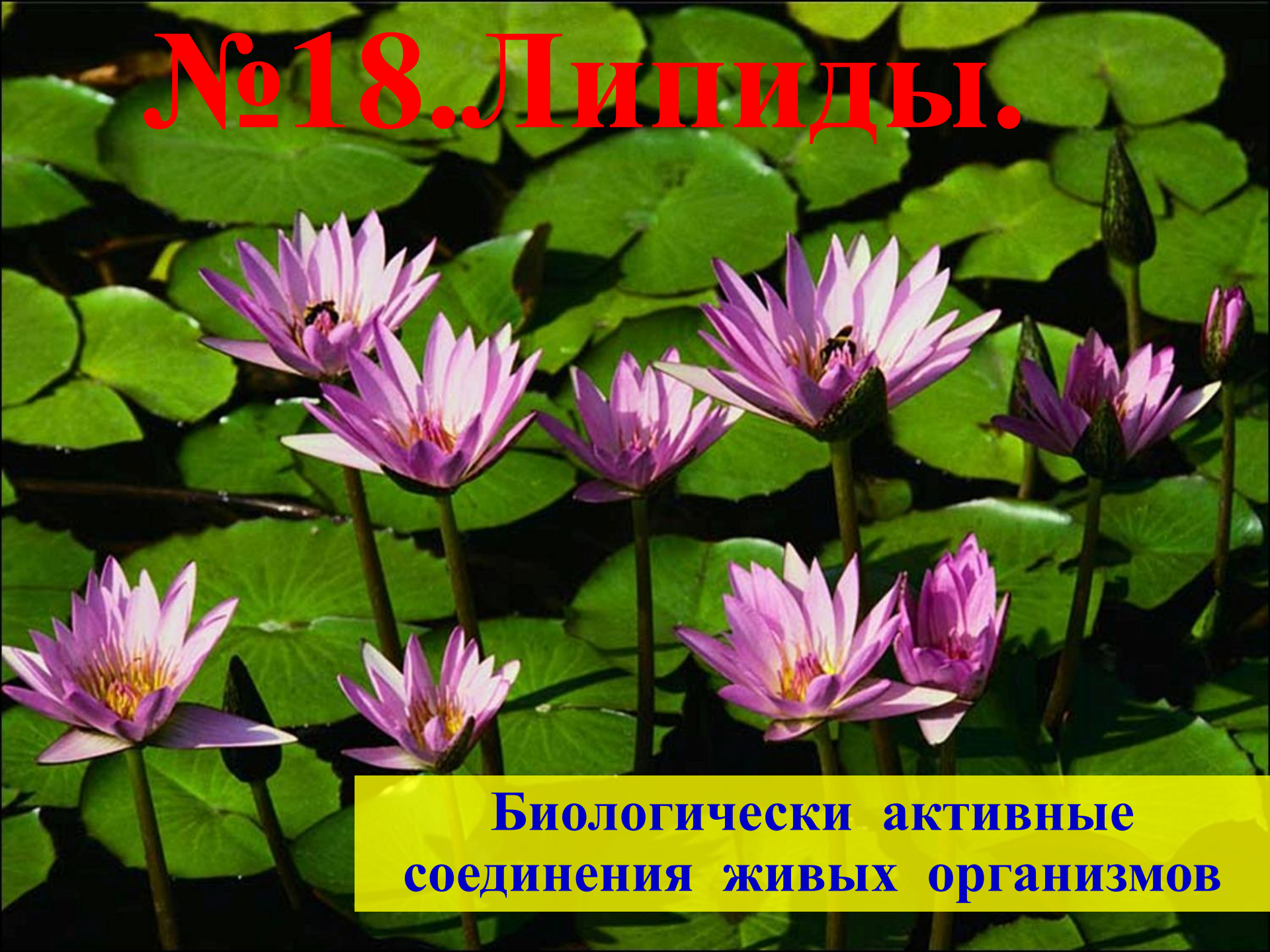


№18. Липиды.

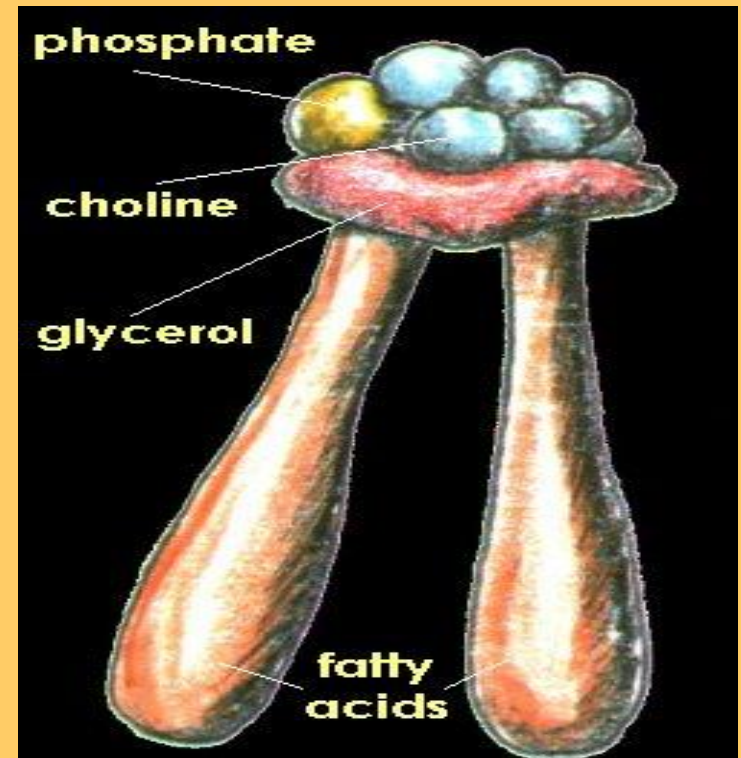


**Биологически активные
соединения живых организмов**

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);

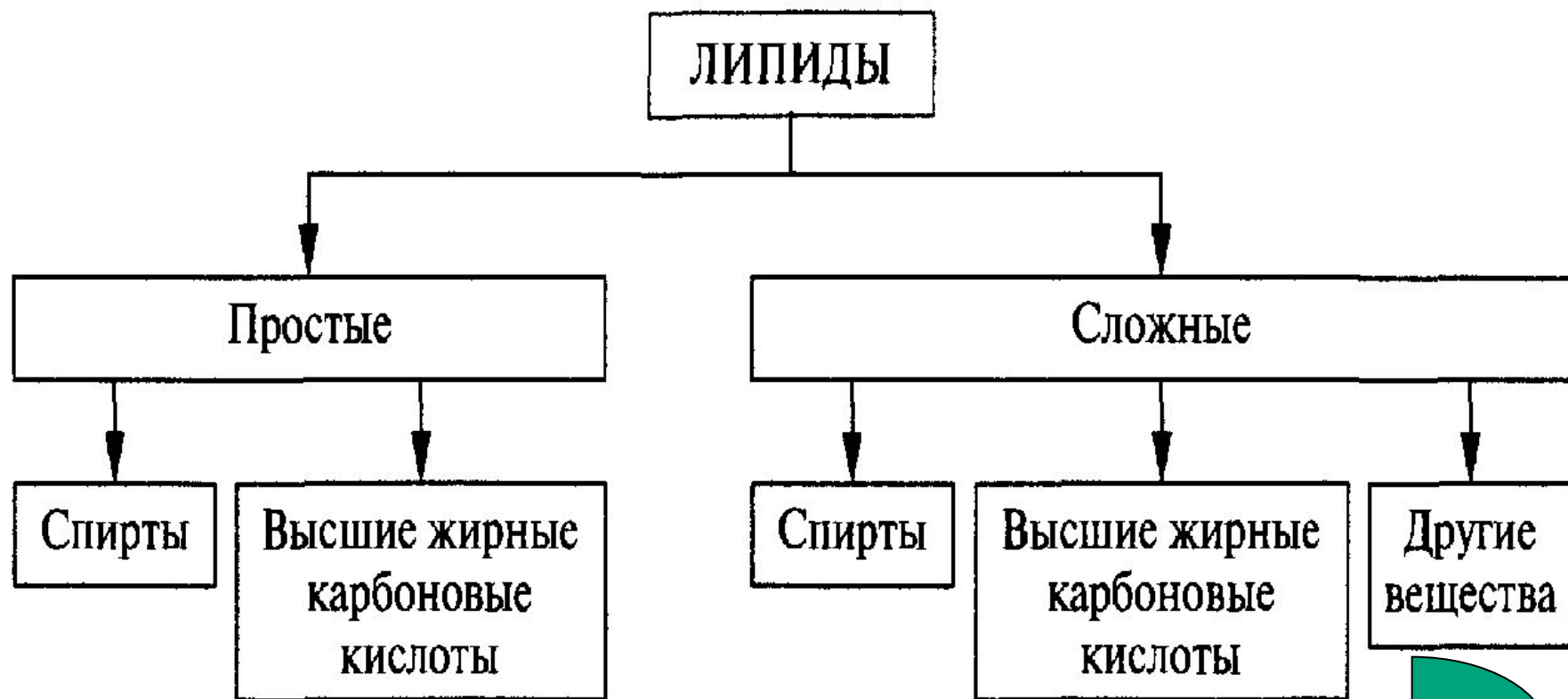
их количество и состав непостоянны и зависят от режима питания и физического состояния организма

- **Классификация липидов**

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

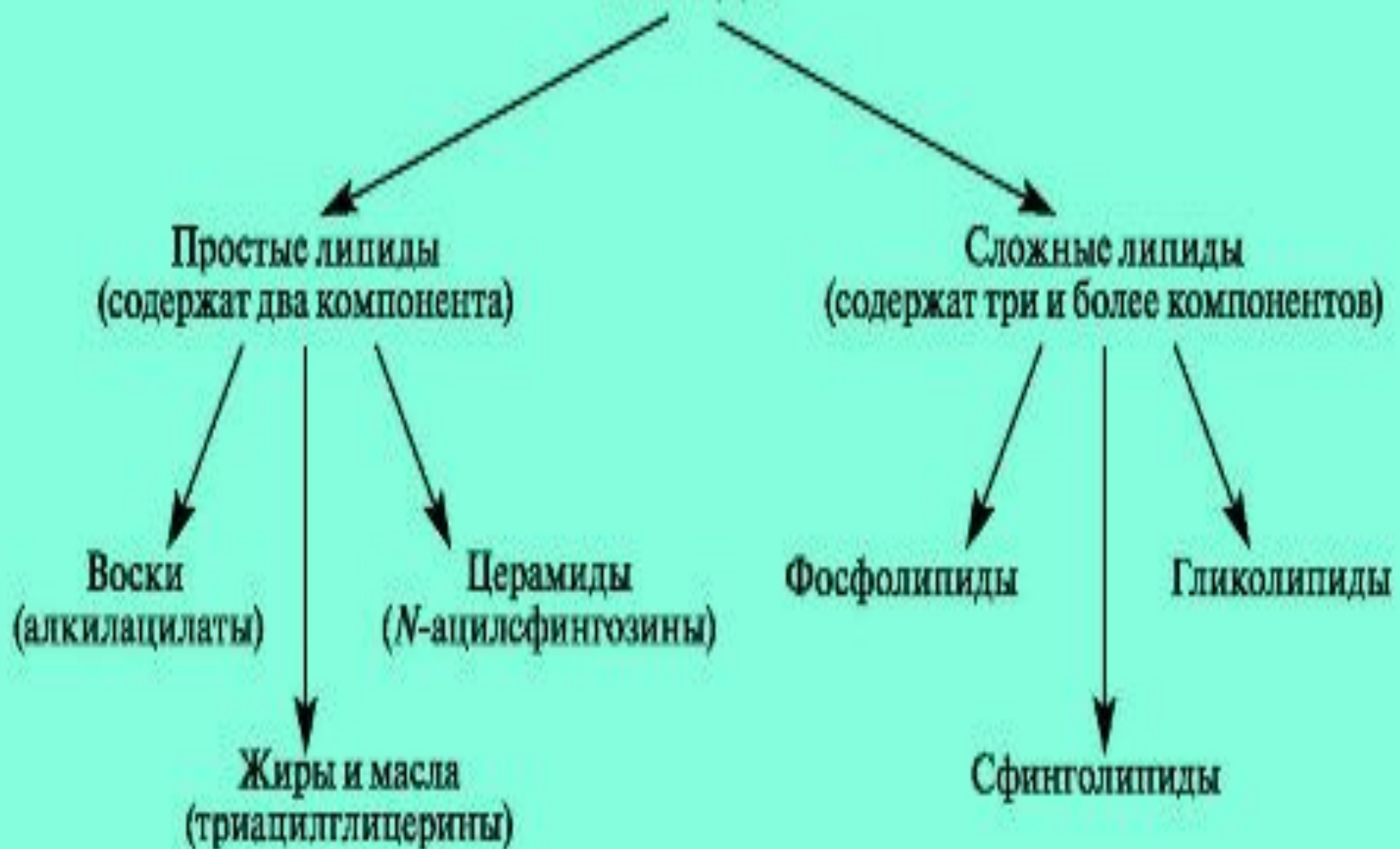
Неомыляемые липиды не подвергаются гидролизу.

Схема 15.1. Компонентный состав липидов



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

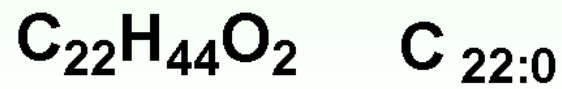
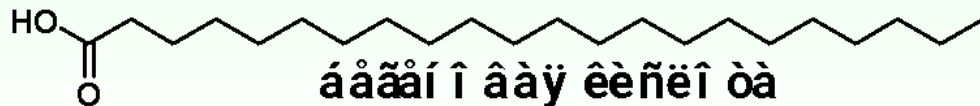
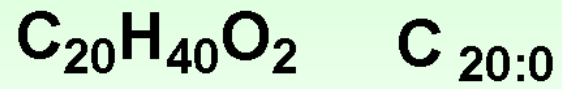
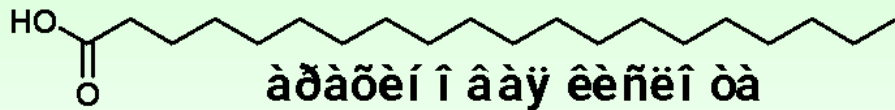
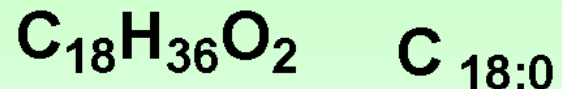
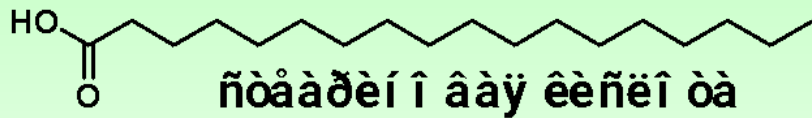
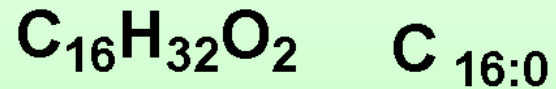
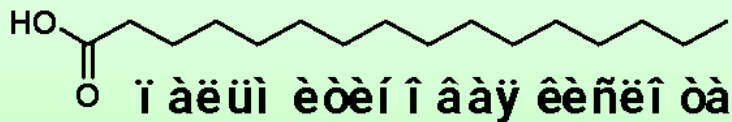
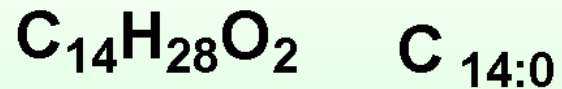
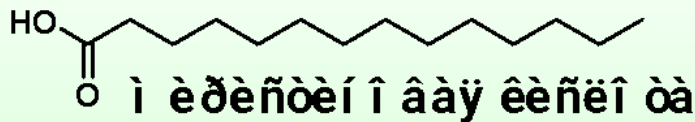
ЛИПИДЫ



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 êèñëîù



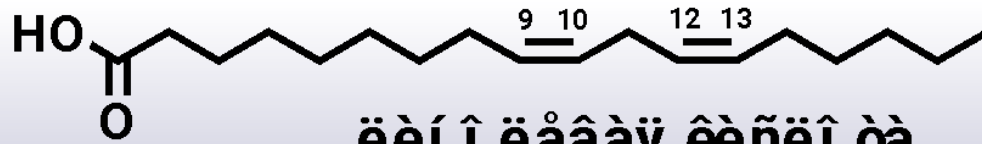
Высшие жирные кислоты (ВЖК).

Общие структурные признаки:

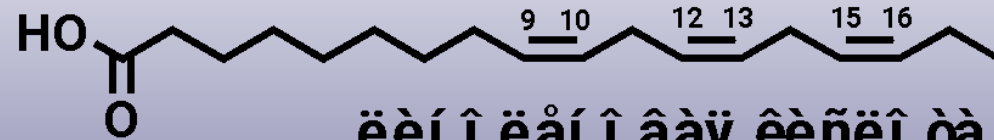
- являются монокарбоновыми;**
- содержат неразветвленную углеродную цепь;**
- включают четное число атомов углерода в цепи;**
- имеют цис-конфигурацию двойных связей (если они присутствуют).**

Составные части липидов – ненасыщенные жирные кислоты

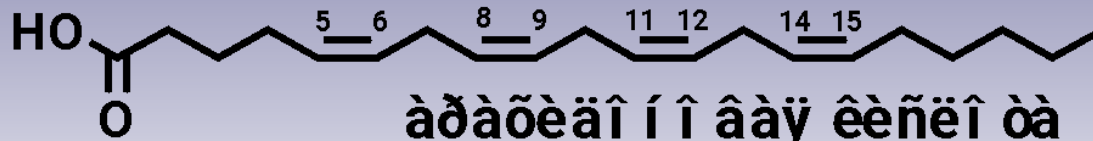
î î éâí î âü à



ëèí î ëââàü êèñëî òà



ëèí î ëâí î âàü êèñëî òà



àðàõèäî í î âàü êèñëî òà

î éâèí î âàü è ëèí î ëââàü êèñëî òà ñîñòàâëÿþò òî ÷åò 60%
 àñàõ ÆË ðàñòâîðÿþùèõ òî ÷åò 40%.

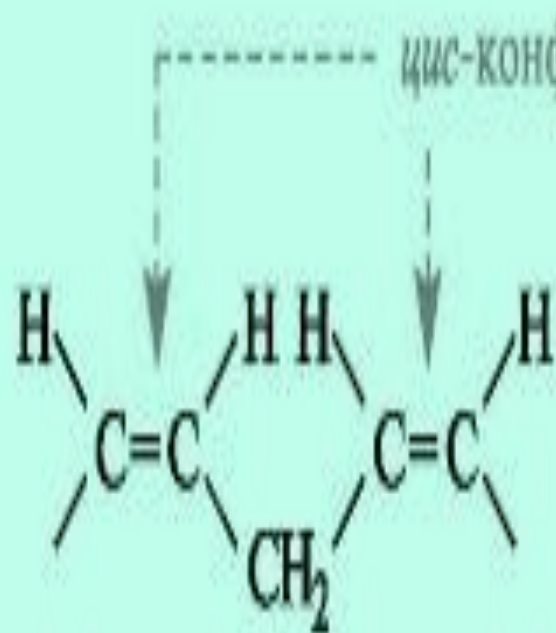
Линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты не синтезируются в организме человека и должны поступать с пищей, поэтому их еще называют **незаменимыми (эссенциальными).**

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.



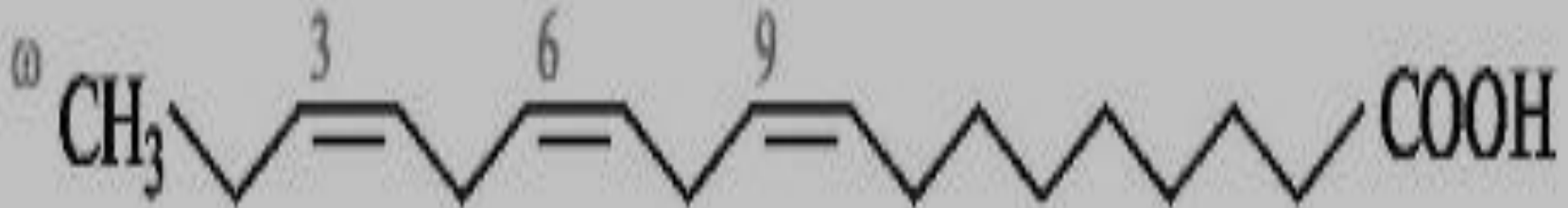


транс-конфигурация



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



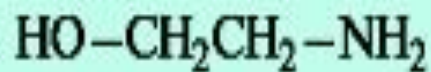
Минздрав России рекомендует 1 г АЛК/ЭПК/ДГК в сутки для потребления.

Структурные компоненты простых липидов жирные спирты.

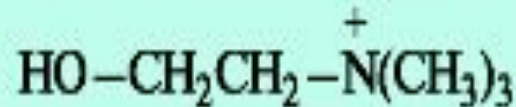
В состав липидов могут входить следующие спирты:

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

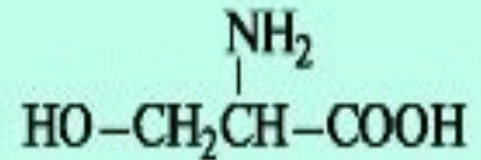
Аминоспирты.



коламин

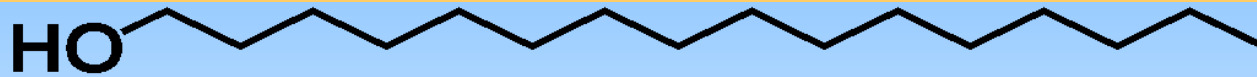


холин

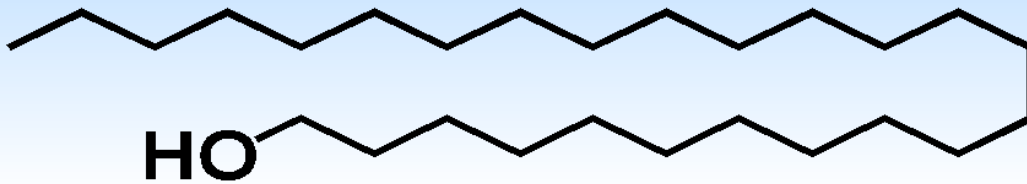
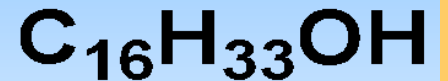


серин

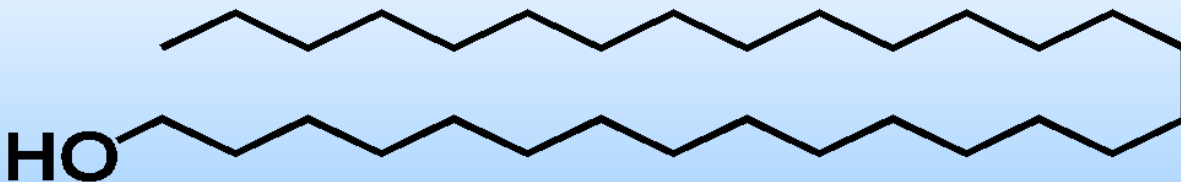
жирные спирты



öåðèëî âû é ñî èðò



öåðèëî âû é ñî èðò



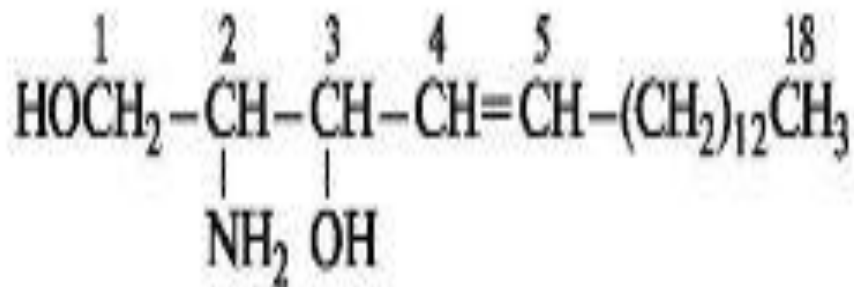
ì èðèöèëî âû é ñî èðò



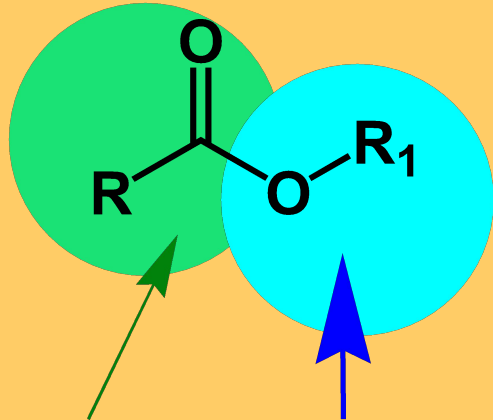
Сфингозин – ненасыщенный длинноцепочечный двухатомный аминоспирт:

2-аминооктадецен-4-диол-1,3

СФИНГОЗИН



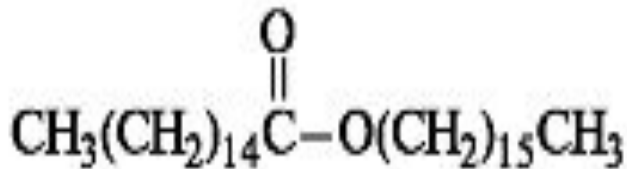
Простые липиды – **ВОСКИ.**



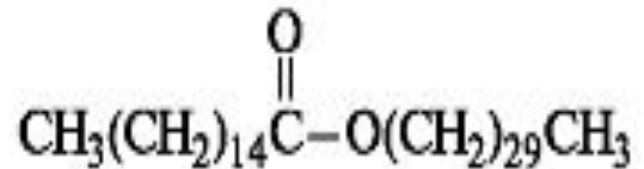
Группа R
группа высшей жирной кислоты

Группа R_1
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

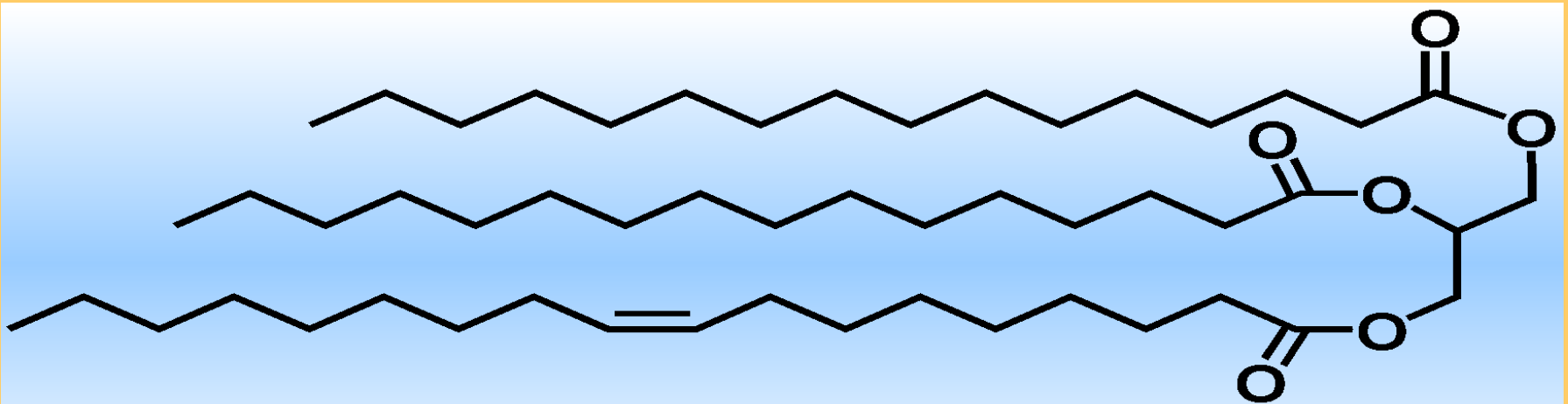
- Перья птиц и шерсть животных имеют восковое покрытие, которое придает им водоотталкивающие свойства.**
- Восковое покрытие листьев и плодов растений уменьшает потерю влаги и снижает возможность инфекции.**
- Синтетические и природные воски широко применяются в быту, медицине, в частности в стоматологии.**

Воски

RC(=O)OR'	Название	Источник
$\begin{array}{c} \text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{C}(=\text{O}) \\ \text{OC}_{16}\text{H}_{33} \end{array}$	Цетилпальмитат	Спермацет
$\begin{array}{c} \text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{C}(=\text{O}) \\ \text{OC}_{30}\text{H}_{61} \end{array}$	Мирицилпальми -тат	Пчелиный воск
$\begin{array}{c} \text{C}_{25}\text{H}_{51}\text{C}(=\text{O}) \\ \text{OC}_{30}\text{H}_{61} \end{array}$	Мирицилгексаэй -козоат	Карнаубский воск

Простые липиды – жиры.

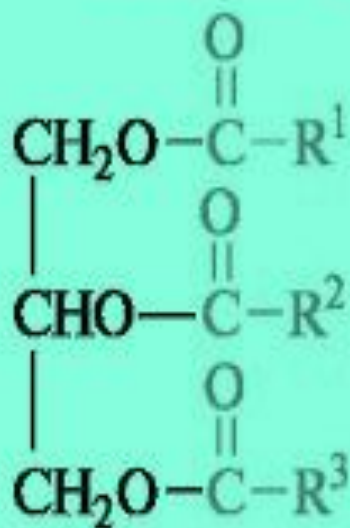
Жиры и масла (триацилглицерины) - сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот.



òďèàöèëæèöåďèí û (æèďû)

Жиры, триглицериды

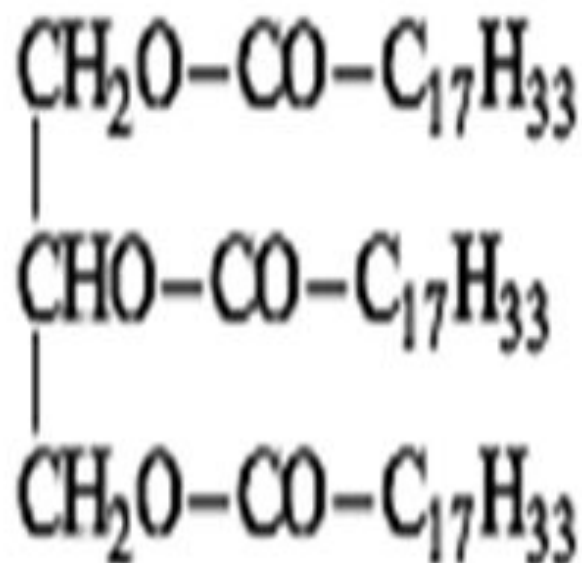
ОБЩАЯ СТРУКТУРА ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИНОВ



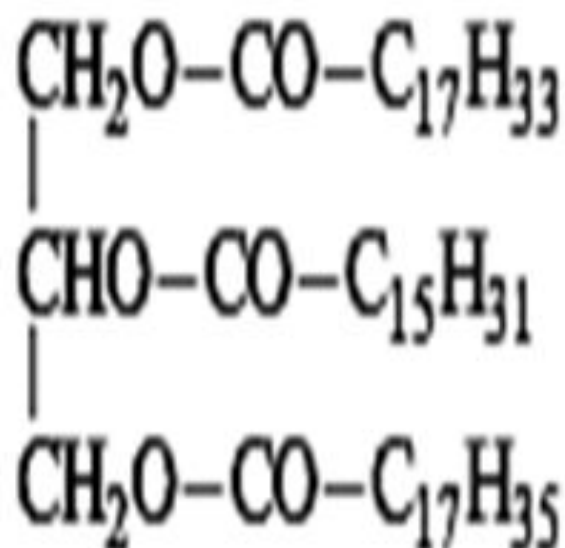
R^1CO , R^2CO , R^3CO –

ацильные остатки высших жирных кислот

полностью ацилированный глицерин.

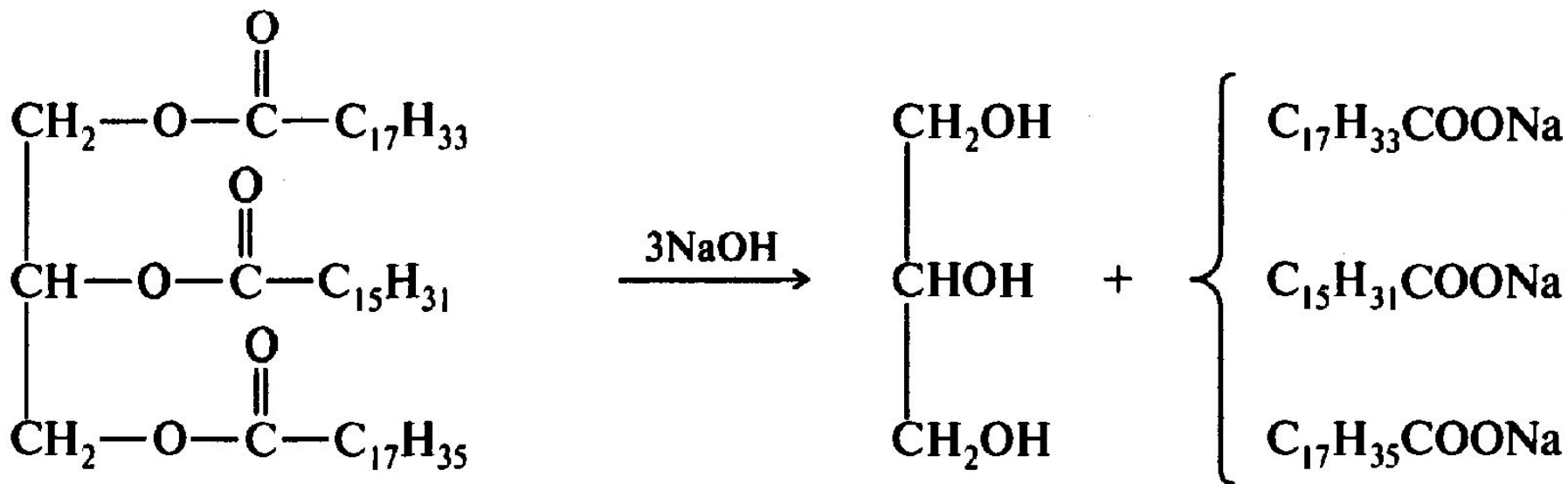


триолеоилглицерин
 (триолеин)
 т. пл. -17°C



1-олеoil-
 2-пальмитоил-
 3-стеароилглицерин

Гидролиз

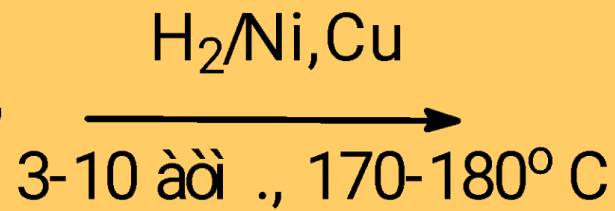


1-олео-2-пальмитостеарин

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

Гидрогенизация жиров

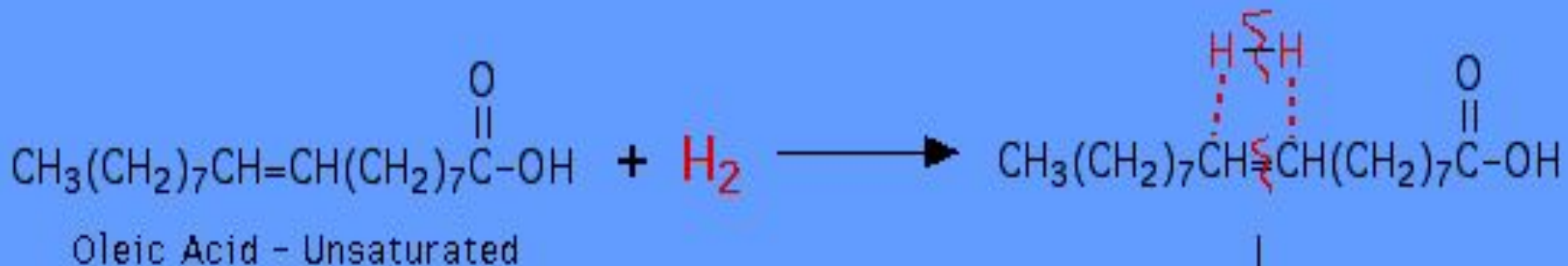
Растительное масло
(соевое, арахисовое,
хлопковое и т.п.)



Жир (маргарин).



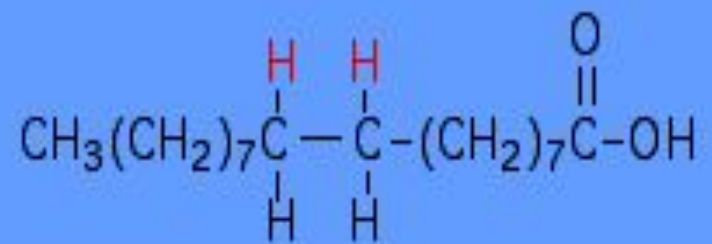
Hydrogenation of Oleic Acid



H_2



Stearic Acid - Saturated



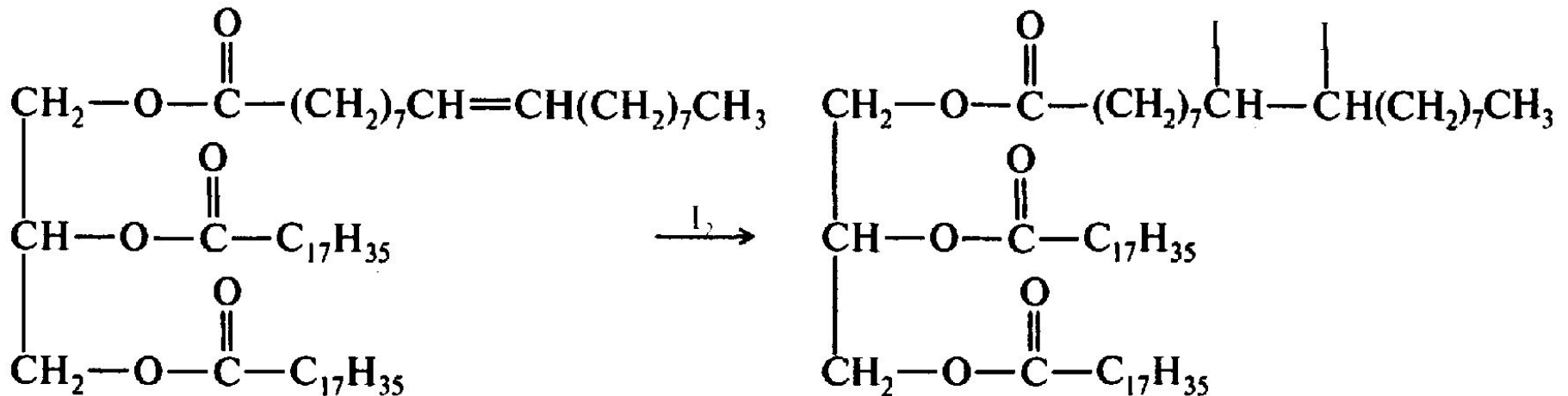
Степень ненасыщенности триглицеридов

йодное число,

которое равно количеству йода

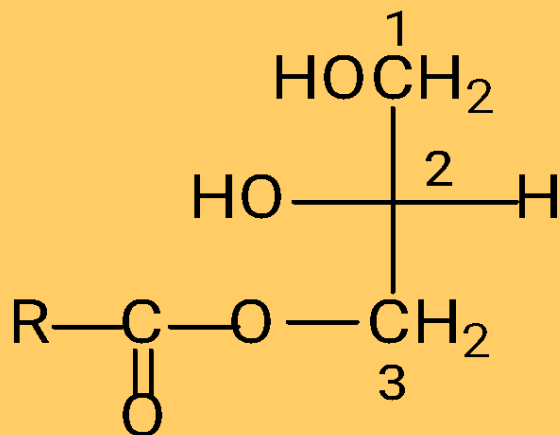
(в граммах), присоединяющемуся к 100 г

жира.

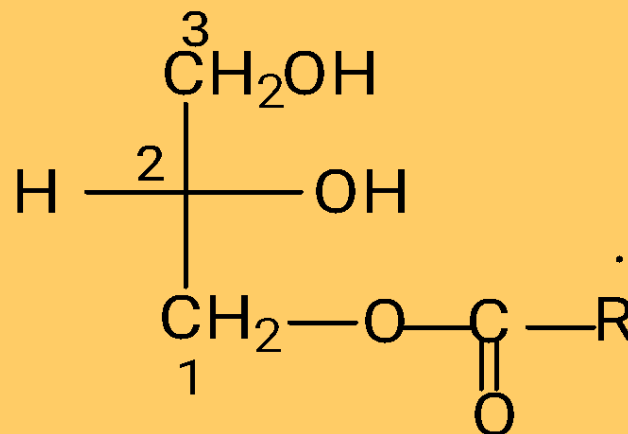


1-олеодистеарин

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



sn-3-Моноацилглицерин

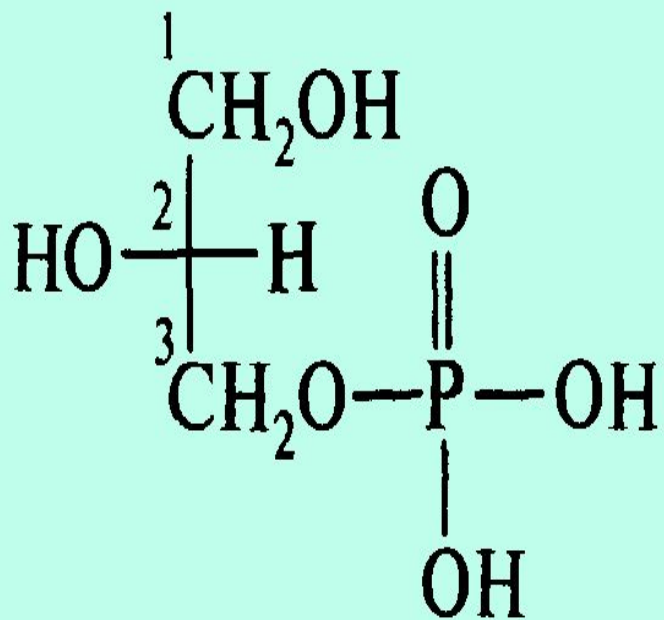


sn-1-Моноацилглицерин

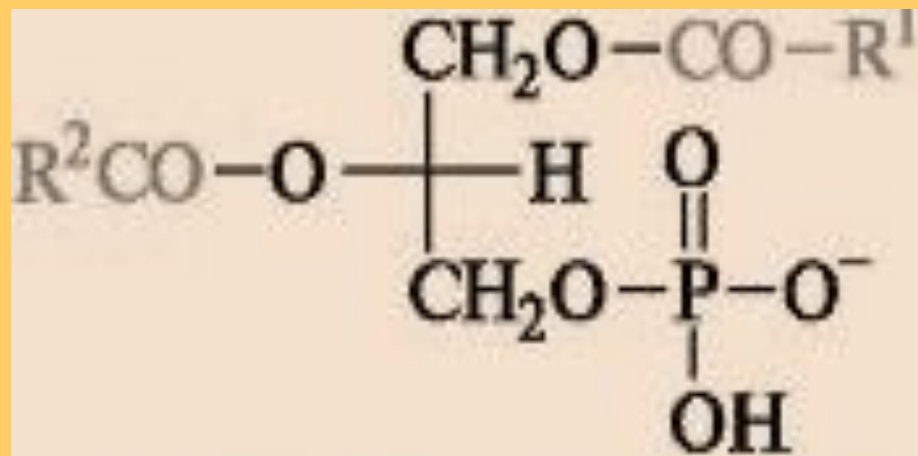
Sn (stereo specific numbering)

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

Глицерофосфолипиды - главные липидные компоненты клеточных мембран.



L-глицеро-3-фосфат

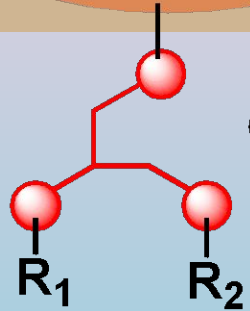


L-фосфатидовые кислоты

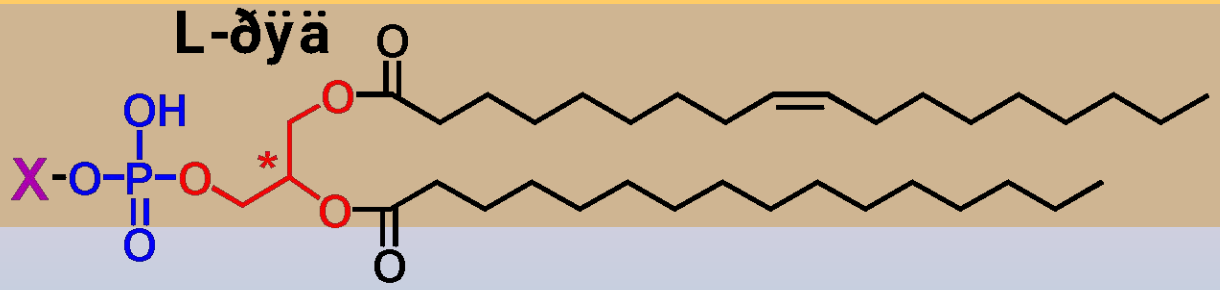
R^1CO , R^2CO — остатки высших
жирных кислот

Фосфолипиды – главные компоненты биологических мембран

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



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



$\text{C}_1\text{H}_2\text{O}_2$
 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$
 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$

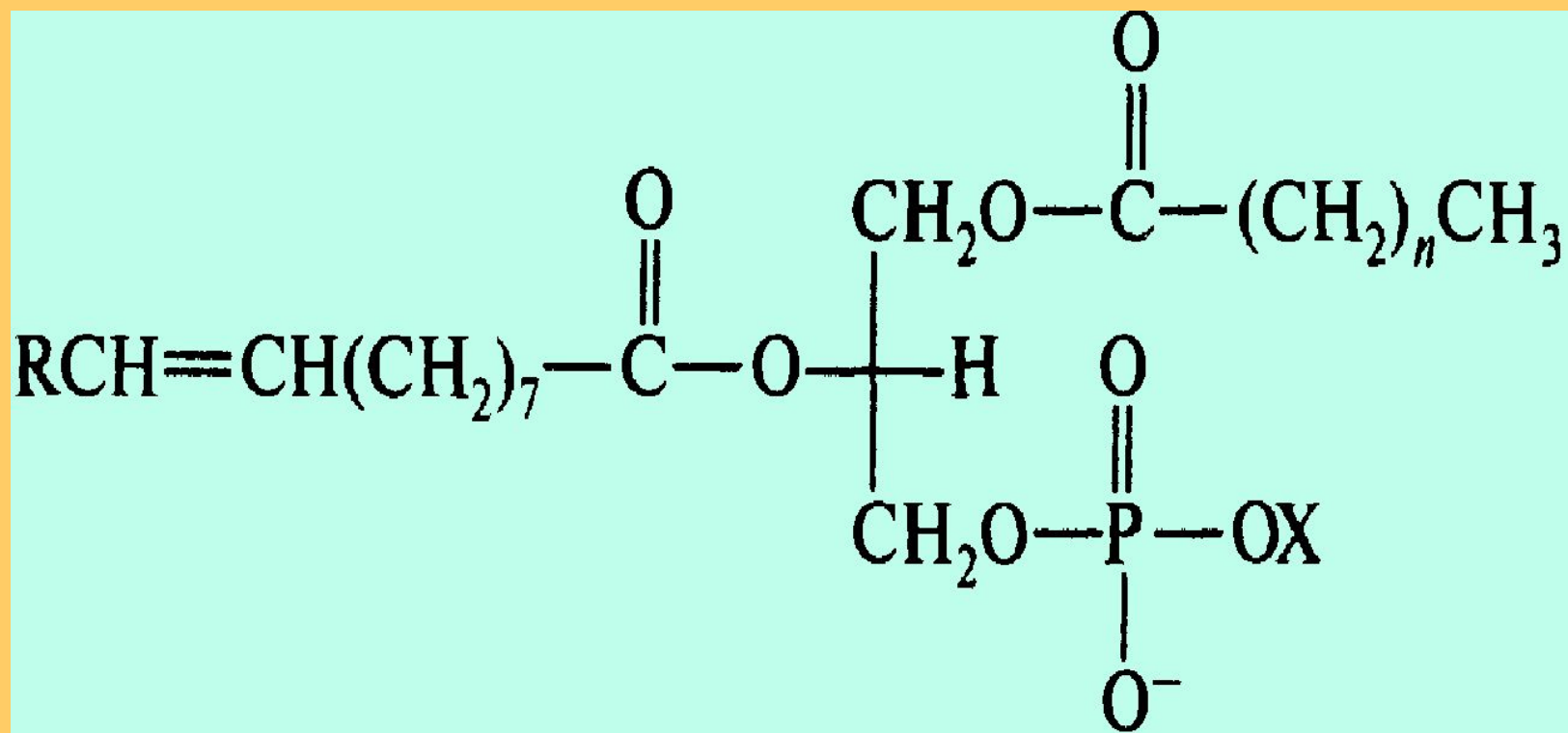
$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$
 $\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}_2$

$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$
 $\text{C}_y\text{H}_x\text{O}_z$

$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$
 $\text{C}_y\text{H}_x\text{O}_z$

$\text{C}_1\text{H}_2\text{O}_2$ - $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$ \rightarrow $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ \rightarrow $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ \rightarrow $\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}_2$ \rightarrow $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ \rightarrow $\text{C}_y\text{H}_x\text{O}_z$

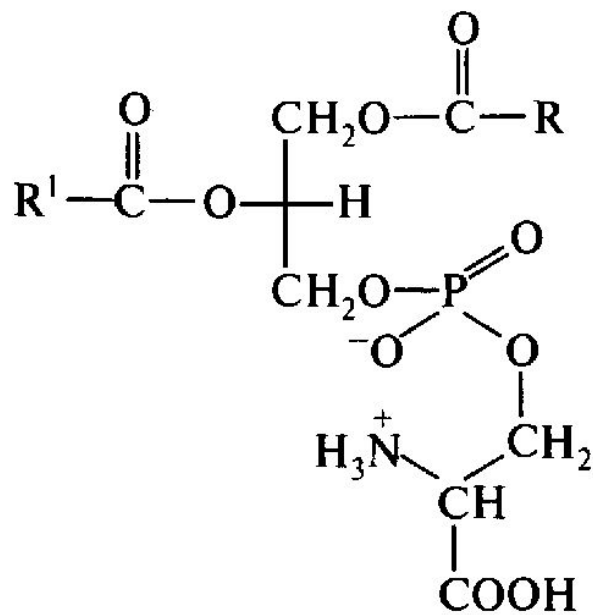
(1-5% \rightarrow $\text{C}_1\text{H}_2\text{O}_2$ \rightarrow $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_4$ \rightarrow $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ \rightarrow $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ \rightarrow $\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}_2$ \rightarrow $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ \rightarrow $\text{C}_y\text{H}_x\text{O}_z$)



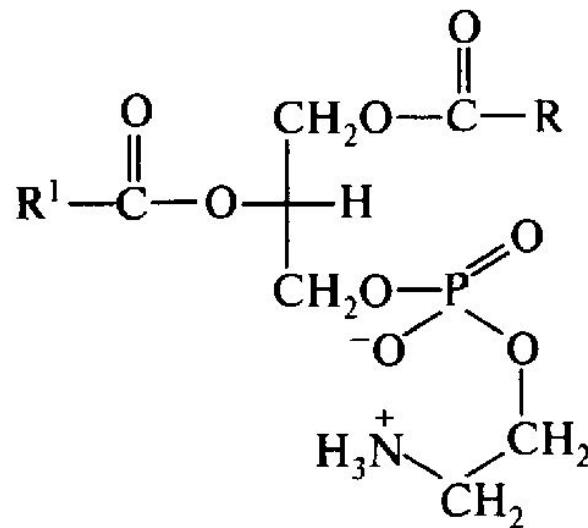
общая структура фосфатидов

(pH ~7,4)

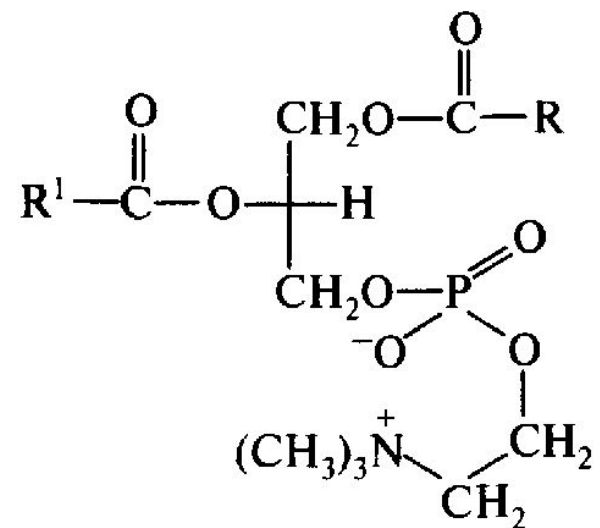
Глицерофосфолипиды. Эти соединения являются главными липидными компонентами клеточных мембран. Они сопутствуют жирам в пище и служат источником фосфорной кислоты, необходимой для жизни человека.



фосфатидилсерины
(серинкефалины)

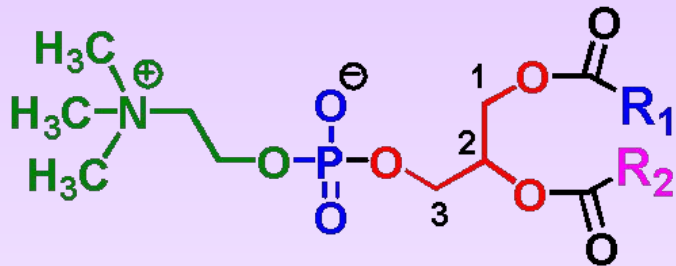


фосфатидилэтаноламины
(коламинкефалины)



фосфатидилхолины
(лецитины)

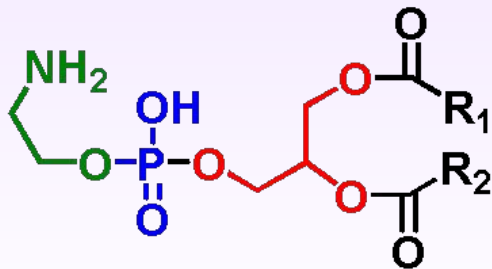
Фосфолипиды



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

Фосфолипиды

Входят в состав мембран, обеспечивают текучесть и эластичность. В мембранах животных клеток составляют 50% от липидов. В мембранах растений и грибов - 15-30%. В мембранах бактерий - 20-30%.

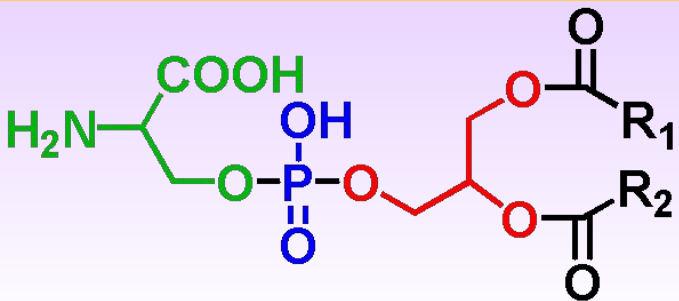


Входят в состав мембран, обеспечивают текучесть и эластичность. В мембранах животных клеток составляют 15-30% от липидов. В мембранах растений и грибов - 20-30%. В мембранах бактерий - 20-30%.

Фосфолипиды

Входят в состав мембран, обеспечивают текучесть и эластичность. В мембранах животных клеток составляют 15-30% от липидов. В мембранах растений и грибов - 20-30%. В мембранах бактерий - 20-30%.

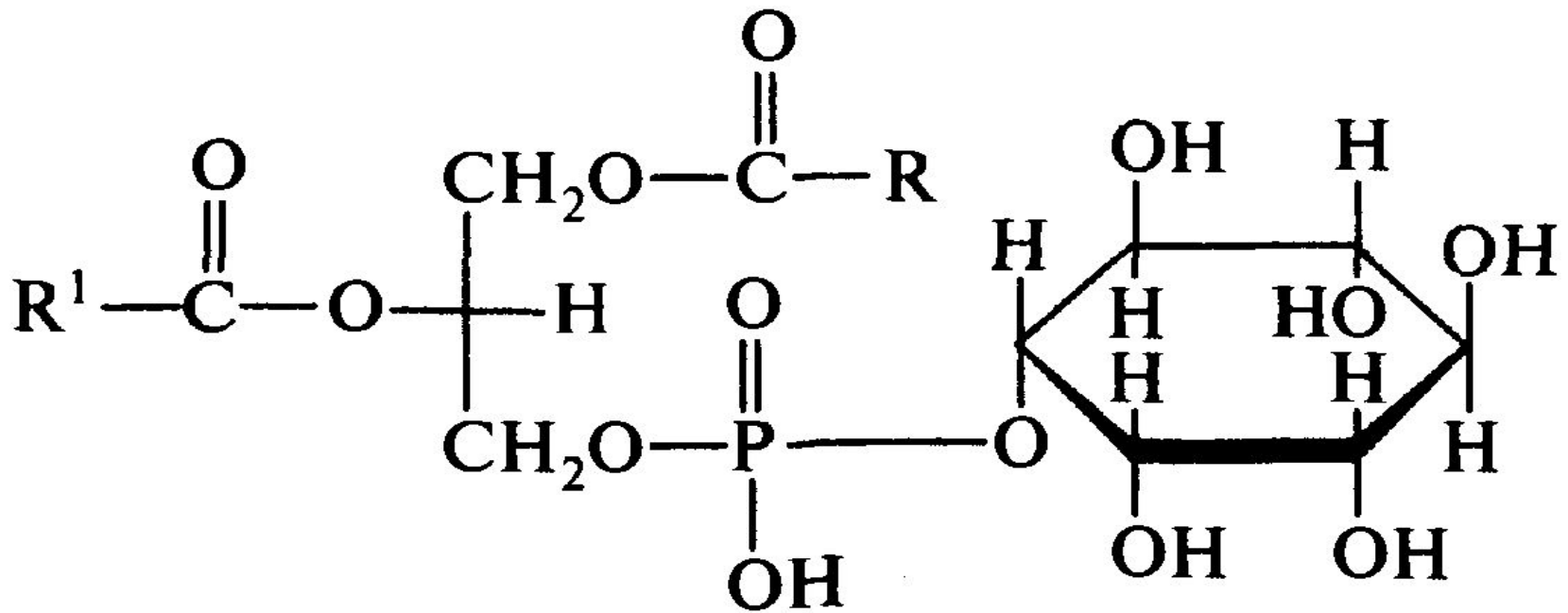
Фосфолипиды



Äî 10-15% î ò î áù áã ãî ëî ëè÷ãñòâà
ô î ñô î ëèï èäî â â òèáí ýõ ì èãëî ì èòàð -
ù èõñý. Ëî èàèèçàöèý: ì î çã, ñãðäöã,
ï á÷áí ü, ï î ÷èè, ñãëãç, í èà, è, ãèèã.

Ô î ñô àèèèëñãðèí ù

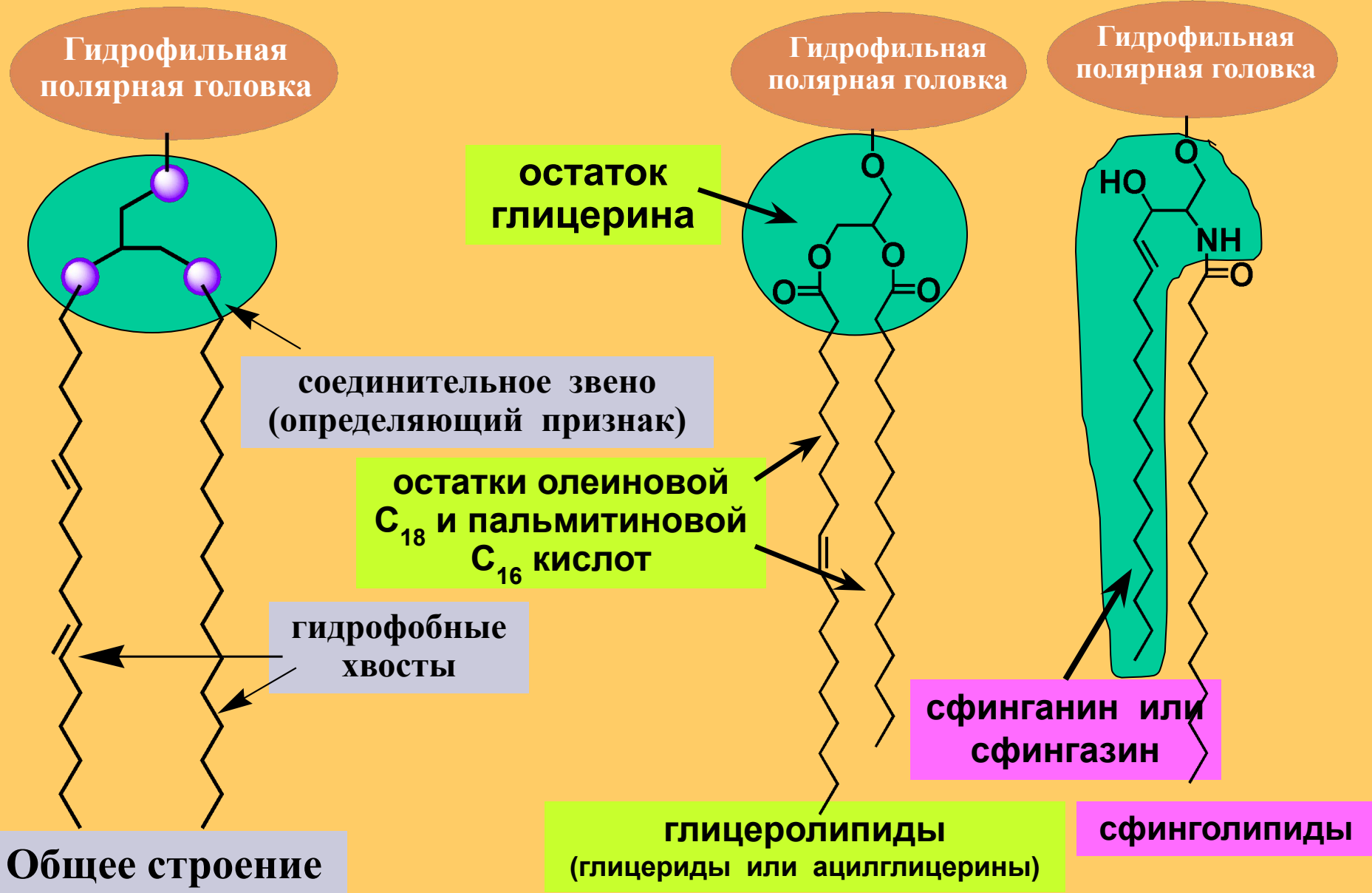
Âù ñòóí àãò ðããóëýòí ðî ì àèèèáí î ñèè ðýãã ì áí áðáí î ñãýçáí í ù õ
ô áðí áí òí â; ýãëýãòñý ï ðããø áñòâáí í èèî ì ï ðè áèî ñèí òãçã
ô î ñô àèèèëýòáí î èàè èí î â.

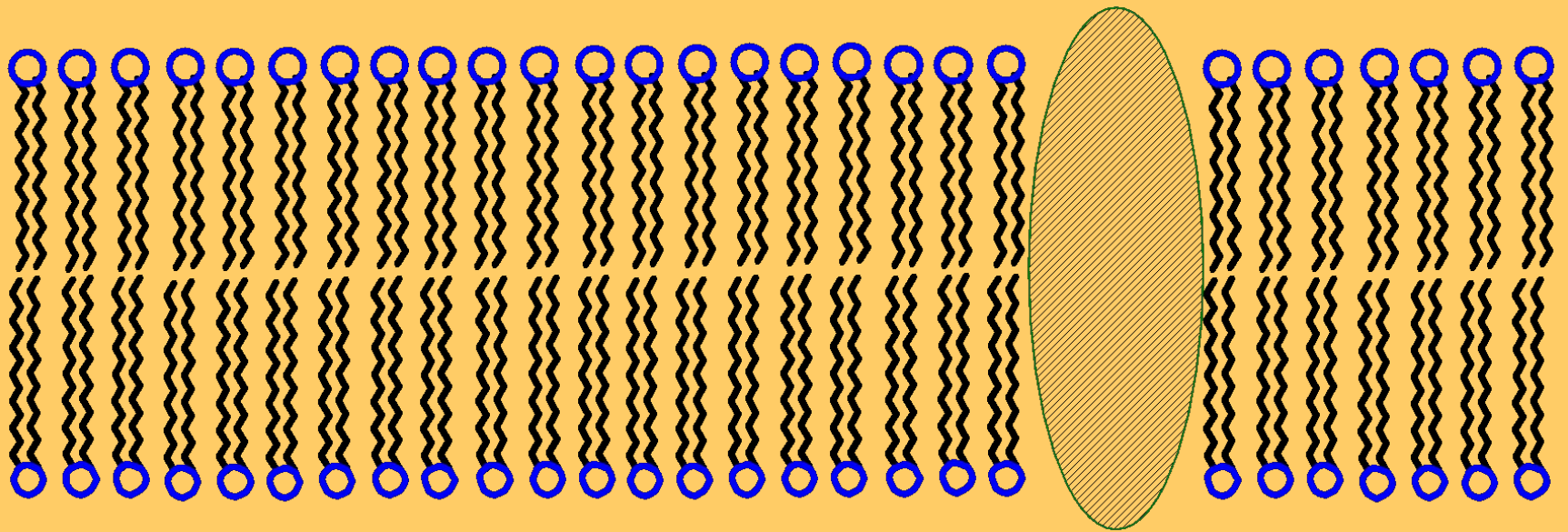


фосфатидинозиты

к кислым глицерофосфолипидам.

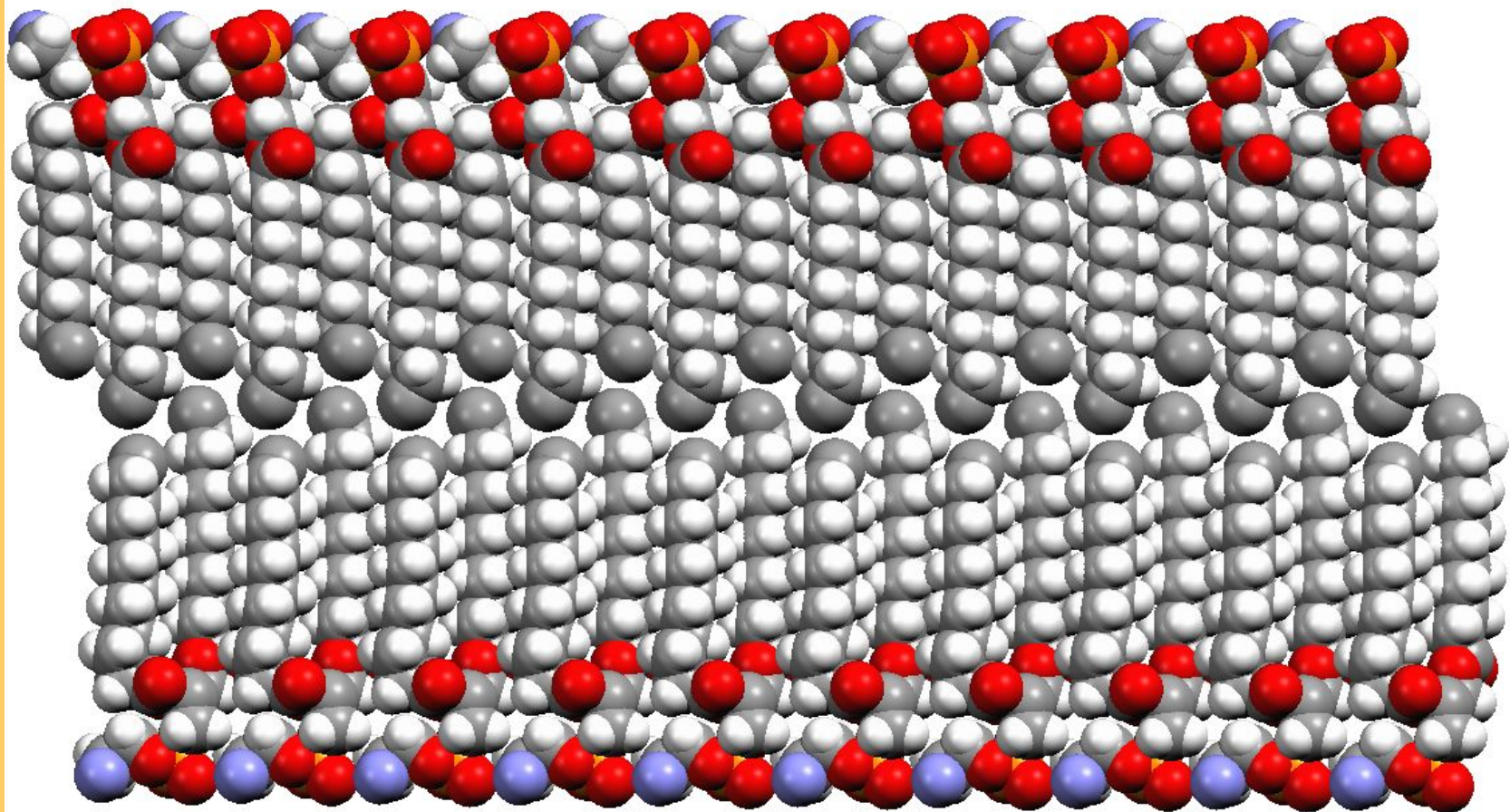
Первичная классификация липидов биологических мембран





Жидкостно-мозаичная модель мембраны
Зингера-Николсона

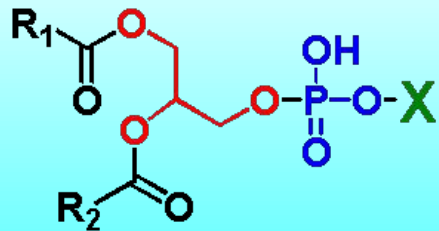




Кристаллическая структура 1,2-лауроилфосфатидилэтаноламина (кефалина)

Фосфолипиды

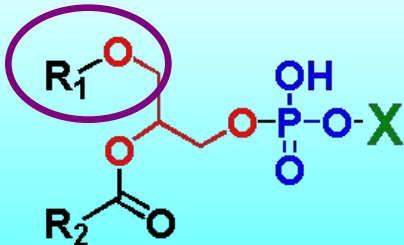
Àèàöèëüí û á
æèèöäđî ô î ñô î èèì èäû



ô î ñô àèèäèè

(î áýçàòäëüí û é
êî ì î í í áí ò áí ëüø éí ñòàà
ì àì áđàí æèáí òí û ò,
đàñòèòäëüí û ò è
áàèòäðèàëüí û ò èèäòí è)

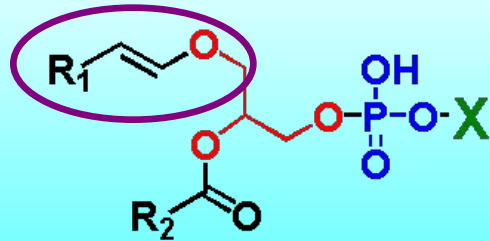
Àèèèèàöèëüí û á
æèèöäđî ô î ñô î èèì èäû



î èàçì áí èè

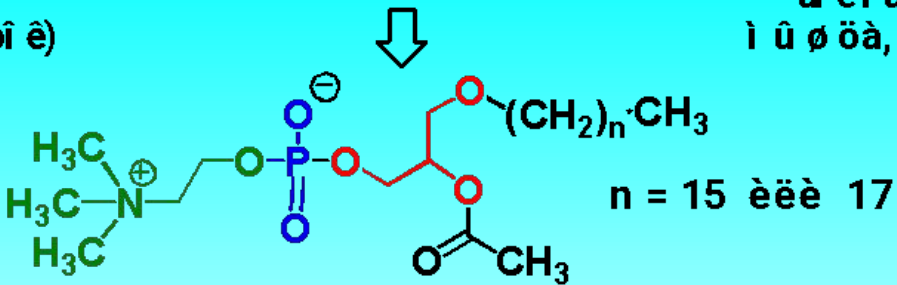
(÷àñòí àñòðä÷ààòñý á òèáí ýò
æèáí òí û ò í đāáí èçì í á ì í đāé
è í èāáí í á)

Ï èàçì àèì äáí û



Ï èàçì áí èè

(áí 22% î ò í áú áāí êí èè÷àñòàà
ò í ñô î èèì èäí á; á í đāáí èçì á
÷àèí áāèà - í áđàí ú á òèáí è,
ā êí áí í é ì í çā, ñāđāá÷í áý
ì ú ø òà, í äāí í ÷à÷í èèè, ñí áđì à)



Òđí ì áí öèòàèòèâèđóð ù èé ô àèòí đ

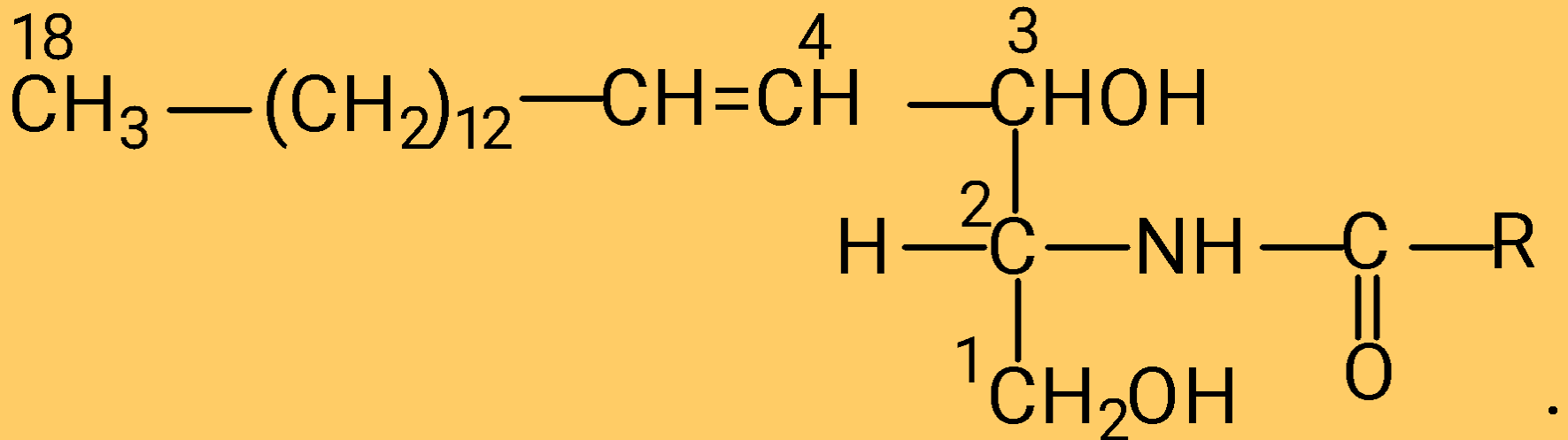
(â êí í òáí òđàöèýò <1 í áí ì ì í ëü èçì áí ýàò ì í đò í êí æð òđí ì áí öèòí á, áú çú áāàò èò
āāđāāöèð è í đèáí äèò è áú ñáí áí æāáí èð 5-æäđí êñèòðèí òàì éí à; ó÷àñòàóàò á đàçàèòèè
đýāà í ñòđú ò àèèäðæ÷àñèèò è áí ñí àèèòäëüí û ò đāàèòèé ó æèáí òí û ò è ÷àèí áāèà)

Сфинголипиды

Церамиды

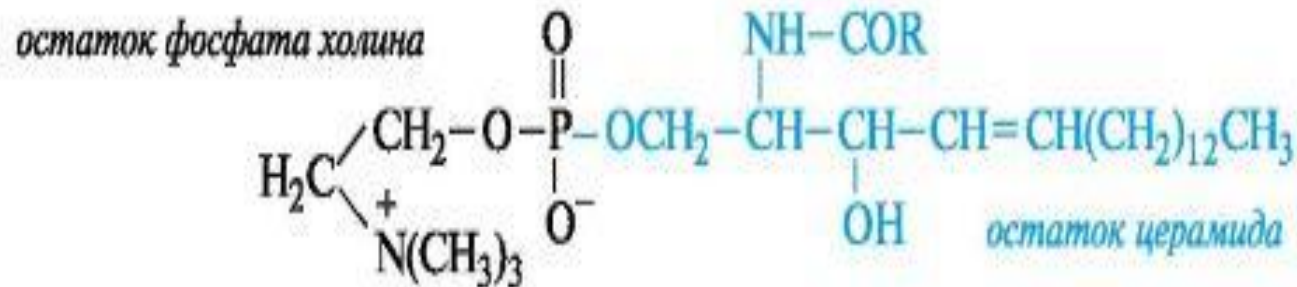
Эти соединения можно рассматривать как

***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

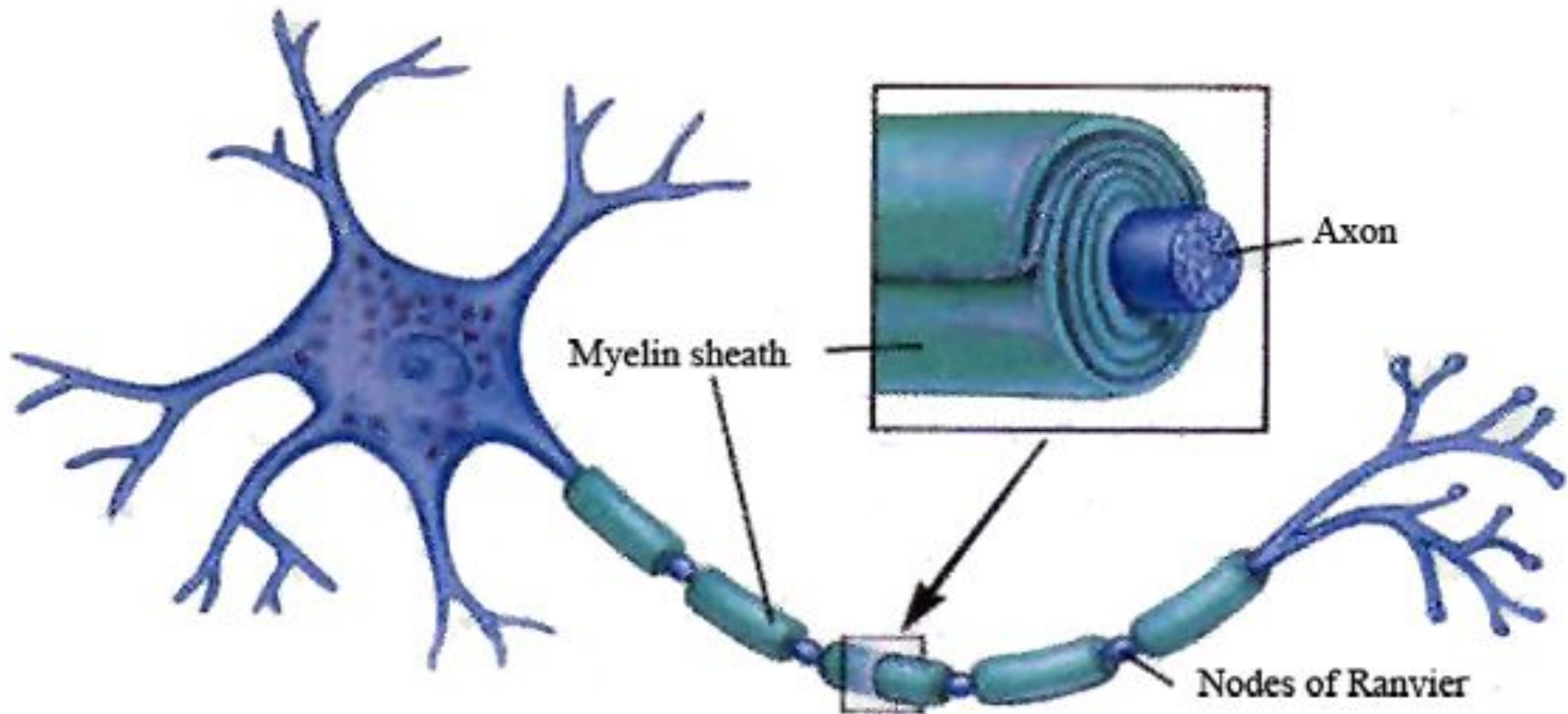


RCO – остаток высшей жирной кислоты



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.

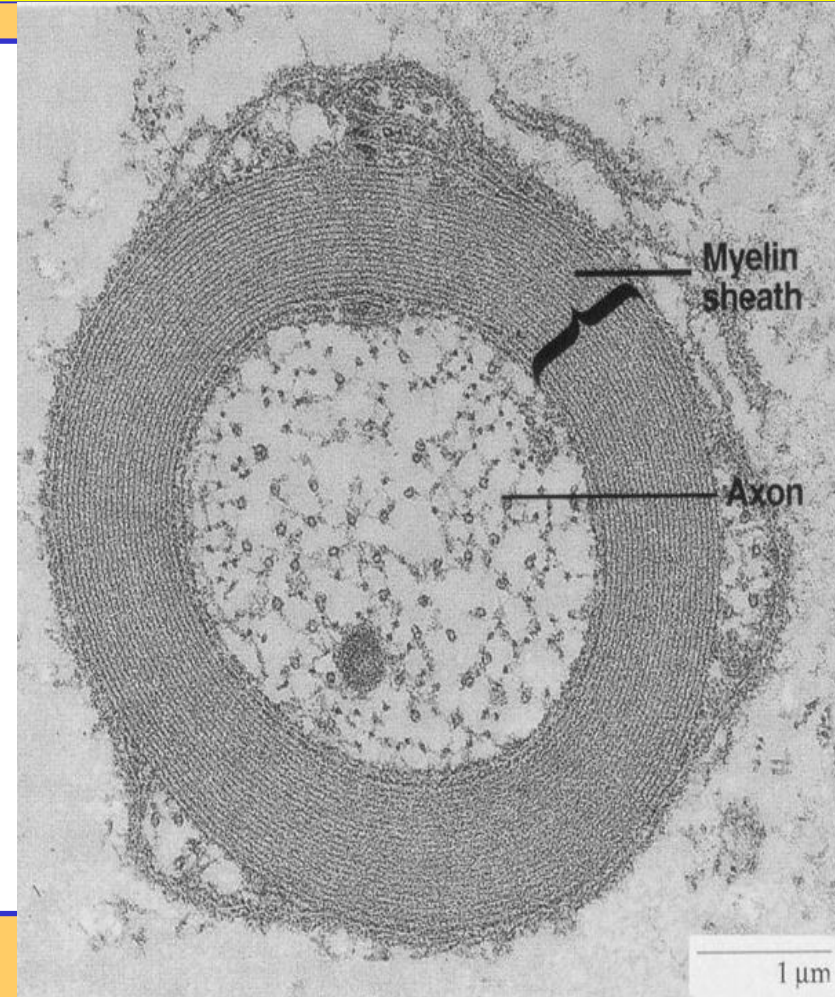
- *по миелинизированным волокнам нервный импульс проводится приблизительно в 5—10 раз быстрее, чем по немиелинизированным.*

Цвет миелинизированных нейронов — белый, отсюда

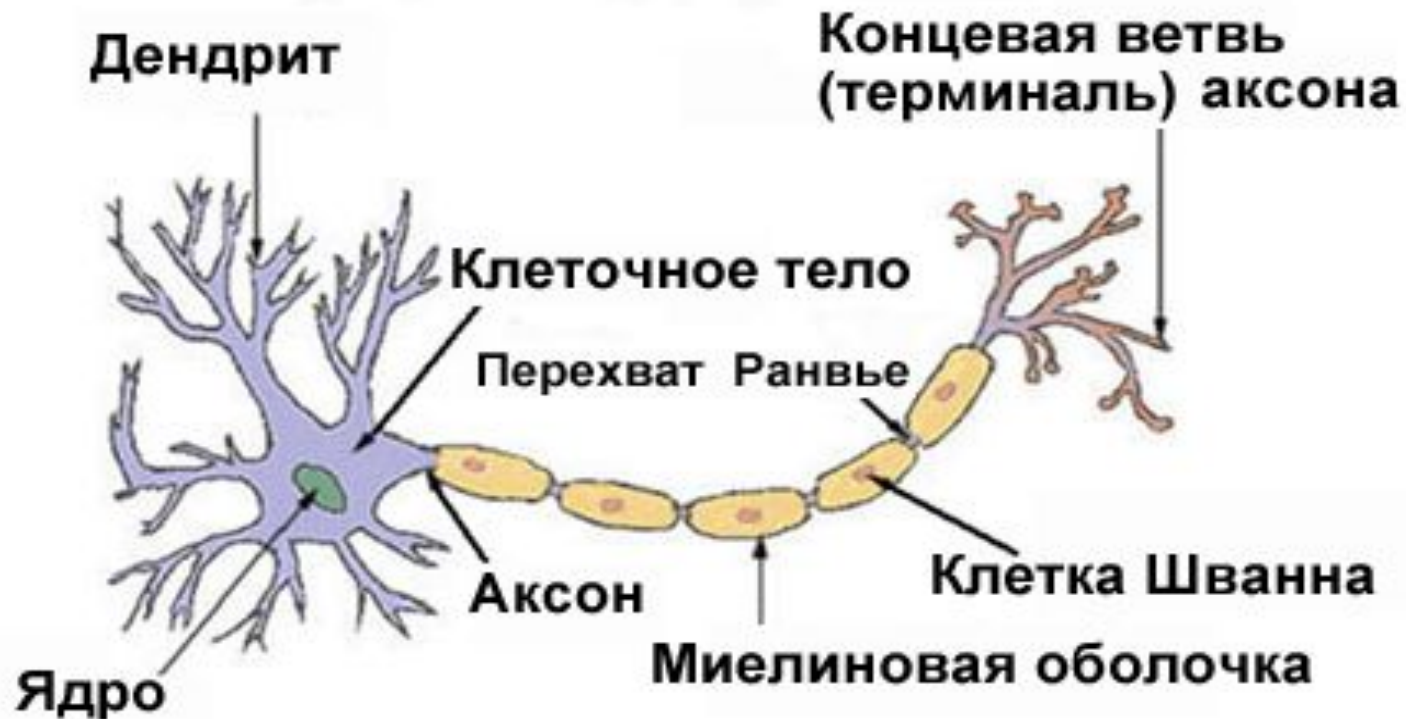
название «**БЕЛОГО**

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.



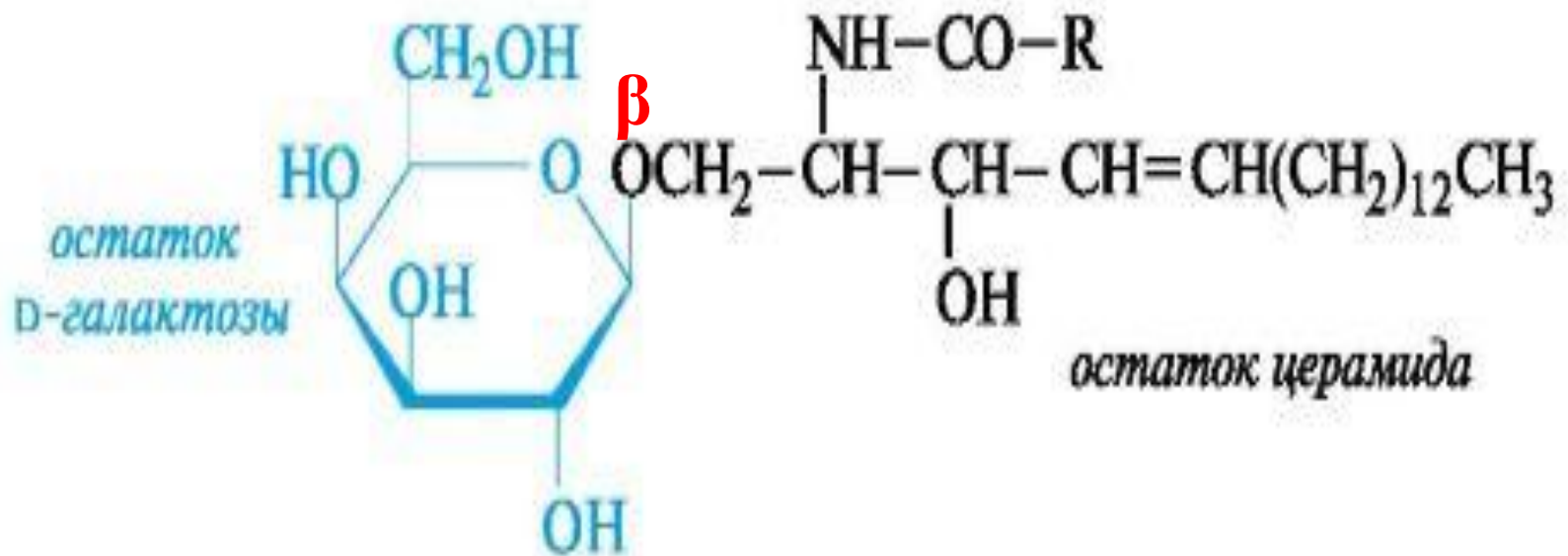
Типичная структура нейрона



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

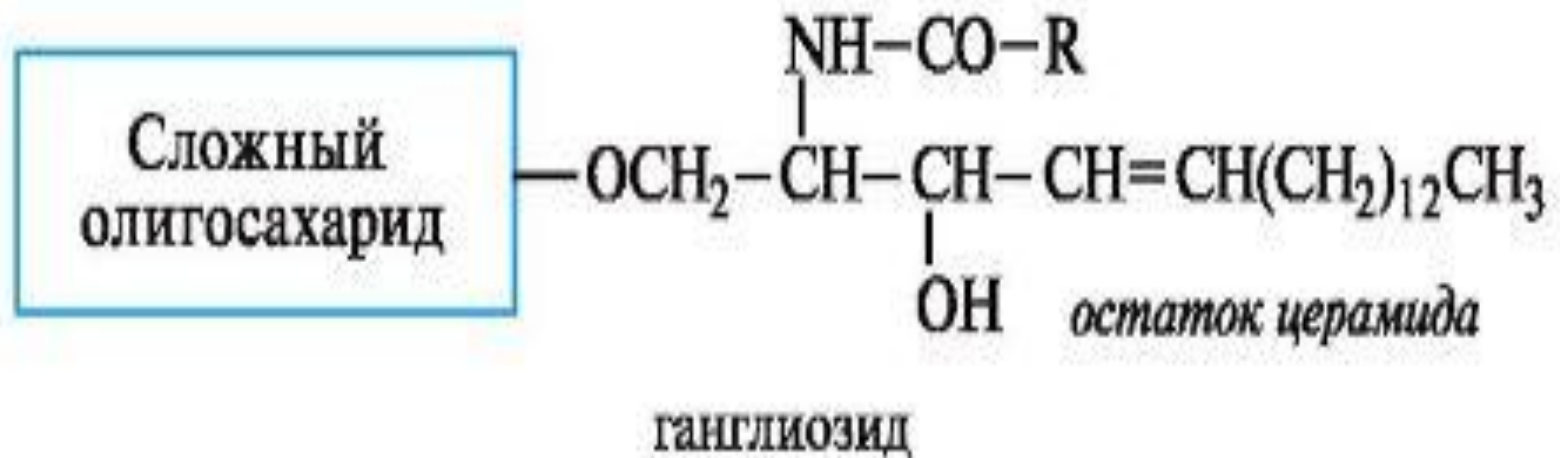
Гликолипиды

ОБЩАЯ СТРУКТУРА ГАЛАКТОЦЕРЕБРОЗИДОВ



входят в состав оболочек нервных клеток.

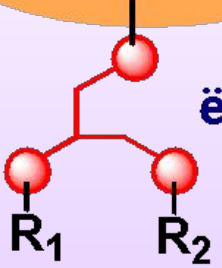
Ганглиозиды - богатые углеводами
сложные липиды - впервые были выделены
из серого вещества головного мозга.



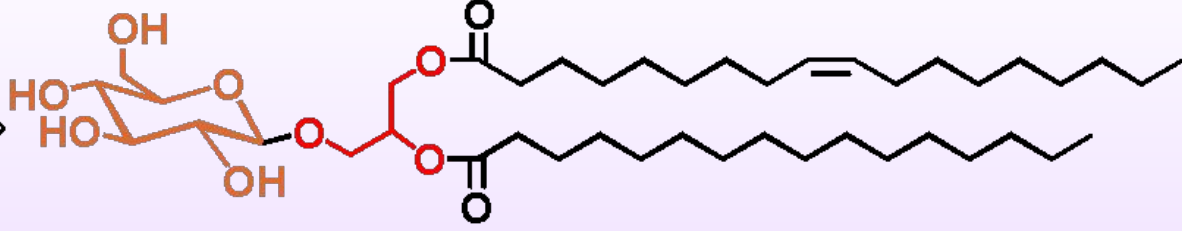
Фосфолипиды

Аэеēī ēēī èäû .

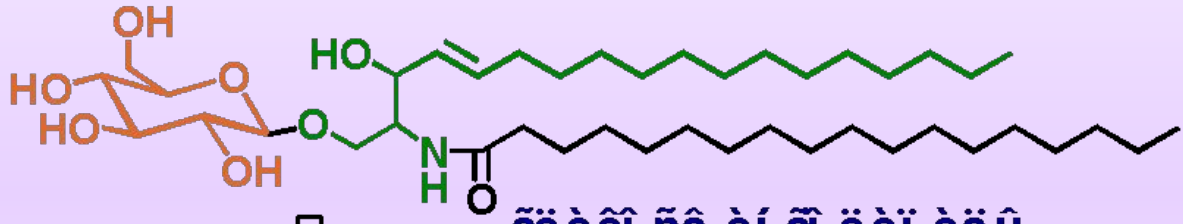
æäđī ô èëüí àÿ
ī î ëÿđí àÿ āī ēī áèà



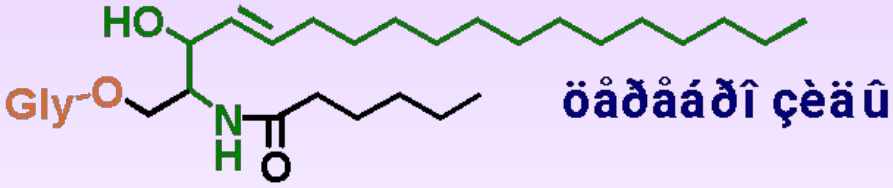
ēēī èäû



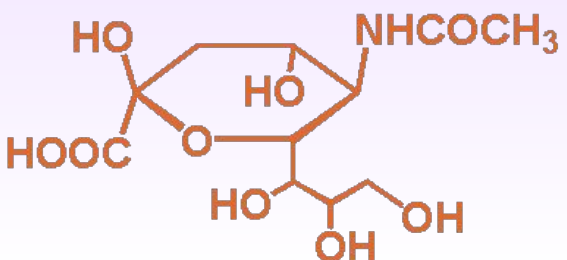
ãèèēī ãèèöäđī èēī èäû



ãèèēī ñô èí āī èēī èäû

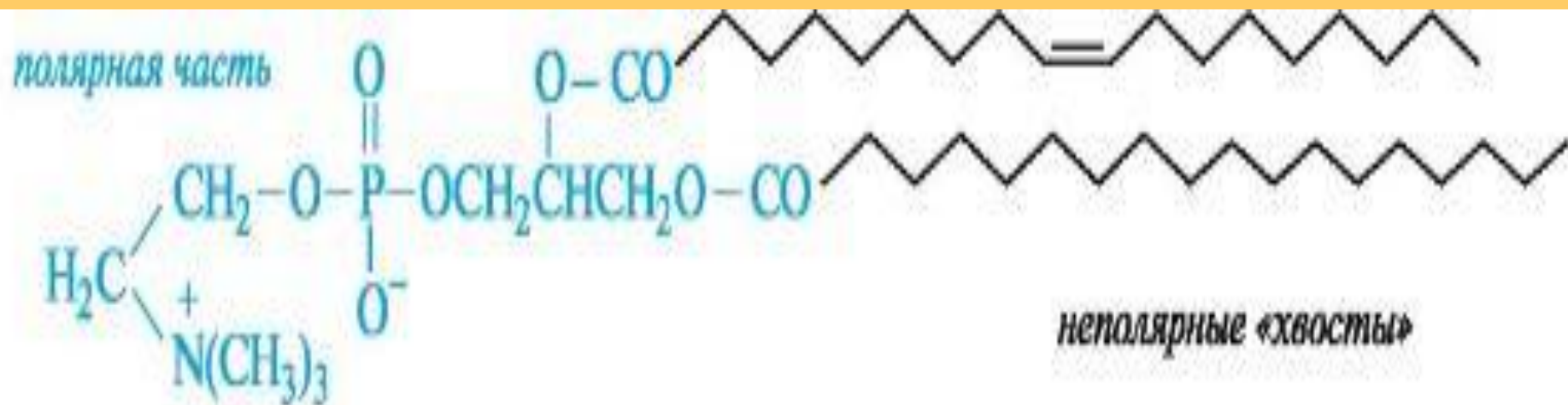


öäđāáđī çèäû



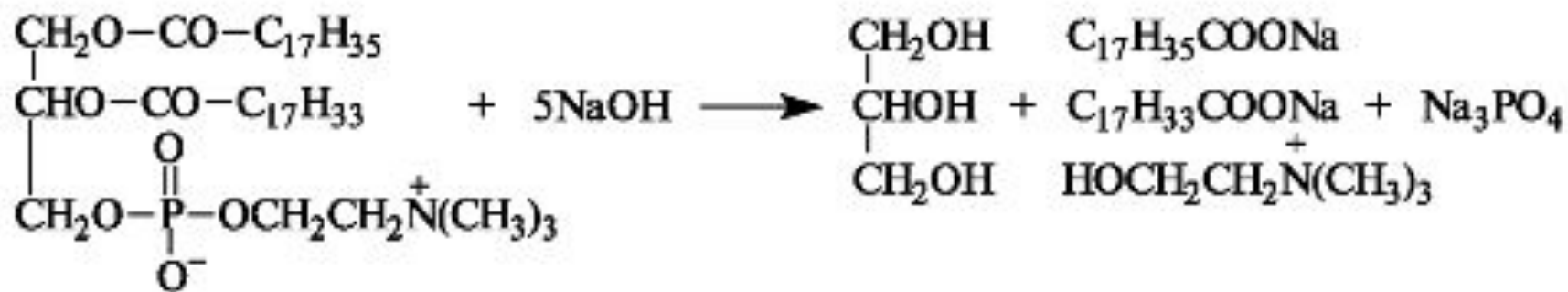
Ñèàēī ààÿ èèñēī àà
(N-àöäòèēī áéđàì èí î ààÿ èèñēī òù),
āōī àèò á ñī ñòàà āāí ãèèēī çèäí á

Свойства липидов и их структурных компонентов



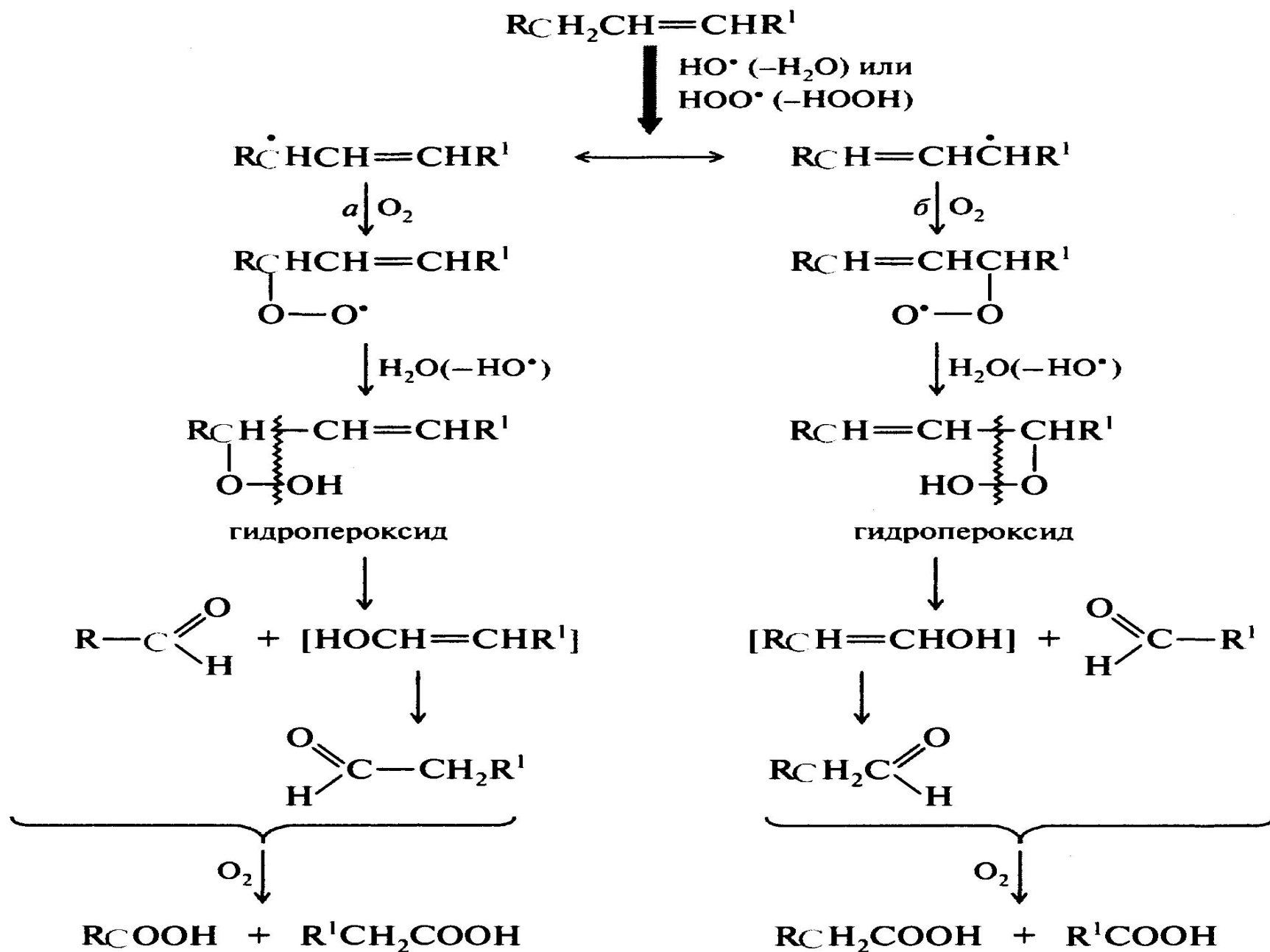
фосфатидилхолины (лецитины)

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!