

## **ЛИПИДЫ. ЖИРЫ**

В состав растений, животных и микробиологических организмов наряду с углеводами и белковыми веществами входят жиры и жироподобные вещества, которые объединяют под общим названием липиды.

Обычно к числу липидов относят природные производные высших жирных кислот, спиртов и альдегидов, остатки которых объединены со спиртовой основой сложноэфирной, простой эфирной, амидной и гликозидной связями.

В живом организме липиды выполняют самые разнообразные функции. Им принадлежит важная роль в формировании, развитии и старении организма, в деятельности его защитных механизмов.

Запасные липиды – аккумуляторы химической энергии и используются организмом при недостатке питания и заболеваниях. Подкожные жировые ткани предохраняют животных от охлаждения, а внутренние органы – от химических повреждений.

Липиды являются важным компонентом пищи, во многом определяя ее питательную ценность и вкусовые достоинства.

Исключительно велика роль липидов в разнообразных процессах пищевой технологии. Липиды, выделенные из ряда растений и животных, – основное сырье для получения важнейших пищевых и технических продуктов (растительные масла, животные жиры, в том числе, сливочное масло, глицерин, жирные кислоты и др.).

### **Классификация липидов**

Состав липидов исключительно сложен и разнообразен. По этой причине до сих пор нет общепринятой классификации липидов.

По химическому составу их обычно делят на две группы: простые и сложные.

Простые липиды – не содержат азота, фосфора и серы. К числу простых относят нейтральные липиды, являющиеся производными одно-, двух- и трехатомных спиртов и высших жирных кислот и альдегидов (первые восемь групп в табл. 5).

Сложные липиды при гидролизе образуют, наряду с компонентами простых липидов, фосфорную и серную кислоты, аминокислоты, низшие аминспирты, сфингозины и др.

По отношению к щелочам липиды делят на омыляемые (гидролизуются с образованием солей жирных кислот, называемых мылами) и неомыляемые, - простые эфиры, не подвергающиеся щелочному гидролизу.

По функциям в живых организмах липиды делятся на структурные, запасные и защитные.

**Структурные липиды** (главным образом фосфолипиды – гр. 9, 10, 11, 13) образуют сложные комплексы с белками (липопротеиды). Из этих комплексов построены мембраны клеточных структур. Структурные липиды участвуют в самых разнообразных процессах, протекающих в клетке.

**Запасные липиды** (в основном, ацилглицериды и диольные липиды – гр. 2-8) являются энергетическим резервом организма и участвуют в обменных процессах.

**Защитные липиды** – воски (гр. 1).

Здесь предложен еще один вариант классификации липидов: *по видам спиртовой основы структур*. Базовой для структуры любого липида является какой-либо спирт: одноатомный, диол, глицерин или высший аминспирт (сфингозин или родственной ему соединение). На этом и основана предлагаемая (табл. 5) классификация липидов, которые затем подразделяются на три группы по видам структурных компонентов и типам связей между структурными фрагментами (ацильные, алкильные, ацетатные, гликозидные, амидные).

Кроме шестнадцати групп липидов, приведенных в табл. 5, к их числу относят прочие липиды – соединения, являющиеся структурными элементами простых и сложных липидов и обычно представляющие собой промежуточные продукты в биосинтезе или расщеплении последних:

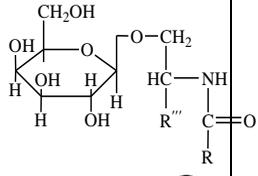
- моно- и диацилглицерины;
- простые эфиры глицерина;
- глицеринфосфорные кислоты;
- высшие спирты, в частности, алифатические, входящие в состав восков и алкильных липидов;

- стерины;
- жирорастворимые витамины;
- высшие углеводороды – каротины и каротиноиды и др.

Таблица 5

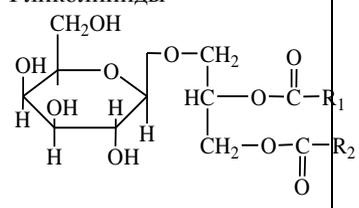
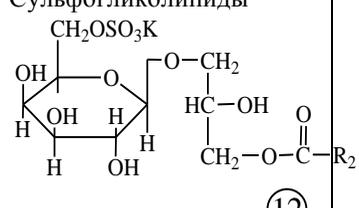
Классификация липидов по видам спиртовой основы

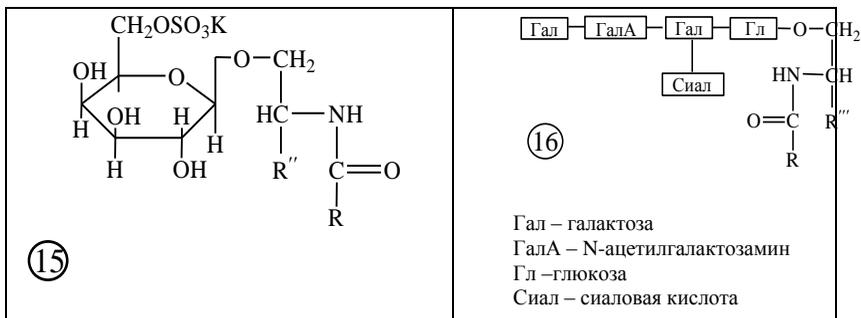
Спиртовая основа	Названия и обобщение структуры	
Монолы	Воски $\text{R}'-\text{O}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{R}$ Высшие кислоты и спирты, – C (14-30)	
Диолы $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\   \\ (\text{CH}_2)_n \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array}$ (диольные липиды)	Ацильные д.л. $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{R} \\   \\ (\text{CH}_2)_n \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{R}_1 \end{array}$ ②	Алкильные д.л. $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{R}' \\   \\ (\text{CH}_2)_n \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{R} \end{array}$ ③

<p>Глицерин</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}-\text{OH} \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array}$	<p>Жиры (триацилглицериды)</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R} \\   \\ \text{O} \\    \\ \text{CH}-\text{O}-\text{C}-\text{R}_1 \\   \\ \text{O} \\    \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R}_2 \\   \\ \text{O} \end{array}$ <p>⑤</p>	<p>Алкильные липиды</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{R}' \\   \\ \text{O} \\    \\ \text{HC}-\text{O}-\text{C}-\text{R}_1 \\   \\ \text{O} \\    \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R}_2 \\   \\ \text{O} \end{array}$ <p>⑥</p>
<p>(глицериды)</p>	<p>Ацилфосфатиды</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R} \\   \\ \text{O} \\    \\ \text{CH}-\text{O}-\text{C}-\text{R}_1 \\   \\ \text{O} \\    \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{P} \begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{OX} \end{array} \\    \\ \text{O} \end{array}$ <p>⑨</p>	<p>Ацетальфосфатиды</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O} \\   \\ \text{CH}-\text{R}'' \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{CH}-\text{O} \\   \\ \text{O} \\    \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{P} \\   \\ \text{OX} \end{array}$ <p>⑩</p>
<p>Высшие аминоспирты</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HC}-\text{NH}_2 \\   \\ \text{R}''' \end{array}$ <p>(сфингозиды)</p> <p>⑬</p>	<p>Фосфингозиды или сфингомиелины</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{P}-\text{OX} \\   \\ \text{O} \\    \\ \text{HC}-\text{N}-\text{C}-\text{R} \\   \quad   \\ \text{R}''' \quad \text{H} \\    \\ \text{O} \end{array}$ <p>⑬</p>	<p>Цереброзиды</p>  <p>⑭</p>

и по типам структурных компонентов  
групп липидов

Условные обозначения:

<p>①</p> <p>1 – алкенильные д.л.</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}-\text{R}'' \\   \\ (\text{CH}_2)_n \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R} \end{array} \quad (\star)$ <p>④</p>	<p>R – радикалы кислот;  R' – радикалы спиртов;  R'' – радикалы альдегидов;  R''' – радикалы высших  аминоспиртов;  (★) – плазмалогены  (плазмогены) –  альдегидогенные ли-  пиды</p>
<p>1 – алкенильные липиды</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R} \\   \\ \text{CH}-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}-\text{R}'' \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}_1 \end{array} \quad (\star)$ <p>⑦</p>	<p>Гликолипиды</p>  <p>⑧</p>
<p>1 – алкенильные глицерофосфа- тиды</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R} \\   \\ \text{CH}-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}-\text{R}'' \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{OH}}{\parallel}{\text{P}}-\text{OX} \end{array}$ <p>⑪</p>	<p>Сульфогликолипиды</p>  <p>⑫</p>
<p>Сульфатцереброзиды</p>	<p>Ганглиозиды</p>



### Простые липиды

Базовыми в структурах всех простых липидов являются спирты различных классов: глицерин, диолы и одноатомные высшие спирты (табл. 6).

В качестве других структурных компонентов выступают прежде всего высшие (жирные) карбоновые кислоты (табл. 7) и, значительно реже, высшие альдегиды.

Подавляющее большинство жирных спиртов, альдегидов и кислот содержат в молекуле неразветвленные углеродные цепи с четным числом атомов углерода. Все они бывают как предельными, так и непредельными.

В природных липидах обнаружено свыше четырехсот видов жирных карбоновых кислот, наиболее распространенные из которых приведены в табл. 7.

Таблица 6

Жирные спирты и альдегиды липидов

Название	C <sub>n</sub>	Формула
Лауриловый	C <sub>12</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> CH <sub>2</sub> OH
Миристиловый	C <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> CH <sub>2</sub> OH
Цетиловый	C <sub>16</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> CH <sub>2</sub> OH
Стеариловый	C <sub>18</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> CH <sub>2</sub> OH
Карнабиловый	C <sub>24</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>22</sub> CH <sub>2</sub> OH
Цериловый	C <sub>26</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>24</sub> CH <sub>2</sub> OH
Мирициловый	C <sub>30</sub>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>28</sub> CH <sub>2</sub> OH
Олеиловый	C <sub>18</sub>	$\begin{array}{c} \text{HC} - (\text{CH})_7 - \text{CH}_2\text{OH} \\ \parallel \\ \text{HC} - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3 \end{array}$
Пальмитиновый	C <sub>16</sub>	H <sub>3</sub> C - (CH) <sub>14</sub> - C - H
Стеариновый	C <sub>18</sub>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - \text{H} \end{array}$



## Жиры

Жиры – сложные эфиры глицерина и жирных карбоновых кислот ( $C_{12}$ - $C_{22}$ ) – ацилглицерины (гр. % в табл. 5). Кроме высших (жирных) кислот, в состав жиров входят в небольших количествах низкомолекулярные кислоты ( $C_2$ - $C_{10}$ ). Наиболее часто –  $C_{18}$  – кислоты (табл. 7).

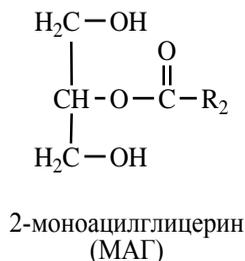
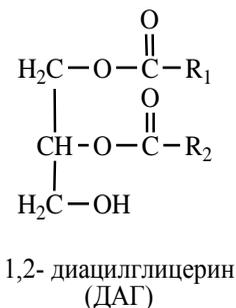
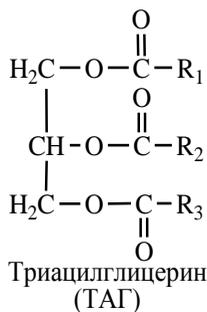
Таблица 7

### Жирные карбоновые кислоты липидов

Название	Усл. обозн.	Формула	Положение двой- ных связей
<b><i>Насыщенные кислоты</i></b>			
Лауриновая	$C_{12}$	$C_{11}H_{23}COO$	
Миристино- вая	$C_{14}$	$H$	
	$C_{16}$	$C_{13}H_{27}COO$	
Пальмитино- вая	$C_{18}$	$H$	
	$C_{20}$	$C_{15}H_{31}COO$	
Стеариновая	$C_{22}$	$H$	
Арахидовая	$C_{23}$	$C_{17}H_{35}COO$	
Бегеновая	$C_{24}$	$H$	
Карнаубовая	$C_{26}$	$C_{19}H_{39}COO$	
Лигноцери- новая	$C_{28}$	$H$	
	$C_{30}$	$C_{21}H_{43}COO$	
Церотиновая		$H$	
Монтановая		$C_{22}H_{45}COO$	
Мелиссино- вая		$H$	
		$C_{23}H_{47}COO$	
		$H$	
		$C_{25}H_{51}COO$	
		$H$	
		$C_{27}H_{55}COO$	
		$H$	
		$C_{29}H_{59}COO$	



В составе жиров в основном триацилглицерины, но присутствуют ди- и моноацилглицерины:



Известно около 1300 видов природных жиров. Они представляют собой смесь различного состава ацилглицеринов, отличающихся сочетанием относительно небольшого числа видов жирных кислот. Учитывая, что постоянным структурным компонентом жиров является глицерин, разнообразие в их свойствах обуславливается видом кислот и различным расположением их ацилов в триацилглицерине.

В составе конкретного жира от 5 до 8 видов кислот, но число комбинаций состава глицеридов – велико:

Количество кислот в жире	5	6	7	8
Количество возможных глицеридов	7	1	1	2
	5	26	96	85

Поэтому состав природных жиров весьма сложен, при этом молекула каждого триглицерида стремится к гетеросоставу.

По характеру состава других природных жиров значительно отличается масло коровье. Главной его составной частью является молочный жир (в сливочном масле его 81-82,5 %); в топленом – до 98%). В состав молочного жира входят до 20 видов карбоновых кислот, в том числе низкомолекулярные. Здесь основные кислоты% олеиновая (32%), пальмитиновая (24%), миристиновая (11%), стеариновая (9,5 %), масляная (бутановая) – до 3,5 %; остальных – от 0,2 до 3,6 %.

Кроме глицеридов в коровьем масле содержатся почти все жирорастворимые витамины, каротины, фосфатиды и холестерин.

По насыщенности глицериды делятся на четыре группы: GS<sub>3</sub> – тринасыщенные; GS<sub>2</sub>U – дианасыщенные; GSU<sub>2</sub> – мононасыщенные; GU<sub>3</sub> – ненасы-

щенные; здесь G – остаток глицерина, S – остаток насыщенной (saturated) кислоты, а U – ненасыщенной (unsaturated) кислоты. Насыщенные глицериды – твердые, ненасыщенные – жидкие.

Остатки ненасыщенных кислот (U) в глицериде занимают чаще всего 2-ю позицию.

По происхождению жиры делятся на животные (имеют твердую или мажеобразную консистенцию) и растительные – чаще их называют маслами, которые, кроме пальмовых (кокосовое и пальмоядровое), являются жидкими. В качестве примесей в животных жирах – зоостерины (в основном, холестерин), в растительных – фитостерины (например, эргостерин).

Глицериды – вещества без цвета, вкуса и запаха, нерастворимы в воде, хорошо растворимы в органических растворителях, с водой образуют эмульсии (например, молоко).

При нагревании до 250-300 °С при 1 атм жиры разлагаются с образованием акролеина (пропеналь) и других летучих веществ.

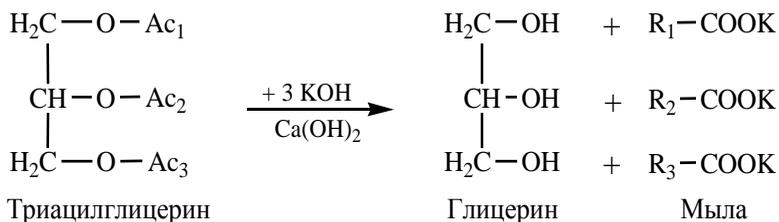
### Химические свойства глицеридов

**Глицериды** вступают во все химические реакции, характерные для сложных эфиров. Кроме того, добавляются свойства, обусловленные строением жирных кислот и глицерина.

#### 1) *Гидролиз*

Под влиянием фермента липазы, кислот или щелочей глицериды гидролизуются с образованием сначала ди-, затем моноацилглицеринов, а в итоге – глицерина и карбоновых кислот или их солей (соли жирных кислот называются мылами).

Результат полного щелочного гидролиза (омыление) выражается схемой:



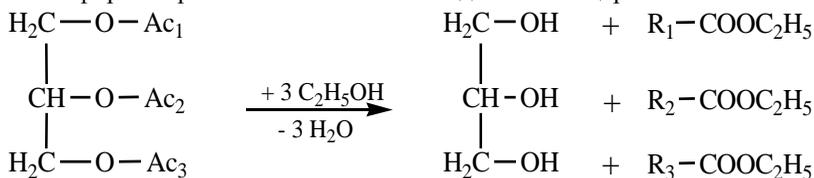
В случае кислотного гидролиза (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и др.) в качестве продуктов (кроме глицерина) получаются жирные кислоты.

Гидролиз сильно ускоряется, если его проводить при 220-260 °С и 25-60·10<sup>5</sup> Па (безреактивное расщепление жиров). Гидролиз глицеридов широко используется для получения глицерина, мыла, жирных кислот, моно- и диацилглицеринов.

Именно гидролитический распад жиров и липидов зерна, крупы, муки и других жиросодержащих пищевых продуктов является одной из причин ухудшения их качества и в конечном итоге порчи. особенно ускоряются эти процессы при повышении влажности и температуры.

#### 2) Алкоголиз

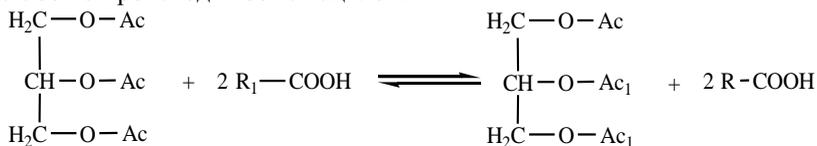
Глицериды при нагревании со спиртами образуют соответствующие сложные эфиры жирных кислот с высвобождением глицерина:



Алкоголиз применяется для промышленного и лабораторного получения сложных эфиров жирных кислот и глицерина.

#### 3) Ацидоз

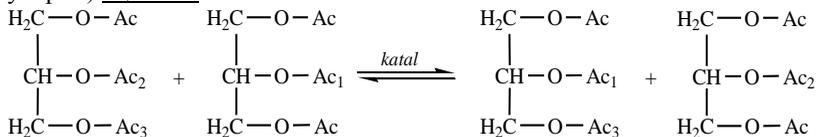
При нагревании триацилглицеринов со свободными жирными кислотами до 250-300 °С происходит обмен ацилов:



Реакция протекает в присутствии серной кислоты, воды или ВF<sub>3</sub> и используется для направленного изменения состава глицеридов.

#### 4) Переэтерификация

Глицериды в присутствии катализаторов (метилат и этилат натрия, натрий и калий металлические, NaOH) способны обмениваться (внутри- меж-молекулярно) ацилами:

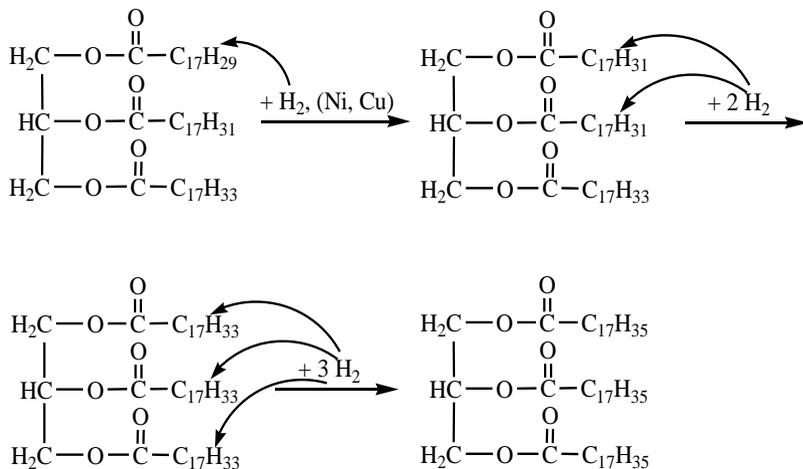


Процессы ацидолиза и переэтерификации глицеридов ведут к изменению свойств жиров и масел. Направленность этих процессов используется в пищевой промышленности для получения продуктов с заданными свойствами.

### 5) Гидрогенизация

Гидрирование растительных масел (содержат непредельные жирные кислоты) молекулярным водородом в промышленности проводят при 120-140 °С в присутствии медно-никелевых катализаторов при невысоком давлении.

Подбором соответствующих условий реакции, удается осуществлять эти процессы селективно (избирательно); сначала гидрируется, например, линоленовая кислота  $C_{18}^3$  до линолевой  $C_{18}^2$ , затем линолевая – до олеиновой  $C_{18}^1$ , а уже затем, при необходимости – для стеариновой  $C_{18}$  кислоты:



Полученный с заранее заданными кислотами составом продукт называется саломас, который затем перерабатывается на маргарин, комбижир, растительное сало и др.

Гидрирование (отвердевание) жиров, кроме насыщения, сопровождается «элаидинизацией» - процессом пространственной цис-транс-изомеризации жирных непредельных кислот и, как следствие, значительным (на 20-30 °С) увеличением температур плавления жиров.

Цис- (природная)	C <sub>18</sub> <sup>1</sup>	Транс- (искусствен- ная)
Олеиновая (Т.пл. = 14 °С)		Элаидиновая (Т.пл. = 44 °С)
Эруковая (Т.пл. = 34 °С)	C <sub>22</sub> <sup>1</sup>	Брассидиновая (Т.пл. = 65 °С)

Отверждение (элаидинизация) жира может быть достигнуто и без H<sub>2</sub> – нагревом в присутствии SO<sub>2</sub> до 110-115 °С. Нагрев масел в присутствии SO<sub>2</sub> при более высоких температурах вызывает структурную перестройку кислот C<sub>18</sub><sup>3</sup> и C<sub>18</sub><sup>2</sup> в сопряженные элеостеариновые кислоты, что значительно повышает качество высыхающих масел (см. ниже – диеновое число).

#### б) Окисление

Жиры, содержащие глицериды ненасыщенных кислот, окисляются кислородом воздуха. Начальными продуктами окисления являются разнообразные по строению перекиси и гидроперекиси.

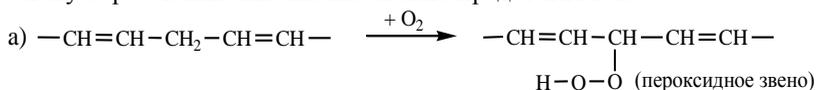
В результате сложных превращений перекисей образуются вторичные продукты окисления: спирты, альдегиды, кетоны, кислоты с различной длиной С-цепи и их производные. Все эти продукты окисления оказывают вредное влияние на организм человека и приводят к порче продуктов (неприятные вкус и запах, - «прогоркание» масел).

Скорость, направление и глубина окисления зависят от состава жиров и масел (возрастают с ростом неопределенности), увеличиваются в присутствии влаги, следов металлов, с температурой, интенсивностью света, наличием антиоксидантов.

Добавление антиокислителей (ингибиторов окисления) значительно снижает скорость окисления и, следовательно, повышает сохранность продуктов. Из природных антиоксидантов наиболее активными являются токоферолы; ценными являются ингибиторы фенольной природы: бутокситолуол, бутоксианизол, пропилгаллаты.

В то же время, глицериды с большим количеством высоконепределенных ацилов при окислении на воздухе образуют прозрачную, нерастворимую в органических растворителях, устойчивую к O<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O, эластичную, прочную пленку – *линоксин*. Такие масла называют высыхающими.

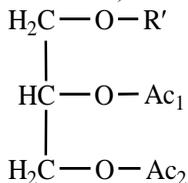
Схему образования линоксина можно представить так:



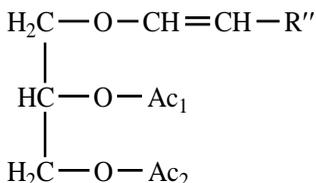
б) затем пероксидными (–O – O–) мостиками отдельные цепи «сшиваются» в пространственный полимер – линоксин.

### Алкильные и I-алкенильные глицериды

К числу нейтральных липидов на базе глицерина относятся глицериды с простой эфирной связью, являющиеся производными высших жирных спиртов (алкильные липиды – гр. 6) и высших альдегидов (I-алкенильные глицериды – гр. 7 в табл. 5):



алкильные



I- алкенильные

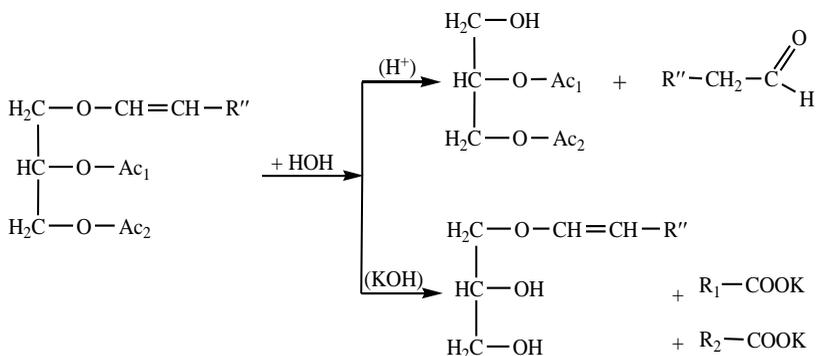
Алкильные глицериды обнаружены в растениях, животных и микроорганизмах. В наибольшем количестве встречаются в липидах морских животных. В качестве высшего спирта алкильные липиды содержат, чаще всего, олеиловый спирт ( $\text{C}_{18}^1$ ), а также цетиловый ( $\text{C}_{16}$ ) и стеариловый ( $\text{C}_{18}$ ) (см. табл. 6).

I-алкенильные глицериды обнаружены в липидах млекопитающих, в молочном жире, в желтке яйца и липидах морских животных.

Поскольку при их гидролизе образуются альдегиды, то такие липиды являются альдегидогенными и называются – плазмологены.

Участником таких структур является, как правило, олеиновый альдегид  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COH}$ .

Известно, что простая эфирная связь довольно устойчива к щелочам, поэтому гидролиз таких глицеридов в разных средах (кислой и щелочной) идет с образованием различных продуктов:



Производные глицерина с простой эфирной связью не имеют промышленного применения, но они играют важную роль в разнообразных биохимических процессах, протекающих в живых организмах.

## 22. 5. Получение и переработка жиров и масел

Источники получения масел и жиров делятся на два вида.

**Растительные** масла содержатся в семенах и плодах различных маслических культур – подсолнечника, сои, хлопка, льна, облепихи, конопли и др. масла содержат в своем составе от 70 до 98 % непредельных кислот (см. табл. 8). Исключение – пальмовые масла и масло какао, которые являются твердыми и содержат насыщенных кислот от 45 (пальмовое) до 90 % (кокосовое).

В настоящее время производство растительных масел увеличивается быстрее, чем животных жиров. Это связано с их большей физиологической ценностью. В частности, только масла содержат незаменимые ненасыщенные кислоты (Витамины F), к числу которых относятся линолевая ( $\text{C}_{18}^2$ ), линоленовая ( $\text{C}_{18}^3$ ) и арахидоновая ( $\text{C}_{20}^4$ ). Особенно ценна последняя.

Одним из ценных растительных масел является их способность ухудшать усвоение холестерина.

Извлекают масла из специально подготовленного растительного сырья тремя способами:

- **прессование** (отжим при высоком давлении) высокомаслического сырья, - получается масло самого высокого качества, пищевого, в частности;
- **экстракция** бензином или гексаном при 50-55 °С в специальном аппарате – экстракторе, - технические масла;

- **форпрессо-экстракционный** способ – сочетание первых двух.

Получаемое «сырое» масло содержит значительное количество примесей, мешающих его дальнейшему использованию или придающих ему нежелательные вкусовые качества.

**Рафинация** – очистка масел от нежелательных примесей.

а Нерастворимые примеси удаляют отстаиванием с последующей фильтрацией.

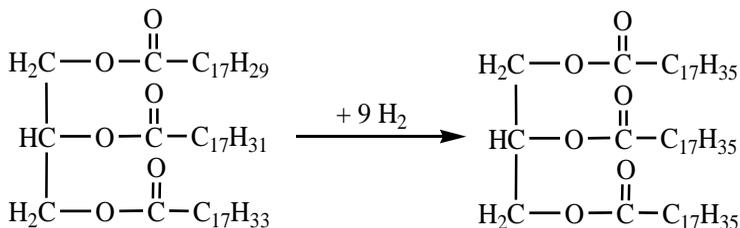
б) Фосфолипиды, примеси белковых и слизистых веществ удаляются гидратацией.

в) Свободные жирные кислоты удаляют щелочной рафинацией; образующиеся при этом мыла и сопутствующие им примеси удаляются, а масла частично осветляются.

г) Для полного осветления и удаления запахов используются адсорбенты (активированный уголь, цеолиты, природные глины) и вакуумная обработка с водяным паром – дезодорация.

Очищенное от примесей, «рафинированное» масло является ценным пищевым продуктом, а также применяется в качестве промпродукта для получения маргарина и др. растительных твердых жиров – для гидрогенизации.

Твердые растительные жиры требуются в кондитерской, маргариновой и мыловаренной промышленности в больших количествах. Их получают гидрогенизацией масел:



жидкое масло

твердый жир

Процесс гидрогенизации ведется в автоклаве при 5-15 атм и 180-220 °С на никелевых или медно-никелевых катализаторах. Меняя условия гидрогенизации, получают продукты (саломасы) разной (регулируемой) степени насыщенности (для разных целей).

Для получения жиров с заданным составом (а следовательно, и с заданными свойствами) используется переэтерификация жиров, позволяющая из животных жиров и их смесей с маслами получить жиры с любым глицеридным составом. Процесс ведется при 50-90 °С в присутствии метилата или

этилата натрия или сплава натрия и калия. Иногда гидрогенизация ведется совместно с переэтерификацией.

**Животные жиры** содержатся в тканях различных животных (наземных и морских) и в молоке млекопитающих. Жиры наземных животных богаты насыщенными кислотами (до 60%), а морских - непредельными (до 90% в китовом и тюленьем жире). В частности, терапиновая ( $C_{17}^4$ ) кислота содержится в ворвани-техничексом жире морских животных.

Основной способ извлечения животных жиров – вытапливание их из жиросодержащих тканей животных. Различают мокрую вытопку (сырье в течение всего процесса находится в непосредственном контакте с водой и паром) и сухую. Иногда для повышения выхода жира используют слабые растворы NaOH или  $Na_2CO_3$ .

Таблица 8

## Основные виды масел и жиров

Масла и жиры	Масличность семян (плодов), %	Содержание и состав жирных кислот			Характеристики		
		насыщенных, %	ненасыщенных, %	основных, % (а)	Температура застывания, °С (б)	Число омыления	Иодное число
Подсолнечное	28-48	10-12	88-90	$C_{18}^2(40); C_{18}^1(33)$	-18	186-194	127-136
Оливковое	40-70	9-18	82-91	$C_{18}^1(80); C_{18}^2(10)$	-6	185-200	72-89
Соевое	15-25	14-20	80-86	$C_{18}^2(54); C_{18}^1(33)$	-18	191-193	120-140
Хлопковое	16-25	22-30	70-78	$C_{18}^2(43); C_{18}^1(33)$	-6	194-196	103-111
Рапсовое	33-45	2-6	94-98	$C_{22}^1(60); C_{18}^1(20)$	-10	167-181	94-103
Миндальное	45-54	4-6	94-96	$C_{18}^1(82); C_{18}^2(18)$	-21	189-195	82-95
Облепиховое	32-52	11-12	88-89	$C_{18}^3(21); C_{18}^2(34); C_{18}^1(30)$	-20	193-200	132-138
Кедровое	42-54	8-9	91-92	$C_{18}^2(68); C_{18}^3(21); C_{18}^1(36)$	-20	188-194	148-173

Касторовое	40-55	3	97	Рапинолев. (87)	-18	176-187	81-90
Льняное	28-44	6-9	91-94	$C_{18}^2(40); C_{18}^3(30)$	-27	191-195	174-183
Конопляное	28-35	5	95	$C_{18}^2(65); C_{18}^3(16)$	-27	190-194	140-143
Тунговое	36	3-10	90-97	Элеостеарю (80)	-21	188-197	154-176
Какао	48-57	55-59	41-45	$C_{18}(33); C_{18}^1(41)$	+27	192-196	34-38
Пальмовое	51-67	44-57	43-56	$C_{16}(43); C_{18}^1(47)$	+41	196-210	51-57
Пальмоядровое	46-53	79-83	17-21	$C_{6-12}(64)$	+24	240-257	15-20
Кокосовое	57-75	90	10	$C_{6-14}(80)$	+23	251-264	7-12
<b><i>Жиры животные</i></b>							
Бараний	-	52-62	38-48	$C_{16-18}(50); C_{18}^1(40)$	+35	191-206	35-46
Говяжий	-	53-60	40-47	$C_{14-18}(52); C_{18}^1(41)$	+38	192-200	32-47
Свиной	-	38-49	51-62	$C_{14-18}(45); C_{18}^1(47)$	+32	193-200	71-86
Молочный (в масле)	Слив .82 Топл .98	64-67	33-36	$C_{16}(24); C_{14}(11);$ $C_{18}^1(32); C_{18}(9)$ $C_{4-8}(7)$	+23	-	-
		Всего 20 видов					

		жирных кислот					
Тресковый (печень)	-	16	84	$C_{18}^2$ (29); $C_{20}^3$ (24) $C_{22}^3$ (9); $C_{14-16}$ (14)	-	175- 196	150- 175
Тюлений	-	19	81	$C_{22}^4$ (16); $C_{18}^3$ (37) $C_{17}^4$ (5); $C_{14-18}$ (16)	-	170- 195	165- 190

а) Содержание основных кислот – средние величины.

б) Температуры застывания для жидких жиров приведены минимальные, для твердых – максимальные.

