

## 第 25 章 脂质的代谢 答案

### 一、填空题

- 辅酶 A(-CoA); 酰基载体蛋白; 以脂酰基载体的形式, 作脂肪酸合成酶系的核心
- 脂酰辅酶 A                      FAD
- |           |    |        |
|-----------|----|--------|
| b. 三羧酸循环  | —— | 细胞质    |
| a. 乙醛酸循环  | —— | 线粒体    |
| c. 糖酵解逆反应 | —— | 乙醛酸循环体 |
- 乙; 甲; 丙
- 脂肪; 甘油; 脂肪酸
- 3-磷酸甘油; 脂酰-CoA; 二脂酰甘油; 二脂酰甘油转酰基酶
- 2
- 1 个乙酰辅酶 A
- 6; 7; 6; 6
- 氧化脱氢
- 乙酰辅酶 A; NADPH; ATP;  $\text{HCO}_3^-$
- 葡萄糖分解; 脂肪酸氧化; 磷酸戊糖途径
- 苹果酸合成酶; 异柠檬酸裂解酶; 三羧酸; 脱酸; 三羧酸
- 软脂酸; 线粒体; 内质网
- 线粒体; FAD;  $\text{NAD}^+$
- 脂肪酸    一分子甘油    不饱和
- 乙酰-CoA
- 甘油    脂肪酸
- 乙酰-CoA
- 细胞质, 线粒体, 氧化, 水化
- $\text{H}_2\text{O}$      $\text{NAD}^+$
- 软脂酸的合成    碳链的延长    脱饱和
- 肉碱脂酰转移酶
- 脂肪酸合酶复合体    载体蛋白    乙酰-CoA 的运转    碳链的延长    释放
- 丙二酸单酰-CoA    细胞溶胶
- 乙酰乙酸     $\beta$ -羟丁酸    丙酮    肝的线粒体基质    乙酰-CoA
- 甘油磷酸酯    鞘脂类    固醇类    贮存脂质    结构脂质    活性脂质
- 乙酰-CoA    细胞溶胶

### 二、选择题

- D    2.D    3.C    4.C    5.B
- C    7.D    8.C    9.A    10.A
- C

### 三、名词解释

- 在线粒体内, 脂酰 CoA 经氧化、水化、氧化、硫解四步反应, 生成比原来少 2 个碳原子的脂酰 CoA 和 1 分子的乙酰辅酶 A 的过程。
- 在肝细胞中脂肪酸的氧化不很完全, 经常出现一些中间产物, 即乙酰乙酸,  $\beta$ -羟丁酸和丙酮, 统称为酮体。

#### 四、问答题

1. 答：主要生理功能是贮存和供应热能，在代谢中可以提供的能量比糖类和蛋白质约高一倍。一克油脂在体内完全氧化时，大约可以产生 39.8 千焦的热能。
2. ①糖类在体内经水解产生单糖，像葡萄糖可通过有氧氧化生成乙酰 CoA，作为脂肪酸合成原料合成脂肪酸，因此脂肪也是糖的贮存形式之一。  
② 糖代谢过程中产生的磷酸二羟丙酮可转变为磷酸甘油，也作为脂肪合成中甘油的来源。
3. 脂肪酸的合成过程与  $\beta$ -氧化过程有相似之处，但是合成过程不是  $\beta$ -氧化过程的逆转，脂肪酸合成和脂肪酸  $\beta$  氧化的异同可归纳如下：（1）两种途径发生的场所不同，脂肪酸合成主要发生于细胞浆中，分解发生于线粒体；（2）两种途径都有一个中间体与载体相连，脂肪酸合成为 ACP，分解为 CoA；（3）在两种途径都有 4 步反应，脂肪酸合成是缩合，还原，脱水和还原，脂肪酸分解是氧化，水合，氧化和裂解。虽然从化学途径二者互为逆反应。但他们的反应历程不同，所用的辅助因子也不同；（4）两种途径都有原料转运机制，在脂肪酸合成中，有三羧酸转运机制将乙酰 CoA 从线粒体转运到细胞浆，在降解中，有肉碱载体系统将脂酰 CoA 从细胞浆转运到线粒体；（5）两种途径都以脂肪酸链的逐次轮番的变化为特色，在脂肪酸合成中，脂肪酸链获得 2 碳单位而成功延伸，在降解中则是以乙酰 CoA 形式的 2 碳单位离去，以实现脂肪酸链的缩短；（6）脂肪酸合成时，是以分子的甲基一端开始到羧基端为止，降解则是相反的方向，羧基的离去为第一步。（7）羟酯基中间体在脂肪酸合成中是 D-构型，但是在降解中为 L-构型；（8）脂肪酸合成由还原途径构成，需要 NADPH 参与，脂肪酸分解由氧化途径构成，需要 FAD 和 NAD<sup>+</sup> 的参与；（9）在动物体中，脂肪酸合酶是一条多肽链构成的多功能酶，而脂肪酸的分解是由多种酶协同催化的。以上是胞液中脂肪酸合成过程和在线粒体中  $\beta$ -氧化作用的重要异同之处。在线粒体中，脂肪酸的合成反应是  $\beta$ -氧化反应的逆过程。
4. 脂肪合成的时候，乙酰-CoA 通过柠檬酸穿梭进入胞浆，参与从头合成 脂肪  $\beta$ -氧化时，脂酰-CoA 通过肉碱转运进入线粒体分解成乙酰-CoA。
5. 这是因为羧化反应利用 ATP 供给能量，能量贮存在丙二酸单酰辅酶 A 中，当缩合反应发生时，丙二酸单酰辅酶 A 脱羧放出大量的能供给二碳片断与乙酰 CoA 缩合所需的能量，反应过程中自由能降低，使丙二酸单酰辅酶 A 与乙酰辅酶 A 的缩合反应比二个乙酰辅酶 A 分子缩合更容易进行。
6. 油料植物种子(花生、油菜、棉籽等)萌发时存在着能够将脂肪转化为糖的乙醛酸循环。油料种子在发芽过程中，细胞中出现许多乙醛酸体，贮藏脂肪首先水解为甘油和脂肪酸，然后脂肪酸在乙醛酸体内氧化分解为乙酰 CoA，并通过乙醛酸循环转化为糖，直到种子中贮藏的脂肪耗尽为止，乙醛酸循环活性便随之消失。淀粉种子萌发时不发生乙醛酸循环。可见，乙醛酸循环是富含脂肪的油料种子所特有的一种呼吸代谢途径。
7. 摄入的糖类在动物体内会消化为葡萄糖，溶解在血液中供组织细胞使用。当葡萄糖过多，就会合成糖原和脂肪储存起来，而后者就是使动物体变胖的直接原因。将脂肪再变为葡萄糖的过程在生物化学中叫乙醛酸循环，但能进行乙醛酸循环的酶系只存在在植物体内。

8. 奇数碳脂肪酸可以经丙酸生糖，偶数碳脂肪酸只能氧化或合成脂肪及酮体、胆固醇等。
9. 有两个双键的话，少生成 2 个 FADH<sub>2</sub>。活化：-2；8 次 β-氧化：8\*4=32；9 个乙酰-CoA：9\*10=90；所以最终为 90+32-2\*1.5=117 个 ATP。
10. 有一个双键的话，少生成 1 个 FADH<sub>2</sub>。活化：-2；8 次 β-氧化：8\*4=32；9 个乙酰-CoA：9\*10=90；所以最终为 90+32-1.5=118.5 个 ATP。
11. 在肝脏中，脂肪酸氧化分解的中间产物乙酰乙酸、β-羟基丁酸及丙酮，三者统称为酮体。酮体易运输；易利用，可以把酮体看作是脂肪酸在肝脏加工生成的半成品；节省葡萄糖供脑和红细胞利用；肝外组织利用酮体氧化供能，就减少了对葡萄糖的需求，以保证脑组织、红细胞对葡萄糖的需要；脑组织不能利用长链脂肪酸，但在饥饿时可利用酮体供能；
12. 答：油酸：118.5 个；亚油酸：117 个。  
软脂酸中，活化：-2；7 次 β-氧化：7\*4=28；8 个乙酰-CoA：8\*10=80；所以最终为 80+28-2=106 个 ATP。  
1 摩尔甘油彻底氧化成 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 生成 ATP 摩尔数为 6\*2.5+1\*1.5+3-1=18.5  
该脂肪彻底氧化分解后产生 360 个 ATP。

