

# 例谈用科技论文命制“基因工程”原创试题

殷亚妮

(南京师范大学附属中学 江苏南京 210003)

**摘要** 以一道基因工程原创试题的命制为例归纳了取材于科技论文的试题命制程序,并分享了用科技文命题的一些心得体会。

**关键词** 科技论文 基因工程 原创试题

**中图分类号** G633.91

**文献标志码** B

基因工程是选修3模块的重难点,该专题涉及遗传与变异的基本生命观念,又是当前生命科学的研究热点,有着丰富的实践研究材料。如果教师以相关科技论文为背景,命制主观题,既能考查学生对基本生命观念的掌握程度,又能训练学生获取信息的能力,培养其分析问题、解决问题的逻辑思维能力,以及通过科学表述将其思维外显化的能力。

## 1 命题原则和程序

《普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)》提出命题要依据以下原则:以课程标准中的内容要求和学业质量标准为依据、指向学科核心素养发展水平、考查学生解决问题的能力、确保题目及答案的科学性和规范性。

根据命题原则,笔者归纳总结了取材于科技文的命题基本程序(图1),并据此命制了一道基因工程原创试题。

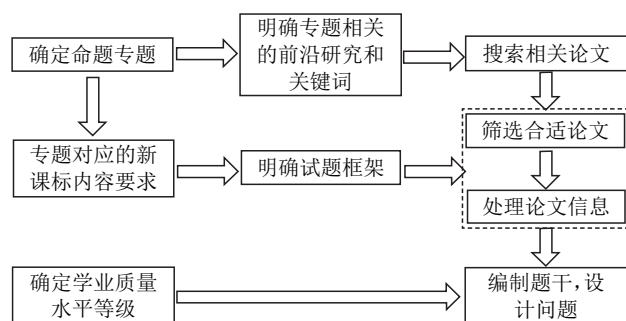


图1 取材于科技论文的论题命制程序

## 2 原创试题展示

基因敲除是通过一定的途径使机体特定的基因

失活或缺失的技术。科学家常借助基因敲除技术,使特定的基因功能丧失,从而使部分功能被屏蔽,并可进一步对生物体造成影响,进而推测出该基因的生物学功能。来源于λ噬菌体的Red同源重组系统就可用于大肠杆菌等一系列工程菌的基因敲除。

(1) Red同源重组由λ噬菌体的 $exo$ 、 $bet$ 、 $gam$  3个基因组成,分别编码EXO、BET、GAM 3种蛋白质,EXO为双链核酸外切酶,可以结合在双链DNA的末端,从5'向3'降解DNA单链,产生\_\_\_\_(选填“3'”或“5'”)黏性末端;BET结合在 $exo$ 外切产生的末端单链上,促进其与受体细胞内正在复制的靶序列进行同源重组,替换靶基因;GAM蛋白能够抑制受体细胞内核酸外切酶活性,进而\_\_\_\_(选填“抑制”或“促进”)受体细胞对外源DNA的降解。

(2) Red同源重组技术要用到质粒pKD46,该质粒含有温度敏感型的复制起点oriR101,在30℃培养时可以正常复制,而高于37℃时会自动丢失;还有由 $P_{arab}$ 启动子调控的 $exo$ 、 $bet$ 、 $gam$ 基因,需要L-阿拉伯糖诱导表达。λ-Red系统介导的基因敲除过程如图1所示。

① 首先,要将pKD46导入处于\_\_\_\_(某种状态)的大肠杆菌,为使pKD46在细菌内正常复制、Red重组酶正常合成,必需满足\_\_\_\_\_的培养条件。过程I是用含有青霉素的培养基筛选成功导入了pKD46的大肠杆菌,这说明\_\_\_\_\_。

② 然后,用PCR技术扩增卡那霉素抗性基因,

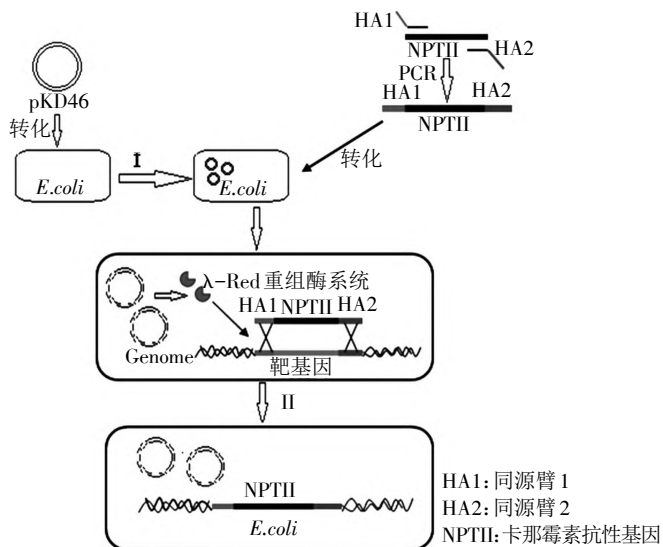


图1  $\lambda$ -Red系统介导的基因敲除

PCR引物由两部分组成,靠近5'端的区域为\_\_\_\_\_的序列,靠近3'端的区域与模板DNA互补,将获得的线性DNA片段导入大肠杆菌,通过同源重组将大肠杆菌基因组DNA上的特定靶基因敲除。

③为筛选出同源重组成功(即靶基因被敲除)的大肠杆菌,过程II所用的培养基必需含有\_\_\_\_\_;然后再通过\_\_\_\_\_,把质粒pKD46除去。

(3)上述操作使得大肠杆菌基因组DNA上的靶基因被卡那霉素抗性基因取代,若想将卡那霉素抗性基因也清除,需要借助于FLP/FRT位点特异性重组系统。FRT是有方向性的,不同方向FRT位点经重组酶FLP作用结果不同,具体如图2所示。

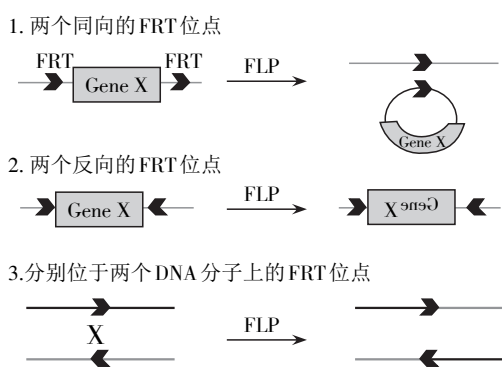


图2 FLP/FRT系统工作机制

因此在PCR扩增卡那霉素抗性基因时需在该基因\_\_\_\_\_。(填字母)

- A. 左侧引入一个FRT位点
- B. 右侧引入一个FRT位点
- C. 两侧引入两个同向的FRT位点
- D. 两侧引入两个反向的FRT位点

(4)确定靶基因敲除成功且pKD46除去后,再引入温敏型(温度过高时质粒丧失复制能力)质粒pCP20表达重组酶FLP,表达方式是热启动,请说明使用pCP20质粒的优势:\_\_\_\_\_。

参考答案:(1)3'抑制 (2)①感受态 培养温度为30℃(低于37℃)、培养基中含L-阿拉伯糖 实验用大肠杆菌不含青霉素抗性基因,pKD46质粒含有青霉素抗性基因 ②与靶基因外侧同源(相同)的 ③卡那霉素 在高于37℃的温度下培养 (3)C (4)当培养温度提高时,质粒pCP20表达重组酶FLP,同时丧失复制能力,这样可以将大肠杆菌中的抗性基因和质粒pCP20同时除去

### 3 命题程序分析

本次命题的目的是考评学生对于基因工程相关原理和技术的理解和掌握情况。笔者先确定了一个与基因工程相关研究热点——基因编辑,以此为关键词在互联网上搜索到了用于基因编辑的热门、常用工具,如CRISPR/Cas9系统、 $\lambda$ -Red重组系统、FLP/FRT位点特异性重组系统等;再以这些工具系统作为关键词在百度学术中搜索科技论文,从中筛选综述性质的文章。同时,参考新课标中基因工程专题的内容要求,明确试题的基本框架:以基因编辑为切入点,考查基因工程的工具、基本操作程序、基因结构等内容,编制一道综合题目。

笔者从搜索到的科技论文中选择了一篇与试题框架高度匹配的综述性论文——《Red重组系统用于大肠杆菌基因修饰研究进展》作为命题的基本材料,并对论文呈现的内容进行信息提取和加工。该论文约有4000字,附有7个图表,信息量很大,远超出一道填空题的承载能力,需要筛选和简化信息。根据本次考查目标,把论文中关于引物同源臂长度的讨论、诱导重组酶表达的最适培养条件的探索、Red重组酶系统的缺点等内容全部删除;保留了与教学内容高度相关信息——pKD46载体结构和特点的介绍、外源基因扩增时的引物设计、Red重组系统进行靶基因敲除的流程、对重组结果的鉴定等;对那些超出学生掌握范围但对解题十分重要的信息,例如,对Red重组系统同源重组的原理和FLP/FRT位点特异性重组系统,笔者做了简化处理,以学生易于理解的方式进行表述;同时为提高学生获取信息的

效率,将论文中介绍复杂操作流程的文字转变为直观易懂的流程图,增加了题目信息形式的多样性。最后,对照学业质量要求,编制题干并设置合理的问

题,请同一教研组的教师打磨和修改试题后定稿,确保题目质量。

本题的问题设计及命题立意见表1。

问题设计	命题立意
EXO为双链核酸外切酶……从5'向3'降解DNA单链,产生____(3'/5')黏性末端	考查对于DNA分子结构的掌握——双链方向平行
GAM蛋白能够抑制受体细胞内核酸外切酶活性,进而____(抑制/促进)受体细胞对外源DNA的降解	考查获取信息并根据信息做出合理推论的能力
将pKD46导入处于____(某种状态)的大肠杆菌	考查对基因工程操作步骤的掌握和对专有名词的牢固记忆程度
为使pKD46在细菌内正常复制、Red重组酶正常合成,必需满足____的培养条件	考查提取文字信息的能力,“30℃时可以正常复制”“需要L-阿拉伯糖诱导表达”
过程I是用含有青霉素的培养基筛选成功导入了pKD46的大肠杆菌,这说明____	考查分析问题和逻辑推理能力,能根据筛选条件反推出载体和受体细胞条件
PCR引物由两部分组成,靠近5'端的区域为____的序列,靠近3'端的区域与模板DNA互补	考查从流程图中获取信息的能力,以及从题干提取关键词语进行规范表达的能力
为筛选出同源重组成功(即靶基因被敲除)的大肠杆菌,过程II所用的培养基必需含有____	考查对基因工程本质——DNA重组的理解,能掌握筛选转化成功的细胞的原理和方法
然后再通过____,把质粒pKD46除去	考查应用题干信息解决问题的能力,“质粒pKD46……高于37℃时会自动丢失”
因此在PCR扩增卡那霉素抗性基因时需在该基因____。(填字母) A. 左侧引入一个FRT位点 B. 右侧引入一个FRT位点 C. 两侧引入两个同向的FRT位点 D. 两侧引入两个反向的FRT位点	考查对于图片信息的获取和理解能力;也可不给出选项,增加题目难度
……再引入温敏型(温度过高时质粒丧失复制能力)质粒pCP20表达重组酶FLP,表达方式是热启动,请说明使用pCP20质粒的优势:____	考查文字信息理解能力和生物学语言表达能力

#### 4 科技论文命题的体会

首先,科技论文注重学术性和科学性,论文内容客观、真实,定性和定量准确,经得起重复和实践检验。论文用语准确、规范,以科技论文作为命制试题的素材,确保了试题的科学、真实、规范。其次,情境素材是试题信息的载体,科技论文能展示最新的研究进展。教师取材于此,可以增加试题的新颖性,避免试题情境的重复,排除重复性的题目训练对学生的影响,更能考查出学生的真实水平。最后,科技论文内容通常是超越教学的,涉及全新的条件、原理和操作过程。教师以此命题,能够培养学生获取信息、结合新信息和所学知识分析和解决问题的能力。

当然,要用好科技论文,命题者必须根据学生学情和命题目标,对论文信息进行严格的筛选和处理:删除与试题命制无关的信息;改变信息呈现形式,以

直观的图表信息代替抽象的文字;简化或变换表述方式,如针对本题的第一空,笔者就将原文中的“末端单链悬突”改为学生更熟悉的“黏性末端”,便于学生理解。命题不能为了“新”而“新”,要回顾与基础教学,不能忽略对基础知识点的考查。最终呈现的问题要有层次和递进。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部.普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)[S].北京:人民教育出版社,2020:63-64.
- [2] 张雪,温廷运.Red重组系统用于大肠杆菌基因修饰研究进展[J].中国生物工程杂志,2008,28(12):89-93.
- [3] 史传燕.例谈利用科技论文命制生物技术实践原创试题[J].中学生物学,2019,35(1):55-58.
- [4] 俞如旺,方雪静.全面准确理解高中生物学课程标准对命题情境的建议[J].生物学教学,2021,46(1):61-63.
- [4] 余跃强.例谈以生物科技信息和论文为命题素材编制原创试题[J].新课程(中学),2017,(8):204-205.

#### 版权声明

本刊支付的稿酬已包含以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播全文的著作权使用费。所有署名作者向本刊提交文章均视为同意网络传播。

《中学生物学》编辑部