

Биологически активные соединения живых организмов

А.М. Чибиряев

Подготовлен в рамках реализации
Программы развития НИУ-НГУ

Липиды – жиры и жироподобные вещества, являющиеся производными высших жирных кислот, высших жирных спиртов или высших жирных альдегидов. Как правило, это низкомолекулярные жирорастворимые органические вещества, которые извлекаются из клеток животных, растений и микроорганизмов неполярными растворителями.

Основные биологические функции липидов:

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

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.

В состав липидов, помимо жирных кислот, спиртов и альдегидов, могут входить азотистые основания, фосфорная кислота, углеводы, аминокислоты, белки и т.п.

Подразделяются на простые и сложные. К простым относятся липиды, молекулы которых содержат только остатки жирных кислот (или альдегидов в енольной форме) и спиртов. Из простых липидов в растениях и животных встречаются жиры и жирные масла, представляющие собой триацилглицерины (триглицериды) и воски.

Воски состоят из сложных эфиров высших жирных кислот и одно- или двухатомных высших спиртов.

К жирам близки простагландины, образующиеся в организме из полиненасыщенных жирных кислот (в первую очередь - арахидоновой). По химической природе это производные протаноевой кислоты со скелетом из 20 атомов углерода и содержащие циклопентановое кольцо.

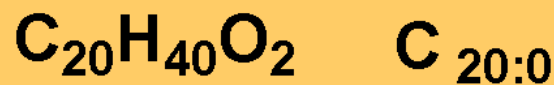
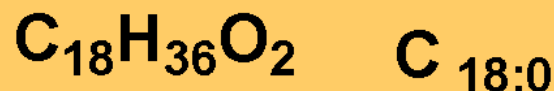
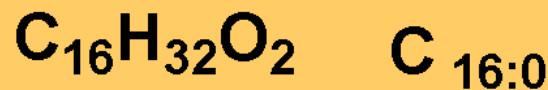
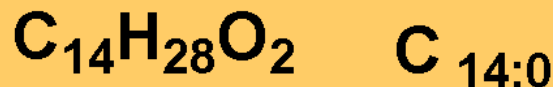
Сложные липиды делят на три большие группы: фосфолипиды (соединения, имеющие в своей структуре остаток фосфорной кислоты), гликолипиды (соединения, имеющие в своей структуре углеводный компонент) и сфинголипиды. Иногда сложные липиды дополнительно подразделяют на нейтральные, полярные и оксилипины.

Составные части липидов - жирные кислоты

3

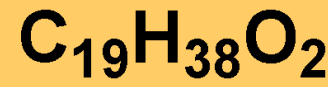
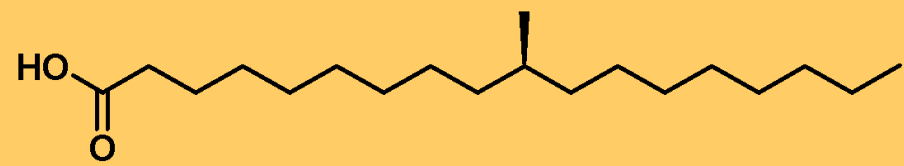
Известно более 800 жирных кислот, отличающихся по длине углеродной цепи, по степени и характеру её разветвления, числу и положению С=С связей, по природе и количеству других функциональных групп (COOH, OH, SH, NH₂ и др.).

Í àñû ù áí í û á æøđí û á èèñëî ù



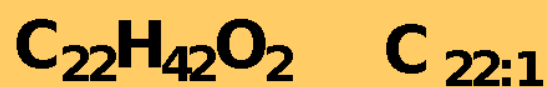
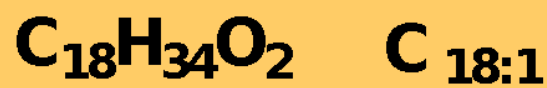
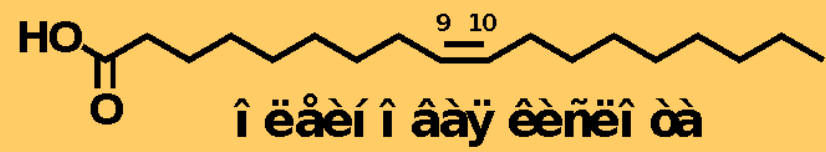
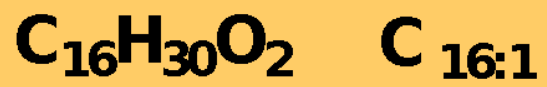
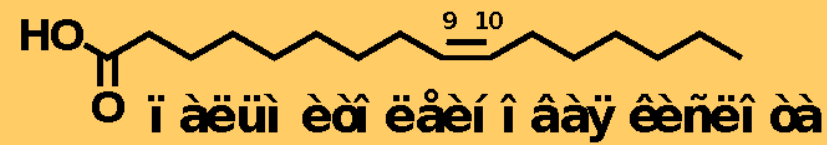
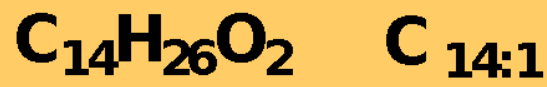
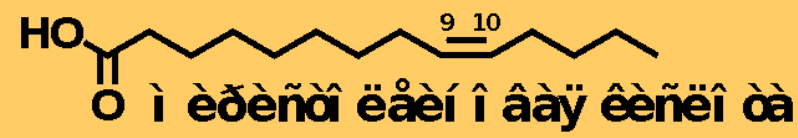
Составные части липидов - жирные кислоты

À ñî ñòàâà èèì èäîî â áàèòàððèàèüîí ù õ èèàòî è ÷àñòîî àñòàð÷àð òñý ðàçàâòàèäîíí ù á æèðîí ù á èèñèè òù, ñ òèèèè ï ðîí àíîî àùî ò ðàâ àíîî èèè ñ Ì Ì -äðîí ï è.



òòááðèóèî ñòààðèí î âàý èèñèè òà
 Ì áî àñòù ù áî í ù á æèðîí ù á èèñèè òù

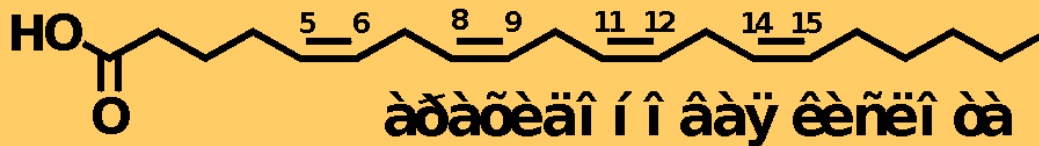
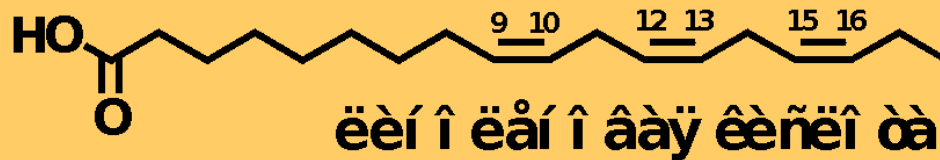
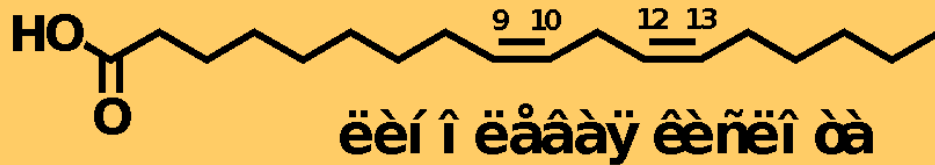
ì ï î áî ï àù à



(ï ò42 äî 55% â ì àñèà ðàî ñà è ä ð÷èòù)

Составные части липидов - жирные кислоты

ï î ëèáí î âùà



î ëàèí î âàÿ è ëèí î ëääàäÿ êèñëî òù ñî ñòàâëÿþ ò î ëî ëî 60%
 àññõ ÆË òàññòèòàëüí ù õ ì àññë.

Состав жирных кислот некоторых растительных жиров и масел

Жирная кислота	Кокосовый орех	Арахис	Оливки	Масличная пальма (мяк.)	Рапс обычный	Рапс селекционный	Соевые бобы	Подсолнечник обычный	Подсолнечник селекц.	Семена льна
<12:0	21.5									
12:0	48.8			1.2						
14:0	14.8			1.0				0.2	0.1	
16:0	6.9	12.5	10.3	45.0	3	4	11	6.0	3.6	6.1
18:0	2.0	2.5	2.3	4.5	1	2	3.5	5.6	4.9	3.2
18:1n-9	4.5	37.9	78.1	37.5	16	56	22	17.8	80.6	16.6
18:2n-6	1.4	41.1	7.3	10.5	14	26	53	68.7	8.4	14.2
18:3n-3		0.3	0.6	0.4	10	10	7.5	0.2	0.1	59.8
20:1n-9			0.3		6	2	1.0	0.1	0.3	
22:1n-9					49	следы				

Состав жирных кислот некоторых ЖИВОТНЫХ жиров и масел

Жирная кислота	Сливочное масло	Свиной жир	Говяжий жир	Бараний жир	Жир тихоокеанской сельди	Жир трески	Жир тихоокеанского анчоуса
<12:0	10.1						
12:0	2.8			0.6	0.2		
14:0	10.1	2.0	2.5	5.6	6.8	3.3	8.3
16:0	25.0	27.1	27.0	27.0	22.7	13.4	19.5
16:1	1.5	4.0	10.0	1.6	8.0	9.6	9.1
18:0	12.1	11.0	7.4	31.7	2.7	2.7	3.2
18:1n-7					5.0		2.5
18:1n-9	27.1	44.4	47.5	31.7	29.7	23.4	12.9
18:2n-6	2.4	11.4	1.7	1.6	0.7	1.4	0.9
18:3n-3	2.0		1.1	0.2	0.2	0.6	0.4
20:1n-9					4.4	7.8	1.2
20:1n-11					1.0		0.1
20:4n-6						1.4	0.5
20:5n-3					5.3	11.5	18.2
22:1n-11					3.9	5.3	1.4
22:5n-3					0.2	1.6	1.2
22:6n-3					1.5	12.5	10.9

Мировое производство важнейших жиров и масел.

Жиры и масла	Миллионы тонн (% всего)				
	1965	1975	1985	1995	2005
Соевое	4.1 (13.0)	8.5 (19.7)	14.1 (22.1)	19.5 (22.1)	27.3 (23.8)
Пальмовое	1.4 (4.4)	2.8 (6.5)	6.7 (10.5)	13.9 (15.7)	21.4 (18.7)
Рапсовое	1.4 (4.4)	2.6 (6.1)	6.0 (9.4)	9.5 (10.7)	12.0 (10.5)
Подсолнечное	2.9 (9.2)	3.7 (8.6)	6.5 (10.2)	8.9 (10.0)	10.8 (9.4)
Хлопковое	2.6 (8.3)	2.9 (6.8)	3.4 (5.3)	4.4 (5.0)	5.2 (4.5)
Арахисовое	3.0 (9.5)	2.9 (6.8)	3.3 (5.2)	4.2 (4.7)	5.1 (4.4)
Кокосовое	2.0 (6.3)	2.6 (6.1)	2.7 (4.2)	3.2 (3.6)	3.5 (3.1)
Пальмитоядерное	0.4 (1.3)	0.5 (1.2)	0.9 (1.4)	1.7 (1.9)	2.7 (2.4)
Кукурузное	0.4 (1.3)	0.6 (1.4)	1.0 (1.6)	1.6 (1.8)	2.0 (1.7)
Всего по группе	18.2 (57.7)	27.1 (63.2)	44.6 (69.9)	66.9 (75.5)	90.0 (78.5)
Сливочное	4.6 (14.6)	5.3 (12.4)	6.3 (9.9)	6.7 (7.6)	7.3 (6.4)
Технический жир	4.3 (13.7)	5.5 (12.8)	6.1 (10.0)	7.3 (8.2)	8.1 (7.1)
Свиной	3.5 (11.1)	4.0 (9.3)	5.0 (7.8)	6.2 (7.0)	7.5 (6.6)
Рыбий	0.9 (2.9)	1.0 (2.3)	1.5 (2.4)	1.5 (1.7)	1.6 (1.4)
Всего по группе	13.3 (42.3)	15.8 (36.8)	19.2 (30.1)	21.7 (24.5)	24.5 (31.5)
ВСЕГО	31.5	42.9	63.8	88.6	114.5

Масло растений с необычным составом жирных кислот.

Касторовое масло из клещевины – 90% рицинолевой кислоты 12-OH-18:1(n-9); годовое производство – более 500 тыс. т.



Hydnocarpus laurifolia
 $8H_{34}O_2$
 Масло дерева – 69% годовое производство
 -OH-18:1 (9t)
 $8H_{30}O_2$
 энденовой кислоты
 $8H_{30}O_2$



Масло индийских растений рода *Hydnocarpus*

Hydnocarpus laurifolia (*H. wightiana*) – 49% гид

Hydnocarpus Kurzii – 27% чаульмугровой к-ты



2.2% каприновой кислоты 10:0

Cuphea palustris – 80.1% лауриновой кислоты 12:0

Масло растений с необычным составом жирных кислот.

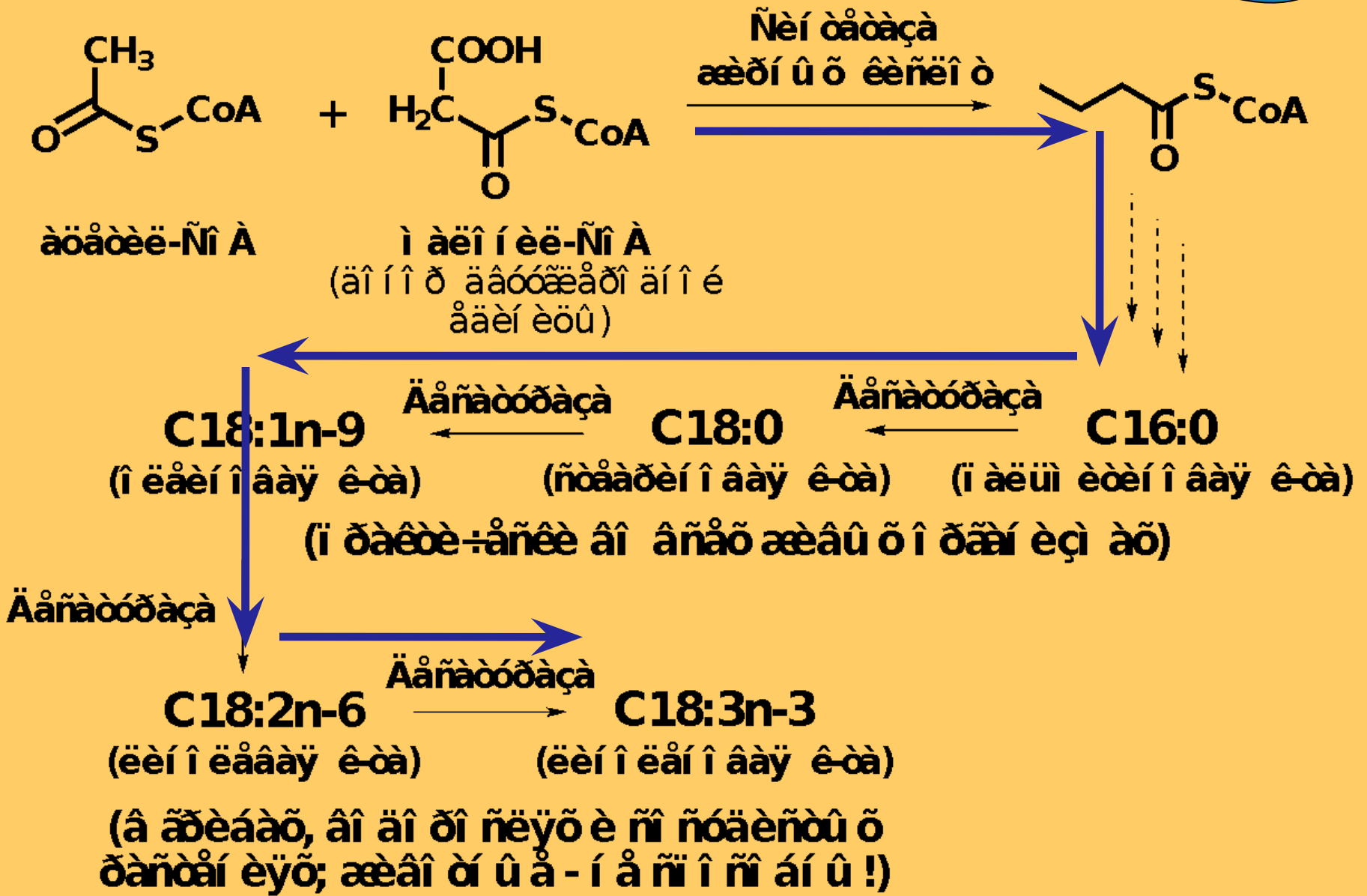
Масла с высоким содержанием стеариновой кислоты (18:0):

масло какао из шоколадного дерева (*Theobroma cacao*) – 34.4% (+ 34.8% олеиновой кислоты);

масло салового дерева (*Shorea robusta*) – 44.3% (+ 40.4% олеиновой кислоты); в 1975 году было произведено 35 тыс. т.;

масло масляного дерева карите (*Butyrospermum parkii*) – 44.3% (+ 45.6% олеиновой кислоты); в 1979 году было произведено 35 тыс. т.

Биосинтез жирных кислот



Биосинтез жирных кислот



Аањаооџаџа
 æèâí î ù õ

Аањаооџаџа
 џањаí èè

Èèí î ëâààÿ è èèí î ëâí î âàÿ èèñëî òù í à ñèí òàџèџòр òñÿ â
 î џâí èçì àõ âù ñè èõ æèâí î ù õ, í î í âí áõí æè ù äëÿ í î òì àèüí î ã
 æèџí âí ã î âí áí à => ÿâëÿр òñÿ í àџàí âí èì ùì è èèñëî òàè è.

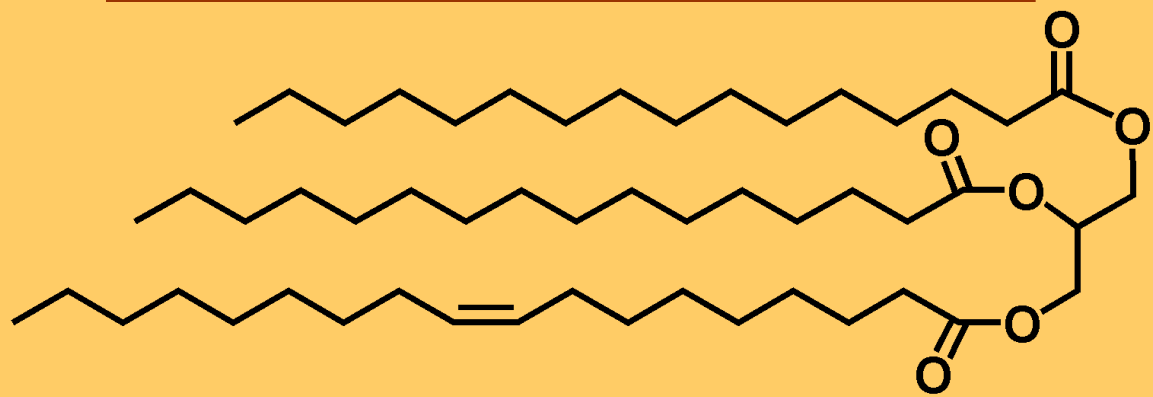
Биосинтез полиеновых кислот.

Ê-òù èèí î ëââí ã џÿâà
 18:2n-6 → 18:3n-6 → 20:3n-6 → 20:4n-6 → 22:4n-6 → 22:5n-6

Ê-òù èèí î ëâí î âí ã џÿâà
 18:3n-3 → 18:4n-3 → 20:4n-3 → 20:5n-3 → 22:5n-3 → 22:6n-3

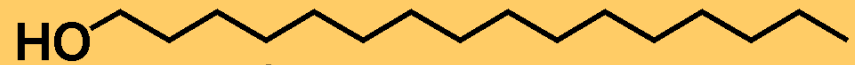
(î òàèòè ÷âñèè âí âñâõ æèâù õ î џâí èçì àõ, êџí ì à æèâí î ù õ-
 òèù í èèí â è òââòèí âù õ òàñòáí èé!)

Простые липиды – жиры.

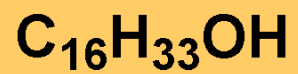


Простые липиды – жиры

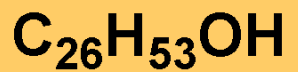
Составные простых липидов – жирные спирты.



гексадеканол



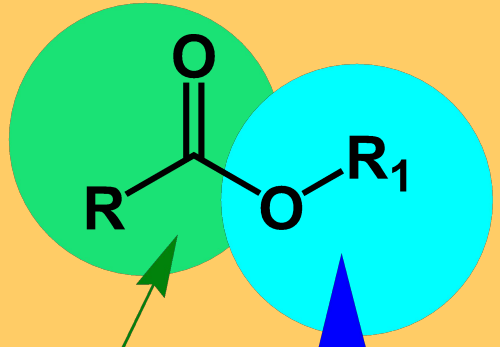
гексакозанол



триаконтанол



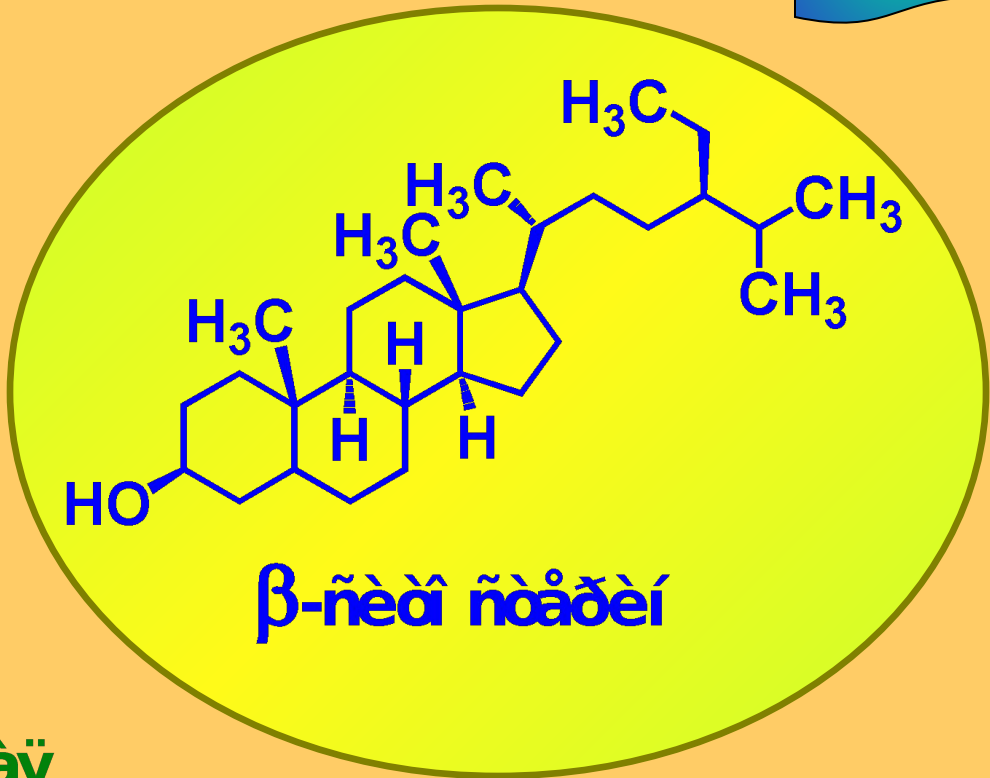
Простые липиды – воски.



R - $\hat{i} \hat{n}\hat{o}\hat{a}\hat{o}\hat{i} \hat{e}$
 $\hat{e}\hat{a}\hat{o}\hat{a}\hat{i} \hat{i} \hat{i} \hat{a}\hat{i} \hat{e}$
 $\hat{e}\hat{e}\hat{n}\hat{e}\hat{i} \hat{o}\hat{u}$

R₁ - $\hat{i} \hat{n}\hat{o}\hat{a}\hat{o}\hat{i} \hat{e}$
 $\hat{n}\hat{i} \hat{e}\hat{o}\hat{o}\hat{a}$

$C_{15}H_{31}N\hat{i} OH - \hat{i} \hat{a}\hat{e}\hat{u}\hat{i} \hat{e}\hat{o}\hat{e}\hat{i} \hat{i} \hat{a}\hat{a}\hat{y}$
 $C_{25}H_{51}N\hat{i} OH - \hat{o}\hat{a}\hat{o}\hat{i} \hat{o}\hat{e}\hat{i} \hat{i} \hat{a}\hat{a}\hat{y}$



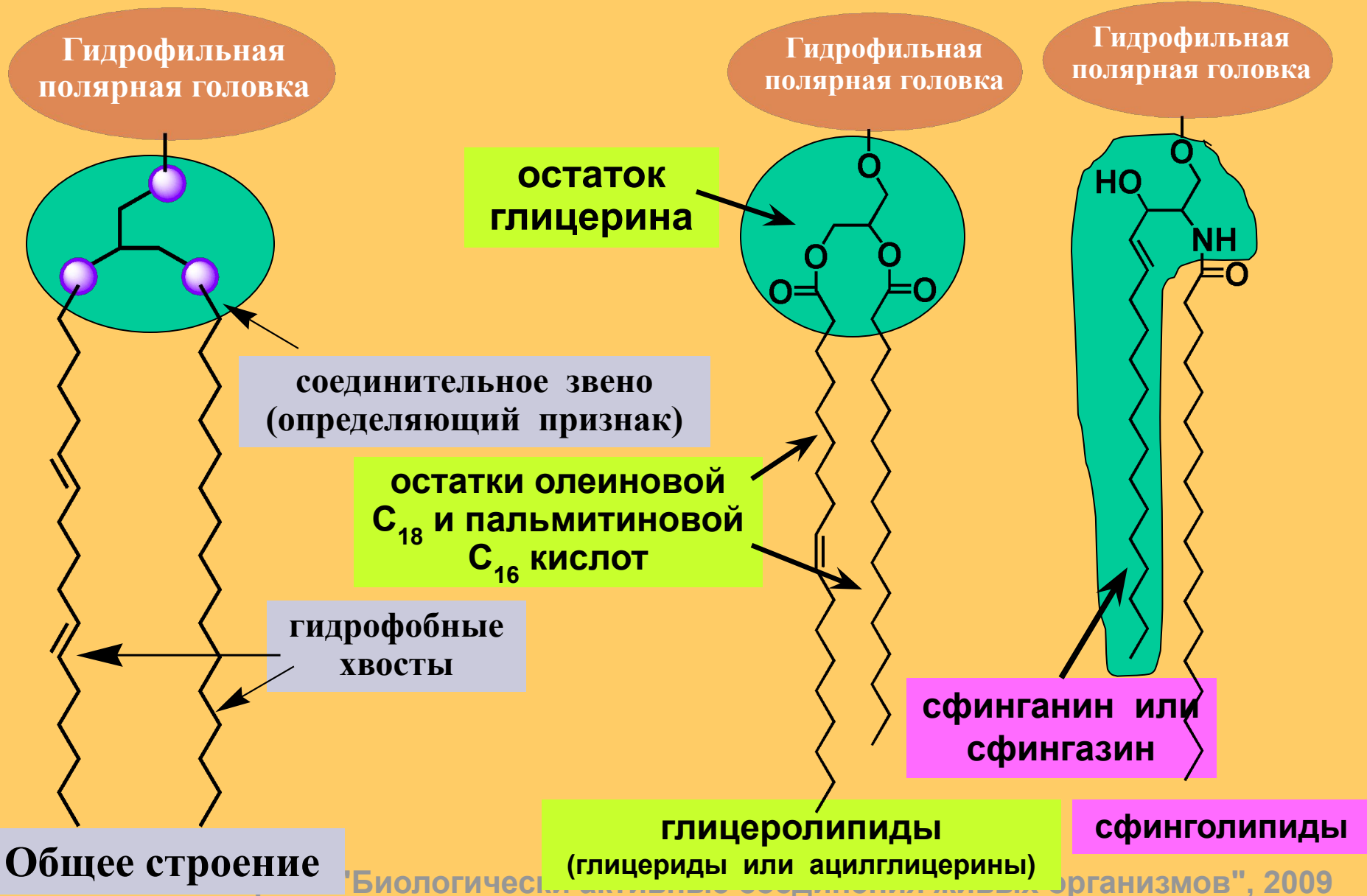
$\beta\text{-}\hat{n}\hat{e}\hat{o}\hat{i} \hat{n}\hat{o}\hat{a}\hat{o}\hat{e}\hat{i}$

$C_{19}H_{39}\text{-}\hat{C}H\text{-}C_6H_{11} - \hat{\alpha}\hat{\phi} \hat{i} \hat{i} \hat{i}$

$n\text{-}C_{30}H_{61}OH - \hat{o}\hat{o}\hat{e}\hat{a}\hat{e}\hat{i} \hat{i} \hat{o}\hat{a}\hat{i} \hat{i} \hat{e}$

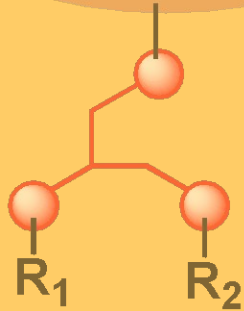
Первичная классификация липидов биологических мембран

15



Фосфолипиды – главные компоненты биологических мембран

$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2$
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2$



$\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2$



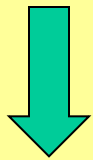
$\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2$
 (глицерин)

$\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2$ - глицерин

(1-5% в мембранах животных и растений; в мембранах растений и грибов до 20%; в мембранах бактерий и архей до 30%)

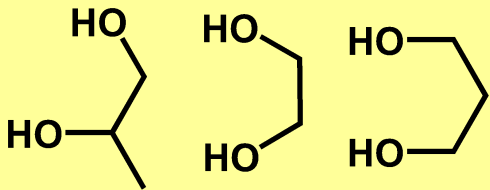
Составные части липидов биологических мембран

ãëèöåðî ëèë èäû

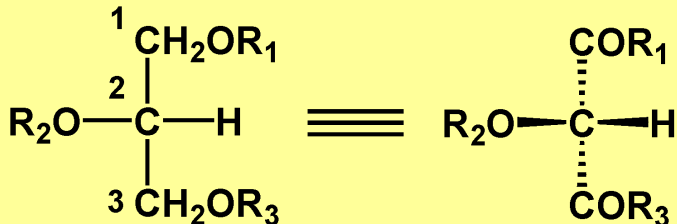


более 50% от встречающихся в природе

ЖК + глицерин (или другие полиолы)



äèî ëüí û ă ëèë èäû



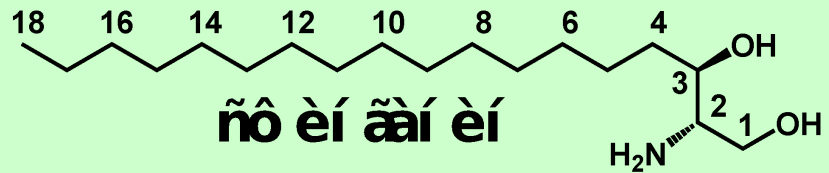
ï ðî äëöëÿ Ôèø åðà ãëèöåðèäèäî ä

ñô èí ã ëèë èäû



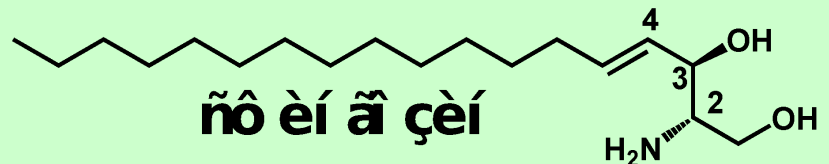
Строительный материал нервных тканей и мозга

жирные кислоты + сфингозиновые основания



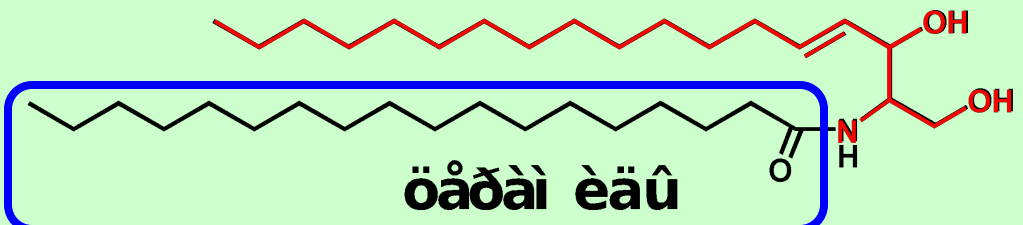
ñô èí ãäí èí

(2S, 3R)-2-àì èí î î èòàäåàèäí äèì ë-1,3



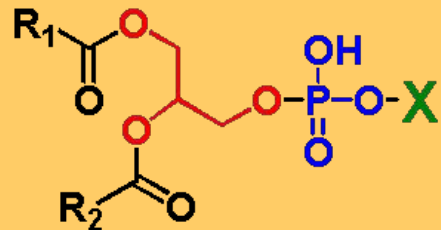
ñô èí ã çèí

(2S, 3R, 4Å)-2-àì èí î î èòàäåòäí -4-äèì ë-1,3



öåðäì èäû

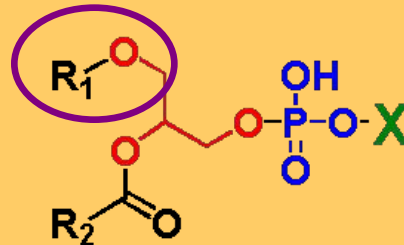
Глицерофосфолипиды



Глицерофосфолипиды

(глицерофосфолипиды) — это класс липидов, состоящих из глицерина, связанного с двумя жирными кислотами и фосфатной группой, которая может быть связана с различными молекулами (X).

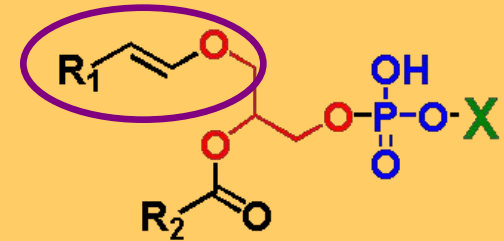
Сфингофосфолипиды



Сфингофосфолипиды

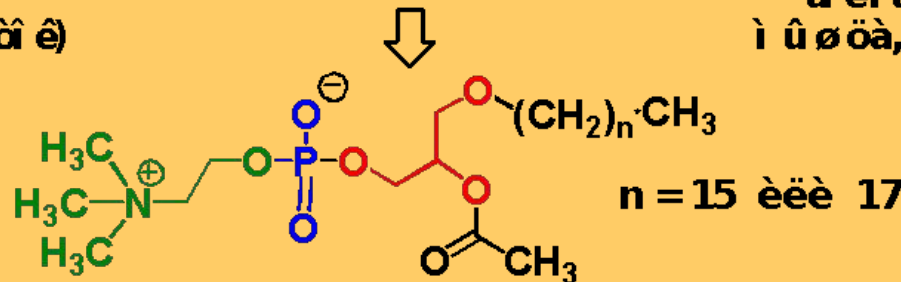
(сфингофосфолипиды) — это класс липидов, состоящих из сфингозина, связанного с одной жирной кислотой и фосфатной группой, которая может быть связана с различными молекулами (X).

Фосфоинозитиды



Фосфоинозитиды

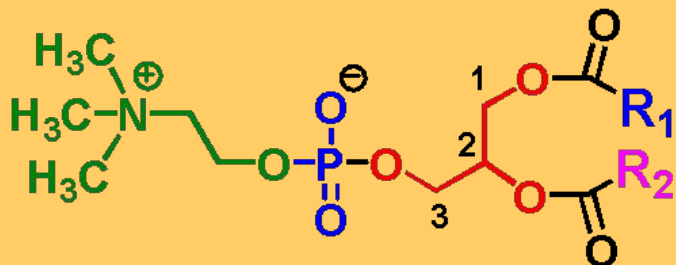
(фосфоинозитиды) — это класс липидов, состоящих из инозита, связанного с одной жирной кислотой и фосфатной группой, которая может быть связана с различными молекулами (X).



Кардиолипиды

(кардиолипиды) — это класс липидов, состоящих из глицерина, связанного с двумя жирными кислотами и фосфатной группой, которая может быть связана с различными молекулами (X).

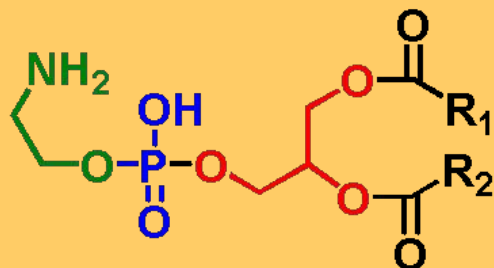
Фосфолипиды



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

Они являются

А 50% они являются естественными компонентами мембраны. А также являются компонентами мембраны. Они являются компонентами мембраны.

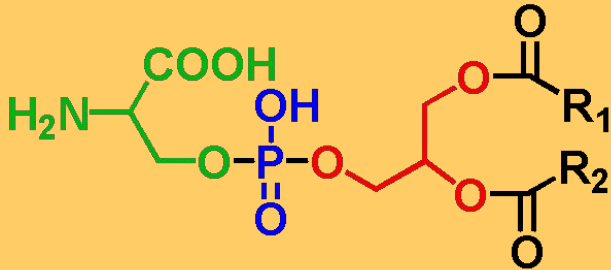


И они являются естественными компонентами мембраны. А также являются компонентами мембраны. Они являются компонентами мембраны.

Они являются

А также являются естественными компонентами мембраны. Они являются компонентами мембраны. Они являются компонентами мембраны.

Фосфолипиды

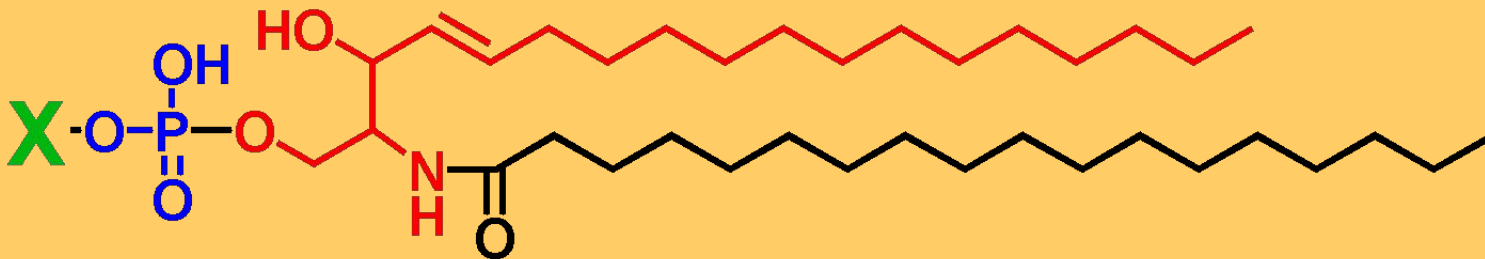


Аи 10-15% иò иáùáã ëì èè-аñoàà
 ô î ñô î èèì èäî â â òèáí ýõ ì èäëì ì èòàр-
 ù èõñü. Èì èàèèçàöèÿ: ì î çã, ñãäöä, ì
 ì á-áí ù, ì î ÷èè, ñãèäç, í èà, è, äèèä.

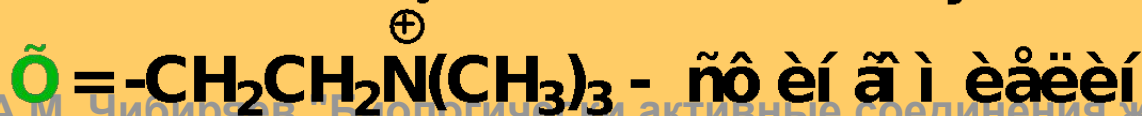
Ôî ñô àèèäèèñãèè í

Âù ñòóí ààò äãäèÿü ðì ì àèèèáí î ñèè ðÿäà ì àì áðáí î ñãÿçáí í ù õ
 ô äðì áí õí â; ÿäèÿäòñü ì äãäèèñoäáí í èèì ì ì ðè àèì ñèì òãçã
 ô î ñô àèèäèèÿòáí î èàì èì î â.

Ñò èì ã ô î ñô î èèì èäù .



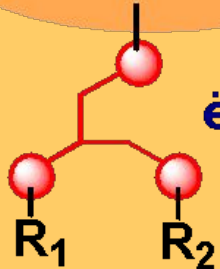
(ñèì æ ù é ýò èð ô î ñô î ðí î é èèñè òù è
 ñò èì ã çèì î áí ã ì ñí î ááì èÿ)



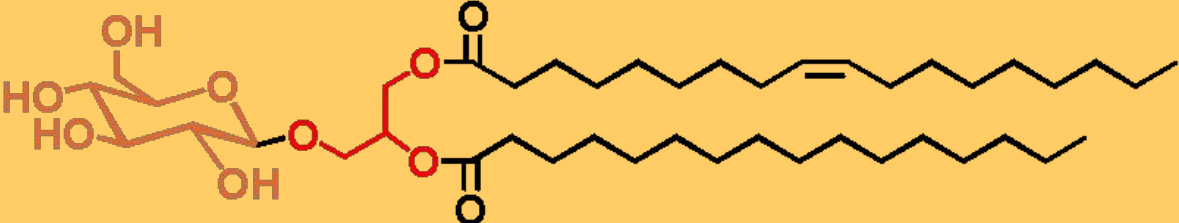
Фосфолипиды

Абсолютно непонятный текст.

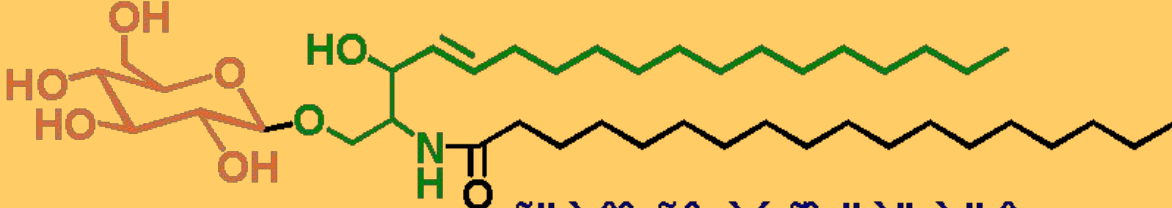
абсолютно непонятный текст



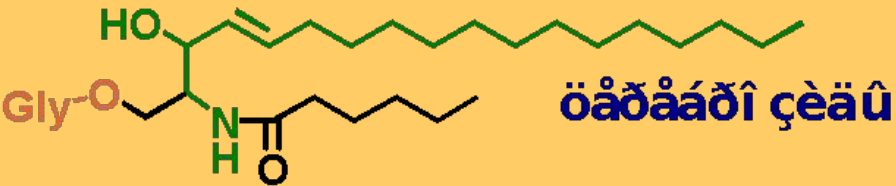
абсолютно непонятный текст



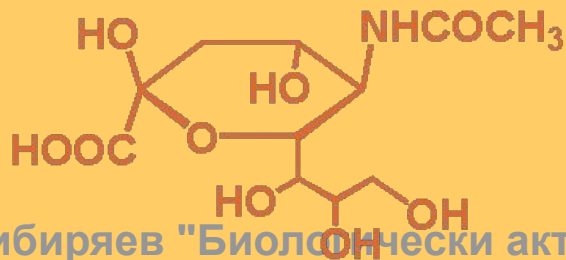
абсолютно непонятный текст



абсолютно непонятный текст



абсолютно непонятный текст



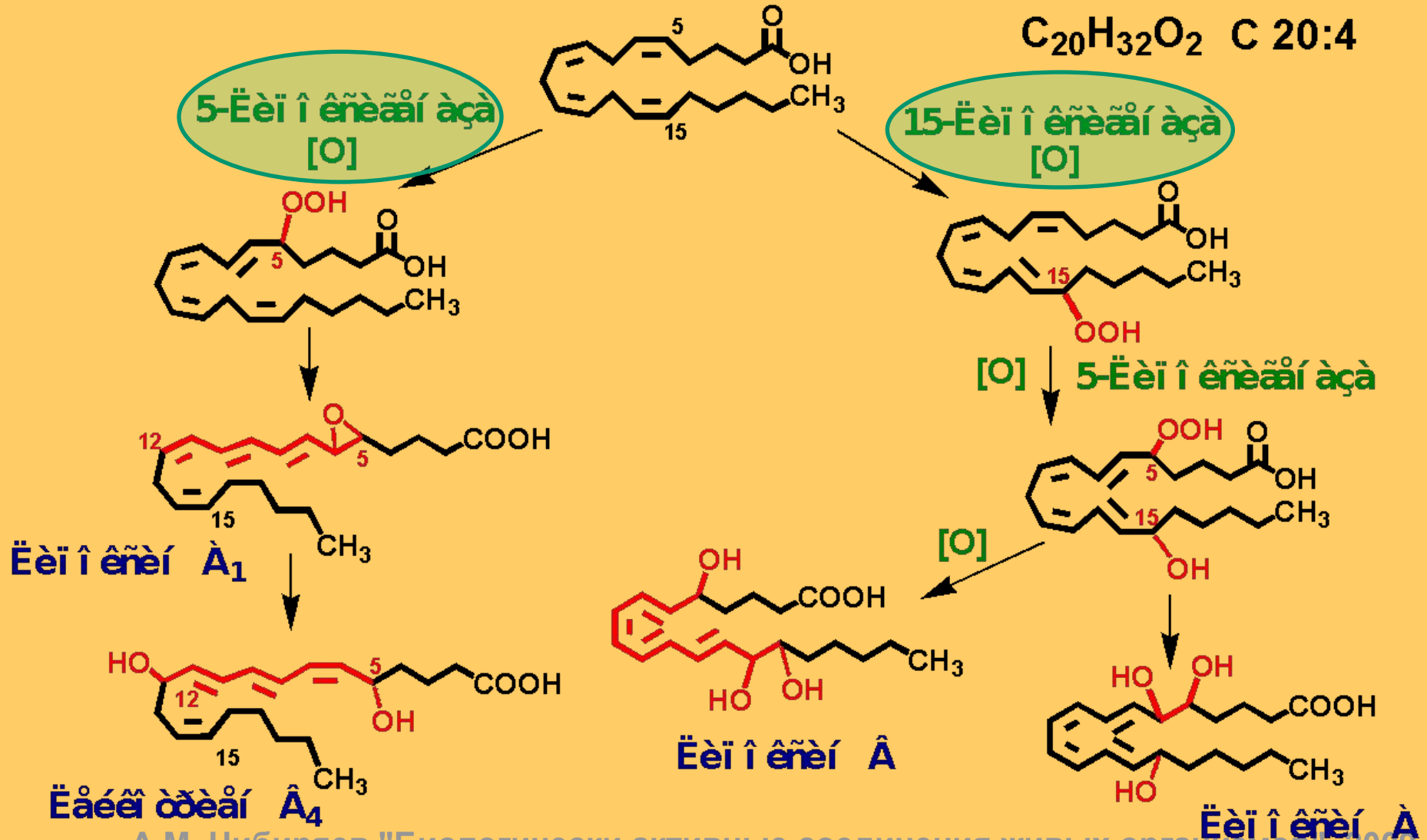
Непонятный текст (N-ацетилглюкозамин),
абсолютно непонятный текст

Каскад арахидоновой К-ТЫ

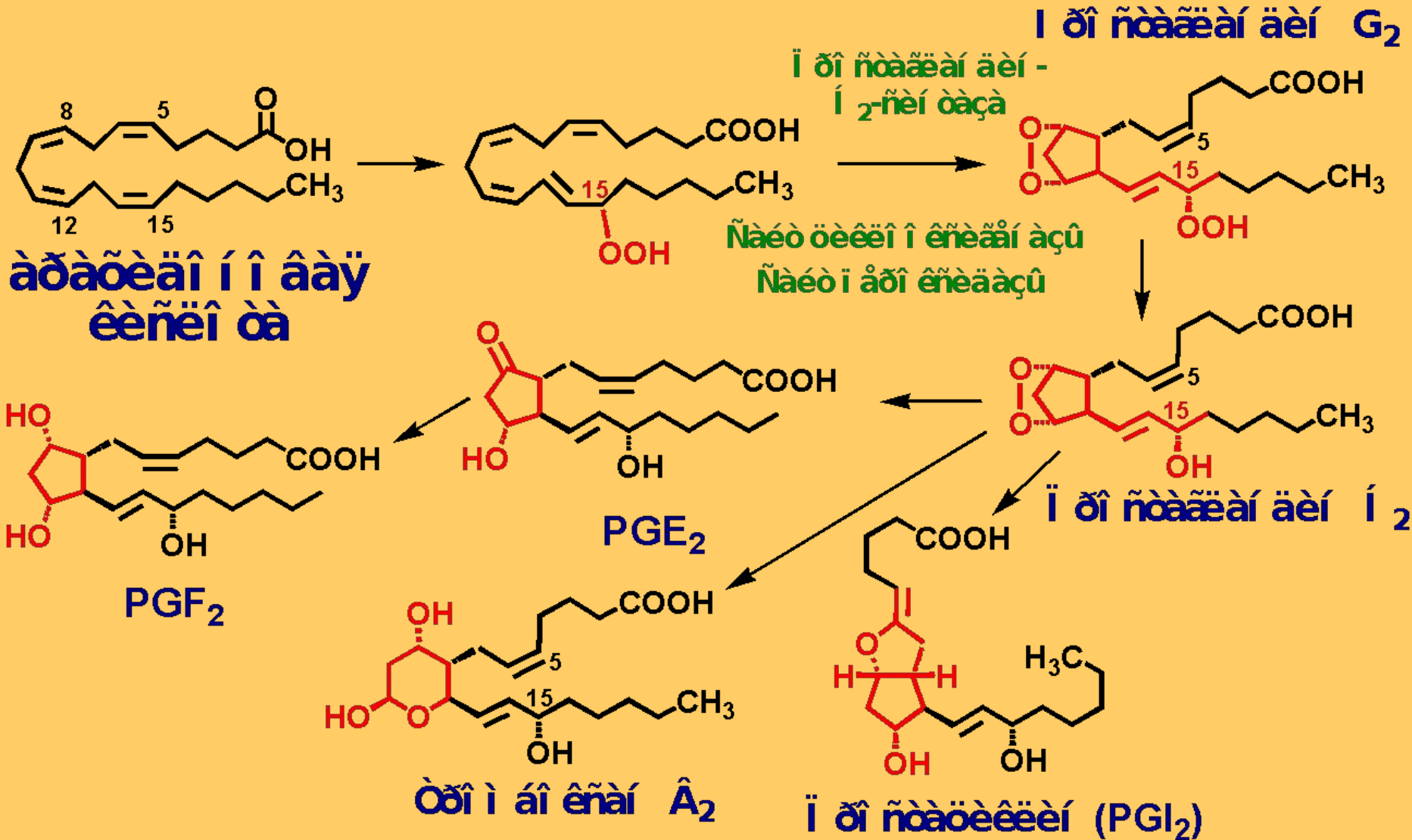
àðàõèäî í î âàü èèñèî à

Öèñ, öèñ, öèñ, öèñ - Ýéñ çà-5,8,11,14-òàððàáî í âàü èèñèî à

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

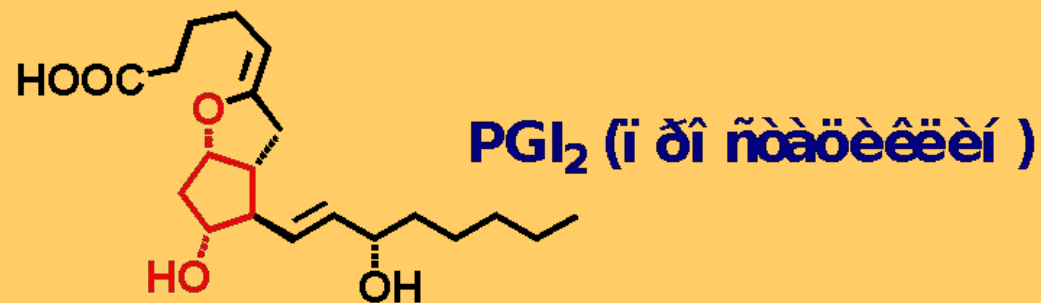
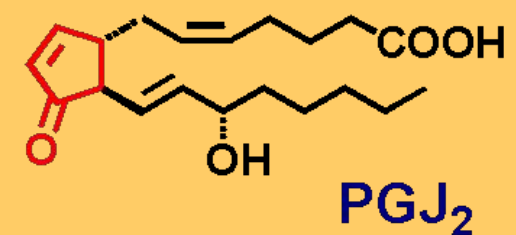
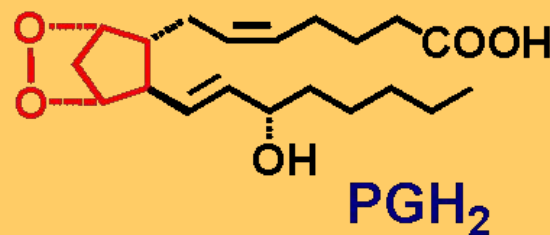
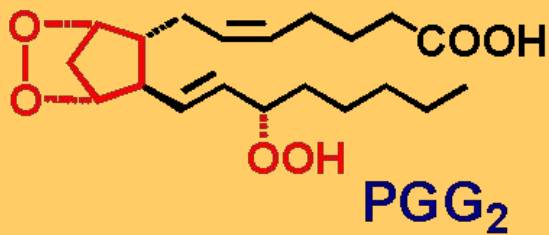
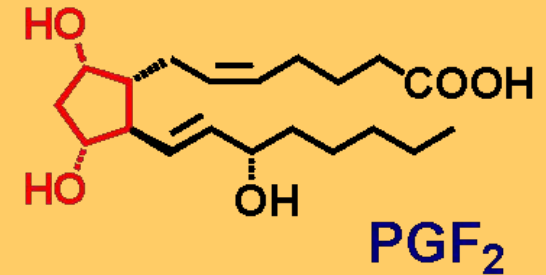
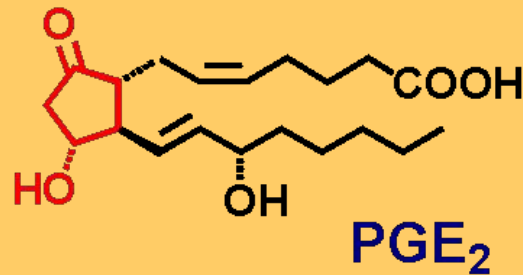
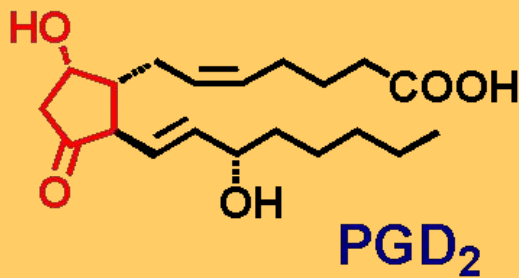
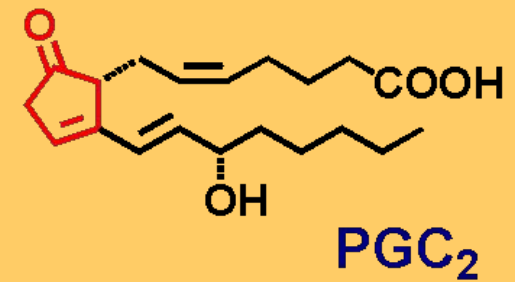
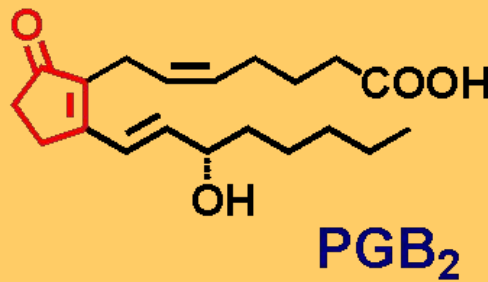
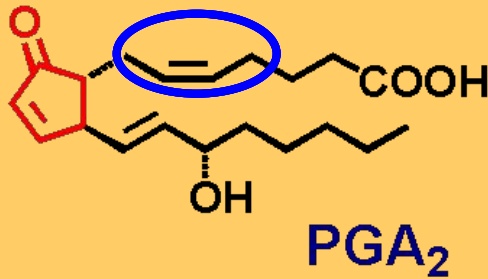


Каскад арахидоновой К-ТЫ



Простагландины

24



Простаноиды

25

ферментативно

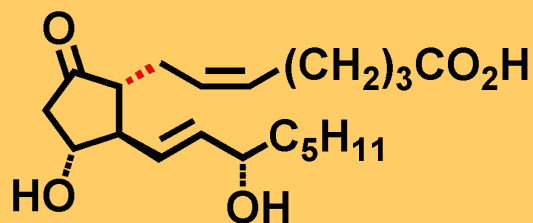
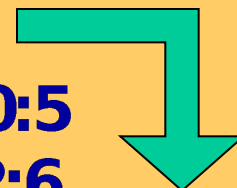
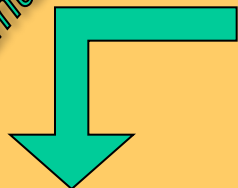
не ферментативно

α - ω 18:3

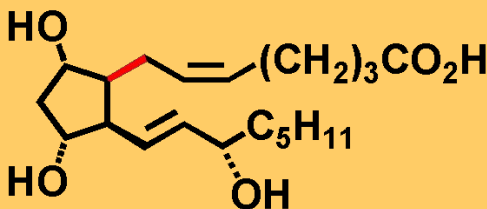
α - ω 20:4

γ - ω 20:5

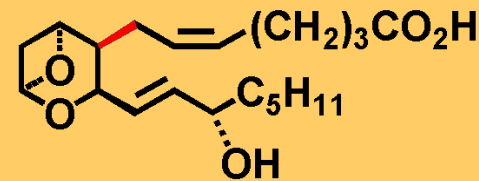
α - ω 22:6



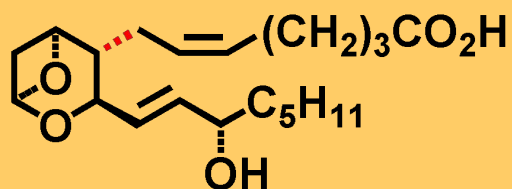
E_2



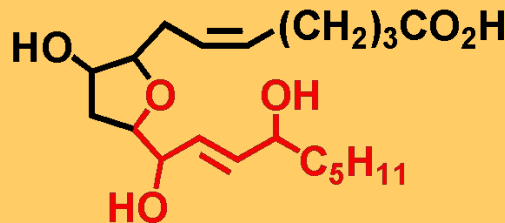
15-F_{2t}



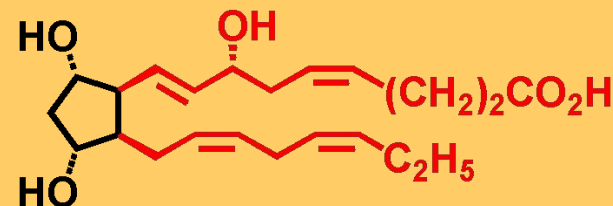
15-A₂



A₂



7-F_{4t}



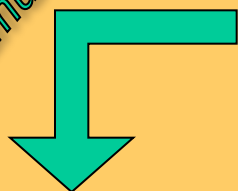
7-F_{4t}

Объект - животные

Простаноиды

26

ферментативно



α - ω -18:3

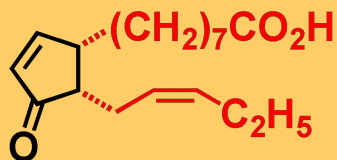
α - ω -20:4

γ - ω -20:5

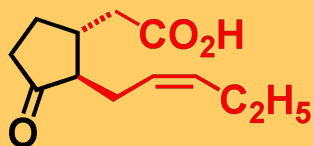
α - ω -22:6



Не ферментативно

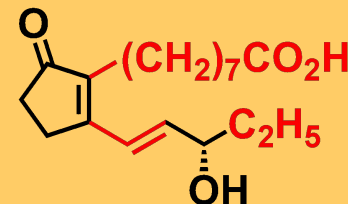


12- ω -7 -
- ω -7

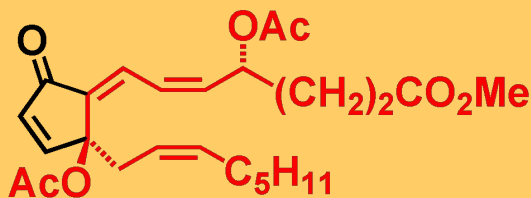


ω -7

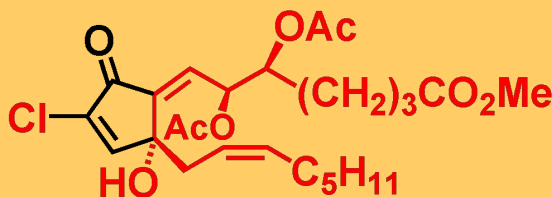
растения



ω -7 6- ω -1



ω -7



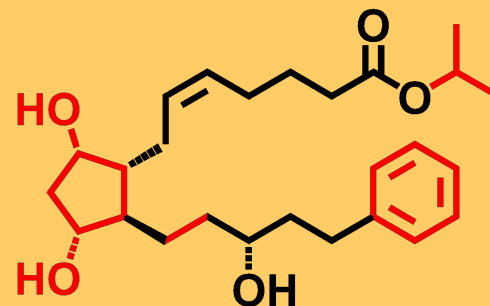
ω -7

морские
организмы

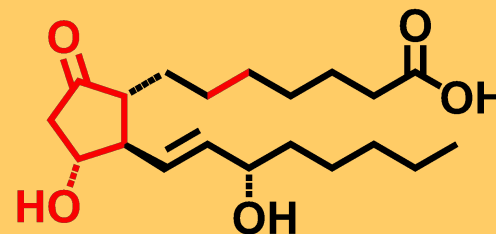
Препараты простагландинов.

27

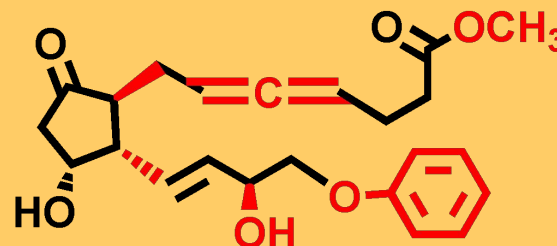
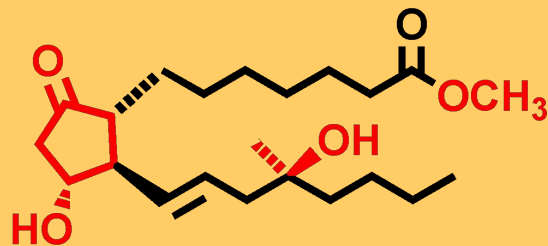
Латанопрост (Ксалатан) – антиглаукомное средство (на основе синтетического простагландина группы $F_{2\alpha}$).



Алпростадил – для лечения эректильной дисфункции (на основе синтетического простагландина группы E_1).



Мизопростол и Энпростил – противоязвенные средства (на основе синтетических простагландинов группы E_1).



Динопрост ($PGF_{2\alpha}$) и Динопростон (PGE_2) – в акушерской практике для стимулирования родовой деятельности в любой период беременности