

【教材分析】

普通高中生物学新教材中 表观遗传内容的教学建议

周梦钰 杨永艳 房兴堂

【摘要】表观遗传是普通高中生物学教材必修2中新增加的次位概念,也是教材中的重要内容。文章从表观遗传与核心素养的联系、表观遗传在不同版本教材中的呈现、表观遗传教学方法的选择、表观遗传内容的延伸等方面提出相应的教学建议,为一线教师更好地进行该内容的教学提供参考。

【关键词】表观遗传;核心素养;教学建议

《普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)》(以下简称《课程标准》)在基本理念中指出“使学生能够深刻理解和应用重要的生物学概念,发展生物学学科核心素养”。而表观遗传是《课程标准》在模块2“遗传与变异”中新增的1个次位概念:概述某些基因中碱基序列不变,但基因表达和表型改变的现象,即表观遗传(变异)。这一课程内容调整的意义,在于完善遗传学某些概念的内涵,还可帮助学生理解人类基因组中98%不编码蛋白质的序列有何功能、细胞癌变的机制及药物研发等重要的生物学问题^[1]。由于其机制复杂,且大部分教师了解不深入,如何帮助学生理解并掌握该生物学概念便成为教学难点。为此笔者深入研读了表观遗传相关内容,从核心素养、教材内容、教学方法、内容延伸等方面进一步梳理了表观遗传的概念和知识,并提出教学建议,旨在为一线教师更好地开展表观遗传内容教学提供参考。

一、表观遗传与核心素养的联系

《课程标准》提出,高中生物学的核心素养包括生命观念、科学思维、科学探究和社会责任4个维度。表观遗传内容在核心素养的4个维度有着重要的教育价值。

(一)构建表观遗传概念,形成生命观念

传统遗传学无法解释同卵双胞胎的表型差异、工蜂与蜂王的异形分化等现象,由此延伸出了“表观遗传变异”概念。在学习概念过程中,让学生意识到,DNA并非遗传信息的唯一载体,后天影响也能够以表观遗传修饰的形式记录下来,并调控某些特定的基因^[2]。可以说,DNA及其包含的遗传信息仍是表观遗传的基础,以多样化的方式调控生物体的各

项生命活动。这样的理解构成了生命的系统观、信息观与调控观。

(二)分析表观遗传现象,拓展科学思维

在明确概念之后,让学生进一步思考:DNA甲基化等表观遗传标记能否遗传给下一代?首先教师可提供事实:两侧对称与辐射对称的柳穿鱼作为亲本杂交, F_1 全为两侧对称,而 F_2 中出现辐射对称;还有高等动物在形成原始生殖细胞和受精过程中会经历表观遗传重编程^[3]。然后教师组织讨论: F_2 植株中为何出现辐射对称性状?表观遗传标记是否具有可遗传性?证明可遗传性的证据是什么?通过以上思维训练,学生基于事实归纳并概括出表观遗传变异具有可遗传性(但要注意:这种可遗传性仅限于一些特殊的情形)。

(三)研讨表观遗传事实,提高科学探究能力

表观遗传相关的事实资料丰富,学生可以由此进行科学探究活动。以柳穿鱼为例,教师首先展示柳穿鱼的2种花型,随之提出问题:为什么柳穿鱼花的形态结构不同?对此,学生可以提出不同的假说,如基因组成不同、基因表达过程不同等。接着,学生根据假说设计实验,如比较基因序列、检测转录产物等,从而检验假说。学生在亲历提出问题、设计实验、检验假设等过程中习得表观遗传知识,同时发展科学探究能力。

(四)感悟表观遗传研究成果,增强社会责任感

日常生活中可能会发现,男性吸烟者的精子活力下降,精子中的DNA甲基化水平可能升高^[4]。在阅读表观遗传研究成果的过程中,引导学生理解健康的生活方式会影响基因的修饰状态,进而影响基因的表达,并会遗传给后代,让学生习得健康生活观,增强社会责任感。

二、表观遗传在不同版本教材中的呈现

对6个版本高中生物学新教材(人教版、北师大版、沪科版、沪科教版、苏教版、浙科版)中表观遗传内容的比较分析发现,不同版本教材对表观遗传内容的呈现有较大差异,这对教师重构教学内容有重要启示。

(一)不同版本教材中的表观遗传呈现方式

不同教材中的教学内容存在差异:人教版、北师大版、沪科教版、浙科版的教材先呈现表观遗传变异现象案例,引导学生思考,后解释遗传机制、构建概念^[5],这种编排遵循由现象到本质的逻辑思维,有利于培养学生的思维方式。苏教版、沪科版的教材则是先介绍表观遗传变异概念与遗传机制,后引导学生进行案例分析^[5],这种编排是在课堂最开始便将重要概念抛出,使学生明确本节课的学习任务,接着在情境案例中引导学生理解概念,有利于锻炼学生的概念运用能力。教师在实际教学时,应根据学生的思维水平与能力发展情况,选择适合的教学内容。

(二)不同版本教材中的表观遗传现象

表观遗传是生活中常见的一种遗传现象,与学生的生活息息相关,在教学中运用表观遗传现象,能够帮助学生更好地理解概念。因此,教师在教学设计时,可以借鉴其他版本教材提供的现象案例(表1),也可以开发新的表观遗传资源,为学生的学习提供有效的支撑。

表1 不同版本教材中的表观遗传现象

版本	表观遗传现象
人教版	柳穿鱼花型不同 小鼠毛色遗传 吸烟使人体内DNA甲基化水平升高 某种猫雌、雄个体的毛色遗传
北师大版	小鼠毛色遗传
沪科版	人体肌细胞分化和肌肉组织发育 阿尔茨海默病 蓝紫色矮牵牛花杂交实验
沪科教版	抚养条件对幼鼠应激反应的影响实验 克隆猴“中中”“华华”的培育
苏教版	柳穿鱼花型不同 克隆猴“中中”“华华”的培育 蜂王与工蜂的异形分化
浙科版	生活习惯的改变对后代性状产生影响的实验 小鼠的表型改变后遗传给子代的实验 同卵双胞胎

三、表观遗传教学方法的选择

在该内容教学中教师选择教学方法时,应充分考虑教材内容的特点,做到因“材”施教。表观遗传内容的2个最大特点是:概念明确、科学证据丰富。因此,选择概念教学法和论证式教学法都是适合表观遗传的教学方法。

(一)概念教学法

概念教学是引导学生在丰富、有代表性的事实支撑基础上,进行抽象概括,建立生物学概念,形成生命观念,并尝试应用概念,构建概念体系,发展核心素养。例如,可通过概念构建→概念理解→概念应用→概念评价的学习主线^[6],逐步在教学中落实“表观遗传”这一次位概念(图1)。

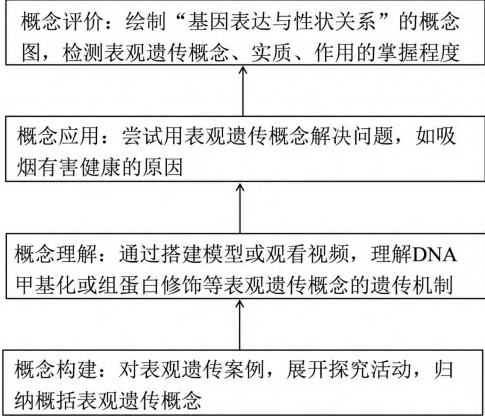


图1 “表观遗传”概念教学图^[6]

(二)论证式教学法

论证式教学就是将科学领域的论证方式引入课堂,让学生经历类似科学家的论证过程,锻炼科学思维^[7]。新版教材中呈现了许多表观遗传相关的科学证据,这为开展论证式教学提供了丰富的原始素材。例如,以图尔敏论证模式为蓝图,设计了“表观遗传”论证式教学的内容(图2),可以有效地进行该内容的教学。

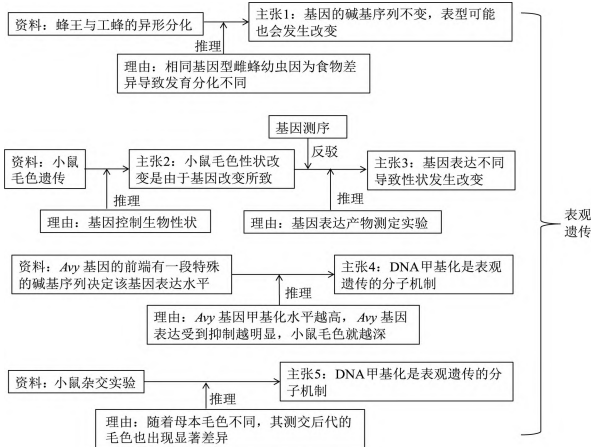


图2 “表观遗传”论证式教学图

四、表观遗传内容的延伸

新教材由于篇幅有限,着重于阐释概念含义,简化了对表观遗传机制的描述。为了丰富教学背景资料,帮助教师进一步掌握表观遗传的内容,精准把控教学重、难点,特介绍一些表观遗传的延伸内容。

(一)表观遗传机制

(1)DNA 甲基化。DNA 甲基化是在甲基转移酶的作用下,基因组 DNA 上的碱基被选择性添加甲基,多发生在胞嘧啶的第 5 号碳原子上,从而抑制转录活性,调控基因表达^[8]。

(2)组蛋白修饰。组蛋白修饰主要是指组蛋白 N 端伸出核小体外的氨基酸残基的甲基化、乙酰化、磷酸化等。组蛋白甲基化既能增强,也能抑制基因表达;组蛋白乙酰化和磷酸化都能够激活基因转录表达^[8]。

(3)染色质重塑。在真核细胞中,染色质重塑因子通过改变染色质上核小体的装配、拆解和重排等方式来调控染色质结构^[8],从而影响基因表达。当染色质结构趋于疏松时,启动基因的转录;当染色质结构趋于致密时,抑制基因转录。

(4)非编码 RNA(non-coding RNA, ncRNA) 调控。ncRNA 是一类不编码蛋白质的 RNA,根据长度可分为长链非编码 RNA(lncRNA)和短链非编码 RNA(sncRNA),后者包括干扰小 RNA(siRNA)、微 RNA(miRNA)、核内小 RNA(snRNA)、核仁小 RNA(snoRNA)、胞质小 RNA(scRNA)、与 Piwi 蛋白相互作用的 RNA(piRNA)和 XistRNA 等。其中 siRNA、miRNA、lncRNA 和 piRNA 影响基因表达,在基因沉默方面发挥重要作用进而调控基因表达。

(5)X 染色体失活。X 染色体失活是表观遗传修饰的一个重要组成部分,是雌性哺乳动物中一对 X 染色体中的某一条在转录水平上的沉默,从而实现 X 连锁基因的剂量补偿。由于雌性哺乳动物细胞含有相对雄性动物 2 倍的 X 染色体剂量,必须沉默其中一条 X 染色体来保障 X 染色体编码基因表达水平的平等。X 染色体失活是一个非常复杂的现象,其失活是有严格顺序、步骤的,并且失活后的细胞可以发生再激活现象。

需要指出的是,在上述的 5 种遗传机制中,DNA 甲基化、组蛋白修饰、染色质重塑、非编码 RNA 调控均为基因表达调控基本内容,仅当具备“生殖记忆”可以传代时,才属于表观遗传(变异)的范畴。

(二)跨代表观遗传学的证据与争议

表观遗传学研究中最有争议的概念或现象之一就是跨代表观遗传学。许多实验结果揭示,表观遗传

信息能够在多细胞个体的世代间传递,即跨代表观遗传,但它的实现需要特定条件。如在生殖细胞发育与成熟过程中,其基因组 DNA 上所有的表观遗传标记都会被清除,然后再重建新的表观遗传标记。为了能够持续向后代传递,表观遗传标记要如何逃脱被清理的命运^[8]? 再如表观遗传的这种跨代遗传是否普遍存在? 如果是普遍存在的,为什么在长期的人类实践和实验室研究中很少被发现? 如果并非普遍存在的现象,有哪些因素可以引起表观遗传的跨代遗传? 有何特点? 效率如何? 这些问题将随着对表观遗传的认识而被解决。

总而言之,为了更好地完成表观遗传内容的教学任务,建议教师要依据生物学学科核心素养,综合不同版本教材的内容,选择适合的教学方法,设计出适应学情的教学内容,开展教学活动。同时,进行必要的内容延伸,帮助学生更深入地理解表观遗传,提高综合能力和学业水平。

参考文献:

- [1] 陆奇,胡官霞,蒋选荣.从表观遗传学视角审视高中生物学中的一些事实与概念[J].生物学通报,2021,56(12):10.
- [2] 张秀红.表观遗传内容在发展学生核心素养中的价值和教学策略[J].生物学教学,2017,42(4):8.
- [3] 陆奇,吴红漫.利用表观遗传学事实,提升生物学学科核心素养[J].生物学教学,2019,44(7):24.
- [4] 人民教育出版社,课程教材研究所,生物课程教材研究开发中心.普通高中生物学(必修2)·遗传与进化[M].北京:人民教育出版社,2019.
- [5] 李玉刚.全国 6 个版本新教材中“表观遗传”次位概念的比较与启示[J].生物学教学,2021,46(9):7.
- [6] 赵彩凤.基于深度学习理论的表观遗传概念教学设计[J].生物学教学,2022,47(2):45.
- [7] 张丹.基于图尔敏论证模型和 PBL 教学策略的概念教学:以“表观遗传”教学为例[J].中学生物学,2022,38(2):16.
- [8] 戴灼华,王亚馥.遗传学[M].3 版.北京:高等教育出版社,2016.

【作者简介】周梦钰、杨永艳、房兴堂(通讯作者),江苏师范大学生命科学学院(江苏 徐州 221116)。

【原文出处】《生物学通报》(京),2023.11.47~50

【基金项目】2022 年江苏省研究生科研与实践创新计划项目(SJCX22_1206);2021 年江苏师范大学研究生科研与实践创新计划项目(2021XKT0793)。