

DOI: 10.3724/SP.J.1005.2011.00661

以遗传信息为主线的遗传学教学架构及与其他课程的衔接

邢万金, 莫日根, 阿拉坦高勒, 苏慧敏

内蒙古大学生命科学学院生物学系, 呼和浩特 010021

摘要: 文章分析了遗传学教学面临的问题, 对遗传学教学架构以及与其他课程的内容衔接进行了探讨, 认为以遗传信息为中心重新组织教学内容, 保证遗传学教学内容的完整性和系统性, 凸显遗传学特色。根据遗传学 25 章教学内容的相关性重新组合成 4 个模块, 即遗传信息的遗传、遗传信息的储存、遗传信息的读取、遗传信息的复制、变异与进化。各模块紧扣遗传信息这一主题——也是遗传现象的内在联系, 每个模块讲解遗传信息的一个方面。对比与其他课程重叠的内容, 提取其中涉及遗传信息的部分, 重点讲解遗传信息的流动和变化。以遗传信息为主线的遗传学教学使课堂既充满遗传学特色, 又易于被学生接受和掌握。

关键词: 遗传学; 遗传信息; 教学; 架构

Restructuring teaching contents of genetics by focusing on the genetic information and its connection with other courses

XING Wan-Jin, Morigen, Alatangaole Damirin, SU Hui-Min

Department of Biology, School of Life Sciences, Inner Mongolia University, Hohhot 010021, China

Abstract: Based on an analysis of the problems in teaching of genetics, we restructured the contents of genetics course to avoid overlapping with related courses and to establish a proper connection with other courses. It was suggested that reorganization of teaching contents of genetics by taking the genetic information as a main stream of the course would favor to make sure the integrity, systematicness, and features of genetics course. The current 25 chapters of genetics were organized into four domains of passage, storage, reading, and mutation (including replication) of genetic information. Each domain was designed to explain one aspect of the genetic information. In such a way the four domains could highly be tighten up. The overlapping parts with other courses were proposed to be abstracted for those descriptions of the movement and variation of genetic information. The courses centered by genetic information would have obvious features of genetics and be easier to be understood.

Keywords: genetics; genetic information; teaching; structure

收稿日期: 2011-01-09; 修回日期: 2011-01-25

基金项目: 高等学校特色专业建设项目(编号: TS10125)资助

作者简介: 邢万金, 博士, 教授, 研究方向: 分子遗传学。E-mail: xwanjin@imu.edu.cn

莫日根, 博士, 教授, 研究方向: DNA 复制调控与细胞周期。E-mail: morigenm@hotmail.com

邢万金和莫日根同为第一作者。

通讯作者: 邢万金

网络出版时间: 2011-4-19 9:20:11

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.1913.R.20110419.0920.003.html>

遗传学是研究生物遗传和变异基本规律的科学,是生命科学研究领域发展最快的学科,遗传学教学内容也因此飞速更新。现代遗传学教学重点已从以杂交分析为主的经典遗传学逐渐转到分析基因的分子结构与功能的基因学以及解析全部基因的组成与相互作用的基因组学。概念的不断更新和内容的不断添加使得遗传学教学比生命科学的其他课程更为困难,许多任课教师纷纷发文探讨遗传学教学改革^[1~7]。本文作者在遗传学教学内容的组织及与其他课程衔接的问题上进行了深入思考和教改,积累了经验并取得了一定的成功,拟与广大同行交流。

1 遗传学教学中存在的问题

随着分子遗传学的飞速发展,遗传学教学内容不断增加并明显分化为经典遗传学、分子遗传学和基因组学 3 大部分。这样的分割虽然体现了遗传学的发展,但教学内容零散、各章节之间的联系不够紧密,授课主线不明显。一些研究建议以遗传结构与功能^[5]或以生物“生殖”^[4]为主线条来把遗传学全部内容连在一起,但在内容组织上很难把分子遗传学部分有机地融在里面。另一个让遗传学教师尴尬的问题是教学内容与其他课程重叠。遗传学属于本科三年级课程,在开课之前的生物化学、微生物学和细胞生物学的教学内容已经介绍了部分遗传学相关的知识点,如质粒转化、DNA 组成与结构、突变与修复、染色体结构及细胞分裂等,而遗传学课程之后还有基因工程和分子生物学,后者的教学内容基本上就是分子遗传学。那么夹在中间的遗传学究竟该讲什么?在遗传学教学学时普遍被压缩至 48~80 学时的情况下如何全面系统地讲授遗传学的基本概念和遗传分析原理?这就要求我们对遗传学的特征、内容、与生命科学其它学科之间的关系进行深入分析和思考,找出遗传学的核心问题。

2 遗传学与生命科学中其他学科的关系

遗传物质是生命的核心物质,从根本上控制着生命活动,所有的生命活动都与遗传有直接或间接关系,这就决定了以遗传物质的结构和功能为研究对象的遗传学成为生命科学主干基础课群的脊柱,对其他课程具有提纲挈领的作用。遗传学解析遗传信息对有机体性状的控制和借助有机体存在并繁殖

和进化的奥秘时,需要用微生物、植物和动物等材料以及生物化学和生物物理学等手段。因此与其说是其他课程抢占了遗传学内容,还不如说是遗传学就扎根在其他学科中,与其他课程有交叉和重叠是必然的,而这也成就了遗传学的内容最为丰富的特点。

3 对遗传学教学的核心内容的重新认识

遗传学从其他生命学科中归纳和抽取涉及生命的核心物质和信息的部分,并加以概括和总结,因此从某种意义上可以说遗传学是生命科学的哲学,围绕遗传信息的稳定与变化的辩证关系探讨生命的本质问题,探讨生命信息及其所依托和控制的有机体的起源、遗传与进化的机制与规律。其课程的教学内容应该有一种从现象到本质、由简单到复杂的层递衔接。如从核酸到染色体、从 DNA 密码到氨基酸序列、从单基因到多基因、从个体遗传到群体进化、从点突变到染色体畸变等。如果进一步抽象这些结构与功能的共同点,就会发现每一部分都在演示遗传信息的存在、功能和变化。通过对生命科学各学科知识的归纳和抽象,升华了对生命本质的认识,认为生命的本质是物质演化到一定阶段所产生的一种特殊信息,生命信息或称遗传信息。遗传信息以三联体密码的形式存在于生物大分子 DNA 序列中, DNA 与其他生物大分子共同构成一个能自我循环的细胞系统,并指导其他分子的代谢。遗传学就是研究遗传信息的结构和功能、遗传与变异及进化的科学。只要牢牢抓住这个主要矛盾,就能使课堂充满遗传学特色。

4 以新视角重新组织和讲授遗传学教学内容

遗传学扎根于其他各门学科之中,与多门学科的教学内容有重叠,特别是生物化学、微生物学和细胞生物学等。但不能借口学时压缩而删减这些重叠部分,破坏遗传学框架的完整性。应该对与其他课程交叠的教学内容进行比较,提炼其中直接反映遗传信息的存在与变化的内容。如在讲授与生物化学和细胞生物学课程交叉的内容时,既不能省略不讲,也不能过于细致。DNA、RNA 的结构与生物合成着眼于其遗传信息的储存和运载,细胞分裂只要注重染色体的变化,这样既能保持遗传学内容的完整性,又不会落为细胞生物学和生物化学的重复,还能节省学时。因此任课教师需要重新审视教学大

纲、重新组织教学内容,从新的视角、用新的主线统领所有的章节。我们选用《Essentials of Genetics》^[8](双语教学)和《现代遗传学原理》(徐晋麟等)^[9]为教材,以遗传信息为中心组织教学,把内容相关的章编组成一个模块,除绪论外的全部 25 章内容分为 4 个模块(表 1),让每一模块都成为演示遗传信息的组成和运动的一个方面。这样不仅使遗传学教学主题明确,遗传学特征鲜明,而且还精简了内容、节省了学时。

第一个模块阐述遗传信息的遗传。这一模块主要从宏观上认识基因如何决定性状和传递。学生不需要了解基因的精细结构和其控制性状的生物化学与分子生物学机制。模块内的 9 章在内容上具备深度和广度逐步递增的关系:从了解单细胞生物的遗传现象、也是遗传的基础—细胞分裂开始,认识配子中基因的概念及其决定个体表型的遗传学基础理

论,并通过复等位基因、基因互作、基因连锁与重组以及数量性状、性别和行为等复杂表型的遗传因素分析进一步丰富基因决定表型的内涵,最后站在群体水平俯瞰基因在进化过程中的传递规律。这一模块具有强烈的遗传学特色,是遗传学教学的重要内容之一。

作者讲授本模块时以“孟德尔”3 个字贯穿讲义。每一章都用“孟德尔”做引言,具体的内容与“孟德尔”假设相比较,剖析其符合或不符合“孟德尔”规律的原因,从中引伸出“孟德尔”后的新发展。比如可从认识遗传的基础和孟德尔定律实质引出细胞分裂,从与孟德尔杂交比例不符引出基因之间的相互作用、伴性遗传、连锁互换、数量性状遗传以及群体遗传。

第二个模块阐述遗传信息的储存。了解遗传信息是什么、如何被储存在细胞中。本模块的优点是其包含的 4 章具有一条非常明显的由简单到复杂的

表 1 本科遗传学双语教学的内容模块组合与学时分配

模块	章	学时	每章要点
绪论	Introduction to our class	1	教学计划、上课及考试方式
	An Introduction to Genetics	3	遗传学发展简介
I.遗传信息的遗传	1** Mitosis and Meiosis	2	细胞分裂过程中染色体的行为
	2 Mendelian Genetics	2	分离定律和自由组合定律的细胞学实质及实验数据的统计学检验
	3 Modification of Mendelian Ratios	5	核基因之间的相互作用以及细胞质基因如何引起杂交结果偏离孟德尔定律
	4 Sex Determination and Sex Chromosomes	3	性染色体组成与性别决定的遗传机制
	5 Linkage and Chromosome Mapping in Eukaryotes	6	基因之间的连锁关系和交换发生的原因以及利用交换率进行染色体作图
	6 Mapping in Bacteria and Bacteriophages	4	细菌和噬菌体“杂交”分析及染色体作图
	7 Quantitative Genetics	2	数量性状的遗传控制及其遗传特点
	8* Genetic Control of Behavior	2	行为的遗传基础
	9 Population Genetics	3	群体中基因和基因型频率的变化与传递规律
II.遗传信息的储存	10** DNA Structure	1	遗传物质 DNA 的双螺旋结构及其遗传学意义
	11 Chromosome Structure and DNA Sequence Organization	3	真核生物中 DNA 与组蛋白形成的染色质以及染色体的结构和 DNA 序列特点
	12 The Genetic Code	2	遗传信息的基本单位——遗传密码的组成和特点及破译过程
	13** Genomics	3	真核生物和原核生物基因组中基因数量、分布和组织形式
III.遗传信息的读取	14 Transcription and RNA Processing	3	控制 DNA 转录的遗传元件以及转录后遗传信息的加工、提炼和选择性重组的遗传学意义。
	15 Translation and Proteins	3	碱基密码通过氨酰 tRNA 合成酶与氨基酸形成对应。
	16** Regulation of Gene Expression	5	在遗传信息流过程的不同阶段中如何进行调控,使基因能够得到差异表达。
	17* Genes and Development	2	母性基因产物如何启动合子基因展开时空性表达
IV 遗传信息的复制、变异与进化	18 DNA Replication	3	遗传信息如何被精确复制
	19** DNA Recombination	2	解释 DNA 重组的几种模型
	20 Transposable Genetic Elements	2	转座元件的类型及其转座机制
	21 Gene Mutation and DNA Repair	4	点突变的分子机制和 DNA 修复的几种方式及其遗传学意义
	22 Chromosome Mutations	4	染色体畸变的几种方式和原因及其遗传学意义
	23** Genetic Basis of Cancer	4	引起细胞癌变的遗传变异
	24* Genetics and Evolution	4	遗传变异在物种形成过程中的作用
	25* Conservation Genetics	2	遗传多样性的表现与保护

*72 学时的遗传学教学可以省略不讲; **54 学时的遗传学教学可以省略不讲(连同*)。

主线, 即从 DNA 到染色体再到基因组。缺点是与生物化学、细胞生物学和微生物学的内容重叠较多, 遗传学特色不太明显。因此作者在讲授时用“孟德尔”基因的实质是什么、在细胞中如何存在等问题作为引言, 然后用“遗传信息”4 个字贯穿课堂, 挖掘 DNA 的双螺旋、核小体结构、组蛋白修饰、染色质折叠、染色体的结构以及基因组的大小、在基因组中基因的数量和分布特点对于“遗传信息”储存和读取的影响, 以此增强课程的遗传学色彩。

第三个模块阐述遗传信息的读取。从微观上了解基因决定性状的分子生物学机制, 讲解遗传信息如何从 DNA 分子传递到显示性状的蛋白质分子。本模块内的前 3 章存在一条从转录、转录后的加工到翻译的信息流。第 4 章通过果蝇胚胎早期发育时基因的时空表达进一步演示基因决定性状的复杂性。

本模块的内容与生物化学有较大的重叠。作者在课堂上用“孟德尔”的基因如何决定性状的问题作为引子引出本模块的遗传信息流。但不详细讲解 DNA 转录和 RNA 加工及翻译过程的生化反应及其辅助因子的详细作用, 而是着重强调遗传信息是如何被忠实地从 DNA 序列转移到氨基酸序列中。以评述孟德尔的一个基因控制一个性状的假设引出胚胎发育过程中母性影响基因、合子基因和同源异形基因等的有序表达演绎众多基因决定一个性状的剧目。

第四个模块阐述遗传信息的复制、变异和进化。重点介绍遗传信息的复制和在复制过程中发生的变异以及由此产生的遗传多样性及其对生物进化的影响。模块内的 8 章具有一条从点突变到 DNA 片段重组再到染色体畸变的程度渐进的线条, 也有复制—突变—修复—保留—再复制的循环及其对生物多样性和进化的重要意义。具有鲜明的遗传学特色, 是遗传学的重要内容之一。作者不详细讲解 DNA 复制的生物化学过程, 而是重点阐明 DNA 复制过程的几个特殊问题的遗传学意义, 如模板问题: DNA 不能从无合成, 必须要模板; 端粒问题: 线性染色体的 5' 端在复制后因为引物被降解而缩短; 碱基错配问题: 可引起点突变。解决这几个问题对于保证遗传信息的精确复制和传递具有重要意义。在 DNA 复制的基础上以“孟德尔”的等位基因来源为引子展开遗传信息的保守和变异这一矛盾, 最后探讨其对遗传多样性、物种形成与进化的生物学意义。

上述 4 个模块从 4 个侧面分别介绍了遗传信息的存在和运动规律, 基本涵盖了本科遗传学的基础理论教学内容。模块之间也暗藏着一条遗传信息的储存、读取、复制、变异、传递及进化的运动轨迹。因此, 以遗传信息为中心重新构建的 4 个模块不仅使教学内容更加连贯, 有利于教师承前启后、循序渐进地展开讲解和学生的理解与记忆, 而且提炼和凸显了这些教学内容的遗传学色彩, 同时也合理地减少了与生物化学和细胞生物学等低年级课程的重复, 省出时间为学生引入行为遗传学和进化遗传学等内容。大部分教科书中还简单地介绍遗传学的应用, 如 DNA 操作技术和遗传工程等, 但作者认为这些内容在其后一个学期的基因工程课中会系统地学习, 本课程学时有限, 是基础课, 重点应该放在夯实基础理论, 为以后的专业课学习打好基础。

5 结 语

遗传学课程以生命的本质遗传信息为主线, 以孟德尔的基础理论为出发点, 挖掘各章知识点中的“遗传信息”的流动和变化及其遗传学意义, 最后上升到对生物多样性及其进化基础的认识, 完成了从微观到宏观、从简单到复杂、从片面到全面的系统学习, 在实践中取得了良好的教学效果。

参考文献(References):

- [1] 石春海, 吴建围, 马秋兰, 肖建富, 洪彩霞. 《遗传学》课程的建设与优化. 遗传, 2005, 27(6): 980-983.
- [2] 刘进平, 郑成木, 庄南生. 遗传学双语教学探讨. 遗传, 2004, 26(1): 87-88.
- [3] 张建龙, 潘伟槐. 遗传学教学中的学习策略和教学策略探讨. 遗传, 2002, 24(6): 687-690.
- [4] 屈艾, 高焕, 朱必才, 李宗芸, 温洪宇, 王秀琴. 浅谈遗传规律教学中的几个问题. 遗传, 2000, 22(6): 416-418.
- [5] 余诞年. 遗传学的发展与遗传学教学改革刍议. 遗传, 2000, 22(6): 413-415.
- [6] 侯占铭. 真菌类遗传学分析教学概论. 遗传, 1997, 19(3): 30-33.
- [7] 张羽. 生物教育专业《遗传学》教学改革的探索. 遗传, 2008, 30(2): 246-250.
- [8] Klug WS, Cummings MR. Essentials of Genetics. 5th ed. Upper Saddle River: Pearson Education, Inc., 2005.
- [9] 徐晋麟, 徐沁, 陈淳. 现代遗传学原理 (第二版). 北京: 科学出版社, 2005.