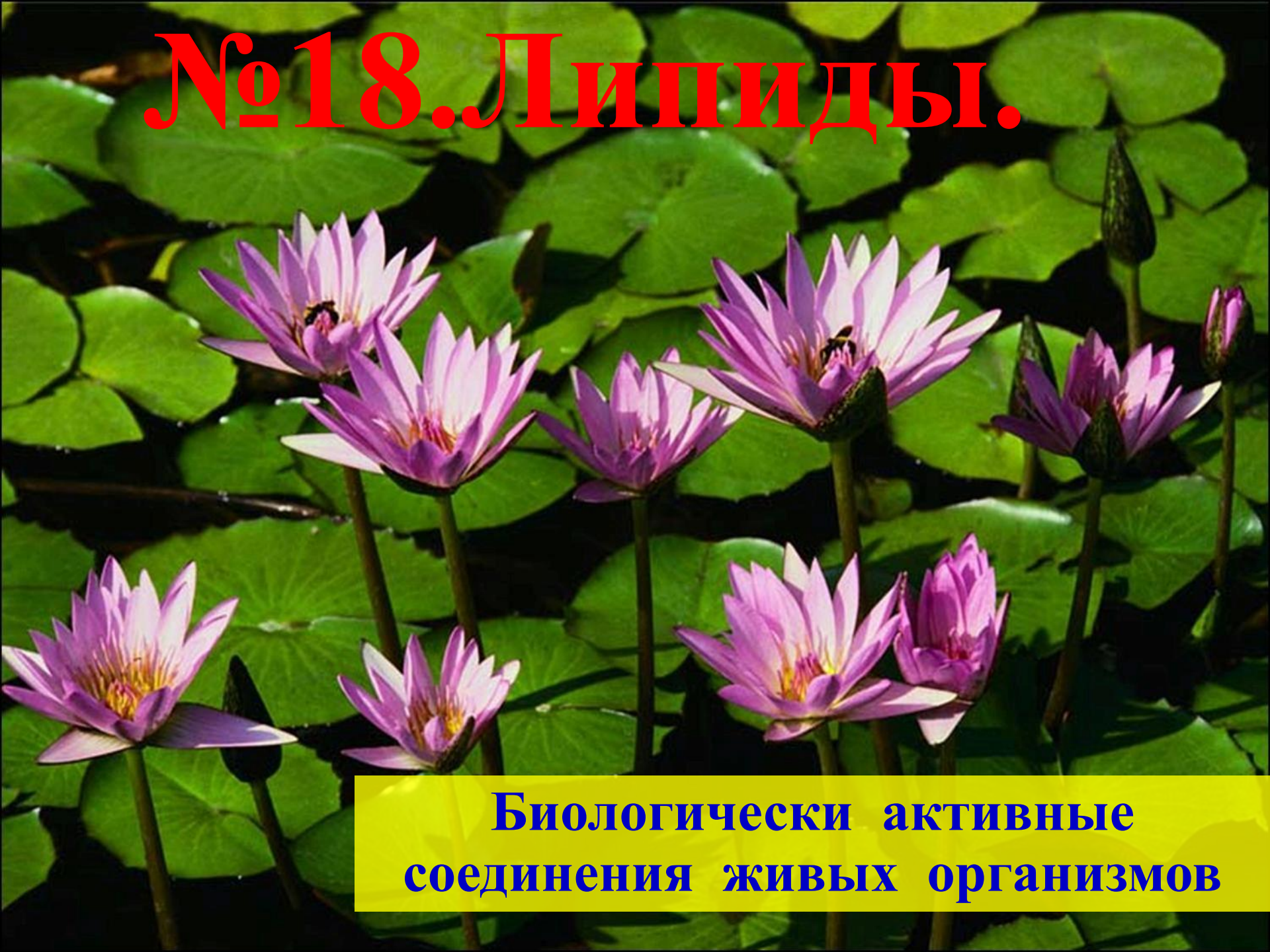


№18. Липиды.

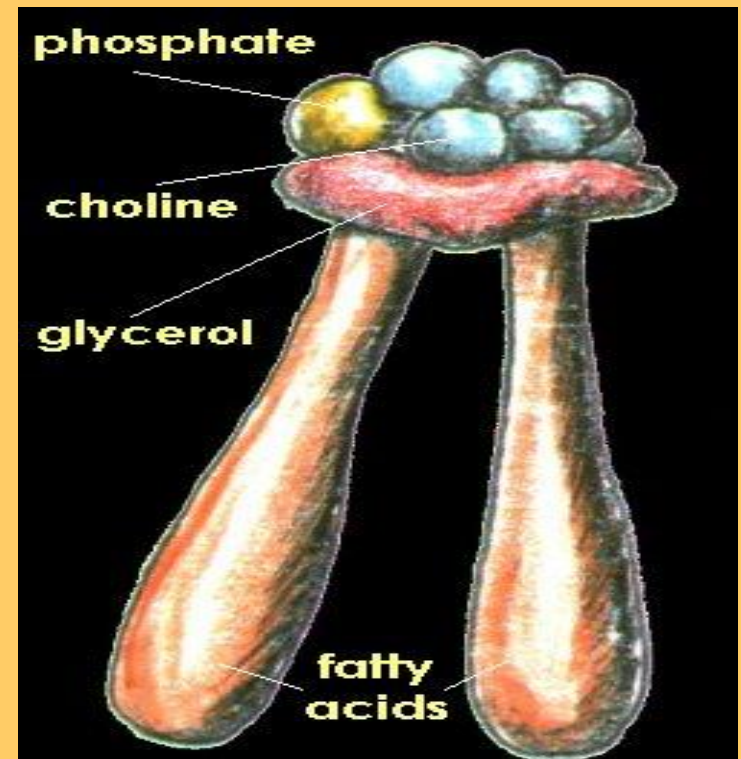


**Биологически активные
соединения живых организмов**

Липиды.

Липиды (греч. λίπος – жир) – это низкомолекулярные жирорастворимые органические вещества, которые извлекаются из клеток животных, растений и микроорганизмов неполярными растворителями.

Жиры и жироподобные вещества - производные высших жирных кислот, высших жирных спиртов или высших жирных альдегидов.



- **Основные источники липидов:**

- **молоко, растительные масла (оливковое, подсолнечное, льняное, кукурузное, кокосовое и т.д.), свиное сало и другие животные жиры, яйца, мозг и внутренности животных и др.**

Из различных источников выделено **600** различных видов жиров, их них – **420** растительного происхождения ...



и более 180 животного происхождения.



Основные биологические функции липидов:

- **главные компоненты биологических мембран;**
- **запасной, изолирующий и защищающий органы материал;**
- **наиболее калорийная часть пищи;**
транспорт некоторых витаминов внутри организма;
- **регуляторы транспорта воды и солей;**
- **иммуномодуляторы;**
- **регуляторы активности некоторых ферментов;**
- **эндогормоны;**
- **передатчики биологических сигналов.**

**По функциям липиды подразделяют
на:**

а) структурные липиды;

их количество и состав в организме строго постоянны, генетически обусловлены и в норме, как правило, не зависят от режима питания и функционального состояния организма.

б) резервные липиды

(жиры жировых депо);

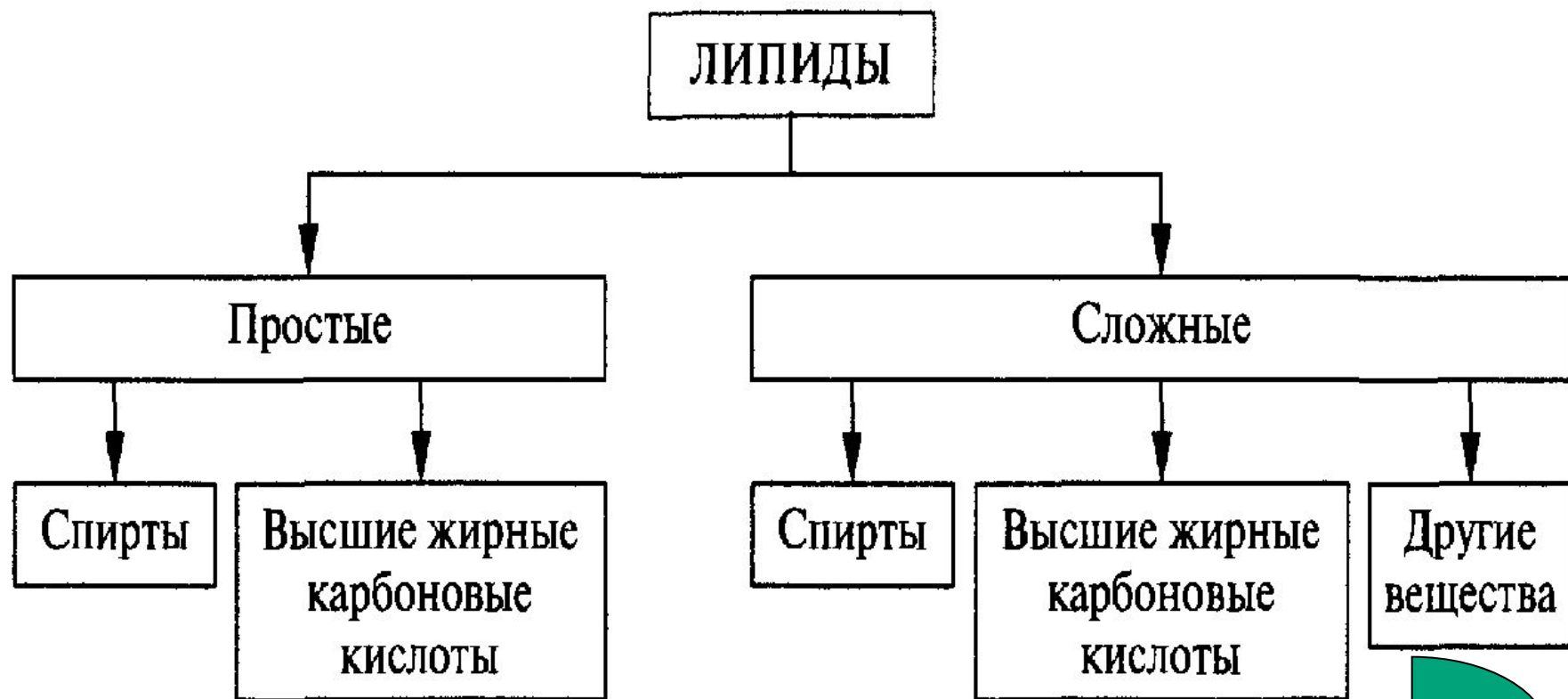
их количество и состав непостоянны и зависят от режима питания и физического состояния организма

- **Классификация липидов**

- **Липиды можно подразделить на омыляемые и неомыляемые.**

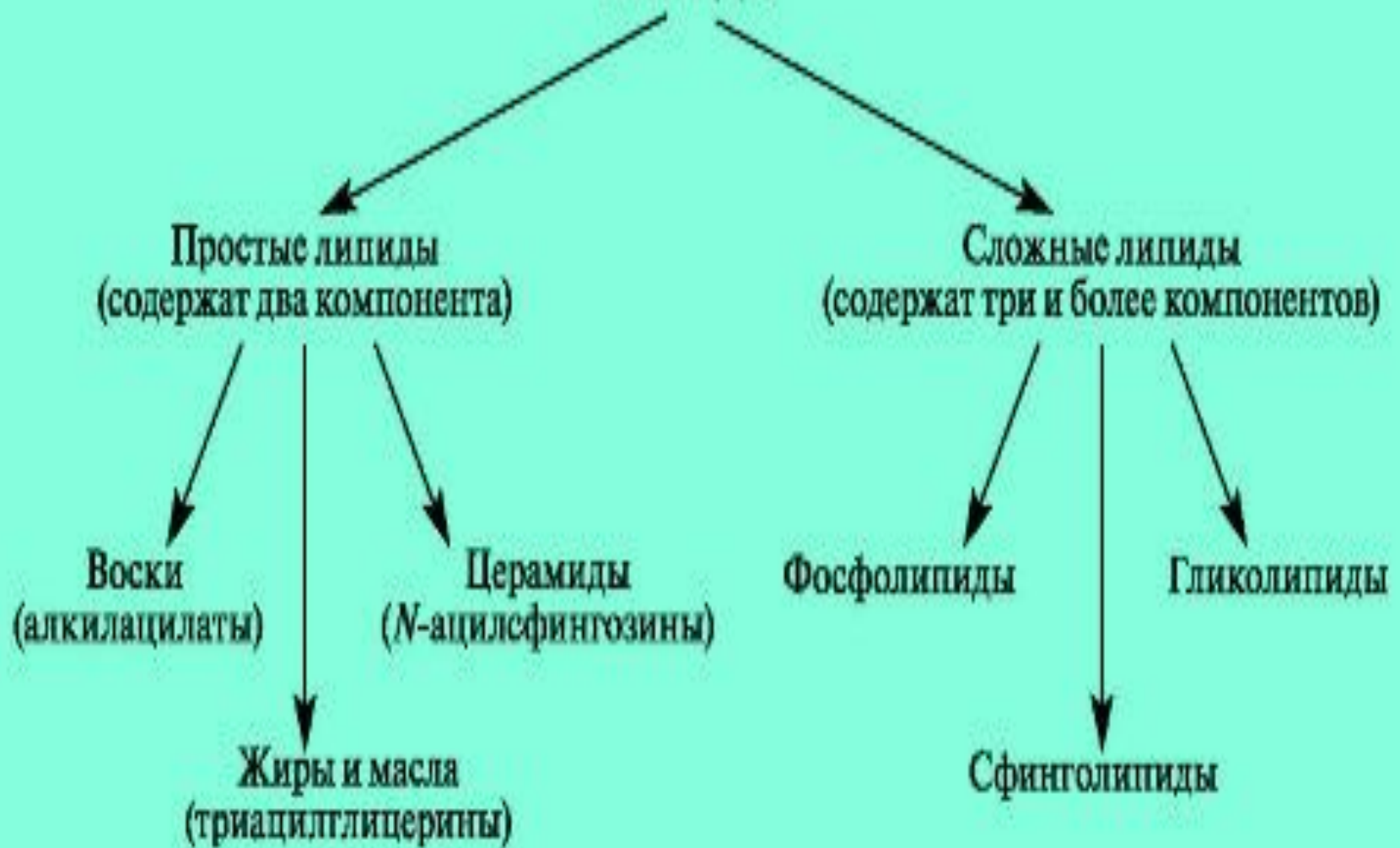
Неомыляемые липиды не подвергаются гидролизу.

Схема 15.1. Компонентный состав липидов



азотистые основания,
фосфорная кислота,
углеводы, аминокислоты,
белки и т.п.

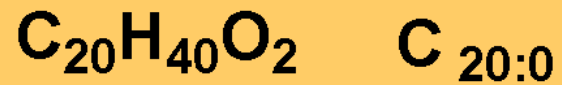
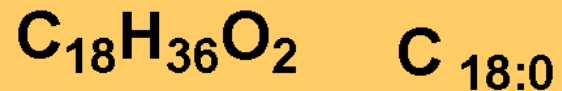
ЛИПИДЫ



Составные части липидов - жирные кислоты

Известно более 800 жирных кислот, отличающихся по длине углеродной цепи, по степени и характеру её разветвления, числу и положению С=С связей, по природе и количеству других функциональных групп (COOH, OH, SH, NH₂ и др.).

Í àñû ù áí í û á æèđí û á êèñëî ù



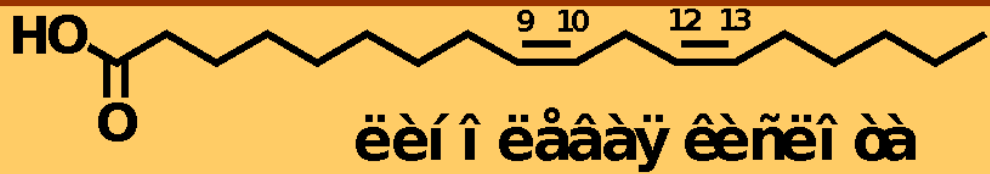
Высшие жирные кислоты (ВЖК).

Общие структурные признаки:

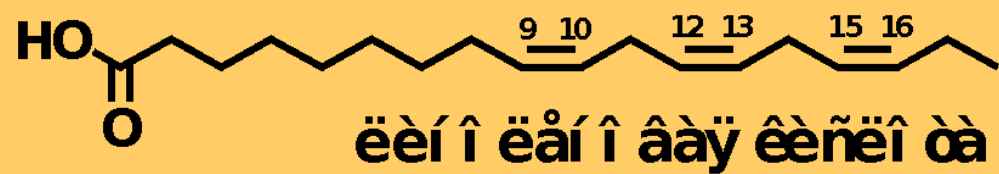
- являются монокарбоновыми;**
- содержат неразветвленную углеродную цепь;**
- включают четное число атомов углерода в цепи;**
- имеют цис-конфигурацию двойных связей (если они присутствуют).**

Составные части липидов – ненасыщенные жирные кислоты

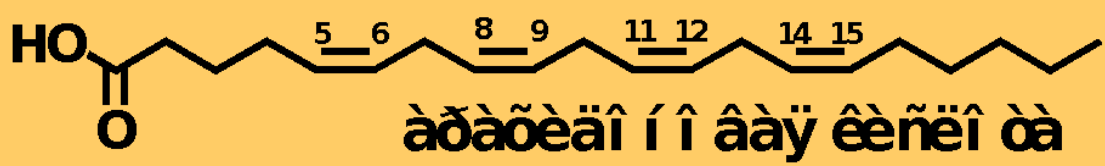
и́и ээа́и́ а́а́



$C_{18}H_{32}O_2$ $C_{18:2}$



$C_{18}H_{30}O_2$ $C_{18:3}$



$C_{20}H_{32}O_2$ $C_{20:4}$

î ääèí î ààÿ è èèí î äääàÿ êèñëî òà ñîñòàâëÿåò òî ìîíî 60%
 àñàõ АЕ ðàñòåðåäåëÿåò ùòî òî àñàõ.

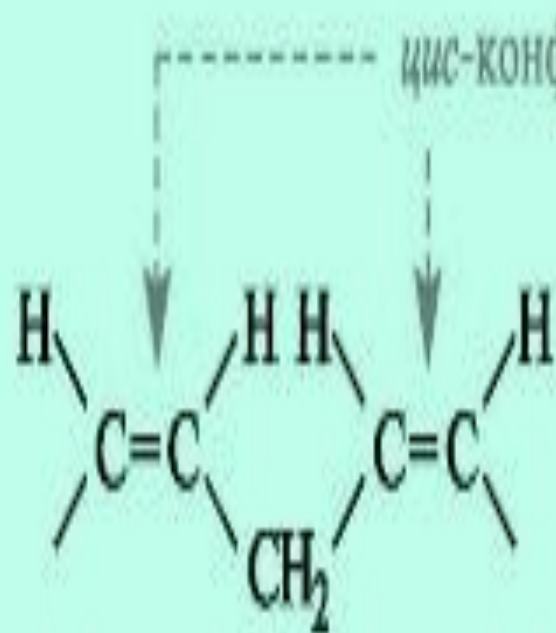
Линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты не синтезируются в организме человека и должны поступать с пищей, поэтому их еще называют **незаменимыми (эссенциальными).**

Линетол, представляющий собой смесь этиловых эфиров высших жирных ненасыщенных кислот, используется в качестве гиполипидемического лекарственного средства растительного происхождения.



Применяют внутрь для профилактики и лечения атеросклероза и наружно при ожогах и лучевых поражениях кожи.



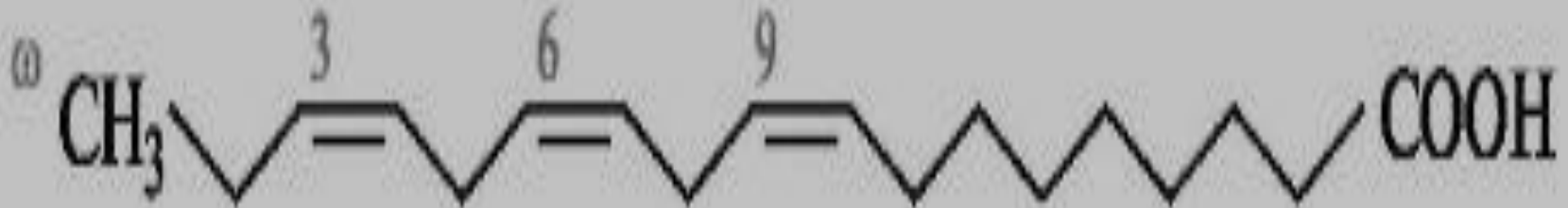


транс-конфигурация



ω-

номенклатура



линоленовая кислота 18:3 ω-3

Омега-3-полиненасыщенные жирные кислоты, ПЖК



(Eicosapentaenoic acid)

Эйкозапентаеновая
кислота (ЭПК)

20:5 ω-3

*all-cis-5,8,11,14,17-eicos
apentaenoic acid*



18:3 ω-3

альфа-линоленовая кислота
(АЛК)

all-cis-9,12,15-octadecatrienoic acid

Омега-3-ненасыщенные жирные кислоты



- **Докозагексаеновая кислота, (ДГК) 22:6 ω-3**
all-cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid



Эффекты Омега-3:



- помогает сохранять кровеносные сосуды здоровыми и эластичными
- снижает уровень холестерина
- снижает уровень триглицеридов
- стабилизирует ритмы сердца
- улучшает состояние кожи и суставов
- положительно влияет на зрение, работу мозга и общее психическое состояние
- положительно влияет на развитие и работу мозга у детей

Минздрав России рекомендует 1 г АЛК/ЭПК/ДГК в сутки для потребления.

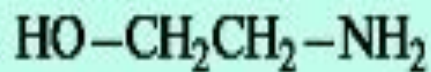


Структурные компоненты простых липидов жирные спирты.

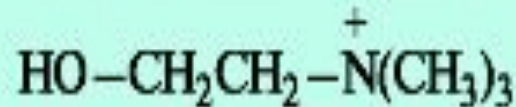
В состав липидов могут входить следующие спирты:

- высшие одноатомные (C_{16} и более);
- трехатомный спирт глицерин $HOCH_2CH(OH)CH_2OH$;
- двухатомный аминоспирт сфингозин.

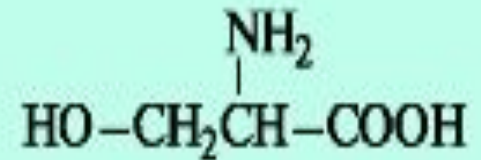
Аминоспирты.



коламин

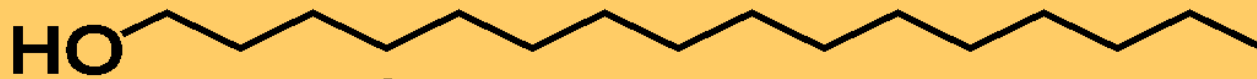


холин

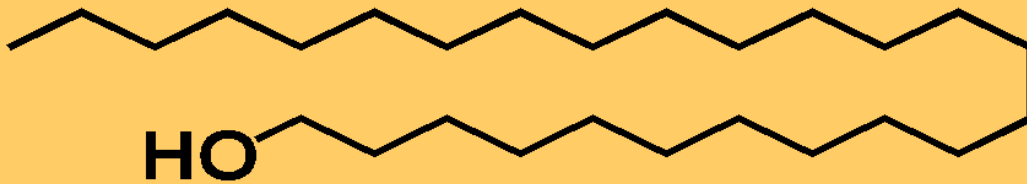


серин

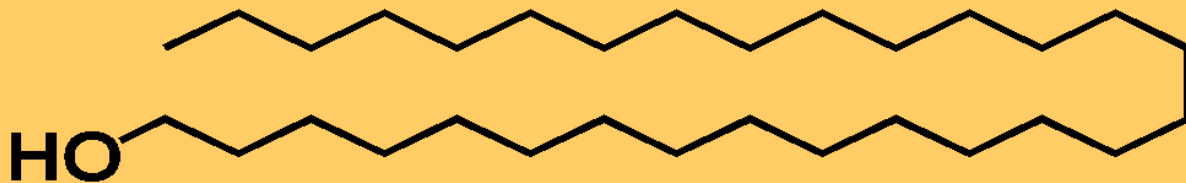
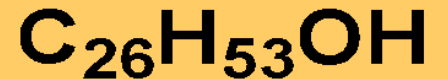
жирные спирты



öãðèèëî âû é ñî èðò



öãðèèëî âû é ñî èðò



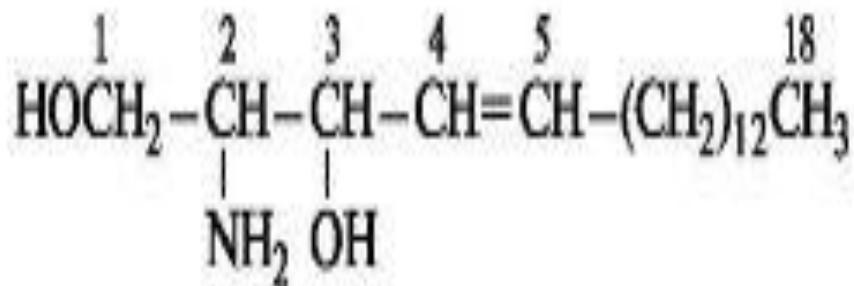
ì èðèèèèèëî âû é ñî èðò



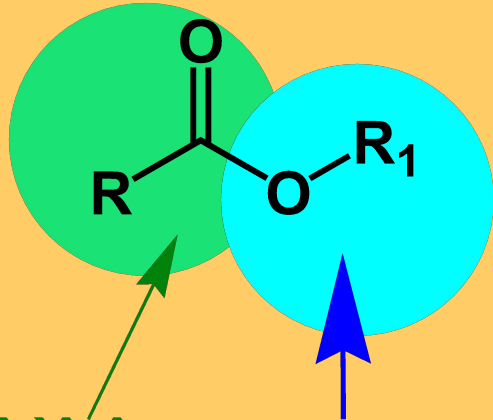
Сфингозин – ненасыщенный длинноцепочечный двухатомный аминокиспирт:

2-аминооктадецен-4-диол-1,3

СФИНГОЗИН



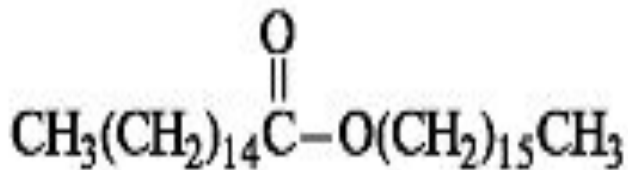
Простые липиды – **ВОСКИ.**



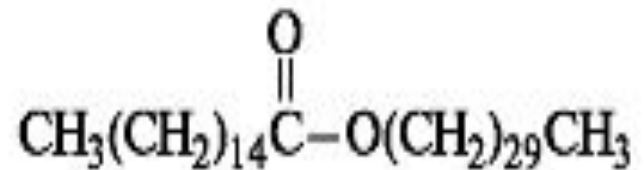
Группа R
группа высшей жирной кислоты

Группа R₁
группа высшего спирта

Воски состоят из сложных эфиров высших жирных кислот и одноатомных высших спиртов.



цетиловый эфир пальмитиновой кислоты
(цетилпальмитат)



мелиссиловый эфир пальмитиновой кислоты
(мелисилпальмитат)

главный компонент
спермацета

компонент пчелиного воска

Воски

широко распространены в природе

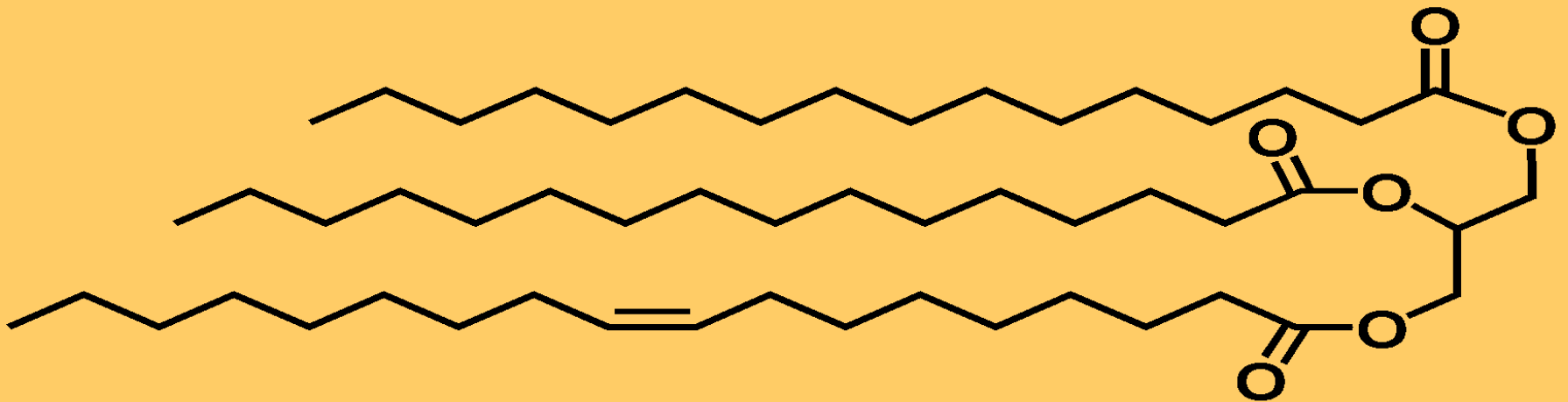
- Перья птиц и шерсть животных имеют восковое покрытие, которое придает им водоотталкивающие свойства.**
- Восковое покрытие листьев и плодов растений уменьшает потерю влаги и снижает возможность инфекции.**
- Синтетические и природные воски широко применяются в быту, медицине, в частности в стоматологии.**

Воски

$RC(=O)OR'$	Название	Источник
$C_{15}H_{31}C(=O)OC_{16}H_{33}$	Цетилпальмитат	Спермацет
$C_{15}H_{31}C(=O)OC_{30}H_{61}$	Мирицилпальми -тат	Пчелиный воск
$C_{25}H_{51}C(=O)OC_{30}H_{61}$	Мирицилгексаэй -козоат	Карнаубский воск

Простые липиды – жиры.

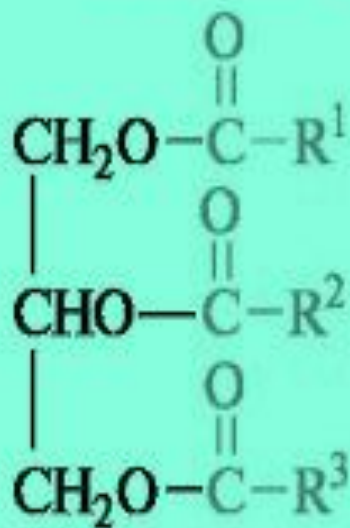
Жиры и масла (триацилглицерины) - сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот.



òðèàöèëæèöåðèí û (æèðû)

Жиры, триглицериды

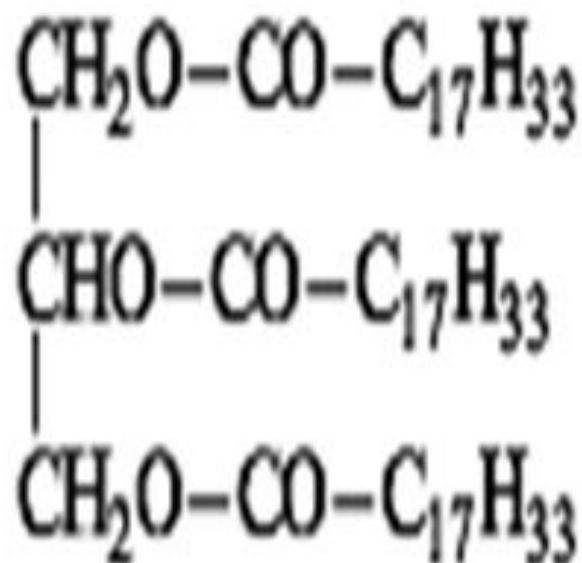
ОБЩАЯ СТРУКТУРА ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИНОВ



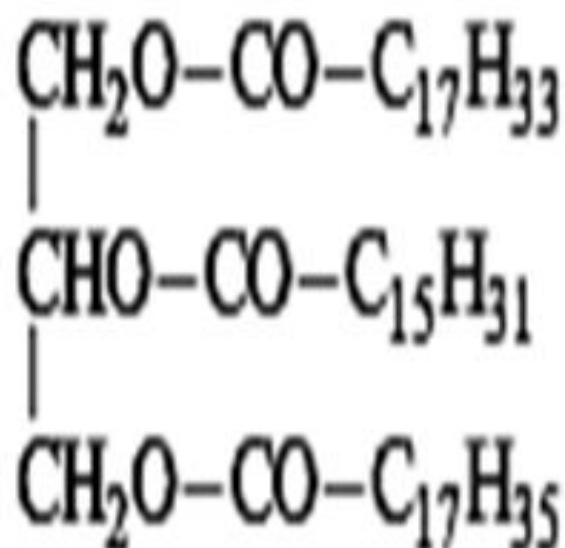
R^1CO , R^2CO , R^3CO –

ацильные остатки высших жирных кислот

полностью ацилированный глицерин.

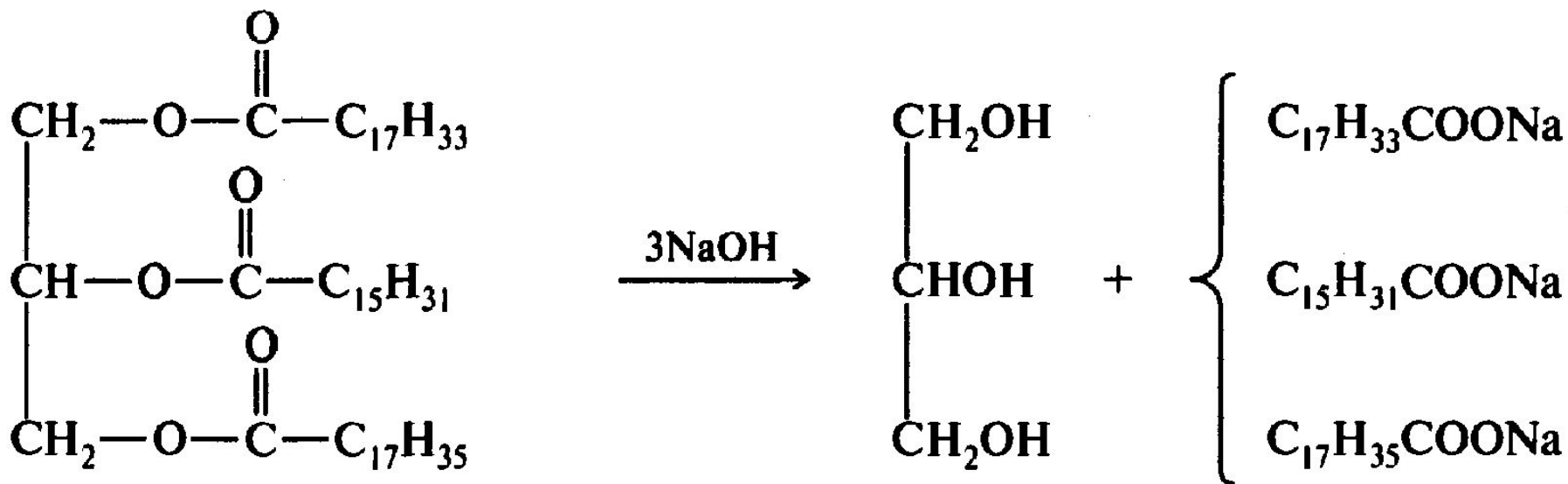


триолеоилглицерин
 (триолеин)
 т. пл. -17°C



1-олеoil-
 2-пальмитоил-
 3-стеароилглицерин

Гидролиз

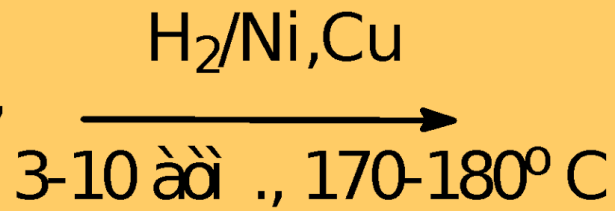


1-олео-2-пальмитостеарин

Калиевые соли высших жирных кислот — жидкие мыла, натриевые соли — твердые мыла.

Гидрогенизация жиров

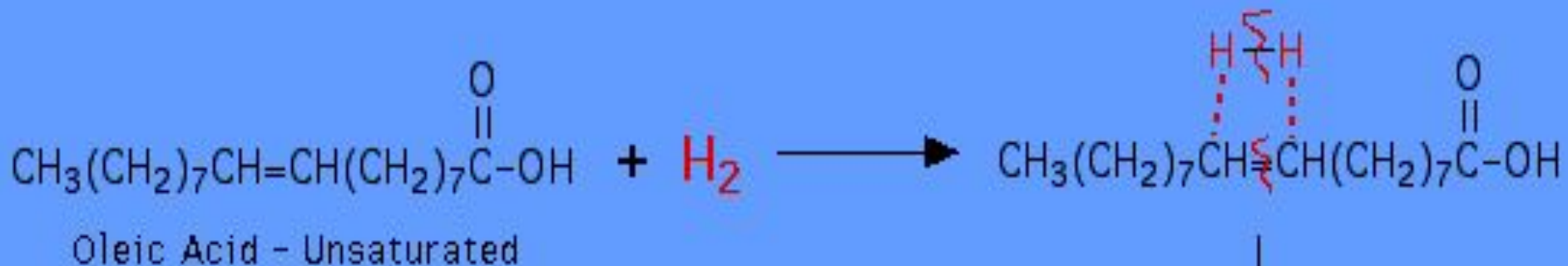
Растительное масло
(соевое, арахисовое,
хлопковое и т.п.)



Жир (маргарин).



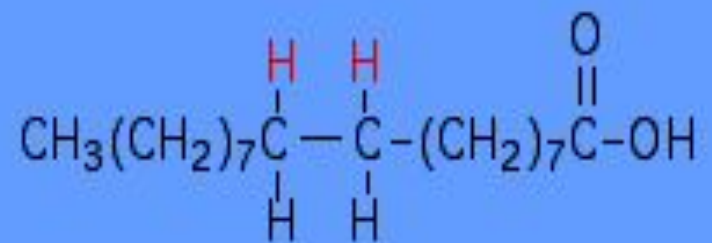
Hydrogenation of Oleic Acid



H_2



Stearic Acid - Saturated



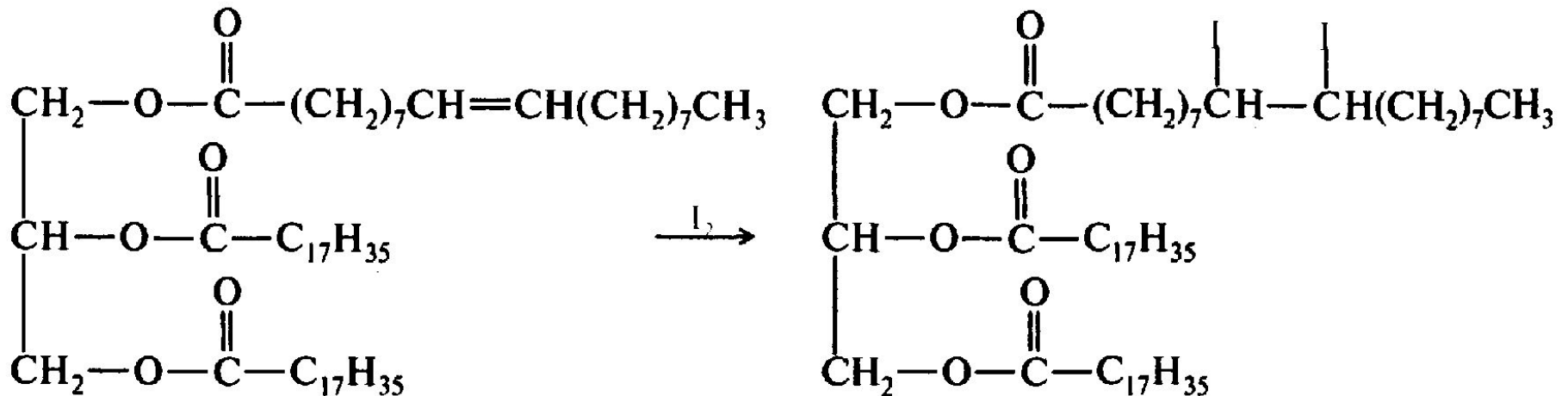
Степень ненасыщенности триглицеридов

йодное число,

которое равно количеству йода

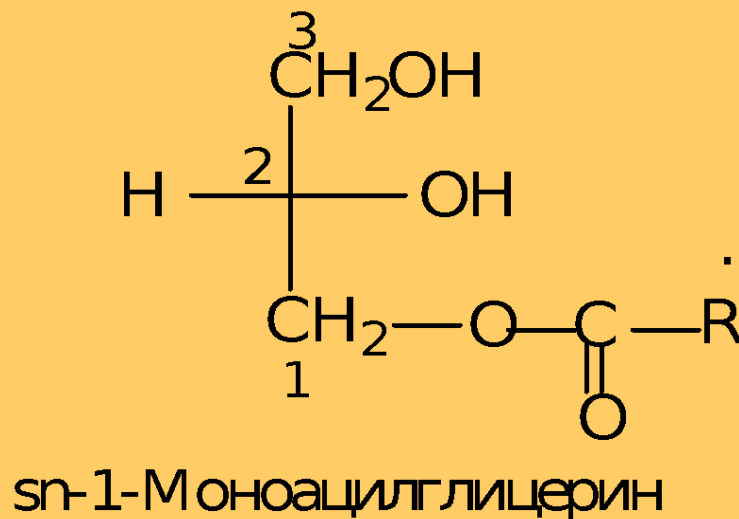
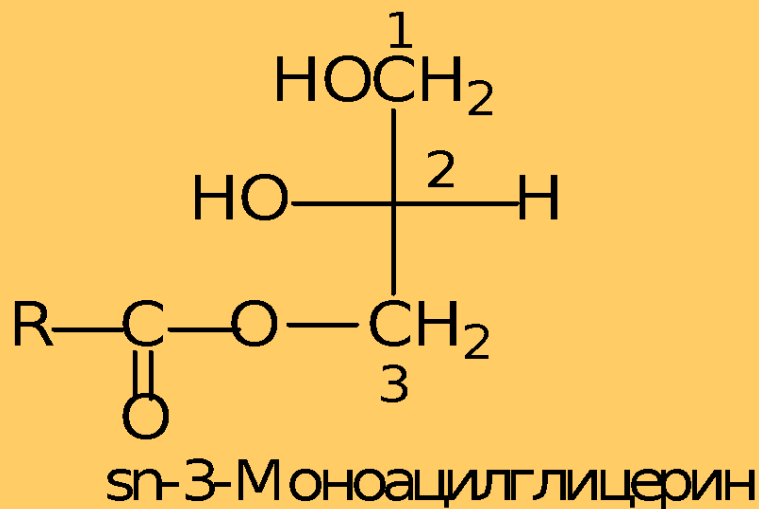
(в граммах), присоединяющемуся к 100 г

жира.



1-олеодистеарин

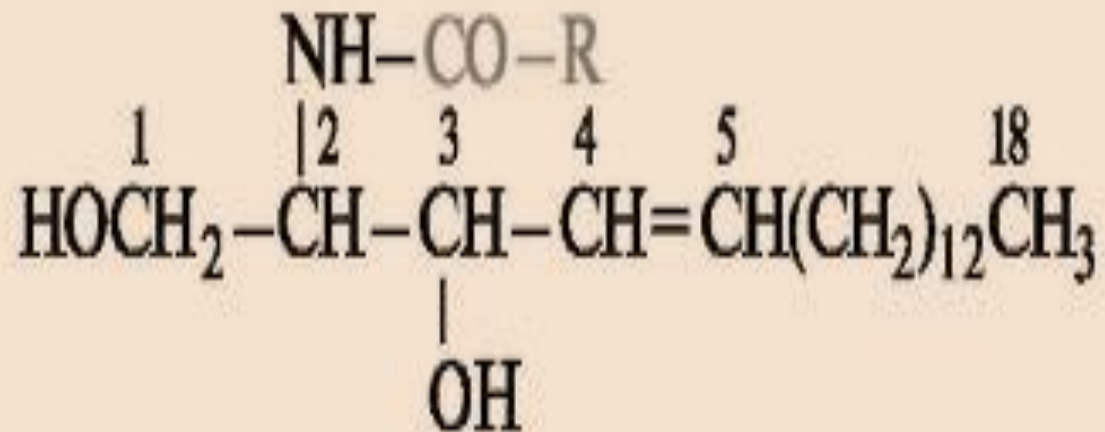
Систематическая номенклатура,
основанная на *стереоспецифической* нумерации,
предложенная Хиршманом.



Sn (stereo specific numbering)

Церамиды - это N-ацилированные производные спирта сфингозина.

ОБЩАЯ СТРУКТУРА ЦЕРАМИДОВ

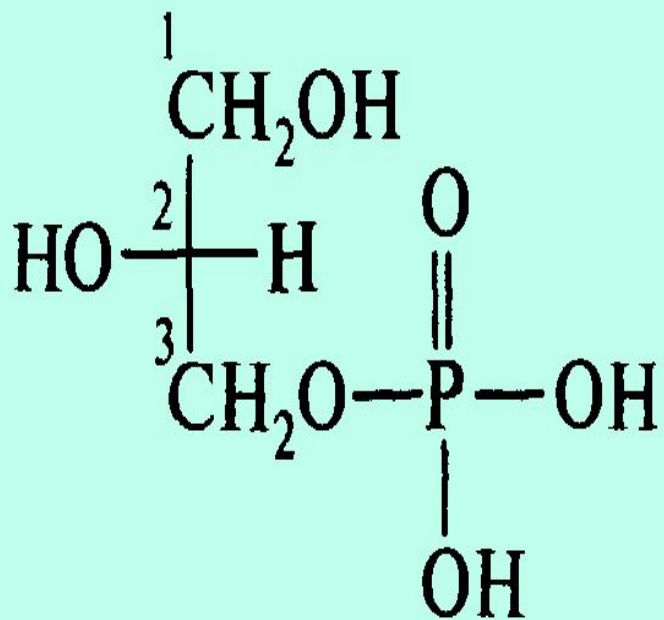


RCO – ацильный остаток высших жирных кислот

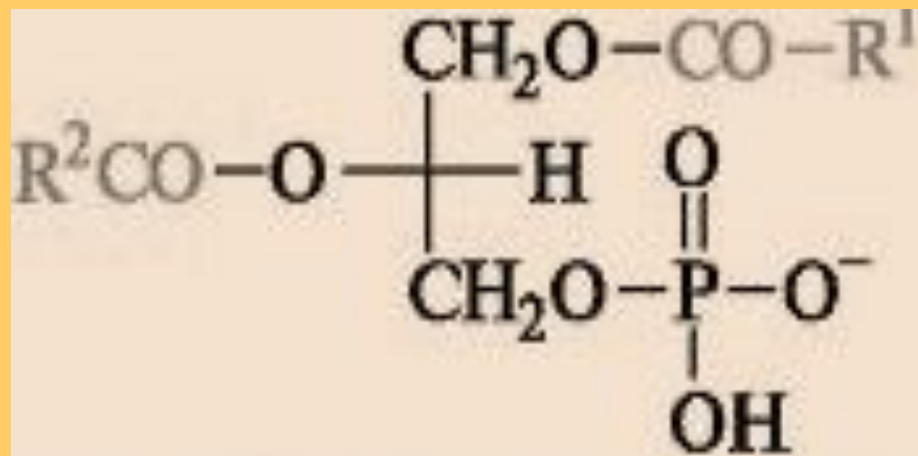
**ВХОДЯТ В СОСТАВ СЛОЖНЫХ ЛИПИДОВ -
сфингомиелинов, цереброзидов, ганглиозидов**

- **Глицериды**
 - фосфоглицериды
 - **лецитины**
 - **кефалины**
 - **фосфатидилсерины**
 - **Другие производные**
- **гликоглицериды**
 - **другие производные**

Глицерофосфолипиды - главные липидные компоненты клеточных мембран.



L-глицеро-3-фосфат

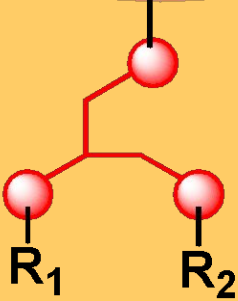


L-фосфатидовые кислоты

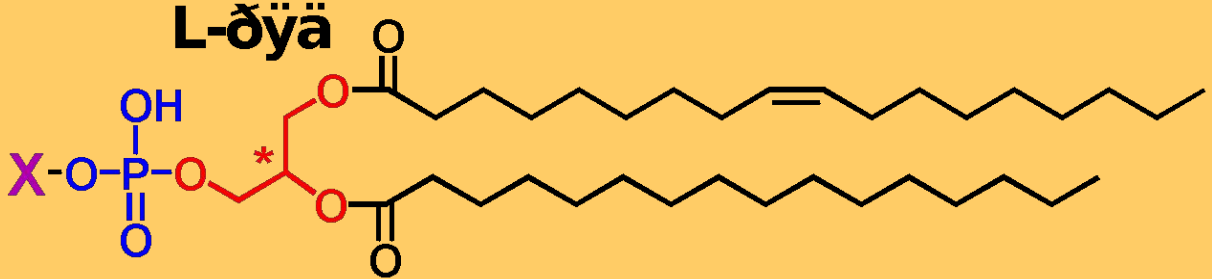
R^1CO , R^2CO — остатки высших
жирных кислот

Фосфолипиды – главные компоненты биологических мембран

ãëäðî ô èëüí àÿ
 ï î ëÿðí àÿ ã ëí áêà



èèì èäü

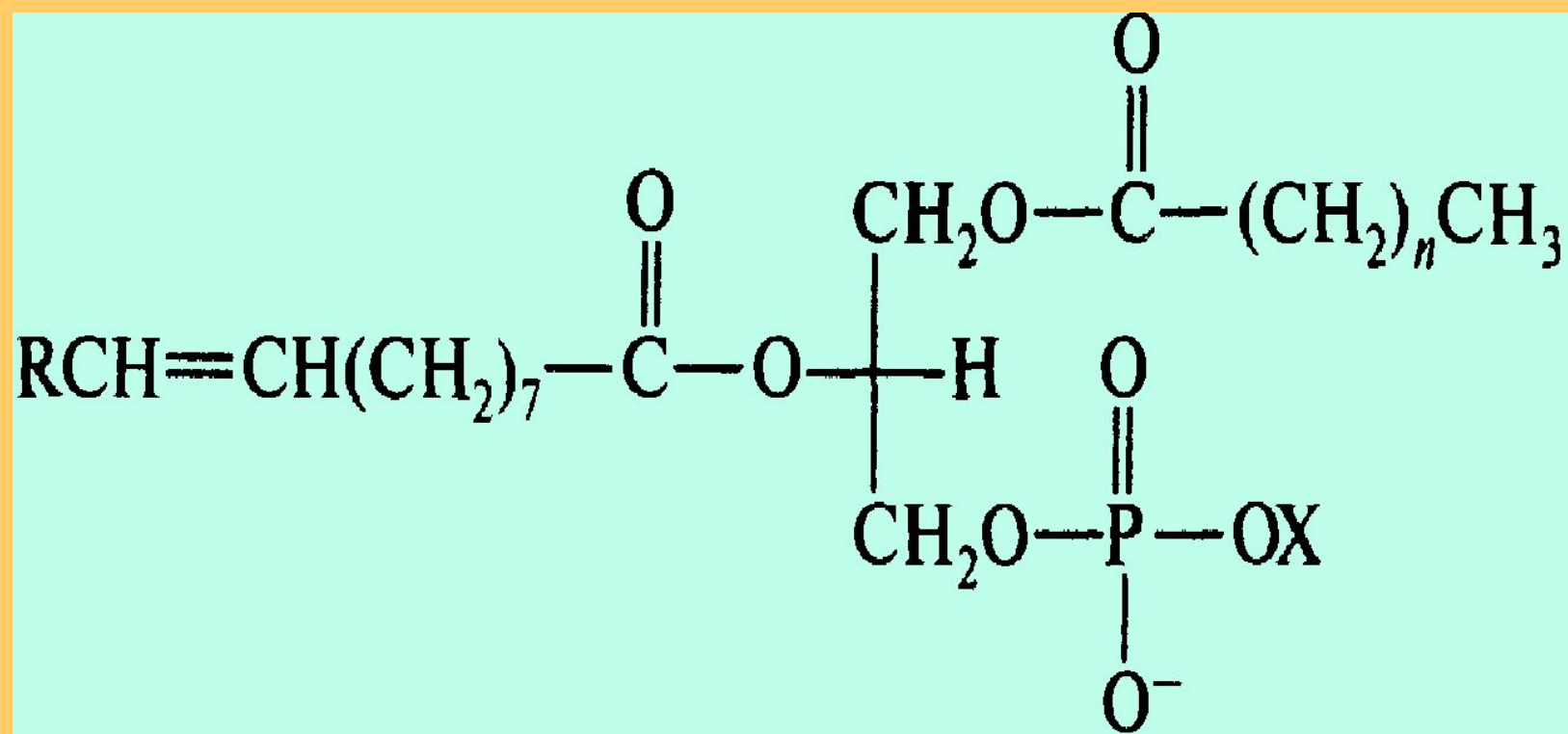


ãëèöäðî ô î ñô î èèì èäü
 (ñëí æ ú é ýô èð ô î ñô î ðí î é èèñëí òü è äèãèèöäðèää)

Õ=Í , õî èèí , ýòáí î èàì èí , ñäðéí , èí î çéí è äð.

Õ=Í - ô î ñô àèèäí äàÿ èèñëí òà

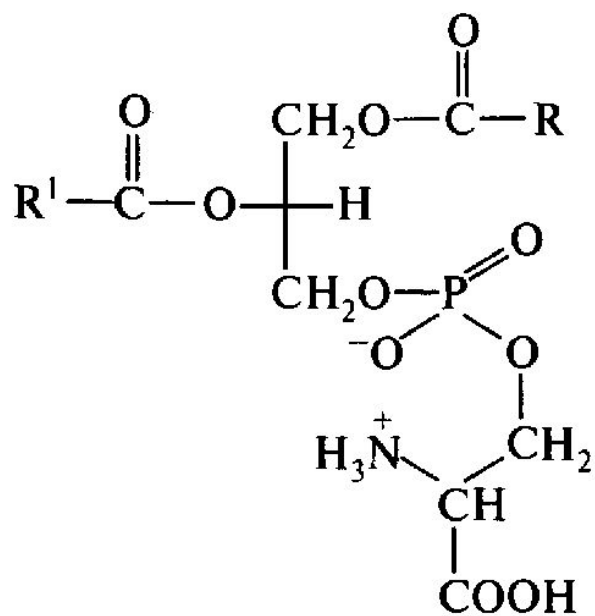
(1-5% î ò î áü äã ëí èè÷áñòâà ô î ñô î èèì èäí ä; í àéäáí à
 ä òèàí ýð æèäí òí ù õ, ðàñòáí èé è ì èèðí î ðãáí èçì î ä;
 ï ðãäø áñòâáí í èè äñãõ äðóãèõ ãëèöäðî ô î ñô î èèì èäí ä)



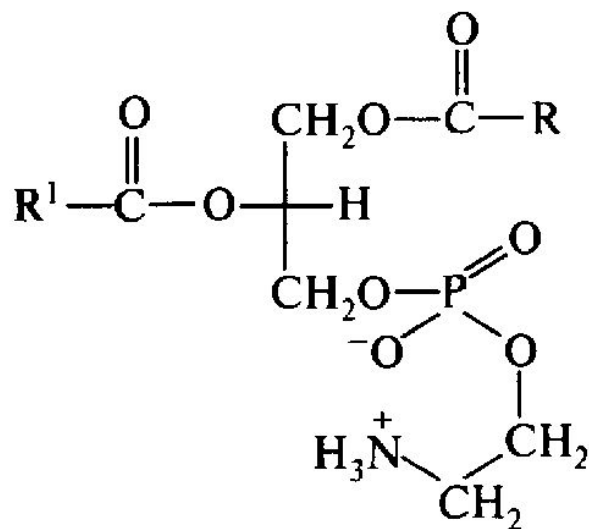
общая структура фосфатидов

(pH ~7,4)

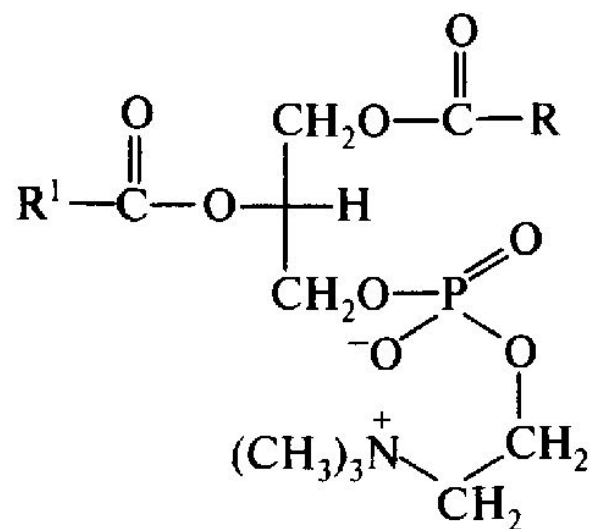
Глицерофосфолипиды. Эти соединения являются главными липидными компонентами клеточных мембран. Они сопутствуют жирам в пище и служат источником фосфорной кислоты, необходимой для жизни человека.



фосфатидилсерины
(серинкефалины)

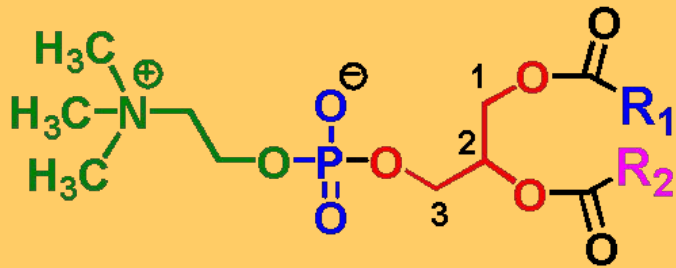


фосфатидилэтаноламины
(коламинкефалины)



фосфатидилхолины
(лецитины)

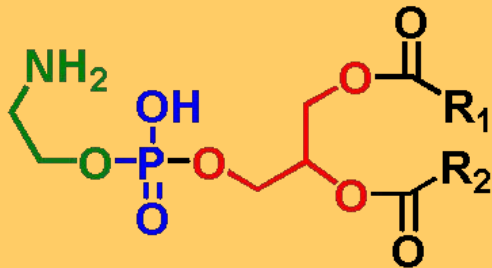
Фосфолипиды



R_1CO , R_2CO - преимущественно C_{16} - и C_{18} -кислоты, причем R_1 - насыщенные, а R_2 - ненасыщенные.

Они составляют 50% от общего количества

в мембранах животных клеток. В мембранах растений и грибов они составляют 15-30% от общего количества. В мембранах бактерий они составляют 50% от общего количества.

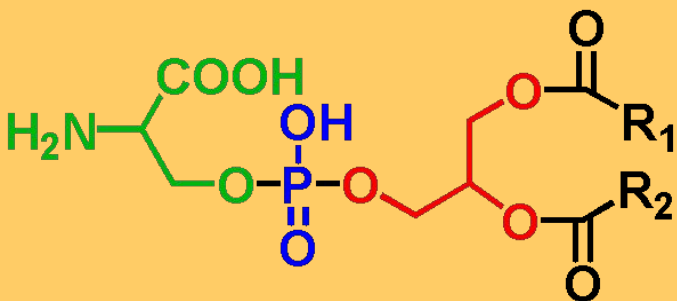


В мембранах животных клеток они составляют 15-30% от общего количества. В мембранах растений и грибов они составляют 50% от общего количества.

Они составляют 15-30% от общего количества

в мембранах животных клеток. В мембранах растений и грибов они составляют 50% от общего количества. В мембранах бактерий они составляют 15-30% от общего количества.

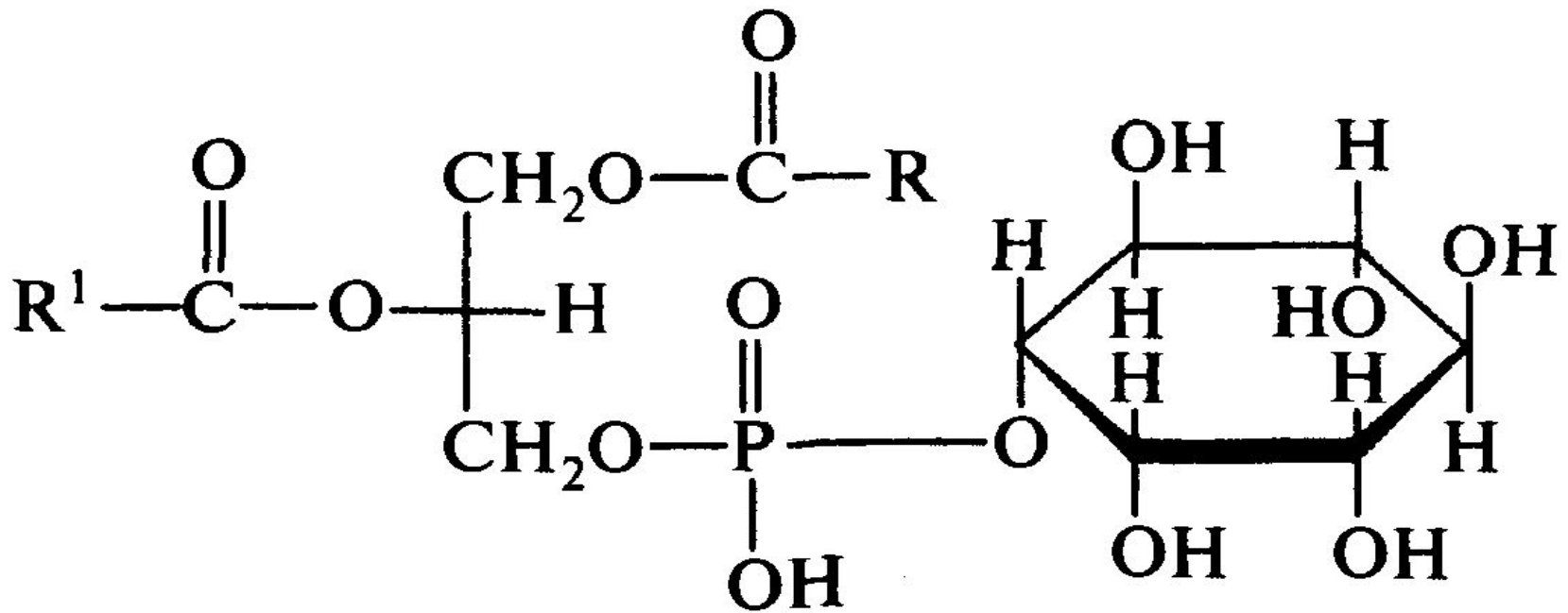
Фосфолипиды



Äî 10-15% î ò î áù áã ãî èè ÷ãñòãà
ô î ñô î èèè èäî â â òèáí ýõ ì èãéî ì èòàð -
ù èõñý. Èî èàèèçàöèý: ì î çã, ñãäöä, ì
ã÷áí ü, ì î ÷èè, ñãèç, í èà, è, ãèèä.

Ôî ñô àèèäèèñãèèí ù

Äî ñòóí àãò äããèèòí ðí ì àèèèáí î ñèè ðýäà ì áì áðáí î ñãýçáí í ù õ
ô áðì áí òí â; ýãèýãòñý ì äããø ãñòãáí í èéí ì ì ðè áéí ñèí òãçã
ô î ñô àèèäèèýòáí î èàì èí î â.

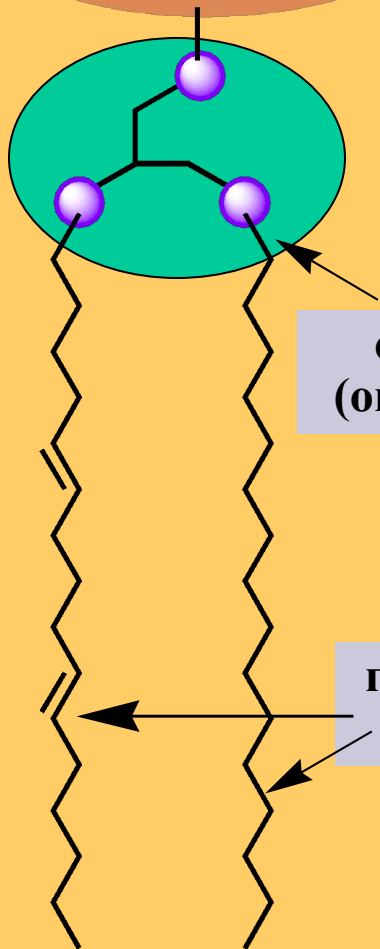


фосфатидинозиты

к кислым глицерофосфолипидам.

Первичная классификация липидов биологических мембран

Гидрофильная полярная головка



соединительное звено (определяющий признак)

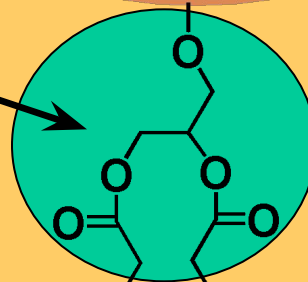
остатки олеиновой C_{18} и пальмитиновой C_{16} кислот

гидрофобные хвосты

Общее строение

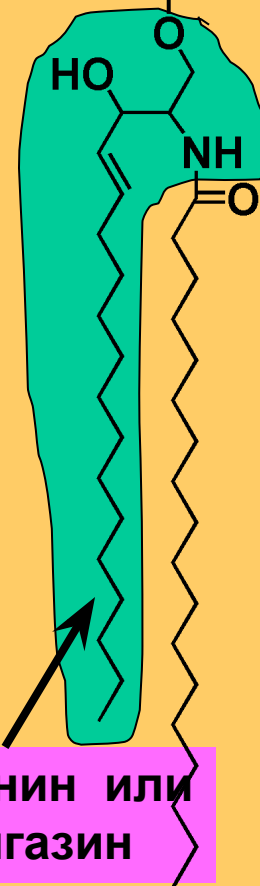
остаток глицерина

Гидрофильная полярная головка



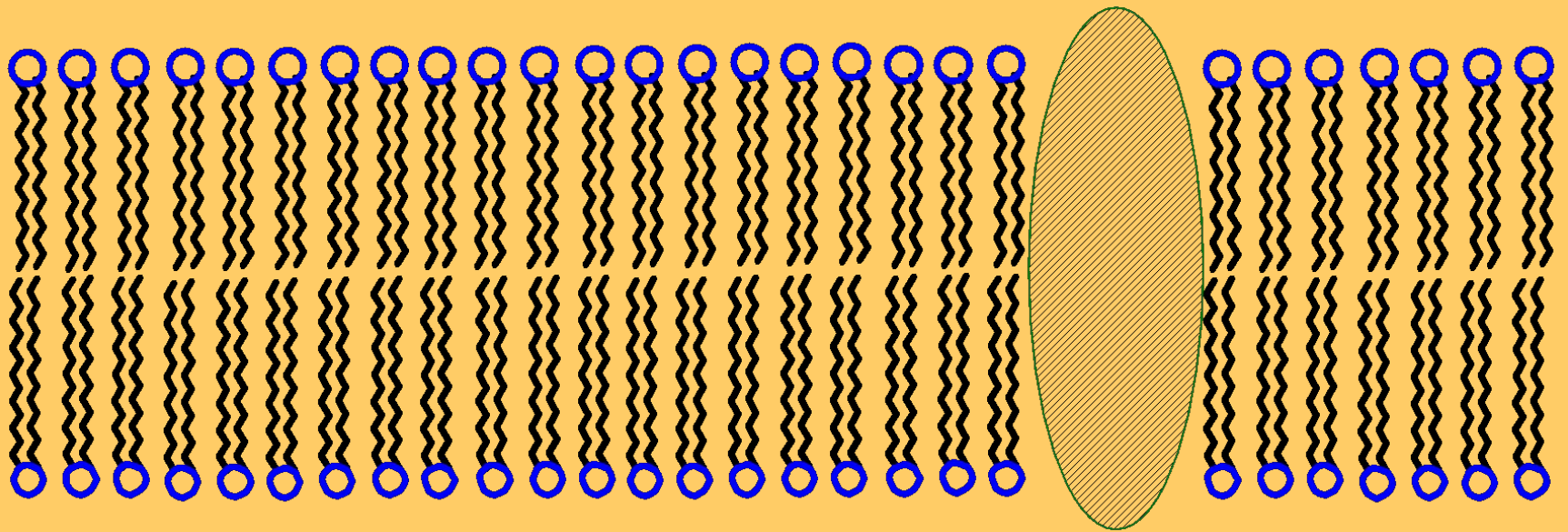
глицеролипиды (глицериды или ацилглицерины)

Гидрофильная полярная головка



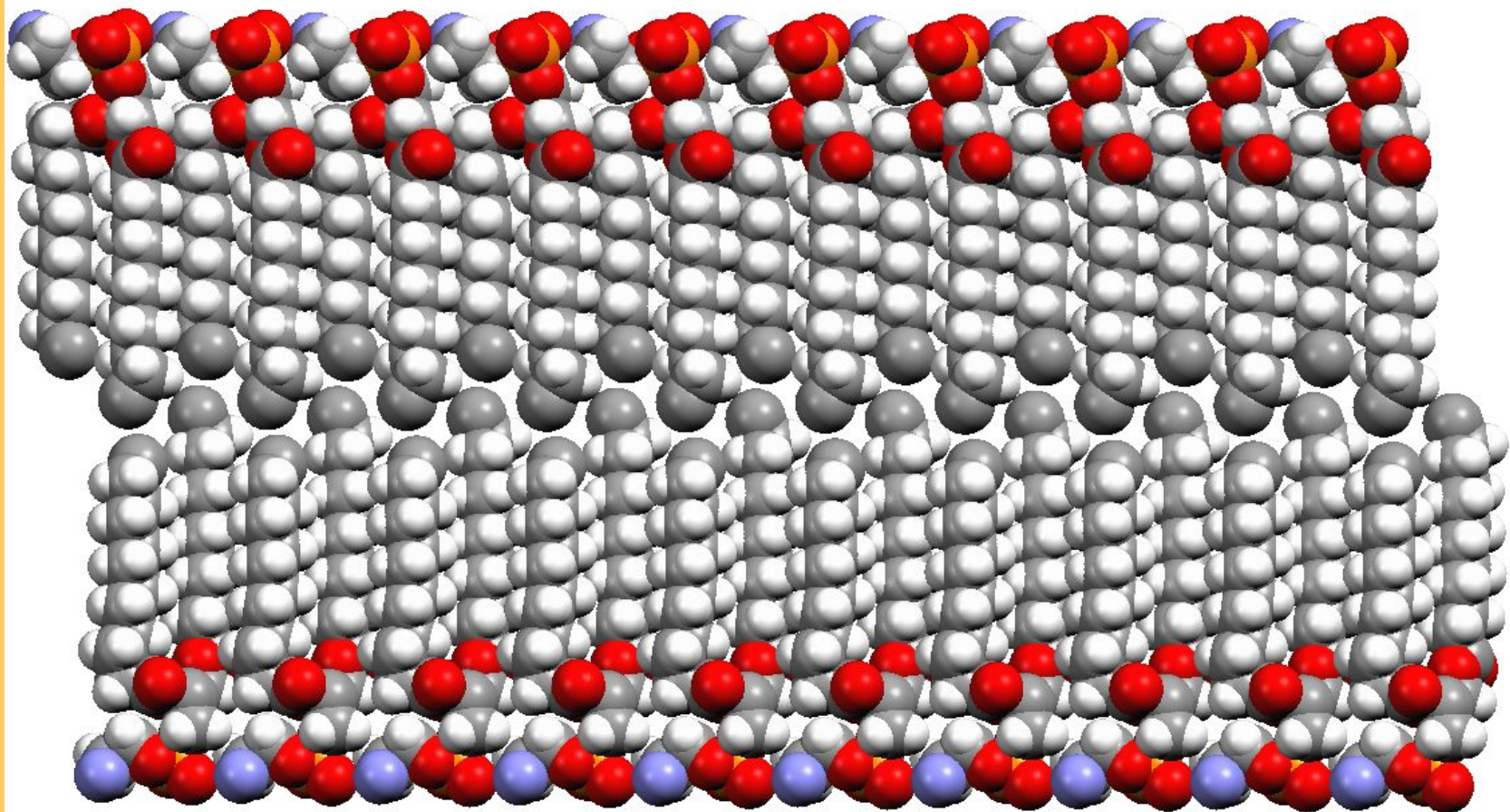
сфинганин или сфингазин

сфинголипиды



Жидкостно-мозаичная модель мембраны
Зингера-Николсона

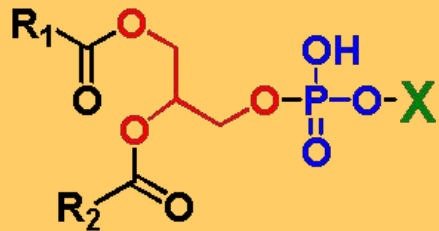




Кристаллическая структура 1,2-лауроилфосфатидилэтаноламина (кефалина)

Фосфолипиды

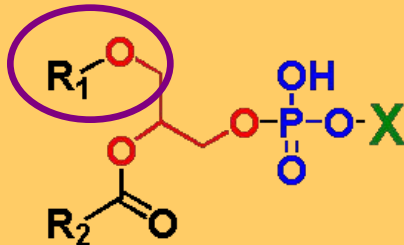
Äèàöèëüí û ä
 ãèèöäðí ò î ñô î èèí èäú



ô î ñô àèèäèè

(í áýçàòäëüí û é
 ëí ì î í áí ò áí ëüø èí ñòää
 ì àí áðáí æèáí òí ú ö,
 ðáñòèòäëüí û ö è
 áàèòäðèäèëüí û ö èèäòí è)

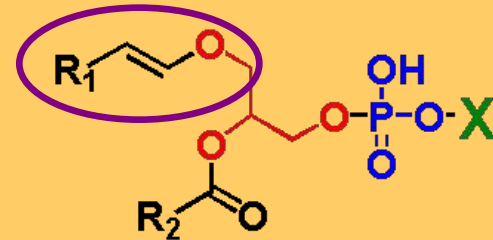
Äèèèèàöèèëüí û ä
 ãèèöäðí ò î ñô î èèí èäú



ï èàçì áí èè

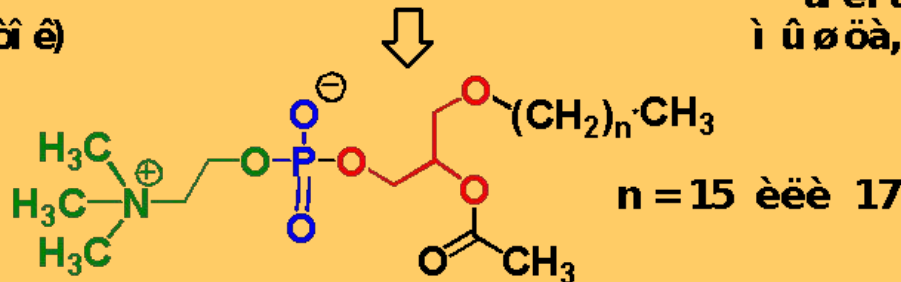
(-áñðí áñòä-áàòñý á òèáí ýö
 æèáí òí ú ö î ðááí èçí î á ì î ðáé
 è í èááí í á)

ï èàçì àèí äáí ú



ï èàçì áí èè

(áí 22% î òí áú äáí ëí èè-áñòää
 ò í ñô î èèí èáí á; á í ðááí èçí á
 -áèí áàèà - í áðáí ú ä òèáí è,
 ä èí áí í é ì î çã, ñáðäá-í àý
 ì ú ø òà, í äáí í -á-í èèè, ñí äðí à)



Öðí ì áí öèòäèèèäèð ú èé ò àèòí ö

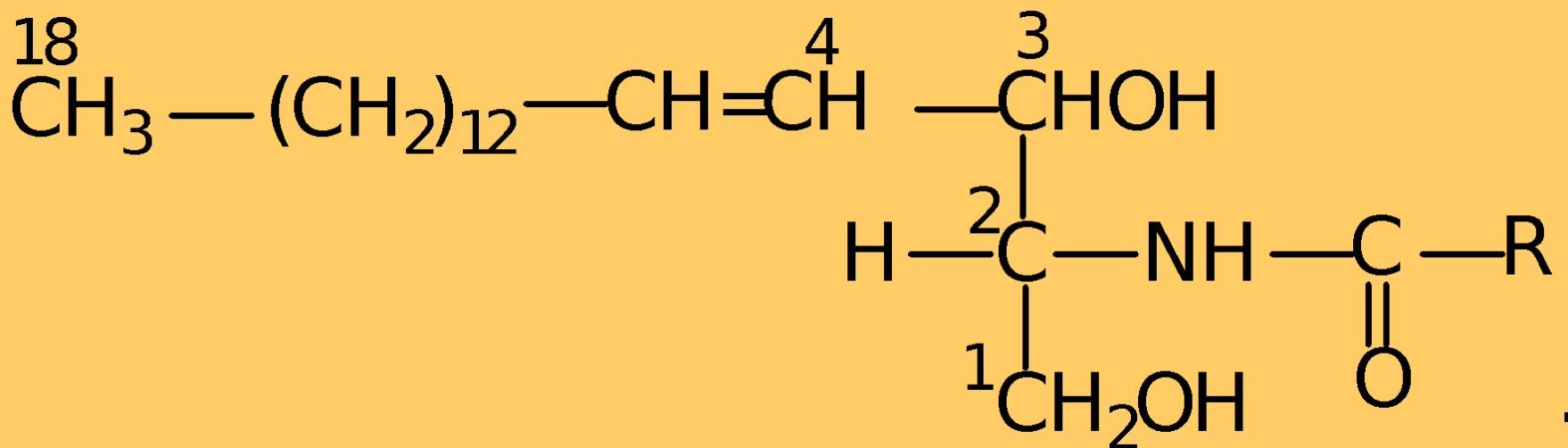
(á ëí í öáí òäòèýö <1 í áí ì î èü èçí áí ýàò ì î ðó í èí æð öðí ì áí öèðí á, áú çú áàò èö
 äðäðèèèèèè è í òèáí àèò è áú ñáí áí æááí èð 5-æäðí èñèòèè çàí èí à; ó-áñòäóáò á ðáçáèèèè
 öýäá í ñòú ö àèèäðèè-áñèè è áí ñí àèèòäëüí û ö ðáàèèèè ó æèáí òí ú ö è -áèí áàèà)

Сфинголипиды

Церамиды

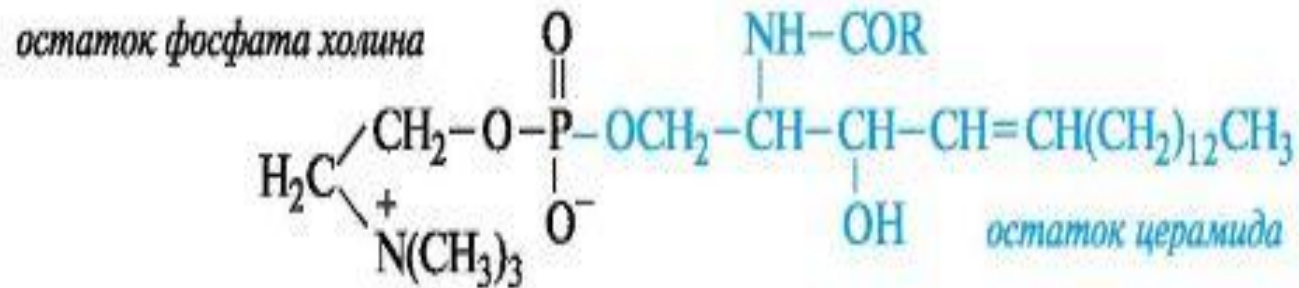
Эти соединения можно рассматривать как

***N-ацилсфингозины**, в которых
аминогруппа сфингозина ацилирована
остатком жирной кислоты из 16, 18, 22
или 24 атомов углерода:*



Сфингомиелины отличаются от церамидов наличием **фосфорил-холинового остатка**, замещающего атом водорода в первичной спиртовой группе

ОБЩАЯ СТРУКТУРА СФИНГОМИЕЛИНОВ

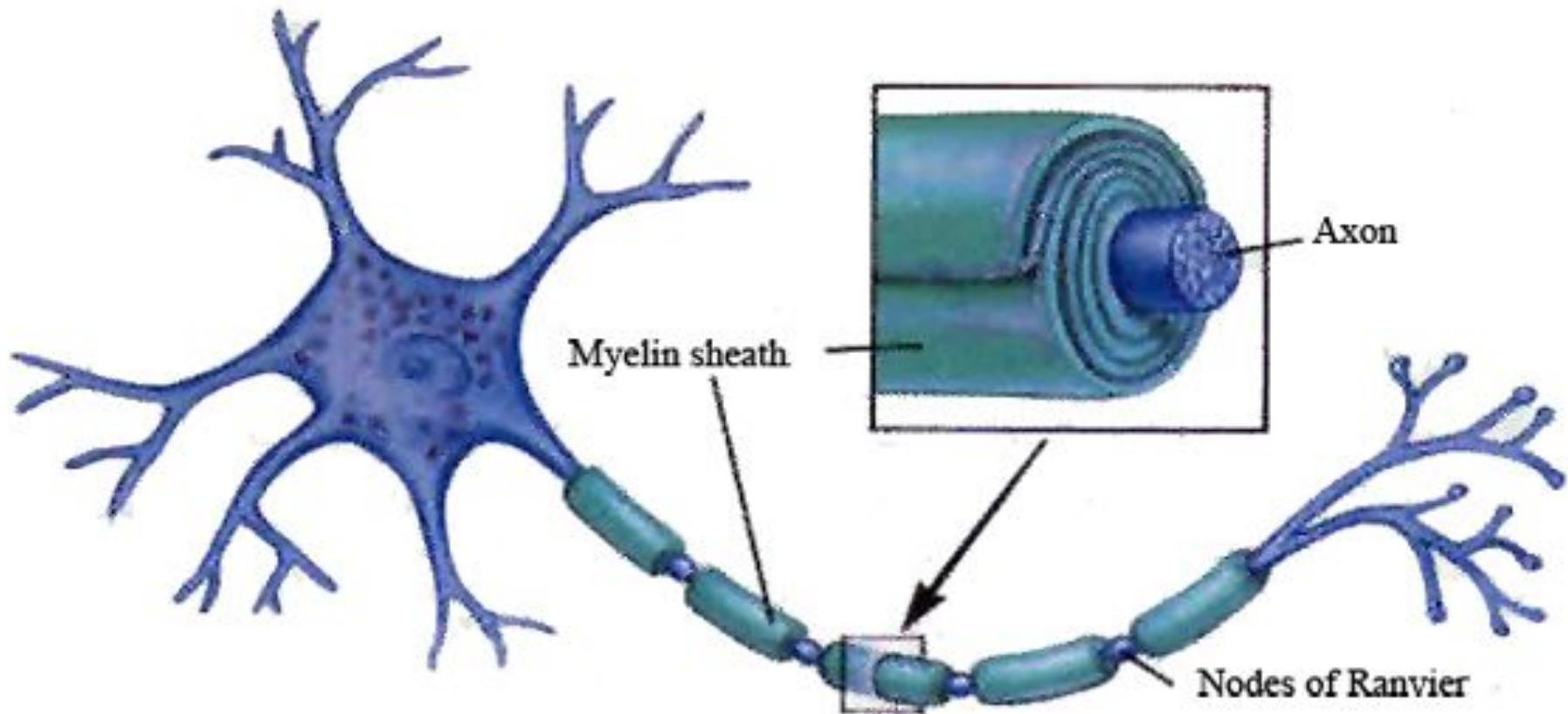


RCO – остаток высшей жирной кислоты



Сфингомиелины обнаружены в нервной ткани, среди липидов крови и во многих других тканях.

Миелин (*греч. myelos - костный мозг*)



Миелиновая оболочка — электроизолирующая оболочка, покрывающая аксоны многих нейронов. многократно оборачивающая аксон подобно изоляционной ленте.

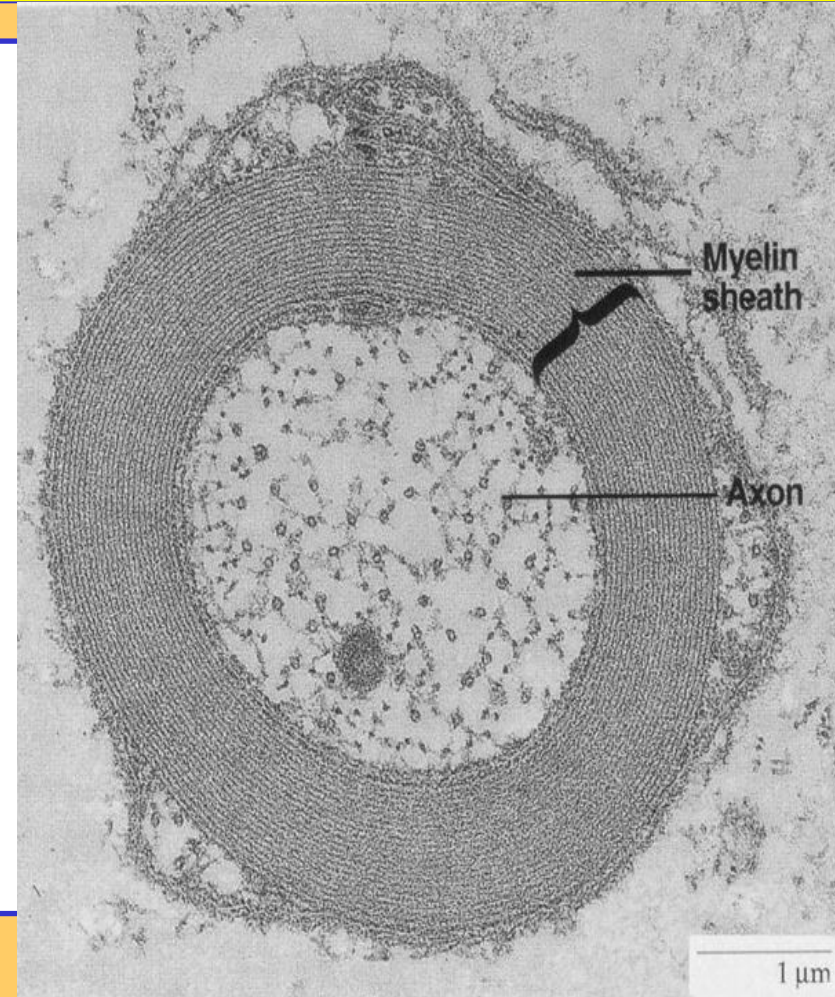
- по миелинизированным волокнам нервный импульс проводится приблизительно в 5—10 раз быстрее, чем по немиелинизированным.*

Цвет миелинизированных нейронов — белый, отсюда

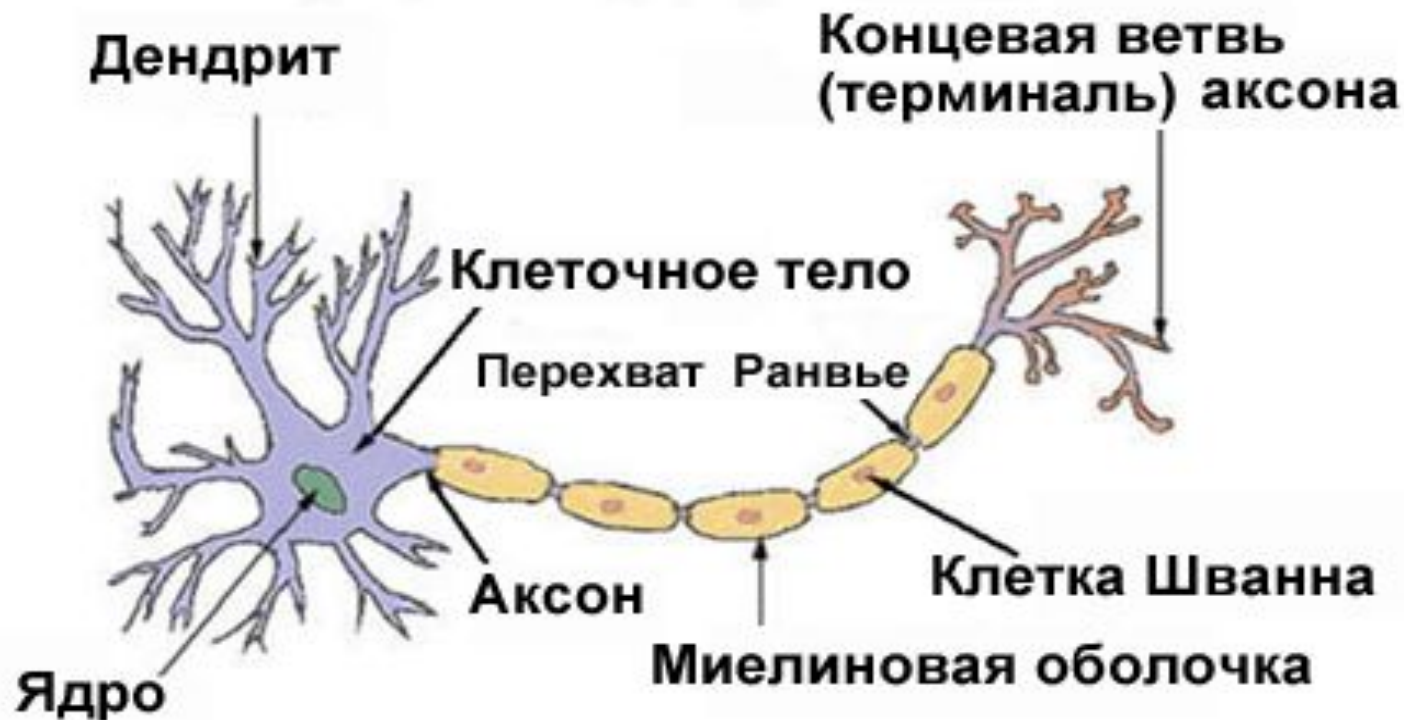
название «**БЕЛОГО**

Вещества» мозга.

Приблизительно на 70—75 % миелин состоит из липидов, на 25—30 % — из белков. Такое высокое содержание липидов отличает миелин от других биологических мембран.



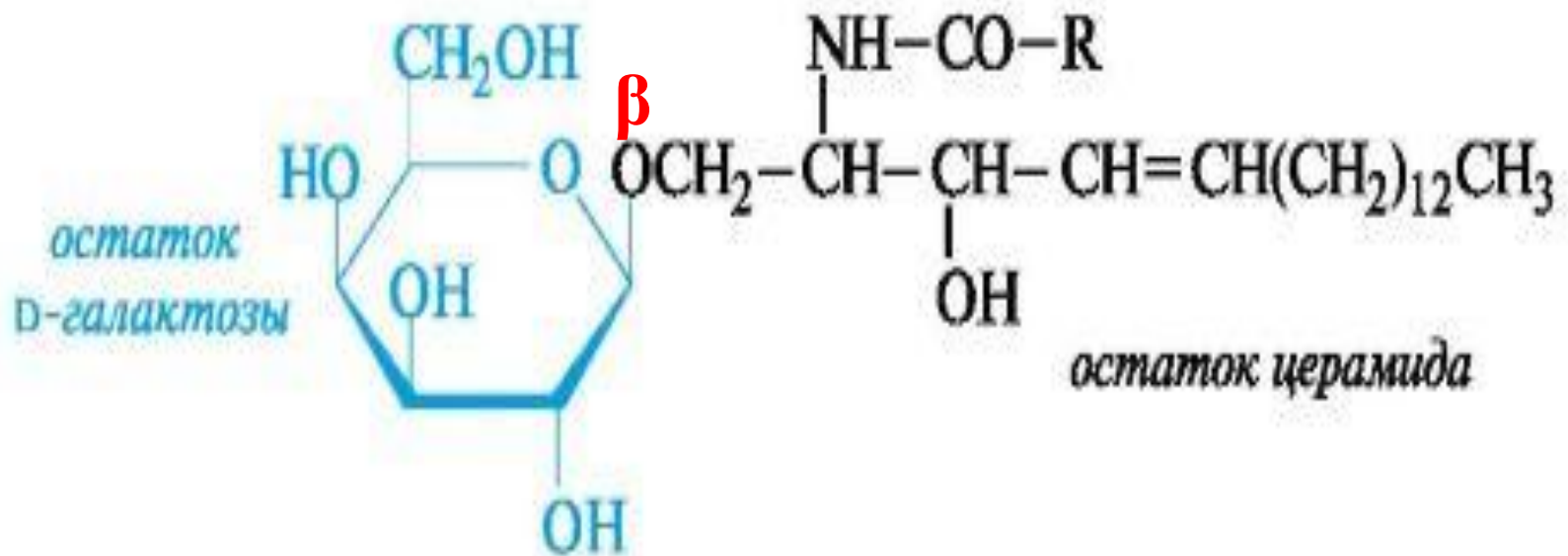
Типичная структура нейрона



Склерозы, аутоиммунные заболевания связанные с разрушением миелиновой оболочки аксонов в некоторых нервах, приводит к нарушению координации и равновесия

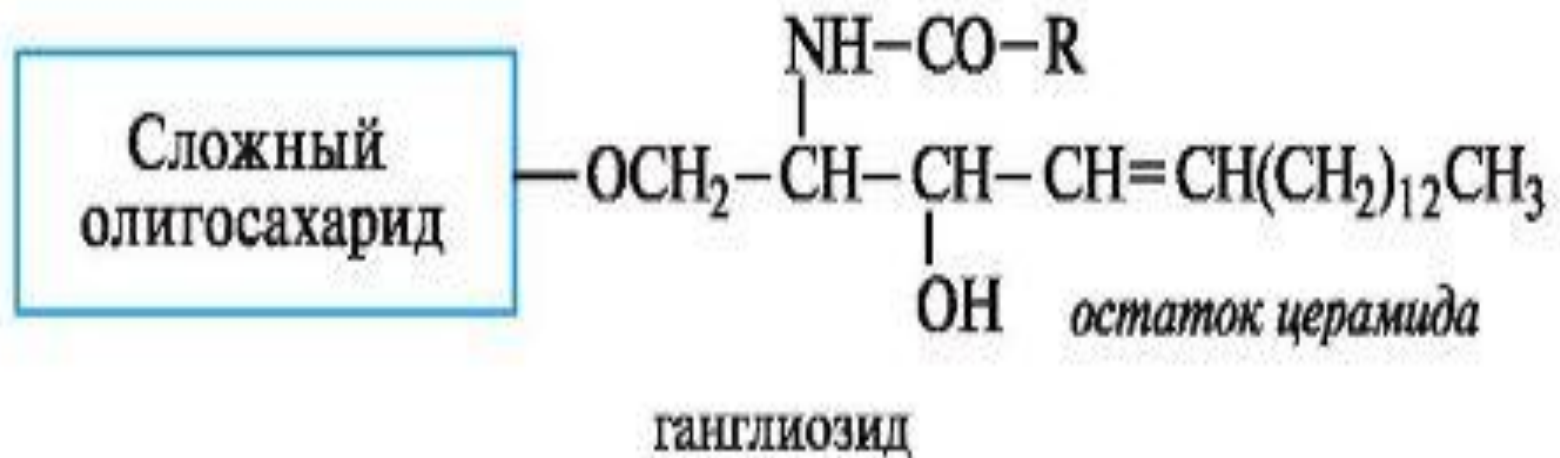
Гликолипиды

ОБЩАЯ СТРУКТУРА ГАЛАКТОЦЕРЕБРОЗИДОВ



входят в состав оболочек нервных клеток.

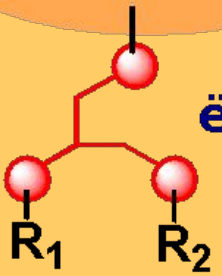
Ганглиозиды - богатые углеводами
сложные липиды - впервые были выделены
из серого вещества головного мозга.



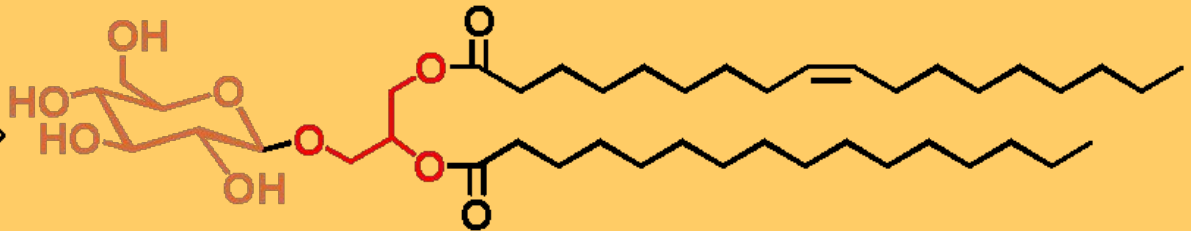
Фосфолипиды

Абсолютно естественные.

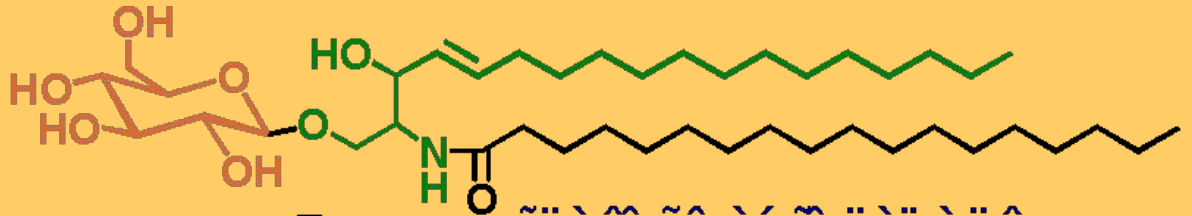
$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{OH}$
 $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{OH}$



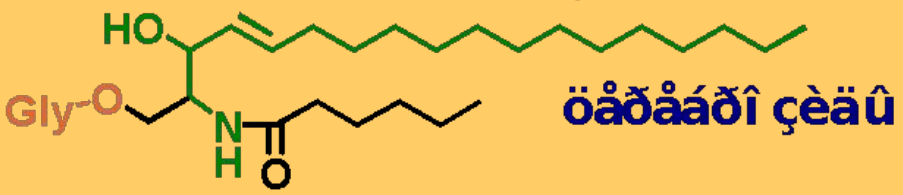
этикетка



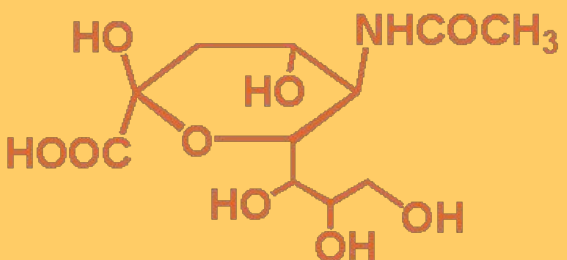
фосфолипид



сфинголипид

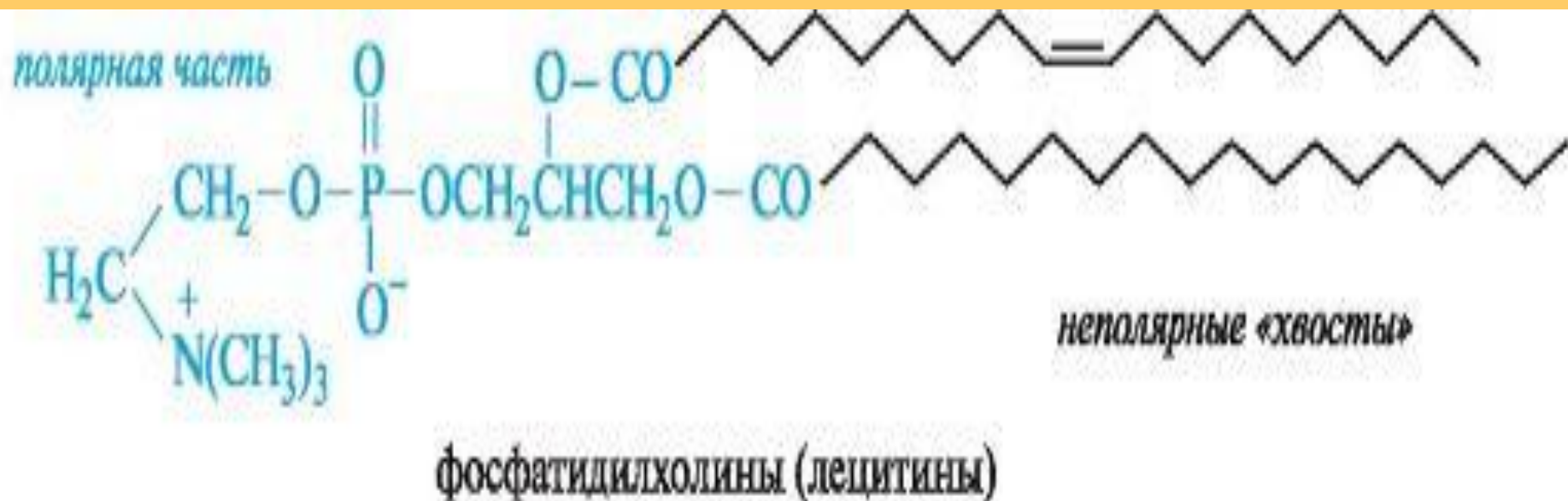


сфинголипид

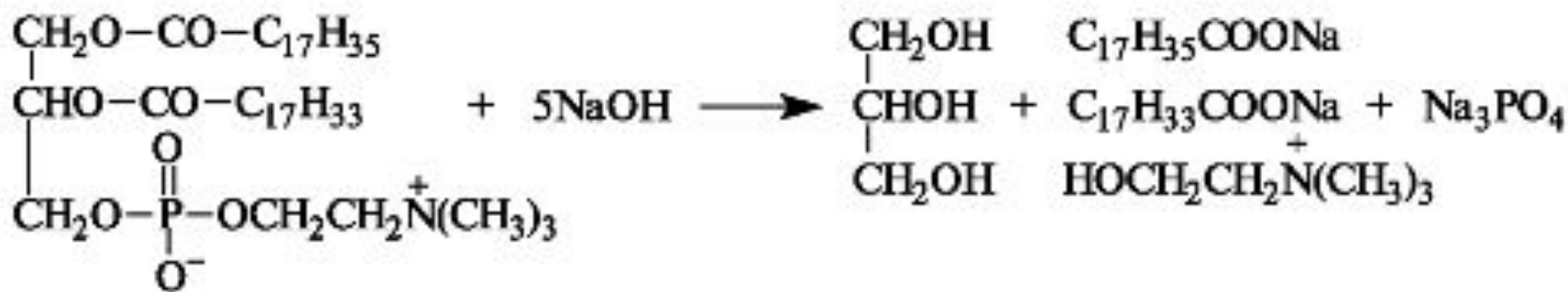


N-ацетилсфинголипид
 (N-ацетилсфинголипид),
 ацетилсфинголипид

Свойства липидов и их структурных компонентов

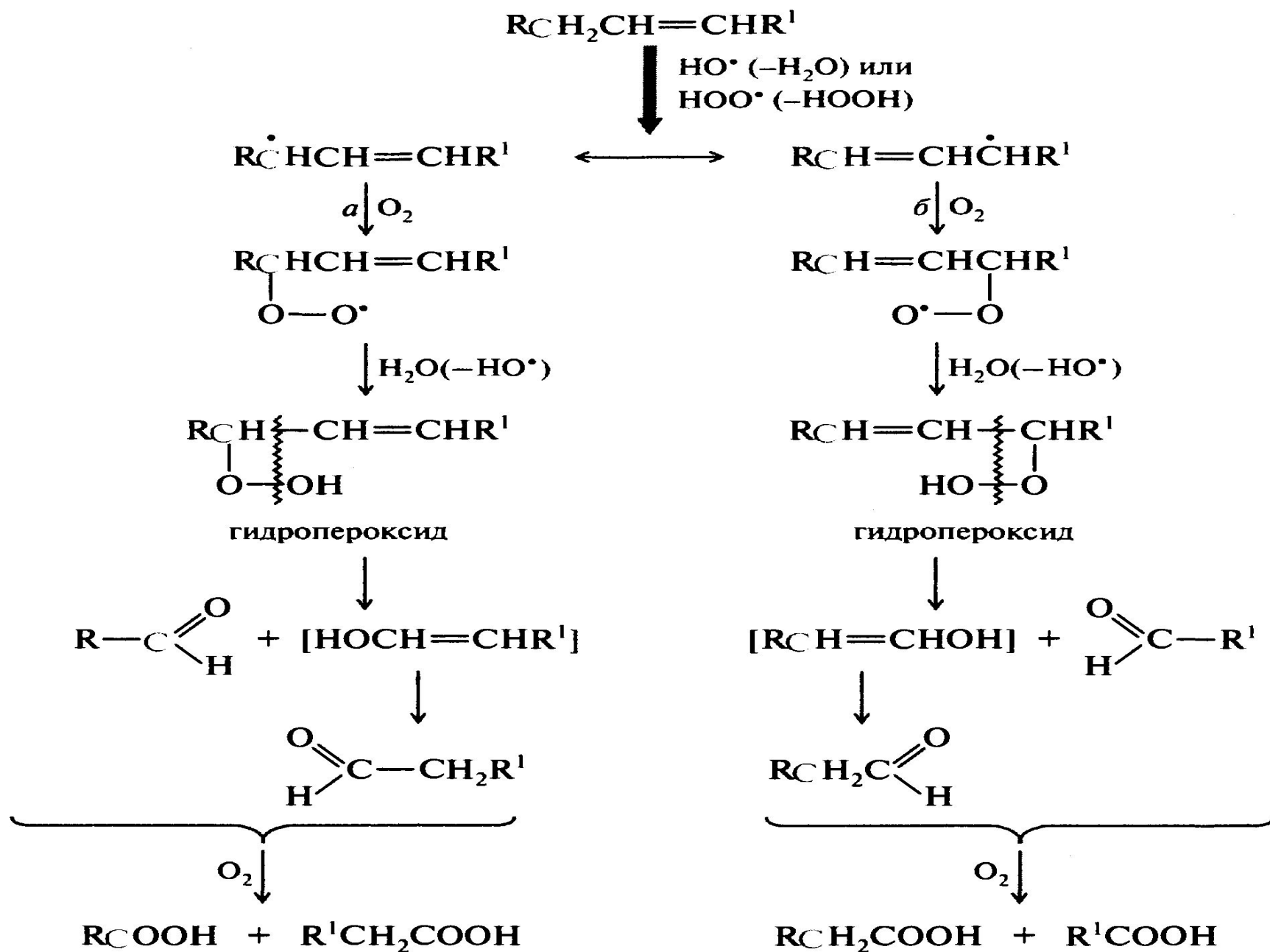


Гидролиз



фосфатидилхолин

Схема 15.3. Пероксидное окисление липидов



В работах А. И. Арчакова и Ю. А. Владимирова (Российский государственный медицинский университет) изучен механизм пероксидного окисления липидов и выяснено строение системы окисления чужеродных соединений (ксенобиотиков) в мембранах клеток печени. Показано, что нарушение работы окислительной системы приводит к изменениям в обмене веществ и нарушению функционирования клеток, что лежит в основе интоксикаций, атеросклероза и образования канцерогенных соединений.

• Неомыляемые липиды являются

**низкомолекулярными регуляторами
(тромбоксаны, лейкотриены, простагландины,
простациклин),**

**• витаминами (все жирорастворимые витамины D,
E, F, K, A),**

**• гормонами (стероидные половые гормоны,
глюкокортикоиды и минералокортикоиды),**

**• растительными гормонами (гиббереллины,
абсцизовая кислота, этилен),**

• пигментами (каротин, ликопин),

**• пахнущими веществами (гераниол, гераниаль,
ментол, мирцен)**

• феромонами (цитраль, грандизол)

Спасибо

за

Ваше внимание!