم ها، عناصر کمیاب (فلزات) و آب محدود است.
- مقدار کلسترول ۰.۳٪ ، که در مرکز گلبول جا گرفته است و یک عامل محدود کننده مصرف برای برخی از افراد محسوب می شود



- غشاء گلبولهای چربی (FGM/MFGM) دارای خصوصیاتی کاملاً متفاوت از چربی و پلاسمای شیر. بخش اصلی آن از protein و phospholipids (حدود ۶۰٪ از فسفولیپیدها)

Fig 2.17 The composition of milk fat.
Size 0.1 – 20 μm . Average size 3 – 4 μm .

اسید های چرب اصلی چربی شیر :

- اسید چرب در چربی شیر نسبت به بقیه چربی ها از تنوع بیشتری برخوردار است

- بیش از ۴۰۰ اسید چرب در شیر گزارش شده است

✓ مقدار اسید های چرب اشباع حدود ۷۰٪ (بعلت هیدروژناسیون گسترده اسیدهای چرب غیر اشباع در شکمبه حیوانات نشخوار کننده نظیر گاو ، شتر)،

✓ تک غیر اشباعی حدود ۲۷٪ (حدود ۹۵٪ نسبت به خود اسید های چرب غیر اشباع)

✓ و دی و تری آن حدود ۳٪

- Long chain

- C۱۴ - myristic ۱۱٪

- C۱۶ - palmitic ۲۶٪

- C۱۸ - stearic ۱۰٪

- C۱۸:۱ - oleic ۲۰٪ (اولئیک اسید بیشترین مقدار اسید های چرب غیر اشباع)

اسید های چرب اصلی چربی شیر :

• Short chain (۱۱%)

- از خصوصیات ویژه چربی های دامی نسبت به نباتی وجود اسید های چرب اشباع با تعداد ۴ تا ۱۰ اتم کربن می باشد مقدار اسید بوتیریک شیر حدود ۳.۶٪ ، که حاصل فعالیت باکتری ها در شکمبه است و از احیای بتا - هیدروکسیل بوتیرات جیره غذایی حاصل می شود.

C_۴ - butyric*

C_۶ - caproic

C_۸ - caprylic

C_{۱۰} - capric

* butyric fatty acid is specific for milk fat of ruminant animals and is responsible for the rancid flavour when it is cleaved from glycerol by lipase action

- در حالیکه سیس شکل اصلی ایزومر هندسی (geometric isomer) باندهای غیر اشباع در اسیدهای چرب در طبیعت است اما در چربی شیر ۵٪ باندهای غیر اشباع در حالت ترانس هستند که بدلیل هیدروژنیزاسیون داخل شکمبه است

ترکیب شیمیایی اسیدهای چرب عمده چربی شیر

@LIFEISMILK

Fatty acid Carbon number	Fatty acid common name	Average range (%, w/w)
4:0	Butyric	2-5
6:0	Caproic	1-5
8:0	Caprylic	1-3
10:0	Capric	2-4
12:0	Lauric	2-5
14:0	Myristic	8-14
15:0	Pentadecanoic	1-2
16:0	Palmitic	22-35
16:1	Palmitoleic	1-3
17:0	Margaric	0.5-1.5
18:0	Stearic	9-14
18:1	Oleic	20-30
18:2 ¹	Linoleic	1-3
18:3	Linolenic	0.5-2

پالمتیک اسید
چرب اشباع 16 کربنه
است که دارای بیشترین
درصد در بین اسیدهای
چرب شیر است

اولئیک اسید
چرب با یک باند غیر
اشباع 18 کربنه است که
دارای بیشترین درصد در
بین اسیدهای چرب غیر
اشباع شیر است

Carbon N.	Fatty acid	wt% of total fatty acid content	Melting point °C	
4:0	Butyric acid	3.1 – 4.4	0.9 – 1.2	Liquid at room temperature
6:0	Caproic acid	1.8 – 2.7	- 4	
8:0	Caprylic acid	1.0 – 1.7	16	
10:0	Capric acid	2.2 – 3.8	31	Solid at room temperature
12:0	Lauric acid	2.6 – 4.2	44	
14:0	Myristic acid	9.1 – 11.9	54	
16:0	Palmitic acid	23.6 – 31.4	63	
18:0	Stearic acid	10.4 - 14.6	70	
Unsaturated				
18:1	Oleic acid	14.9 – 22.0	16	Liquid at room temperature
18:2	Linoleic acid	1.2 - 1.7	-5	
18:3	Linolenic	0.9 - 1.2	-12	

Iodine value / Number ارزش (عدد) یدی

- اسیدهای چرب با تعداد اتم های C یکسان اما با تعداد پیوندهای منفرد و دوگانه متفاوت، ویژگی های کاملاً متفاوتی دارند.
- مهمترین و پرکاربردترین روش برای نشان دادن خصوصیات ویژه آنها اندازه گیری مقدار ید (IV) چربی است.
- اندیس یدی عبارت است از گرم ید جذب شده توسط ۱۰۰ گرم از نمونه روغن و یا چربی در آزمایش مربوطه. این اندیس نشان دهنده تعداد پیوند های دوگانه موجود یا درجه غیر اشباعیت در نمونه آزمایش است.
- عدد یدی بالاتر نشان دهنده تعداد بیشتر پیوندهای $C=C$ موجود در یک ماده مثل اسید چرب می باشد. ید توسط پیوندهای دوگانه اسیدهای چرب غیراشباع جذب می شود.
- از آنجایی که اسید اولئیک فراوان ترین اسیدهای چرب غیراشباع است که در دمای اتاق مایع هستند، مقدار ید تا حد زیادی معیاری برای میزان اسید اولئیک و در نتیجه نرمی چربی است.
- اندیس یدی چربی کره معمولاً بین ۲۴ تا ۴۶ متغیر است. این تغییرات بر اساس نوع خوراک دام متفاوت است.
- مراتع سبز در تابستان باعث افزایش محتوای اسید اولئیک می شود، به طوری که چربی شیر تابستانی نرم است (ارزش ید بالا).
- برخی از کنسانتره های علوفه مانند کیک آفتابگردان و کیک بزرگ نیز چربی نرم تولید می کنند، در حالی که کیک روغن نارگیل و روغن نخل و رویه سبزیجات ریشه ای چربی سخت تولید می کنند.

Number Iodine value / ارزش (عدد) یدی

• اسیدهای چرب با تعداد اتم های C یکسان اما با تعداد پیوندهای منفرد و دوگانه متفاوت، ویژگی های کاملاً متفاوتی دارند.

• مهمترین و پرکاربردترین روش برای نشان دادن خصوصیات ویژه آنها اندازه گیری مقدار ید (IV) چربی است.

• اندیس یدی عبارت است از گرم ید جذب شده توسط ۱۰۰ گرم از نمونه روغن و یا چربی در آزمایش مربوطه. این اندیس نشان دهنده تعداد پیوند های دوگانه موجود یا درجه غیر اشباعیت در نمونه آزمایش است.

• عدد یدی بالاتر نشان دهنده تعداد بیشتر پیوندهای C=C موجود در یک ماده مثل اسید چرب می باشد. ید توسط پیوندهای دوگانه اسیدهای چرب غیراشباع جذب می شود.

■ از آنجایی که اسید اولئیک فراوان ترین اسیدهای چرب غیراشباع است که در دمای اتاق مایع هستند، مقدار ید تا حد زیادی معیاری برای میزان اسید اولئیک و در نتیجه نرمی چربی است.

■ اندیس یدی چربی کره معمولاً بین ۲۴ تا ۴۶ متغیر است. این تغییرات بر اساس نوع خوراک دام متفاوت است.

■ مراتع سبز در تابستان باعث افزایش محتوای اسید اولئیک می شود، به طوری که چربی شیر تابستانی نرم است (ارزش ید بالا).

■ برخی از کنسانتره های علوفه مانند کیک آفتابگردان و کیک بزرگ نیز چربی نرم تولید می کنند، در حالی که کیک روغن نارگیل و روغن نخل و رویه سبزیجات ریشه ای چربی سخت تولید می کنند.

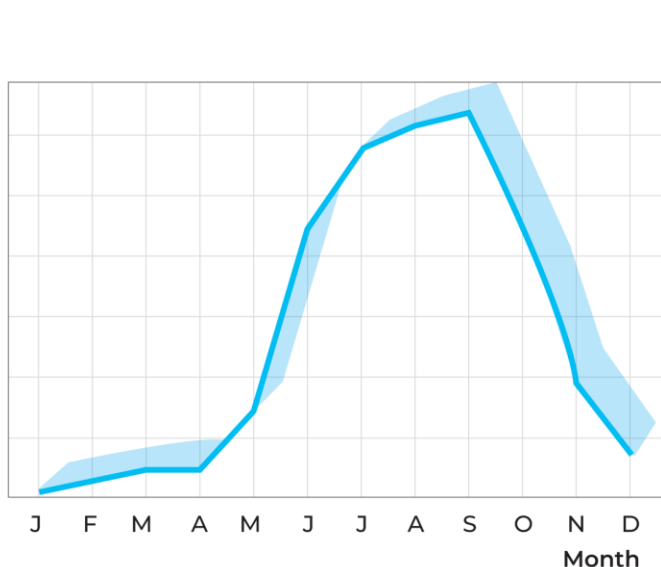
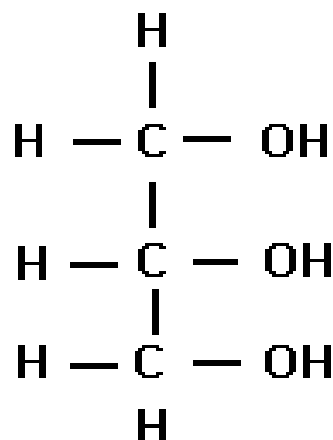
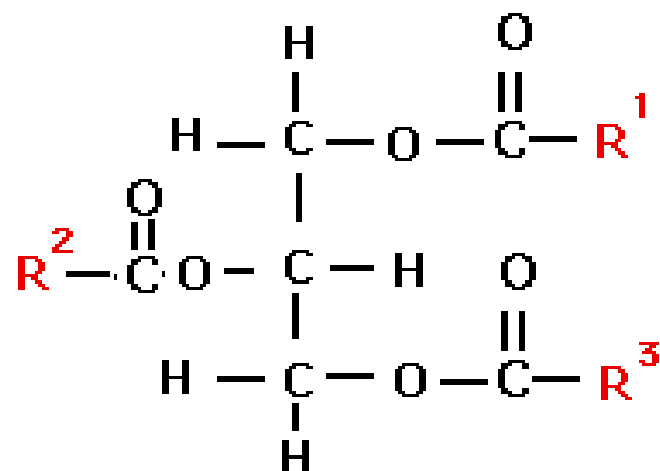


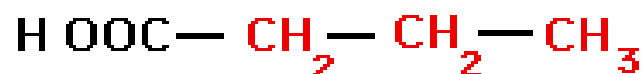
Fig. ۲.۲۱ Iodine value at different times of the year. The iodine value is a measure of the oleic acid content of the fat.



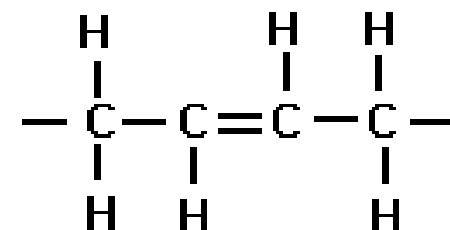
Glycerol



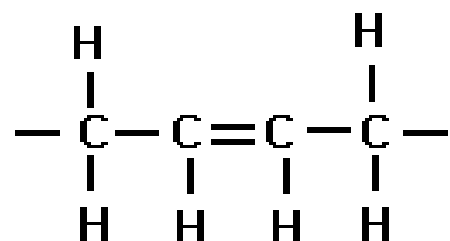
Triglyceride



Saturated Fatty Acid (Butyric acid)



Trans double bond



Cis double bond

Unsaturated

توزیع اسید های چرب روی مولکول گلیسرول

- توزیع اسیدهای چرب تصادفی نیست ، و معمولاً به طور مساوی در ۳ موقعیت SN (Sterospecific Numbering) توزیع نمی شود
- نحوه قرار گیری اسیدهای چرب برای تعیین خواص فیزیکی چربیها مهم است
- موقعیت SN_1 بوسیله اسیدهای چرب با زنجیر کربنی بلندتر – مثال: C_{18} ، ۵۸٪ در موقعیت SN_1
- موقعیت SN_3 با اسیدهای چرب دارای زنجیره کربنی کوتاهتر و غیر اشباع اشغال می شود برای مثال : C_4 ، ۹۷٪ در موقعیت SN_3 ؛ C_6 ، ۸۴٪ در موقعیت SN_3 ؛

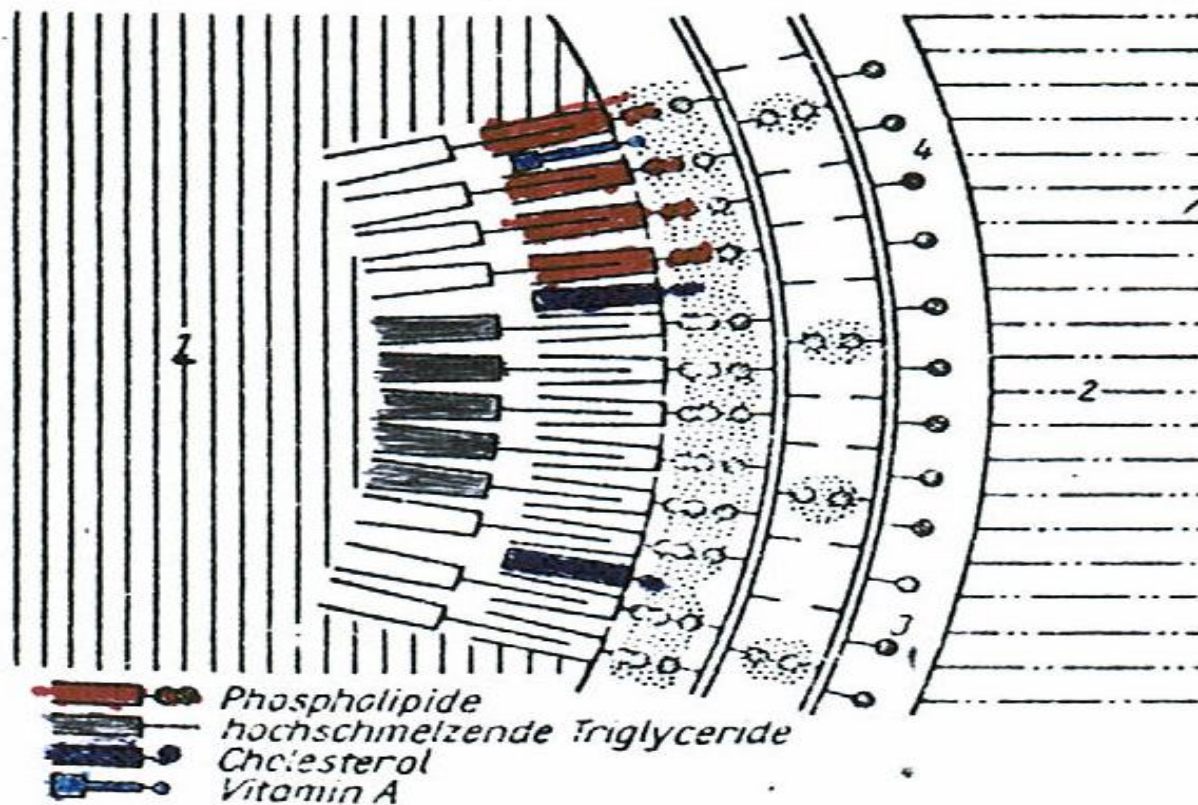
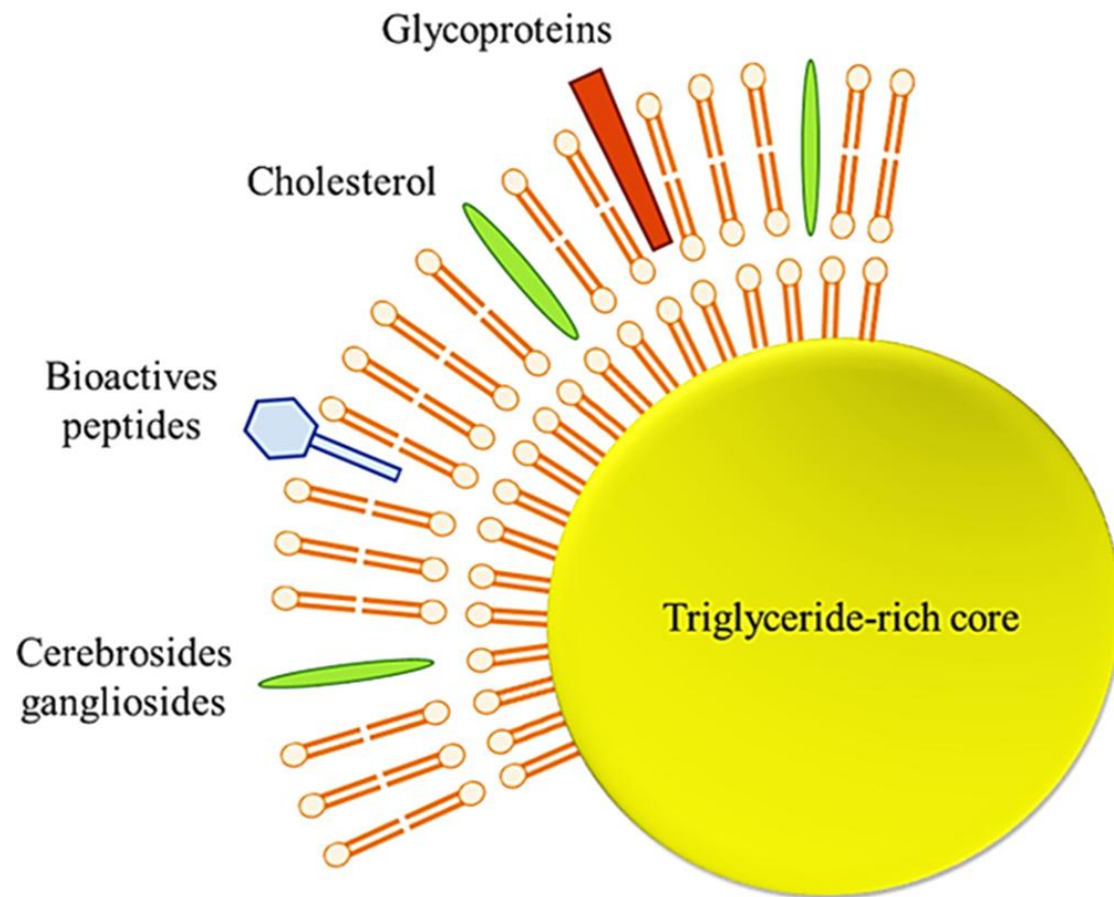
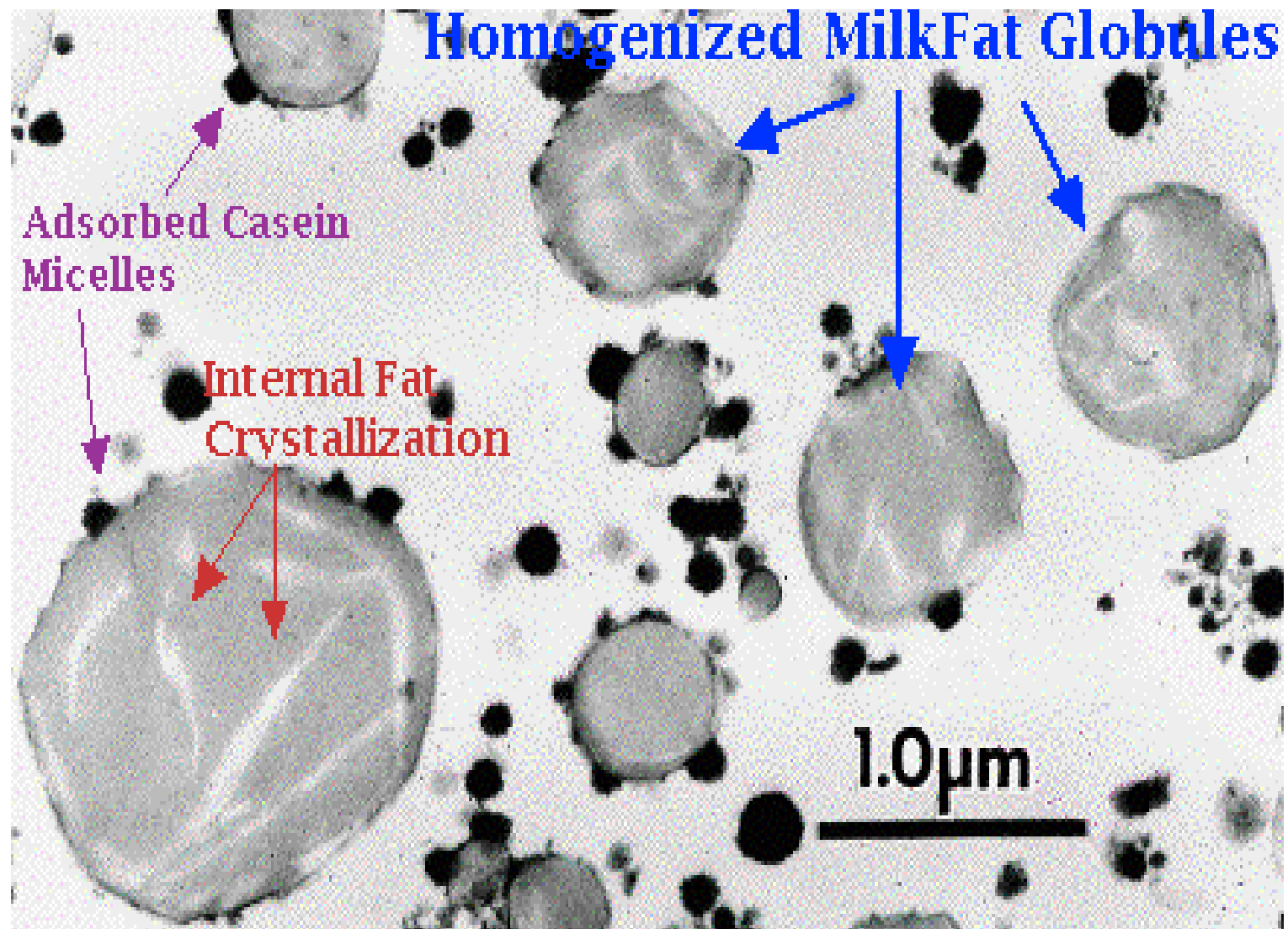


Table 1.6 Average lipid composition of milk

Lipid	% by weight
Triacylglycerols	97-98
Diacylglycerols	0.3-0.6
Monoacylglycerols	0.02-0.04
Free fatty acids	0.1-0.4
Free sterols	0.2-0.4
Sterol esters	trace only
Phospholipids	0.2-1.0
Hydrocarbons	trace only





عملیات غلط که بر روی غشای گلبولهای چربی اثر می گذارند سبب فشار شیر می شوند از جمله آنها عبارتند از :

- نگهداری در درجه حرارتهای پائین یا بالا
- ضربات میکانیکی در حین انتقال شیر
- پمپ کردن زیاد شیر در کارخانه
- مخلوط شدن زیاد چربی با هوا

فرایند ها :

- **خامه گیری-** چربی شیر به صورت فاز پراکنده امولسیون چربی در آب است، با استفاده از اختلاف دانستیه به وسیله سانتریفوژ خامه از شیر جدا می گردد.
- خامه بستن در دماهای سرد سریعتر از مقدار مورد انتظار بر حسب نظریه های تئوریک (قانون استوک Stokes' Law) انجام می شود
- که بعلت متراکم شدن گلبولها در اثر ایمونوگلوبو لینها است. IgM در دماهای سرد با لیپوپروتئین تشکیل يك کمپلکس (Cryoglobulin) می دهد که روی گلبول چربی رسوب کرده و موجب تجمع چربی ها می شود-
- در این صورت بر اساس قانون استوک Stokes' Law با توده ای شدن سرد سرعت بالا آمدن بیشتر شده و موقع بالا آمدن گلبولهای کوچکتر را نیز با خودشان بالا می کشند.

فرایند ها

- **هموژنیزاسیون** - نیز فرایندی است که در آن گلبولهای چربی تحت تأثیر قرار گرفته و قطر متوسط آنها تا زیر ۰.۸ میکرومتر کاهش می یابد به دلیل افزایش سطح واتصالات بیشتر باند های پروتئینی با چربی خصوصاً کازئین ها سبب پایداری بیشتر گلبولهای چربی در شیر می شود .
- **تولید کره** - برای جدا سازی چربی شیر و تولید کره ابتدا با اعمال فرایندهایی، غشای گلبولها را پاره نموده و چربی موجود در آن را خارج می سازند

فواید اسید های چرب شیر

- FA با زنجیره کوتاه و متوسط (با کمتر از ۱۲ اتم کربن) از روده جذب شده، به کبد منتقل شده و به سرعت از طریق β -اکسیداسیون متابولیزه می شود.
- FA های با زنجیره بلندتر در بدن دوباره به تری گلیسرید تبدیل می شوند که در بافت چربی ذخیره می شوند یا به عنوان سوخت مصرف می شوند. (Parodi, ۲۰۰۶)
- حدود یک سوم FA های موجود در چربی شیر حاوی ۱۴ اتم کربن یا کمتر است، که نشان می دهد چربی شیر ممکن است به اندازه سایر چربی های که حاوی درصد بالاتری از FA با زنجیره بلند عاملی در ذخیره چربی و چاقی نباشد.
- علاوه بر این، FA با زنجیره کوتاه و متوسط دارای مزایای سلامتی ممکن است:
 - اسید بوتیریک (۴:۰) عملکرد ژن را تعدیل می کند و ممکن است در پیشگیری از سرطان نقش داشته باشد.
 - اسید کاپریلیک (۸:۰) و اسید کاپریک (۱۰:۰) فعالیت ضد ویروسی نشان داده اند.
 - همچنین گزارش شده است که اسید کاپریلیک رشد تومور را به تاخیر می اندازد.
 - و اسید لوریک (۱۲:۰) می تواند فعالیت ضد ویروسی، ضد باکتریایی و ضد پلاک داشته باشد.

فواید اسید های چرب شیر

- اگرچه مدت‌هاست نقش SFAs در افزایش کلسترول پلاسما مشخص شده است، به نظر می‌رسد تنها اسیدهای لوریک (۱۲:۰)، میریستیک (۱۴:۰) و پالمیتیک (۱۶:۰) دارای خواص ایجاد کلسترول بالا هستند (گرومر، ۱۹۹۱؛ منسینگ و همکاران، ۲۰۰۳).
- با توجه به نظریه آکادمی ملی علوم (National Academy of Sciences)، "اسید لینولئیک مزدوج (CLA) تنها اسید چرب است که با قطعیت از سرطان زایی در حیوانات آزمایشگاهی جلوگیری می‌کند (آکادمی ملی علوم، ۱۹۹۶).
- CLA مخلوطی از ایزومرهای اسید لینولئیک است (۱۸:۲). اسید رومئیک (۱۸:۲ cis-۹, trans-۱۱)، ایزومر غالب، تصور می‌شود که شکل فعال بیولوژیکی آن باشد (Ip et al., ۱۹۹۴).
- محتوای CLA در چربی شیر بین ۰.۱ تا ۲.۰ درصد است. لبنیات منابع اصلی CLA در رژیم غذایی انسان هستند و غلظت آن در این محصولات تحت تأثیر فرآوری قرار نمی‌گیرد (Lin et al., ۱۹۹۵) بلکه تحت تأثیر کل چربی موجود در شیر است.
- یعنی شیر بدون چربی به طور قابل توجهی حاوی مقادیر CLA کمتری نسبت به شیر کامل (۳.۲۵٪ چربی) است.

فواید اسید های چرب شیر

- FA ترانس در افزایش کلسترول بد (LDL) و کاهش کلسترول خوب (HDL) نقش دارد.
- این اثرات به FA های ترانس در چربی های هیدروژنه، عمدتاً الائیدیک اسید (trans-9 18:1) elaidic acid مرتبط است. الائیدیک اسید فقط به مقدار کمی در شیر گاو وجود دارد.
- یک چهارم FA های ترانس موجود در چربی شیر را رومنیک اسید تشکیل می دهد و اکثر بقیه قسمتها از اسیدهای چرب ترانس را واکسنیک اسید (trans-11 18:1) تشکیل می دهد (Parodi, 2006).
- اسید رومنیک ممکن است با خواص ضد سرطانی در انسان مرتبط باشد (الگرما و همکاران، 2006)
- و اسید واکسنیک ممکن است رشد تومور و خطر بیماری عروق کرونر قلب را کاهش دهد (Field et al., 2009).
- به طور متوسط، انسان حدود یک پنجم اسید واکسنیک رژیم غذایی را به اسید رومنیک تبدیل می کند (Turpeinen et al., 2002).

فواید اسید های چرب شیر

- Short- and medium-chain FAs (with fewer than 12 carbon atoms) are absorbed from the intestine, transferred into the liver and metabolized quickly through β -oxidation.
- The longer-chain FAs are reconverted into triacylglycerols, which are stored in adipose tissue or consumed as fuel (Parodi, 2006).
- About one-third of the FAs in milk fat contain 14 carbon atoms or less, an indication that milk fat may not be as much of a factor in fat storage and obesity as other fats containing a higher percentage of long-chain FAs.
- Moreover, the shortand medium-chain FAs have possible health benefits:
 - butyric acid (4:0) modulates gene function and may play a role in cancer prevention;
 - caprylic acid (8:0) and capric acid (10:0) have demonstrated antiviral activity;
 - caprylic acid has also been reported to delay tumour growth;
 - and lauric acid (12:0) could have antiviral, antibacterial anticaries and antiplaque activity

C _{4:0}	Butyric
C _{6:0}	Caproic
C _{8:0}	Caprylic
C _{10:0}	Capric
C _{12:0}	Lauric

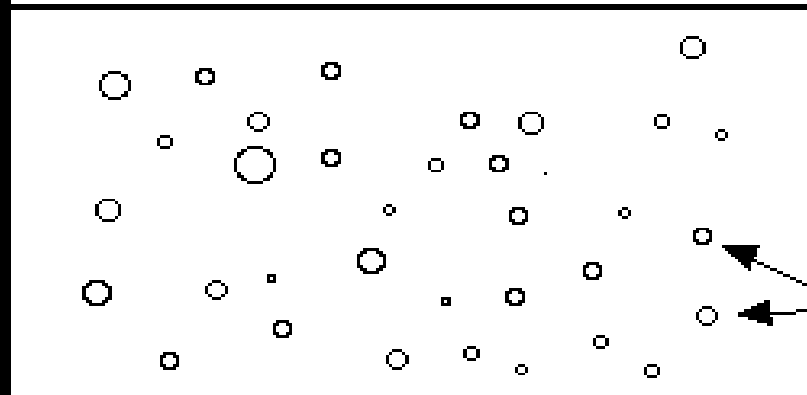
فواید اسید های چرب شیر

- Although SFAs have long been implicated in elevation of plasma cholesterol, only lauric (12:0), myristic (14:0) and palmitic (16:0) acids appear to possess hypercholesterolemic properties (Grummer, 1991; Mensink et al., 2003).
- According to the National Academy of Sciences, 'conjugated linoleic acid (CLA) is the only fatty acid shown unequivocally to inhibit carcinogenesis in experimental animals' (National Academy of Sciences, 1996).
- CLA is a mixture of isomers of linoleic acid (18:2); rumenic acid (cis-9, trans-11 18:2), the predominant isomer, is thought to be the biologically active form (Ip et al., 1994).
- The CLA content in milk fat ranges from 0.1 to 2.0%. Dairy products are the major sources of CLA in the human diet and its concentration in these products is not affected by processing (Lin et al., 1995) but is affected by the total amount of fat in the milk, that is skimmed milk contains significantly less CLA than whole milk (3.25% fat).
- Trans FAs have been implicated in increases in LDL ('bad') cholesterol and decreases in HDL ('good') cholesterol. These effects have been tied to the trans FAs in hydrogenated fats, predominately elaidic acid (trans-9 18:1).
- Elaidic acid is present in only trace amounts in bovine milk.
- One-quarter of the trans FAs in milk fat is rumenic acid and most of the rest is vaccenic acid (trans-11 18:1) (Parodi, 2006).
- Rumenic acid may be associated with anticarcinogenic properties in humans (Elgersma et al., 2006) and vaccenic acid may decrease tumour growth and the risk of coronary heart disease (Field et al., 2009). On average, humans convert about one-fifth of dietary vaccenic acid into rumenic acid (Turpeinen et al., 2002).

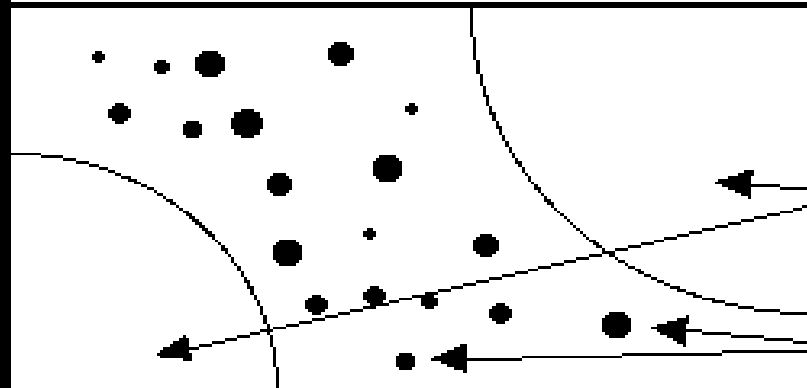
Milk Structure



x1 Opaque liquid



x1000 Fat emulsion



x10,000 Casein suspension

fat globules

casein micelles

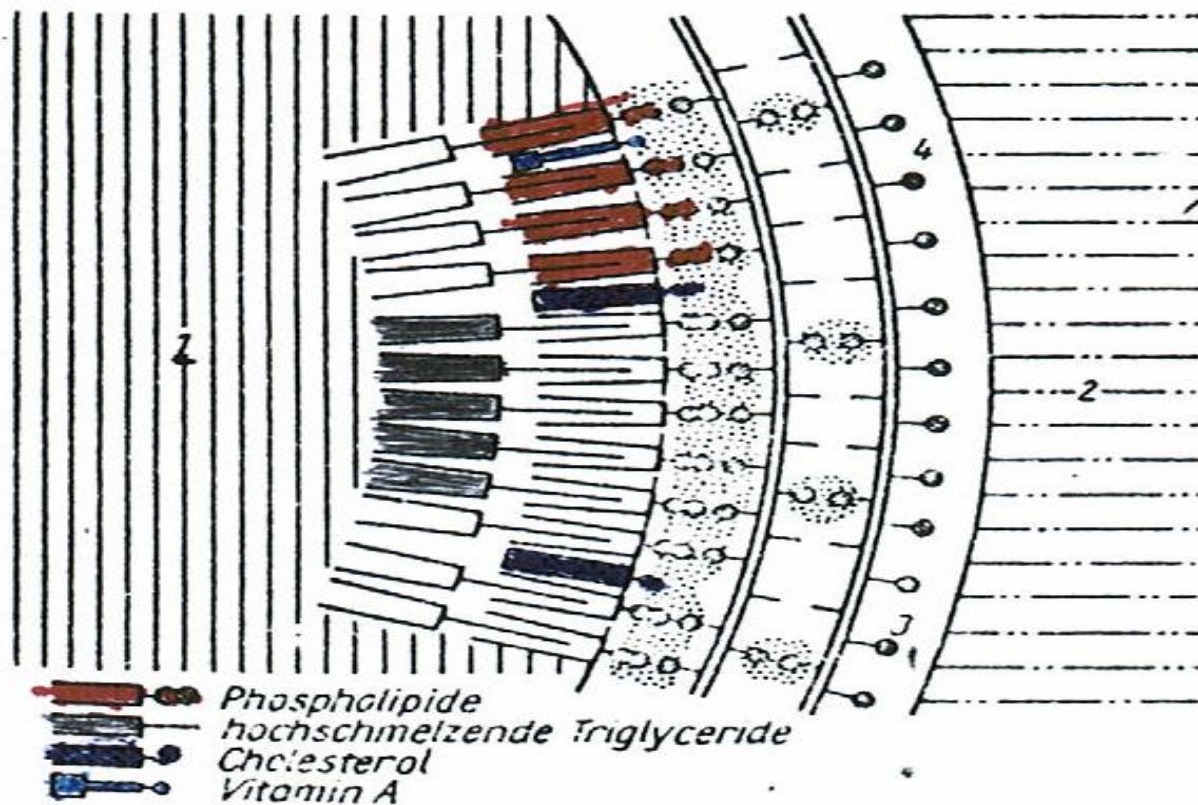


Table 1.6 Average lipid composition of milk

Lipid	% by weight
Triacylglycerols	97-98
Diacylglycerols	0.3-0.6
Monoacylglycerols	0.02-0.04
Free fatty acids	0.1-0.4
Free sterols	0.2-0.4
Sterol esters	trace only
Phospholipids	0.2-1.0
Hydrocarbons	trace only

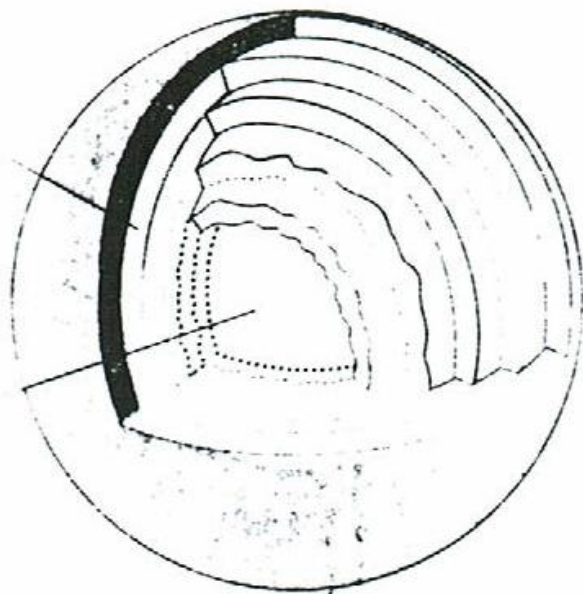
شکل ۱۷-۲ ترکیبات چربی شیر با اندازه

(۲۰-۱۰۰ میکرون) در متوسط ۳-۴ میکرون

شکل ۱۸-۲ نمای برشی گویچه چربی

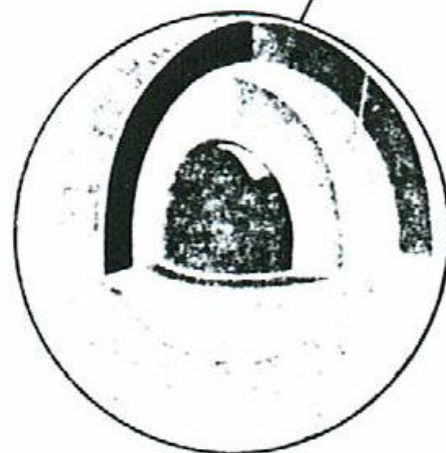
Solid,
crystallised fat
with various
melting points

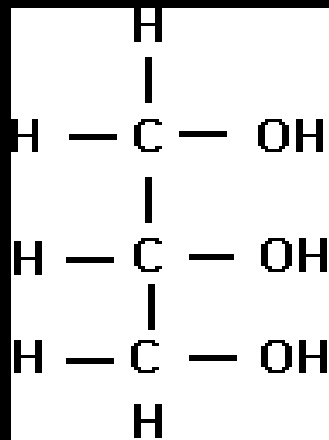
Liquid fat



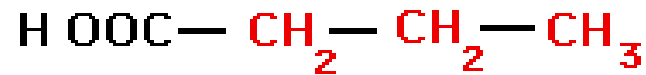
Triglycerides
Diglycerides
Fatty Acids
Sterols
Carotenoids
Vitamins: A, D, E, K

Phospholipids
Lipoproteins
Glycerides
Cerebrosides
Proteins
Nucleic acids
Enzymes
Metals
Water

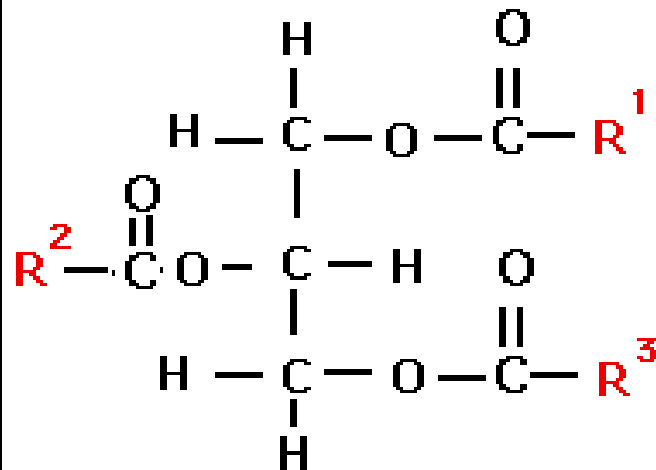




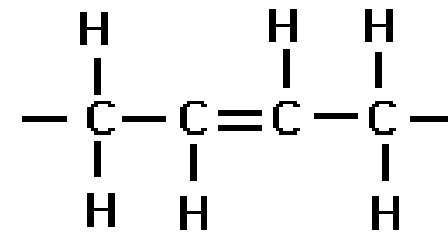
Glycerol



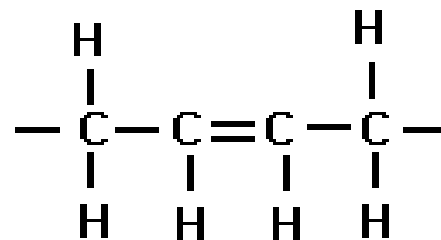
Saturated Fatty Acid (Butyric acid)



Triglyceride



Trans double bond

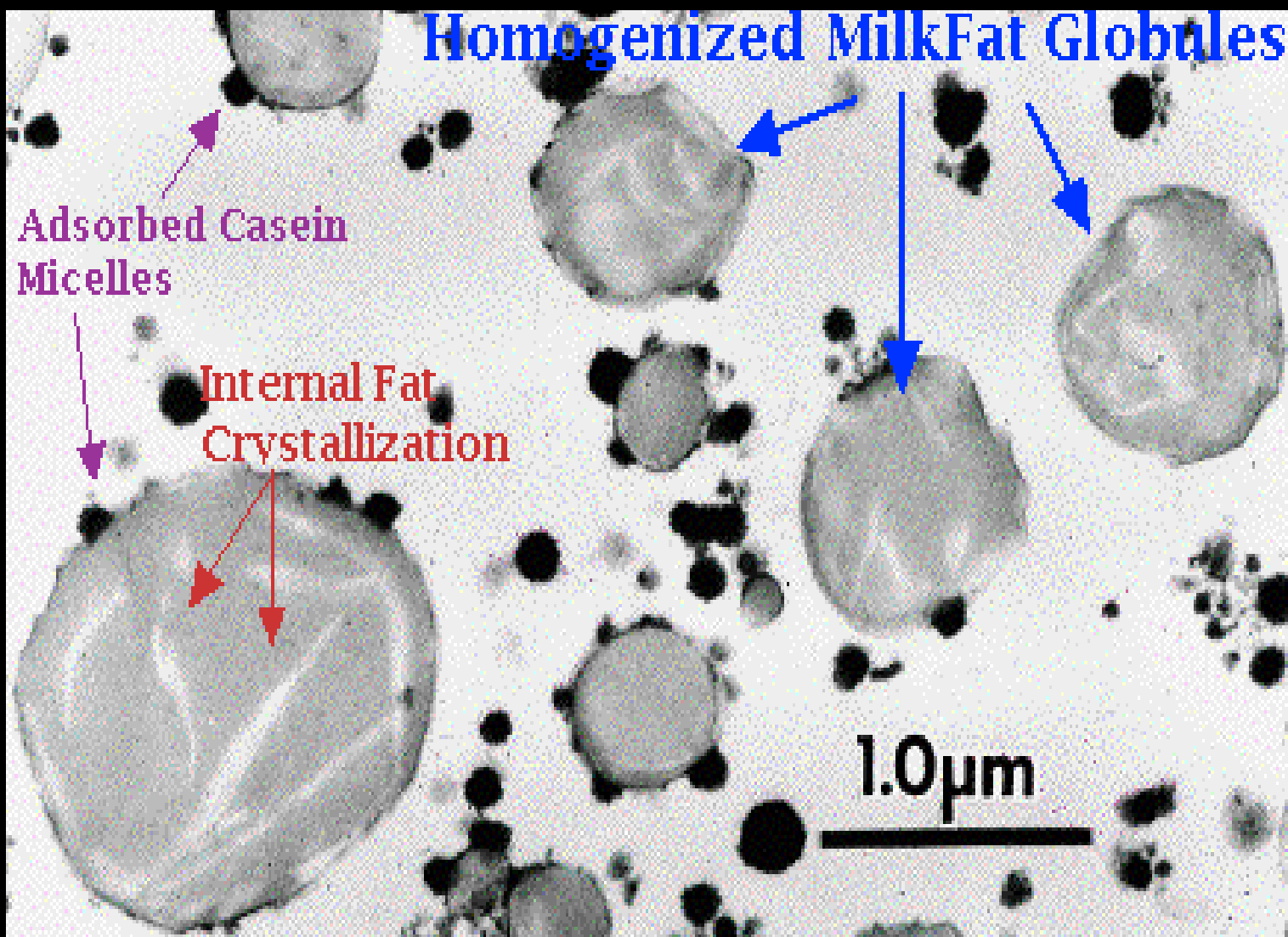


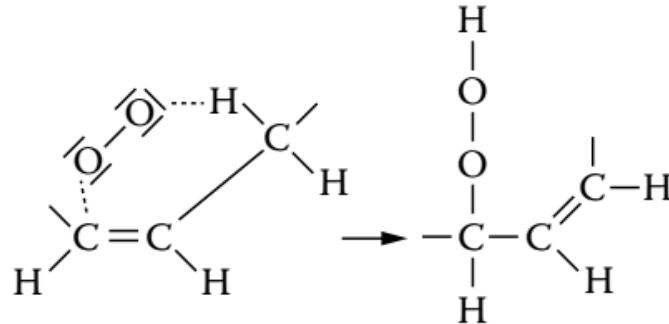
Cis double bond

Unsaturated

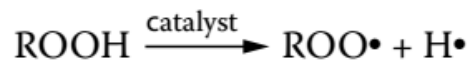
- چربی شیر و خامه نمونه هایی از امولسیون های چربی در آب (یا روغن در آب) هستند. چربی شیر به صورت گلبول های کوچک یا قطرات پراکنده در سرم شیر وجود دارد، شکل ۲.۱۵. قطر آنها از ۰.۱ تا ۲۰ میکرومتر (۱ میکرومتر = ۰.۰۰۱ میلی متر) متغیر است.
- اندازه متوسط ۳ تا ۴ میکرومتر است و حدود ۱۰^{۱۰} گلبول در هر میلی لیتر وجود دارد.
- امولسیون توسط یک غشای بسیار نازک با ضخامت ۱۰-۲۰ نانومتر (۱ نانومتر = ۱۰-۹ متر) تثبیت می شود که گلبول ها را احاطه کرده و ترکیب پیچیده ای دارد.
- چربی شیر از تری گلیسیریدها (اجزای غالب)، دی و مونوگلیسیریدها، اسیدهای چرب، استرول ها، کاروتنوئیدها (که رنگ زرد چربی را می دهد) و ویتامین ها (A، D، E و K) تشکیل شده است.
- عناصر کمیاب اجزای جزئی هستند. ترکیب یک گلبول چربی شیر در شکل ۲.۱۶ نشان داده شده است. غشاء متشکل از فسفولیپیدها، لیپوپروتئین ها، سربروزیدها، پروتئین ها، اسیدهای نوکلئیک، آنزیم ها، عناصر کمیاب (فلزات) و آب محدود است.
- لازم به ذکر است که ترکیب و ضخامت غشا ثابت نیست، زیرا اجزاء به طور مداوم با سرم شیر اطراف مبادله می شوند.
- از آنجایی که گلبول های چربی نه تنها بزرگترین ذرات شیر هستند، بلکه سبک ترین ذرات شیر هستند (تراکم در ۱۵.۵ درجه سانتی گراد = ۰.۹۳ گرم بر سانتی متر مکعب)، وقتی شیر برای مدتی در ظرفی باقی می ماند، تمایل دارند به سطح بروند.
- شکل ۲.۱۷.
- میزان افزایش از قانون استوکس پیروی می کند، اما اندازه کوچک گلبول های چربی باعث می شود خامه سازی فرآیند کندی داشته باشد. با این حال، جداسازی کرم می تواند با تجمع گلبول های چربی تحت تأثیر پروتئینی به نام آگلوتینین تسریع شود. این دانه ها خیلی سریعتر از گلبول های چربی منفرد بالا می روند.
- آگلوتینین در ترکیبات زمان و دما مانند ۷۵ درجه سانتی گراد در ۲ دقیقه دناتوره می شود و امکان تجمع از بین می رود.

Homogenized Milk Fat Globules

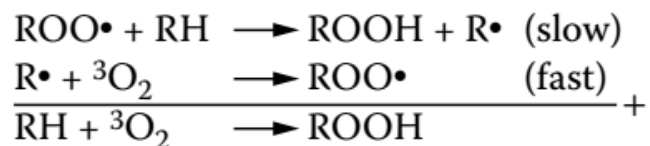




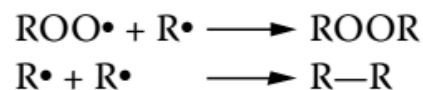
c. Formation of radical



2. *Chain reaction*



3. *Termination, e.g.*



4. *Breakdown of hydroperoxides*

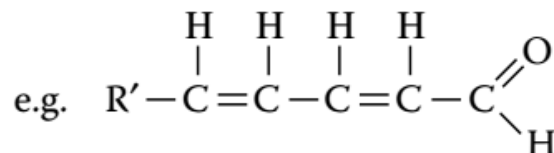
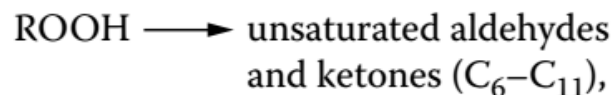


FIGURE 2.12 Approximate profile of the autoxidation reaction of unsaturated fatty acid residues.

ترکیب شیر شتر و مقایسه آن با شیر گاو، گوسفند و بز
(کانال تخصصی صنعت شیر)

<i>Constituents</i>	<i>Camel</i>	<i>Cow</i>	<i>Ewe</i>	<i>Goat</i>
Moisture	86.9	87.0	80.8	87.7
Protein	3.4	3.5	5.5	3.3
Fat	4.1	3.9	5.3	4.1
Lactose	3.7	4.9	4.5	3.9
Solids-not-fat	8.9	9.1	11.8	8.2
Ash	0.7	0.7	0.9	0.8

میزان اسیدهای چرب اصلی
در چربی شیر شتر

<i>Fatty acid</i>	<i>g per 100 g total fat</i>
C _{4:0}	0.85
C _{6:0}	0.37
C _{8:0}	0.28
C _{10:0}	0.37
C _{12:0}	0.69
C _{14:0}	10.90
C _{14:1}	1.50
C _{15:0}	1.14
C _{16:0}	29.87
C _{16:1}	9.60
C _{17:0}	0.88
C _{17:1}	0.55
C _{18:0}	12.90
C _{18:1}	23.50
C _{18:2}	3.10
C _{18:3}	1.40
C _{20:0}	0.70

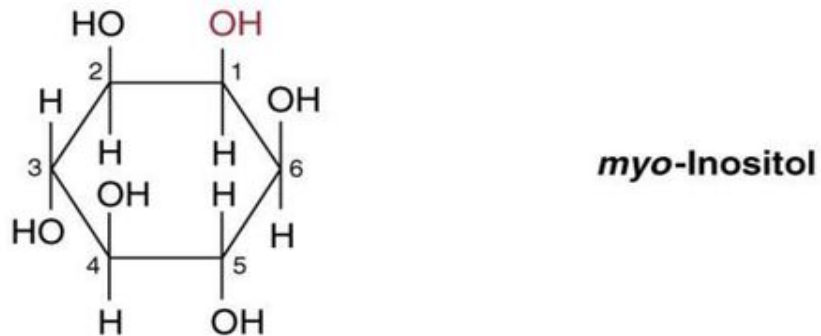
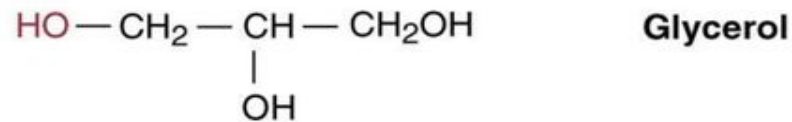
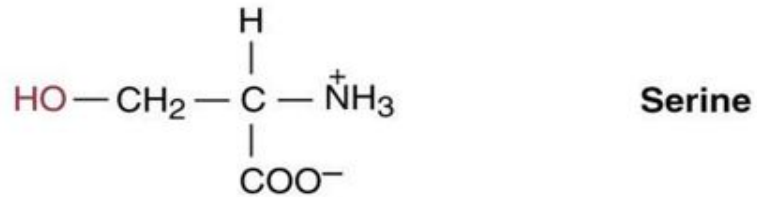
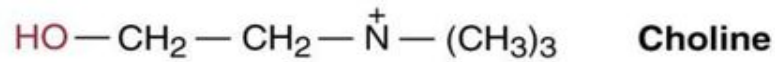
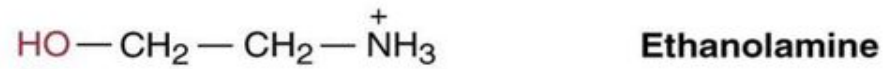


Figure 18.2 Structure of some common polar groups of phospholipids.