

# 同位素示踪技术在高中生物中的应用

方 凯

(安徽省芜湖市第一中学 安徽 芜湖 241000)

**【摘要】**同位素示踪技术是生物学研究过程中常采用的技术手段,科学家利用同位素示踪技术,弄清了发生在生物体内的一些化学反应的详细过程。结合高中生物学,对课本中涉及此项技术手段的相关内容进行总结和梳理,以便提高学生在高三复习时的针对性和有效性。

**【关键词】**同位素示踪技术;高中生物学;放射性核素;稳定性核素

同位素示踪技术在生物学中的应用,有利于研究生物的结构、功能、发生和发展的规律。高中生物学必修一课本:“探索分泌蛋白的合成和运输过程”,“光合作用中某些物质的变化过程”;必修二课本:“噬菌体侵染细菌实验”,“探究DNA是遗传物质的实验”,这些相关内容都使用到了同位素示踪技术,本文结合以上内容及相关试题,对同位素示踪技术在高中生物的应用进行梳理,以便学生更有效的复习使用。

## 一、同位素示踪技术的原理

同位素示踪所利用的放射性核素(或稳定性核素)及它们的化合物,与自然界存在的相应普通元素及其化合物之间的化学性质和生物学性质是相同的,只是具有不同的核物理性质。因此,就可以用同位素作为一种标记,制成含有同位素的标记化合物(如标记食物,药物和代谢物质等)代替相应的非标记化合物。利用放射性同位素不断地放出特征射线的核物理性质,就可以用核探测器随时追踪它在体内或体外的位置、数量及其转变等,稳定性同位素虽然不释放射线,但可以利用它与普通相应同位素的质量之差,通过质谱仪,气相层析仪,核磁共振等质量分析仪器来测定。<sup>①</sup>

## 二、同位素示踪技术在生物学中的应用

### (一) 研究分泌蛋白的合成和分泌

1. 实验:科学家们在研究分泌蛋白的合成和分泌时,曾经做过这样一个实验:他们在豚鼠的胰脏腺泡细胞中注射<sup>3</sup>H标记的亮氨酸,3min后,标记的氨基酸出现在有核糖体的内质网中,17min后,出现在高尔基体中,117min后,出现在靠近细胞膜内侧的运输蛋白质的小泡中,以及释放到细胞外的分泌物中。(本实验中的<sup>3</sup>H为放射性核素,可用放射自显影技术进行追踪检测。)

放射自显影技术是利用放射性同位素的电离辐射对乳胶(含AgBr或AgCl)的感光作用,对细胞内生物大分子进行定性、定位与半定量研究的一种细胞化学技术。放射自显影技术(radioautography; autoradiography)用于研究标记化合物在机体、组织和细胞中的分布、定位、排出以及合成、更新、作用机理、作用部位等等。<sup>②</sup>

2. 结论:由此可推测分泌蛋白的合成和分泌过程依次经过的细胞结构为:核糖体→内质网→高尔基体→细胞膜→细胞外。

3. 例题:从某腺体的细胞中,提取出附着有核糖体的内质网,放入含有放射性标记的氨基酸的培养液中。培养液中含有核糖体和内质网完成其功能所需的物质和条件。很快连续取样,并分离核糖体和内质网。测定标记的氨基酸出现在核糖体和内质网中的情况,结果如图1所示。请回答:

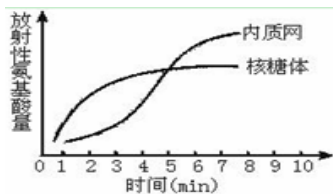


图 1

(1) 放射性氨基酸首先在核糖体上大量积累,最可能的解释是。  
(2) 放射性氨基酸在核糖体上积累之后,在内质网中也出现,且数量不断增多,最可能的解释是。

(3) 实验中,培养液相当于细胞中的。

解析:

(1) 氨基酸是合成蛋白质的原料,蛋白质合成的场所是核糖体,所以放射性氨基酸首先在核糖体上大量累积。

(2) 由题意可知,将附着有核糖体的内质网来自某腺体的细胞,腺体细胞具有分泌功能,因此内质网上的核糖体合成的蛋白质可能是分泌蛋白,分泌蛋白在内质网上的核糖体上合成后,要进入内质网进行加工,所以放射性氨基酸继在核糖体上积累之后,在内质网中也出现,且数量不断增多。

(3) 实验中,培养液中含有核糖体和内质网完成其功能所需的物质和条件,相当于细胞中的细胞质基质。

答案:

(1) 核糖体是蛋白质合成的场所

(2) 蛋白质进入内质网中

(3) 细胞质基质

(二) 研究光合作用过程中O<sub>2</sub>的来源

1. 实验:1939年,美国科学家鲁宾(S. Ruben)和卡门(M. Kamen)利用同位素标记法进行了探究。他们用氧的同位素<sup>18</sup>O分别标记H<sub>2</sub>O和CO<sub>2</sub>,使它们分别成为H<sub>2</sub><sup>18</sup>O

和C<sup>18</sup>O<sub>2</sub>。然后进行两组实验:第一组向植物提供H<sub>2</sub>O和C<sup>18</sup>O<sub>2</sub>;第二组向同种植物提供H<sub>2</sub><sup>18</sup>O和CO<sub>2</sub>。在其他条件都相同的情况下,他们分析了两组实验释放的氧气。(本实验中的<sup>18</sup>O为稳定性核素,可通过质谱仪等质量分析仪器来测定。)

2. 结论:第一组释放的氧气全部是O<sub>2</sub>;第二组释放的氧气全部是<sup>18</sup>O<sub>2</sub>。这一实验有力地证明光合作用释放的氧气来自水。

3. 例题:图2是美国科学家鲁宾和卡门采用同位素标记法研究光合作用的示意图。他们用氧的同位素(<sup>18</sup>O)分别标记H<sub>2</sub>O和CO<sub>2</sub>,使它们分别成为H<sub>2</sub><sup>18</sup>O和C<sup>18</sup>O<sub>2</sub>,然后按示意图做实验。

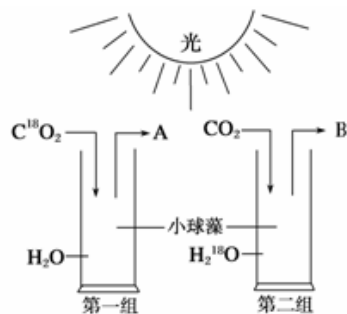


图 2

(1) 图中A和B分别代表\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_,它们的相对分子质量之比是\_\_\_\_\_。

(2) 这个实验说明了\_\_\_\_\_。

解析:

鲁宾和卡门用小球藻做实验材料,用<sup>18</sup>O分别标记H<sub>2</sub>O和CO<sub>2</sub>,并通过对释放出的氧气的相对分子质量,证明了光合作用产生的氧气来源于水。

答案:

(1) O<sub>2</sub> <sup>18</sup>O<sub>2</sub> 8 : 9

(2) 光合作用产生的氧气中的氧全部来自水

(三) 研究光合作用过程中<sup>14</sup>C的转移途径

1. 实验:20世纪40年代,美国科学家卡尔文(M. Calvin)用小球藻做实验:用<sup>14</sup>C标记的CO<sub>2</sub>(其中碳为<sup>14</sup>C)供小球藻(一种单细胞的绿藻)进行光合作用,然后追踪检测其放射性,最终探明了二氧化碳中的碳在光合作用中转化成有机物中碳的途径,这一途径被成为卡尔文循环。(本实验中的<sup>14</sup>C为放射性核素。)

2. 结论:光合作用过程中<sup>14</sup>C的转移途径:CO<sub>2</sub>→C<sub>3</sub>→(CH<sub>2</sub>O)

3. 例题:20世纪50年代,卡尔文及其同事因在光合作用方面的研究成果,获得了1961年的诺贝尔化学奖。卡尔文将小球藻装在一个密闭容器中,通过一个通气管向容器中通入CO<sub>2</sub>,通气管上有一个开关,可控制CO<sub>2</sub>的供应,容器周围有光源,通过控制电源开关可控制光照的有无。

(1) 他向密闭容器中通入<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>,当反应进行到5s时,<sup>14</sup>C出现在一种五碳化合物(C<sub>5</sub>)和一种六碳糖(C<sub>6</sub>)中,将反应时间缩短到0.5s时,<sup>14</sup>C出现在一种三碳化合物(C<sub>3</sub>)中,这说明CO<sub>2</sub>中C的转移路径是(请用“→”表示)。

(2) 上述实验中卡尔文将不同反应条件下的小球藻放入70度的热酒精中,从而使失活,细胞中的化合物就保持在热处理之前的反应状态.利用不同化合物在层析液中的溶解度不同,分离出各种化合物。卡尔文在以上光合作用的研究中采用了\_\_\_\_\_等技术方法。

解析:

根据放射性<sup>14</sup>C出现在有机物中的先后顺序,可推知CO<sub>2</sub>中C的转移路径;根据题干信息可知高温及酒精使酶变性失活,研究中使用了纸层析技术和放射性同位素标记技术。

答案:

(1) CO<sub>2</sub>→C<sub>3</sub>→C<sub>5</sub>、C<sub>6</sub>

(2) 酶 同位素示踪法 纸层析法

(四) 研究噬菌体侵染细菌实验

1. 实验:赫尔希、蔡斯首先用<sup>35</sup>S、<sup>32</sup>P分别标记大肠杆菌;接着用未被标记的T<sub>2</sub>噬菌体侵染被标记的大肠杆菌,从而获得被标记的噬菌体;再用被标记的噬菌体侵染未被标记的大肠杆菌,经过短时间保温、搅拌、离心处理后观察两组实验中上清液、沉淀物及子代噬菌体的放射性情况。(本实验中的<sup>35</sup>S、<sup>32</sup>P为放射性核素。)

2. 结论:噬菌体侵染细菌时,亲代的蛋白质外壳仍留在细菌体外,不具有连续性。而DNA分子进入到细菌体内,指导控制合成子代噬菌体。因此,子代噬菌体的各种性状是通过亲代DNA遗传的。DNA才是真正的遗传物质。

3. 例题：1952年，赫尔希和蔡斯利用同位素标记法完成了著名的噬菌体侵染细菌的实验，图3是实验的部分步骤，据图回答下列问题：

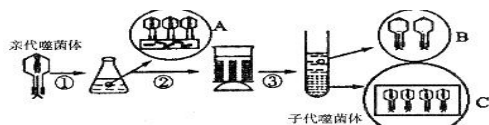


图 3

- (1) 若图中C有大量的放射性，则进入大肠杆菌体内的是用\_\_\_\_\_（填“<sup>32</sup>P”或“<sup>35</sup>S”）标记的\_\_\_\_\_。
- (2) 在理论上，上层液放射性应该为0，其原因是\_\_\_\_\_没有进入到大肠杆菌内部。
- (3) 噬菌体侵染细菌实验证明了\_\_\_\_\_。

解析：

噬菌体侵染细菌时，进入细菌的是DNA，蛋白质外壳留在外面。离心后，蛋白质外壳与大肠杆菌分离，蛋白质外壳较轻，分布在上清液中，大肠杆菌分布在沉淀物中。若测到沉淀物中含有放射性，说明<sup>32</sup>P标记的DNA进入大肠杆菌。因为噬菌体蛋白质外壳留在大肠杆菌外面，所以在理论上，上清液放射性应该为0。噬菌体侵染细菌的实验将DNA和蛋白质彻底分开，这样可以单独观察DNA的作用，证明了DNA是遗传物质。

答案：

- (1) <sup>32</sup>P DNA
- (2) 噬菌体蛋白质外壳
- (3) DNA是遗传物质
- (五) 研究DNA半保留复制的实验证据

1. 实验：1958年Meselson和Stahl研究了经<sup>15</sup>N标记3个世代的大肠杆菌DNA，首次证明了DNA的半保留复制。将大肠杆菌放在<sup>15</sup>NH<sub>4</sub>Cl培养基中生长，使DNA双链被<sup>15</sup>N标记后，再将细菌移到只含有<sup>14</sup>NH<sub>4</sub>Cl的培养基中培养。分别取0代、1代、2代、3代的细胞，提取DNA，进行密度梯度离心，分辨重链DNA、正常的轻链DNA和包含一条重链和一条轻链的DNA“杂合分子”<sup>⑧</sup>。（本实验中的<sup>15</sup>N为稳定性核素）

实验过程如图4所示：

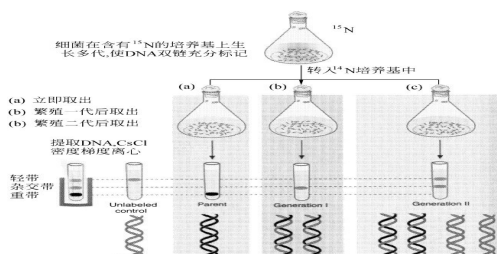


图 4

2. 结论：验证了沃森、克里克关于DNA半保留复制这一假说的正确性。2.5.3 例题：科学家在研究DNA分子复制方式时进行了如下的实验研究（已知培养用的细菌大约每20 min分裂一次，产生子代，实验结果见相关图5所示）：

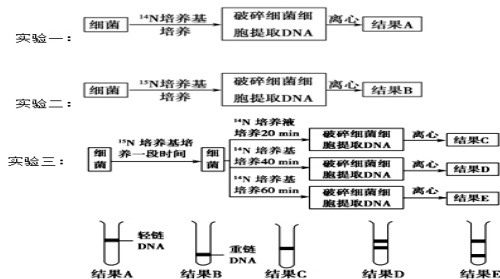


图 5

- (1) 实验一、实验二的作用是\_\_\_\_\_。
- (2) 从结果C、D看，DNA复制具有\_\_\_\_\_的特点。根据这一特点，理论上结果E中含<sup>14</sup>N的DNA分子所占比例为\_\_\_\_\_。

解析：

(1) 实验一和实验二分别表示<sup>14</sup>N和<sup>15</sup>N标记的DNA的离心结果，其作用是\_\_\_\_\_与后面的实验结果形成对照。

(2) 从结果C、D看，新形成的DNA保留了原来DNA的两条链，DNA复制具有半保留复制的特点；经过60 min后，DNA复制了3次，共形成8个DNA分子，其中有2个DNA分子是<sup>14</sup>N/<sup>14</sup>N，其余6个DNA分子为<sup>14</sup>N/<sup>15</sup>N。

答案：

- (1) 对照作用
- (2) 半保留复制 100%

### 三、结语

文章仅仅是梳理出了高中生物必修课本中部分与同位素示踪技术相关的内容，主要从实验方法、结论方面进行整理，并辅以一些基础例题以供学生检测学习效果。教学中，教师可以以同位素示踪技术为切入点，发散联系相关知识，重点对实验原理、实验过程、实验结论、实验的注意事项等方面进行系统复习整理，构建知识网络，以提高高三复习的科学性、针对性和有效性。

### 参考文献

- [1] 柴之芳.《中国大百科全书》（第二版），中国大百科全书出版社，2009年7月
- [2] 翟中和 王喜忠 丁明孝.《细胞生物学》，高等教育出版社，2000年8月
- [3] 朱玉贤 李毅.《现代分子生物学》（第二版），高等教育出版社，2002年7月

## 初中英语读写结合教学策略分析

周俭颖

（辽宁省本溪市第二十七中学 辽宁 本溪 117000）

**【摘要】**在英语教学过程之中，读写结合的教学模式是一种全新教学模式，他强调将阅读与写作进行有效结合，改变了过去单纯阅读与写作独立教学关系，通过这种全新教学模式有助于提高英语教学质量，有助于提升学生的英语素养。本文以初中英语读写结合教学为分析对象，分别从依托文本素材积累写作素材，注重主题阅读，掌握写作结构，加强趣味教学，推进读写融合等多个角度进行了阐述，以便可以提高学生们的阅读和写作素质，提高初中英语的教学质量。

**【关键词】**初中英语；读写结合；学生

根据我国义务教育大纲规定，英语阅读和写作是初中生英语教育重要内容，两者之间形成相辅相成的关系。因此，在推进初中英语读写教育过程之中，教师们可以加强阅读教育和写作教育，通过阅读教育来提升写作教育质量，通过写作教育来带动阅读教育的质量，以此来提高学生的英语综合素养，促进学生的全面发展。

### 一、依托阅读积累素材

为了提高初中生英语写作水平，使学生们写出优秀英语作文，初中英语教师必须保证学生们脑子里面有写作思路，有写作素材，这样才能使学生们看到英语写作题目之后进行写作，英语写作水平也能够有所提升。因此，积累写作素材是开展写作的重中之重，这也体现了阅读对于学生们写作的重要价值。通过阅读，学生们可以积累各种各样文本资料，可以积累许多优秀英文字词，可以积累许多典型英文写作手法，教师们引导学生们进行阅读可以积累知识点，让学生们充分吸收这些知识点为其所用，使学生英语写作水平有所提高，写出来的文章才能够言之有理，内容才会不断的丰富。例如，在进行英语课堂教学之时，为了可以有效达到读写相结合的教育目标，在阅读部分教师可以带领大学生对文中的重点字词句进行分析，了解英文写作技巧和写作手法，总结英文优美字词，使学生们可以将其为自己所

用。为此，在教学之时，教师还可以让学生们将所有优美词语记录下来，使学生们尝试着学习造句，让学生们也能写出同样优美的字词，这样不仅仅可以举一反三，还可以不断丰富学生们的写作素材，不断提高学生们的写作技巧，提高学生的阅读能力。在开展阅读教学过程之中，教师还需要积极引导学生对一些常见的单词和字词进行学习，了解这些知识的使用方法，这样不仅仅可以使学生们将这些知识运用到自己的文章之中，还可以让学生在阅读的过程之中理解自己结构，有助于帮助学生理解字词含义，这样不仅仅可以实现以读促写，同时还可以不断提高学生的英语素养。

### 二、探究阅读主旨，掌握写作框架

初中英语句子结构大部分都非常明晰，而且简单易懂。因此，在阅读教学过程之中，学生们不仅仅需要掌握各种优秀字词和句式，还要求学生能够根据特定情境进行写作，将这些优秀字词运用到自身写作结构中去。对于大部分初中生来说，在写作之时，他们常常会感到非常头痛，主要是由于学生们对于英文写作层次划分不清，最终导致写作毫无条理，写作活动异常艰难。为此，教师可以引导学生进行阅读，通过阅读引导学生如何划分英语层次，理清自身写作思路，以便达到阅读教学