

## CH 2.3 细胞中的糖类和脂质

Y. K. Fu



1

## 本节聚焦

- 细胞中的糖类主要有哪几类？在细胞中起什么作用？
- 细胞中的脂质主要有哪几类？在细胞中起什么作用？
- 了解关于糖类和脂质的知识，对健康地生活有什么帮助？

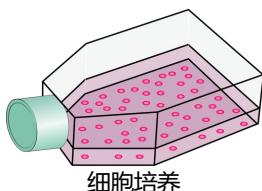
2

1

2

## 问题探讨

在科学的研究和制药等领域，经常要进行动物细胞培养。体外培养动物细胞时，需要为细胞分裂和生长提供营养。绝大多数情况下，培养基中都会有葡萄糖。



3

## 问题探讨

1. 对于培养的细胞来说，葡萄糖可能起什么作用？  
**糖类是细胞生命活动所需要的主要能源物质。**

2. 在培养脂肪细胞时，即便没有向培养基中添加脂肪，新形成的脂肪细胞中也会出现油滴。这说明什么？  
**这说明细胞可以将葡萄糖转化为脂肪。**

4

4

## CH 2.3.1 细胞中的糖类

Q1：糖类都有甜味吗？

A1：否，纤维素就没有甜味。

Q2：有甜味的就是糖类吗？

A2：否，甘油、甘氨酸等也有甜味。

Q3：如何定义糖类？

A3：生物教材根据元素组成与比例来定义糖类。

5

## CH 2.3.1 细胞中的糖类

糖类

元素组成 一般 C、H、O

元素比例 多数 H : O = 2 : 1，分子式可写为  $C_m(H_2O)_n$ 

别称 碳水化合物 (carbohydrate)

简写  $(CH_2O)$  带上括号！

6

6

## CH 2.3.1 细胞中的糖类

Q4：糖类组成元素只有C、H、O吗？

A4：否，几丁质有N元素。

Q5：糖类H : O一定都是2 : 1吗？

A5：否，如脱氧核糖C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>4</sub>。Q6：分子式符合C<sub>m</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>的就都是糖类吗？A6：否，如甲醛CH<sub>2</sub>O、乳酸C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>

7

## 糖类的分类

## 糖类按照聚合度分类

单糖 二糖 多糖

8

## 单糖的定义和分类

不能水解的糖类就是单糖，单糖都是还原糖。



9

## 单糖——葡萄糖



## 葡萄糖

葡萄糖是人体血糖，可直接被细胞吸收，  
养动物细胞用葡萄糖

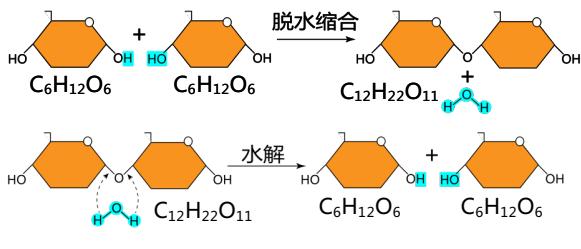
葡萄糖是细胞生命活动所需要的主要能源  
物质，“生命的燃料”

体外燃烧放热16 kJ/g ≈ 2870 kJ/mol

10

二糖 (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)

由两分子（六碳）单糖脱水缩合而成，一般要水解成单糖才能被细胞吸收。



11

二糖 (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) —— 蔗糖

## 蔗糖

光合作用产物以蔗糖形式运输出去（必修一P104）  
养植物细胞用蔗糖（选修三P116）

糖料作物：北方甜菜，南方甘蔗

红糖、白糖、冰糖都是蔗糖

蔗糖=葡萄糖+果糖，是非还原糖

12

二糖 (  $C_{12}H_{22}O_{11}$  ) —— 麦芽糖

麦芽糖



发芽的谷粒中有丰富的麦芽糖

麦芽糖=葡萄糖+葡萄糖, 是还原糖

13

二糖 (  $C_{12}H_{22}O_{11}$  ) —— 乳糖

乳糖

Q1: 乳汁不经处理, 能否用斐林试剂鉴定出来还原糖?

Q2: 人体能直接吸收乳糖吗?

人和动物的乳汁中有丰富的乳糖

乳糖=葡萄糖+半乳糖, 是还原糖

14

13

14

多糖 [  $(C_6H_{10}O_5)_n$  ]

生物体内糖类绝大多数以多糖的形式存在。

所有的多糖都是非还原糖。

多糖举例



15

多糖 [  $(C_6H_{10}O_5)_n$  ] —— 淀粉

单体 葡萄糖

淀粉 作用

植物体内储能物质

来源

粮食作物种子、变态  
茎/根、果实

16

16

多糖 [  $(C_6H_{10}O_5)_n$  ] —— 糖原

糖原

单体 葡萄糖

作用 人和动物细胞的储能物质

来源 肝脏 肝糖原, 可补充血糖  
肌肉 肌糖原, 专供肌肉

17

17

多糖 [  $(C_6H_{10}O_5)_n$  ] —— 纤维素

纤维素

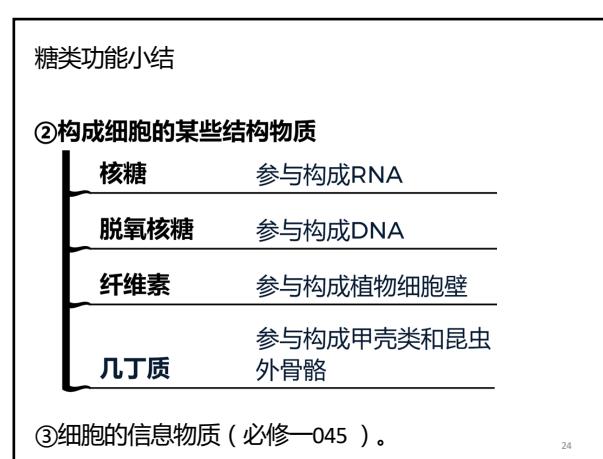
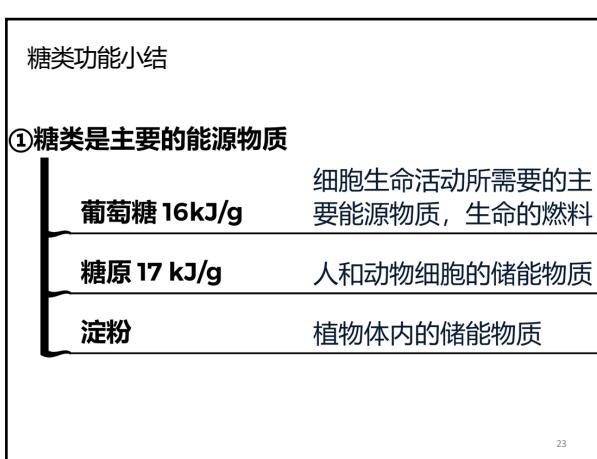
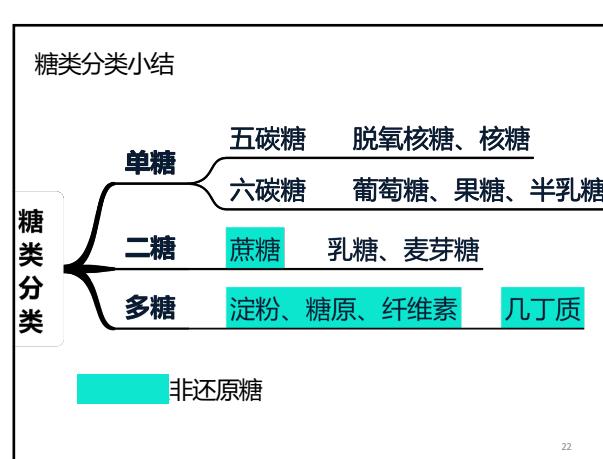
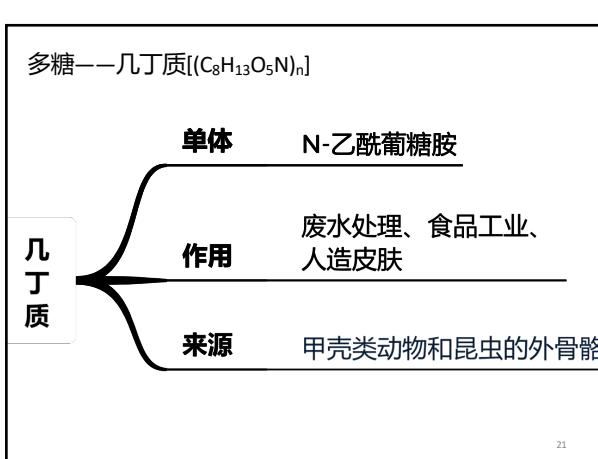
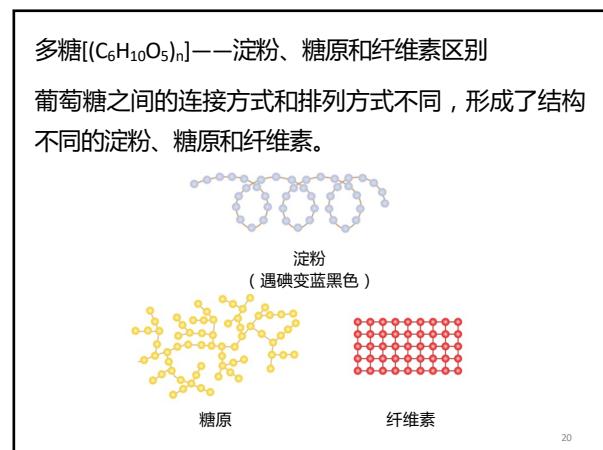
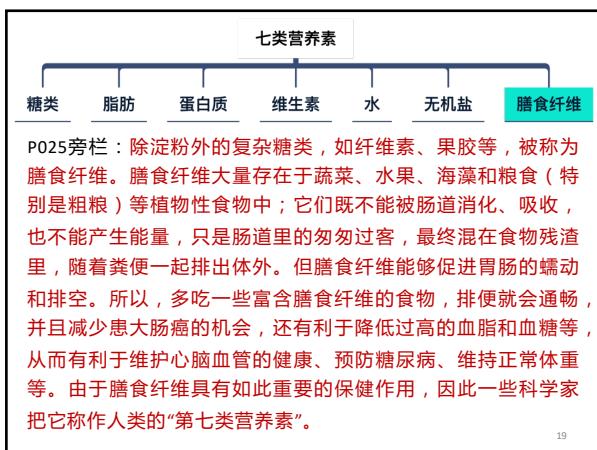
单体 葡萄糖

作用 植物细胞细胞壁、食草类动  
物饲料、人类第七类营养素

来源 纤维细丝  
茎秆、枝叶  
植物细胞壁

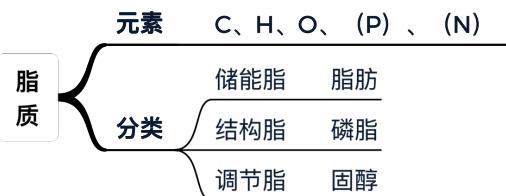
18

18



## CH 2.3.2 细胞中的脂质

教材简陋的定义：分子结构差异很大，通常不溶于水，而溶于脂溶性有机溶剂的生物分子



25

## CH 2.3.2.1 脂肪

## 脂肪元素组成

只有C、H、O，没有P和N

同等质量的糖类 v.s. 脂肪，  
脂肪O元素少，H元素多

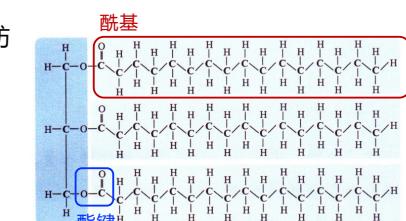


26

25

## CH 2.3.2.1 脂肪

## 脂肪结构



▲ 图 2-6 一种脂肪分子

1分子脂肪=1分子甘油+3分子脂肪酸

别称：甘油三酯、三酰甘油

羟[qiǎng]基：-OH；羧[suō]基：-COOH

27

脂肪酸分子长短 ( $C_{16}$ ,  $C_{18}$ , etc.) 和种类各不相同

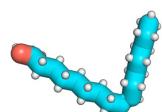
## 饱和脂肪酸

Animation created by Y.K. Fu



## 不饱和脂肪酸

Animation created by Y.K. Fu



熔点较高，容易凝固

熔点较低，不易凝固

## 脂肪分类

动物脂肪

含有饱和脂肪酸 室温呈固态

植物脂肪

含有不饱和脂肪酸 室温呈液态

28

27

## CH 2.3.2.1 脂肪

## 脂肪作用

细胞内良好的储能物质，39 kJ/g

绝热体

缓冲、减压

Q：糖类和脂肪组成元素相同，为什么脂肪储能更多？  
A：同等质量下，脂肪O元素少，H元素多。

29

19世纪的捕鲸业润滑了美国工业革命



30

29

### 思考·讨论：脂肪的作用

1.在任何哺乳动物体内，脂肪主要分布在哪些部位？  
脂肪主要分布在人和动物体内的皮下、大网膜和肠系膜等部位。某些动物还在特定的部位储存脂肪，如骆驼的驼峰。

31

### 思考·讨论：脂肪的作用

2.请说出脂肪含量比较高的几种植物。脂肪主要分布在这些植物的什么器官中？  
花生、油菜、大豆、向日葵、松、核桃、蓖麻等植物都含有较多的脂肪，这些植物的脂肪多储存在它们的种子里。

32

32

### 思考·讨论：脂肪的作用

3.脂肪对细胞和生物体可能有哪些作用？  
脂肪除了可以储存大量能量，还具有隔热、保温和缓冲的作用，可以有效地保护动物和人体的内脏器官。

33

33

### 思考·讨论：脂肪的作用

4.说到脂肪，你可能会想到肥胖、高血压、心脏病，脂肪的摄入量与健康有怎样的关系呢？

#### 关于脂肪和胆固醇的争议

肥胖是众多慢性疾病的危险因素。近十年来我国民众的肥胖率却在上升，与之相关的一些慢性病的发生率也在上升。一些人士认为，脂肪和胆固醇是导致肥胖及与肥胖有关的慢性病的元凶(正方)，因而应尽量避免食用含脂肪或胆固醇高的食物；还有一些人士认为，脂肪和胆固醇并不是健康的威胁(反方)。其实，关于脂肪和胆固醇的争议，几十年来一直在持续。下面是一些代表性的观点或证据，这些观点或证据可以帮助我们辩证地来看待问题。当然，随着科学的研究发展，相关的研究和证据还会不断出现。

34

34

### 思考·讨论：脂肪的作用

#### 正方观点或证据

- 从1958年到1964年，研究者收集了7个国家的1万多名中年人的饮食、生活方式和身体状况数据，于1970年整理成一份200多页的报告，结果显示：饱和脂肪的摄入与因心脏病而导致的死亡存在相关性。

#### 反方观点或证据

- 这份调查不是随机地选择要调查的国家(例如，漏掉了有些保持高脂饮食习惯而仍具有较低的心脏病患病率的国家)；这仅说明了相关性，不能确认因果关系，虽然证明了心脏病的发生与饱和脂肪的摄入量有关，但并没有排除其他因素导致心脏病的可能性。

35

35

### 思考·讨论：脂肪的作用

#### 正方观点或证据

- 在死于心脏病的病人血管中发现了胆固醇沉积，所以研究者将含有大量胆固醇的食物(如蛋黄)列入危险名单。

#### 反方观点或证据

- 认为人类摄入的食物成分和食物消化后的成分相同，这是错误的。胆固醇摄入量高会反馈性抑制自身胆固醇的合成，因此胆固醇摄入量不会直接反映血液中胆固醇的水平。

36

36

### 思考·讨论：脂肪的作用

正方观点或证据	反方观点或证据
<ul style="list-style-type: none"> <li>1980年，美国政府在反复咨询了最权威的膳食营养学家后，发布了第一份膳食指南，建议减少饱和脂肪和胆固醇的摄入。英国公布的膳食指南与美国的类似。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在美、英两国公布膳食指南后的几十年里，两国由于肥胖的影响，Ⅱ型糖尿病的发病率在上升。</li> </ul>

37

### 思考·讨论：脂肪的作用

正方观点或证据	反方观点或证据
<ul style="list-style-type: none"> <li>体内胆固醇有两个主要来源：在肝内合成和从食物中获取。人体需要的胆固醇无需靠摄入来补充，所以不摄入胆固醇没有什么坏处。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一些胆固醇高的食物（如鸡蛋、肉等）往往还含有人体需要的其他营养，不吃这些营养丰富的食物不合适。</li> </ul>

38

37

38

### 思考·讨论：脂肪的作用

正方观点或证据	反方观点或证据
<ul style="list-style-type: none"> <li>许多动物性食物中的饱和脂肪导致血液中胆固醇含量升高，过多的胆固醇会在血管壁上形成沉积，造成血管堵塞，危及生命。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2008—2010年，很多研究报告都指出：没有说服力或者可能的证据表明饮食中脂肪的摄入与冠心病和心血管疾病有关；尝试证明饮食中胆固醇与血液中胆固醇含量相关的实验失败了。</li> </ul>

39

### 思考·讨论：脂肪的作用

正方观点或证据	反方观点或证据
<ul style="list-style-type: none"> <li>即使尝试证明饮食中胆固醇与血液中胆固醇含量相关的实验失败了，但据2014年的一份调查显示，有54%的美国医生仍然相信饮食中的胆固醇会升高血液中的胆固醇。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一些内分泌学家认为，食物中的能量主要有三种：糖类、脂质和蛋白质。人类从蛋白质中获取的能量相对固定，所以不管选择哪种饮食模式，脂质摄入量的减少意味着糖类摄入量的增加。肥胖是因为体内激素失调引起的，而激素失调是因为在减少脂肪摄入的同时增加了糖类的摄入。</li> </ul>

40

39

### 思考·讨论：脂肪的作用

正方观点或证据	反方观点或证据
<ul style="list-style-type: none"> <li>2016年1月，美国第8版膳食指南虽然删除了胆固醇摄入量限制的表述，但仍建议健康饮食模式还是要少摄入胆固醇。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2015年，WHO公布了糖摄入指南，更新了对糖摄入量限制的建议；2016年1月，美国对每日糖摄入量上限给出了指导性建议；2016年3月，英国宣布对含糖饮料征税。</li> </ul>

41

### CH 2.3.2.2 磷脂

#### 磷脂元素组成和结构

元素组成 C、H、O、P、(N)

结构 1×磷脂 1×甘油  
2×脂肪酸  
1×磷酸基团

可能连接其他含N基团

41

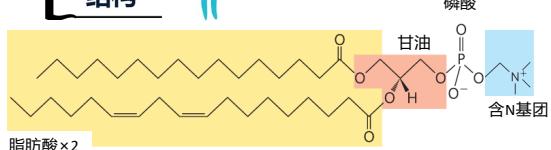
42

## CH 2.3.2.2 磷脂

## 磷脂元素组成和结构

元素组成 C、H、O、P、(N)

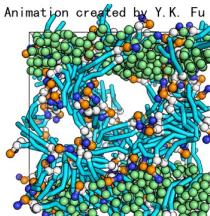
结构



43

## CH 2.3.2.2 磷脂

Animation created by Y. K. Fu



磷脂作用和来源

作用 构成细胞膜和细胞器膜  
 来源 脑、卵细胞、肝脏、大豆

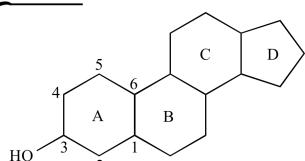
44

## CH 2.3.2.3 固醇

## 固醇元素组成和结构

元素组成 C、H、O

结构



45

## CH 2.3.2.3 固醇

固 醇

- 胆固醇 构成动物细胞膜的重要成分  
参与血液中脂质的运输
- 性激素 促进人和动物生殖器官的发育以及生殖细胞的形成
- 维生素D 促进人和动物肠道对钙和磷的吸收

46

细胞中的糖类和脂质是可以（不对等）相互转化的

食物中的糖类

血糖

供细胞利用  
合成肝、肌糖原  
转变成脂肪（减肥）、某些氨基酸

47

细胞中的糖类和脂质是可以（不对等）相互转化的

食物中的脂肪

供细胞利用  
合成肝、肌糖原  
皮下结缔组织处  
储存为自身脂肪

48

47

细胞中的糖类和脂质是可以（不对等）相互转化的



动物身体中的脂肪，只有甘油部分能够转化成糖类，脂肪酸不能。

49

P027旁栏

北京鸭细胞中的糖类和脂质是可以相互转化的。当北京鸭摄入的糖类过多时，糖类在鸭体内就转变成了脂肪，并在皮下组织等处储存起来。

我每天吃的都是一些玉米、谷类和菜叶，为何长了这一身的肥肉？



北京鸭

50

### 练习与应用：一、概念检测

1. 基于对细胞中的糖类和脂质的认识，判断下列相关表述是否正确。

- (1) 磷脂是所有细胞必不可少的脂质
- (2) 植物细胞和动物细胞的组成成分都含有纤维素
- (3) 脂肪、淀粉、糖原都是人体细胞内的储能物质

51

### 练习与应用：一、概念检测

2. 水稻和小麦的细胞中含有丰富的多糖，这些多糖是（ ）

- A. 淀粉和糖原
- B. 糖原和纤维素
- C. 淀粉和纤维素
- D. 蔗糖和麦芽糖

52

51

52

### 练习与应用：一、概念检测

3. 在人和动物皮下结缔组织中含量丰富的储能物质是（ ）

- A. 糖原
- B. 淀粉
- C. 脂肪
- D. 蛋白质

53

### 练习与应用：二、拓展应用

1. 为什么等量的脂肪比糖类含能量多，但在一般情况下脂肪却不是生物体利用的主要能源物质？请查找资料回答这个问题。糖类是生物体所利用的主要能源物质，尤其是大脑和神经系统所利用的能源必须由糖类来供应。而脂肪是生物体内最好的储备能源。脂肪是非极性化合物，可以以无水的形式储存在体内。虽然糖原也是动物细胞内的储能物质，但它是极性化合物，是高度的水合形式，在机体内储存时所占的体积相当于同等重量的脂肪所占体积的4倍左右，因此脂肪是一种很“经济”的储备能源。与糖类氧化相比，在生物细胞内脂肪的氧化速率比糖类慢，而且需要消耗大量的氧；此外，糖类氧化既可以在有氧条件下也可以在无氧条件下进行，所以对于生物体的生命活动而言，糖类和脂肪都可以作为储备能源，但是糖类是生物体生命活动利用的主要能源物质。

54

53

54

练习与应用：二、拓展应用

2. 医生建议缺钙的婴幼儿在服用钙片的同时，还要服用少量的鱼肝油。服用鱼肝油有助于钙的吸收。请查阅相关资料，解释其中的科学道理。

鱼肝油主要含有维生素A和维生素D。维生素D有助于细胞吸收和储存钙和磷，所以当婴幼儿服用钙片时，医生会建议同时服用鱼肝油来促进钙的吸收。当维生素D缺乏时，婴幼儿容易患佝偻病、软骨病等。