

基础生命科学 学习指导与习题

吴 琼 吴庆余



高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

基础生命科学学习指导与习题/吴琼,吴庆余.
北京:高等教育出版社,2004.6
ISBN 7-04-014587-1

I. 基... II. ①吴... ②吴... III. 生命科学-高等学校-教学参考资料 IV. Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 047654 号

策划编辑 吴雪梅 责任编辑 吕庆娟
封面设计 张楠 责任印制 陈伟光

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-82028899		http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京民族印刷厂

开 本	787×1092 1/16	版 次	2004年6月第1版
印 张	15	印 次	2004年6月第1次印刷
字 数	400 000	定 价	18.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

目 录

第1章 绪论	(1)
一、要点提示	(1)
二、术语解释	(2)
三、精选习题	(3)
四、思考与讨论	(5)
五、重点或热点聚焦	(6)
六、推荐阅读材料	(8)
七、习题解答	(9)
第2章 生物的多样性及其分类代表	(10)
一、要点提示	(10)
二、术语解释	(11)
三、精选习题	(12)
四、思考与讨论	(22)
五、重点或热点聚焦	(23)
六、推荐阅读材料	(25)
七、习题解答	(25)
第3章 细胞	(29)
一、要点提示	(29)
二、术语解释	(30)
三、精选习题	(31)
四、思考与讨论	(37)
五、重点或热点聚焦	(39)
六、推荐阅读材料	(41)
七、习题解答	(41)
第4章 生命的基本化学组成	(43)
一、要点提示	(43)
二、术语解释	(44)
三、精选习题	(46)
四、思考与讨论	(52)
五、重点或热点聚焦	(53)
六、推荐阅读材料	(54)
七、习题解答	(55)
第5章 能量与代谢	(57)
一、要点提示	(57)

二、术语解释	(58)
三、精选习题	(59)
四、思考与讨论	(62)
五、重点或热点聚焦	(62)
六、推荐阅读材料	(63)
七、习题解答	(63)
第6章 细胞呼吸——能量的收获	(65)
一、要点提示	(65)
二、术语解释	(66)
三、精选习题	(68)
四、思考与讨论	(72)
五、重点或热点聚焦	(73)
六、推荐阅读材料	(74)
七、习题解答	(74)
第7章 光合作用	(77)
一、要点提示	(77)
二、术语解释	(78)
三、精选习题	(79)
四、思考与讨论	(83)
五、重点或热点聚焦	(84)
六、推荐阅读材料	(85)
七、习题解答	(85)
第8章 细胞繁殖和遗传	(87)
一、要点提示	(87)
二、术语解释	(88)
三、精选习题	(90)
四、思考与讨论	(99)
五、重点或热点聚焦	(100)
六、推荐阅读材料	(101)
七、习题解答	(101)
第9章 DNA——生命的秘密	(104)
一、要点提示	(104)
二、术语解释	(105)
三、精选习题	(107)
四、思考与讨论	(111)
五、重点或热点聚焦	(113)
六、推荐阅读材料	(115)
七、习题解答	(115)
第10章 基因的表达和调控	(117)
一、要点提示	(117)

二、术语解释·····	(118)
三、精选习题·····	(119)
四、思考与讨论·····	(123)
五、重点或热点聚焦·····	(124)
六、推荐阅读材料·····	(126)
七、习题解答·····	(126)
第 11 章 重组 DNA 技术 ·····	(128)
一、要点提示·····	(128)
二、术语解释·····	(129)
三、精选习题·····	(131)
四、思考与讨论·····	(134)
五、重点或热点聚焦·····	(135)
六、推荐阅读材料·····	(136)
七、习题解答·····	(137)
第 12 章 生物技术——现代生命科学的革命 ·····	(139)
一、要点提示·····	(139)
二、术语解释·····	(140)
三、精选习题·····	(141)
四、思考与讨论·····	(144)
五、重点或热点聚焦·····	(146)
六、推荐阅读材料·····	(147)
七、习题解答·····	(147)
第 13 章 生物的起源和进化 ·····	(149)
一、要点提示·····	(149)
二、术语解释·····	(151)
三、精选习题·····	(152)
四、思考与讨论·····	(158)
五、重点或热点聚焦·····	(160)
六、推荐阅读材料·····	(161)
七、习题解答·····	(162)
第 14 章 植物的机构、功能和发育 ·····	(164)
一、要点提示·····	(164)
二、术语解释·····	(165)
三、精选习题·····	(170)
四、思考与讨论·····	(181)
五、重点或热点聚焦·····	(183)
六、推荐阅读材料·····	(183)
七、习题解答·····	(184)
第 15 章 动物的机构、功能和发育 ·····	(187)
一、要点提示·····	(187)

二、术语解释.....	(189)
三、精选习题.....	(191)
四、思考与讨论.....	(209)
五、重点或热点聚焦.....	(211)
六、推荐阅读材料.....	(212)
七、习题解答.....	(212)
第 16 章 生态学基础	(216)
一、要点提示.....	(216)
二、术语解释.....	(217)
三、精选习题.....	(219)
四、思考与讨论.....	(224)
五、重点或热点聚焦.....	(226)
六、推荐阅读材料.....	(227)
七、习题解答.....	(227)
参考书目	(229)
后记	(231)

第1章 绪论

一、要点提示

细胞是生物的基本组成单位;新陈代谢、生长和运动是生命的本能;生命通过繁殖而延续,DNA 是生物遗传的基本物质;生物具有个体发育的经历和系统进化的历史;生物对外界刺激可产生应激反应并对环境具有适应性。生命是集合这些主要特征的物质存在形式。

除了病毒以外,所有的生物体都是由细胞组成的。细胞由膜包被,内含细胞核(或拟核)和原生质。病毒(如噬菌体)主要是由核酸、蛋白质外壳组成的简单生命个体,它虽然没有细胞结构,但具有生命的其他基本特征。

生物的新陈代谢(或称代谢),是生物体内所进行的全部物质和能的变化总称。富含自由能的有机物合成与有机物分解是新陈代谢对立统一两个方面。光合作用是植物吸收太阳能,将二氧化碳与水合成为葡萄糖的过程,而葡萄糖通过生物细胞的呼吸作用在有氧的情况下又被分解成二氧化碳与水,同时产生被其他生命代谢活动所利用的能量。

生物繁殖包括无性生殖、有性生殖等形式。所有的生物都可以繁殖产生与自身相似的后代,这就是遗传。遗传使生物体的特征得以延续,但是,子代与亲代之间及子代不同个体之间还会产生一定程度的差异,这就是变异。脱氧核糖核酸(简称 DNA)是生物遗传的基本物质。遗传信息以密码的形式贮存在构成基因的 DNA 分子中,生物所具有的携带遗传信息的遗传物质的总和称为基因组。

生物体的一生,通常从生殖细胞形成受精卵开始,受精卵分裂并经过一系列形态、结构和功能的变化形成一个新的个体,新个体通过细胞分裂增加细胞数目和增大细胞体积而生长,再经历性成熟、繁殖后代、衰老至最终死亡,生物这一总的转变过程称为发育。进化是遗传、变异和自然选择的长期作用导致了生物由低等到高等、由简单到复杂的逐渐演变过程。生物的进化是由于生物对外界刺激产生应激反应、自我调节和对自然环境适应的结果。生物必须与环境连续地交换物质和能量,它们适应和依赖于环境而生存,同时又对环境产生影响。

20 世纪后叶,分子生物学取得了一系列突破性成就,使生命科学在自然科学中的位置起了革命性的变化。今天,公众对生物科学的兴趣比一个多世纪前的达尔文时代更加高涨。当今人类社会面临的最重大的问题和挑战包括:人口膨胀,粮食短缺,疾病危害,环境污染,能源危机,资源匮乏,生态平衡被破坏和生物物种大量灭绝。解决人类生存与发展所面临的一系列重大问题,将在很大程度上依赖于生命科学的发展。掌握生命科学和相关学科的新理论和新技术,解决人类共同面临的上述重大问题是每一个人的义务和责任。非生物专业学生学习生命科学除了是完善自我知识结构、认识自然科学最核心内容的需要,也是培养既了解生命科学又有其他专门学科知识的复合型人才的需要。

基础生命科学涵盖的最基本的内容包括:生命的化学组成、细胞的结构与功能、能量与代谢、繁殖与遗传、遗传信息的传递与控制、生物的起源进化与系统分类,生物个体的发育、结构、功能和行为,生态环境、生物技术和生命科学的前沿与新进展等。

现代生命科学研究正在由宏观向微观深入发展,分子生物学正在向揭示生命的本质方向迈进。生命科学不仅研究单个生物体及其生命活动的过程,还研究众多生物个体之间的相互关系与联系(即生物进化与生物多样性问题),研究这些生物体与环境的相互关系与相互作用。生命科学的微观与宏观领域研究是相互联系、相辅相成的,我们需要从微观和宏观两个方面把握生命科学的基本概念和内容。同时应特别注重了解包括基因调控、克隆、重组 DNA、生物芯片、干细胞、人类基因组计划等现代生物学前沿方面的最新进展。

创新性的科学研究推动了生命科学的进步和大发展,深刻地影响着人们的世界观、价值观和人生观,也深刻地改变了人类文明的发展进程。对于面向非生物专业的公共基础课,培养兴趣,主动探索生命的奥秘,把握好生命科学中的许多基本概念和它们之间的内在联系,建立进化流、信息流和能量流等知识框架,带着问题学习,留出想象的空间,在生物学实验中提高动手能力和解决问题的能力,还要提倡学习生命科学知识与全面提高科学素质相结合,科学研究与人才培养相互促进。只有这样,我们才有可能获得开启生命科学知识创新大门的钥匙。

二、术语解释

新陈代谢 (metabolism):生物体中进行的所有化学反应的总称,包括物质的合成与分解(物质代谢)及能量转换(能量代谢);合成代谢与分解代谢构成了新陈代谢的两个方面,新陈代谢被认为是生命与非生命的根本区别所在。

同化作用 (assimilation):生物体从环境中摄取物质,合成自身有机物,贮存能量的过程被称为同化作用或合成代谢。

异化作用 (catabolism):生物体内的物质经一系列的化学反应,最终变为排泄物并释放能量,供给自身生命活动需要的过程被称为异化作用或分解代谢。

应激性 (irritability):生物机体、器官、组织或其部分对刺激发生相应反应的能力。

适应性 (adaptation):在自然选择的情况下,生物群体或物种发生遗传上的改变以适应新的或变化了的环境,也包括生物个体发生生理变化以应对环境变化。

分子生物学 (molecular biology):分子生物学是以遗传学、生物化学、细胞生物学等学科为基础,研究生物大分子之间相互关系和作用,根据细胞内分子的物理化学性质来解释生物学内容的一门学科;主要包括核酸的分子生物学、蛋白质的分子生物学和细胞信号传导的分子生物学等。

发育生物学 (developmental biology):发育生物学是研究生物生长、成熟、衰老和死亡的发育

过程的学科,其研究的核心问题是一个受精卵如何发育成为具有复杂结构的有机体。

生理学 (physiology): 生理学是研究生物机体的正常生命活动规律的生物学分支学科。根据其研究对象可分为微生物生理学、植物生理学、动物生理学和人体生理学等;其中动物生理学特别是哺乳动物生理学和人体生理学的关系密切,它们之间具有许多共同点,可结合在一起研究。

免疫学 (immunology): 研究免疫系统的结构与功能,理解其对机体有益的防卫功能和有害的病理作用及其机制,以发展有效的免疫学措施,实现防病治病目的的生物医学分支学科。

生态学 (ecology): 生态学是研究生物与生物之间,以及生物与其所生活的环境之间相互关系的学科,也被人称为环境生物学;其研究范围包括个体、种群、群落、生态系统以及生物圈等不同层次。

三、精选习题

填空题

- ()是研究生物体及其()的科学,广义的概念还包括生物技术、医学、农学、生物与环境、生物学与其他学科交叉的领域。
- ()是由物化物质组成并表现出高度复杂性,可以自我调控,具有代谢能力并随时间可延续自己。
- ()、()和()是生命的本能;生物体内每时每刻都有新的物质被合成,又有一些物质不断被分解,这就是(),包括()和();其本质是()的转化。
- 除()之外,所有的生物体都是由()组成的。
- 科学方法通常可以被分为三大类:包括观察、测量、实验方法等的(),包括逻辑、数学、统计方法等的(),包括直觉、对称、类比方法等的()。

选择题

- 从微观角度看,生命科学研究已进入到()。
A. 原子水平 B. 分子水平 C. 细胞水平 D. 个体水平
- 生物区别于非生物的最基本的特征是()。
A. 环境适应性 B. 运动性 C. 新陈代谢 D. 生长
- 下列属于生物应激性的现象有()。
A. 草履虫从盐水中游向清水 B. 根生长的向地性
C. 利用黑光灯来诱杀害虫 D. 上述各项
- 下列()是病毒不具备的生命特征。
A. 细胞结构 B. 生长和繁殖 C. 对环境的适应性 D. 新陈代谢
- 下列哪项是对理论正确的说明:()
A. 理论是指已经被反复证明过的不会错的真理
B. 理论仅仅是一个需要进一步实验和观察的假说
C. 理论是不能用实验和观察来支持的假说
D. 科学中理论一词是指那些已经证明具有最大解释力的假说
- 在生物学研究中,一个好的假说应该()。
A. 是能被验证为正确的 B. 与已获得的资料相一致
C. 能通过其预测结果证明真伪 D. 一个现象对应惟一一个好的假说

7. 在现代生物学的研究中,生物学家认为生命的本质是()。
- A. 机械的 B. 物化的 C. 精神的 D. 上述各项

填图或连线

1. 将下列的科学家和他们在生物学上的贡献进行连线:
- | | |
|-------------------|-----------------|
| A. Fleming | I. DNA 双螺旋结构的提出 |
| B. Watson 和 Crick | II. 自然选择进化论 |
| C. Cohn 和 Boyer | III. 青霉素的发现 |
| D. Wilmut | IV. PCR 技术的发明 |
| E. Darwin | V. “多莉”羊的克隆 |
| F. Mullis | VI. DNA 体外重组 |
2. 将下列描述和相应的生物学特性连线:
- | | |
|-----------------------|------------|
| A. 当狐狸接近时,野兔立即逃回洞里 | I. 生物有机体 |
| B. DNA 将遗传信息由父辈传向子辈 | II. 生物新陈代谢 |
| C. 生物体由细胞构成 | III. 生物应激 |
| D. 地球上有丰富多彩的生物种类 | IV. 生物进化 |
| E. 细胞利用外界物质能量来进行自身的生长 | V. 生物繁殖 |
3. 请写出图 1-1 中编号 1~5 对应的结构名称,并将相应的编号填入 A~C 问题叙述中。

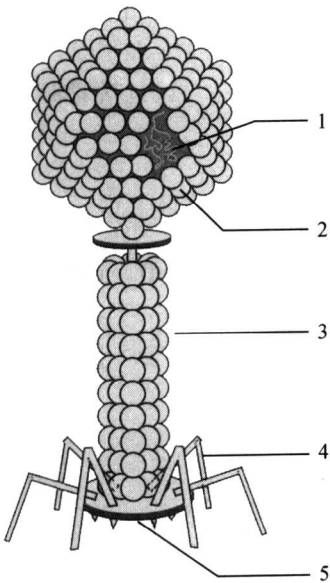


图 1-1 噬菌体结构模式图

- 1: _____ 2: _____
3: _____ 4: _____
5: _____

- A. 类病毒不具备图中的结构 _____。
- B. 当其侵染细菌,通常进入细菌内的是结构 _____。
- C. 结构 _____ 帮助其附着在所侵染细菌表面。

简答题

1. 请从低层到高层写出生命的结构层次。
2. 病毒是不是生命? 为什么?
3. 当今人类社会面临的最重大的问题和挑战有哪些? 请举出至少 4 个。
4. 一个假设需要有其逻辑性和可验证性,在生命科学中经常通过提出假设进行研究,应用科学的方法可以对假设进行否定,但不一定能证明假设是正确的,因为常常不可能对假设进行完全验证。

证,请举例说明。

四、思考与讨论

1. 生命体同非生命体相比,具有哪些独有的特征?

生命体的独有特征主要体现在:

- A. 除病毒外,所有的生物体都是由细胞组成的,具有严整的结构。
- B. 新陈代谢是生命体最基本的特征,生命体可以通过同化作用、异化作用和外界进行物质和能量的转化。
- C. 生命体可以通过代谢进行生长发育,并繁殖后代。
- D. 生命体具有遗传变异的特性,既保证了生命的稳定延续,又为生命进化提供了动力。
- E. 生命体具有应激性,可以对外界的刺激作出反应。
- F. 生命体具有环境适应性,生命体的结构适应一定的功能,同时生命体的结构和功能适合该生命在一定环境中的生存延续。

2. 我们为什么要学习生命科学?为什么非生物专业的学生也要学习生命科学?

信息技术和生命科学代表了现代科学发展的最前沿,信息技术和生物技术成为现代高科技的两大支柱。当今人类社会面临的最重大的问题和挑战包括:人口膨胀、粮食短缺、疾病危害、环境污染、能量危机、资源匮乏、生态平衡被破坏和生物物种大量消亡等,可以说解决人类社会生存和发展所面临的一系列重大问题,在很大程度上将依赖生命科学的发展,而生命科学对人类经济、科技、政治和社会发展的作用是全方位的。学习生命科学,有助于我们自觉认识保护环境、节约资源等的重要性并在生活中注意自己的行为举止,有助于我们利用生命科学技术来解决问题。

对于非生物专业的学生,学习生命科学有助于更好地认识生命、认识自己。现在生物学科已经渗透到科学研究和日常生活的各个领域,进行学科的交叉可以促进科学创新,国外一些名牌大学将基础生命科学作为本科生的必修课程。作为新世纪的大学生是不能没有现代生命科学基础知识的,不管我们以后在哪个领域工作,不了解当今发展最迅猛、与人类生产、生活最密切的生命科学将会是我们最大的遗憾。21世纪一定会成为生命科学取得更大突破的世纪,生命科学将会对人类社会的发展作出更大的贡献,这需要众多生物和非生物专业的专家参与。所以不管是从事生物专业还是非生物专业,加深对生命科学的了解都是我们的责任。

3. 有些同学在高中阶段对生物学课程并不十分感兴趣,请分析原因,并对如何学好大学基础生命科学课程提出您的建议。

学好生命科学,最重要的是要有兴趣,兴趣是最好的老师。对生命奥秘的探索需要付出艰辛的劳动,但一旦有所理解或有所启示,兴趣便会油然而生。生命是一个未知的谜,到目前为止,还有许多方面等待人们去研究和探讨。通过阅读和学习,将会产生大量问题,这些问题会驱使我们更深入地去钻研,激起我们更大的兴趣。学习生命科学不但要继承前人总结的宝贵经验和理论,更需要创新。问题的提出必须基于观察和实验,而答案必须能被进一步的观察和实验所证实。努力思考这些有意义的问题将会使学习逐渐深入。生命科学是实验科学,实验是非常重要的一个方面,实验使我们很好的理解这些基本概念与原理。科学实验和观察是假设成为理论的桥梁。生命科学离不开实验,生物学实验可以提高我们的动手能力、分析问题和解决问题的能力。

4. 一位正在准备参加高考的学生家长问:生命科学类专业将来的就业前景如何?请您对此问题作出分析和回答。

生命科学是目前最前沿也是非常热门的一门学科,信息技术和生物技术成为现代高科技的两大支柱。在 20 世纪,几件涉及自然科学的大事大部分都属于生命科学领域。在今后,生命科学的发展和生物技术的应用及其产业会达到更高的程度,这使很多人深信,选择生命科学作为自己一生的事业是绝对没有错误的。而为解决人类社会生存和发展所面临的一系列重大问题所进行的科学研究,如进行疾病治疗、农产品改良、新能源开发、环境治理等,在很大程度上将依赖于生命科学的发展。生命科学对人类经济、科技、政治和社会发展的作用是全方位的。我们利用生命科学与生物技术的理论与方法,增加粮食产量,战胜各种疾病,开发利用可再生生物新能源与新资源等。总之,生命科学专业的就业前景是非常广阔的。

五、重点或热点聚焦

1. 跟踪生命科学和生物技术的最新进展

生命科学近 50 年的发展超过了过去 500 年。传统描述性的生物学已经不能代表现代生命科学最基础的内容。21 世纪,人类进入生命科学大发展的时代,生命科学前沿不断变化,一些最新成就和进展提供的前沿知识也不断成为现代生命科学最基本的内容。

在生命科学领域,学科的界限逐渐模糊,分子生物学、细胞生物学、遗传学等已经密不可分。分子生物学在微观层次对生物大分子的结构和功能,特别是基因研究上取得突破后,正深入到在分子水平上对细胞活动、发育、遗传和进化进行探索。基因、蛋白质、细胞、发育、进化与生态研究形成基础生物学研究的一条主线。另一方面,对遗传学、细胞学、免疫学等从分子、细胞到整体不同层次水平的研究,其他领域如数学、物理、信息科学等多学科向生命科学的交叉和相互渗透、复杂系统理论和非线性科学的发展,也使得基础生物学研究在思维和方法论上从分析走向综合,或者分析与综合结合,体现了整合生物学的思想。此外,新技术和新方法的建立和引入,如生物芯片(biochips)技术、蛋白质组学(proteomics)方法、结构基因组(structural genomics)方法、各种质谱、波谱方法、单分子技术、生物信息学(bioinformatics)等,在基础生物学研究中发挥了越来越重要的作用。

近年来,在分子生物学、细胞生物学、遗传学、发育生物学、免疫学、神经生物学(neurobiology)、生物医学工程(biomedicine engineering)、系统生物学(systematic biology)与生态学等重要领域,不断涌现出许多新的研究热点。例如:蛋白质等生物大分子具有生物功能的结构基础以及生物大分子之间相互识别的结构,核酸特别是非编码 RNA 的片段和功能,酶(enzyme)的催化和调节机制,膜蛋白和脂的相互作用,糖蛋白和糖复合物的结构功能等;干细胞(stem cell)技术、细胞周期调控、细胞分裂、增殖、分化(differentiation)、凋亡(apoptosis)以及细胞间相互作用、细胞迁移、细胞内蛋白质分选、物质跨膜转运、信号跨膜转导的过程和机制、细胞分化和生物个体发育;人类及重要物种全基因组测序(gene sequencing)、功能基因组学、基因表达调控规律、多因素影响的遗传学问题、针对基因组研究产生的海量数据的生物信息学方法;机体免疫系统、神经与内分泌系统等相互关系、免疫与某些疾病的发病机理、疾病的诊断和防治等;在分子和细胞层次上神经活动的基本过程、脑功能与认知的分子机制、特定环境中适应性行为的脑机制、神经系统疾病;生物材料、人工器官、组织工程、生物医学信号的获取与处理、生物医学成像及图像处理技术等;分子生态与进化生物学、全球生态系统的变化、生物多样性保护等等。也有人提出,基因组、干细胞和克隆代表了现代生命科学的三大前沿。热点与前沿问题的研究还不断衍生出诸如生物信息学、蛋白质组学等一些新的分支学科和交叉学科。

20 世纪后叶,生命科学领域一系列突破性成就,不但改变了它在自然科学中的地位,而且引发

了一场生物技术革命,这场革命将为人类带来巨大的利益和财富。人类进入21世纪后,生物技术正日益成为各国科技竞争的焦点。例如,2002年美国国会破例决定每年4月21日至28日为“生物科技周”。日本政府最近提出了“生物产业立国”的口号。中国在北京、上海等地设立了20多个生物技术园区,全国有近200多个生物技术重点实验室和500多家现代生物技术企业。基础生物学、医药生物技术、农业生物技术、环境生物技术、生物多样性和生物安全等被确立为当前发展等重点。近年来,我国进入临床研究的生物医药已达150多个,干扰素等21种生物技术药品投入生产,生物医药制品年销售额达到200多亿元,14年增长了近100倍。我国首创的水稻杂交技术已向20多个国家推广,超级杂交稻单产每公顷突破了12吨。很多人预测,生物技术引擎助推世界经济持续增长,以高技术、高投入和高利润为特点的生物技术产业将成为全球新一轮新的经济生长点。

科学与技术有时并没有严格的界限。生物技术产业的发展为生命科学研究提供了新的动力,重点发展基础生物学,加强源头创新是抢占生物技术制高点的关键。

我们强调跟踪生命科学和生物技术的最新进展,不断更新知识,是因为它们是当今科技发展最快、最具有挑战性的学科领域,学习生命科学也应该与时俱进,不断调整和扩展相关内容。

2. 如何进行创新性科学研究

首先,热爱科学、追求真理、实事求是、团结协作、摒弃实用主义和功利主义等等往往是一些成功的科学家所具备的基本科学态度和精神。完成一些大的研究课题需要科学家们的协同合作,也需要有团队精神,但创新性研究从根本上要取决于每一位科学家的创造性劳动。科学家个人的素质、能力、智慧,有时还包括机遇等都是科学研究成败或成果大小的重要因素。科学家们的创造性劳动特点各异,如何进行创新性研究虽然没有统一的定则,但创新性科学研究的方法都自觉或不自觉地遵循一些最基本的思维方式和最基本的步骤。

科学研究经常采用演绎(deduction)和归纳(induction)两种基本的系统思维方式。演绎就是应用一般的法则或定律去推论出一个新的特殊结论或假设。例如,如果我们接受一个一般的假定或前提:所有的鸟都具有翅膀。我们又接受另一个事实:大雁具有翅膀。于是我们便利用演绎的思维方式推论出这样的结论:大雁也是鸟。在科学研究中,在观察(observation)和提出问题以后,通过演绎推论可导致建立一个假说(hypothesis)。演绎帮助我们在一些已知现象中发现其中的内在联系。什么是归纳呢?归纳就是应用一些特殊的观察或实验来获得一个新的一般法则或定律。例如,如果我们知道,大雁有翅膀,是鸟;如果我们还知道,麻雀、杜鹃、鸽子、老鹰等都有翅膀,它们都是鸟,于是我们便可归纳出这样的结论:所有的鸟都有翅膀。又例如,牛顿观察到苹果下落现象时,提出了地球是否存在引力的重要问题,又通过观察许多物体的下落事实后,通过归纳的思维方式,他最终建立了万有引力定律。在科学研究中,通过进行一些特殊的观察或实验对假设进行验证的时候,归纳观察和实验结果可以获得假设是否成立的结论。通俗简单地说,演绎是由一般到特殊,归纳是由特殊到一般,它们是相互对应的两种系统思维方式。

科学家进行科学研究的过程通常包括对客观现象的观察(或实验),提出特殊有意义的问题,针对问题引出若干可能的推测性解释,即提出一些假说。然后设计和进行实验(包括进一步观察)来排除那些不能成立的假说。对没有被排除的假说作出预测,分别再通过实验来从不同方面证实预测的正确性。最后,保留目前不能被排除的假说。不论实验结果支持或不支持原先的假说,它们都是有意义的,因为错误的假说里往往包含合理的因素或成分。通过对保留的假说和被排除假说的归纳分析,还可以建立新的相关假说或提出新的更有意义的问题。因此,所谓假说,是以人们一定的经验材料和已知的事实为依据,以已有的科学理论和技术方法为指导,对未知的自然事物或现象产生的原因及其运动规律所作出的推测和推测性解释。从那些被反复检验而且具有普遍意义的

重要假说中,科学家便发展或创立了相关的理论。这种理论既要符合客观实际,经得起实验的检验,又为新的研究提供了指导。让我们以教材中 Loewi 的研究为例,来看其是否符合科学研究的一般步骤。首先 Loewi 在实验中观察到,用电流来刺激青蛙的迷走神经时,青蛙的心脏跳动就减慢下来。于是 Loewi 便问了一个有意义的问题:电流刺激青蛙迷走神经造成心脏跳动减慢的机理是什么?针对这一问题,他提出了许多可能的解释即假说,通过许多实验和观察,多种假说被排除后保留下来的一个假说便是:迷走神经可能分泌了某种化学物质造成了心脏跳动的减慢。以后 Loewi 用了很长的时间思考和设计实验来验证他的假说。17 年后他终于完成了验证实验,实验结果与他的预测完全吻合,支持了他的假说。由于 Loewi 的研究揭示了神经细胞通讯的重要机理,并经过反复检验具有普遍意义,神经化学信号的理论便被建立起来。不久,科学家们在该理论指导下分离得到了神经信号传导的重要化学物质——乙酰胆碱。

机遇总是垂青那些有准备的头脑。只有基础知识扎实、善于仔细观察和思考,才可能提出好的问题。英国微生物学家 Fleming 发明青霉素的故事说明,善于观察和思考在科学研究中是非常重要的。如何解释或回答问题取决于通过科学的演绎提出最符合逻辑的各种假说,更取决于科学的实验设计、精确的实验操作和对实验结果进行科学地归纳分析。所谓科学的实验设计,就是要避免在实验中产生假相。因此只要可能,所有的研究都应该设立对照实验。例如,在药物疗效的实验中,科学家们现在通常都采用一种双盲设计(double-blind fashion)的方法。具体做法是,由医生将病人分为相同的两组,一组病人服用编号为 1 的药片,另一组病人服用编号为 2 的安慰剂(对照),该安慰剂的形状、颜色等都与 1 号药片完全相同,然后由医生检测服药后的效果,做好记录。在以上过程中,医生和病人两方面都不知道谁服用的是药物,谁服用的是安慰剂,因此称为“双盲”。只有实验全部结束后,医生才得知编号的内容,即谁是实验组,谁是对照组。科学家根据实验组与对照组结果相比是否具有显著的差异来判定被测药物的疗效。

在科学研究中,科学家根据收集的实验数据对实验结果作出判断并获得结论。为了消除实验中的假相,避免实验中样品的随机误差,有些研究除了要设计多次重复实验外,被测样品的数量应该足够大,才可能获得更接近客观实际的结论。因为被测样品往往只提供了一些代表性的结果,根据这种代表性的结果下结论可能会产生误差。另外,对于相同多批次的实验数据,除了取平均值以外,还需要根据数学统计的原则,对实验数据进行统计分析,报告实验的误差范围。

从事科学研究,尤其是从事生命科学的实验研究,需要有扎实的基础生命科学知识,也要了解相关研究领域国内外研究动态,还需要经过专门的训练以提高实验技能,提高分析问题和解决问题的能力。对于学生来说,在导师指导下的毕业论文和研究生阶段的学习为科研创新能力的提高提供了途径。

六、推荐阅读材料

陈阅增主编. 普通生物学. 北京:高等教育出版社,1997

张惟杰主编. 生命科学导论. 北京:高等教育出版社,1999

北京大学生命科学学院编写组. 生命科学导论. 北京:高等教育出版社,2000

黄诗笺主编. 现代生命科学概论. 北京:高等教育出版社/施普林格出版社,2001

生命科学与生物. 中国科协第三届青年学术年会论文集. 北京:中国科学技术出版社,1998

Eldra P. Solomon, Linda R. Berg, Diana W Martin. Biology. Calif: Brooks/Cole Thomson Learning Inc. 2002

Peter H Raven, George B Johnson. Biology. London: McGraw Hill Companies, 2002

Campbell N A, Reece J B. 生物学导论(影印版). 北京:高等教育出版社,2002

七、习题解答

填空题

1. 生命科学,运动规律
2. 生物体
3. 新陈代谢,生长,运动,新陈代谢,合成代谢,分解代谢,物质和能量
4. 病毒,细胞
5. 经验方法,理性方法,臻美方法

选择题

1. B
2. C
3. D
4. A
5. D
6. B、C
7. B

填图或连线

1. A - III、B - I、C - VI、D - V、E - II、F - IV
2. A - III、B - V、C - I、D - IV、E - II
3. 1 - 核酸,2 - 蛋白质外壳,3 - 尾鞘,4 - 尾丝,5 - 基盘;A - 2,B - 1,C - 4、5

简答题

1. 原子→分子→细胞→组织→器官→系统→个体→种群→群落→生态系统。
2. 病毒是由核酸和蛋白质外壳组成的简单生命个体,虽然没有细胞结构,但有生命的其他基本特征。
3. 人口膨胀、粮食短缺、疾病危害、环境污染、能源危机、资源匮乏、生态平衡被破坏和生物物种大量消亡。
4. 如有一家宠物食品厂提出一种品牌的宠物食品对狗的骨骼发育是有好处的,需要进行实验验证,实验结果可能否定此假设,也可能支持此假定,但是由于不可能对每条狗进行实验,所以该假设是不能完全验证的。

第 2 章

生物的多样性及其分类代表

一、要点提示

生物多样性反映了地球上包括植物、动物、菌类等在内的一切生命都有各不相同的特征及生存环境,它们相互间存在着错综复杂的关系。生物多样性包括物种多样性、遗传多样性和生态系统多样性。地球上的生命丰富多彩,大自然中每一样生命都是独特的,不可替代的。世界上所有生命既能保持自己物种的繁衍,又能使每一个个体都表现出差别,这要归功于其体内遗传密码的作用和基因表达的差别。为适应在不同环境下生存,各种植物、动物和微生物与环境又构成了不同的生态系统。在不同的生态系统中,各种生命通过一张极其复杂的食物网来获取和传递能量,同时完成物质的循环。维护地球生命的过程是由多样性的生命来完成的。生物多样性是地球上生物经过几十亿年发展进化的结果,它们的未知潜力为人类的生存发展显示了不可估量的美好前景。

保护生物多样性是全人类共同关心的问题,各国对其生物资源拥有主权,有责任保护其生物多样性,并以可持续的方式利用生物资源。全球的《生物多样性公约》包括序言,42 条协议条款和查明与监测、仲裁与调解两个附件。

一个基因可能关系到一种生物的兴衰,一个物种可能影响一个国家的经济命脉,一个生态系统可能改变一个地区的面貌。全球生物多样性正在迅速丧失,这不仅意味着我们正失去大量以后可利用的资源,更重要的是,那将最终导致我们人类自己,也像其他生物一样,从这个星球上消失!从这个意义上说,保护生物多样性就是保护人类自己!

科学家对某一种新发现的生物按照规定的原则命名以后,我们对它的特征便有了认可,并以此区别于其他生物。对自然界多样性的生物进行分类主要有 3 类方法:第一类为形态学方法,第二类方法只强调生物之间遗传进化的关系,注重研究一组生物多久以前从另一类生物中分支出来,第三类为经典的进化分类法,是第一种方法和第二种方法的综合应用,它既考虑生物进化分支的时间,又注重生物形态特征的异同。这种以生物的进化为线

索,比较生物最重要的形态特征和亲缘关系建立起来的分类系统目前被人们所广泛接受。随着现代分子生物学的迅速发展,科学家们除了根据生物最主要的形态特征确定生物进化及亲缘关系来对生物进行分类外,又发展了根据生物在分子水平上的同源性和差异大小对生物进行分类的新手段。

种是生物基本的分类单元。种是形态、结构、功能、发育特征和生态分布基本相同的一群生物。在自然条件下,同种生物结合可产生有生殖能力的后代,不同种生物之间不能相互结合,即使结合也不能产生有生殖能力的后代,即生殖隔离。生物的分类从高级单元到低级单元构成若干分类阶层,包括界、门、纲、目、科、属、种。瑞典植物分类学家 Linnaeus 创立的为物种命名的双名法一直被沿用至今,前一个词为属名,第一个字母大写,第二个词是种名,全部小写,属名和种名一般都用斜体。

将地球上的全部生物划分为原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界、动物界的五界分类系统比最早的两界分类系统更科学,现已被大多数科学家所接受。还有人建议单独再建立一个病毒界。

原核生物是一类最古老的生物,在细胞组成上缺少细胞核和由膜包被的细胞器。原核生物包括古细菌、细菌和蓝细菌 3 类。原核生物通常个体都比较微小,大多数为球状、杆状或螺旋状。原生生物是一些最简单的真核生物,早期的原生生物也是植物、真菌类和动物的祖先。原生生物一般都是单细胞个体,多数自由地在水中或潮湿的土壤中生活。也有少数原生生物在人体或其他动物的体内生存,并可致病。原生生物的分类常有一些变化或争议,其中大部分为原生动物,其次是真核藻类,原生生物还包括一些低等的菌类。真菌是典型的异养真核生物,在其营养生长阶段一般都形成菌丝体。真菌主要营寄生和腐生。植物是适应于陆地生活、具有光合作用能力的多细胞真核生物。植物具有根、茎、叶器官的分化,为了在陆地上生存和繁殖后代的需要,植物的有性繁殖器官不再是单细胞,它们出现颈卵器,被子植物的繁殖器官还形成了高度特化的花。根据适应陆地生活的能力和进化的形态特征,植物可明显地分为苔藓植物、蕨类植物、裸子植物和被子植物 4 大类。动物一般特征都具有运动能力并表现出各种行为,多细胞异养,细胞没有细胞壁但有胞间连接,在体内消化食物。绝大多数动物的个体是二倍体,只有其卵和精子为单倍体。受精卵(合子)常常发育成囊胚并进一步形成原胚肠。一些动物早期发育常经历幼虫阶段并特化分层,然后变形成为成年个体。根据最主要的形态和行为特征,特别根据其是否有脊索,动物被归无脊椎动物和脊索动物(主要是脊椎动物)两大类。无脊椎动物包括最简单的腔肠动物、扁形动物、线虫动物、环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物等种类。脊椎动物包括圆口纲、软骨鱼纲、硬骨鱼纲、两栖纲、爬行纲、鸟纲和哺乳纲。上述分类排列顺序还反映了脊椎动物从水生到陆地生活的演化过程。人属于哺乳动物纲;哺乳动物纲包括原兽亚纲、后兽亚纲、真兽亚纲,真兽亚纲包括食虫目、食肉目、灵长目等;人类最终的分类位置为灵长目、人科、人属、智人,拉丁学名为 *Homo sapiens*。

二、术语解释

生物多样性(biodiversity):生物多样性指的是生命形式存在的多样性,各种生命形式间及其与环境之间的多种相互作用,以及各种生物群落、生态系统及其生境与生态过程的复杂性,反映了地球上一切生命都有各不相同的特征及生存环境;它包括遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性。

物种(species):物种是生物分类的基本单位,是指分布在一定的自然区域内,具有一定的形态结构和生理功能,而且在自然状态下能够相互交配和繁殖,并能够产生可育后代的一群生物个体。