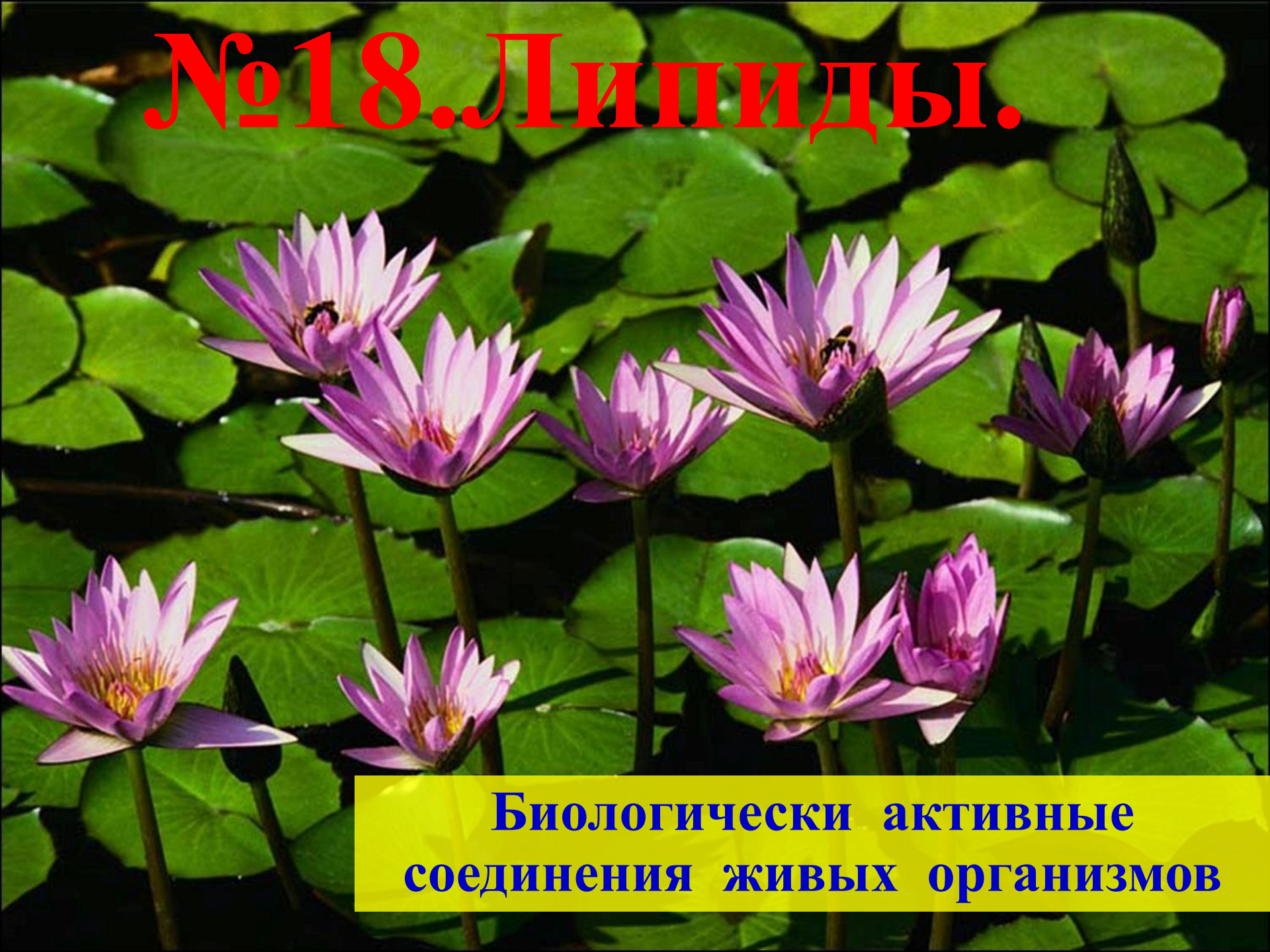


№18. Липиды.

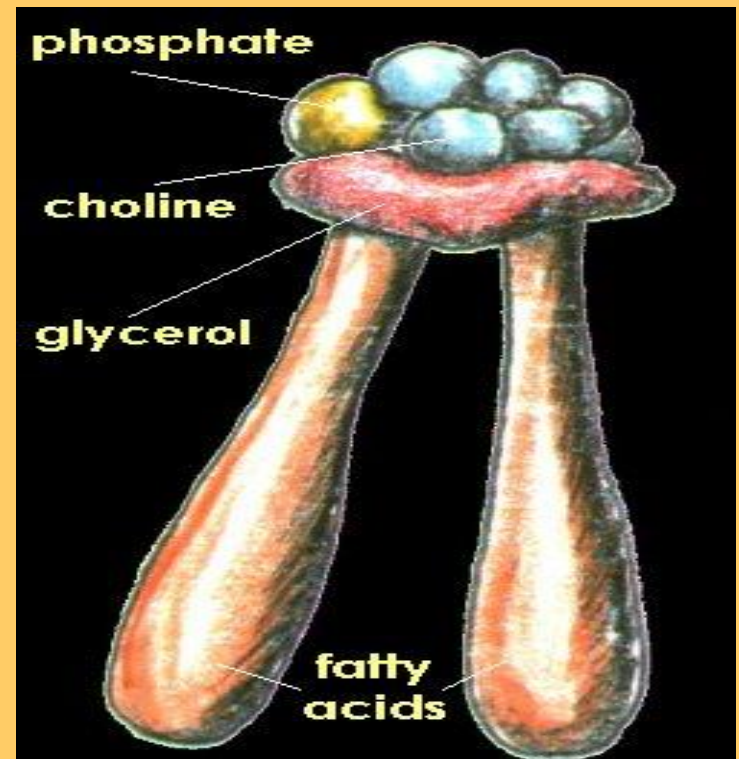


**Биологически активные
соединения живых организмов**

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);

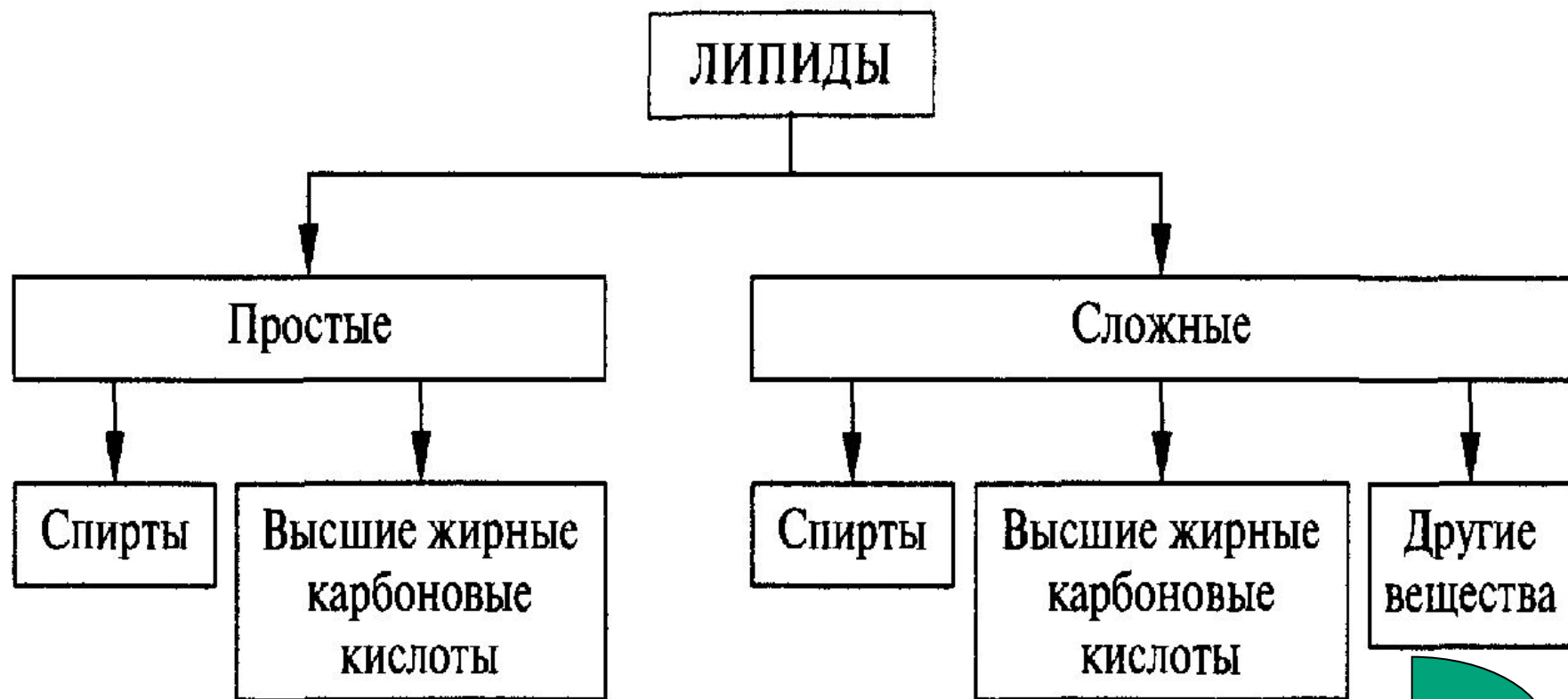
их количество и состав непостоянны и зависят от режима питания и физического состояния организма

- **Классификация липидов**

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

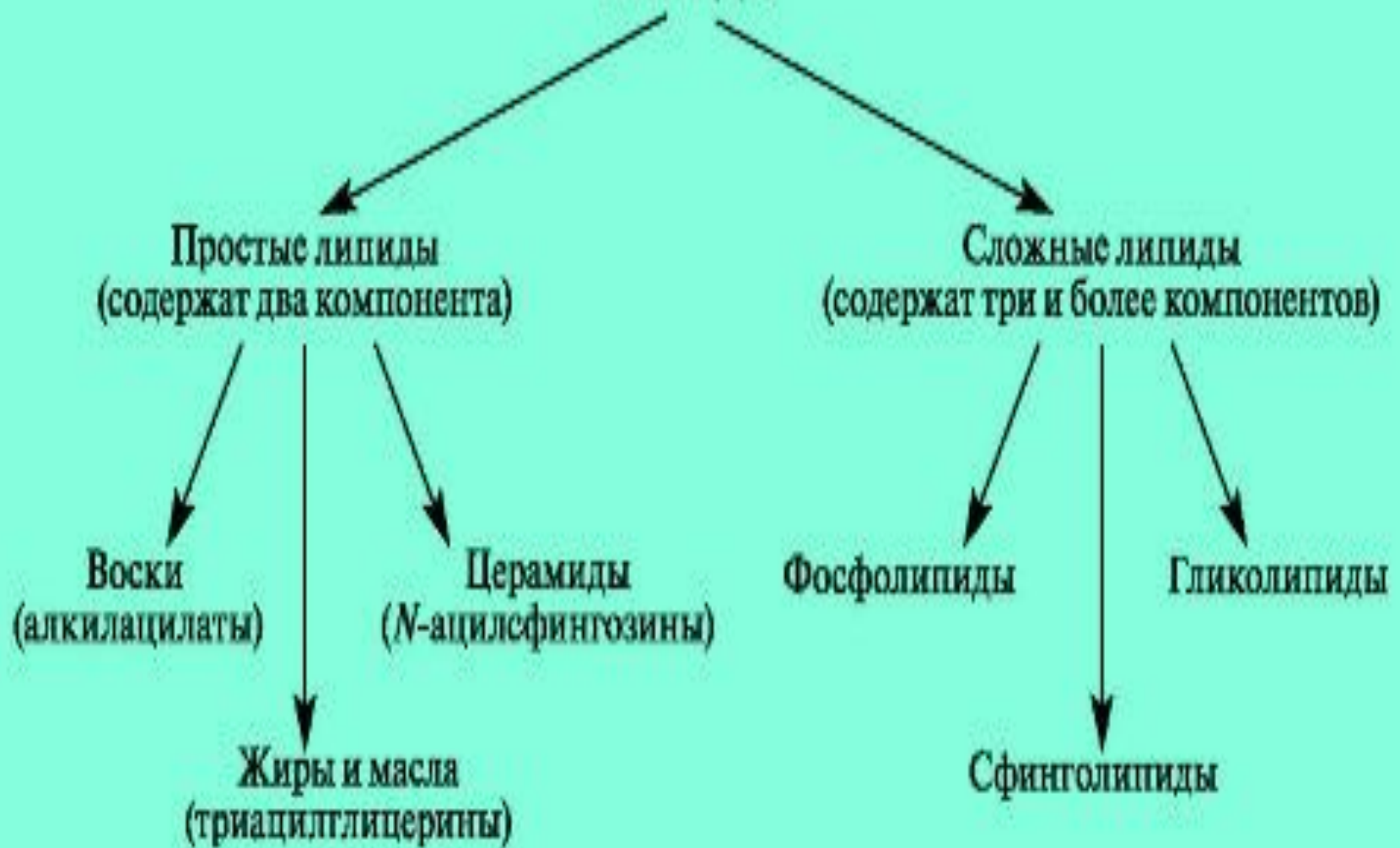
Неомыляемые липиды не подвергаются гидролизу.

Схема 15.1. Компонентный состав липидов



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

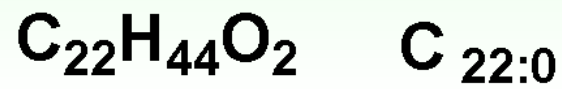
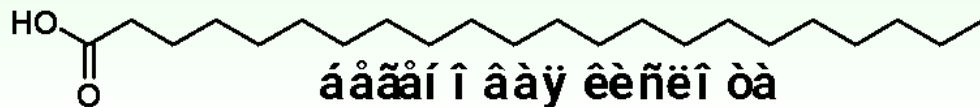
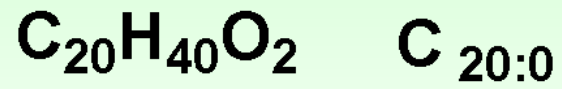
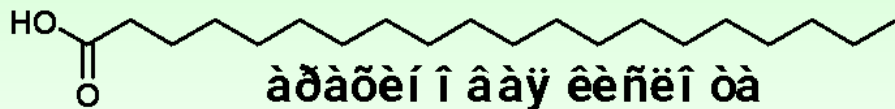
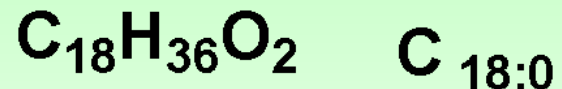
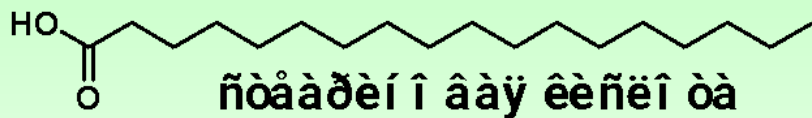
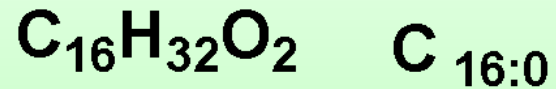
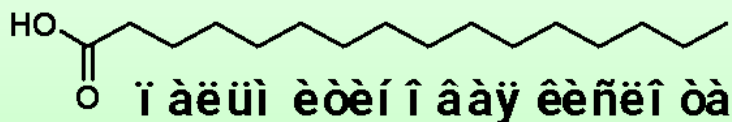
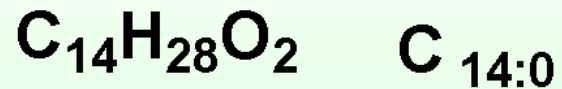
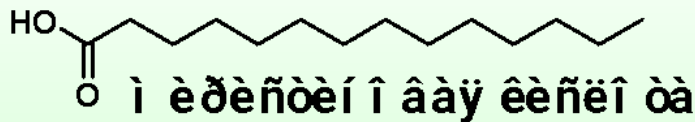
ЛИПИДЫ



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



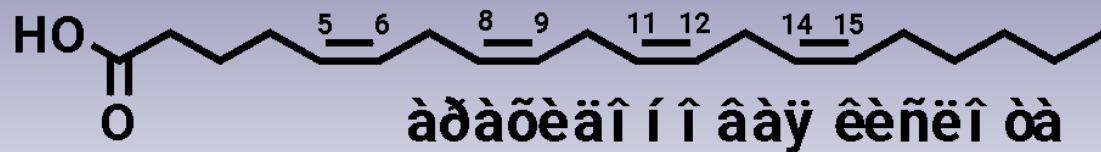
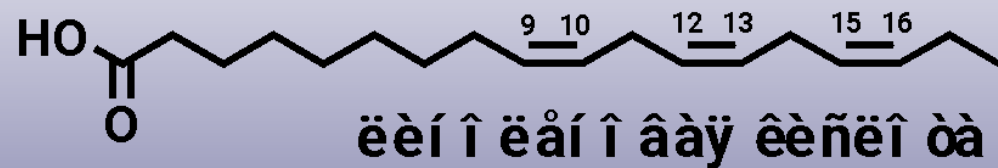
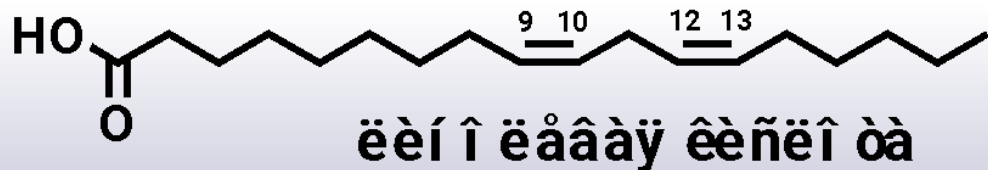
Высшие жирные кислоты (ВЖК).

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

î î ëéâí î âü à



î ëéâí î âàü è ëèí î ëââàü êèñëî òà ñîñòàâëÿåò 60%
 àñàõ ÆË ðàñòâîðÿåìûå òàêîæå.

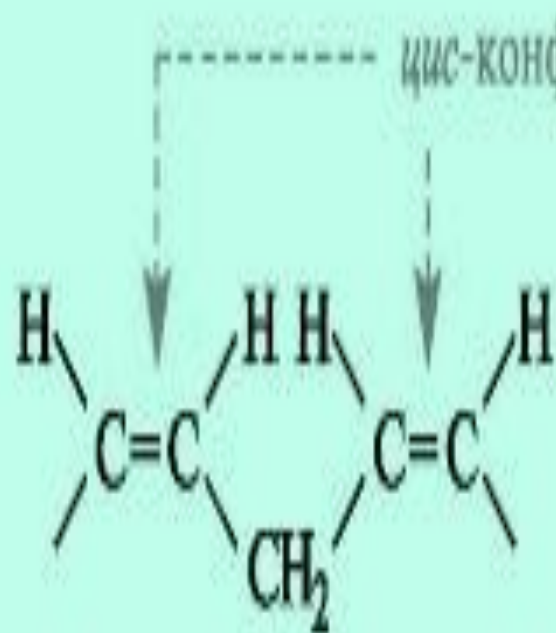
Линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты не синтезируются в организме человека и должны поступать с пищей, поэтому их еще называют **незаменимыми (эссенциальными)**.

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.



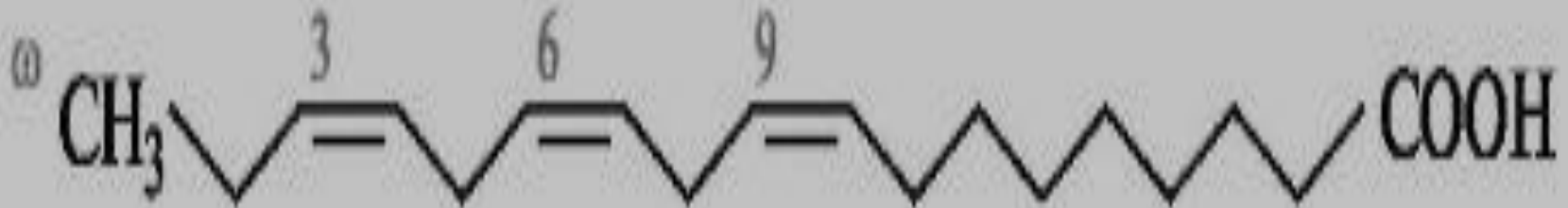


транс-конфигурация



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



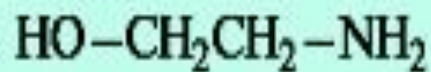
Минздрав России рекомендует 1 г АЛК/ЭПК/ДГК в сутки для потребления.

Структурные компоненты простых липидов жирные спирты.

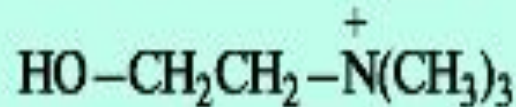
В состав липидов могут входить следующие спирты:

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

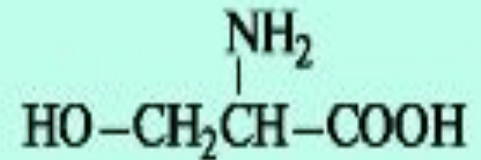
Аминоспирты.



коламин

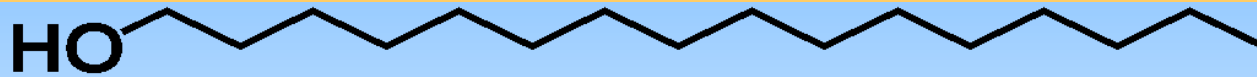


холин

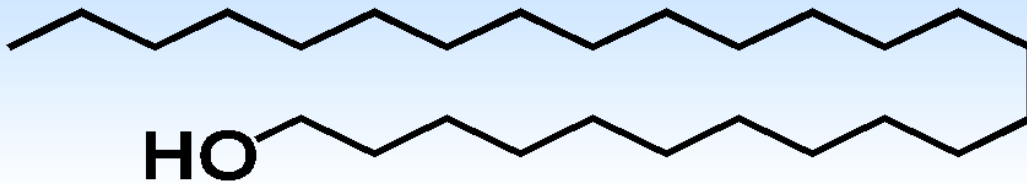
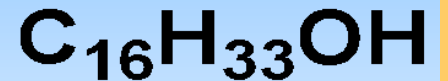


серин

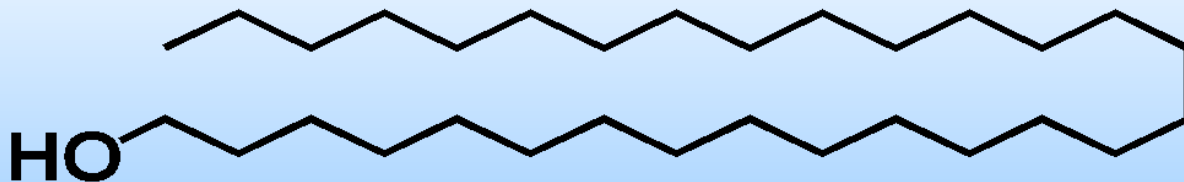
жирные спирты



öåðèëî âû é ñî èðò



öåðèëî âû é ñî èðò



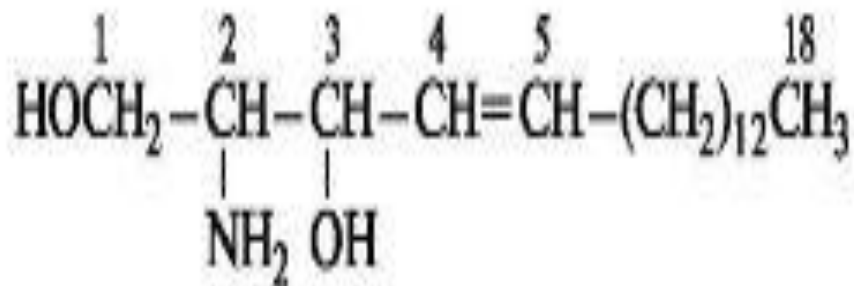
ì èðèöèëî âû é ñî èðò



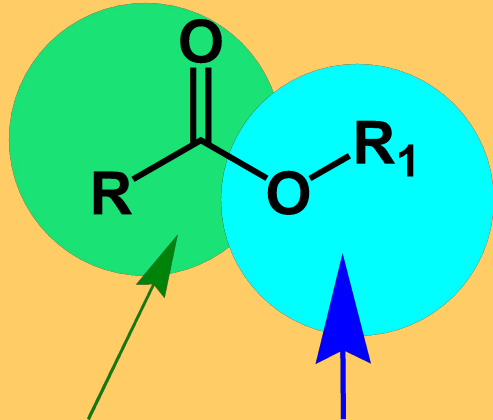
Сфингозин – ненасыщенный длинноцепочечный двухатомный аминоспирт:

2-аминооктадецен-4-диол-1,3

СФИНГОЗИН



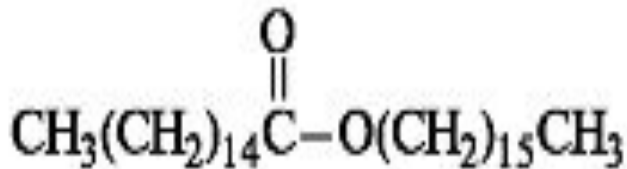
Простые липиды – **ВОСКИ.**



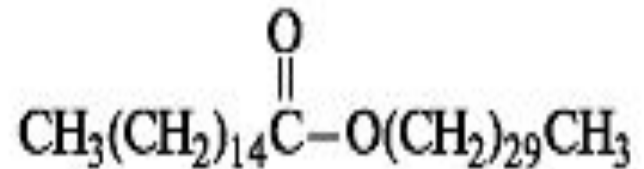
Группа R
группа высшей жирной кислоты

Группа 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

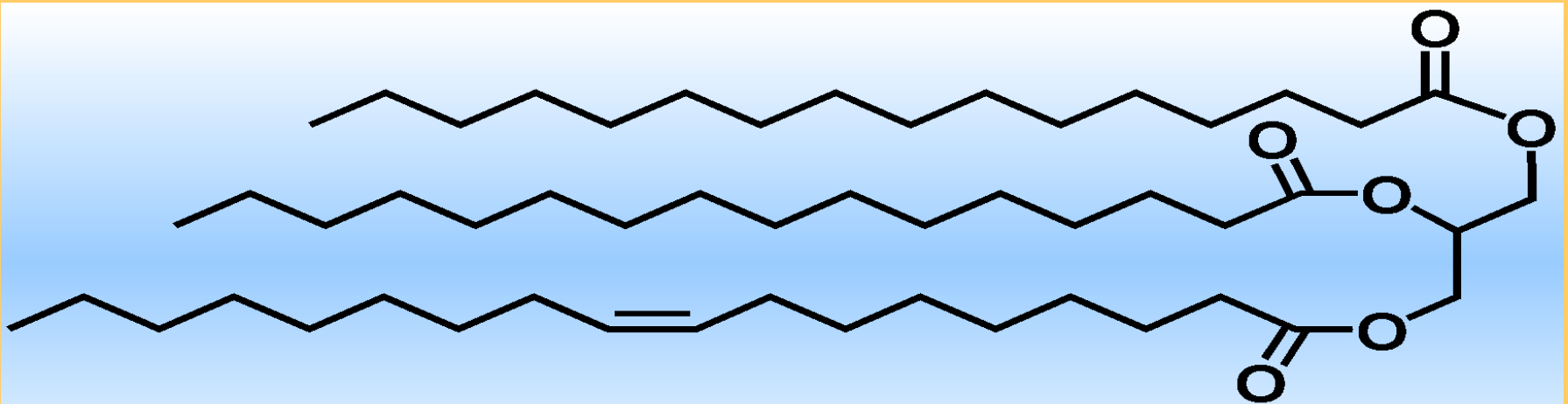
- Перья птиц и шерсть животных имеют восковое покрытие, которое придает им водоотталкивающие свойства.**
- Восковое покрытие листьев и плодов растений уменьшает потерю влаги и снижает возможность инфекции.**
- Синтетические и природные воски широко применяются в быту, медицине, в частности в стоматологии.**

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.

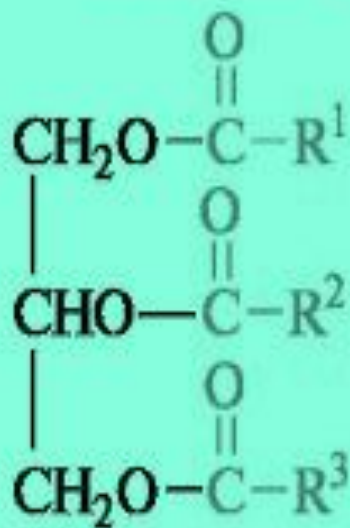
Жиры и масла (триацилглицерины) - сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот.



òďèàöèëæèöåďèí û (æèďû)

Жиры, триглицериды

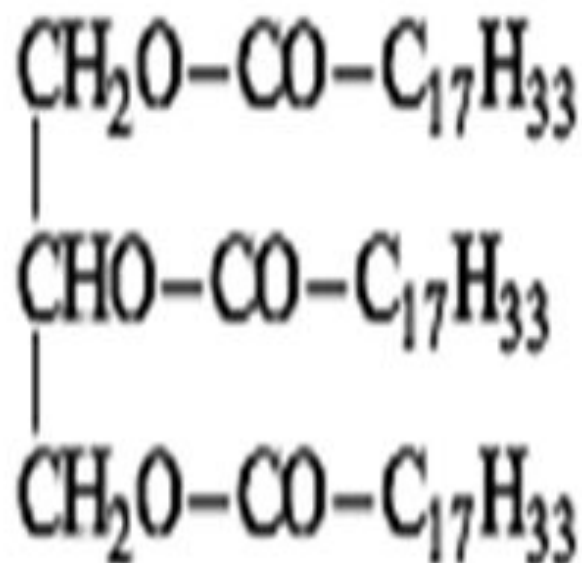
ОБЩАЯ СТРУКТУРА ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИНОВ



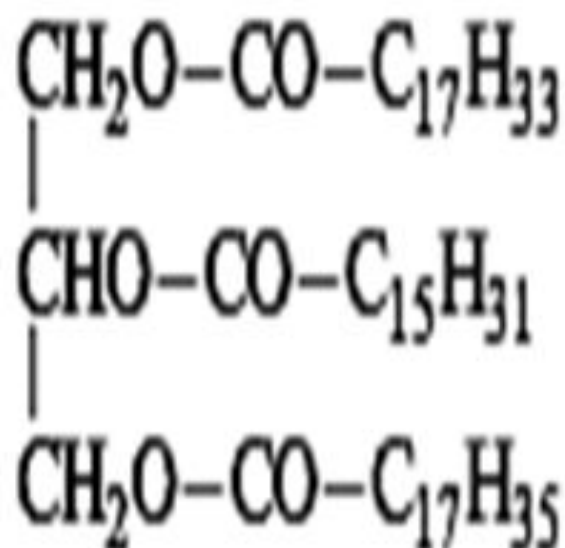
R^1CO , R^2CO , R^3CO –

ацильные остатки высших жирных кислот

полностью ацилированный глицерин.

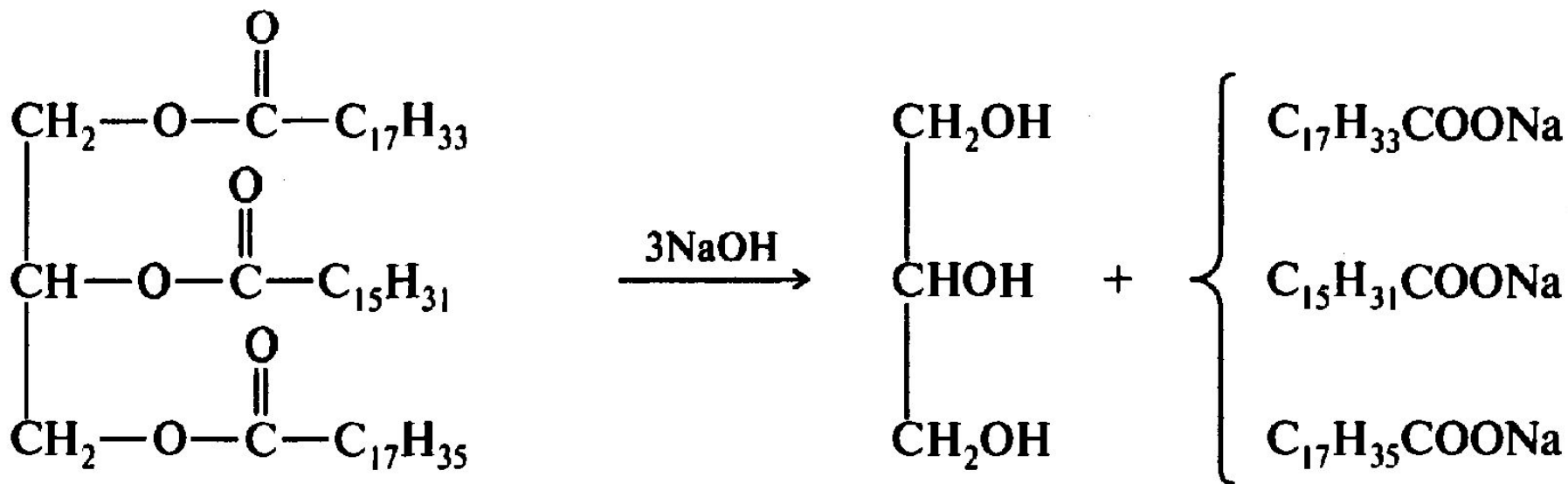


триолеилглицерин
 (триолеин)
 т. пл. -17°C



1-олеил-
 2-пальмитоил-
 3-стеароилглицерин

Гидролиз

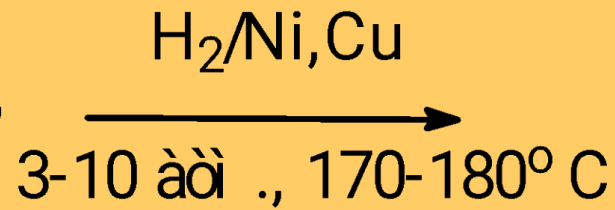


1-олео-2-пальмитостеарин

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

Гидрогенизация жиров

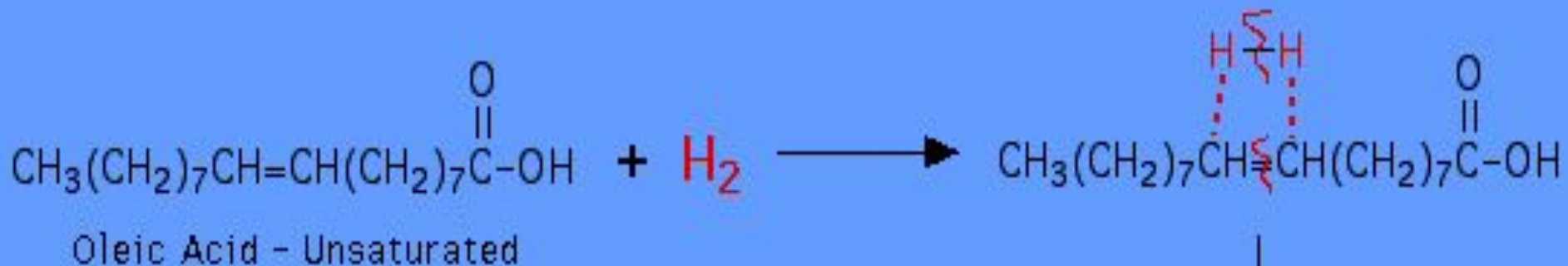
Растительное масло
(соевое, арахисовое,
хлопковое и т.п.)



Жир (маргарин).



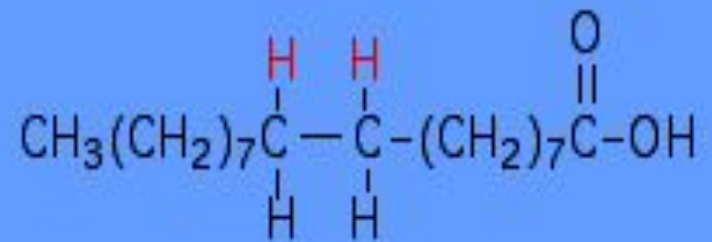
Hydrogenation of Oleic Acid



H_2



Stearic Acid - Saturated



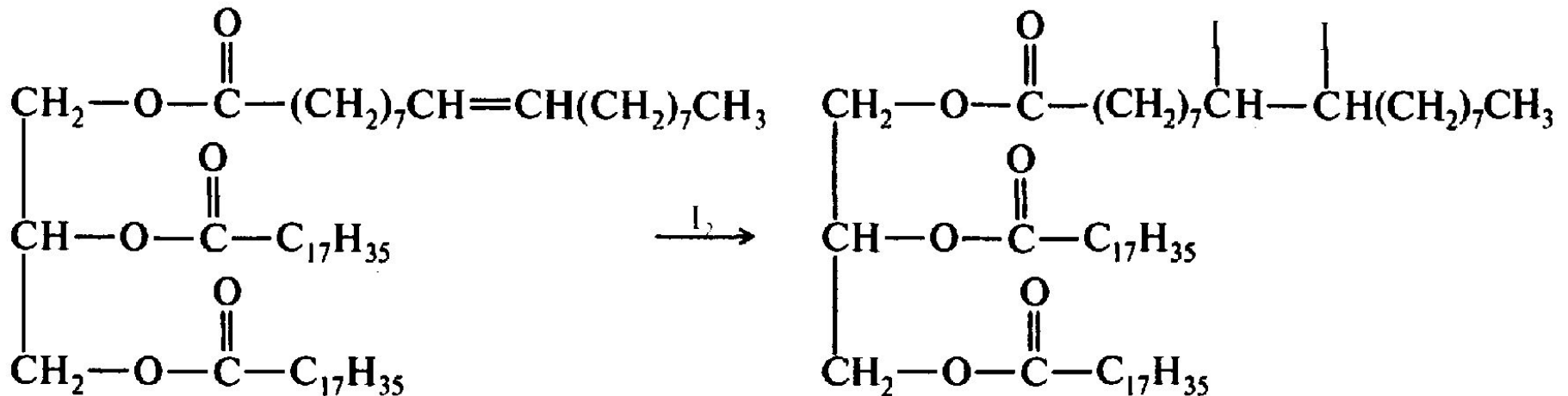
Степень ненасыщенности триглицеридов

йодное число,

которое равно количеству йода

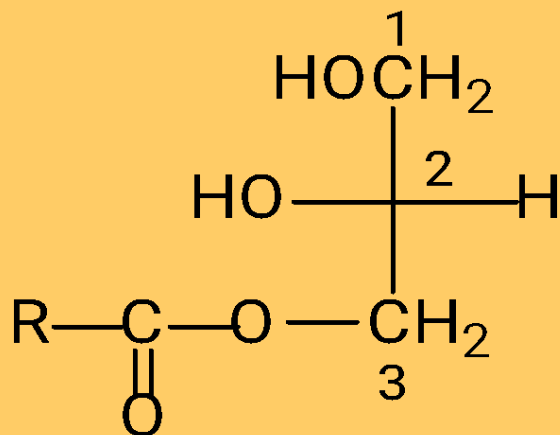
(в граммах), присоединяющемуся к 100 г

жира.

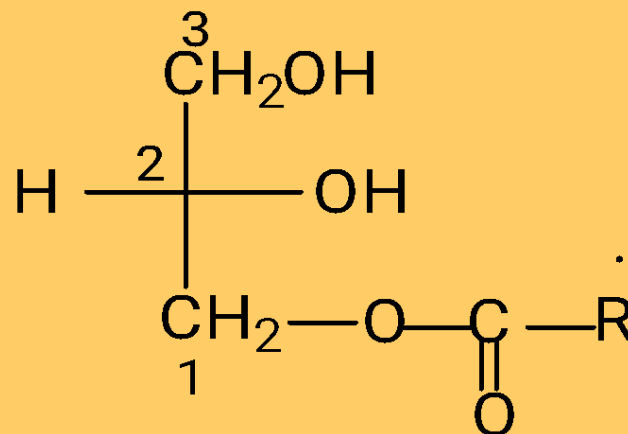


1-олеодистеарин

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



sn-3-Моноацилглицерин

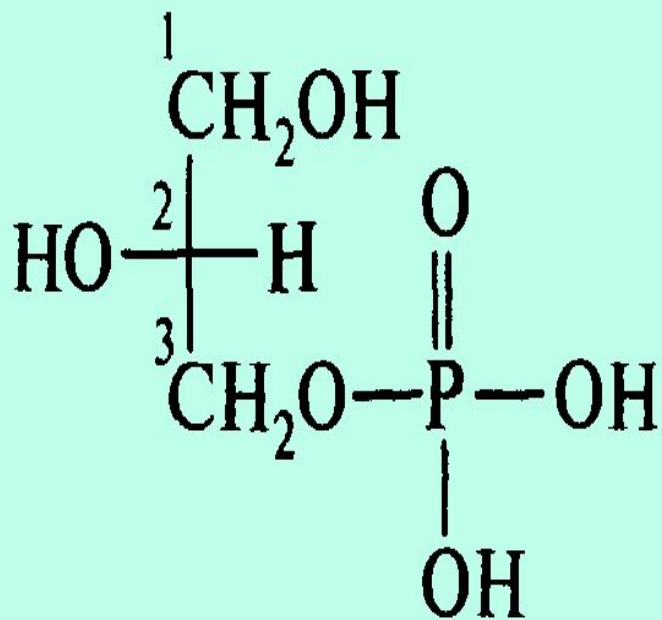


sn-1-Моноацилглицерин

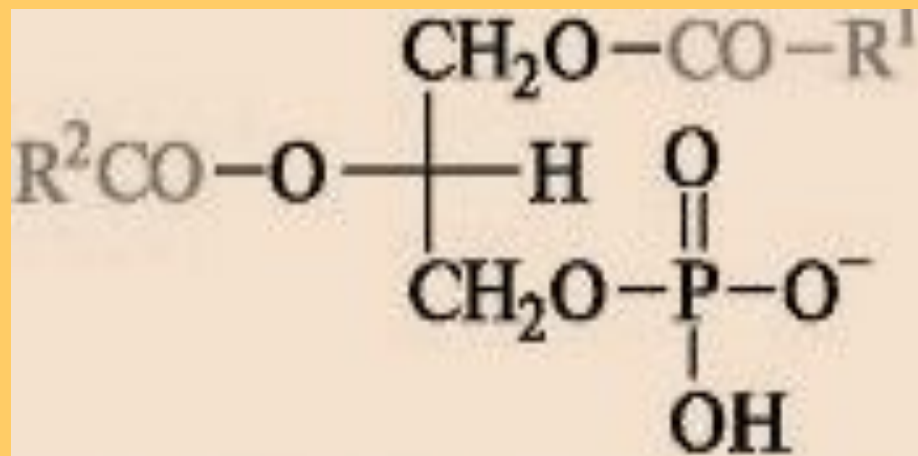
Sn (stereo specific numbering)

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

Глицерофосфолипиды - главные липидные компоненты клеточных мембран.



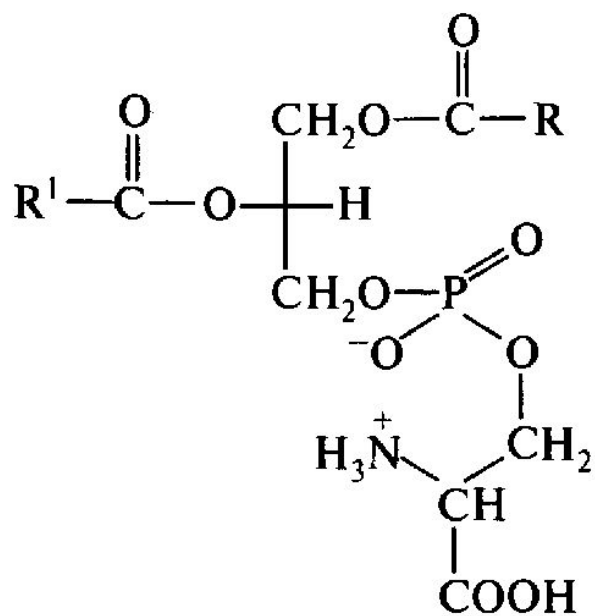
L-глицеро-3-фосфат



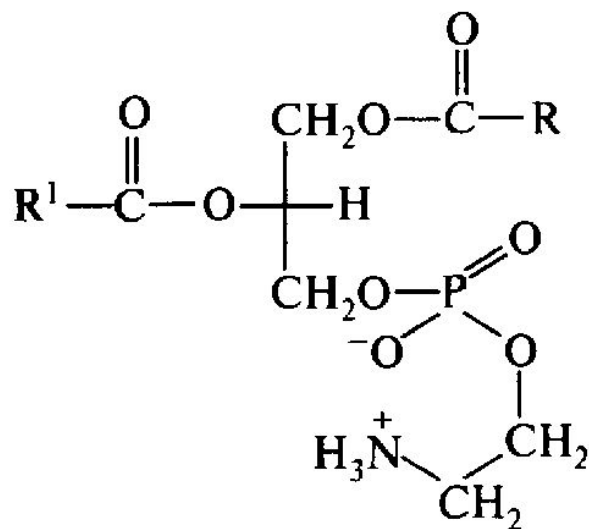
L-фосфатидовые кислоты

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

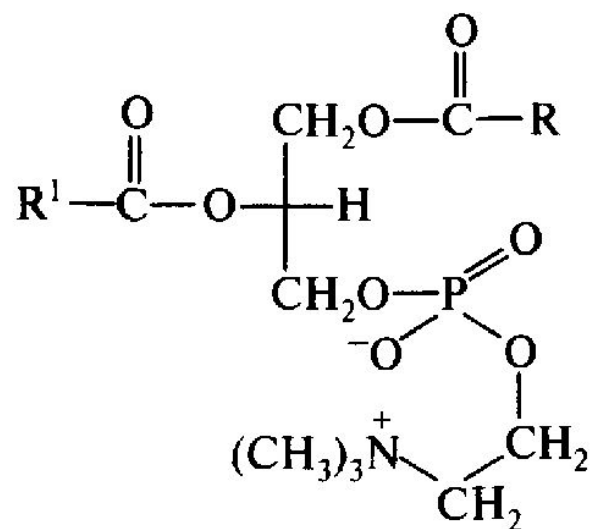
Глицерофосфолипиды. Эти соединения являются главными липидными компонентами клеточных мембран. Они сопутствуют жирам в пище и служат источником фосфорной кислоты, необходимой для жизни человека.



фосфатидилсерины
(серинкефалины)

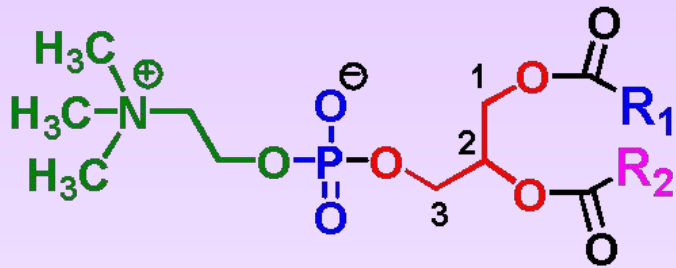


фосфатидилэтаноламины
(коламинкефалины)



фосфатидилхолины
(лецитины)

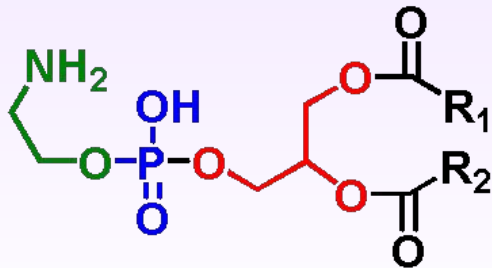
Фосфолипиды



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 составляют 50% от общего количества липидов. В мембранах растений и грибов - 15-30%. В мембранах микроорганизмов - 10-20%.

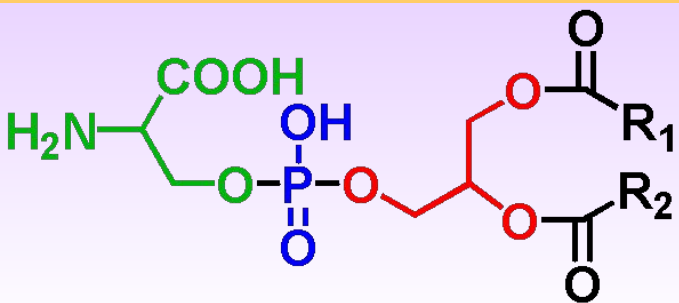


Входят в состав мембран, обеспечивают текучесть и эластичность. В мембранах животных составляют 15-30% от общего количества липидов. В мембранах растений и грибов - 10-20%. В мембранах микроорганизмов - 5-10%.

Фосфолипиды

Входят в состав мембран, обеспечивают текучесть и эластичность. В мембранах животных составляют 15-30% от общего количества липидов. В мембранах растений и грибов - 10-20%. В мембранах микроорганизмов - 5-10%.

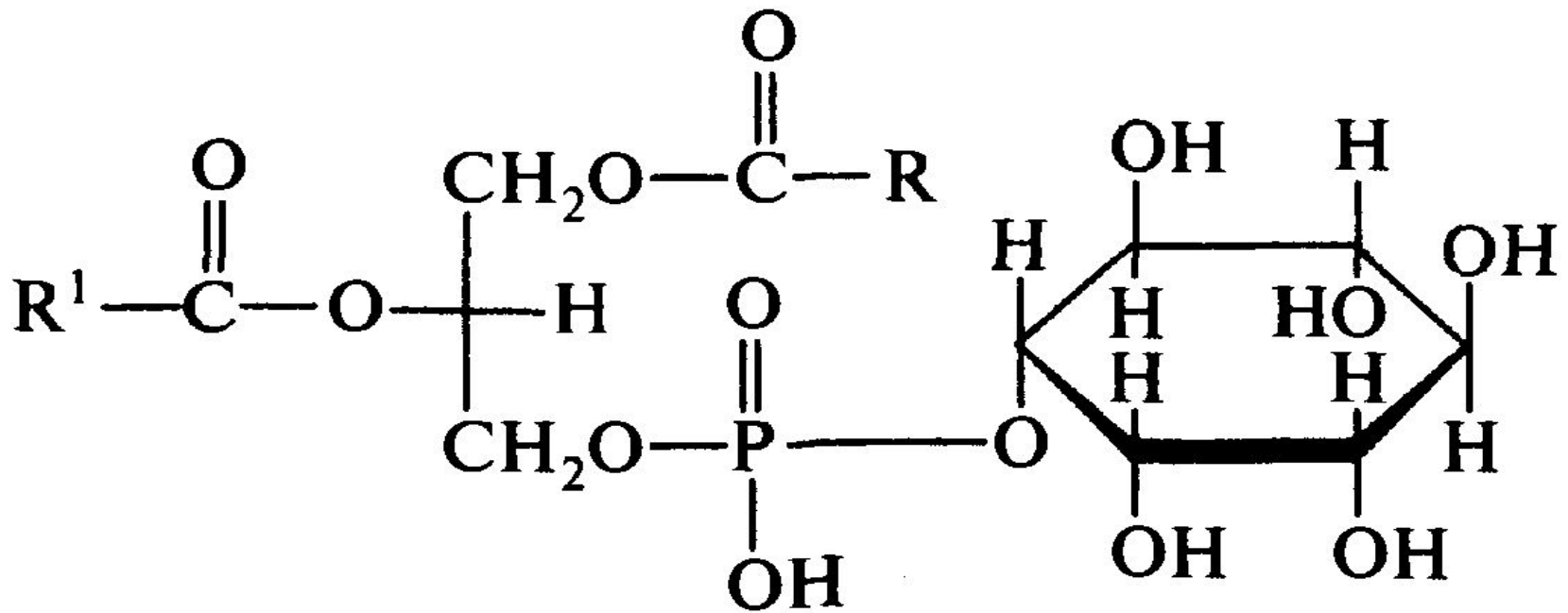
Фосфолипиды



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 àèèäèëñãðèí ù

Âù ñòóí àãò ðããóëýòí ðî ì àèèèáí î ñèè ðýãã ì àì áðáí î ñãýçáí í ù õ
ô áðì áí òí â; ýãëýãòñý ï ðããø ãñòâáí í èèî ì ï ðè áèî ñèí òãçã
ô î ñô àèèäèëýòáí î èàì èí î â.

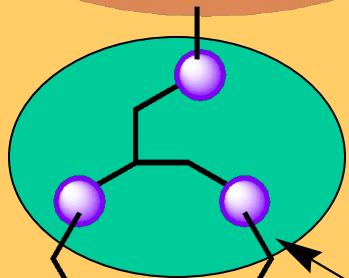


фосфатидинозиты

к кислым глицерофосфолипидам.

Первичная классификация липидов биологических мембран

Гидрофильная полярная головка



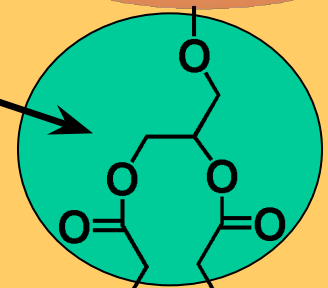
соединительное звено (определяющий признак)

остатки олеиновой C₁₈ и пальмитиновой C₁₆ кислот

гидрофобные хвосты

Общее строение

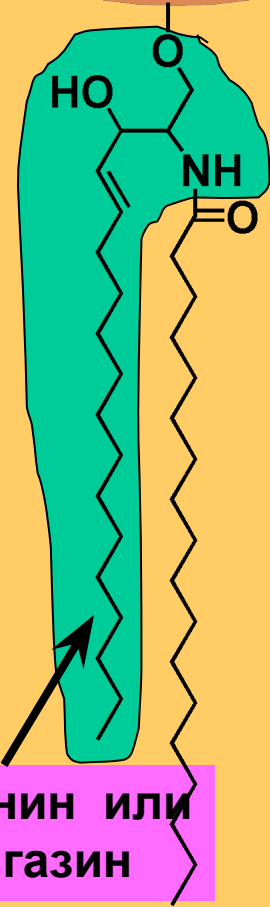
Гидрофильная полярная головка



остаток глицерина

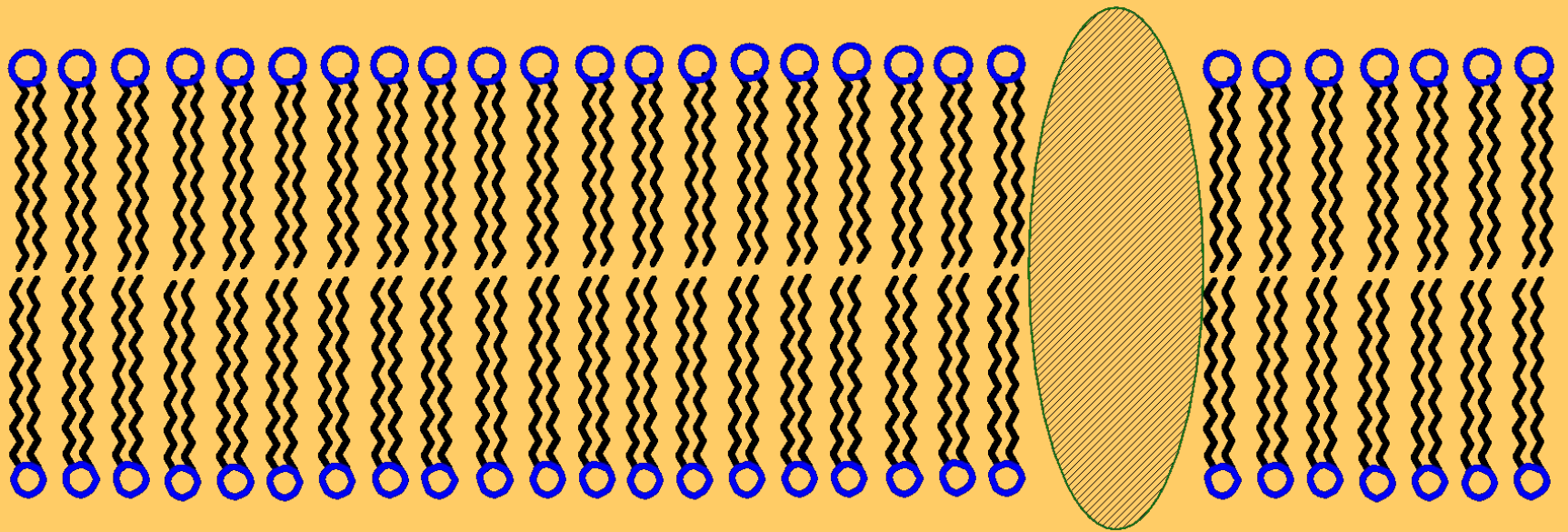
глицеролипиды (глицериды или ацилглицерины)

Гидрофильная полярная головка



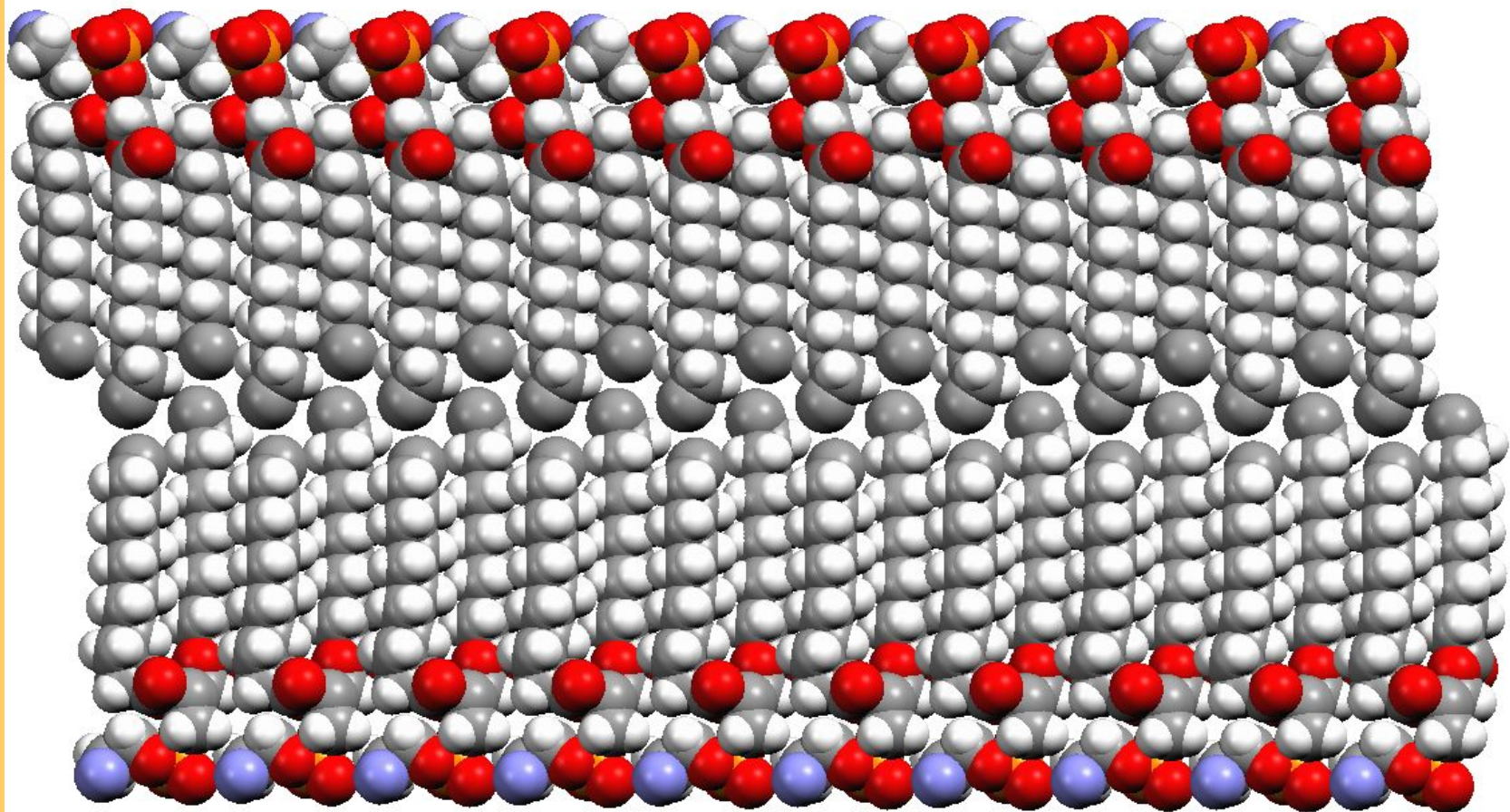
сфинганин или сфингазин

сфинголипиды



Жидкостно-мозаичная модель мембраны
Зингера-Николсона

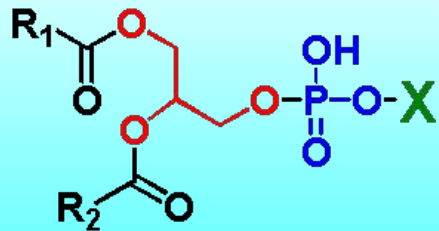




**Кристаллическая структура 1,2-
лауроилфосфатидилэтаноламина (кефалина)**

Фосфолипиды

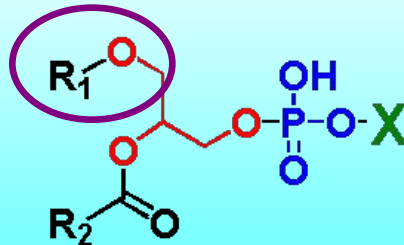
Àèàöèëüí û á
æèèöäđî ô î ñô î èèì èäû



ô î ñô àèèäèè

(î áýçàòäëüí û é
èì ì î í í áí ò áí èüø éí ñòàà
ì àì áđàí æèáí òí û ò,
đàñòèòäëüí û ò è
áàèòäđèàèüí û ò èèäòí è)

Àèèèèàöèëüí û á
æèèöäđî ô î ñô î èèì èäû



î èàçì áí èè

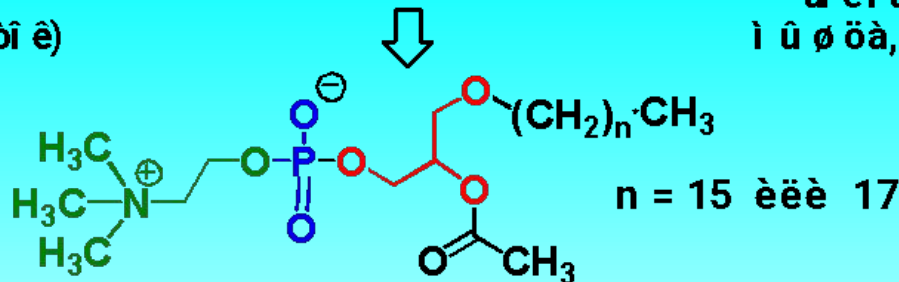
(÷àñòí àñòđä÷ààòñý á òèáí ýò
æèáí òí û ò í đāáí èçì í á ì í đāé
è í èāáí í á)

Ī èàçì àèî äáí û



Ī èàçì áí èè

(áí 22% î òí áú áā ēí èè÷āñòāà
ô î ñô î èèì èáí á; á í đāáí èçì á
÷āēí áāèà - í áđáí ú á òèáí è,
ā ēí áí í é ì í çā, ñāđāá÷í áý
ì ú ø òà, í äāí í ÷ā÷í èèè, ñí áđì à)



Òđî ì áí öèòàèòèâèđóρ ù èé ô àèòí đ

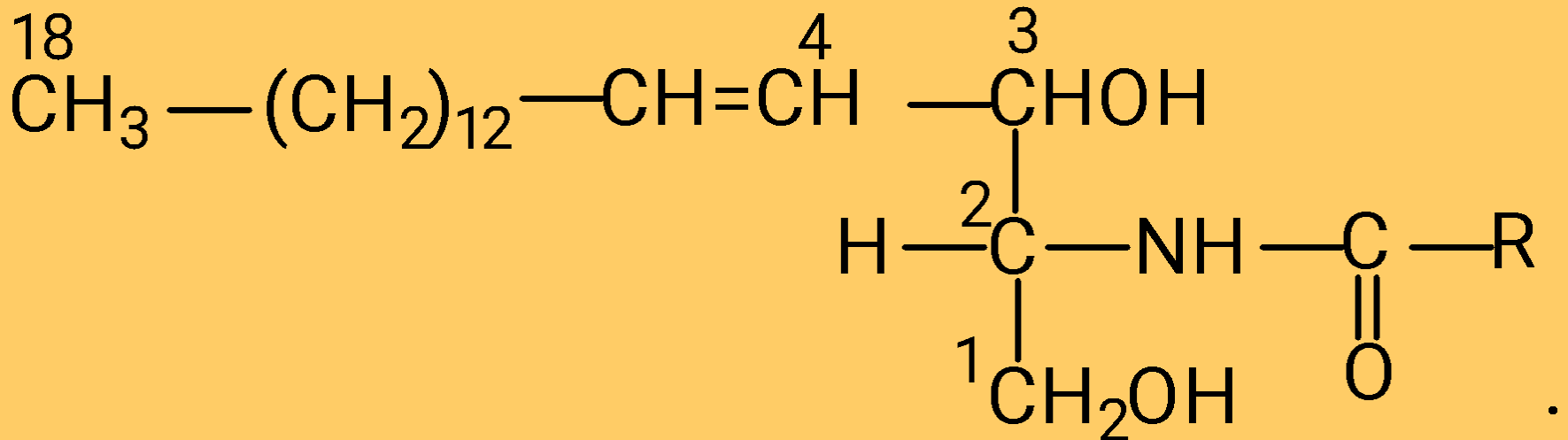
(â éí í òáí òđàöèýò <1 í áí ì ì èü èçì áí ýàò ì ì đò í èí æρ òđî ì áí öèòí á, áú çú áāāò èò
āāđāāöèρ è í đèáí äèò è áú ñáí áí æāáí èρ 5-æäđí èñèòđèì òàì éí à; ó÷āñòāóáò á đāçâèòèè
đýāà í ñòđú ò àèèäđæ÷āñèèò è áí ñí àèèòäëüí û ò đāàèòèé ó æèáí òí û ò è ÷āēí áāèà)

Сфинголипиды

Церамиды

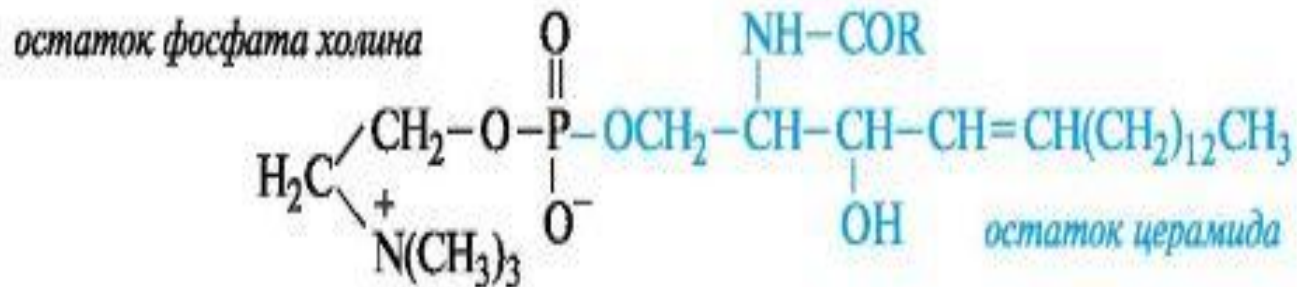
Эти соединения можно рассматривать как

***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

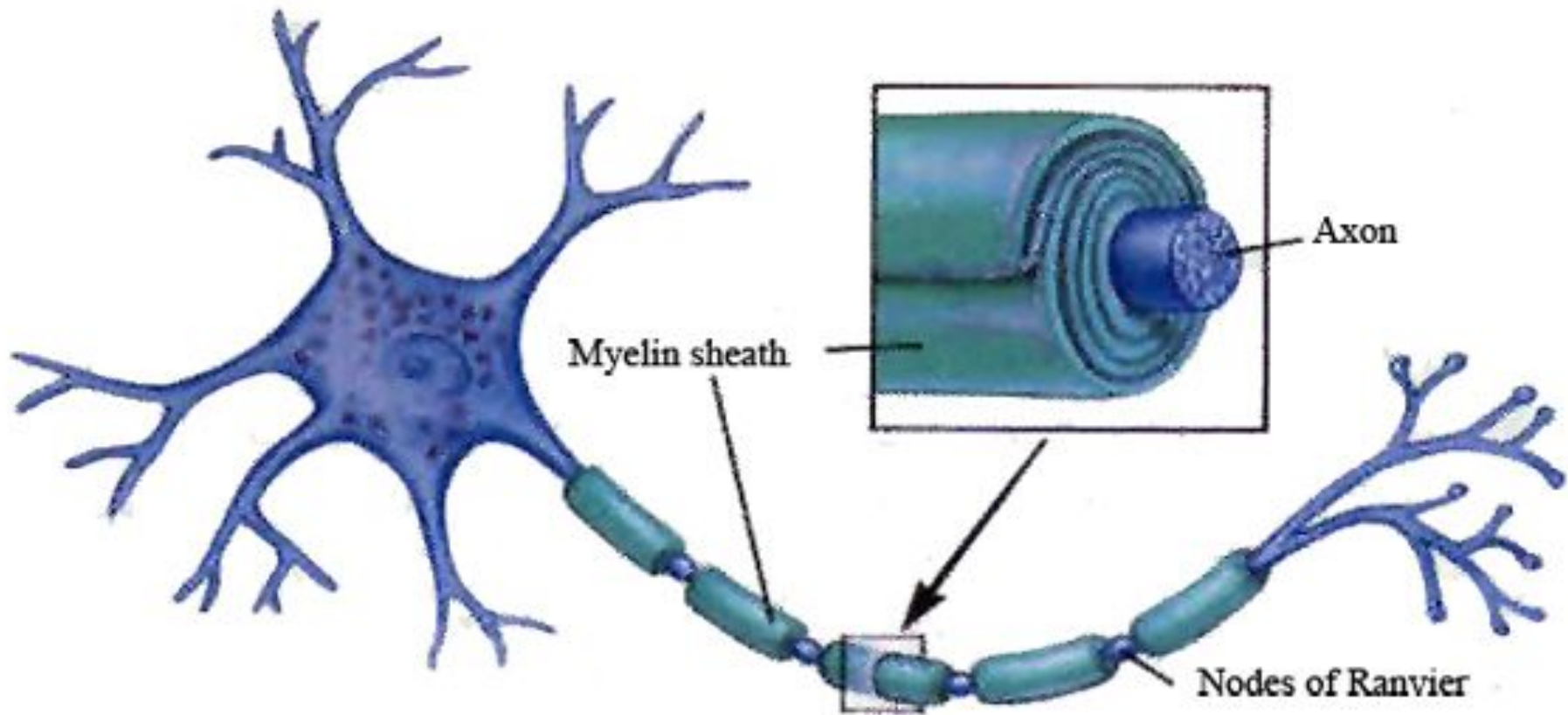


RCO – остаток высшей жирной кислоты



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.

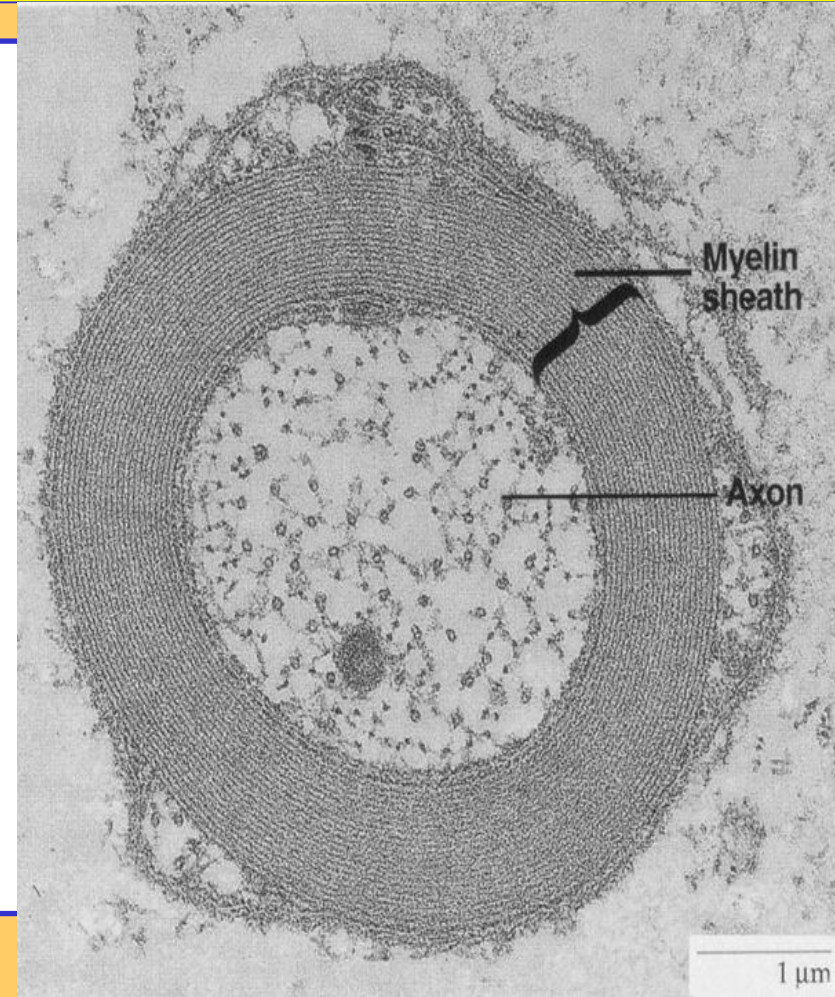
- по миелинизированным волокнам нервный импульс проводится приблизительно в 5—10 раз быстрее, чем по немиелинизированным.*

Цвет миелинизированных нейронов — белый, отсюда

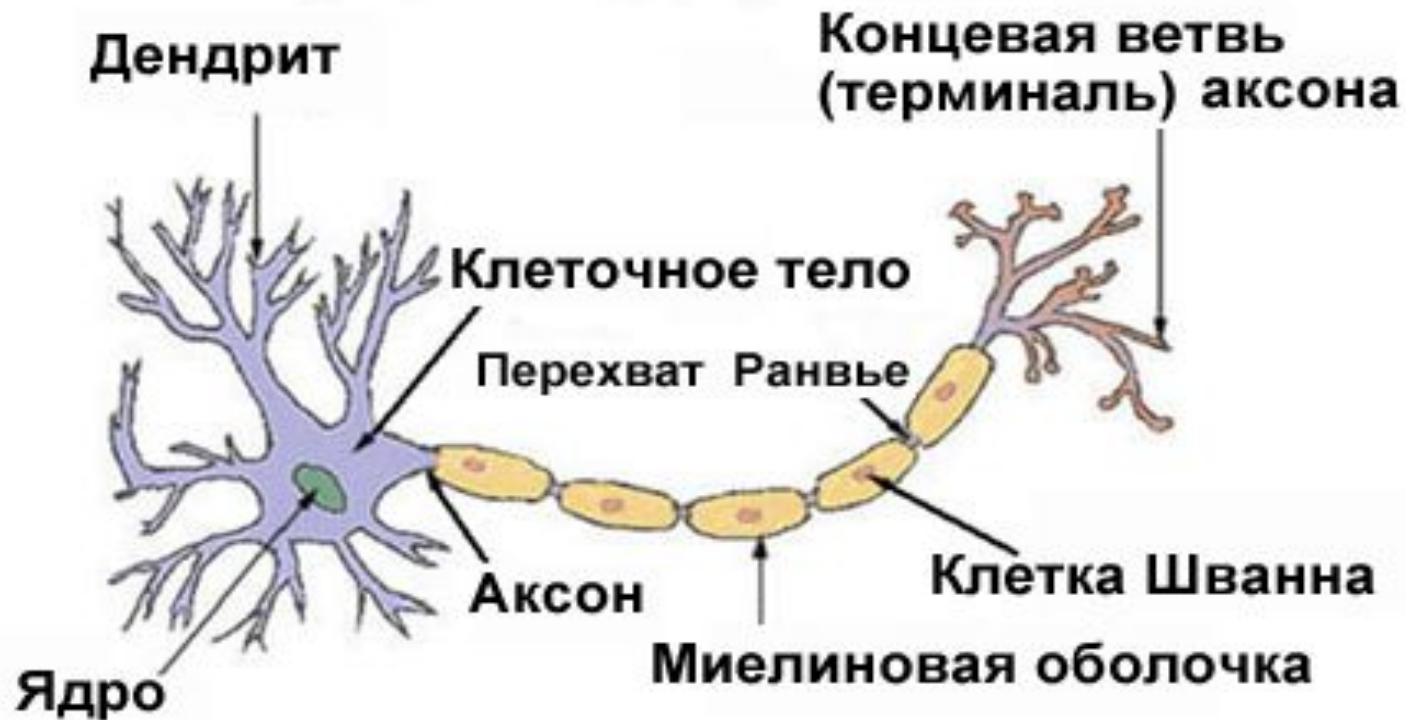
название «**БЕЛОГО**

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.



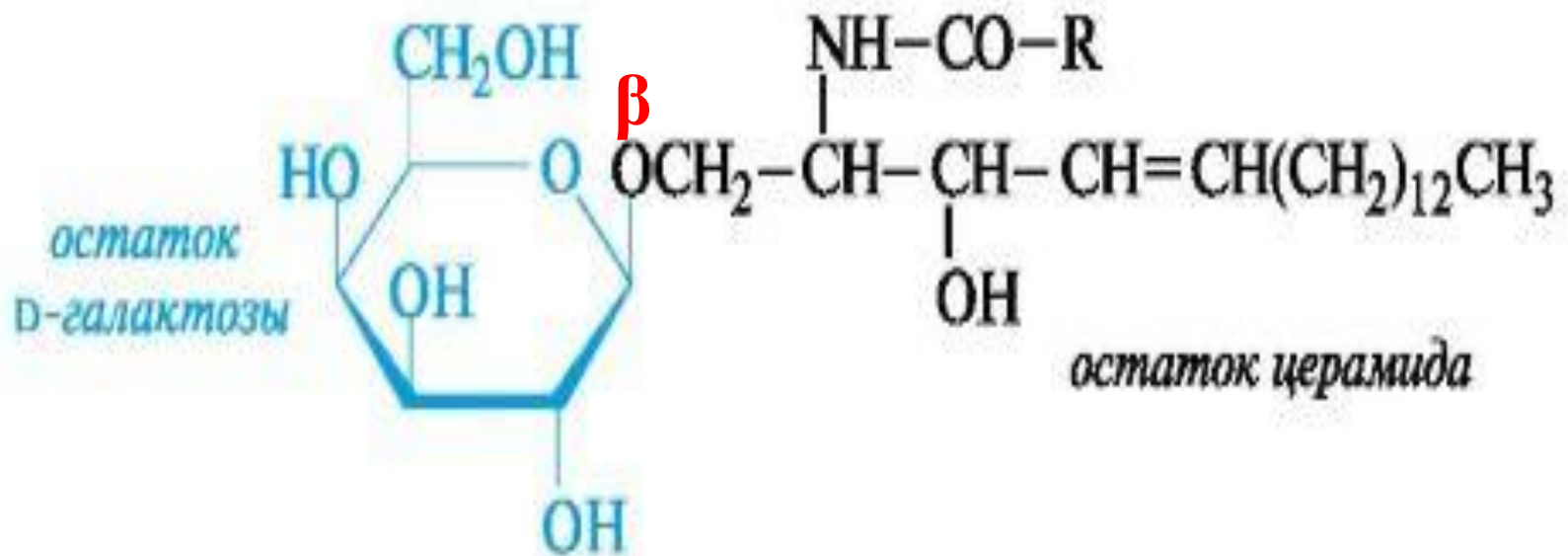
Типичная структура нейрона



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

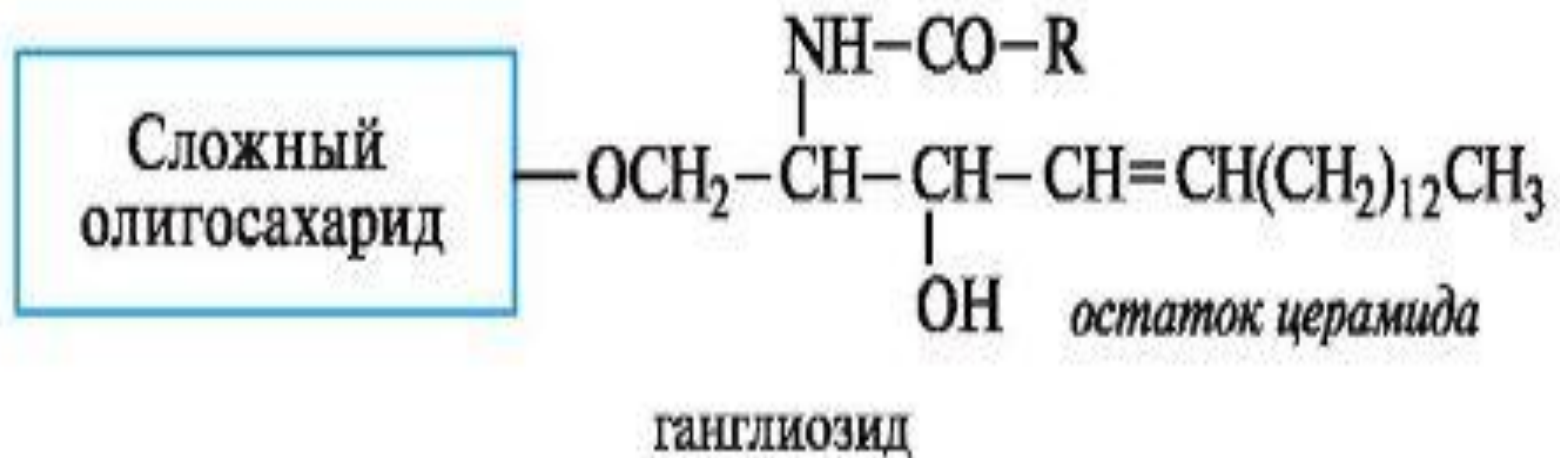
Гликолипиды

ОБЩАЯ СТРУКТУРА ГАЛАКТОЦЕРЕБРОЗИДОВ



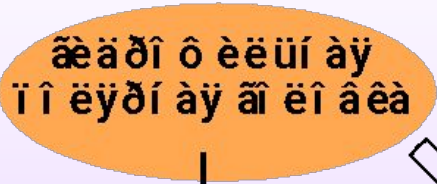
входят в состав оболочек нервных клеток.

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

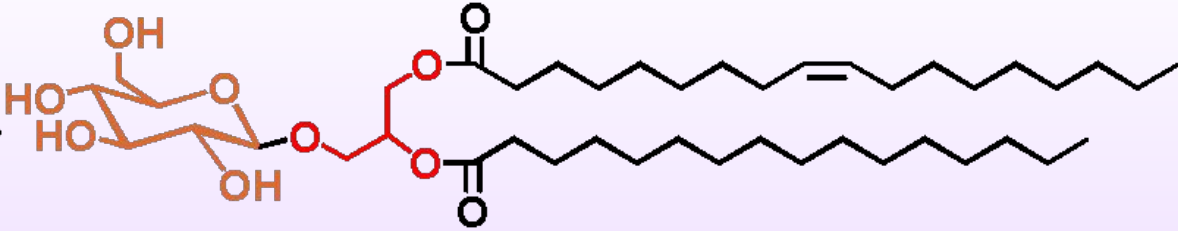


Фосфолипиды

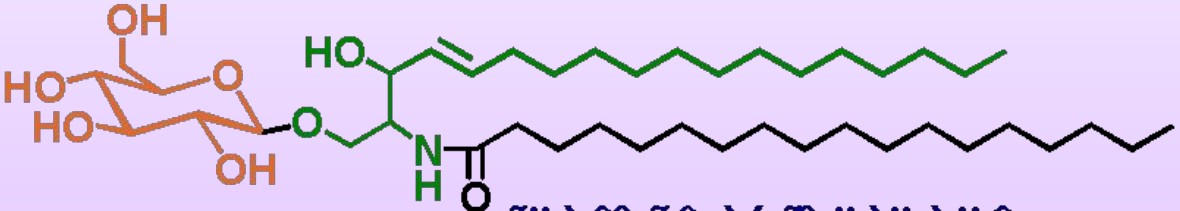
Аэеёи̃ өе̃и̃ ё̃а̃û̃ .



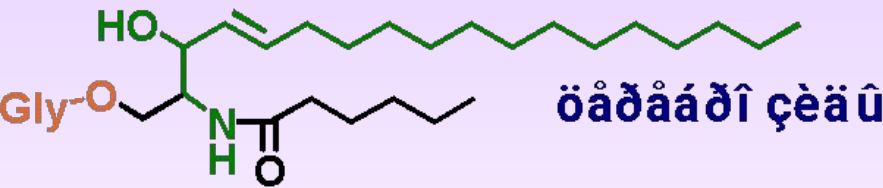
ё̃е̃и̃ ё̃а̃û̃



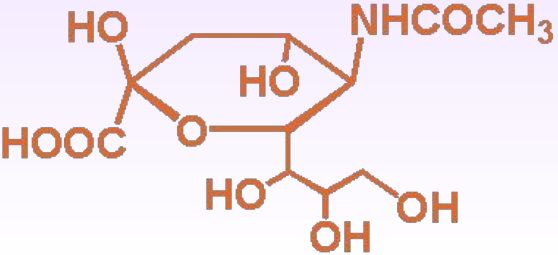
а̃е̃е̃и̃ а̃е̃е̃о̃а̃д̃и̃ ё̃е̃и̃ ё̃а̃û̃



а̃е̃е̃и̃ ñô èí ã̃ ё̃е̃и̃ ё̃а̃û̃

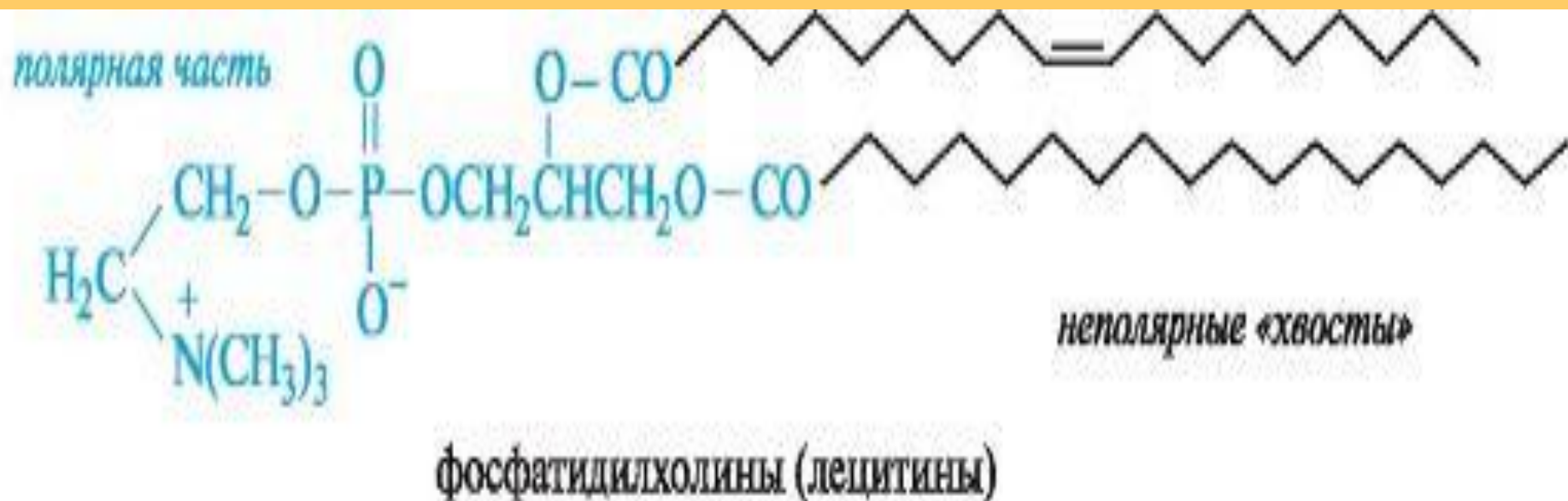


о̃а̃д̃а̃а̃д̃и̃ çе̃а̃û̃

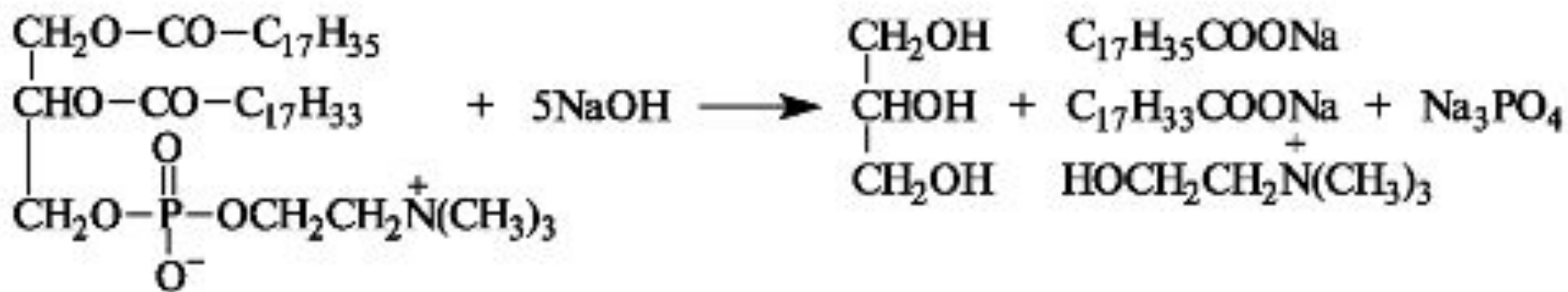


Ñе̃а̃е̃и̃ а̃а̃ÿ ё̃е̃ñе̃и̃ о̃а̃
 (N-а̃о̃а̃о̃е̃е̃и̃ а̃е̃д̃а̃и̃ ё̃и̃ ã̃а̃ÿ ё̃е̃ñе̃и̃ о̃а̃),
 а̃о̃и̃ а̃е̃о̃ а̃ ñи̃ ñо̃а̃а̃ а̃а̃и̃ а̃е̃е̃и̃ çе̃а̃и̃ а̃

Свойства липидов и их структурных компонентов

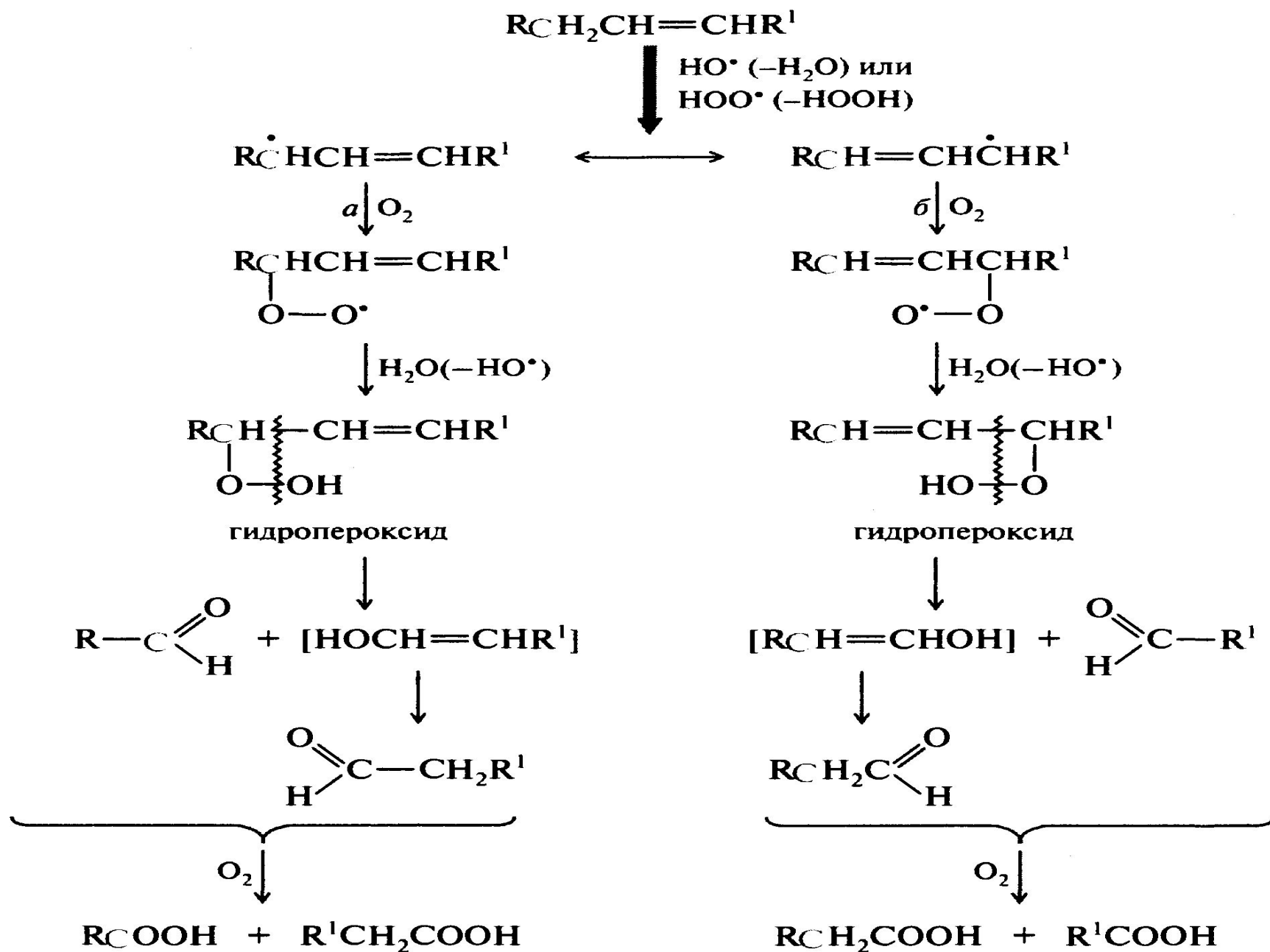


Гидролиз



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!