

第3节

细胞中的糖类和脂质

问题探讨

在科学研究和制药等领域,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。

讨论

1. 对于培养的细胞来说,葡萄糖可能起什么作用?
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?



细胞培养

如同任何机器的运转都需要外界提供能量一样,细胞的生命活动也需要能量来维持。很多种有机物都可以为细胞的生活提供能量,其中糖类是重要的能源物质。

细胞中的糖类

说到糖,我们并不陌生,可以说出一连串糖的名字:绵白糖、砂糖、冰糖、葡萄糖等。其实,除了这些我们熟知的糖类,淀粉、纤维素等也属于糖类。这些糖类的分子有什么相同和不同之处呢?淀粉、纤维素并不甜,为什么也属于糖类呢?

糖类(carbohydrate)分子一般是由C、H、O三种元素组成的。因为多数糖类分子中氢原子和氧原子之比是2:1,类似水分子,因而糖类又被称为“碳水化合物”,简写为(CH_2O)。

糖类大致可以分为单糖、二糖和多糖等几类。

单糖 人在患急性肠炎时,往往采取静脉输液治疗,输液的成分中就含有葡萄糖($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)。葡萄糖是细胞生命活动所需要的主要能源物质,常被形容为“生命的燃料”。

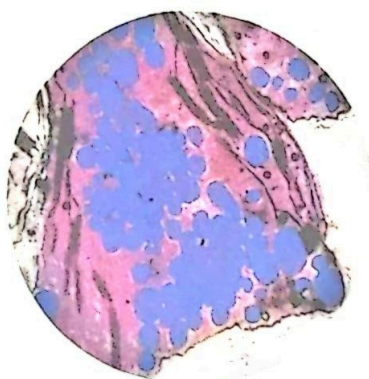
葡萄糖不能水解,可直接被细胞吸收。像这样不能水解的糖类就是单糖。常见的单糖还有果糖、半乳糖、核糖和脱氧核糖等。

◎ 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?

知识链接

体外燃烧1g葡萄糖释放出约16 kJ的能量。葡萄糖是生物体内的“燃料”。与体外各种燃料燃烧不同的是,葡萄糖在细胞内的“燃烧”过程是“无火焰”的过程,能量是通过一系列化学反应逐步释放出来的。详见本书第5章第3节。



▲ 图 2-2 拟南芥细胞中的淀粉粒
(染成蓝色, 放大 200 倍)

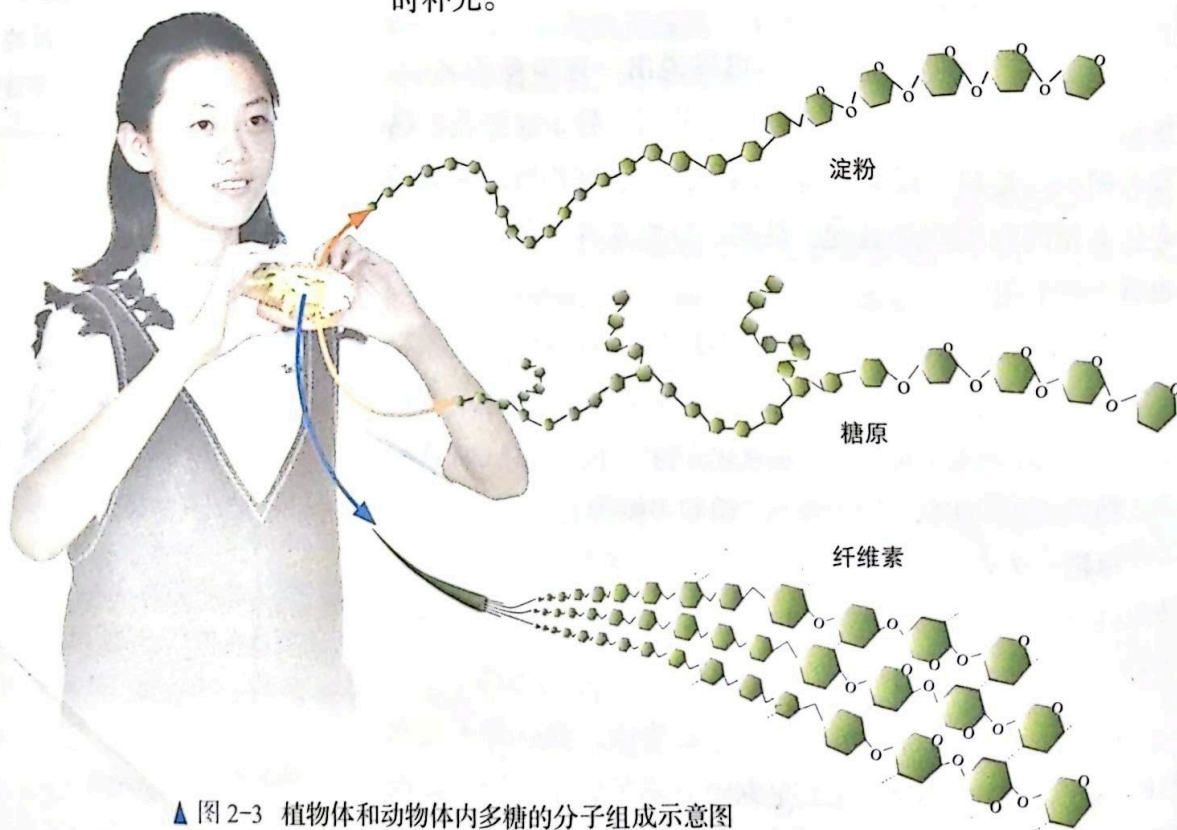


糖尿病病人的饮食受到严格的限制, 受限制的并不仅仅是有甜味的糖, 米饭和馒头等主食也都需定量摄取。为什么?

二糖 二糖 ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 由两分子单糖脱水缩合而成, 一般要水解成单糖才能被细胞吸收。生活中最常见的二糖是蔗糖, 红糖、白糖、冰糖等都是蔗糖。蔗糖在糖料作物甘蔗和甜菜里含量丰富, 大多数水果和蔬菜中也含有蔗糖。常见的二糖还有在发芽的小麦等谷粒中含量丰富的麦芽糖, 以及在人和动物乳汁中含量丰富的乳糖。

多糖 生物体内的糖类绝大多数以多糖 [$(C_6H_{10}O_5)_n$] 的形式存在。淀粉是最常见的多糖 (图 2-2)。绿色植物通过光合作用产生淀粉, 作为植物体内的储能物质存在于植物细胞中。粮食作物玉米、小麦、水稻的种子中含有丰富的淀粉, 淀粉还大量存在于马铃薯、山药、甘薯等植物变态的茎或根以及一些植物的果实中。人体摄入的淀粉, 必须经过消化分解成葡萄糖, 才能被细胞吸收利用。

食物中的淀粉水解后变成葡萄糖, 这些葡萄糖成为人和动物体合成动物多糖——糖原的原料 (图 2-3)。糖原主要分布在人和动物的肝脏和肌肉中, 是人和动物细胞的储能物质。当细胞生命活动消耗了能量, 人和动物血液中葡萄糖含量低于正常时, 肝脏中的糖原便分解产生葡萄糖及时补充。



▲ 图 2-3 植物体和动物体内多糖的分子组成示意图

你注意过棉、棕榈和麻类植物吗？它们都有长长的纤维细丝，还有那些分布在其他植物茎秆和枝叶中的纤维，以及所有植物细胞的细胞壁，构成它们的主要成分都是纤维素。纤维素也是多糖，不溶于水，在人和动物体内很难被消化，即使食草动物有发达的消化器官，也需借助某些微生物的作用才能分解这类多糖。与淀粉和糖原一样，纤维素也是由许多葡萄糖连接而成的。如图2-3所示，构成它们的基本单位都是葡萄糖分子。

几丁质也是一种多糖，又称为壳多糖，广泛存在于甲壳类动物和昆虫的外骨骼中（图2-4）。几丁质及其衍生物在医药、化工等方面有广泛的用途。例如，几丁质能与溶液中的重金属离子有效结合，因此可用于废水处理；可以用于制作食品的包装纸和食品添加剂；可以用于制作人造皮肤；等等。

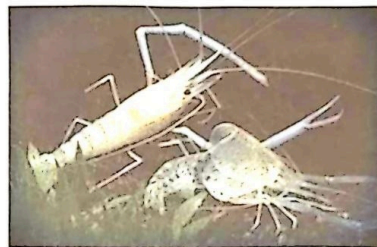
与社会的联系 《中国居民膳食指南（2022）》提出的“控糖”建议是：控制添加糖的摄入量，每天摄入不超过50 g，最好控制在25 g以下（添加糖是指在食物的烹调、加工过程中添加进去的单糖、二糖等各种糖类甜味剂，不包括食物中天然存在的糖）。统计表明，市场上的一些饮料（如碳酸饮料、乳酸菌饮料等），每100 mL可能含糖就达到10 g；很多冷饮的含糖量在20%以上。也就是说，如果喝一瓶（500 mL）这样的饮料，当天所摄入的糖量就超标了。而肥胖、高血压、龋齿、某些糖尿病等都直接或间接与长期糖摄入超标有关。摄入适量的糖等营养物质并合理运动，有助于保持健康体重和良好的形体，维持自然健康的体态。

细胞中的脂质

你注意过肉类食品中的肥肉吗？肥肉的主要成分是脂肪（图2-5）；食用植物油是从油料作物中提取的，其主要成分也是脂肪。脂肪是脂质（lipid）的一种。脂质存在于所有细胞中，是组成细胞和生物体的重要有机化合物。与糖类相似，组成脂质的化学元素主要是C、H、O，有些脂质还含有P和N。与糖类不同的是，脂质分子中氧的含量远远低于糖类，而氢的含量更高。常见的脂质有脂肪、磷脂和固醇等，它们的分子结构差异很大，通常都不溶于水，而溶于脂溶性有机溶剂，如丙酮、氯仿、乙醚等。

批判性思维

既然人类很难消化纤维素，为什么一些科学家还将纤维素等其他糖类称为人类的“第七类营养素”呢？



▲ 图2-4 几丁质是外骨骼的重要组成部分



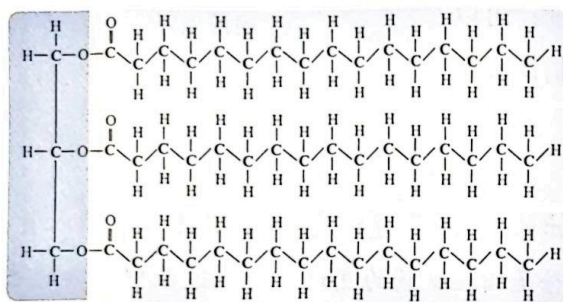
▲ 图2-5 动物脂肪细胞中储存的脂肪（染成橘黄色，放大2 200倍）

脂肪 脂肪是最常见的脂质。请根据已有的生活经验,讨论以下问题。

思考·讨论

脂肪的作用

1. 在人和哺乳动物体内,脂肪主要分布在哪些部位?
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?
3. 脂肪对细胞和生物体可能有哪些作用?
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?



▲ 图 2-6 一种脂肪分子

脂肪是由三分子脂肪酸与一分子甘油发生反应而形成的酯,即三酰甘油(又称甘油三酯,图2-6)。其中甘油的分子比较简单,而脂肪酸的种类和分子长短却不相同。脂肪酸可以是饱和的,也可以是不饱和的。植物脂肪大多含有不饱和脂肪酸,在室温时呈液态,如日常炒菜的食用油(花生油、豆油和菜籽油等);大多数动物脂肪含有饱和脂肪酸,室温时呈固态。

脂肪酸的“骨架”是一条由碳原子组成的长链。碳原子通过共价键与其他原子结合。如果长链上的每个碳原子与相邻的碳原子以单键连接,那么该碳原子就可以连接2个氢原子,这个碳原子就是饱和的,这样形成的脂肪酸称为饱和脂肪酸。饱和脂肪酸的熔点较高,容易凝固。如果长链中存在双键,那么碳原子连接的氢原子数目就不能达到饱和,这样形成的脂肪酸就是不饱和脂肪酸。不饱和脂肪酸的熔点较低,不容易凝固。

1 g 糖原氧化分解释放出约 17 kJ 的能量,而 1 g 脂肪可以放出约 39 kJ 的能量。脂肪是细胞内良好的储能物质,当生命活动需要时可以分解利用。

脂肪不仅是储能物质,还是一种很好的绝热体。生活在海洋中的大型哺乳动物,如鲸、海豹(图2-7)等,皮下有厚厚的脂肪层,起到保温的作用。生活在南极寒冷环境中的企鹅,体内脂肪可厚达 4 cm。分布在内脏器官周围的脂肪还具有缓冲和减压的作用,可以保护内脏器官。



▲ 图 2-7 海豹

磷脂 磷脂与脂肪的不同之处在于甘油的一个羟基(-OH)不是与脂肪酸结合成酯,而是与磷酸及其他衍生物结合。因此,磷脂除了含有C、H、O,还含有P甚至N。

磷脂是构成细胞膜的重要成分，也是构成多种细胞器膜的重要成分。在人和动物的脑、卵细胞、肝脏以及大豆的种子中，磷脂含量丰富。

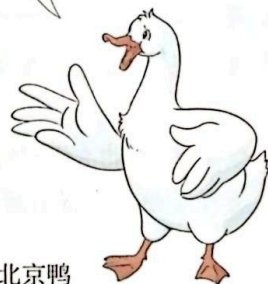
固醇 固醇类物质包括胆固醇、性激素和维生素D等。胆固醇是构成动物细胞膜的重要成分，在人体内还参与血液中脂质的运输；性激素能促进人和动物生殖器官的发育以及生殖细胞的形成；维生素D能有效地促进人和动物肠道对钙和磷的吸收。

细胞中的糖类和脂质是可以相互转化的。血液中的葡萄糖除供细胞利用外，多余的部分可以合成糖原储存起来；如果葡萄糖还有富余，就可以转变成脂肪和某些氨基酸。给家畜、家禽提供富含糖类的饲料，使它们肥育，就是因为糖类在它们体内转变成了脂肪。而食物中的脂肪被消化吸收后，可以在皮下结缔组织等处以脂肪组织的形式储存起来。但是糖类和脂肪之间的转化程度是有明显差异的。例如，糖类在供应充足的情况下，可以大量转化为脂肪；而脂肪一般只在糖类供能不足时，才会分解供能，而且不能大量转化为糖类。

知识链接

关于细胞膜的磷脂双分子层, 详见本书第3章第1节。

我每天吃的都是一些玉米、谷类和菜叶，为何还会身体“发福”呢？



北京鸭

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。 ()
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

二、拓展应用

1. 糖类和脂肪都在细胞生命活动中具有重要作用,然而,如果摄入过多,也会产生一定的危害。根据本节所学知识,回答以下问题。

- (1) 在日常饮食中, 如何合理控制糖类和脂肪的摄入?
- (2) 结合家人的健康状况, 从合理摄入糖类和脂肪的角度, 对家人的饮食习惯能提出哪些改进建议?
2. 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。