

基于因果关系发展学生生物学科学思维的教学策略

程变青 郑瑞

洛阳理工学院附属高级中学

摘要：因果关系是生物学核心逻辑之一，也是高考考查学生科学思维的重要维度。本文以人教版高中生物学教材为依托，挖掘其中蕴含的因果关系类型，结合高考命题特点，提出针对性教学策略，优化高中生物学教学，发展学生的科学思维。

关键词：高考评价体系；因果关系；科学思维；教学策略

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2025.03.136

引言

基于高考评价体系，科学思维是高考的考查内容之一，是高校人才选拔标准的重要维度。它既包括常见的科学思维方法，如比较与分类、分析与综合、归纳与演绎、抽象与概括和批判性思维，也包括生物学独特的科学思维，如系统思维、平衡思维、多因素思维、统一性和多样性思维等。因果关系是一个跨学科的概念，生物学教师在教学中要落实因果关系概念，开展科学探究和基于证据的论证，发展学生科学思维，最终促进生物学学科核心素养的达成。

一、因果关系的内涵分析

事物或者由该事物而生的相互作用事件以及该事物的组成因素作为原因，由此形成新的事物或者事物状态的变化作为结果，二者之间的关系则为因果关系^[1]。因果关系是人们基于长期的生产生活实践总结出的用于理解和预测事物及其变化的基本法则。因果关系具有相对性、时序性、确定性、复杂性和普遍性，能够起到预测、解释和干预的作用^[2]。科学研究中常使用控制变量法和对照实验法来鉴定因果关系、区别因果关系与相关关系提供证据。

人教版高中生物学中的因果关系较为复杂，包括一因一果、一因多果、多因一果和循环因果等多种类型，在细胞、个体、种群、群落和生态系统等多个层次中都广泛涉及，对于因果关系的分析和理解，能帮助学生形成多因素思维这一生物学独特的科学思维。基于多因素思维，在分析生命活动规律时，既要全面考虑影响生物的各种因素，也要抽丝剥茧，找出在相应条件下最主要的影响因素，从而分清主要因素和次要因素，做出正确的分析和判断，形成动态的、发展的看问题的观念。

二、人教版高中生物学教材中因果关系类型

（一）单因果关系（一因一果）

单因果关系指的是一个原因直接导致一个结果，即具有明确的单向性。如单个基因决定一个性状，如豌豆

的圆粒（显性性状）由显性基因（R）控制，若个体基因型为RR或Rr，则表现为圆粒。酶的专一性，由特定酶催化特定化学反应，如过氧化氢酶催化过氧化氢分解为水和氧气。单因果关系的特点是因果关系清晰，常见于遗传学定律或单一变量的实验设计中。

（二）多因果关系（多因一果）

多因果关系指的是多个原因共同作用导致某一结果，且原因之间可能相互关联。如多基因遗传病，高血压、糖尿病等由多个基因和环境因素共同作用引起；生态系统的稳定性，由物种多样性、营养结构复杂性、气候条件等多种因素共同维持；影响光合作用的因素有光照强度、CO₂浓度、温度等。多因果关系的结果往往具有复杂性和概率性，常见于生态学或多基因或环境与基因的交互影响等复杂的遗传现象。

（三）一因多果关系

一因多果指的是一个原因直接或间接导致了多个效应的出现。如基因的一因多效现象，单个基因通过直接或间接作用影响多个表型，如苯丙氨酸羟化酶基因突变，导致苯丙氨酸无法转化为酪氨酸，患者会出现神经系统损伤（智力低下）、酪氨酸缺乏影响黑色素合成（肤色浅）、代谢异常（尿液中苯丙酮酸积累，产生特殊气味）等多个性状表现。

（四）循环因果关系（互为因果）

循环因果关系指的是原因和结果相互影响，形成动态循环。如捕食者与被捕食者关系，猞猁数量增加导致雪兔减少，雪兔减少又反过来抑制猞猁增长，形成周期性波动；血糖调节中，胰岛素的分泌使血糖降低，而低血糖又抑制胰岛素的分泌，形成负反馈调节。循环因果关系强调动态平衡和反馈机制，常见于生态系统和个体的生命活动调节过程中。

这些内容遍布五本教材，贯穿学生高一到高二两年的学习过程。从必修一教材中探究实验研究单一影响因

素的作用效果，再到通过选择性必修一模型建构等厘清因果关系，最后通过选择性必修三实践操作综合分析多因素的影响，表现出一定的进阶关系。因此科学思维的形成是一个长期过程，不能短期突击和死记硬背，需要在分析思考问题的过程中逐步建立并不断强化^[3]。

三、高考评价体系下因果关系类内容的考查概况

科学表达是进行科学研究的基本要求，也是高校人才选拔的具体要求之一^[3]。与国家选拔人才相匹配的是在近些年的高考试题中，长句作答类题目出现的频率越来越高，而原因或者依据类的试题则占了相当比例。比如2024年高考生物新课标卷非选择题中长句作答占了近60%，其中原因和依据类试题共占了近50%；全国甲卷非选择题中长句作答约占40%，其中原因和依据类试题共占了近50%。解决这类问题需要学生运用归因能力。归因能力属于应用能力的范围，它是指依据生物学知识解释导致生物学现象或实验结果的原因，即给出相应的结果或结论，它要求学生推断或者追溯事件产生的原因^[4]。因果分析类试题是考查归因能力的重要载体，其中原因类问题需要学生依据所学教材知识或题目中的信息解释相应现象；而涉及探究实验的依据类问题对学生的要求更高，需要学生分析实验过程中变量之间的关系，即判断出合适的因果关系，再分析推理它们与结论之间的关系。

四、发展学生基于因果关系的科学思维的教学策略

（一）利用建构概念过程培养科学思维

生物学概念教学的过程中教师要引导学生基于事实进行推理、抽象和概括进而建构概念。因此概念教学的过程也是思维教学的过程，两者是统一的，而不是割裂的。比如自由扩散和协助扩散这两个概念的建构过程。教师可首先提供图文资料，提出问题为什么人工脂双层和生物膜对水的透性差异很大，引起学生产生认知矛盾。接着展示有关水通道的资料，引导学生生物科学史中这一发现，进而认识到水分的跨膜运输以水通道蛋白介导的协助扩散为主。然后引导学生结合氧气、二氧化碳和甘油透过脂双层的实验结果引导学生运用刚才分析方法认识它们的跨膜运输方式为不依赖转运蛋白的简单扩散。此时引出自由扩散的定义和意义。接着再提供离子透过人工脂双层和生物膜的实验结果，引导学生分析离子等带电小物质的跨膜运输探讨。在提供资料展示离子通道的存在，引导学生认识到还存在离子通道介导的离子跨膜运输，即协助扩散。再结合葡萄糖跨膜运输的例子自然而然引出协助扩散的定义和特点的教学。然后简单总

结两种跨膜方式的异同，进而总结出被动运输的定义。这样的设计围绕实验结果和一些重要的事实进行分析，通过运用比较，归纳推理、多因一果等科学思维，建构被动运输的概念。

（二）利用探究实践活动培养科学思维

科学思维是科学探究的内在本质，为探究活动指明了方向；科学探究为科学思维提供了载体，是科学思维的实证过程，也是科学思维的外在表现^[5]。进行探究实践活动是培养学生科学思维的有效途径。例如必修一教材中“探究环境因素对光合作用的影响”，高一教学时教师可先引领学生分别研究光照强度、CO₂浓度和温度等对光合作用的影响，然后结合教材课后拓展应用第一题引领学生分析在自然条件下不同时间段内影响光合作用的主要因素是什么，初步形成多因素思维；高三教学时在上述基础上充分借助实验情境分析多种因素共同影响下特定情况下的主要因素。再比如“传统食品的制作”探究活动中，结合学生的认知水平，引领学生分析在发酵过程中，哪些因素使得优势菌种出现，保证了发酵过程的顺利进行。值得一提的是有些理论性的内容也可以设计为探究活动，比如影响主动运输的因素，可通过分别设计实验研究O₂浓度、温度等因素的影响。

在探究活动中，制作合适的量表对学生的科学探究和科学思维进行合理评价能有效促进学生科学思维的发展。在评价时可以依据新课程标准学业质量水平从以下几个方面展开：能否从实验结果分析得出结论，能否结合实际情境进行实验设计，能否针对设计的实验方案预期结果，能否对实验结论进行概括生成相应概念，能否运用数学模型表现实验结果。

（三）利用模型建构活动培养科学思维

模型建构活动也是培养学生科学思维的重要载体。在“血糖平衡的调节”的模型建构活动中，教师可在引领学生分别分析饮食后和运动过程中血糖浓度的调节过程后，建构血糖调节模型，进而引领学生认识到胰岛素、胰高血糖素、肾上腺素和糖皮质激素等多种激素对血糖浓度的影响，还能分析特定条件下发挥主要作用的主要激素种类。在雪兔和猞猁种群数量周期性变化的模型建构活动中，教师先给学生提供模型成立的条件，猞猁的食物来源包含雪兔在内等多种生物，但以雪兔为主要食物，雪兔的捕食者也有很多种，但猞猁是雪兔的主要捕食者，并对雪兔种群的数量有重要的制约作用等，然后再依据统计结果分析两者数量变化的关系，建构数学模型和两者数量变化的概念模型，让思维可视化。

(四) 利用教材中“思维训练”等栏目培养科学思维

在教材的编写体系中,“思维训练”“练习与应用”“复习与提高”等栏目蕴含着丰富的教学资源,其中与因果关系相关的内容更是培养学生科学思维的很好素材。这些栏目中涵盖了“一因一果”“多因一果”“循环因果”等多种因果关系类型,教师若能充分利用,将对学生思维能力的提升产生显著效果。以选择性必修二第二章第一节中的思维训练为例,该内容要求学生分析导致鲈鱼种群数量下降的原因。由于这是在自然条件下进行探讨,影响因素错综复杂。学生需要从给定的四种可能原因中,通过仔细甄别、分析,找出最可能的因素,并进一步深入判别。这种训练方式,一方面能够很好地引导学生摒弃单一因素的简单思维模式,逐渐形成多因素思维,认识到在自然界中,一个现象的产生往往是多种因素共同作用的结果;另一方面,学生需要依据所掌握的生物学知识以及题目中提供的线索,对各种原因进行推理和判断,锻炼了基于证据进行推理的能力。

沿着深度挖掘因果关系训练的思路,教材中的实验同样是进行溯因推理训练的宝藏资源。就拿生长素的发现实验来说,教师可以巧妙地引领学生关注实验中的向光性异常现象。当植物出现不符合常规向光生长的情况时,引导学生思考可能的原因是生长素在植物体内的运输过程受到阻碍,还是生长抑制物质的合成在光照条件下受到影响,抑或是生长素受体出现异常?在这个过程中,教师可以引导学生运用假说—演绎法进行推理。通过这样的训练,学生在不断提出问题、假设、推理和验证的过程中,逐步发展了演绎推理能力,学会如何从现象出发,通过科学的思维方法探寻背后的因果关系,为今后解决更复杂的科学问题奠定坚实的思维基础。

(五) 利用论证或科学论证来培养科学思维

通过科学史重演、实验溯因、模型构建与问题链设计等,教师可将因果关系分析融入论证式教学,有效发展学生的逻辑推理等科学思维。在社会性科学议题的探讨中,以“全球变暖对物种分布的影响”为例,开展因果论证教学,能有效培养学生的科学思维与探究能力。

教师首先提出核心问题:“全球变暖对物种分布有哪些影响?”然后组织学生分组,可通过在文献库中筛选权威的气候数据,如历年温度、降水的变化曲线;也

可以搜集整理物种迁移记录,研究不同时期动物栖息地变迁、植物分布边界的移动等资料。当证据收集到一定程度,组织学生进行角色扮演活动进行辩论。部分学生扮演政策制定者,从宏观角度阐述如何依据科学研究结果制定生态保护政策;另一部分学生则扮演科学家,凭借搜集的证据,严谨地分析全球变暖对物种分布的具体影响机制。在论证过程中,引导学生建构模型。他们从简单的单因素模型开始,如考虑温度升高导致物种向更凉爽地区迁移,再到认识到人类活动,如砍伐森林、过度捕猎、城市化进程等也在深刻影响着物种分布,不断对模型进行修正,将更多因素纳入其中,最终形成较为完善的多因素因果模型。

结语

因果关系在人教版高中生物学中类型多样、分布广泛,贯穿整个教学过程且呈现进阶关系。它不仅有助于学生形成多因素思维等生物学独特科学思维,也是高考考查的重点,在高考试题中占据相当比例,对学生归因能力的考查尤为突出。因此,在教学中,教师应重视利用建构概念过程等教学策略,引导学生分析因果关系,培养其基于因果关系的科学思维,促进生物学学科核心素养的达成,为学生进入高校以及未来的发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 维之. 因果关系研究 [M]. 北京: 长征出版社, 2002: 195-267.
 - [2] 靳冬雪, 刘恩山. 跨学科概念“因果关系”的内涵及其生物学教学建议 [J]. 生物学通报, 2023, 58 (02): 5-8.
 - [3] 郭学恒. 强化教考衔接彰显育人导向——2024年高考生物全国卷试题分析与启示 [J]. 人民教育, 2024, (Z3): 58-62.
 - [4] 和渊. 高考关于归因能力考查的题目表述方法详解 [J]. 生物学通报, 2024, 59 (6): 83-87.
 - [5] 吴成军. 生物学学科核心素养的教学与评价 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2020: 44, 66.
- 作者简介: 程变青 (1979.03-), 女, 汉族, 河南许昌人, 本科, 中小学高级教师, 研究方向为高中生物学教学课程改革与教学方法更新; 郑瑞 (2002.06-), 女, 汉族, 河南洛阳人, 本科, 中小学二级教师, 研究方向为高中生物学教学课程改革与教学方法更新。
- 基金项目: 河南省基础教育教学研究项目课题“高中生物学教学发展学生科学思维的实践研究”, 编号: JCYC2408030035。