

生命科学类专业开设进化生物学课程的思考

沈银柱, 齐志广, 周春江, 刘敬泽^(✉)

河北师范大学生命科学学院, 石家庄, 050024

摘要: 进化生物学是目前自然科学中最活跃的学科之一, 它的理论基础是进化论。本文着重介绍了进化生物学与生物学各分支学科的关系, 它不仅是生物学多个分支学科的概括和总结, 更重要的是它富有哲理性, 对当代大学生科学世界观的形成是不可或缺的, 特别是目前科学与伪科学的斗争仍在继续, 所以生命科学类专业开设进化生物学是培养合格大学生的客观需求。本文旨在以此引起各方对进化生物学的教学与研究给予应有的重视。

关键词: 进化生物学, 科学世界观, 科学与伪科学, 人才培养

Thinking the Evolutionary Biology Course in Life Sciences

SHEN Yin-zhu, QI Zhi-guang, ZHOU Chun-jiang, LIU Jing-ze

College of Life Science, Hebei Normal University, Shijiazhuang, 050024

进化生物学的理论基础是生物进化论, 而进化论被恩格斯誉为19世纪三大自然科学发现之一。著名的进化论学者杜布赞斯基曾经说过: 在生物学的领域中, 再没有比进化的见解更有意义的了。他还进一步指出: 没有进化论的指导, 生物学就不成其为科学^[1]。进入20世纪50年代以后, 随着遗传学、分子生物学以及生物学各分支学科的发展, 进化论的研究实现了两个转变, 即有定性到定量、由推论到验证的转变, 于是产生了进化生物学。进化生物学在高校的学科教育中占有重要位置, 生物科学类专业开设进化生物学就显得十分必要。

1 进化生物学是生物学多个分支学科的概括和总结

进化论是进化生物学的理论基础, 它的形成是生物学多个分支学科发展的必然结果。

1.1 细胞的发现和细胞学说的建立

17世纪60年代, 英国人胡克首次用显微镜观察软木片, 发现其中有许多蜂窝状的空洞结构, 他把这一个个的空洞称之为细胞。到了19世纪30年代, 德国植物学家施莱登在《论植物发生》一文中指出所有的植物体都是细胞的组合。此后, 德国动物学家施旺在研究蛙类幼体脊索的胚胎组织和胚的软骨组织时发现了含核的细胞。1839年施旺发表了《动植物结构和生长相似性的显微研究》一文, 把施莱登的植物细胞说推广到动物界, 第一次提出“细胞学说”这一概念。细胞学说的建立在生物学发展史上具有划时代的意义, 它确认细胞是生物体的基本构造单位, 使生物学由宏观的形态层次深入到微观层次, 迈出了揭示生命奥秘的第一步, 促进了生物学各分支学科的建立和发展; 揭示了动植物的共同起源。其哲学意义在于它从自然科学方面证明了世界的物质性, 及其联系和变化发展, 沉重地打击了宗教唯心主义和形而上学的自然观^[2]。为马克思主义哲学提供了自然科学依据, 为真核细胞起源的研究提出了新的课题。

1.2 比较解剖学的研究成果

法国的比较解剖学家居维叶（当然他也是灾变论者）用比较的方法研究了动物体内部结构的异同，提出器官相关律。法国的圣提雷尔等比较了各种生物器官的位置、结构和功能的关系，提出了关于“同源器官”和“同功器官”的原理^[3]。这种生物结构上的共同性，说明各种生物类型有共同的祖先，为研究不同物种间的亲缘关系提供了一个崭新的方法。

1.3 胚胎学的发展

18世纪，俄国的沃尔佛应用比较的方法，发现鸡胚的发育是由简单的组织分化而形成的，进而提出“渐成说”。后来，冯·贝尔发展了沃尔佛的渐成说，成为现代胚胎学的创始人。他在研究中发现各种脊椎动物在胚胎发育的最初阶段彼此十分相似，首先出现的是门的性状，而后才出现纲、目、科和属的性状，最后才出现种的特性^[3]。这样的性状分化过程反映了生物的演化历程，说明脊椎动物有共同的起源，为生物进化提供了可靠的证据。

1.4 古生物学的研究成果

从18世纪到19世纪初欧洲各国，特别是德国、英国和法国的地质学研究进入了高潮。许多研究者在不同的地层中找到了不同结构的生物有机体的化石，而且发现越是古老的地层，生物在结构上越是简单。说明今天地球上的生物都是过去生物逐渐进化的结果，为生物进化提供了直接证据。赖尔正是总结了前人的研究成果，提出了地球缓慢变化的理论，有力地推动了地质学的发展^[3]，对达尔文进化论的形成起到了不可或缺的作用。

1.5 分子生物学的新成就

今天随着生物化学、遗传学和分子生物学等学科的发展，生物学的各分支学科在分子水平上取得了一致，其同一性更加明显、更为突出。近年来，随着分子生物学技术的应用，基因组学和比较基因组学得到

了迅猛的发展，使我们有可能从分子水平上揭示进化的本质。根据不同物种同种蛋白质氨基酸序列的差异，可以确定之间亲缘关系的远近。如绵羊、黄牛和猪肾上腺皮质激素（ACTH）的氨基酸序列，经过分析彼此之间的差异集中在第25位~第33位（表1）^[4]。其中绵羊和黄牛的ACTH，从第25位开始到第33位依次为丙氨酸、甘氨酸、谷氨酸、天冬氨酸、天冬氨酸、谷氨酸、丙氨酸、丝氨酸和谷氨酸，完全一致。而猪的ACTH的氨基酸序列却与它们不同，其中第25位是天冬氨酸、第27位是丙氨酸、第28位是谷氨酸、第31位是亮氨酸、第33位是丙氨酸。由此说明绵羊和黄牛的亲缘关系更近，它们与猪的亲缘关系相对较远。这一结果与分类学上的结果相一致，绵羊和黄牛同属于牛科，猪却属于猪科，二者之间的差异属于科间差异。可见在长期的进化过程中核苷酸的替代导致了氨基酸的替代，揭示了进化的本质，为形态学上的分类找到了分子水平上的依据。这种现象也反映在各种不同生物共有的细胞色素c的氨基酸序列里。在系统发展过程中氨基酸的替代多发生在与蛋白质功能无关的部位。重要的分子和分子部位，即功能域或结构域的部分却表现了高度的保守性，保持了相对的稳定性。

近年来，随着测序技术的不断改进，更是取得了令人瞩目的成就。2010年美国联合基因研究所的U. Hellsten和来自全球十几家科研机构的48位研究人员，对热带非洲爪蟾的基因组进行了测序^[5]。他们采用的是基于EST拼接的同源克隆的方法，结合探针杂交进行鉴定，发现非洲爪蟾基因组有20 000到21 000个蛋白质密码基因。经过与人类的基因组比对，发现非洲爪蟾的蛋白质密码基因里包含了人类近80%的疾病基因，至少有1 700种人类疾病基因都可以在非洲爪蟾的基因组里找到，比如癌症、多发性硬化、气喘、心脏病等遗传性疾病，为人类遗传性疾病的防治找到了一个非常好的模式生物。这不仅说明系统发展过程中基因和基因组的重组和重排是生物分化发展的内在基础，对于我们揭示进化的实质起到了不可或缺的作用，而且非洲爪蟾的卵母细胞直径可达1mm，很易操作。在非洲爪蟾的个体发育过程中有2次变态，为研究

表1 几种动物ACTH（激素）氨基酸顺序的差异

动物	氨基酸的顺序								
	25	26	27	28	29	30	31	32	33
绵羊、黄牛	丙	甘	谷	天冬	天冬	谷	丙	丝	谷
猪	天冬	甘	丙	谷	天冬	谷	亮	丙	谷

工作提供了2次机会，特别是爪蟾在个体发育过程中对环境和食物中的污染物极度敏感，为利用基因组学的方法观察蛙类对不利因素的反应提供了极为便利的条件。

具体到基因和基因组的进化又是遵从了怎样的规律呢？新基因又是如何产生的呢？这些都有待于进化生物学给予回答。那么基因调控的进化又是怎样的呢？在2010年纪念达尔文诞辰200周年的国际学术讨论会上Tomoko Ohta^[6]给出了答案。她综合了这方面的研究成果，指出基因调控是通过转录因子和调控元件的相互作用，且在一个平衡的状态下实现的，任何扰乱基因表达的平衡都是有害的。然而发现调控的区域可以转换，根据2000年Ludwig等的研究，发现调控区域转录因子结合位点的核苷酸的代换，发生在利于基因表达稳定选择的允许区域内，强调了这个区域内存在的漂变和选择的相互作用^[7]。2005年Wagner提出基因表达的途径是复杂的，并且许多网状系统相互交织，如果一个途径被阻断了，另一个途径可以对欠缺的部分加以补偿，达到整体上的平衡^[8]。2006年Lehner^[9]等发现这种基因调控网络的中心常常是通过染色质蛋白的修饰起到缓冲作用。说明表观遗传与染色质结构相关，是我们了解漂变和选择的相互作用必不可少的。这里提到的修饰常常与DNA的甲基化和组蛋白的甲基化或乙酰化有关，最终导致的是适应进化。

由此不难看出进化生物学发展到今天已涉及基因组学、比较基因组学、蛋白质组学、发育生物学、细胞生物学、遗传学等多个学科，并渗透到生物学多个研究领域。可见进化生物学不仅是生物学多个分支学科研究成果的集合，反过来又推动了各学科的发展。所以开设进化生物学是生命科学类专业所必需的。

2 进化生物学是一门哲理性很强的学科

从进化思想的产生到进化论的形成始终贯穿着两种宇宙观的斗争，先后经历了朴素的唯物观念与宗教神话式宇宙观，生物变化论与特创论、目的论和物种不变论，进化论与灾变论的斗争。拉马克（1744—1829）经过艰辛的努力，于1809年出版了《动物哲学》，系统地阐述了他的进化学说，像一个炸弹一样投向了神学的心脏，受到了神创论和物种不变论者的攻击。

2.1 两次惊心动魄的论战

首先是在圣提雷尔（1772—1844）和居维叶（1769—1832）之间展开的。圣提雷尔是坚定的维护进化理论的，反对居维叶的灾变说。他提出了同源器官和同功器官，说明生物的共同起源。但他也提出有机体结构的统一性，主张昆虫的足相当于肋骨，昆虫的角质壳相当于脊椎。他的研究工作和进化观点与居维叶的观点针锋相对，因而激怒了居维叶及其支持者。因此，二者在巴黎科学院发生一次大论战，一直延续了六个星期之久。居维叶十分狡猾，抓住圣提雷尔的统一结构图案，攻其一点，不及其余，使圣提雷尔无法自圆其说，结果是灾变说取得胜利，这是自然科学史上的一大挫折^[3]。但是进化论并没有销声匿迹，反而在生产发展的推动下，达尔文

（1809—1882）参加了环球航行，在大量生物学事实面前，达尔文由最初相信神学转而成为一名坚定的进化论者。特别是他回国后参加了养鸽俱乐部，发现鸽子在人工饲养的条件下出现了很多变异，经过人工选择育成了各种不同类型的鸽子，如扇尾鸽、球胸鸽、毛领鸽等，说明物种可变，并于1859年11月24日出版了划时代巨著《物种起源》。此后，资产阶级学者杜林出来攻击进化论，把进化论说成是“粗野的哲学”。当时坚决捍卫进化论的是赫胥黎，他在给植物学家胡克的信中说：“他们都可尽情地攻击我，我的心肠已经变得硬了……我决心穿好我的铠甲”，“准备长期艰苦的战斗”。他在写给达尔文的信中说：“至于你的理论，我准备接受火刑——如果必要的话——也要支持。”在1860年6月30日那一天，赫胥黎与牛津主教威尔伯福斯展开了另一场短兵相接的论战，最终赫胥黎获得了“达尔文斗士”的称号^[10]。由此说明作为进化生物学的理论基础——进化论，是在两种宇宙观的斗争中诞生的。所以，学习进化生物学自然会受到辩证唯物主义的熏陶。因而对当代大学生科学世界观的形成一定会起到促进作用。

2.2 进化生物学处处体现了唯物辩证法

进化生物学研究的内容之一，首先是生命的本质。按照现代生物学的研究成果，生命主要是由核酸和蛋白质组成的，具有不断自我更新能力的以及能向多方向发生突变并可复制自身的多分子体系。由此可见，生命就其本质而言也是物质的，它是物质存在和

运动的一种特殊形式。生物体有生长、发育、遗传、进化、繁殖、衰老和死亡等一系列生命现象，它是建立在极其复杂而又极有规律性的一系列新陈代谢基础上的，而非生命的无机自然界不可能具有这些特征。

因此，生命虽然源于非生命的无机自然界，但毕竟是在物质的发展过程中经历了由量变到质变的过程才产生了生命的质的特征。可见二者尽管有联系，但又有本质的区别。19世界的“活力论”者，认为生物体内存在着一种超物质的所谓“活力”，认为“活力”消失，生物体也就随之死亡。而“机械论”者把复杂的生命活动归结为一些简单的运动如机械运动。通过反对唯心论和机械唯物论的斗争，生物科学得到了很大发展，使生物学从最初观察描述生命活动的表面现象，逐步发展到运用实验的方法研究生物体内部的结构与生命活动的关系，使生物学成为一门实验性科学，创立了细胞学说。之后随着生命科学的发展和生产发展的推动，在经历了一系列唯物论和唯心论，辩证法和形而上学的激烈斗争后建立了进化论。所以，在生物学发展史上每前进一步都是哲学上两种世界观斗争的结果^[11]。进入20世纪50年代，进化论的研究实现了由定性到定量，由推论到验证的转变，诞生了进化生物学。

在学习进化生物学的过程中，经常涉及生物与环境、遗传与变异、结构与功能、内因与外因、偶然性与必然性、微观与宏观、物种的连续性与间断性、形态进化与分子进化、表型改变与基因突变、渐变和骤变、人类的社会属性和生物学属性之间的辩证统一。可见，进化生物学处处体现了唯物辩证法，是一门哲理性很强的学科。教师在讲授进化生物学的过程中应自觉地挖掘教材的哲理性，引导学生运用辩证唯物主义进行深刻的分析和探讨，使学生逐渐养成以变化发展的眼光看待周围的事物和人，学会两分法，学会把握事物的本质和主流，以增强对现今社会适应的能力。所以，开设进化生物学是培养符合现代化需要的人才必不可少的重要措施。

3 科学与伪科学的斗争仍在继续

虽然早在18世纪末到19世纪初拉马克（1744—1829）的进化学说动摇了“神创论的基石”，敲响了“目的论”的丧钟，尽管达尔文的进化论“第一次把生物学放在完全科学的基础上，确定了

物种的变异性和承继性”，但科学与伪科学的斗争仍在继续。

3.1 “猴子事件”

1925年发生在美国田纳西省的“猴子事件”是一件骇人听闻的事件。事情是这样的：当时该省的一位中学教师叫斯各北，34岁，在课堂上举例说人是由猴子变来的。学生听后告诉家长，流传开来，绅士和教会人士听了惊慌万状，立刻向法庭起诉，说斯各北侵犯了基督教义，违背了该省的法律条文，应以判罚。法庭开庭那天，当地上层人士多数墨守教规聚集在庭外，女的在胸前挂一小布条，写着：“请勿以为我是猴子”，许多儿童手执小纸旗不停地呼喊：“圣经必读”，“基督神圣”，大街上也有许多人打着小纸旗呼喊同样的口号。原告与被告进行激烈辩论之后，法官宣布斯各北的行为违反了该省的法律条款，罚以百元，并交纳诉讼费，不准在课上再讲进化论^[3]。这难道不是科学与伪科学的一场论战吗？我们能让科学家发现的真理为宗教做出牺牲吗？显然不能。维护科学的真理是我们的义务，是培养今天社会需要的合格人才义不容辞的。

3.2 “智慧设计”

到了21世纪的今天，2005年8月15日，美国《时代》周刊发表了一篇文章，题为“进化论大战”。文章介绍的是在当年秋季开学后，宾夕法尼亚州多佛市郊公立中学九年级学生，将在课上听到当地教育局长尼尔森的告诫，即：“由于达尔文的理论只是一种理论，他仍在随着新证据的发现，不断受到检验”，说什么这种理论并非事实。扬言“智慧设计是一种与达尔文的观点不同的对生命起源的解释……我们鼓励学生不抱偏见的学习”，似乎十分公正。其实“智慧设计”理论认为，对生命的某些方面的最佳解释不是自然选择，而是某种有智慧的力量。认为诸如眼睛之类的设计极为精巧的构造不可能通过零打碎敲的进化发展而来，不可能通过偶然突变和自然选择进化而来。可见这一理论与传统的神创论相比，是一种更隐晦的认为自然界有上帝印记的理论。这一理论受到小布什总统的赞同，在美国经过哈里斯民意调查所调查，有55%的成年人认为孩子们除学习进化论之外还应学习神创论和“智慧设计”。但是英国知名的牛津大学的生物学家道金斯却认为：将自然的复杂性归因于某位

高智慧的设计者，不过是将复杂性之源推到那位看不见的设计者头上，道金斯问道：“谁又设计了设计者？”^[12]。对“智慧设计者”更为有力地回击是“伴随可变密码子”^[13]（协变子）。所谓协变子是指蛋白质分子中某一特定氨基酸发生替代的情况下，才容许另一氨基酸发生相应的替代。如鼠RNase共有124个氨基酸残基，该酶分子中间有一豁槽，它的第38位甘氨酸残基与第39位丝氨酸残基之间存在协变关系，如果第38位氨基酸残基的密码子GGU或GGC替换成天冬氨酸密码子GAU或GAC，那么天冬氨酸的游离羧基就会吸引该酶活性中心部位的第41位赖氨酸残基的游离氨基，使它脱离酶的活性部位，这样一来酶的功能就会丧失。然而在长期的生物进化过程中，自然选择的结果却使生物具有了这种本领，即在该酶第38位由甘氨酸变为天冬氨酸的同时，第39位丝氨酸残基的密码子AGU或AGC却同时替换为精氨酸的密码子AGA或AGG，这时第39位新突变来的精氨酸的游离氨基，就可抵消临近第38位因突变产生的天冬氨酸残基游离羧基的作用，从而保证了活性中心第41位赖氨酸不被破坏，如此巧妙地使酶保持了应有的活性。这种协变显然是自然选择的结果，我们不可能想象“智慧设计者”怎么会具有分子水平上的“本领”呢？

总之，进化生物学的理论基础是进化论，进化论是生物学中最大的统一理论，是生物学的灵魂。它不仅是多个生物学科的概括和总结，也是目前十分活跃的学科之一，而且哲理性很强，是培养新型大学生必不可少的，特别是目前科学与伪科学之间的斗争仍在继续，进化生物学的教学有利于大学生科学世界观的

形成。所以，生命科学类专业开设进化生物学势在必行。至于开设的方式，可以根据专业的特点，采用必修、选修，也可以作为通史课的重要内容。

参考文献

- [1] 张昉. 生物进化. 北京: 北京大学出版社, 1998.
- [2] 陈义存. 周季生. 自然科学分册. 济南: 山东人民出版社, 1983.
- [3] 卢继传. 进化论的过去与现在. 北京: 科学出版社, 1980.
- [4] 河北师范大学生物系遗传育种教研组. 生物进化论. 北京: 人民教育出版社, 1975.
- [5] Hellsten U, Harland R M, Gilchrist M J, *et al*. The Genome of the Western Clawed Frog *Xenopus tropicalis*. *Science*, 2010, 328: 633–636.
- [6] Long M Y, Gu H Y, Zhou Z G. Darwin's Heritage Today. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [7] Ludwig M Z, Bergman C, Patel N H, *et al*. Evidence for stabilizing selection in a eukaryotic enhancer element. *Nature*, 2000, 403: 564–567.
- [8] Wagner A. Distributed robustness versus redundancy as causes of mutational robustness. *BioEssays*, 2005, 27: 176–188.
- [9] Lehner B, Crombie Tischler J, *et al*. Systematic mapping of genetic interactions in *Caenorhabditis elegans* identifies common modifiers of diverse signaling pathways. *Nature Genetics*, 2006, 38: 896–903.
- [10] 赵功民. 捍卫达尔文进化论的勇士——赫胥黎. 植物, 1982, (1): 40–42.
- [11] 沈淑敏等. 自然辩证法讲义专题资料之十——生物学中几个辩证关系问题. 北京: 人民教育出版社, 1981.
- [12] 克劳迪娅·沃利斯. 进化论大战. 美国《时代周刊》, 2005.
- [13] 褚圻. 生物进化论. 上海: 上海科学技术出版社, 1986.

(责编 孟丽)