

# 基于数学建模思想的高中生物实验教学实践研究

王和旭 胡晓艳  
大连市红旗高级中学

**摘要:** 数学建模是数学与其他学科交叉融合的重要途径,对于提升学生的数学应用能力、科学探究意识具有重要意义,但目前高中生物实验教学中仍存在问题。文章基于数学建模的思想并从多个角度,提出了一系列优化高中生物实验教学的策略,旨在培养学生运用数学知识解决生物学问题的能力,提升生物实验教学的科学性与实效性,通过开展基于数学建模的生物实验教学实践,有望为深化高中STEM教育改革、促进学生核心素养发展提供参考。

**关键词:** 数学建模; 高中生物; 实验教学; 交叉融合; 教学策略

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.04.197

## 引言

数学作为一门工具学科,在解释自然现象、认识生命世界中发挥着不可或缺的作用,将数学思想方法引入生物学习,能够帮助学生建立数量关系、揭示内在规律,加深对生命现象的理解。数学建模作为数学与其他学科交叉融合的重要形式,通过抽象现实问题、建立数学模型、求解分析并应用模型的过程,能够培养学生理性思维、创新意识和应用能力,在核心素养导向的高中生物课程改革中,如何将数学建模思想渗透到生物实验教学,引导学生综合运用数学与生物知识解决实际问题,是一个亟待探讨的重要课题。

## 一、在高中生物实验教学中渗透数学建模思想的重要意义

### (一) 培养学生的数学应用能力

数学建模强调从实际问题出发,通过构建、求解、验证数学模型,并将结果应用到实际的过程,在这一过程中学生需要综合运用各种数学知识如函数、方程、统计等,建立起生物学现象的定量描述,加深对数学知识的理解和运用。在分析生物学问题、简化建模条件、选择恰当数学工具的过程中,学生的数学抽象、逻辑推理、运算能力也得到锻炼,有助于提升学生的数学核心素养,将数学建模引入高中生物实验教学,让学生感受到数学知识在生物学研究中的价值,能有效提高学生学习的兴趣,为数学走进生活、服务生产实践打下基础<sup>[1]</sup>。

### (二) 提高学生的生物实验设计能力

传统的高中生物实验教学往往按照教材给定的步骤进行操作,学生缺乏对实验原理和设计的思考,而数学建模要求学生基于生物学问题,自主设计实验方案,选择实验材料、确定控制变量和观察指标、预测实验结果,以获取所需的数据信息,这一过程有助于学生深入分析影响生物实验的诸多因素,优化实验参数与条件控制,

提高实验成功率。基于数学建模的生物实验还能激发学生创新意识,引导学生探索新的实验思路与方法,不拘泥于课本知识,在自主设计实验的过程中,学生的科学探究能力、实践动手能力也能得到有效锻炼。

### (三) 增强学生的科学探究意识

生物学科蕴含着丰富的科学探究机会,但传统的讲授式、验证性实验教学,往往忽视了培养学生发现问题、提出假说、设计验证的探究意识。数学建模以一个开放性的生物学问题为导向,需要学生通过观察分析发现其中蕴含的数学问题,通过查阅文献、请教专家等方式收集相关数据,再通过数学建模揭示事物的内在联系与数量规律,最后运用所建模型对生物学问题作出评估、预测或决策,整个过程体现了科学探究的完整逻辑,促进学生养成理性思维、严谨求证的科学精神。在生物实验中渗透数学建模,能让学生亲身体会科学研究的过程与方法,感悟科学家的探索历程,增强科学探究的动力与自信<sup>[2]</sup>。

## 二、当前高中生物实验教学中存在的问题

### (一) 实验教学流于验证性,缺乏探究性

目前高中生物实验教学普遍存在重结论、轻过程的问题,教师往往按照教材给定的实验步骤指导学生操作,要求学生验证已知结论,缺乏对实验方案设计、实验条件控制的探究与优化。学生被动接受实验结果,缺乏对生物学本质的思考和探索,难以培养科学探究的意识和能力,部分学校受制于实验材料、仪器设备等条件限制,生物实验教学流于演示或验证性操作,实验项目单一、旧套,学生参与度不高,难以激发创新思维。

### (二) 实验数据处理方法单一,缺乏建模思想

高中生物实验中往往会获得大量定性或定量的实验数据,需要运用恰当的数学方法进行处理和分析,得出合理结论,但在实际教学中,对实验数据的分析往往流

于简单的加减乘除，教师通常直接给出固定的数据处理方法和公式，缺乏引导学生思考数据之间的内在联系，学生难以建立数学模型的意识。实验数据的处理分析多局限于单一变量，很少考虑多个变量间的相互作用，忽视了生物系统的复杂性，学生习惯于“照方抓药”式的数据处理，难以培养数据分析的敏感性和建模抽象的思维品质。

(三) 实验教学与数学知识结合不够，缺乏交叉融合

数学与生物学科之间有着天然的联系，生物学研究需要大量的数学工具如几何、代数、概率统计等，很多生物学理论也蕴含着优雅的数学模型，如生态种群数量的 logistic 模型、基因频率的 Hardy-Weinberg 平衡模型等。但目前高中阶段的生物与数学学科壁垒森严，实验教学与数学知识结合不够紧密，生物课堂很少涉及相关数学知识在生物学中的应用，实验数据的处理分析流于表面，难以体现数学的理性思维和建模意义，而数学课堂也鲜有来自生物学的案例，学生学习的数学知识“悬空”于实际应用场景之外，难以激发学习兴趣<sup>[3]</sup>。

### 三、基于数学建模思想优化高中生物实验教学的策略

(一) 转变教学理念，重视数学建模在生物学科中的作用

当前高中生物教学中，普遍存在重知识传授、轻能力培养的问题，很多教师缺乏数学建模意识，对将建模引入生物教学存在认识偏差，优化生物实验教学。要从转变教育理念入手，教师要加强对数学建模专业知识的学习，了解生物学研究中常见的数学模型，如种群增长模型、SIR 传染病模型、遗传平衡模型等，深刻认识数学在揭示生命奥秘中的重要作用，教师可以通过参加专业培训、学术讲座等方式，系统学习数学建模的基本概念、建模流程、常用方法等，提升数学建模素养。教师要树立学科交叉融合的教学理念，打破生物与数学学科壁垒，主动挖掘生物学中的数学元素，将实验教学与数学建模有机结合，在备课时教师应重点关注生物实验中可建模的问题，分析涉及的数学知识，设计融入数学建模的教学环节，如在种群生态实验教学中，教师可引导学生利用种群增长曲线、种间竞争 Logistic 方程等数学模型，分析种群数量动态变化规律。在遗传实验教学中，教师可指导学生运用概率论知识，建立基因分离、自由组合的概率模型，通过转变教学理念，充分发挥数学建模在培养学生科学素养、促进知识迁移等方面的独特价值。

(二) 优化教学内容，加强数学知识与生物实验的融合

数学建模融入高中生物实验教学，需要围绕课程标准，遴选合适的实验项目和教学内容，教师应根据学情，对教材内容进行二次开发，增加体现数学建模思想的实验项目，如在“酶的作用”实验中，引导学生运用曲线拟合方法，建立温度与酶活性的函数关系模型；在“光合作用”实验中，引导学生建立单因素与多因素条件下的光合速率预测模型；在“群落的调查方法”实验中，引导学生运用样方法、标志重捕法等建立种群数量模型<sup>[4]</sup>。教师在优化实验教学内容时，要注重增设开放性、设计性、综合性的实验，为学生提供在真实情境中运用数学知识解决生物学问题的机会，要注重生物实验与相关数学知识的适时导入和深度融合，如在“DNA 的提取与鉴定”实验前，可引入概率统计方法，帮助学生理解 DNA 分子杂交的数理基础；在“蛋白质的定量与变性”实验中，可导入最小二乘法，指导学生进行标准曲线拟合。数学建模与生物实验教学的融合，要把握适度、适时的原则，教师要根据实验教学内容，精心设计融合数学知识的教学环节，恰到好处地渗透数学建模方法，既要让学生感受到数学在生物学科中的应用价值，又不能喧宾夺主，偏离生物学科本位，通过优化教学内容，精选体现数学建模精髓的实验项目，让学生在生物情境中感悟数学的应用价值。

(三) 创新教学方法，开展数学建模主题的生物实验

传统的演示式、讲解式实验教学难以发挥学生的主体能动性，开展融入数学建模的生物实验教学，需要创新教学方法，以开放性、探究性实验为主，突出学生的主体地位，可采用项目式、情景式、合作式等多样化实验教学形式，如针对“果蝇的遗传规律”实验，可设计“优良果蝇品系选育”项目，学生通过查阅文献，了解果蝇杂交遗传规律的数学模型，并运用所学数学知识进行实验设计，通过交配实验统计各代果蝇的性状分离比，建立特定性状遗传的概率模型，并讨论环境等因素的影响。在项目式实验中，教师要精心设计项目情境，为学生提供在开放性问题情境中主动应用数学知识的机会，再如针对“种群生长”实验，可创设“外来入侵种模拟”情景，学生扮演环保专家团队，运用种群竞争 Logistic 模型，测算本地种与外来种种群增长曲线，评估外来入侵种对生态系统的影响，并给出防治策略。在开展融合数学建模的生物实验教学时，教师还应重视师生互动、生

生互动；实验前教师要与学生充分交流，启发学生从数学视角分析生物学问题，引导学生建立初步的数学模型；实验中让学生通过小组合作、头脑风暴等形式，集思广益优化数学建模思路；实验后教师要组织学生交流反思，分享建模心得，评析模型优缺点，开展融合数学建模的生物实验，让学生在情境中主动建构知识、发展能力，提高解决真实问题的综合素养。

#### （四）加强数学建模专业培训，提升教学指导能力

数学建模在高中生物教学中的应用尚处于起步阶段，许多生物教师缺乏系统的数学建模专业训练，对大数据分析、数学软件操作等知识把握不足，无法为学生的建模实践提供有效指导<sup>[5]</sup>。学校应制定教师队伍建设规划，有计划地选派生物教师参加数学建模专题培训，学习数理统计、优化算法、MATLAB编程等方面的知识与技能，培训方式可包括校本研修、市级培训、国培项目等，通过聘请数学建模专家举办专题讲座，传授数学建模的思想方法；组织教师外出参观学习，借鉴兄弟学校数学建模教学改革的经验做法；开展校本教研，集中备课磨课，探讨数学建模在生物实验教学中的融合路径。鼓励教师参与数学建模竞赛活动，提升数学建模的动手实践能力，教师可参加全国大学生数学建模竞赛教师组、美国大学生数学建模竞赛等赛事，在参赛过程中深入领会数学建模的精髓要义，锻炼建模实战能力，为指导学生开展建模实践奠定基础，要建立生物与数学教师的协作机制，发挥数学教师在函数拟合、参数估计、模型求解等方面的专长，为生物教师开展建模实验教学提供支持。两学科教师在教研活动中加强交流，共同备课磨课，集思广益设计基于数学建模的生物实验项目，通过校本教研组、跨学科教师备课组等形式，学科教师携手探索数学建模在生物实验教学中的落地形式，互通有无，共促发展。

#### （五）开展生物实验数学建模比赛，激发学生学习兴趣

数学建模融入生物实验教学，若只局限于课堂教学这一形式，容易流于形式主义，应创新实践载体，在课外开展丰富多样的学科竞赛活动，以赛促学、以赛促教。学校可举办跨学科的生物实验数学建模比赛，面向高中生征集参赛作品，比赛命题紧扣生物热点问题，如环境污染生物修复、生物安全风险评估等，要求参赛学生综合运用所学数学与生物知识，通过建模分析提出解决方案，比赛形式可多样，既可开展个人赛，让学生独立完成建模任务，提交研究报告；也可举办团

体赛，组建跨年级的学生团队，发挥集体智慧开展建模。在备赛过程中，学生需广泛查阅文献，学习相关数学建模理论，锻炼文献综述、实验方案设计、数据统计分析、论文撰写等能力，教师可针对学生的疑难问题，适时给予指导，教师要引导学生系统把握数学建模基本流程，即问题分析、模型假设、建模求解、结果分析等环节，培养学生的数学建模思维，通过竞赛展示交流，学生能直观感受数学在生物实际问题解决中的应用价值，激发学习数学与生物的兴趣。可邀请高校专家、行业企业人士担任评委，从不同视角对学生作品提出指导意见，拓宽学生的学科视野，评委在点评学生作品时，要充分肯定学生在数学建模方面所做的探索与尝试，客观分析存在的不足，并给予改进建议，优秀作品可在校内外宣传推广，营造“学数学、用数学”的浓厚氛围，学校可利用橱窗、展板、网站等平台展示获奖作品，组织获奖学生现身说法，分享参赛体会，引导更多学生感受跨学科学习的乐趣。

#### 结语

数学建模是数学与生物学科交叉融合的重要纽带，对于培养学生理性思维、创新意识、实践能力具有重要价值，在新课标理念指引下，高中生物实验教学应主动融入数学建模思想，打破学科壁垒，加强数学与生物知识的双向迁移与应用。教师要转变教育理念，优化教学内容，创新教学方法，精心设计体现数学建模精髓的生物实验项目，学校应加强教师专业培训，完善实验教学条件，开展生物实验数学建模赛事，为学生提供展示创新成果的广阔舞台。

#### 参考文献

- [1] 杨巧. 基于数学建模思维的高中生物实验教学案例——以“种群数量的变化”为例[J]. 2023(6): 94-96.
- [2] 王涛. 融合生物与数学建模的教学实践——以“种群数量的增长”为例[J]. 北京教育(普教版), 2024(3): 41-43.
- [3] 李德成. 高中生物学基于合作学习的数学建模教学案例[J]. 生物学通报, 2023, 58(5): 58-60.
- [4] 黄伟鹏. 现代信息技术与高中生物实验教学环节的融合[J]. 数据, 2023(1): 73-74.
- [5] 王辉. 基于学科核心素养的高中生物实验教学探究[J]. 安徽教育科研, 2024(23): 20-22.