

ЛИПИДЫ

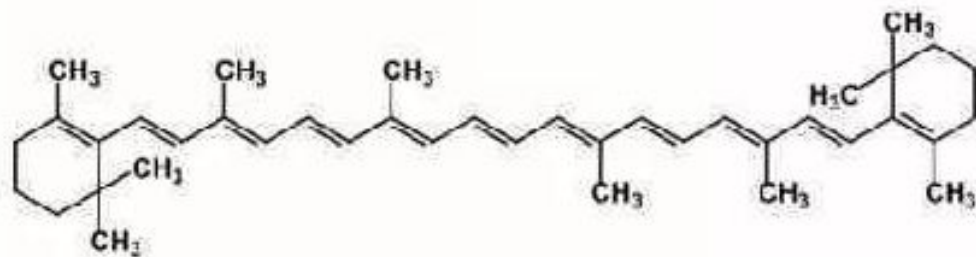
Большая группа разных по химическому строению и биологическим функциям жироподобных веществ, входящих в состав живых организмов (растительных и животных)

ЛИПИДЫ

По отношению к щелочному гидролизу
делят на две группы:

ОМЫЛЯЕМЫЕ и НЕОМЫЛЯЕМЫЕ

НЕОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ



В-каротин

в биохимии используют более узкую формулировку:

Липидами называют группу веществ органического происхождения различного химического строения, прямо или опосредованно связанных с монокарбоновыми (жирными) кислотами

Все другие соединения, извлекаемые неполярными растворителями из клеток, принято называть веществами, **родственными липидам**

ОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ

```
graph TD; A[ОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ] --> B[Простые липиды]; A --> C[Сложные липиды]; B --> D[воска]; B --> E[жиры и масла]; C --> F[фосфолипиды]; C --> G[сфинголипиды]; C --> H[гликолипиды];
```

Простые липиды

воска

жиры и
масла

Сложные липиды

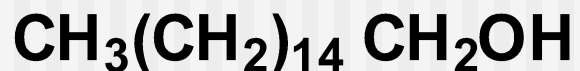
фосфолипиды

сфинголипиды

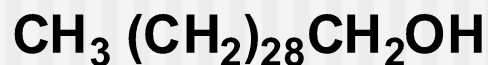
гликолипиды

Основу строения омыляемых липидов составляют следующие спирты:

Высшие одноатомные спирты

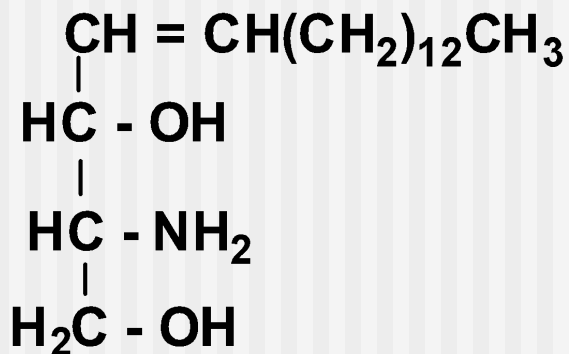


цетиловый спирт



триаконтиловый спирт

Аминоспирт



сфингозин

Трехатомный спирт



глицерин

Высшие жирные кислоты(ВЖК)

■	C_3H_7COOH	масляная к-та
■	$C_5H_{11}COOH$	капроновая к-та
■	$C_7H_{15}COOH$	каприловая к-та
■	$C_9H_{19}COOH$	каприновая к-та
■	$C_{11}H_{23}COOH$	лауриновая к-та
■	$C_{13}H_{27}COOH$	миристиновая к-та
■	$C_{15}H_{31}COOH$	пальмитиновая к-та
■	$C_{16}H_{33}COOH$	маргариновая к-та
■	$C_{17}H_{35}COOH$	стеариновая к-та
■	$C_{19}H_{39}COOH$	арахиновая к-та

предельные

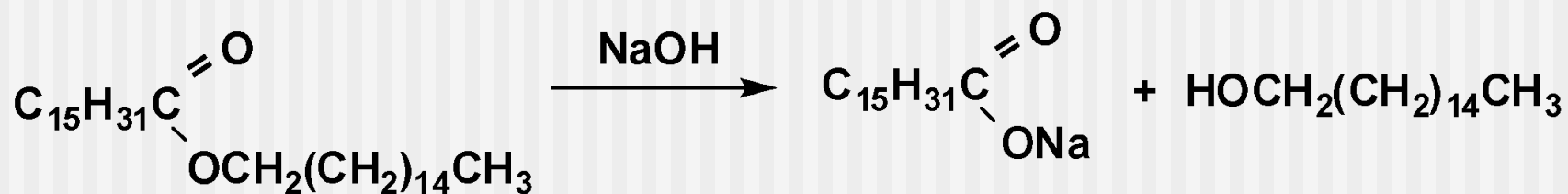
■	$C_{17}H_{33}COOH$	олеиновая к-та
■	$C_{17}H_{31}COOH$	линолевая к-та
■	$C_{17}H_{29}COOH$	линоленовая к-та

непредельные

ПРОСТЫЕ ЛИПИДЫ

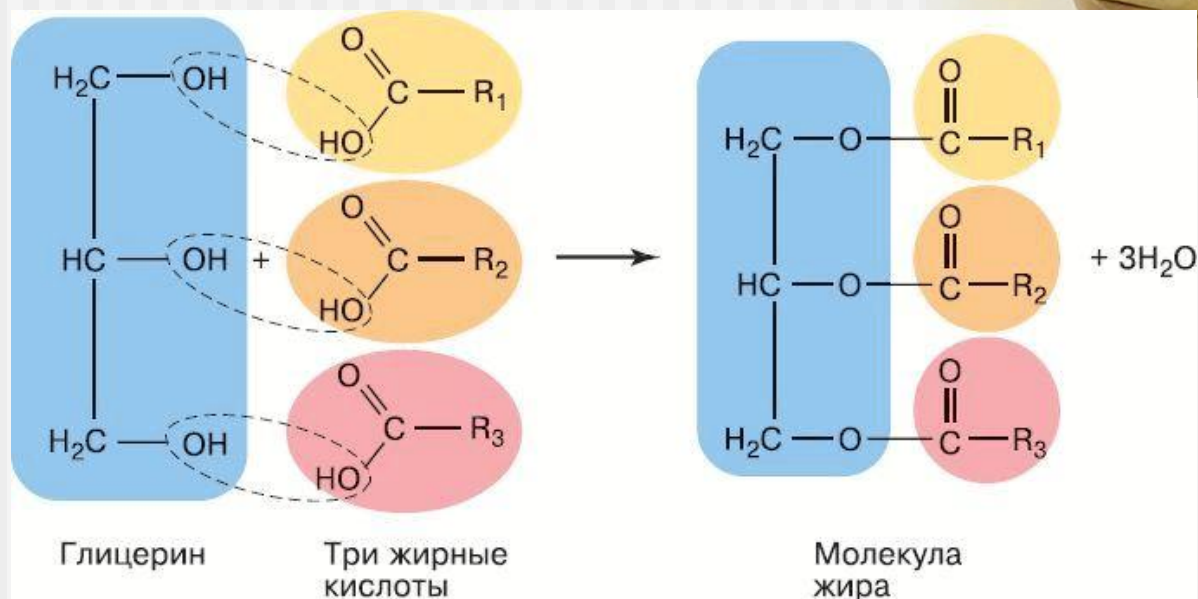
ВОСКИ - сложные эфиры

высших одноатомных спиртов и ВЖК

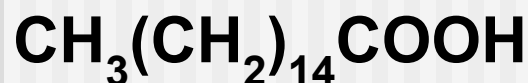


цетиловый эфир
пальмитиновой кислоты

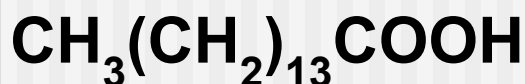
АЦИЛГЛИЦЕРИНЫ - сложные эфиры трёхатомного спирта глицерина и жирных кислот



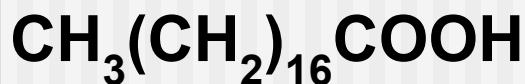
Насыщенные жирные кислоты $C_nH_{2n+1}COOH$



пальмитиновая кислота



миристиновая кислота

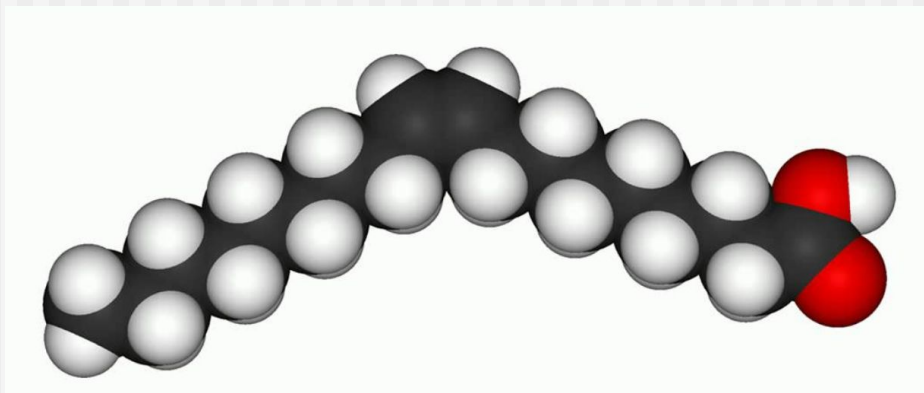
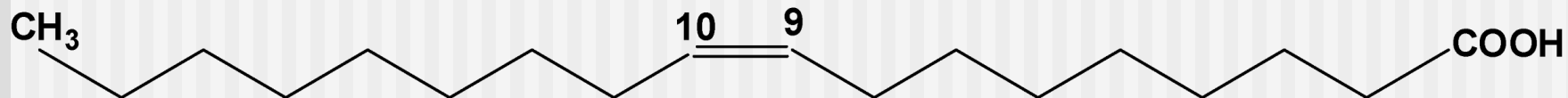


стеариновая кислота

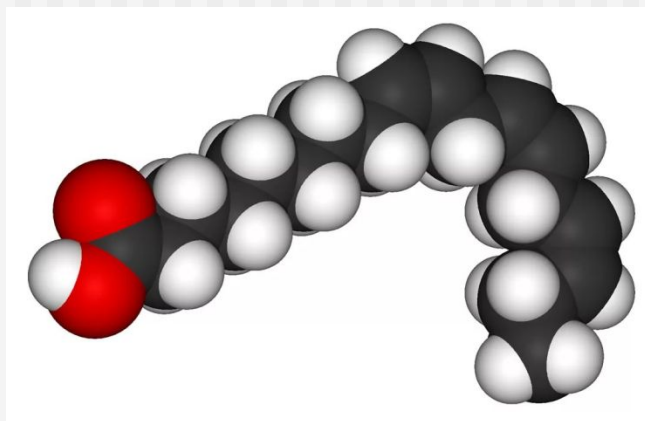
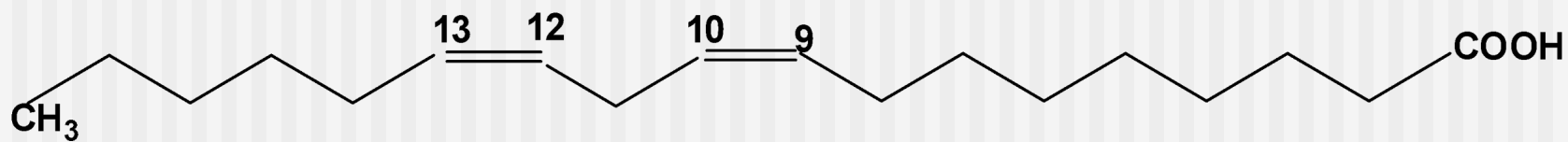


Непредельные жирные кислоты

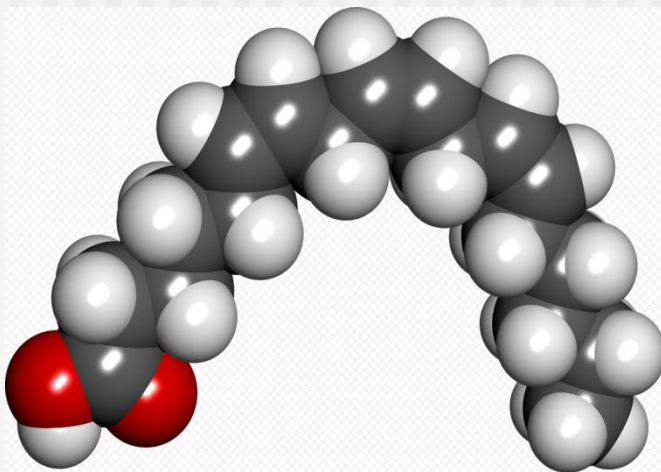
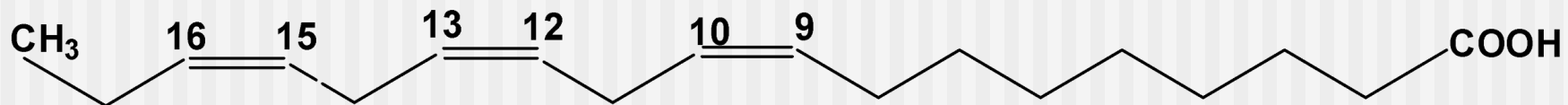
$C_{17}H_{33}COOH$ олеиновая кислота



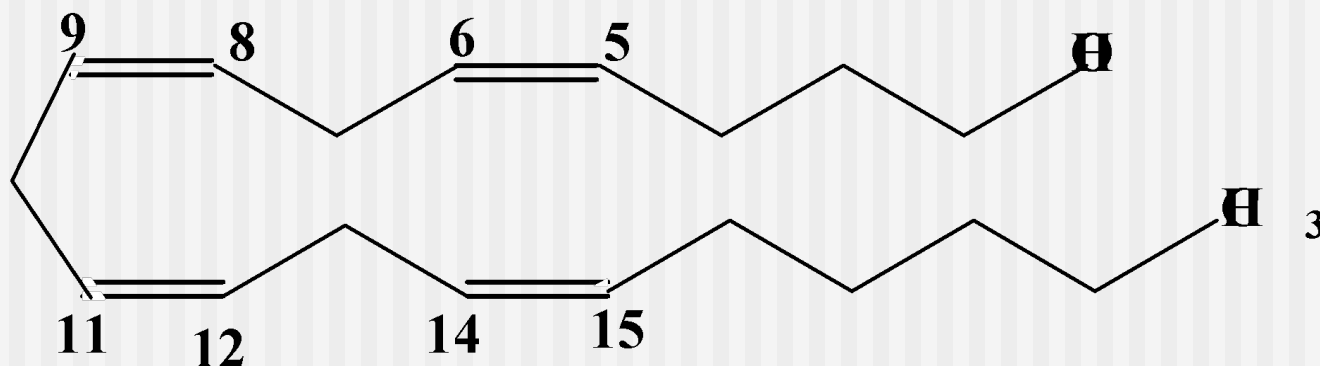
Линолевая кислота



Линоленовая кислота

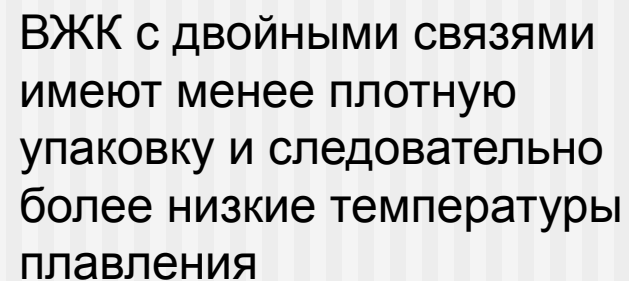
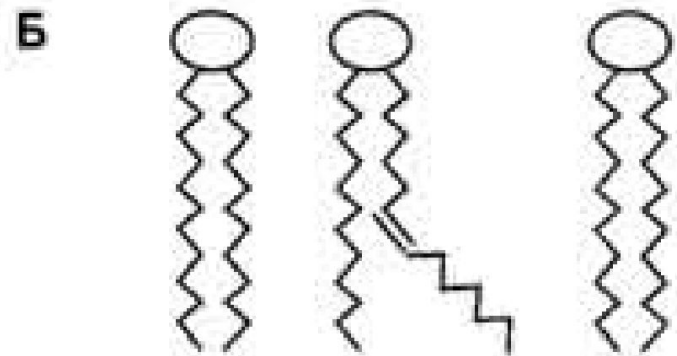


Арахидоновая кислота



эйкозатетраен- 5,8,11,14-овая кислота

Укажите её сокращенное обозначение. К какому типу (ω-3 или ω-6) кислот она относится?



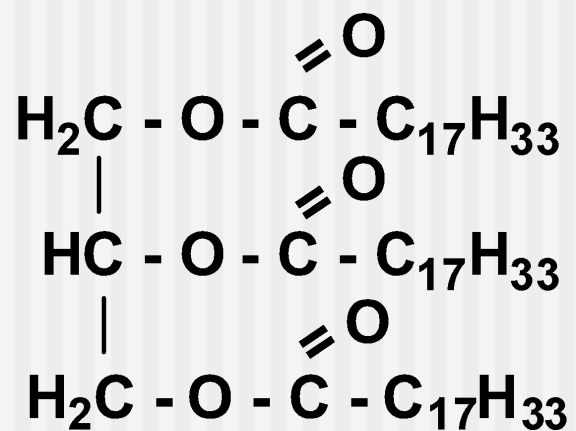
Номенклатура и состав природных триацилглицеринов

Различают простые и смешанные триацилглицерины:

простые - содержат остатки одинаковых ВЖК, а

смешанные - остатки различных кислот

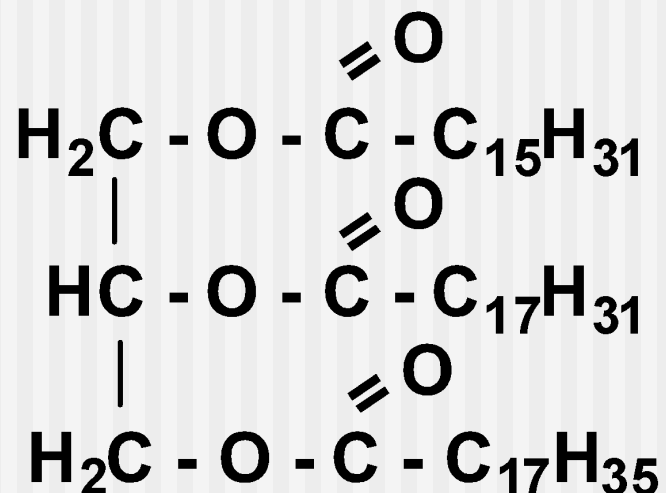
Простые триацилглицерины



триолеоилглицерин

триолеин

Смешанные триацилглицерины



1-пальметоил-2-ленолеоил-
3-стеароилглицерин

пальмитленолеостеарин

По консистенции различают:

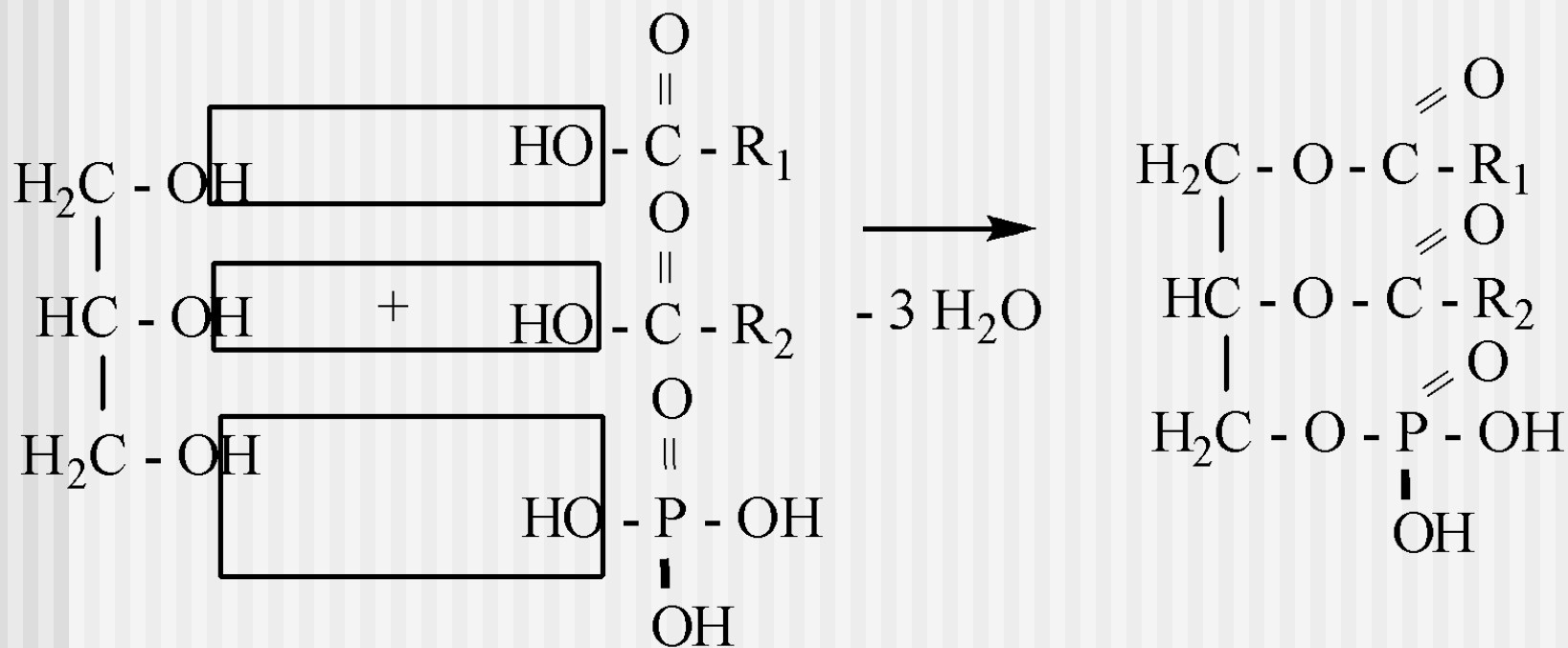
- **твердые жиры** - содержат главным образом остатки насыщенных ВЖК (жиры животного происхождения)
- **жидкие жиры** (масла) содержат главным образом остатки ненасыщенных ВЖК

Сложные липиды

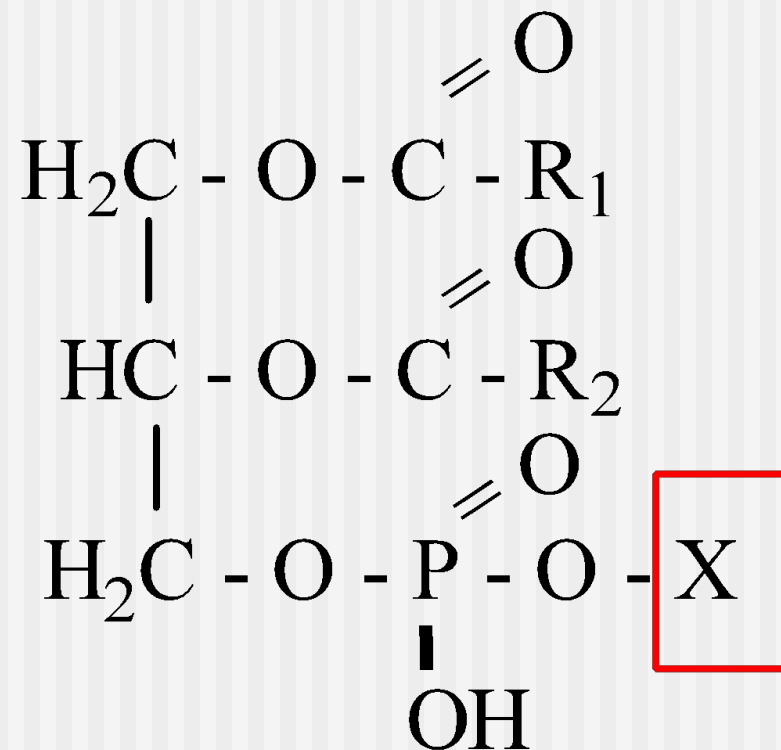
К сложным липидам относят липиды, имеющие в молекуле фосфор, азотсодержащие фрагменты или углеводные остатки

- **Фосфолипиды**
- **Сфинголипиды**
- **Гликолипиды**

Фосфолипиды или глицерофосфолипиды

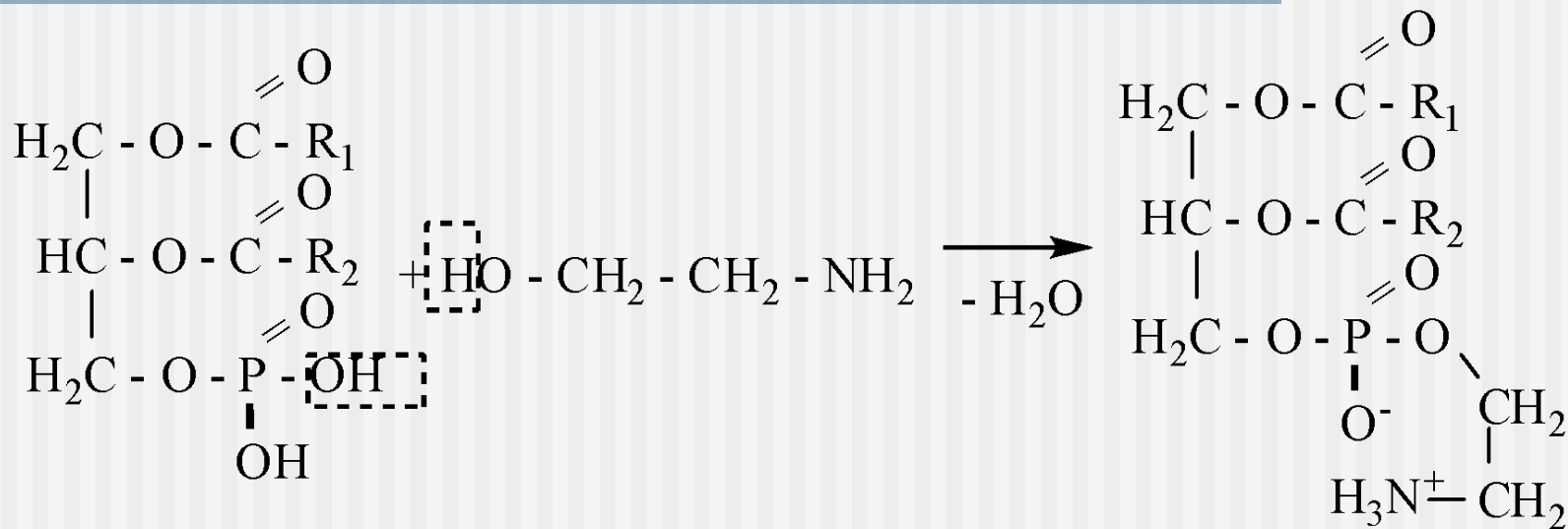


L-фосфатидная кислота



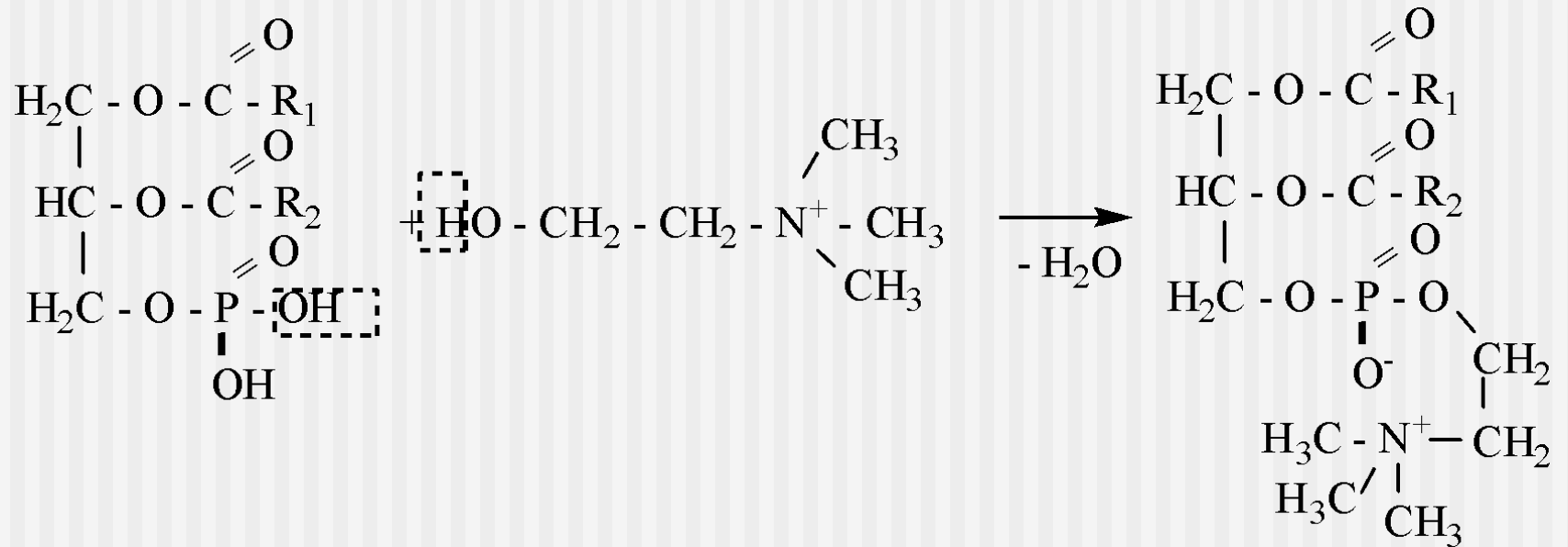
Остаток фосфатидной кислоты - **фосфатидил**

Фосфатидилэтаноламины (коламинкефалины)

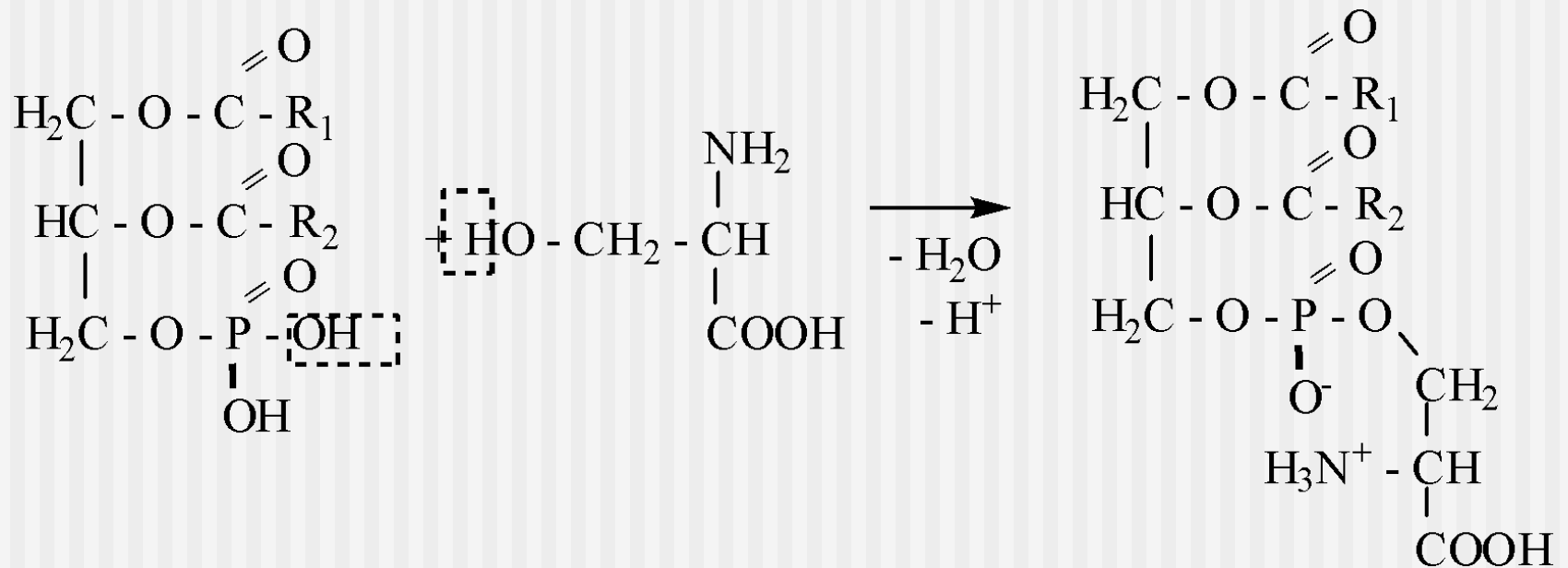


Кефалины участвуют в образовании внутриклеточных мембран и процессах, протекающих в нервной ткани

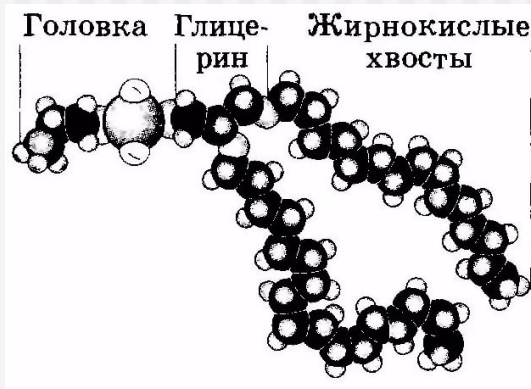
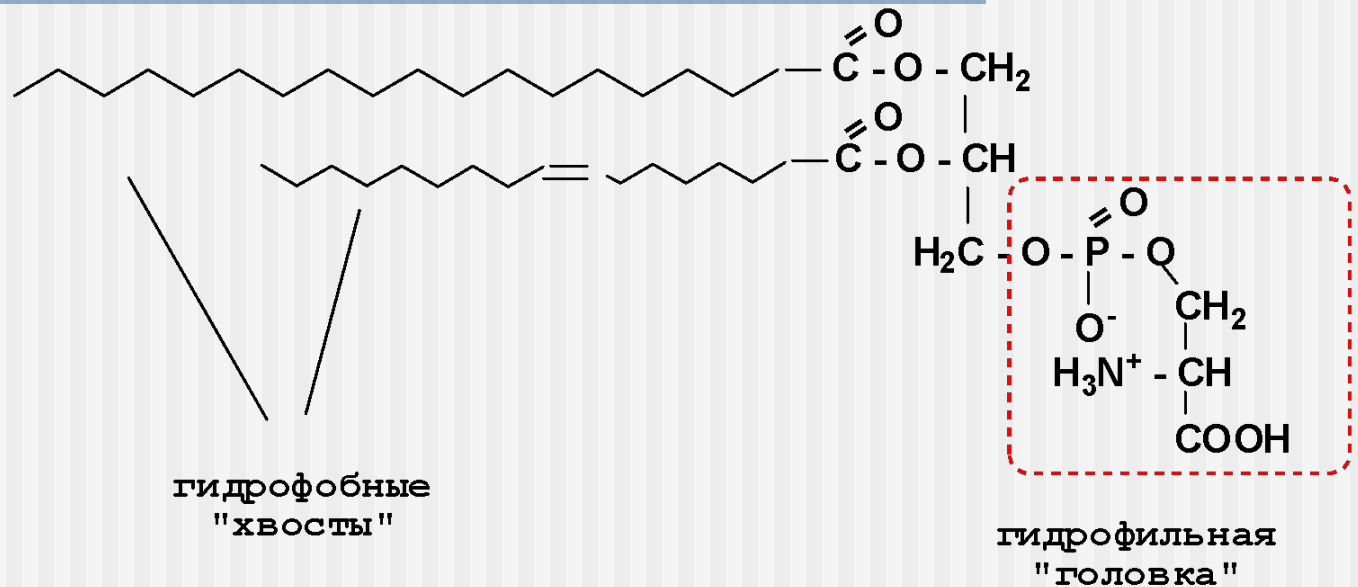
Фосфатидилхолины (лецитин)



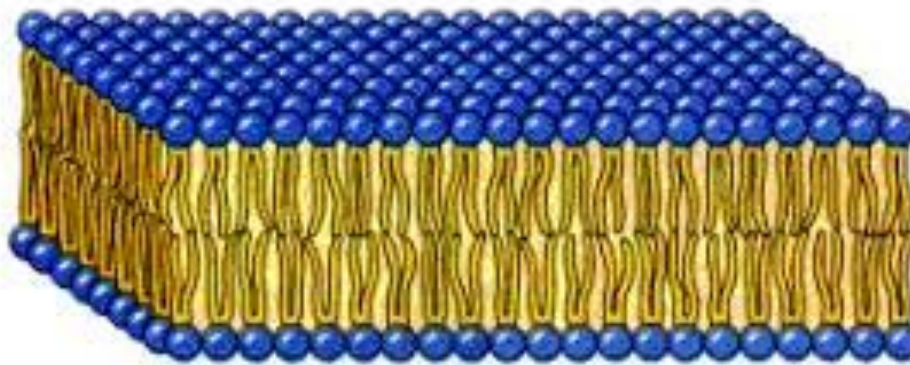
Фосфатидилсерины (серинкефалины)



Характерная особенность фосфолипидов – **амфифильность** т.е. обладают одновременно гидрофильными и гидрофобными свойствами



Вследствие **амфифильности** фосфолипиды в водной среде образуют многомолекулярные структуры с упорядоченным расположением молекул



Липидный бислой

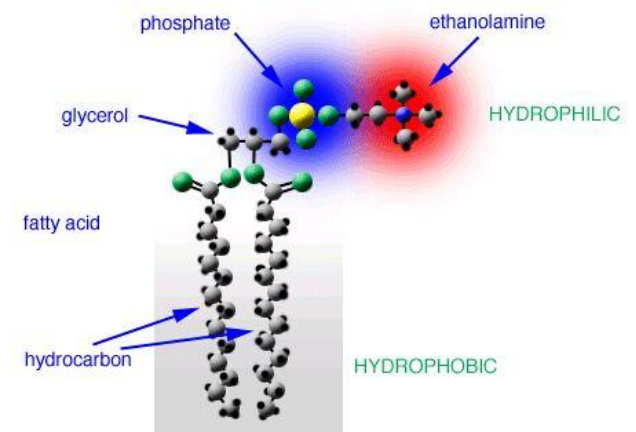
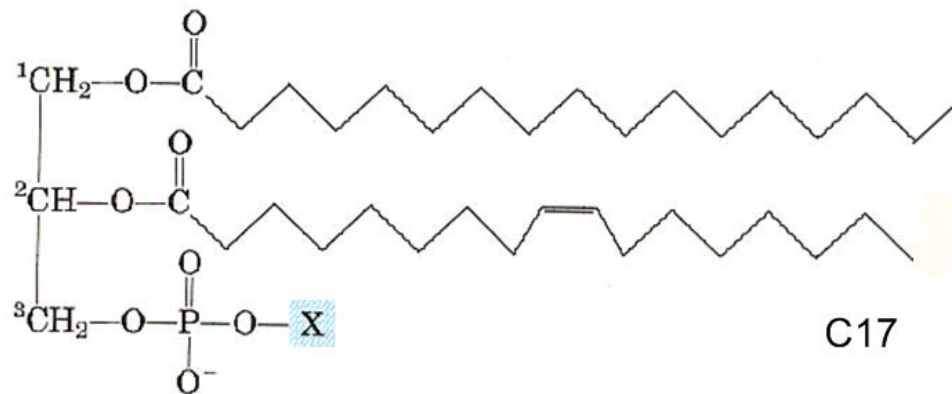
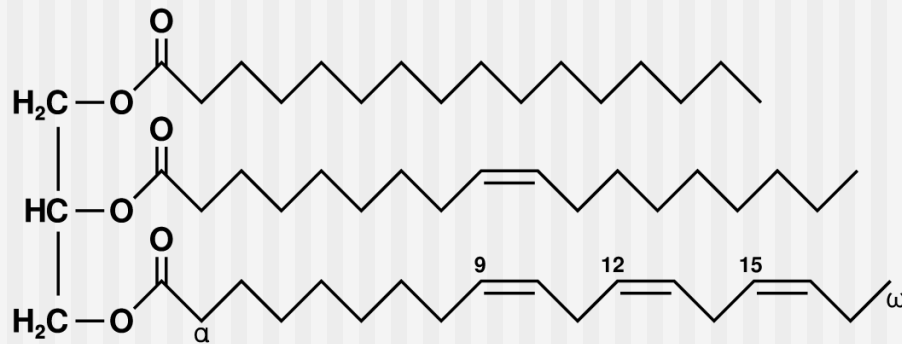
Полярный липид



Полярная "голова"

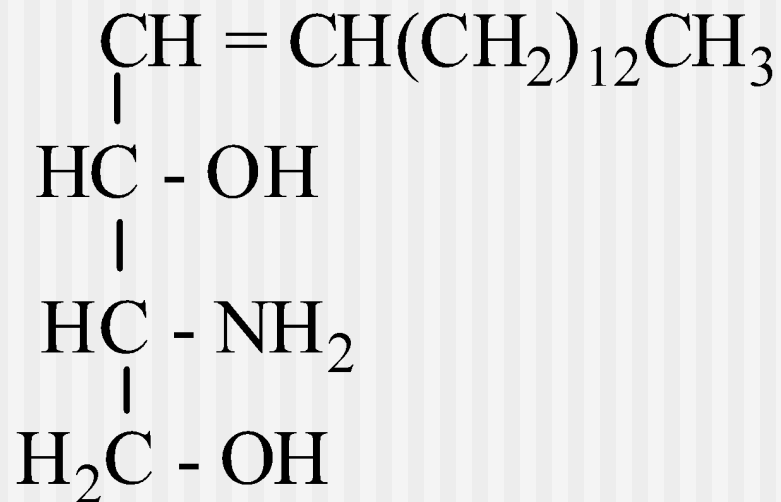
Неполярный "хвост"

Представители какой группы липидов – жиров или фосфолипидов – обладают поверхностной активностью?



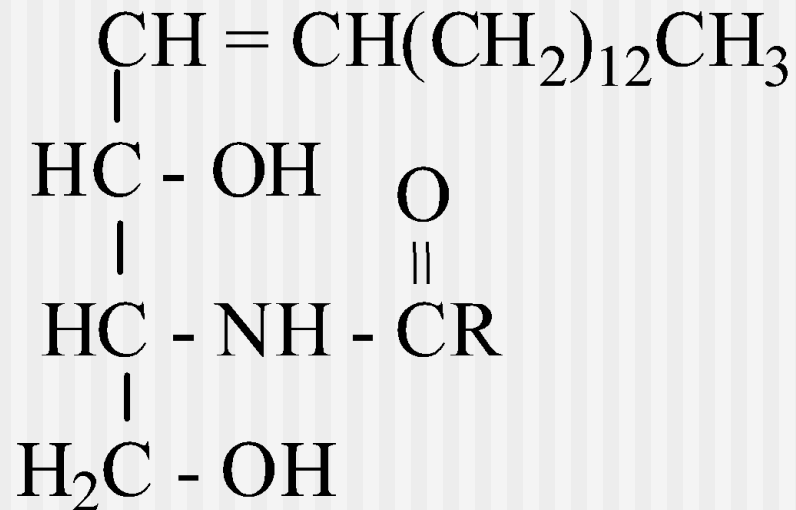
Сфинголипиды

содержат вместо глицерина двухатомный непредельный аминоспирт - **сфингозин**



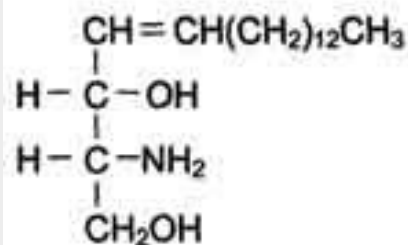
Церамиды

**церамиды - аминогруппа в сфингозине ацилирована
ВЖК**

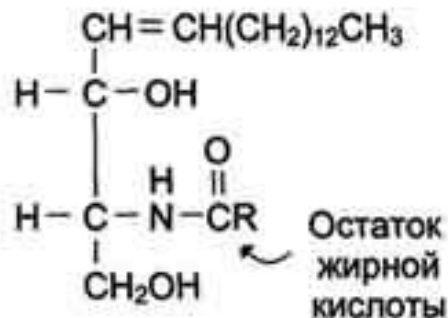


Церамид

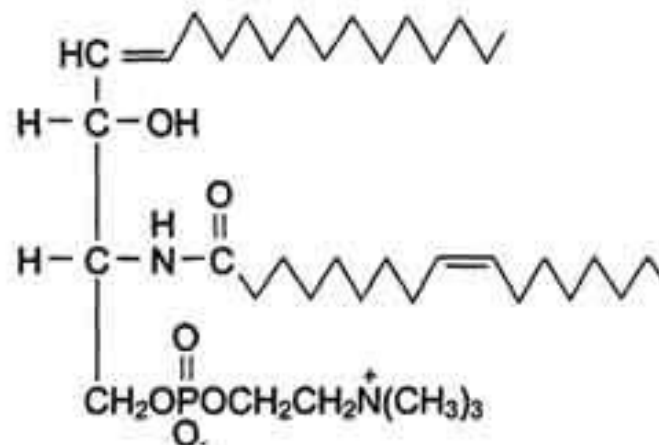
Сфингомиелины



Сфингозин



Церамид
N-ацилсфингозин

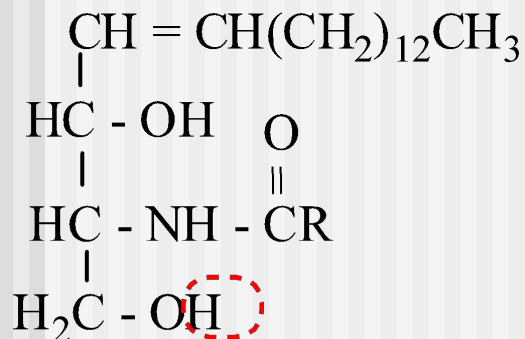


Сфингомиелин

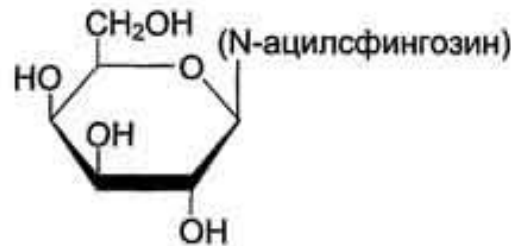
состоят из сфингозина, ацилированного по амино-группе ВЖК, остатка фосфорной кислоты и азотистого основания (холин)

Гликолипиды

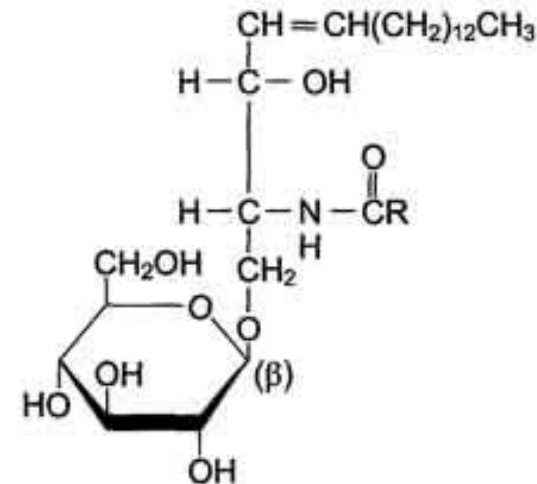
основой гликолипидов является церамид, в котором водород в гидроксильной группе может быть замещён на разные углеводные фрагменты



Церамид



Галактоцереброзиды

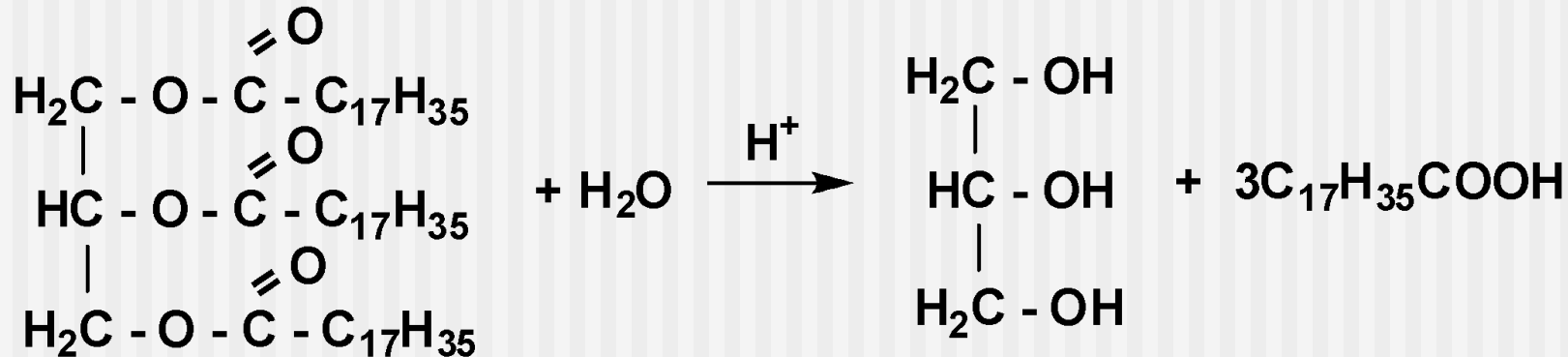


Глюкоцереброзиды

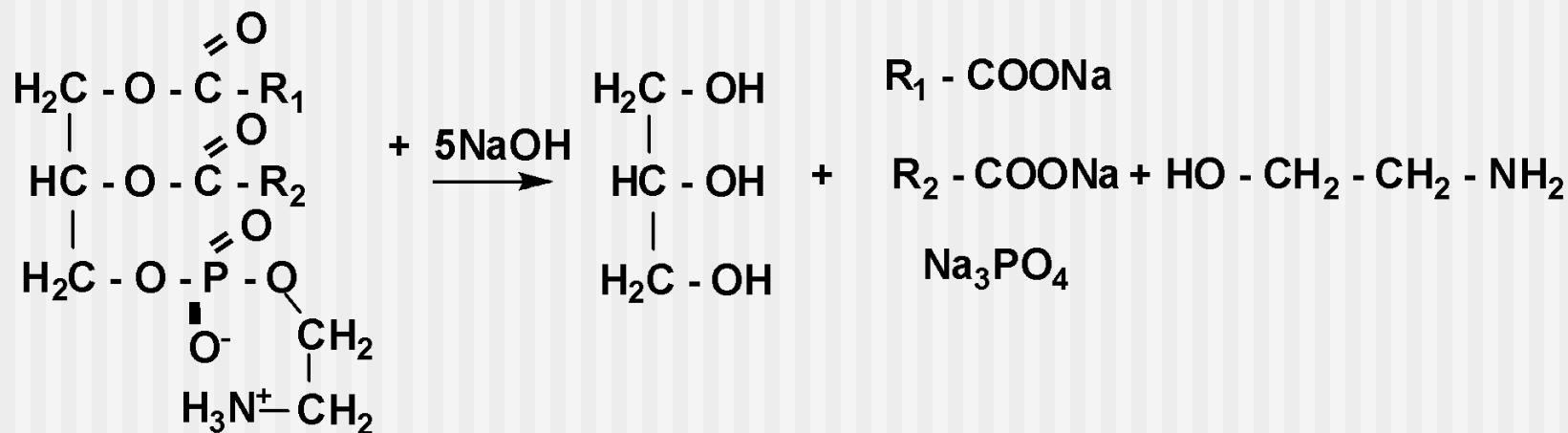
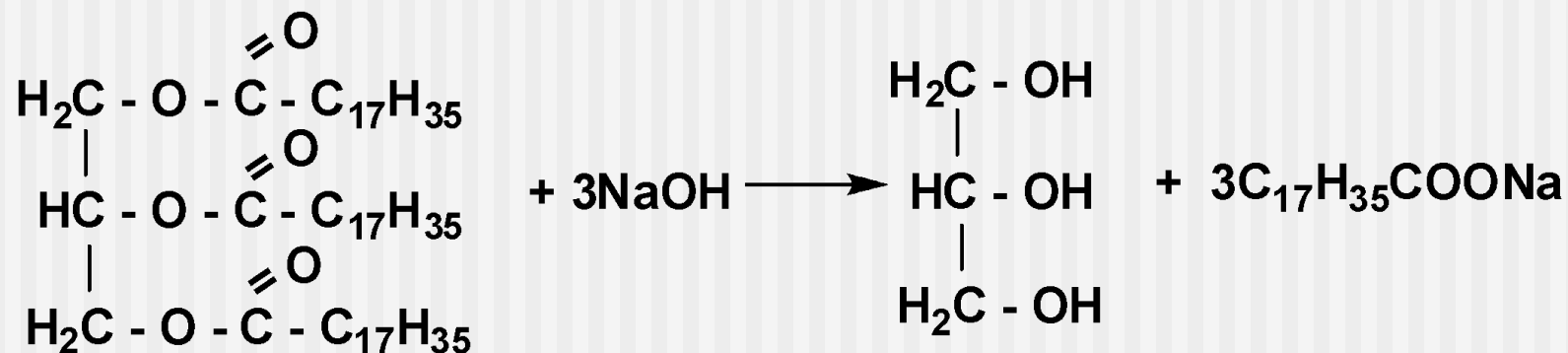
Химические свойства омыляемых липидов

Гидролиз

а) кислотный:



б) щелочной:



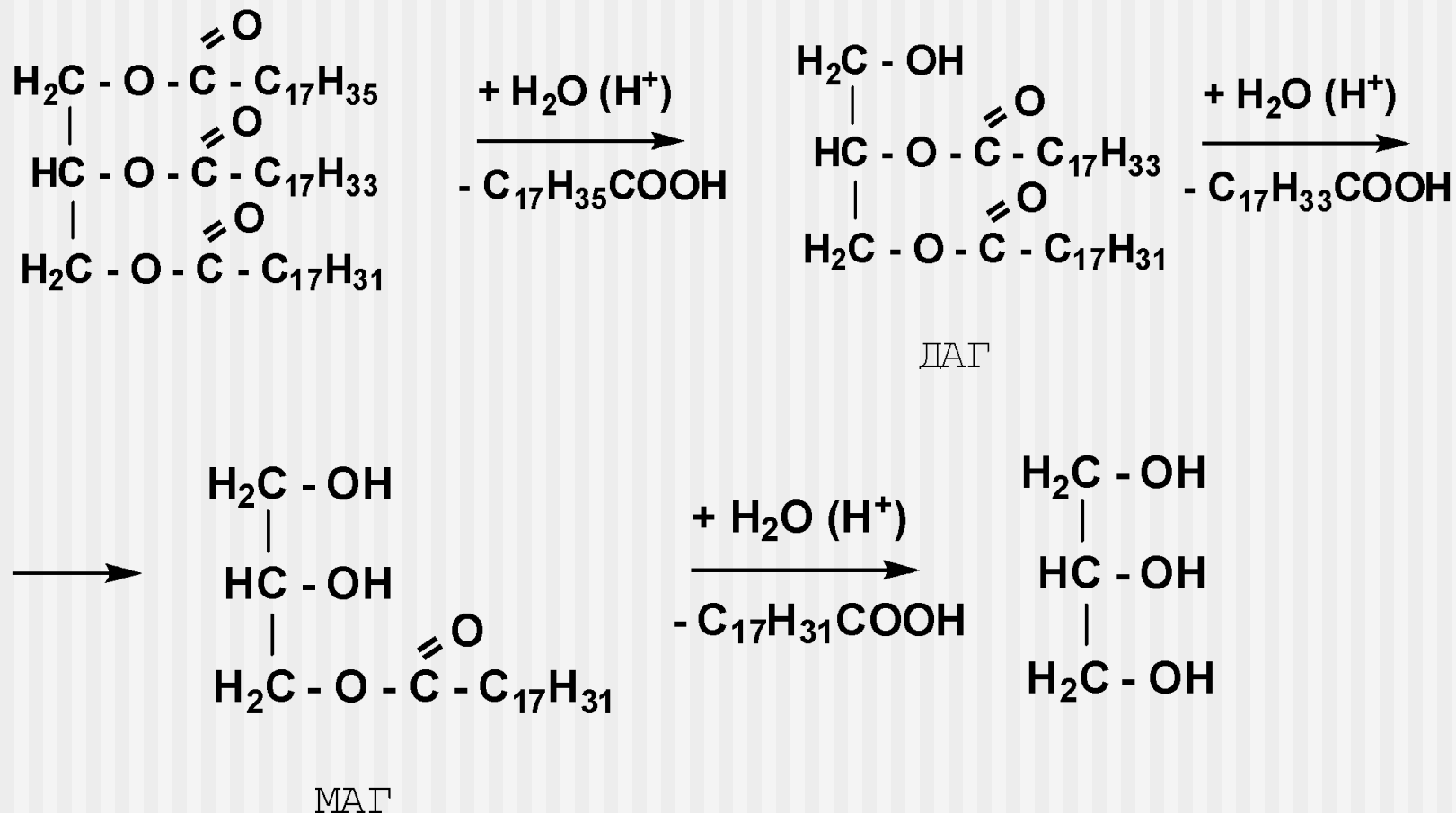
гидролиз в щелочной среде необратим, получил название "омыление" т.к. в результате гидролиза образуются соли высших жирных карбоновых кислот – **мыла**



натриевые соли - твердые мыла, калиевые соли - жидкие мыла



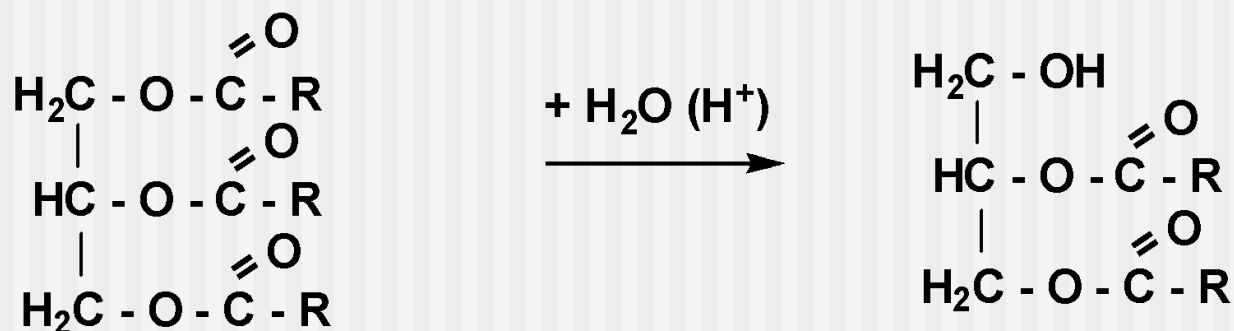
Схема ступенчатого кислотного гидролиза триацилглицерина:



«числа жира»:

1. дают представление о жирнокислотном составе;
2. показатель качества жиров

Кислотное число - характеристика степени гидролитического расщепления ТАГ во времени, показатель степени свежести продукта



+ RCOOH

свободные
монокарбоновые
кислоты

Кислотное число характеризует содержание свободных жирных кислот

Число омыления (ч.о.) – масса KOH (мг), необходимая для омыления 1 г жира

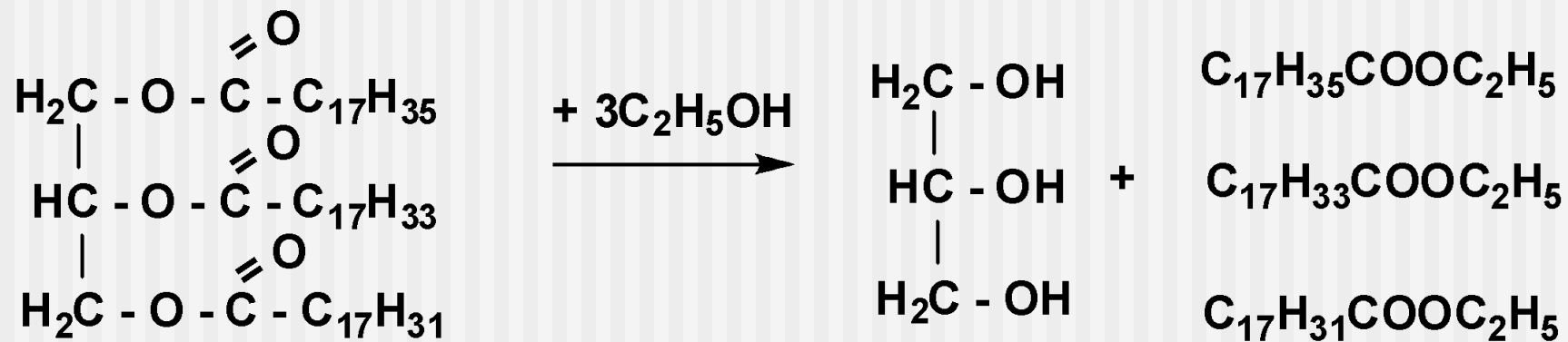
$$\text{ч.о.} = \frac{168000}{M_{\text{жира}}}$$

Число омыления
характеризует содержание в масле свободных и связанных в виде ТАГ жирных кислот, способных **омыляться**

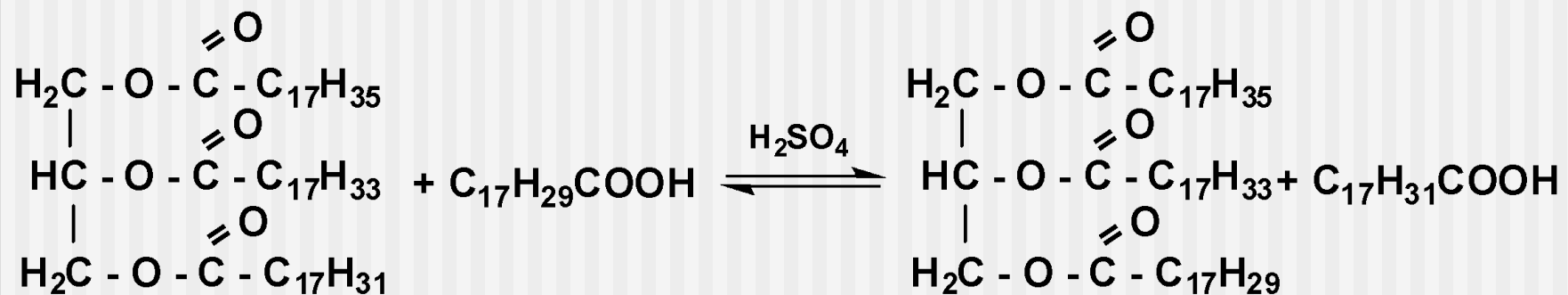
Является одним из показателей подлинности жирных масел

**ТАГ вступают во все химические реакции,
характерные для сложных эфиров**

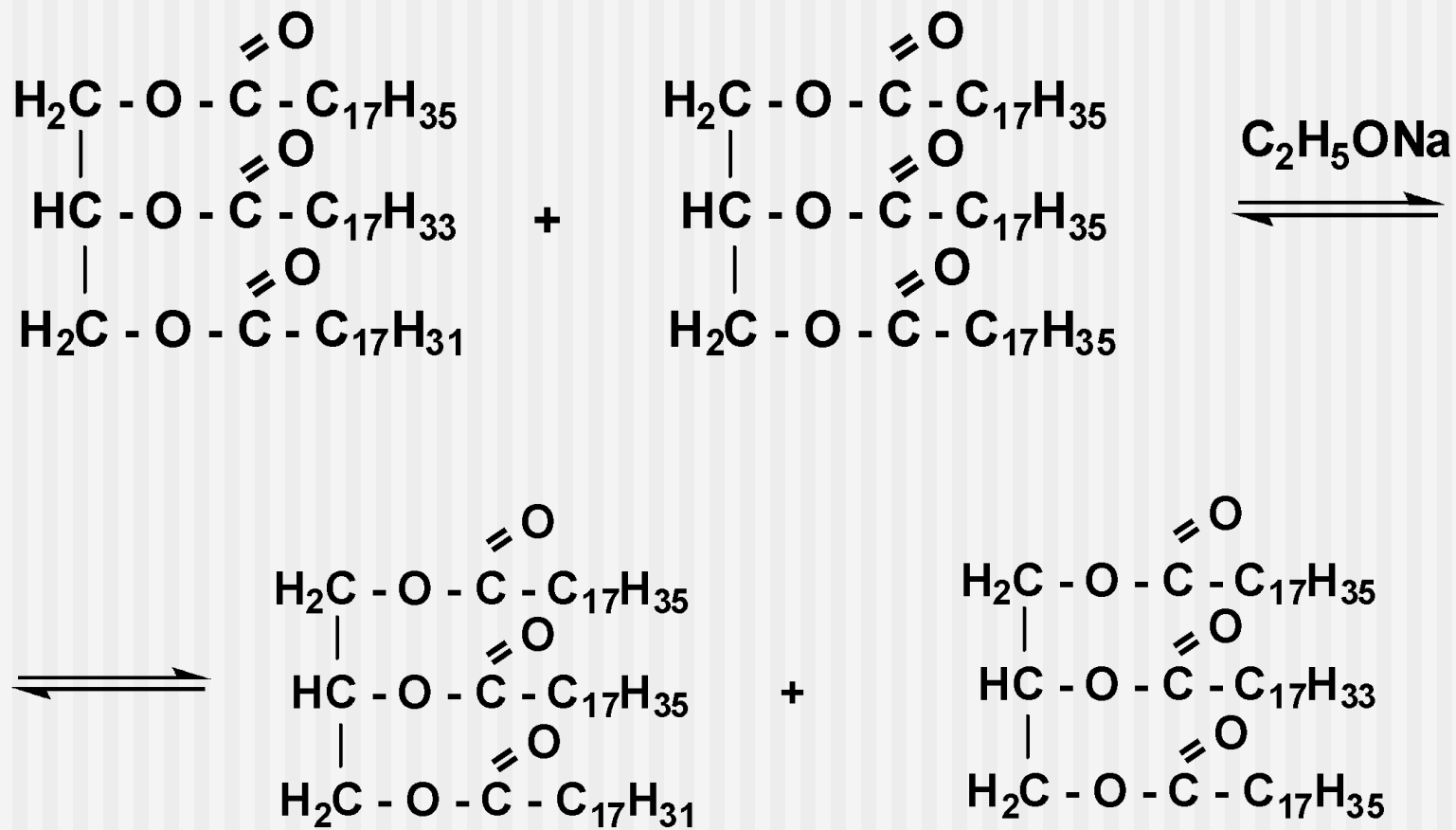
Алкоголиз



Ацидолиз

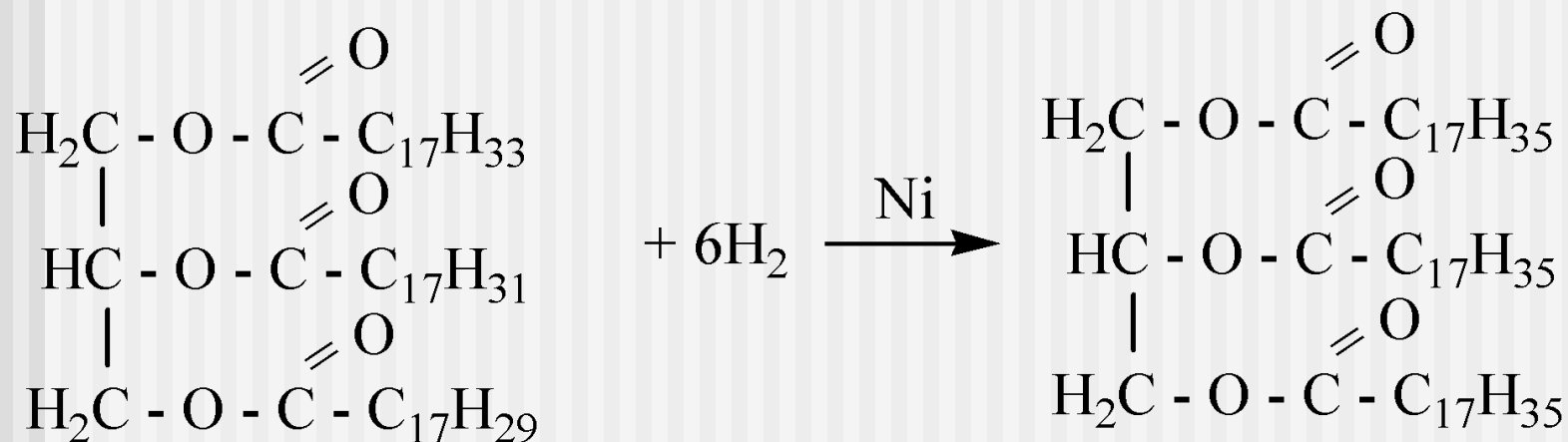


Перезэтерификация



Реакции присоединения

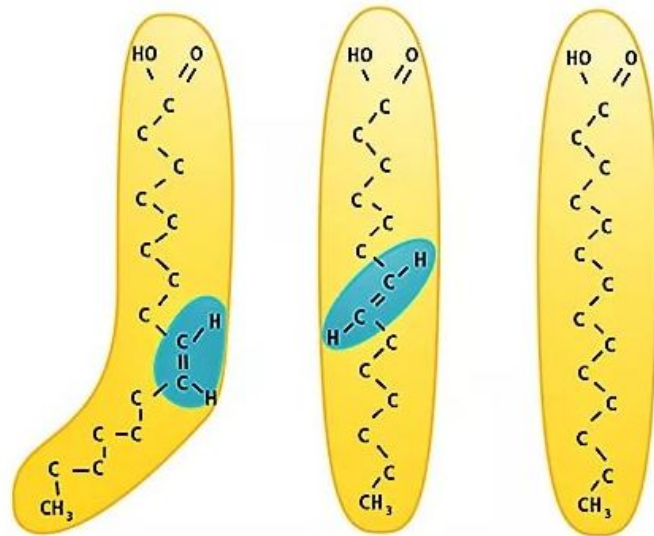
Гидрирование (гидрогенизация)



Маргарин - гидрогенизированное растительное масло, с добавлением веществ, придающих маргарину запах и вкус



Гидрирование (отверждение) жиров, кроме насыщения водородом, сопровождается **элаидинизацией** – процессом пространственной *цис-транс*-изомеризацией жирных непредельных кислот

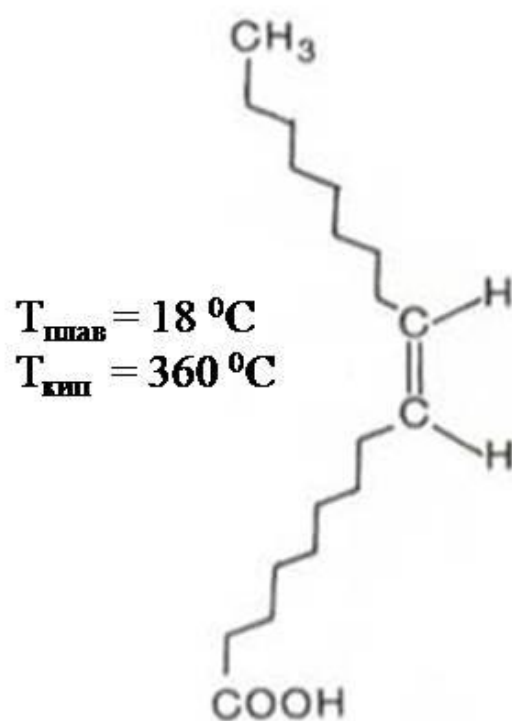


Ненасыщенная
Жирная кислота

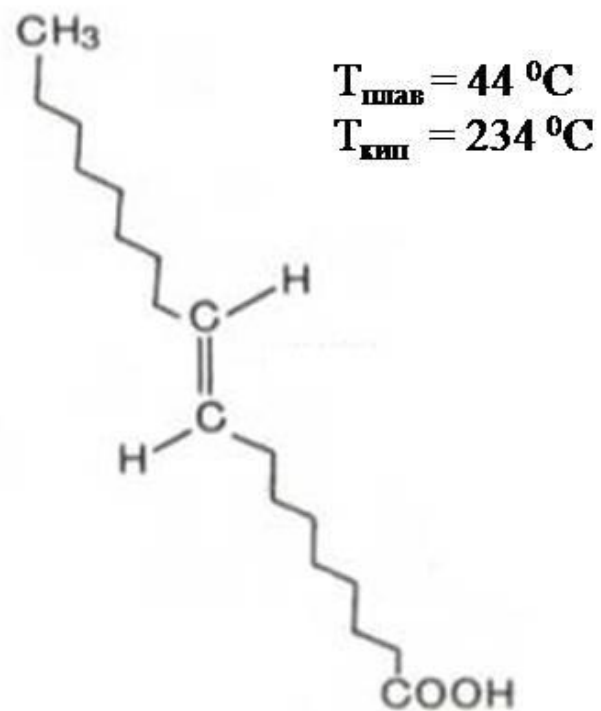
Трансжир

Насыщенная
Жирная кислота

ЦИС-ТРАНС-ИЗОМЕРЫ

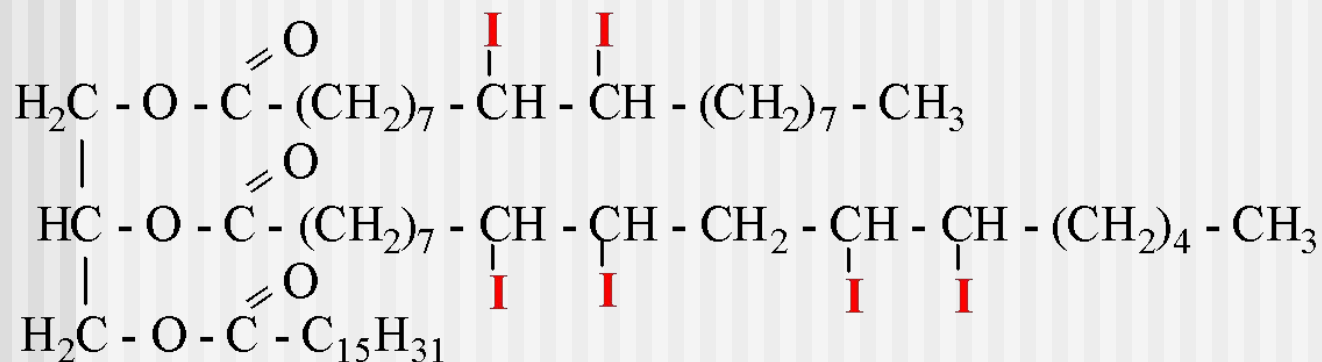
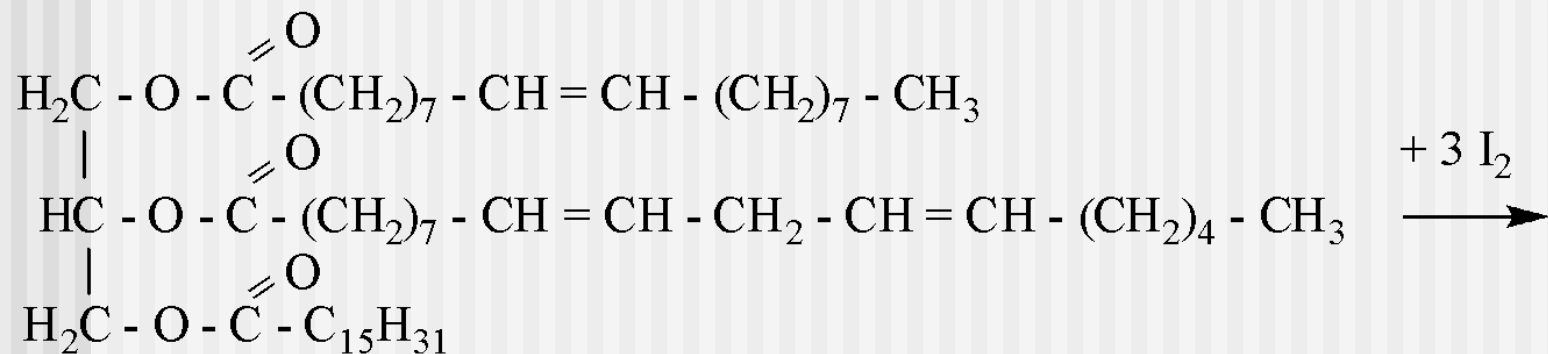


Олеиновая кислота



Элаидиновая кислота

Галогенирование



Реакция присоединения йода является одной из характеристик жиров

Йодное число – масса йода (г), присоединяющаяся к 100 г жира

$$\text{И. Ч.} = \frac{25400 * \Sigma k}{M_{\text{жира}}}$$

$\Sigma(k)$ – суммарное количество двойных связей в молекуле ТАГ

Иодное число характеризует степень неопределенности остатков ВЖК, входящих в состав жира

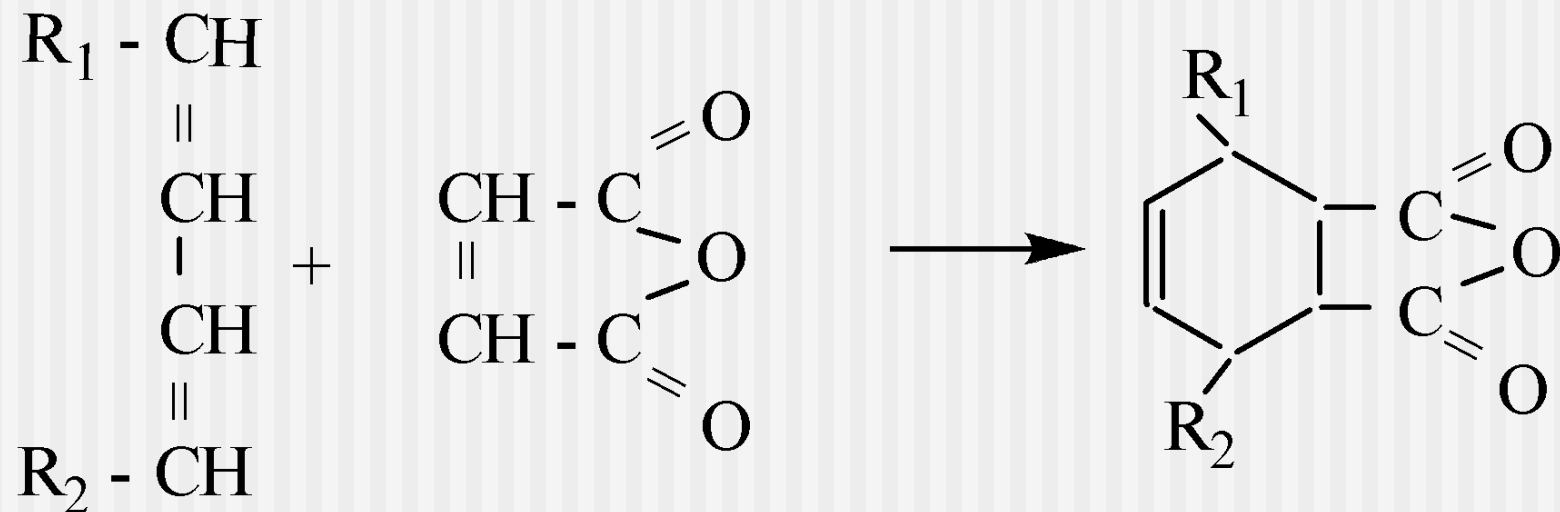
Иодное число тем выше, чем больше:

- ненасыщенных жирных кислот в составе масла или жира
- молекулярная масса этих кислот
- количество двойных связей в структуре их молекул

Масла - иодное число > 70

Жиры – иодное число < 70

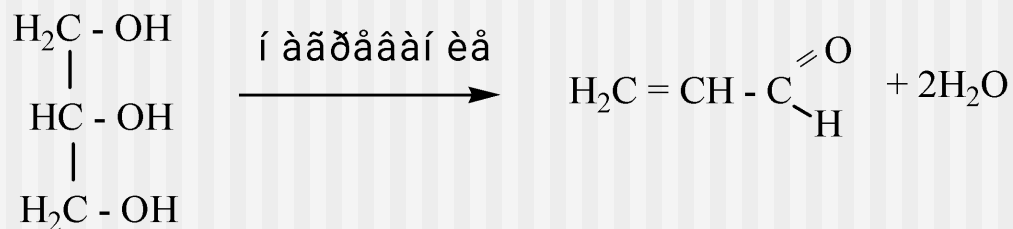
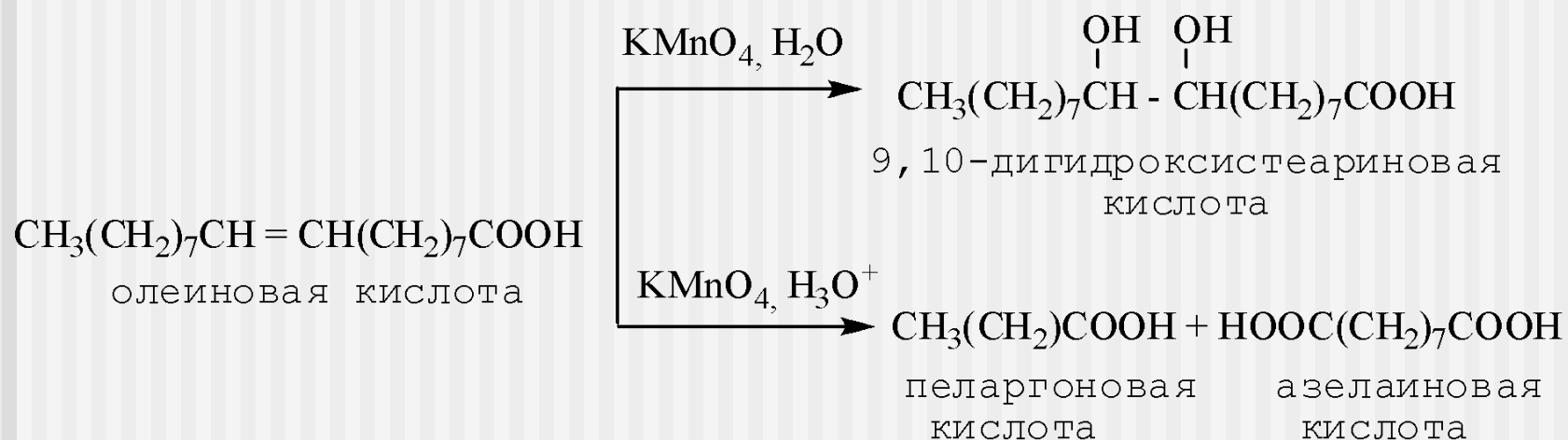
Диеновое число – характеризует количество сопряженных связей в высыхающих маслах и жирных кислотах



Диеновое число – масса иода (г) эквивалентная количеству диенофильного реагента (малеиновый ангидрид), присоединяющегося к 100 г жира по сопряженным системам двойных связей

$$\text{д. ч.} = \frac{25400 * \Sigma \text{ кол. сопряж. пар}}{M_{\text{жира}}}$$

Схема окисления липидов



Пероксидное окисление липидов

Схема пероксидного окисления фрагмента ненасыщенной ВЖК:

