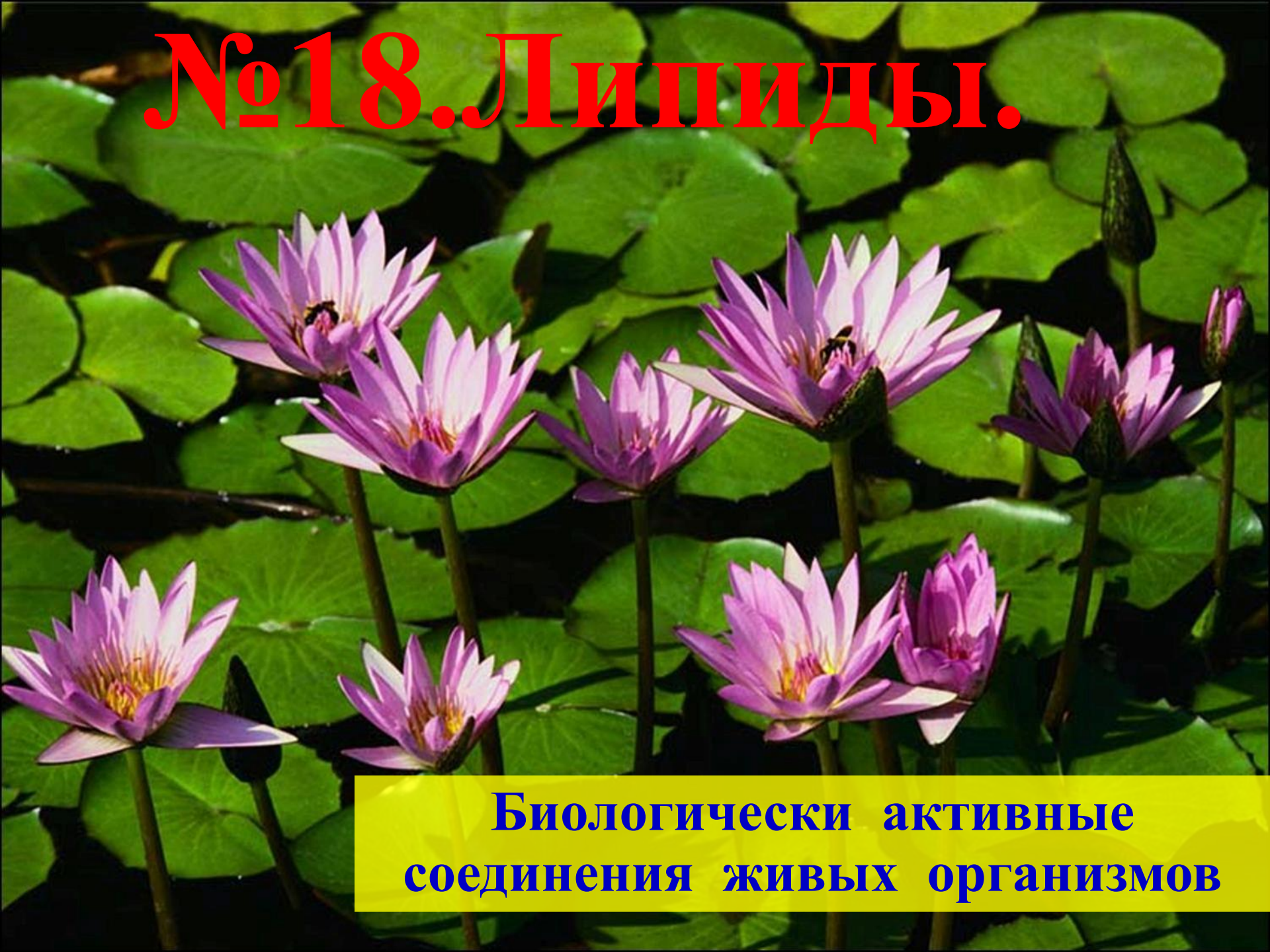


№18. Липиды.

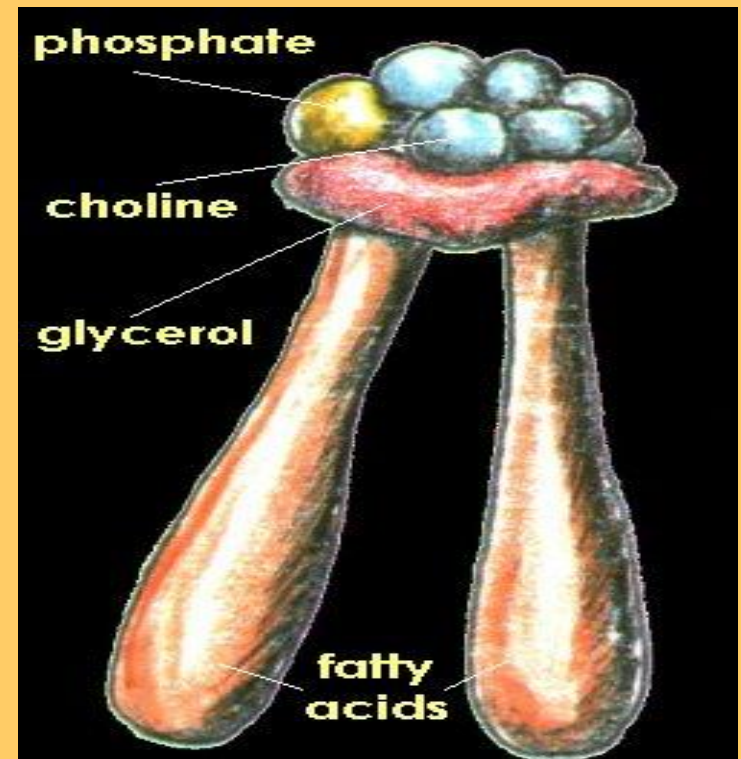


**Биологически активные
соединения живых организмов**

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);

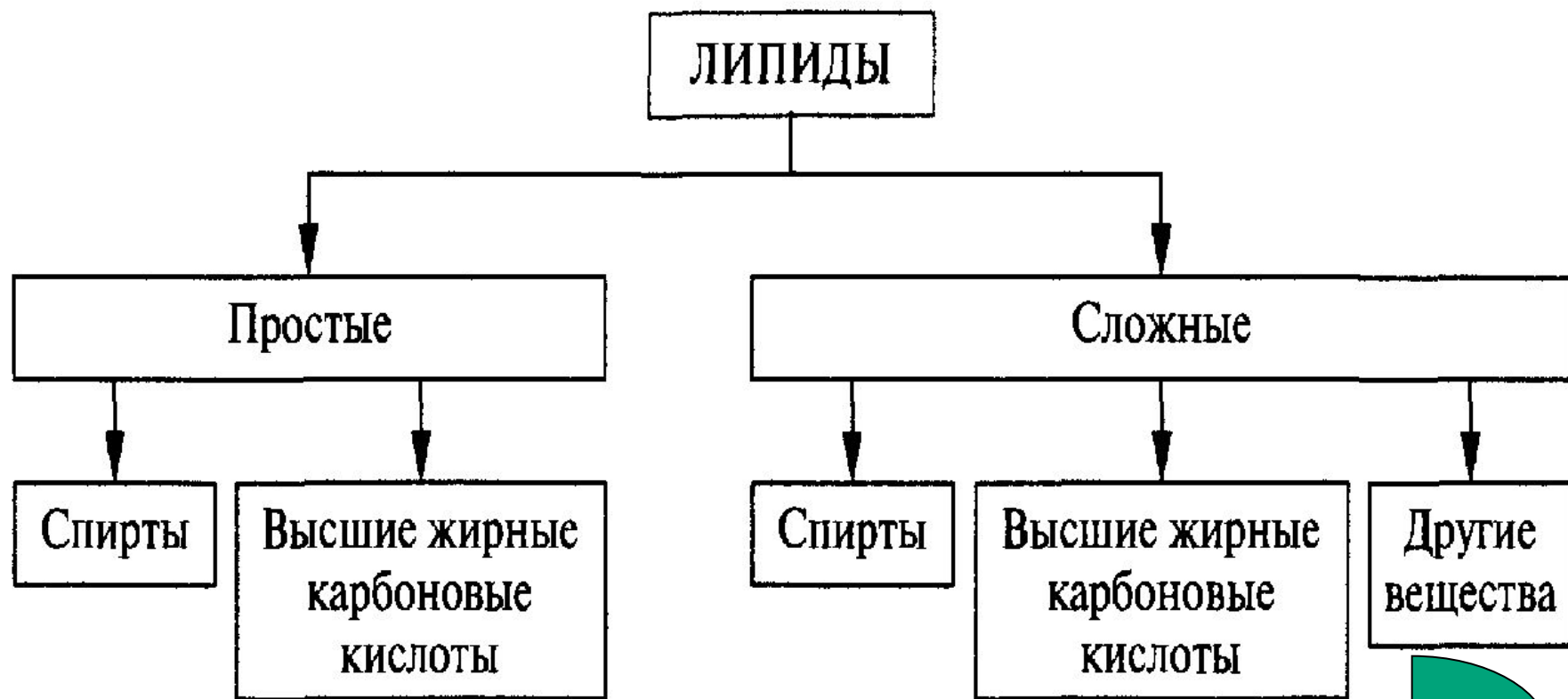
их количество и состав непостоянны и зависят от режима питания и физического состояния организма

- **Классификация липидов**

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

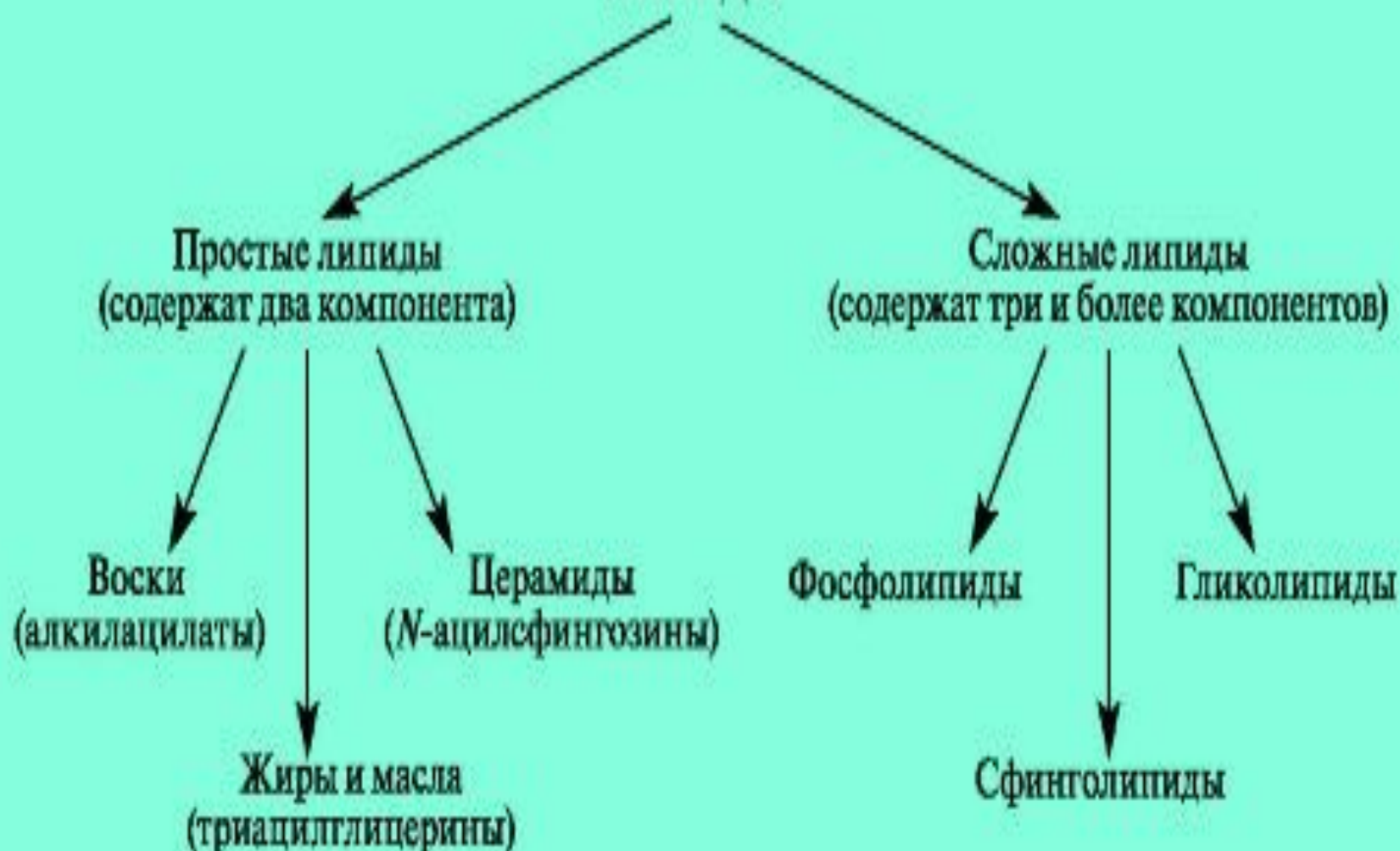
Неомыляемые липиды не подвергаются гидролизу.

Схема 15.1. Компонентный состав липидов



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

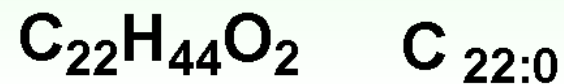
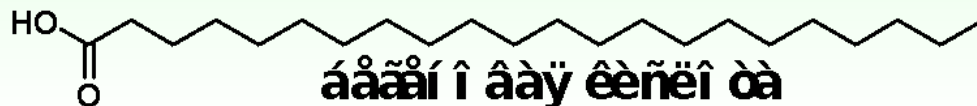
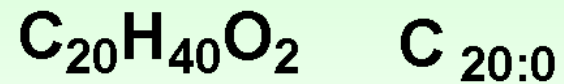
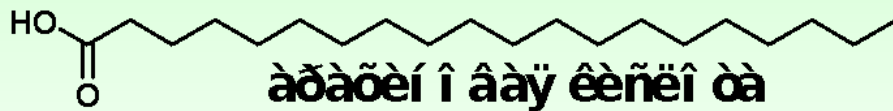
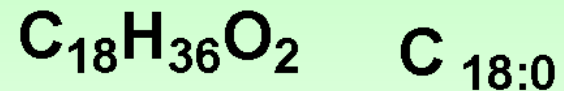
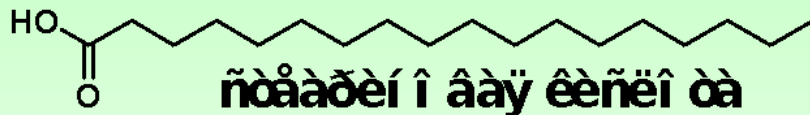
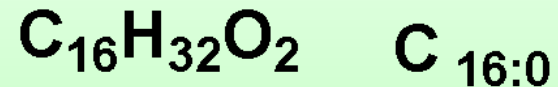
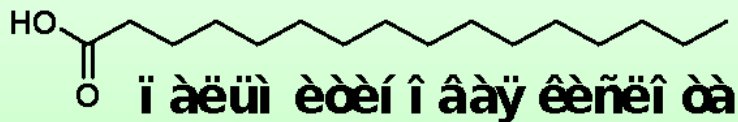
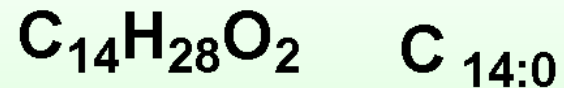
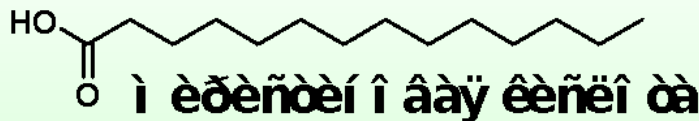
ЛИПИДЫ



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 æèðí û á èèñëîù



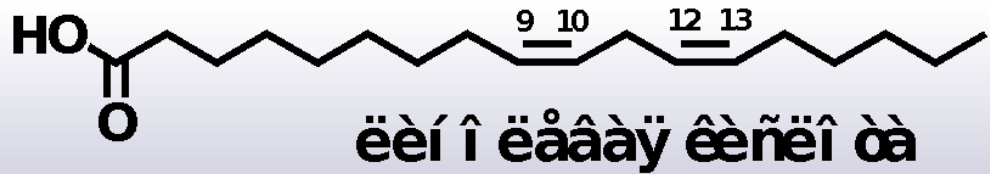
Высшие жирные кислоты (ВЖК).

Общие структурные признаки:

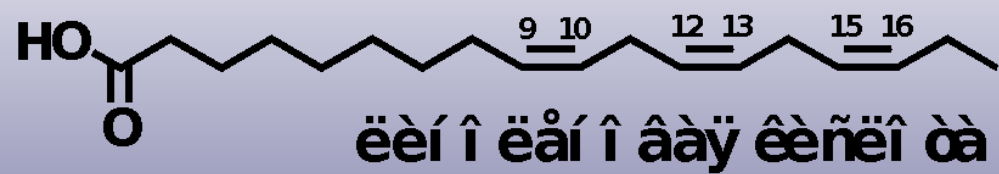
- являются монокарбоновыми;**
- содержат неразветвленную углеродную цепь;**
- включают четное число атомов углерода в цепи;**
- имеют цис-конфигурацию двойных связей (если они присутствуют).**

Составные части липидов – ненасыщенные жирные кислоты

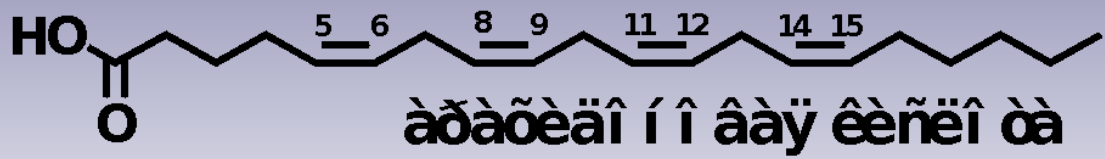
î î èâí î âü à



C₁₈H₃₂O₂ **C 18:2**



C₁₈H₃₀O₂ **C 18:3**



C₂₀H₃₂O₂ **C 20:4**

î èâèí î âàü è èèí î èââàü èèñèî òù ñî ñòââëÿð ò î êî êî 60%
 âñâñ ÆÊ ðàññèèèèèüí ù õ ì àñâë.

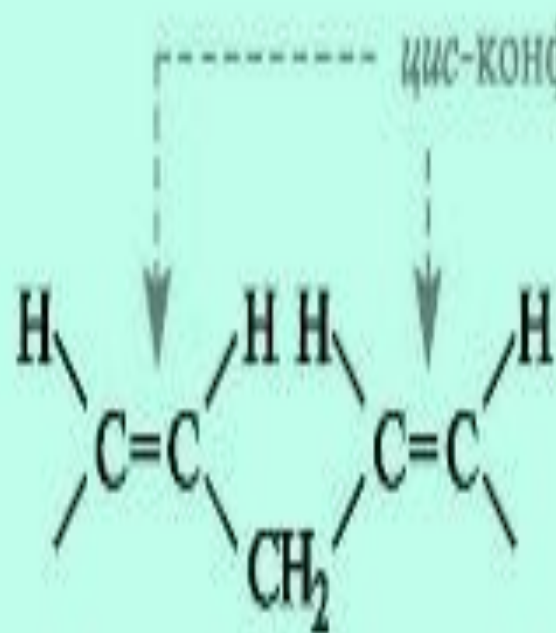
Линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты не синтезируются в организме человека и должны поступать с пищей, поэтому их еще называют незаменимыми (эссенциальными).

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.



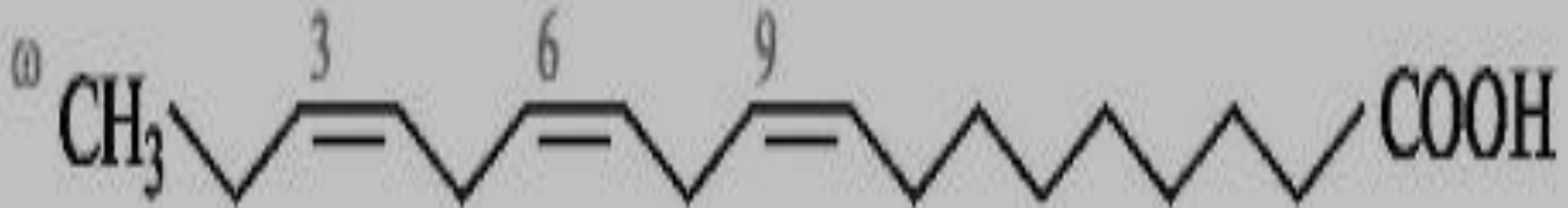


транс-конфигурация



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



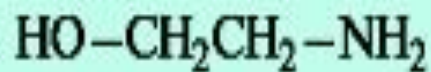
Минздрав России рекомендует 1 г АЛК/ЭПК/ДГК в сутки для потребления.

Структурные компоненты простых липидов **жирные спирты.**

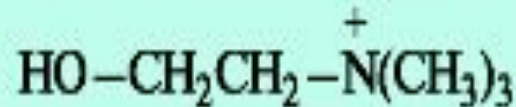
В состав липидов могут входить следующие спирты:

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

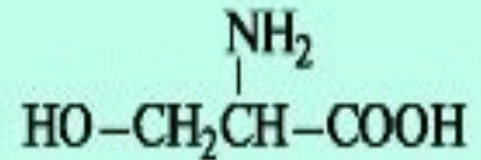
Аминоспирты.



коламин

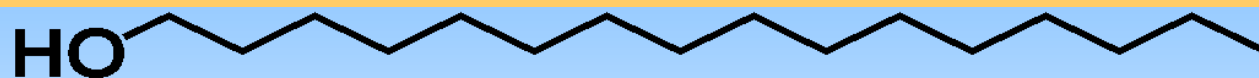


холин

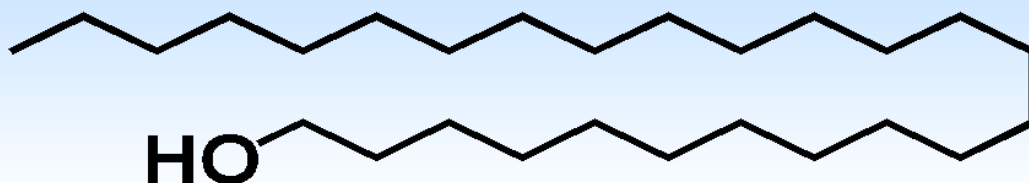
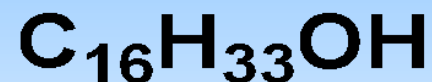


серин

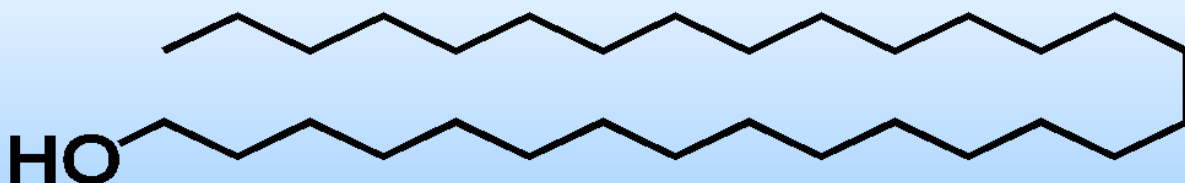
жирные спирты



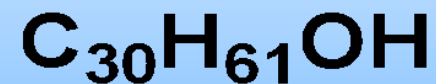
öãðèèî âû é ñî èðò



öãðèèî âû é ñî èðò



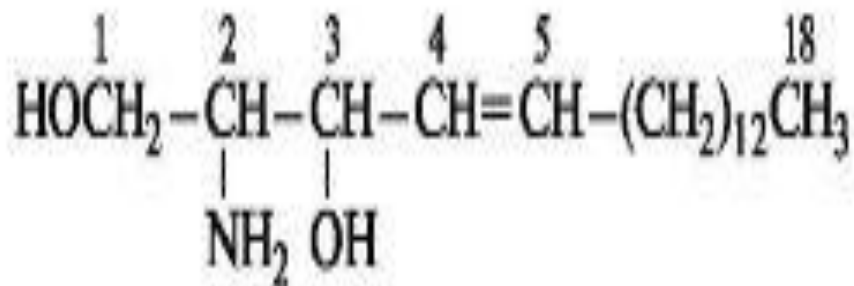
ì èðèöèèî âû é ñî èðò



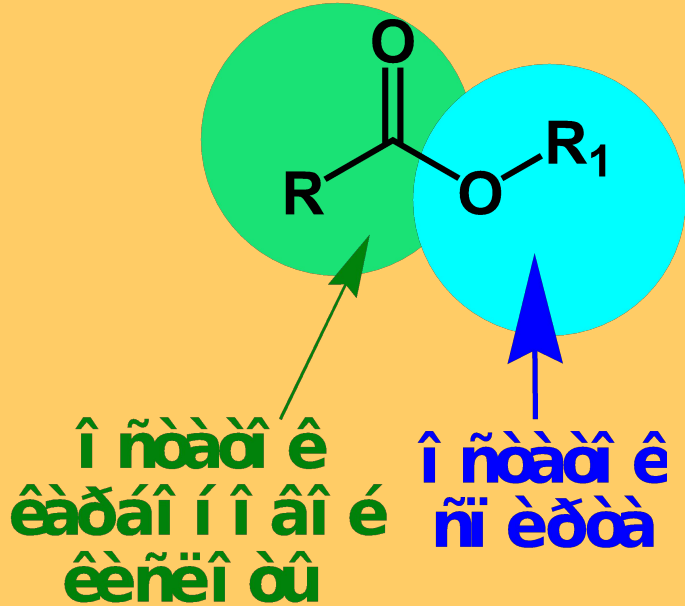
Сфингозин – ненасыщенный длинноцепочечный двухатомный аминокспирт:

2-аминооктадецен-4-диол-1,3

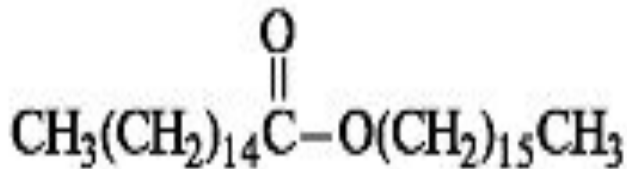
СФИНГОЗИН



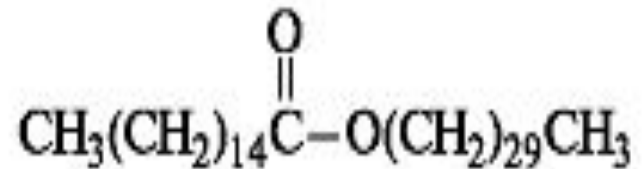
Простые липиды – **ВОСКИ.**



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



цетиловый эфир пальмитиновой кислоты
(цетилпальмитат)



мелиссиловый эфир пальмитиновой кислоты
(мелисилпальмитат)

КОМПОНЕНТ ПЧЕЛИНОГО ВОСКА

Воски

широко распространены в природе

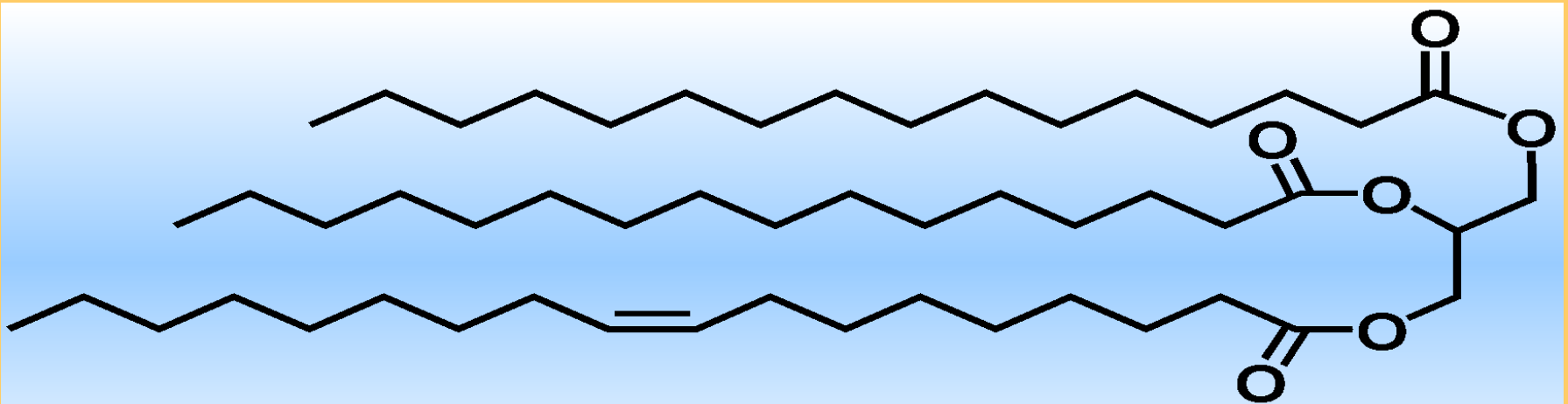
- Перья птиц и шерсть животных имеют восковое покрытие, которое придает им водоотталкивающие свойства.**
- Восковое покрытие листьев и плодов растений уменьшает потерю влаги и снижает возможность инфекции.**
- Синтетические и природные воски широко применяются в быту, медицине, в частности в стоматологии.**

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.

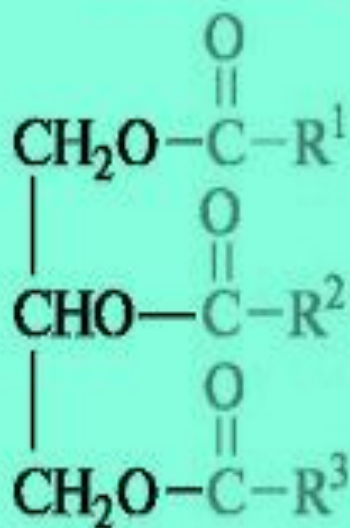
Жиры и масла (триацилглицерины) - сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот.



òðèàöèëæèöåðèí û (æèðû)

Жиры, триглицериды

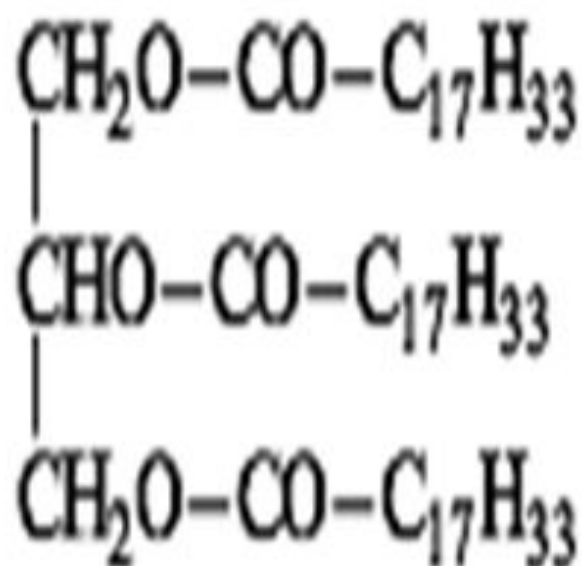
ОБЩАЯ СТРУКТУРА ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИНОВ



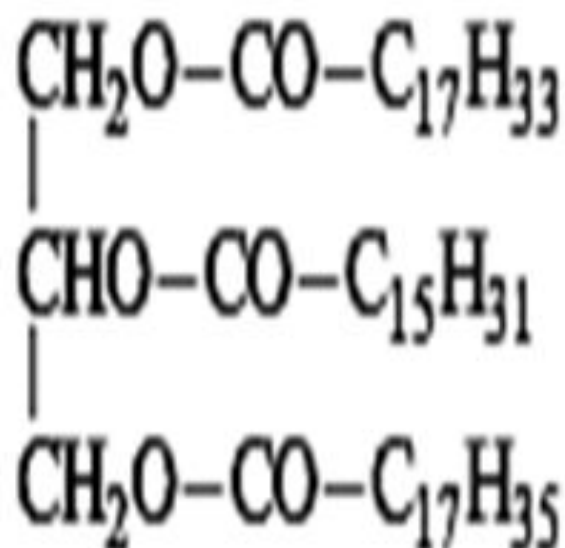
R^1CO , R^2CO , R^3CO –

ацильные остатки высших жирных кислот

полностью ацилированный глицерин.

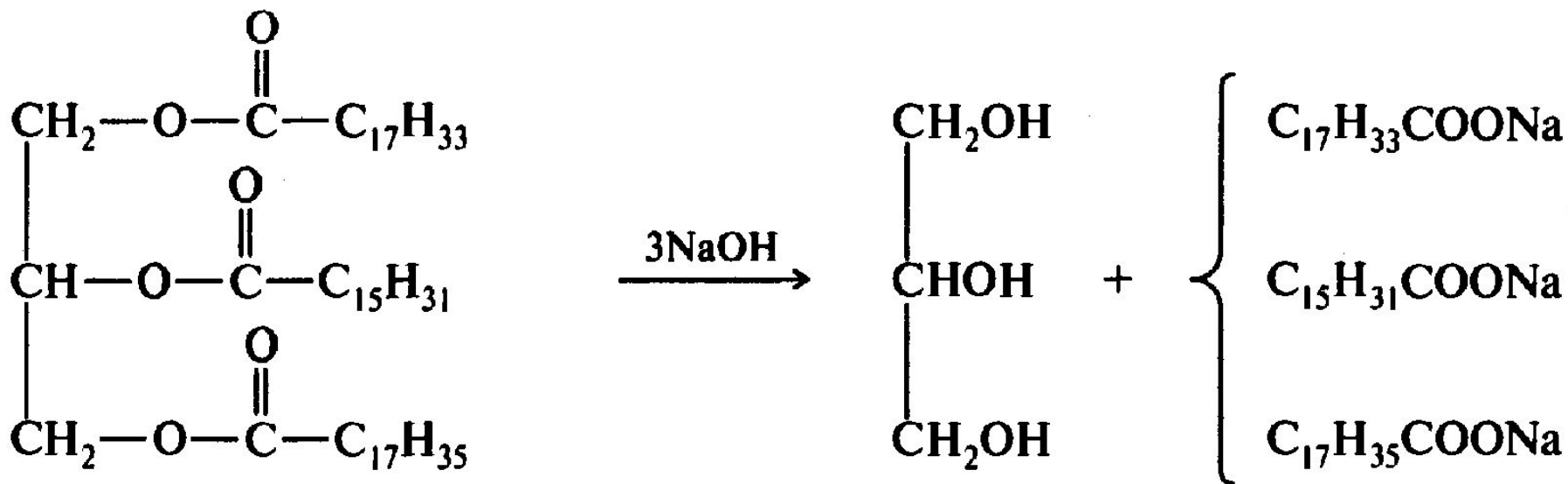


триолеилглицерин
 (триолеин)
 т. пл. -17°C



1-олеил-
 2-пальмитоил-
 3-стеароилглицерин

Гидролиз

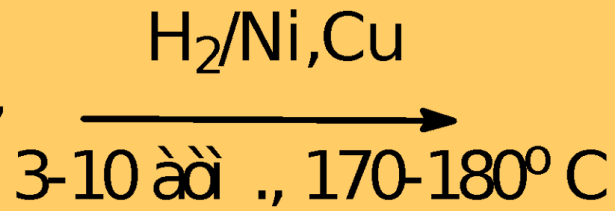


1-олео-2-пальмитостеарин

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

Гидрогенизация жиров

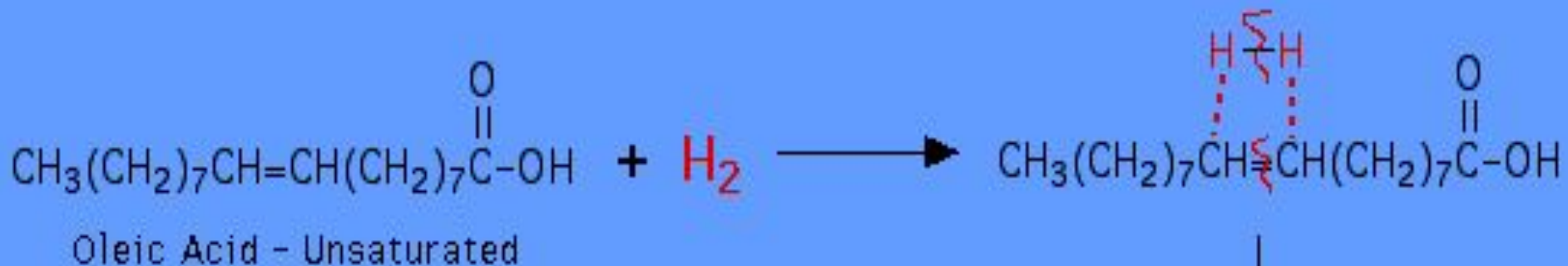
Растительное масло
(соевое, арахисовое,
хлопковое и т.п.)



Жир (маргарин).



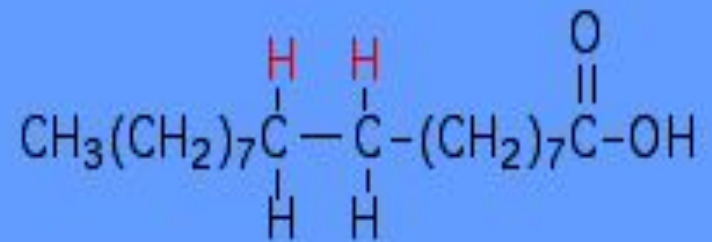
Hydrogenation of Oleic Acid



H_2



Stearic Acid - Saturated

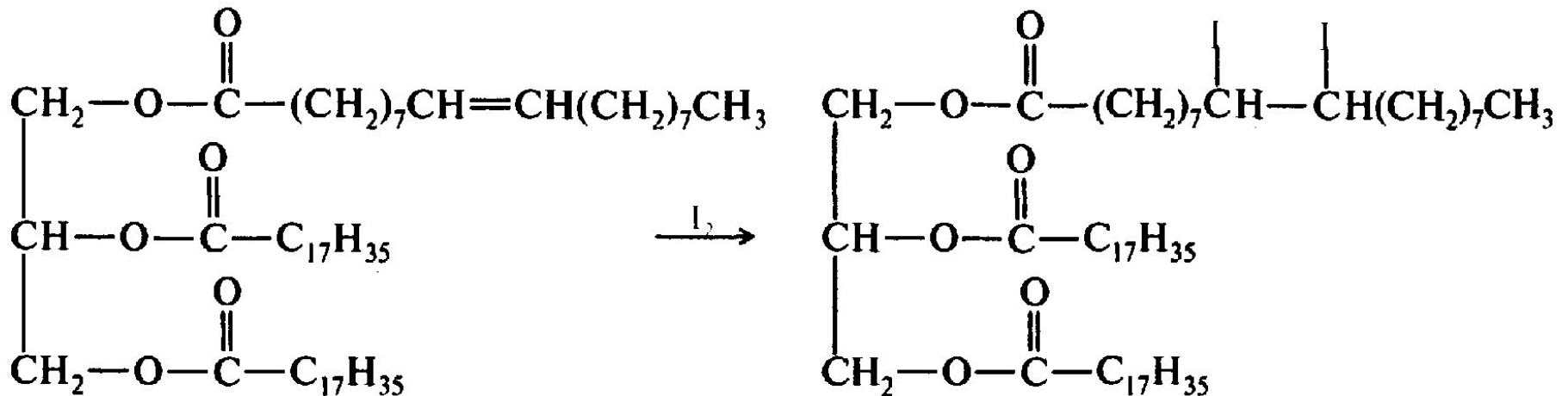


Степень ненасыщенности триглицеридов

йодное число,

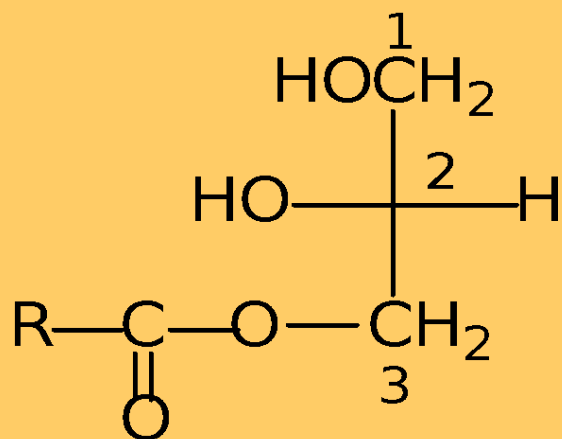
которое равно количеству йода

(в граммах), присоединяющемуся к 100 г
жира.

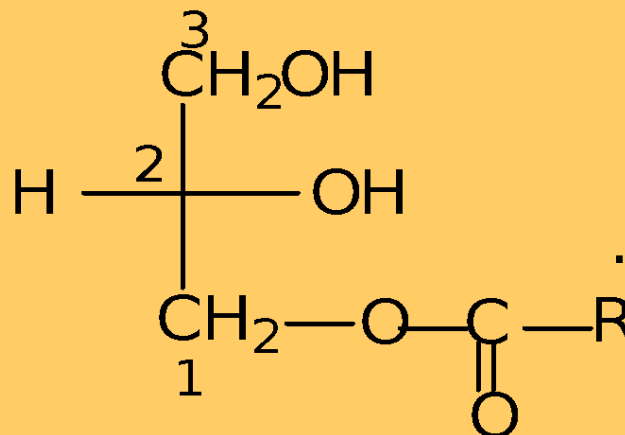


1-олеодистеарин

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



sn-3-Моноацилглицерин

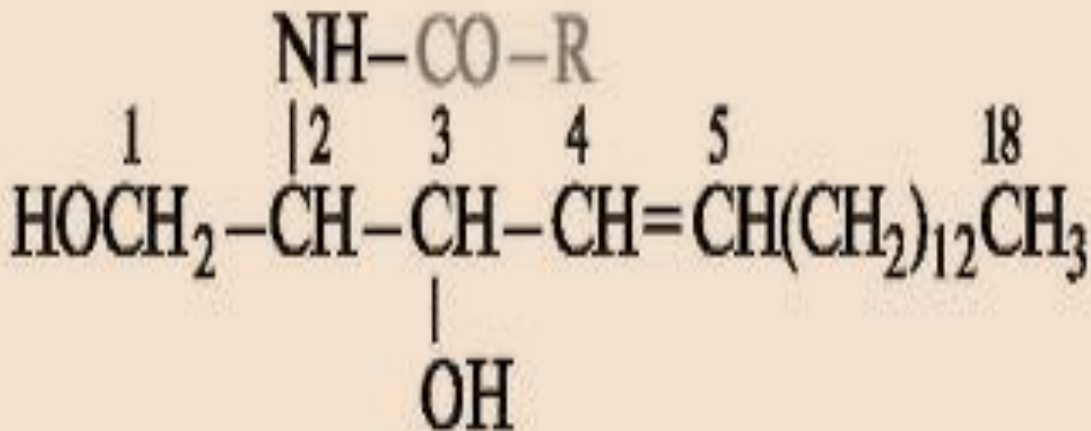


sn-1-Моноацилглицерин

Sn (stereo specific numbering)

Церамиды - это N-ацилированные производные спирта сфингозина.

ОБЩАЯ СТРУКТУРА ЦЕРАМИДОВ

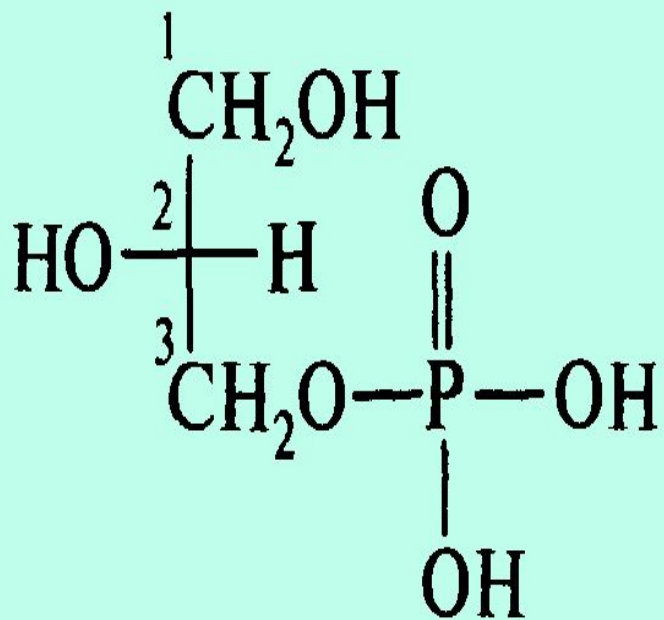


RCO – ацильный остаток высших жирных кислот

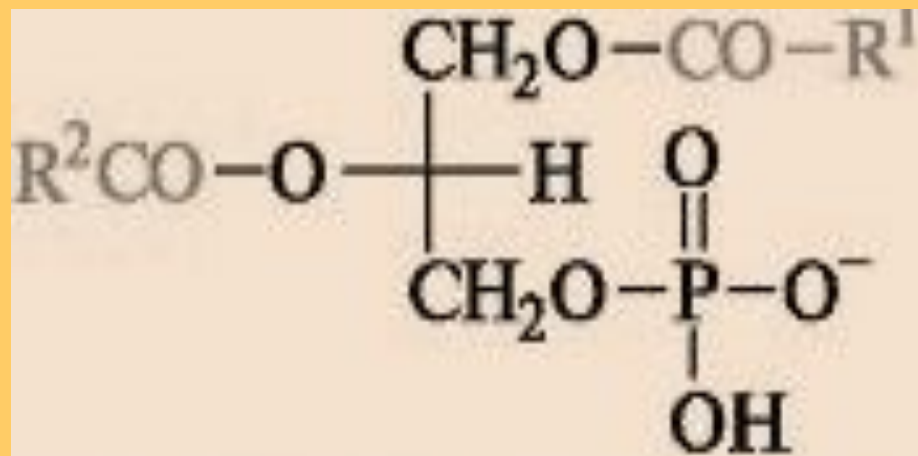
ВХОДЯТ В СОСТАВ СЛОЖНЫХ ЛИПИДОВ -
сфингомиелинов, цереброзидов, ганглиозидов

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

Глицерофосфолипиды - главные липидные компоненты клеточных мембран.



L-глицеро-3-фосфат

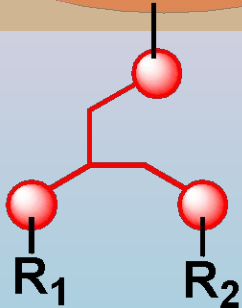


L-фосфатидовые кислоты

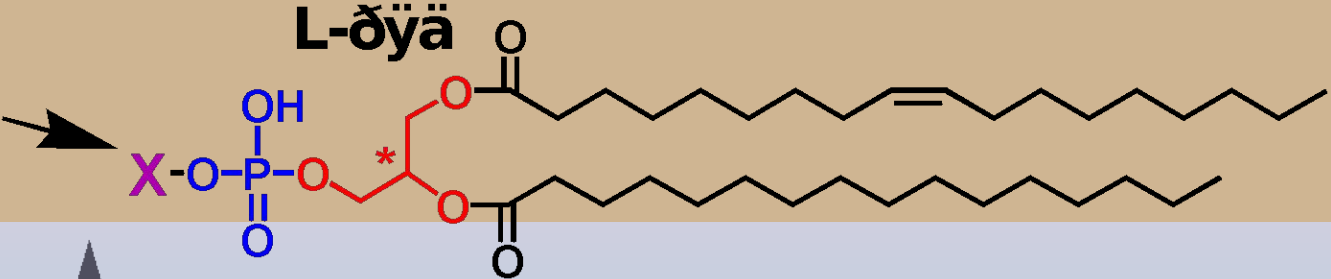
R^1CO , R^2CO — остатки высших
жирных кислот

Фосфолипиды – главные компоненты биологических мембран

$\text{C}_1\text{H}_2\text{O}_2$
 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$



$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$

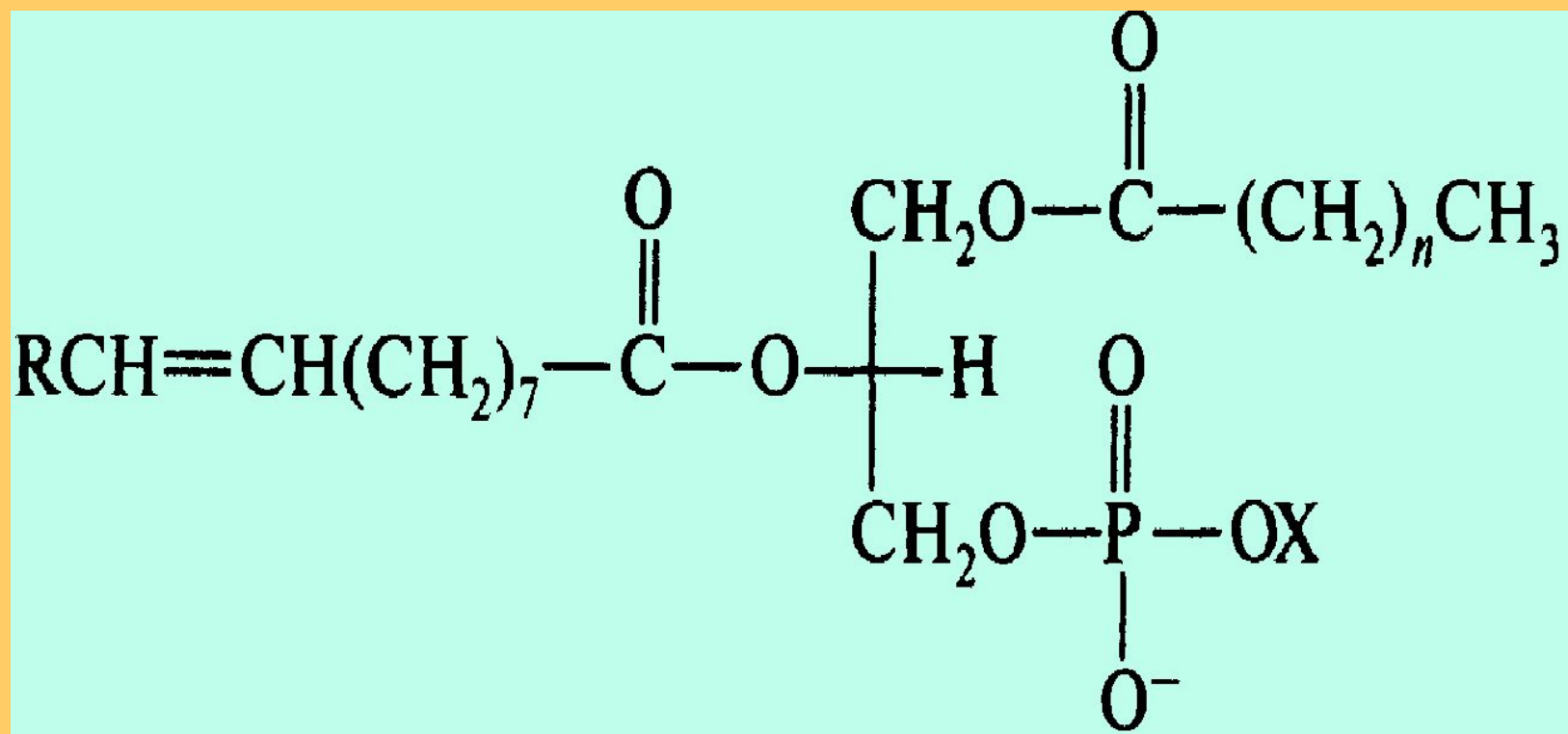


$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2$
 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$
 $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$
 $\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}_2$

$\text{O}=\text{C}$, $\text{O}=\text{C}$, $\text{C}=\text{C}$, $\text{C}=\text{C}$, $\text{C}=\text{C}$

$\text{O}=\text{C}$ - $\text{C}_1\text{H}_2\text{O}_2$ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$ $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ $\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}_2$

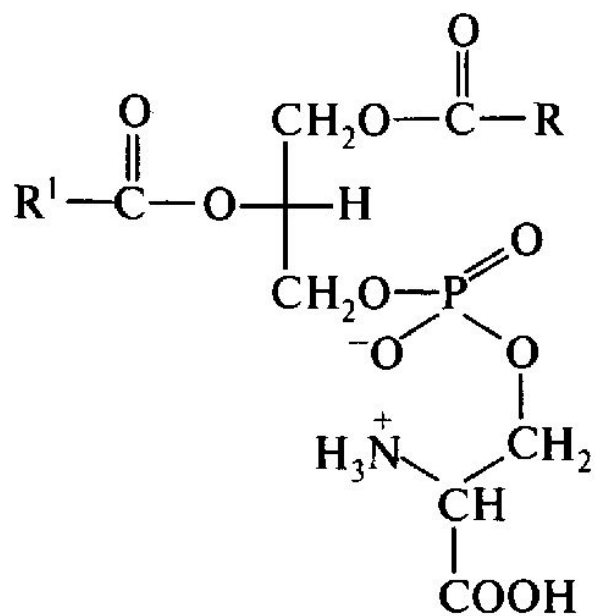
(1-5% $\text{C}_1\text{H}_2\text{O}_2$ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$ $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ $\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}_2$; $\text{C}_1\text{H}_2\text{O}_2$ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$ $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ $\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}_2$ $\text{C}_1\text{H}_2\text{O}_2$ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$ $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ $\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}_2$)



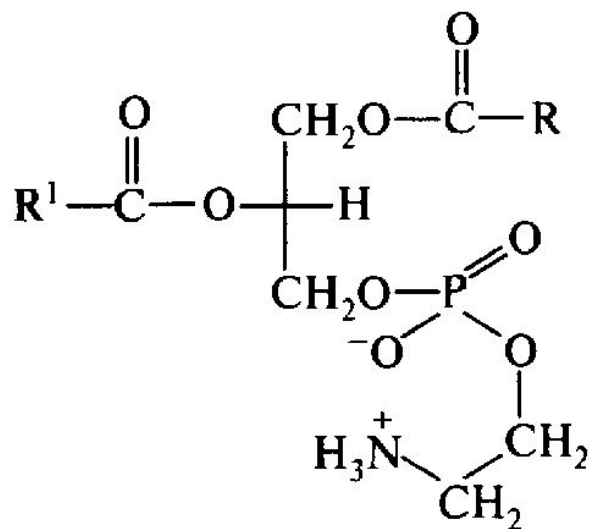
общая структура фосфатидов

(pH ~7,4)

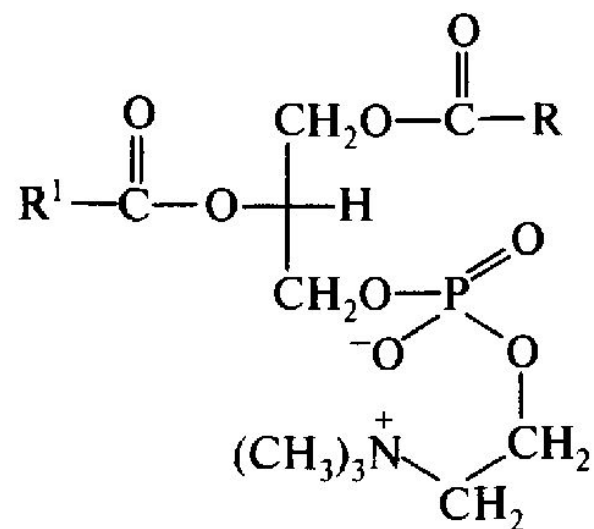
Глицерофосфолипиды. Эти соединения являются главными липидными компонентами клеточных мембран. Они сопутствуют жирам в пище и служат источником фосфорной кислоты, необходимой для жизни человека.



фосфатидилсерины
(серинкефалины)

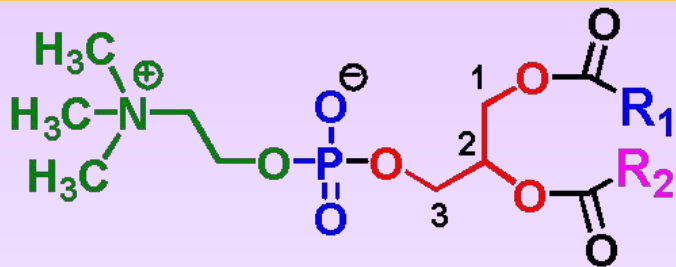


фосфатидилэтаноламины
(коламинкефалины)



фосфатидилхолины
(лецитины)

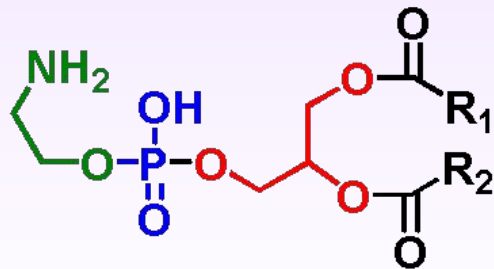
Фосфолипиды



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

Они являются

50% они являются нейтральными фосфолипидами. А также являются компонентами мембран. Они являются основными компонентами мембран.

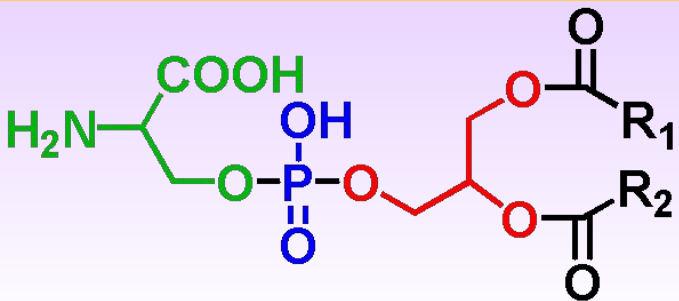


И они являются основными компонентами мембран. А также являются компонентами мембран. Они являются основными компонентами мембран.

Они являются

А также являются основными компонентами мембран. Они являются основными компонентами мембран. Они являются основными компонентами мембран.

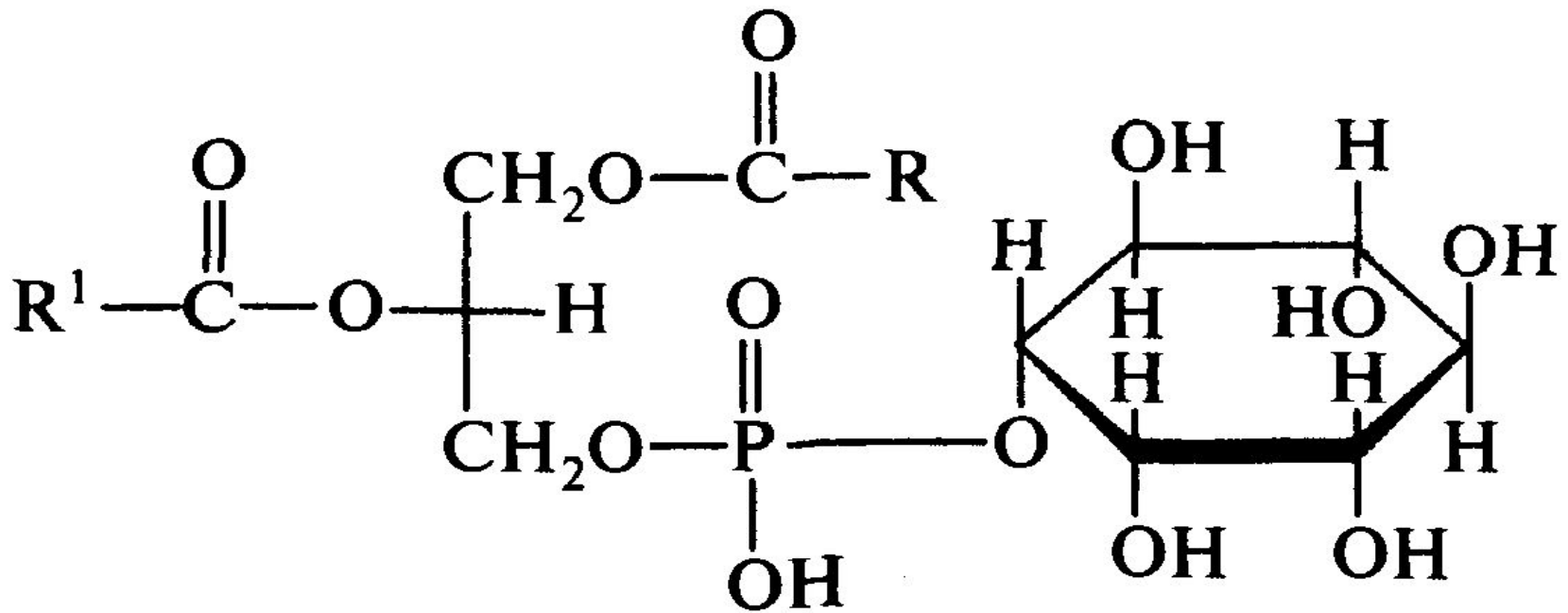
Фосфолипиды



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

Ôî ñô àèèèèñäèí ù

Äú ñòíí àãò äãäèèòí ðî ì àèèèáí î ñèè ðýäà ì àì áðáí î ñâýçáí í ù õ
ô äðì áí òí â; ýãèýãòñý ì äãäø äñòãáí í èéî ì ì ðè áéí ñèí òãçá
ô î ñô àèèèèýòáí î èàì èí î â.

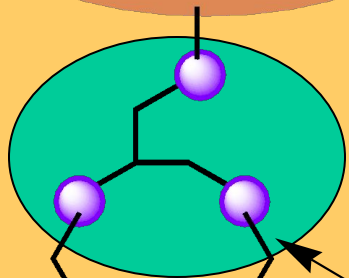


фосфатидинозиты

к кислым глицерофосфолипидам.

Первичная классификация липидов биологических мембран

Гидрофильная полярная головка



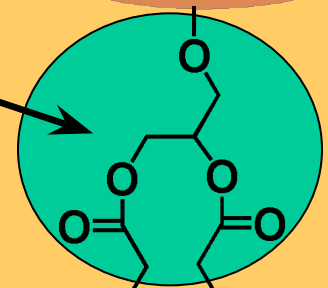
соединительное звено (определяющий признак)

остатки олеиновой C₁₈ и пальмитиновой C₁₆ кислот

гидрофобные хвосты

Общее строение

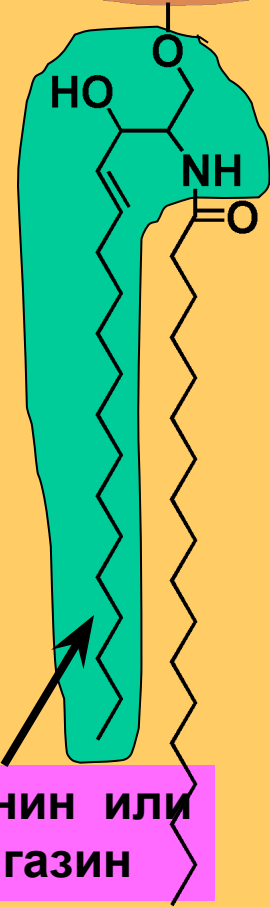
Гидрофильная полярная головка



остаток глицерина

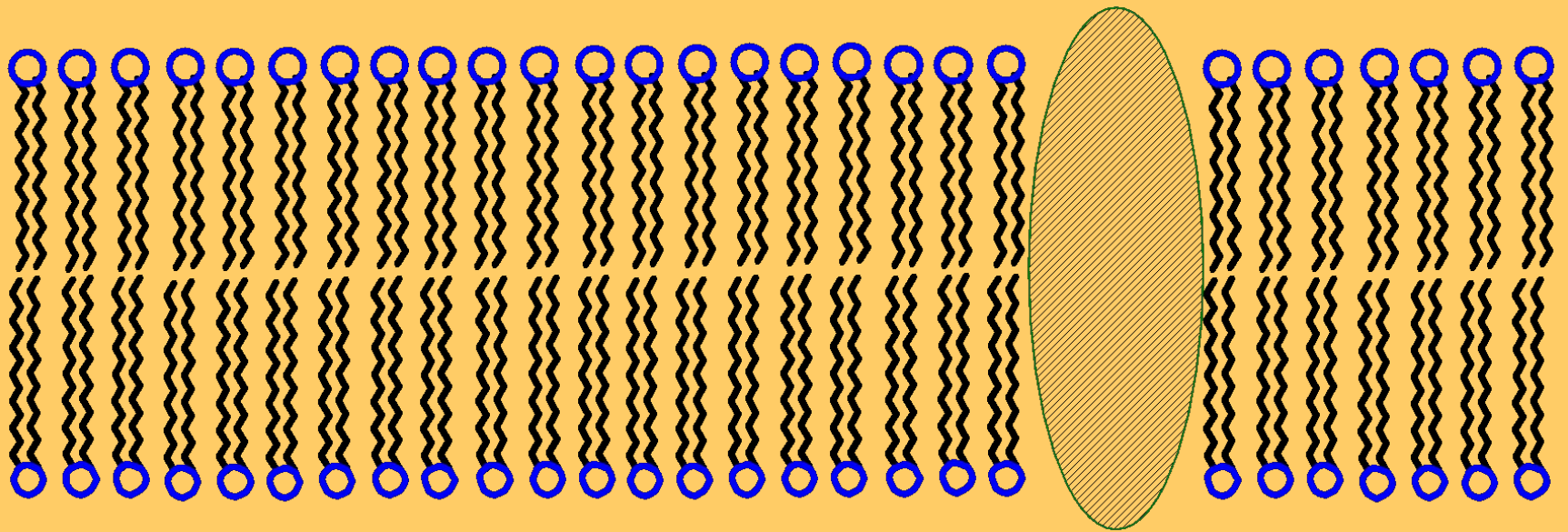
глицеролипиды (глицериды или ацилглицерины)

Гидрофильная полярная головка



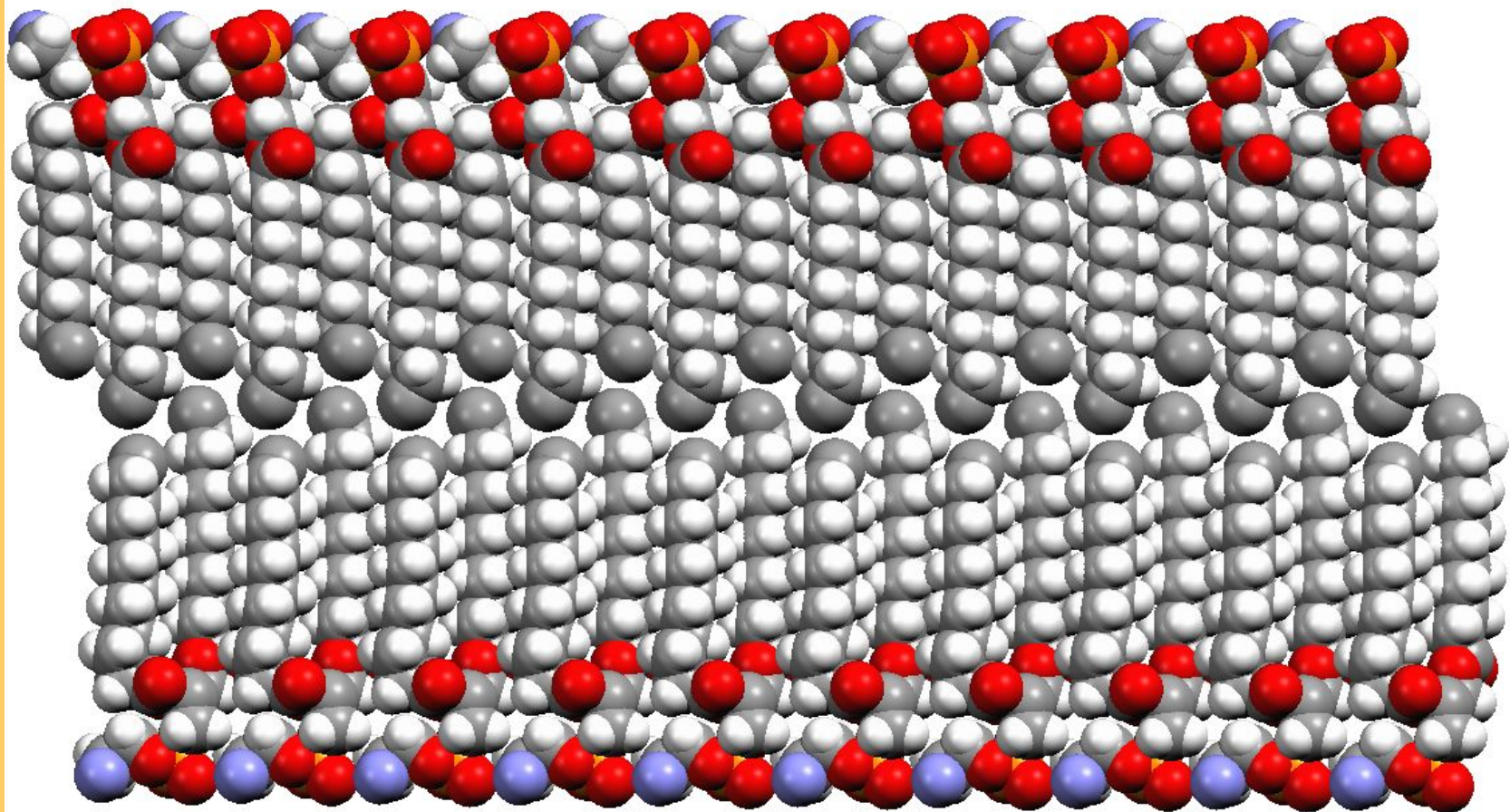
сфинганин или сфингазин

сфинголипиды



Жидкостно-мозаичная модель мембраны
Зингера-Николсона

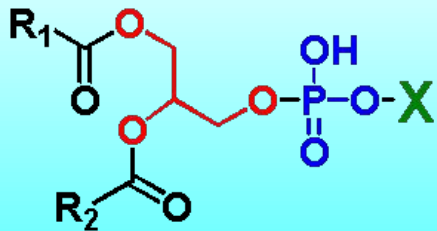




**Кристаллическая структура 1,2-
лауроилфосфатидилэтаноламина (кефалина)**

Фосфолипиды

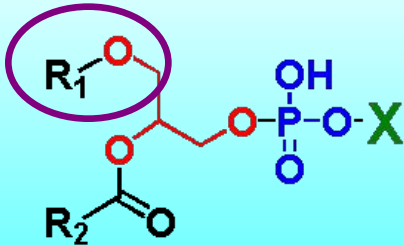
Ассиметричные фосфолипиды
 ассиметричные фосфолипиды



Они носят название

(и асимметричные фосфолипиды
 эти термины используют тогда
 когда различают состав жирных кислот,
 образующих фосфолипиды)
 асимметричные фосфолипиды

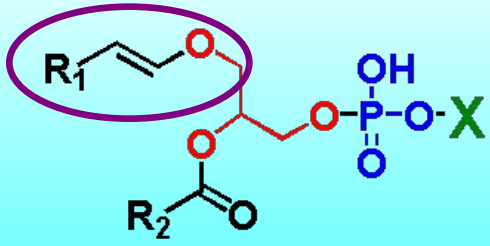
Симметричные фосфолипиды
 ассиметричные фосфолипиды



Иногда их называют

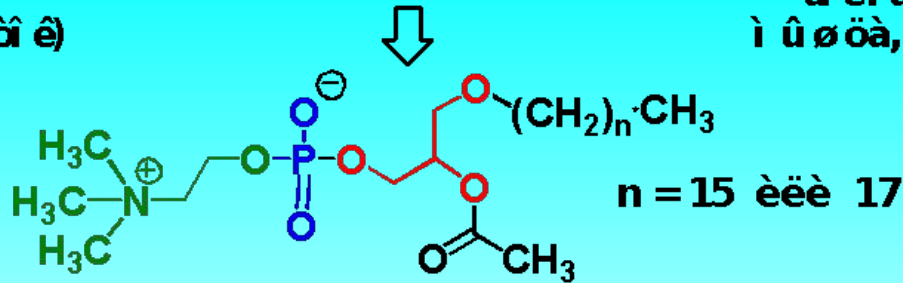
(иногда их называют
 симметричными фосфолипидами)
 симметричные фосфолипиды

Углеводородные фосфолипиды
 ассиметричные фосфолипиды



Иногда их называют

(они составляют 22% от общего количества
 фосфолипидов; они образуются
 из углеводов - жирных кислот и
 фосфора, образуя фосфолипиды)
 углеводородные фосфолипиды



Они называются

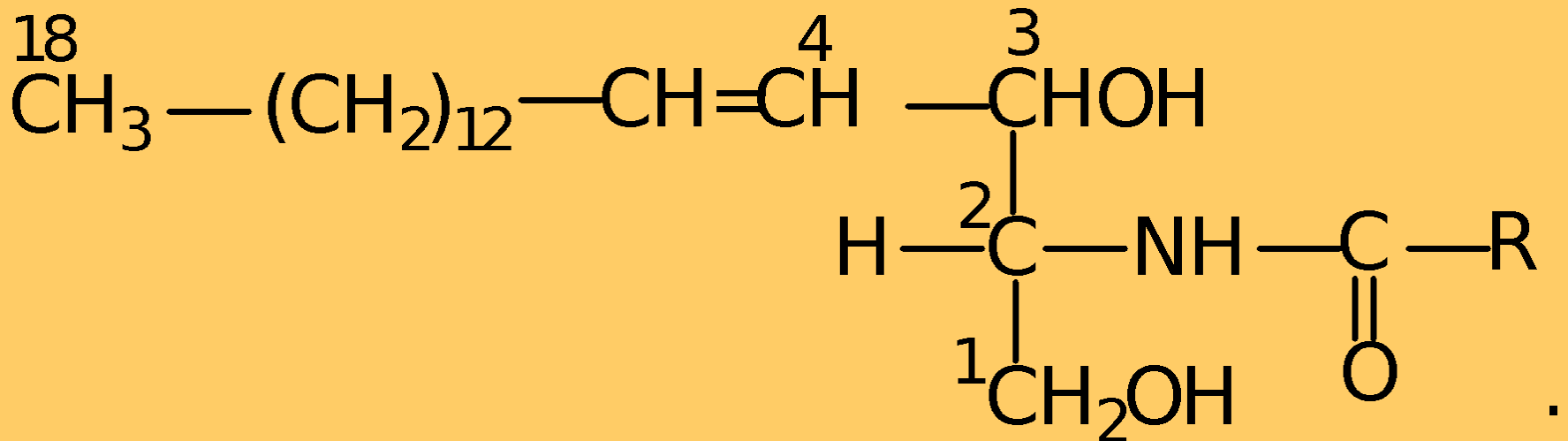
(они составляют 22% от общего количества
 фосфолипидов; они образуются
 из углеводов - жирных кислот и
 фосфора, образуя фосфолипиды)
 углеводородные фосфолипиды

Сфинголипиды

Церамиды

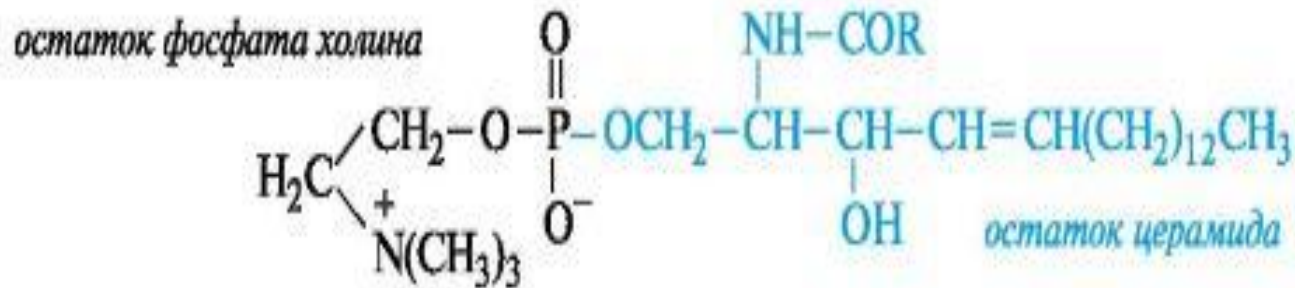
Эти соединения можно рассматривать как

***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

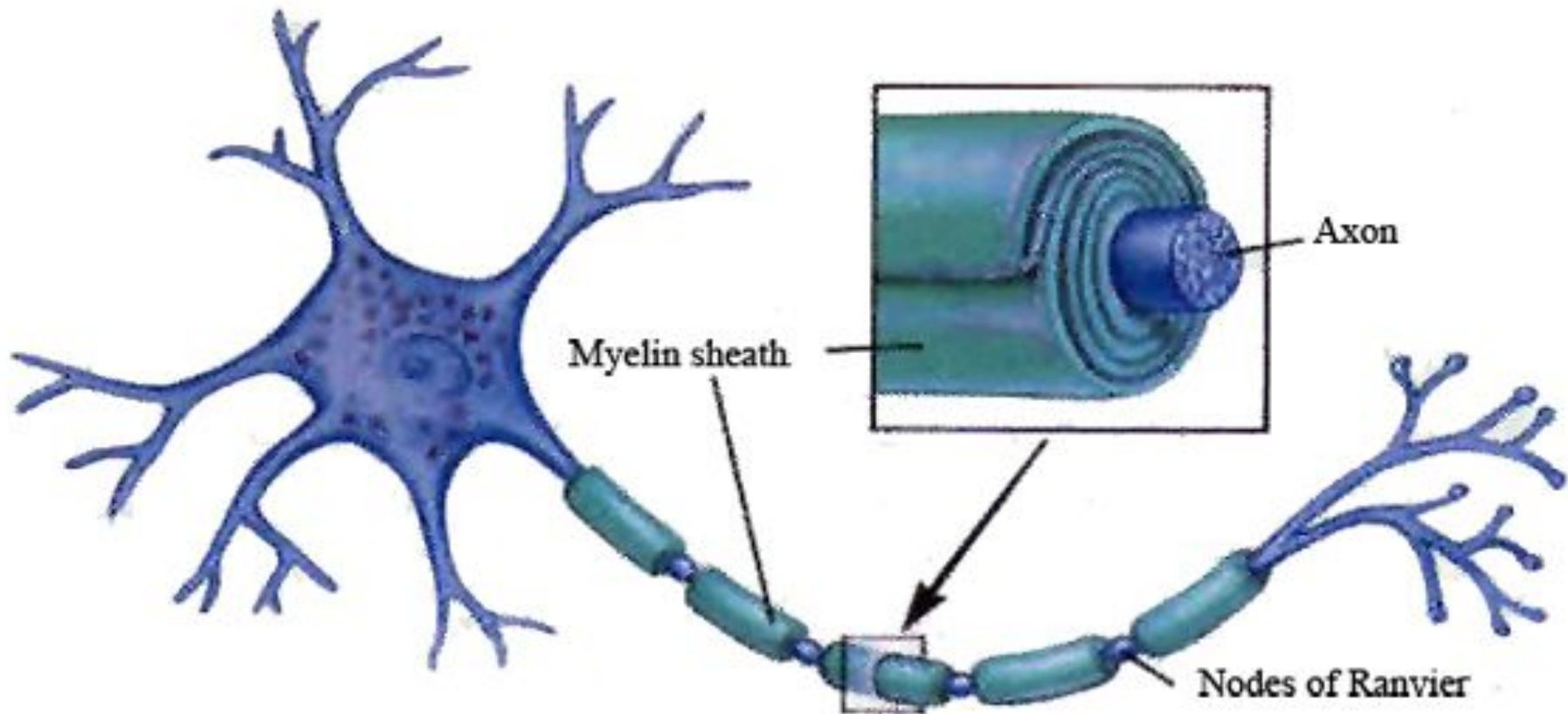


RCO – остаток высшей жирной кислоты



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.

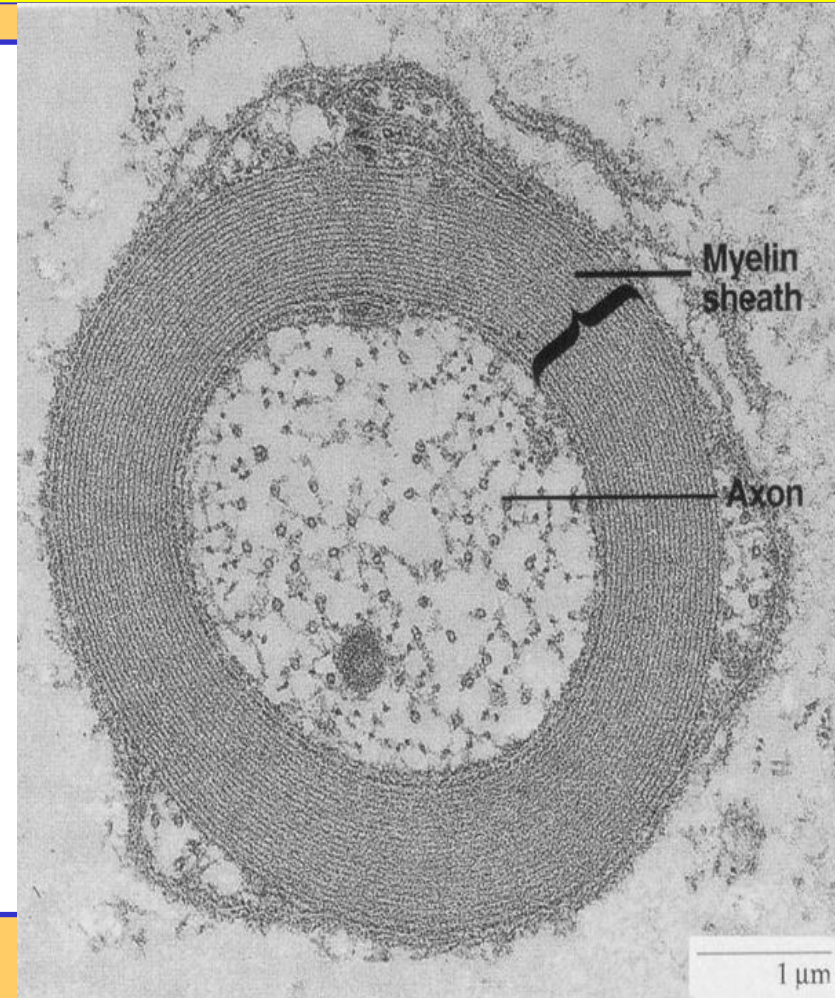
- по миелинизированным волокнам нервный импульс проводится приблизительно в 5—10 раз быстрее, чем по немиелинизированным.*

Цвет миелинизированных нейронов — белый, отсюда

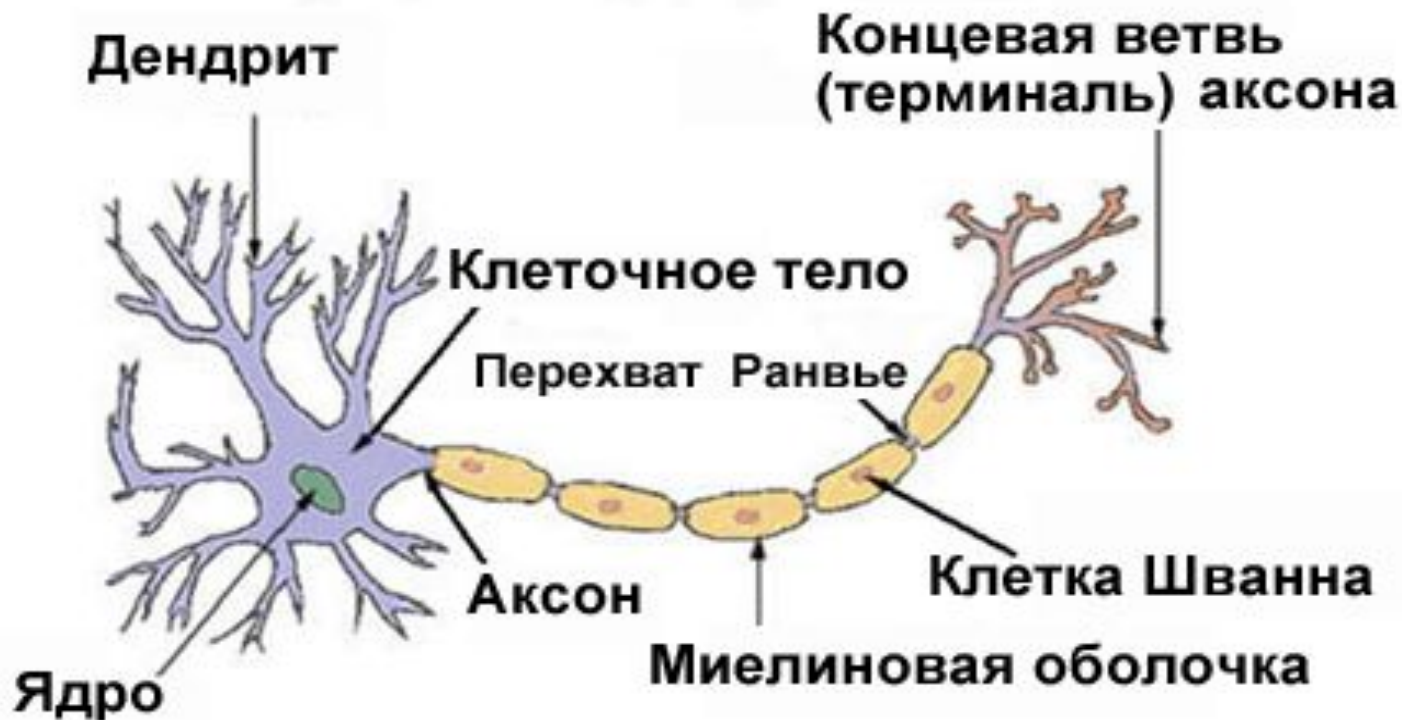
название «**БЕЛОГО**

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.



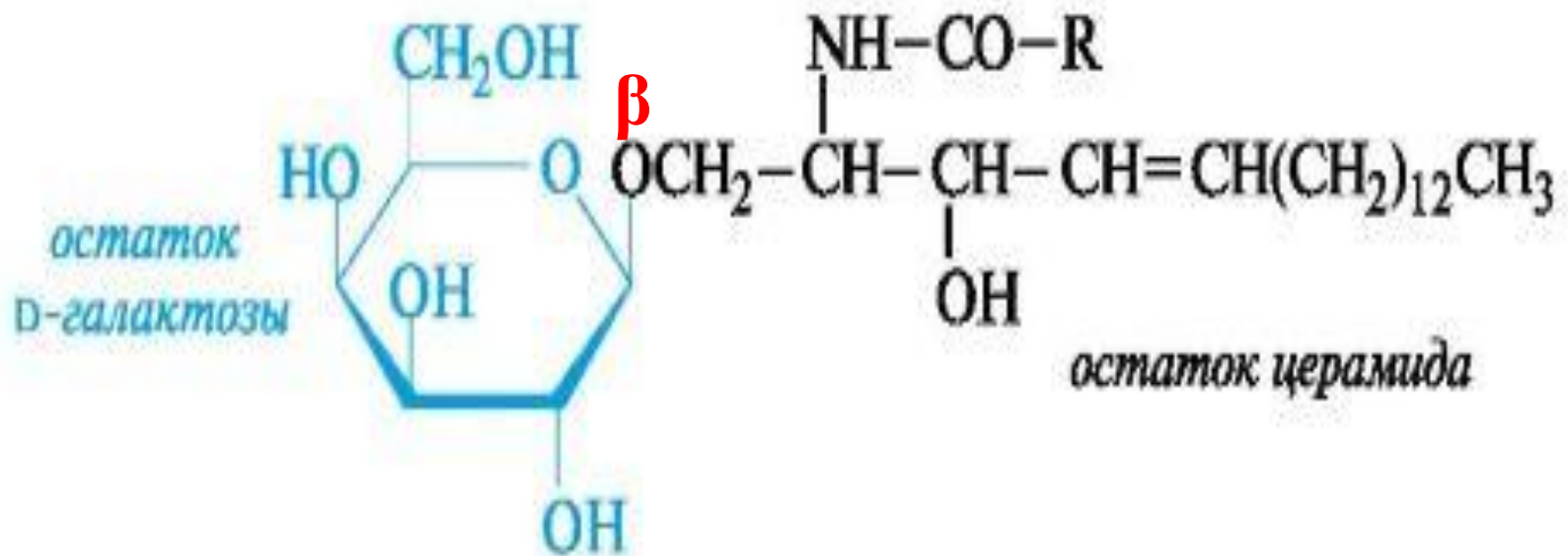
Типичная структура нейрона



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

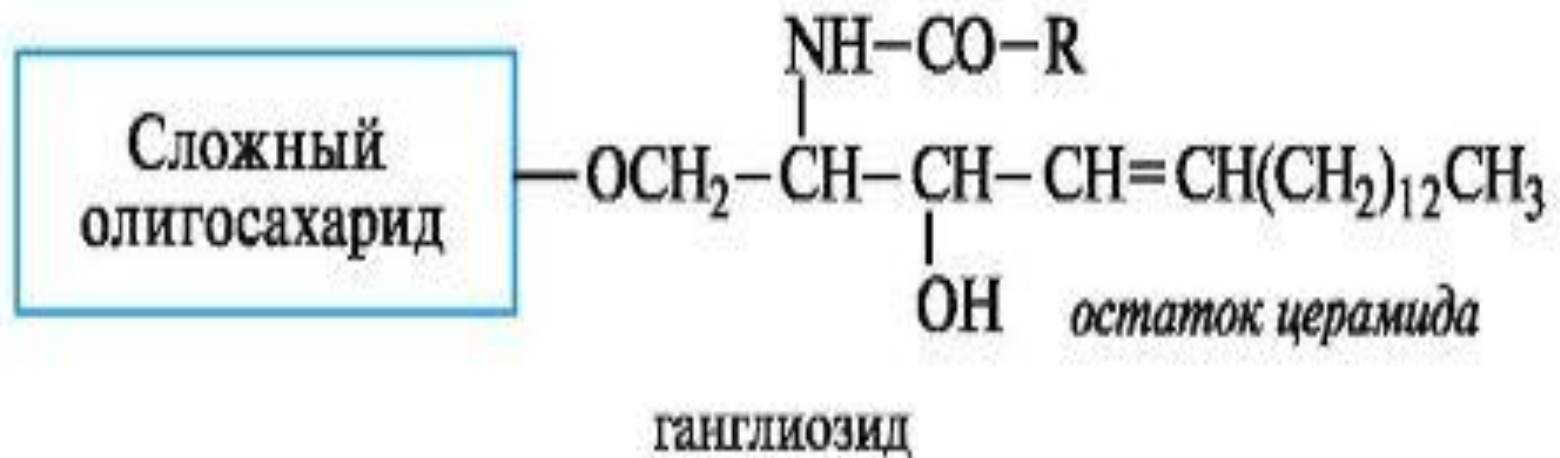
Гликолипиды

ОБЩАЯ СТРУКТУРА ГАЛАКТОЦЕРЕБРОЗИДОВ



входят в состав оболочек нервных клеток.

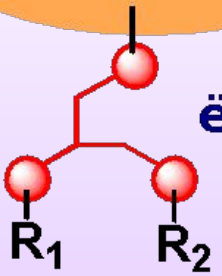
Ганглиозиды - богатые углеводами
сложные липиды - впервые были выделены
из серого вещества головного мозга.



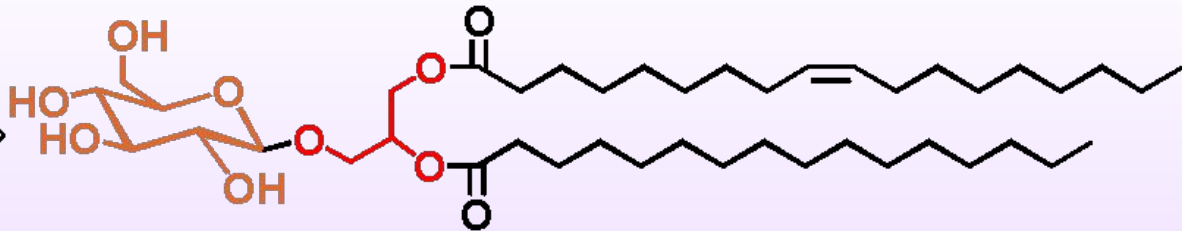
Фосфолипиды

Аэеëî ëèï èäû .

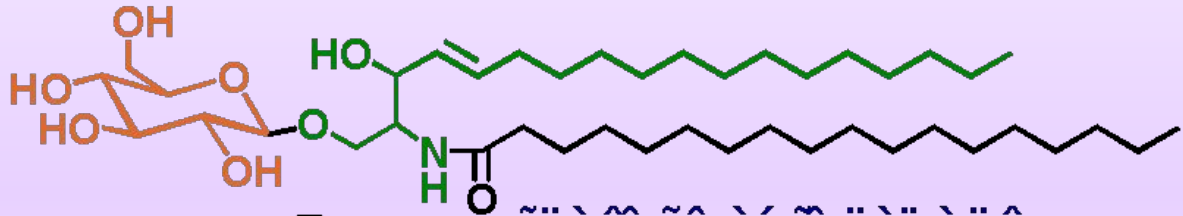
æäðî ô èëüí àÿ
ï î ëÿðí àÿ ã ëî áèà



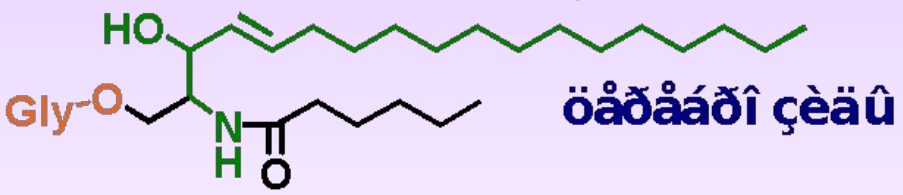
ëèï èäû



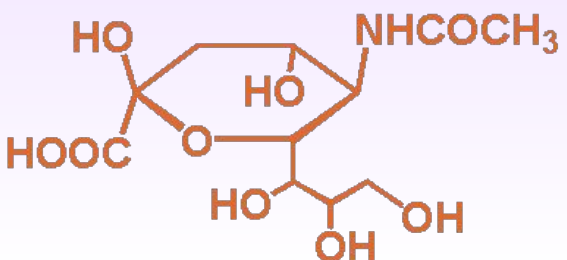
æèëî æèòäðî èèï èäû



æèëî ñò èí ã èèï èäû

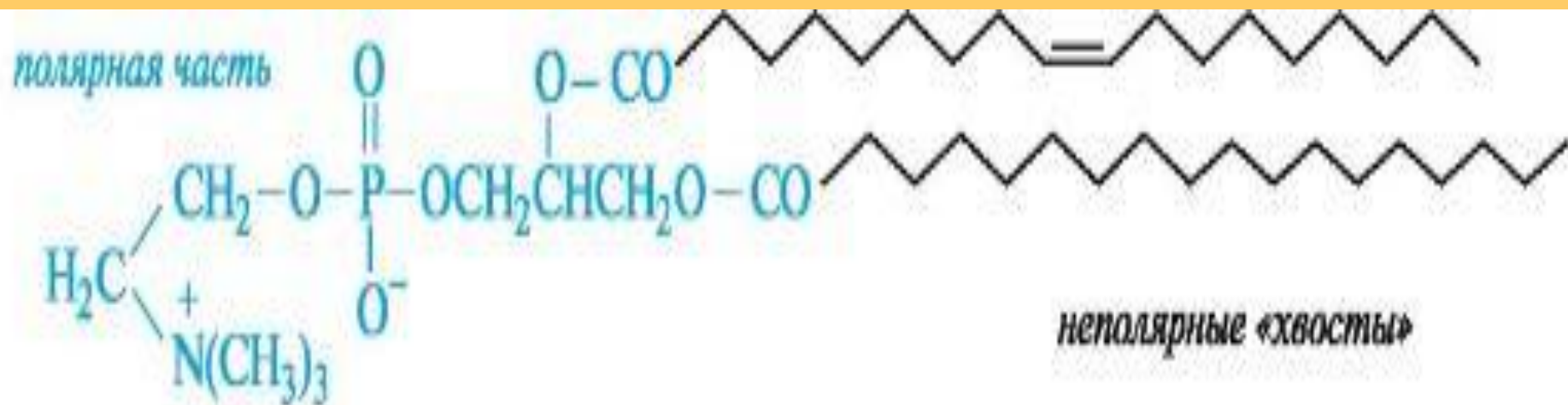


òäðáðî çèäû



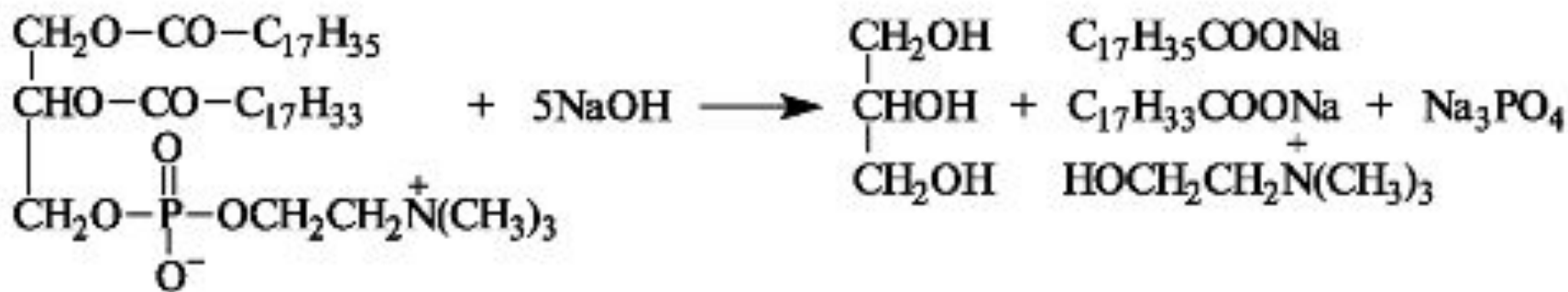
Ñèàëî áàÿ èèñèî àà
(N-àòäòèèí áéðàì èí î áàÿ èèñèî òù),
áðí àèò á ñí ñòàà ááí æèè çèáí á

Свойства липидов и их структурных компонентов



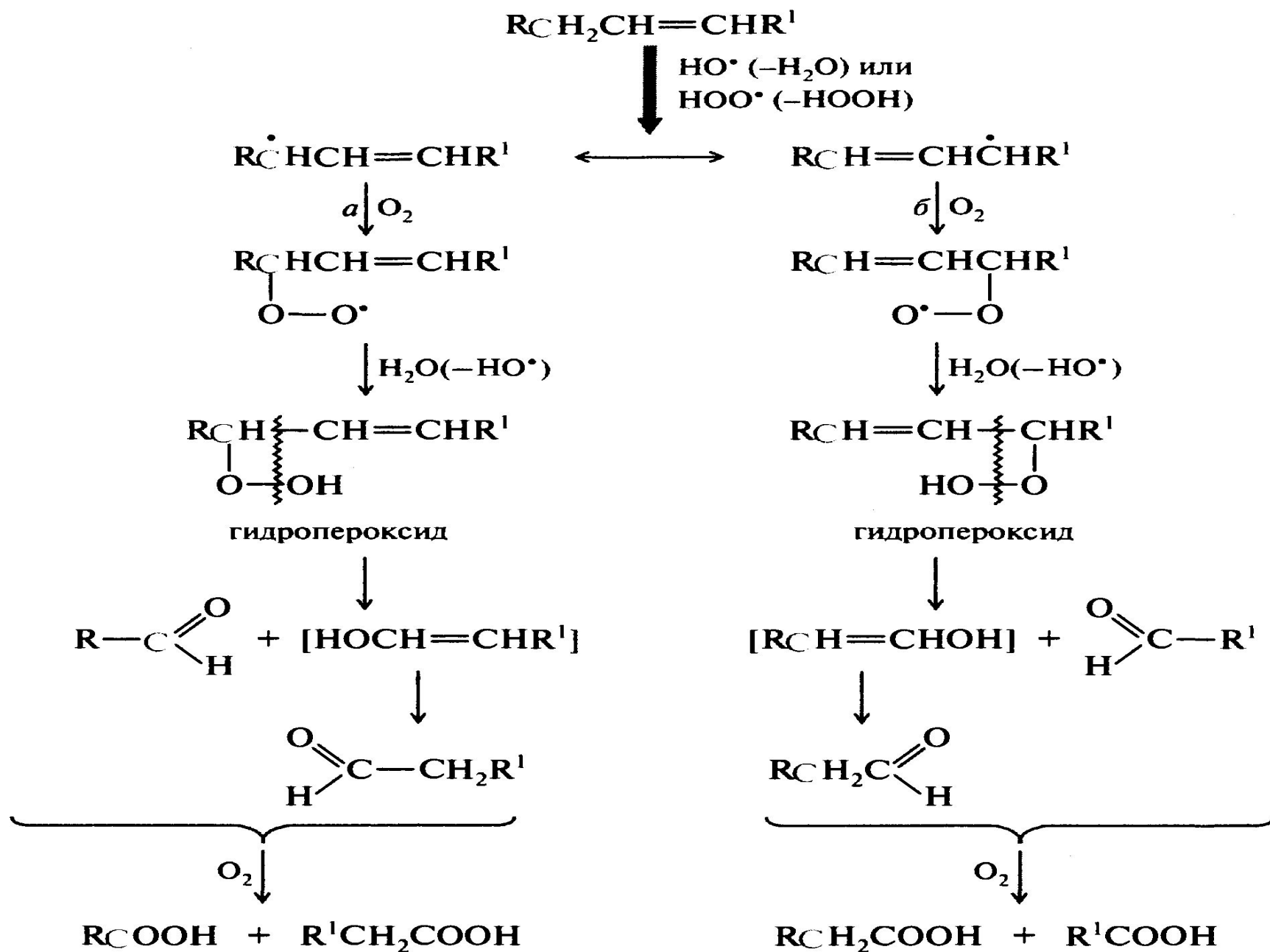
фосфатидилхолины (лецитины)

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!