

新时代背景下遗传学课程教学改革探索

李海涛, 李圣纯

湖北大学生命科学学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2023年12月10日; 录用日期: 2024年2月2日; 发布日期: 2024年2月9日

摘要

遗传学是一门研究生物遗传和变异规律的科学, 是高等院校生物、农林及医学等相关专业的一门重要基础课程。现代生物技术的飞速发展, 促使了遗传学教学内容的不断扩充。在课时有限的情况下, 如何保证课堂教学质量成为一个至关重要的问题。为适应新时代的人才培养要求, 遗传学课程教学改革势在必行。本文以湖北大学生命科学学院遗传学课程为例, 通过借助网络课堂、重构教学内容、整合科学前沿和社会热点等多个方面进行了改革探索。此外, 我们还注重思想政治教育的融入, 有助于提高学生综合素质, 以期达到立德树人的根本目的。

关键词

遗传学, 教学改革, 思政教育

Exploration on the Teaching Reform of Genetics Course under the Background of New Era

Haitao Li, Shengchun Li

School of Life Sciences, Hubei University, Wuhan Hubei

Received: Dec. 10th, 2023; accepted: Feb. 2nd, 2024; published: Feb. 9th, 2024

Abstract

Genetics is the scientific discipline that investigates heredity and genetic variation in living organisms. It is one of the most important subjects for students majoring in biology, agriculture and forestry, and medicine at colleges and universities. With the continuous advancement in modern biotechnology, the teaching contents of genetics have expanded significantly. Given limited class hours, ensuring the quality of teaching becomes crucial. To cultivate talents in the new era, teach-

ing reform of genetics is urgent. Taking genetics in School of Life Sciences at Hubei University as an example, we have explored teaching reforms through utilizing online classrooms, reconstruction of teaching content, integrating cutting-edge scientific knowledge with current societal issues. Furthermore, ideological and political education was incorporated for improving overall qualities of college students, therefore strengthening morality education.

Keywords

Genetics, Teaching Reform, Ideological and Political Education

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

1900年,被埋没了35年之久的孟德尔遗传规律被重新发现,标志着遗传学作为一门独立学科的诞生。作为生命科学类专业的核心基础课,遗传学的学习对相关专业人才的培养至关重要。遗传学的发展不仅是指导动物、植物和微生物育种的理论基础,还与医疗卫生、工业发展、能源开发和环境治理等多方面有着密切的联系。近年来,新理论和新技术的不断涌现,特别是高通量测序技术的广泛应用,促使了遗传学的飞跃发展。日新月异的科研成果不断地丰富着遗传学教材的内容[1][2],也给遗传学教学带来了新的问题和挑战,包括:课本越来越厚,课时越来越少;学科之间有重合内容,容易使学生产生厌倦感;教学内容陈旧,而教师知识体系不能与时俱进;开展课程思政的路径不清晰等。遗传学的教改论文大多注重教学手段和方法探索[3][4][5][6],但实操性还有不足之处。该文探讨了笔者所在单位的遗传学课程的教学改革情况,旨在为教师教学和学生提供学习提供一些思路和借鉴。

2. 合理设计教学内容

我校生命科学学院目前使用的教材是由刘祖洞等主编的《遗传学》第四版[7]。该教材共有19个章节(表1),较第三版增加了两个章节(第十六章和第十八章),其他章节的内容也做了一些调整或更新。授课教师要在48学时内保质保量地完成教学,就必须合理安排教学内容,提高教学效率。

2.1. 借助网络课堂,学习学科间存在重合的内容

教材中有部分章节与细胞生物学、分子生物学以及生物化学课程之间存在内容的重复性,特别是第三章、第五章、第十四章和第十五章的内容。另外,第二章的孟德尔遗传定律在中学时期也有过系统性的学习。如果重复讲授这几章的内容,很容易使学生产生厌倦的心理,导致教学效果不佳。因此,这五章的内容我们利用了湖北大学李春选副教授主持的《遗传学》大规模开放式网络课程(MOOC)资源(<http://www.uooc.net.cn/course/845150119>),让学生们对这部分内容进行线上学习。然后,我们在课堂上对MOOC中所学习的内容进行总结和讨论,同时对MOOC中没有讲到的内容在线下进行补充讲解。比如,第二章中的卡方检验,第五章中的顺反子的定义和基因概念的发展,第十五章中的RNA干扰和长非编码RNA等内容。

2.2. 重构教学内容,增强知识点间的连贯性

纵观整本教材,有些相同知识点在不同章节中出现,如果把他们合并起来讲解,可以让学习内容更

Table 1. Examples of ideological and political elements in genetics course

表 1. 遗传学教学的思政元素融入点

| 章节 | 思政案例 | 思政维度 | 教育方法 | 学时 |
|--------------------------|--|-----------|------|-----|
| 第 1 章 绪论 | 遗传学发展历史, 特别是诺贝尔奖 | 文化自信、科学精神 | 课堂教学 | 2 |
| 第 2 章 孟德尔定律 | 孟德尔(Mendel)发现基因分离定律和基因自由组合定律: 耐心、严谨的科学态度 | 科学精神 | MOOC | 1 |
| 第 3 章 遗传的染色体学说 | 覃重军教授团队将酵母 16 条染色体融合成 1 条: 勇于挑战、不断突破 | 文化自信、科学精神 | MOOC | 1 |
| 第 4 章 孟德尔遗传的拓展 | 谈家桢教授研究异色瓢虫的鞘翅色斑: 克难奋进, 严谨治学 | 文化自信、科学精神 | 课堂教学 | 2 |
| 第 5 章 遗传的分子基础 | DNA 是遗传物质的发现历程: 追求真理、小心求证 | 科学精神 | MOOC | 2 |
| 第 6 章 性别决定与伴性遗传 | 蒋有兴发现了人类体细胞的染色体数目是 46, 而不是已统治了 32 年之久的 48: 不惧权威、追求真理 | 科学精神 | 课堂教学 | 3 |
| 第 7 章 连锁交换与连锁分析 | 摩尔根(Morgan)发现基因的连锁和互换规律: 阐幽发微、科学求证 | 科学精神 | 课堂教学 | 5 |
| 第 8 章 细菌和噬菌体的重组和连锁 | 莱德伯格(Lederberg)发现细菌接合、普遍性转导和特异性转导: 孜孜不倦、不断突破 | 科学精神 | 课堂教学 | 4 |
| 第 9 章 数量性状遗传 | 数量性状的“主效基因”: 理解“两个确立”的重大意义 近交衰退: 婚姻法禁止近亲结婚的原因 | 文化自信、法治意识 | 课堂教学 | 3 |
| 第 10 章 遗传物质的改变(一)——染色体畸变 | 鲍文奎院士培育八倍体小黑麦、湖北大学蔡得田教授团队创制多倍体水稻: 严谨治学、粮食安全 | 文化自信、科学精神 | 课堂教学 | 4 |
| 第 11 章 遗传物质的改变(二)——基因突变 | 移码突变: 扣好人生第一粒扣子 韩春雨论文事件和贺建奎基因编辑婴儿事件: 科研诚信及伦理 | 法治意识、科学伦理 | 课堂教学 | 3 |
| 第 12 章 重组与修复 | 麦克林托克(McClintock)发现玉米转座子: 不惧质疑、潜心研究 | 科学精神 | 课堂教学 | 3 |
| 第 13 章 细胞质和遗传 | 袁隆平与杂交水稻: 工匠精神、为民造福、粮食安全 | 文化自信、科学精神 | 课堂教学 | 3 |
| 第 14 章 基因组 | 我国是人类基因组计划的参与国之一: 戮力同心、克难奋进 | 文化自信、科学精神 | MOOC | 0.5 |
| 第 15 章 基因表达与基因表达调控 | 施一公院士团队在剪接体(RNA 加工)三维结构研究的进展、我国科学家首次人工合成具有生物活性的结晶牛胰岛素(翻译): 知难而进、勇攀高峰 | 文化自信、科学精神 | MOOC | 1.5 |
| 第 16 章 遗传分析策略与方法 | 囊性纤维化跨膜电导调节因子(CFTR)基因的定位克隆: 逐本溯源、锲而不舍 | 科学精神 | 课堂教学 | 2 |
| 第 17 章 遗传与个体发育 | 王晓东院士团队发现线粒体起始的细胞凋亡途径: 阐幽发微、科学求索 | 科学精神 | 课堂教学 | 2 |
| 第 18 章 遗传与肿瘤 | 癌细胞扩散: 抵制不良诱惑, 树立正确的人生观; 癌细胞的靶向药物: 改邪归正 | 法律意识 | 课堂教学 | 2 |
| 第 19 章 遗传与进化 | 朱敏院士团队在“从鱼到人”生命演化(有颌类早期演化)研究中的进展: 甘于寂寞、挑战未知 | 文化自信、科学精神 | 课堂教学 | 3 |

加连贯、饱满。第六章和第十五章都讲述了果蝇的性别是由早期胚胎的性指数所决定的, 即 X 染色体的数目与常染色体组数的比例, 这一比例决定了 Sex-lethal (SXL) 蛋白的积累量。SXL 蛋白的表达受到可变剪接的调控, 充足的 SXL 蛋白促进雌性果蝇的性别分化, 而缺乏 SXL 蛋白则促进雄性果蝇的性别发育。学生有分子生物学的学习基础, 这两章的内容完全可以结合起来讲解。第十五章中巴氏小体相关的内容也可以迁移至第六章中讲解。遗传图谱出现在第七章, 是通过计算连锁的遗传标志之间的重组频率, 确定他们的相对距离, 用厘摩(cM, 即每次减数分裂的重组频率为 1%)来表示; 而物理图谱出现在第十四章, 是利用限制性内切酶将染色体切成片段, 再根据重叠序列把片段连接成染色体, 确定遗传标志之间物理距离(碱基对(bp))的图谱。如果把这两个概念放在一起讲解, 会更有利于学生理解记忆。第十六章中讲到的费城染色体是因为染色体易位造成的, 可以作为实际案例挪到第十章中讲解。讲解第十六章的反向遗传学时, 可以回顾并比较反向遗传学的研究方法, 包括 RNA 干扰、基因编辑和基因过表达等技术手段。

2.3. 易混淆概念的对比教学

考试中常发现如下几个学生容易混淆的概念。教学过程中, 可以前后对比, 加强学生对这些概念的理解和记忆。

2.3.1. 拟表型与拟显性

拟表型出现在第四章, 是指由于环境因素的作用使某一个体的表型与某一特定基因突变所产生的表型相同或相似。例如, 由于常染色体隐性遗传所致的先天性聋哑和由于使用药物(链霉素)引起的聋哑都表现出相同的聋哑症状。这种由于药物引起的聋哑即为拟表型。拟显性出现在第十章, 是指由于染色体片段缺失, 使其上的显性基因丢失, 从而使隐性基因控制的性状表现出来, 而类似显性遗传现象。

2.3.2. 正向遗传学与反向遗传学

这两个概念出现在第十六章。正向遗传学是指从表型变异到基因型变异的研究方法; 而反向遗传学是从基因型变异到表型变异的研究方法。虽然两者概念很清晰, 但很多学生容易记混淆。为帮助学生理解, 可以从遗传学的发展历程来讲解。一百多年前, 孟德尔从豌豆的表型出发, 探寻植物的遗传规律。随着遗传学的发展, 科学家们尝试去确定控制表型的基因, 这种“先有”的遗传学研究方式被定义为“正向”遗传学。通过对生物体的基因组测序, 特别是高通量测序技术的应用, 只是近二十年的事情, 然后通过靶基因进行敲除(敲低)或超表达的方法来研究生生物体的表型是“后有”的研究方式, 就被定义为“反向”遗传学。

2.3.3. 正反交在 F1 得出不同的结果类型及区分

教材中出现正反交在 F1 得出不同的结果类型有四种, 包括伴性遗传(第六章)、完全连锁(第七章)、细胞质遗传和母性影响(第十三章)。由于这几种情况都有自身的特性, 也能通过实验设计来区分。① 先区分细胞质遗传还是伴性遗传: 如果在 F1 中雌雄性个体在性状上没有区别, 也没有一定的分离比例, 则可能属于细胞质遗传, 反之则可能是伴性遗传。② 然后区分细胞质遗传还是母性影响: 如果 F1 雌雄性个体在性状上没有区别, 则没有一定的分离比例, 则让其互交, 看 F3 结果如何。如果 F3 仍然与 F1 一样, 则属于细胞质遗传; 如果 F3 出现分离比, 则属于母性影响(如, 椎实螺外壳旋转方向)。③ 最后区别伴性遗传还是完全连锁。当存在两对相对性状时, 正交结果不论雌雄均出现 4 种表现型, 两种亲本类型比例一样, 两种亲本交换类型比例一样, 反交结果雌性是一种类型, 雄性是另一种类型, 则属于伴性遗传。若正交结果不论雌雄均出现 4 种表现型, 两种亲本类型比例一样, 两种交换类型比例一样, 反交结果不论雌雄均出现 2 种类型, 比例为 1:1, 则属于雄性完全连锁(如, 雄果蝇和雌家蚕)。

2.4. 整合科学前沿和社会热点

除了要注重学习遗传学的基础, 还应该结合遗传学的前沿动态与社会热点, 加深学生对相关知识的掌握, 拓宽学生的知识面, 让学生真切感受科研的魅力, 进一步提升学生的学习主动性, 培养学生探索求真的科研精神。例如, 在第十一章中讲解基因突变时引入“定点突变”技术——CRISPR/Cas9 基因编辑的技术原理及应用等[8], 同时介绍韩春雨的论文事件, 以及贺建奎的基因编辑婴儿(“露露”和“娜娜”)事件。这两个案例也为科学诚信和科学伦理的教育提供了思政素材。在第十二章中讲授逆转录时融入新冠病毒及其新冠疫苗的种类, 包括灭活病毒、腺病毒载体疫苗和 mRNA 疫苗等。在第十三章中讲解核质不育系时, 介绍植物细胞器基因组编辑工具。由于 CRISPR/Cas9 系统中的 gRNA 无法定位到细胞器中, 而无法实现对细胞器基因组的编辑[9]。利用带有线粒体定位信号的类转录激活因子效应物核酸酶(mitTALEN), Kazama 等成功敲除了水稻和油菜细胞质雄性不育品种的相关基因, 并恢复了它们的育性[10]。第十八章中可以融入电影《我不是药神》中的情节。慢性粒细胞白血病是由染色体易位造成的, 即 9 号染色体上的 ABL 基因与 22 号染色体上的 BCR 基因结合, 形成了组成型激活的 BCR-ABL 融合蛋白(费城染色体)。该蛋白具有很强的酪氨酸激酶活性, 可以活化下游的肿瘤相关蛋白, 诱导肿瘤发生。格列卫(Gleevec)是慢性粒细胞白血病的靶向药物, 它能很好地结合 BCR-ABL 融合蛋白的 ATP 结合位点并抑制其激酶活性。我们的祖先到底是猿还是鱼? 第十九章中可以介绍中国科学院朱敏院士团队揭示早期有颌类崛起的过程, 以及 2022 年的诺贝尔生理学或医学奖授关于已灭绝人类基因组和人类进化的研究。

3. 思政元素的融入

自 2016 年 12 月习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上强调指出: “要坚持把立德树人作为中心环节, 把思想政治工作贯穿于教育教学全过程, 实现全程育人、全方位育人”之后, 课程思政受到了各高校的广泛关注和积极回应。多位教育工作者结合自己使用的《遗传学》教材做了思政教育融合的探索[11][12][13][14]。

通过研读遗传学的发展历史并洞察遗传学的最新研究进展, 我们从文化自信、科学精神及法治意识等多角度梳理了我院现行教材各个章节所蕴含的思想政治教育元素(表 1)。课程教学中, 我们“润物细无声”地与学生分享这些素材, 提升了学生的思想境界。

4. 教学改革的效果

对遗传学课程的教学改革也取得了一定的成果。学生对易混淆名词的理解更加深刻, 试卷中的答题出错率很低。更重要的是, 学生更愿意与授课老师交流, 探讨科学问题、考研去向等, 参与学科竞赛的数量和质量也明显提高。例如, 2019 级生物技术专业 2 班, 在 2023 年的硕士生入学考试中升学率高达 81%, 位列全校第一; 2021 级生物信息专业的王家琦同学带领团队获得 2023 年国际遗传工程机器大赛(iGEM)金奖, 以及第九届“互联网+”大学生创新创业大赛省赛金奖、国赛铜奖。另外, 2021 级生物信息专业的陈永博同学带领的“和美乡村·绘梦榕江”项目团队斩获第十八届“挑战杯”红色专项赛道特等奖。

5. 结语

遗传学课程在生命科学领域发挥着不可替代的作用, 飞速发展的生物技术不断地赋予了遗传学新的内容。新时代背景下, 我们要从教学内容、教学方法以及教学手段等多个方面上不断地对遗传学课程进行改革创新, 以培养创新型人才。在让学生获取丰富学识的同时, 我们还要潜移默化地运用遗传学中丰富的思政元素, 帮助青年学子们塑造正确的世界观、人生观和价值观, 以达到立德树人的根本目的。

基金项目

湖北大学教学研究项目(080017667)。

参考文献

- [1] 程晓东, 许树成, 祝雪兰. 百年遗传学学科知识体系演变与发展[J]. 生物学通报, 2023(58): 1-8.
- [2] 陈德富, 卢大儒, 张飞雄, 等. 张根发中国遗传学教学 40 年发展及展望[J]. 遗传, 2018(40): 916-923.
- [3] 谢剑波, 张德强. 大数据时代背景下“遗传学”课程教学改革的实践[J]. 中国林业教育, 2022(40): 70-74.
- [4] 邢冉冉, 陈晓阳, 张雪海, 等. 《遗传学》课程教学改革与探索[J]. 科技资讯, 2022(20): 189-192.
- [5] 黄成, 徐莹, 张昊, 等. “金课”背景下“遗传学”课程建设的探索与思考[J]. 教育教学论坛, 2023(320): 101-104.
- [6] 朱虹, 冯波, 李帅. 新农科背景下普通遗传学课程教学创新探索与思考[J]. 生物学杂志, 2023(40): 119-122.
- [7] 刘祖洞, 乔守怡, 吴艳华, 等. 遗传学[M]. 第四版. 北京: 高等教育出版社, 2021.
- [8] 薛珊, 王淑雅, 刘丽, 等. 基于 CRISPR/Cas9 的精准基因编辑技术研究进展[J]. 生物工程学报, 2023(39): 2566-2578.
- [9] Li, S., Chang, L. and Zhang, J. (2021) Advancing Organelle Genome Transformation and Editing for Crop Improvement. *Plant Communications*, 2, 100141. <https://doi.org/10.1016/j.xplc.2021.100141>
- [10] Kazama, T., Okuno, M., Watari, Y., et al. (2019) Curing Cytoplasmic Male Sterility via TALEN-Mediated Mitochondrial Genome Editing. *Nature Plants*, 5, 722-730. <https://doi.org/10.1038/s41477-019-0459-z>
- [11] 人民网新闻. 习近平: 把思想政治工作贯穿教育教学全过程[EB/OL]. <http://politics.people.com.cn/GB/n1/2016/1208/c1024-28935841.html>, 2016-12-08.
- [12] 李雅轩, 张飞雄, 赵昕, 等. 思政元素在遗传学教学中的融合探索[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2022(5): 68-74.
- [13] 勾晓婉, 侯文倩, 孙健英, 等. 高校遗传学课程思政的探析[J]. 江苏师范大学学报(自然科学版), 2022(40): 68-70.
- [14] 张大为, 吴金锋, 杨瑛, 等. 遗传学开展课程思政教育的探索与实践[J]. 教育观察, 2023(12): 80-86.