

ZHONGXUESHENGWUXUE
CHUANGXINSHIYAN



宋建陵

刘少明

主编

中学生物学 创新实验

科学出版社

ZHONGXUESHENGWUXUE
CHUANGXINSHIYAN

宋建陵 刘少明 主编

中学
生物学

创新实验

广西教育出版社

中生物学生物学创新实验

宋建陵 刘少明 主编

☆

广西教育出版社出版

南宁市鲤湾路8号

邮政编码:530022 电话:0771-5865797

本社网址 <http://www.gep.com.cn>

读者电子信箱 master@gep.com.cn

全国新华书店经销 广西民族印刷厂印刷

*

开本 890×1240 1/32 8.125 印张 207 千字

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—5 000 册

ISBN 7-5435-4129-7/G·3281 定价:15.00 元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换



前言

生物学实验是学生获取生物学知识的最有效的手段之一,在提高学生整体素质方面,起到了非实验教学无法替代的作用。

2000年《中学生物学教学大纲》(试验修订版)(以下简称《新大纲》)对学生的实验能力有了较高的要求,要求初中学生在教师指导下,亲自参与设计实验,确定实验目的、材料和方法;能观察现象、记录和整理数据及报告实验结果。要求高中学生能够独立完成实验或实习,理解探索性实验的基本过程,初步学会探索性实验的一般方法。

2002年开始试行的高中《生物学》新教材以及人教版、江苏版的九年义务教育的新教材中,学生实验、实习以及研究性课题大幅增加,实验、实习、参观和研究性课题,究其实质来说,都应隶属于科学实验,教学中都应给予足够重视。分析新增加的这些实验,不难看出新教材中的实验具有新的特点:(1)继续强化实验技能的全面性。由于实验课题的大幅度增加,无疑对学生的实验技能的全面培养提供了空间,不仅有助于强化学生正确使用常用工具和仪器、采集和处理实验材料的操作技能,而且对学生掌握一般的科学实验方法,形成科学观察、设计实验和分析问题的能力也大有裨益。(2)特别突出实验的探索性。过去教材中的实验基本上都是验证性实验,对巩固和理解已学过的知识、掌握基本实验操作技能有一定的帮助,但是缺乏对学生发现问题、探究问题和解决问题能力的培养。新教材中增设的探索性实验,都按照《新大纲》的最

高教学要求而设计,明确了“以培养学生的创新精神和实践能力为重点”的教学目的,注重通过学生自主性和探索性学习,培养学生发现问题、分析问题、探索问题和解决问题的能力,对完善学生学科能力和提高学生科学素养有着较大的推动作用。

《新大纲》对实验教学提出了如下目标:(1)正确使用解剖器、显微镜等常用工具和仪器,掌握采集和处理实验材料等操作技能。(2)具有利用课本以外的图文资料和其他信息资源进一步收集和处理生物科学信息的能力。(3)学会科学观察的方法,能够记录、整理观察结果,得出结论。(4)初步学会生物学实验方法,能够提出问题,做出假设,设计实验,分析和解释实验中产生的现象或数据,得出合理的结论。(5)进一步形成比较、判断、推理、分析、综合等思维能力,初步形成思维的独特性、新颖性等创造性思维品质和创新思维习惯,能运用学到的生物学知识来评价和解决某些实际问题。(6)养成实事求是的科学态度,勇于探索,不断创新。

2003年国家教育部颁布的《普通高中生物学课程标准》(实验)(以下简称《新课标》),取代了以往的《全日制普通高级中学生物学教学大纲》,并决定于2004年秋季在广东等省进行试点。高中《生物学》教材包括必修和选修两个部分,共六个模块,其中,选修1“生物技术实践”就是一本专门的生物学实验教材,内容包括微生物的利用、酶的应用、生物技术在食品加工的应用和生物技术在其他方面的应用等4部分。该教材中列举了13个实验,例如,“用大肠杆菌为材料进行平面培养,分离菌落”、“设计一种简单装置,从芳香植物材料中提取芳香油”。要求教师根据本校的条件,指导学生选做其中的5~7个实验。要求学生在自学有关知识的基础上,在教师的指导下自己设计并进行实验,然后收集和整理资料,写出报告,进行口头交流,相互讨论。教师的主要任务不是详细讲解,而是给学生提供实验条件及必要的参考资料,指导学生设计和进行实验,参加并引导学生的讨论。《新课标》的实施,必将对生物学实验教学产生深远的影响。

我们发现,不论是新《新大纲》还是《新课标》,与以前制订的实



验课程目标相比较,其最大区别就是提出了“以培养学生的创新精神和实践能力为重点”,突出了实验的探索性以及分析、解决实际问题的能力。因此,这一目标应该成为我们设计和实施实验教学的出发点和归宿。

生物学是一门以实验为基础的自然科学。生物学实验教学不仅是验证理论知识的手段,还是激发学生探索兴趣,培养学生的观察、操作能力,启迪创新意识,提高创新能力的重要途径。在实验的过程中,从实验设想的产生到实验方案的设计,从实验结果的分析到实验报告的完成,每一步都蕴含着创新的火花。正因为如此,如何充分发挥生物实验的优势,有效培养学生的创新能力,就成为生物实验教学的着眼点。

“创新是一个民族的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力”,未来世界的竞争实际上就是创新能力的竞争。

基于以上形势,结合作者的研究,本书提出“中学生物学创新实验”的概念,并将它界定为:“在中学生物学知识的基础上,以改进完善、拓展设计实验为手段,形成不同于生物学教材中实验的新实验。”

从2001年秋季开始,广州市第六中学的生物学教师就开展了“中学生物学创新实验”的教学研究。几年来,在全校开设了“中学生物学创新实验”的活动课程及研究性学习,开展了“生物学创新性实验大赛”。目前,已完成了“生物学创新实验”概念的界定;初步建立了“生物学创新实验”的教学模式(包括教法、学法等);收集整理和加工了许多创新实验案例;对生物学创新实验与生物学研究性学习、生物学活动课、多媒体教学的整合做了比较深入的探讨。

可以预计,这一教研成果将会给我国的生物学实验教学带来一股改革的清风,给广大中学生物学教师一种全新的感受。

《中学生物学创新实验》一书是作者的最新研究成果,本书共分五章:第一章回顾我国中学生物学实验教学的发展历史和教学现状,预测其发展方向;第二章阐述中学生物学创新实验的教学方法和教学过程;第三章介绍中学生物学创新实验的学习方法;第四章

探讨中学生物学创新实验与高考的关系;第五章展示中学生物学创新实验的学习案例。

在《中学生物学创新实验》的研究过程中,北京师范大学朱正威教授悉心指导该书的创作,广州市教育局教研室邱才训主任助理审读了本书,广东教育学院胡继飞副教授、肖望博士在审读该书稿时对“生物学创新实验的教学方法”等提出了修改建议,广州市六中校长蔡定基、副校长吕日新等也对此书的编写给予了无微不至的关怀,在此,深表诚挚的谢意。

另外,作者还从互联网上收集了一些创新实验的理论和案例,由于文章的作者资料均未署名,因此本书作者无法在参考文献中一一列举,请予谅解。

本书由宋建陵、刘少明主编。杨艳君老师参与了第二章、第四章编写;刘少明老师参与了第五章的编写、审读和修改;陈浩荫、陈欣、刁建浩、易卓荣、闫贵虹、刘华、丛迎芝等老师,在“创新实验的学习方案”的收集、验证等方面做了大量工作;宋建陵老师负责本书的策划、主要章节的撰写、统稿等工作。

“中学生物学创新实验”的研究,是一项开拓性的工作,尚处于“摸着石头过河”的探索阶段,肯定会存在一些纰漏,恳请广大同行指正。

宋建陵



目录

第一章 中学生物学创新实验概论	(1)
第一节 中学生物学实验教学百年回顾	(1)
一、中学生物学实验教学经历的几个阶段	(1)
二、中学生物学实验教学的现状分析	(13)
三、中学生物学实验教学中存在的问题	(15)
第二节 我国中学生物学实验教学的发展方向	(18)
一、教学方式的多样化	(18)
二、增加和完善实验内容	(25)
三、评价方式向多元化发展	(27)
第三节 中学生物学创新实验	(35)
一、改善型实验	(35)
二、设计型实验	(36)
第二章 中学生物学创新实验的教学论	(40)
第一节 教学的模式论	(40)
一、理论基础	(40)
二、教学目标	(41)
三、教学程序	(41)
四、教学策略	(42)
五、教学案例	(43)
第二节 教学的方法论	(46)
一、“变化—创新”教学法	(46)
二、“系列—创新”教学法	(48)
三、“设计—创新”教学法	(50)
第三节 教学的创新论	(53)
一、激发创新意识	(53)

二、启迪创新思维	(57)
三、学会创新方法	(78)
四、提高创新能力	(85)
第四节 创新实验与实验型研究性学习	(99)
一、实验型研究性学习的类型	(100)
二、实验型研究性学习的基本过程	(101)
三、实验型研究性学习案例	(107)
第五节 创新实验与活动课教学	(111)
一、生物学活动课的基本特点	(112)
二、实验型活动课的学习过程	(115)
三、实验型活动课的学习举例	(118)
第三章 中学生物学创新实验学习的方法论	(124)
第一节 改善型实验的学习方法	(124)
一、改善型实验的一般形式	(124)
二、改善型实验的基本方法	(127)
三、提高改善型实验的能力	(133)
四、改善型实验学习法举例	(139)
第二节 设计型实验的学习方法	(142)
一、实验设计的基础知识	(142)
二、实验设计举例	(153)
三、实验设计应注意的问题	(155)
四、实验设计实例与分析	(156)
第四章 中学生物学创新实验与高考教学	(161)
第一节 高考生物学实验题	(161)
一、高考生物学实验题的特征	(161)
二、高考生物学实验题的来源	(163)
三、高考生物学实验题的类型	(166)
四、高考生物学试题中的创新实验	(168)
五、高考生物学实验题命题的发展趋势	(169)



第二节 培养实验设计能力的教学	(171)
一、加强实验设计教学,明确理论知识	(171)
二、强化训练,逐步提高实验设计能力	(172)
第三节 解答高考生物学实验设计题的方法步骤 ...	(172)
一、解答高考生物学实验设计题的方法	(172)
二、解答高考生物学实验设计题的步骤	(176)
第五章 中学生物学创新实验的学习案例	(187)
第一节 改善型实验案例	(187)
第二节 设计型实验案例	(214)



第一章 中学生物学创新实验概论

第一节 中学生物学实验教学百年回顾

生物学是近代从西方传入我国较早的一门学科,据史料记载,中学生物学实验教学始于20世纪初(1903年)。回顾一百多年来生物学实验教学的历史,结合国内外实验教学的现状,为实验教学未来的发展做出预测,为中学生物学实验教学的研究提供参考。

为研究方便,作者将我国中学生物学实验教学的历史划分为六个阶段:萌芽阶段(1903~1950年)、起步阶段(1951~1965年)、停滞阶段(1966~1976年)、恢复阶段(1977~1987年)、发展阶段(1988~1995年)、完善阶段(1996年至今)。这种划分方法是否妥当,有待广大同行的认可。

一、中学生物学实验教学经历的几个阶段

(一) 萌芽阶段(1903~1950年)

1903年,清朝政府开始在中学设置博物课,讲授内容为植物学、动物学和生理卫生。植物学讲授形态、构造、生理、分类;动物学讲授外形构造、生理习性和分类;生理卫生讲授人体的构造、知觉运动的机理及卫生常识。另外还规定:“学堂内当按学科之门类设诸室如下……三、图书室、器具室、药品室、标本室……”虽然强调博物课以实物标本的观察进行教学,要求配备专用教室(实验室)和标本室,但是,实际执行的情况不会完全如此。

1912年,第一次将实验列为教学内容。是时(中华民国元年)南



京临时政府教育部公布了《中学校令施行规则》，其中第八条规定：“博物宜授以重要植物、动物、人体生理卫生之大要，兼课实验。”这是对实验作明确规定的开始。

1923年，第一次将实验操作纳入考试内容。“毕业最低限度的标准”为“能为简易之实验，以解释日常生活之科学原则”。

1929年，第一次将实验列入课外作业中。作业要项的内容包括实地观察、实地试验、采集、实验室观察等。

1932年，第一次专门安排了实验课时。初级中学有关植物学、动物学的实习由担任教员指导学生每周于课外择定2小时举行。此外，每期可举行数次郊外采集。另外，20世纪30年代以后，我国一些著名的中学都具备一定的生物实验条件，有编印成册的实验指导，并且重视在高中生物学中开展实验。郑勉在他所著的《高中生物学》的编辑大纲中指出，高中生物学的课时，依部颁标准每周讲演3小时，实验2小时。

当然，对大多数学校来说是没有实验条件的，生物课的教学方法基本上是照本宣科、按图索骥。初中生物课则基本上没有实验。

（二）起步阶段（1951~1965年）

1. 1952年，第一次将实验内容正式编入中学《生物学》教材中
将实验内容正式编入中学《生物学》教材，标志着中学生物学实验教学的开端。

例如，在初一《植物学》教材中“种子和种子的萌发”一节安排了以下10项实验内容：

- （1）观察菜豆（或豌豆）、玉蜀黍（或小麦）种子的构造。
- （2）用实验证明小麦种子内含有水分、有机物和无机物。
- （3）从小麦面粉内析出淀粉和面筋（蛋白质）。

.....

（要求在课堂上和在课后完成）

高中一年级《人体解剖生理学》中“消化器官”一节安排了下列两个实验：（1）唾液对淀粉的作用。（2）利用显微镜观察小肠（绒



毛)的切片。

2. 1956 年,第一次颁布《初级中学实验园地实习教学大纲》

初级中学实验园地实习是对学生进行基本生产技术教育的重要学科之一,它的任务是使学生获得栽培植物、饲养动物的技能等。规定初中一、二、三年级实验园地实习的教学总时数各为 34 课时。实验园地实习的内容包括以下几方面:蔬菜的栽培,粮食作物和技术作物的栽培,果树和其他树木的栽培,家禽家畜的饲养和管理,养蚕,和病虫害作斗争。这些实习分别安排在初中的各个年级里。学生在实验园地进行的实习要评分。

这一阶段的实验内容主要是一些动植物的种植和养殖,教师“扮演”着“农艺师”、“畜牧师”的角色,这是与我国当时国情以及经济发展水平相适应的。

3. 1956~1962 年间,实验项目和课时最多

根据中学教学计划的规定,初中一、二、三年级实习课的教学时数,各年级每周均为 2 课时,其中分配给实验园地实习的教学时数,各年级每周均为 1 课时。初中一、二、三年级实验园地实习的教学总时数各为 34 课时。

4. 1963 年《全日制中学生物教学大纲》(草案)对实验的要求最详细

《大纲》对各科的实验目的、教学要求、实验场地、注意事项等作了详细的规定。例如,《植物学》实验要求学生掌握使用低倍显微镜、制作装片和徒手切片、做简单植物生理实验、画植物简图、采集和制作标本(蜡叶标本)等技能。为了顺利地进行实验实习,必须作好计划,以便有条不紊地准备好进行这些活动所必需的条件。教学内容中规定课时的实验实习,主要是用课内时间来进行的,这些时间必须保证用在实验上。在实验实习设备较差的学校,学校行政人员和教师应该千方百计地克服困难,尽可能创造条件完成教学大纲所规定的实验实习任务。实验实习要密切结合基础知识来进行……



(三) 停滞阶段(1966 ~ 1976 年)

“十年动乱”初期,生物学课程被《农(工)业基础知识》等所替代。后来,随着停课闹“革命”的“热潮”,学校的正常教学受到冲击,生物学实验教学全面停止。

(四) 恢复阶段(1977 ~ 1987 年)

“十年动乱”结束以后,百废待兴。1986 年版初中《植物学》教材中有关实验的内容包含 9 个学生实验:“认识显微镜的结构、练习使用显微镜”、“制作临时装片,观察植物细胞”、“采集和制作植物标本”等。通过这些实验,可以培养学生使用显微镜、制作装片、徒手切片、绘生物图、采集和制作植物标本的生物学技能。但从内容上看,则主要是有关形态结构方面的验证性实验。19 个教师课堂演示实验,如“观察细胞的原生质流动”、“观察不同种类的枝条”等。这些实验和观察,在条件允许的情况下,有的可以作为学生实验的内容,采取边观察、边学习、边讲授的方法来进行教学。教师在开学前全面地了解这些演示实验,为制订授课计划和尽早准备实验材料打下基础。另外还安排了 11 个课外实验及实习型作业,如“播种菜豆、玉米种子”、“观察记录幼苗出土状况”等,培养学生的实践能力。

高考指挥棒影响着实验教学。1981 年恢复生物学高考,有关生物学实验随之出现在高考试题中,师生逐渐对生物学实验重视起来。实验在试题中的分值约占 7%。

[例 1] 在观察植物细胞有丝分裂的实验中,可以用_____的_____部位作实验材料。把制成的装片先放在_____下观察,然后换上_____进行观察。(1981 年全国高考生物学试卷的实验题)

[例 2] (1)写出果蝇唾液腺细胞的巨大染色体装片制作步骤。(2)用一瓶石灰水和一根干净的玻璃管做个实验,验证人体呼出的气体中含有较多的二氧化碳。(1984 年全国高考生物学试卷第五题第 2 小题)



这个阶段的实验教学的情况往往是:教师在黑板上讲(画)实验,学生在下面背(记)实验。由于受实验条件的限制,多数学校不能按要求开设全部实验。高考试题主要考查的是对实验过程的识记以及简单的分析。

表 1-1 1952~1986 年教学大纲中实验教学内容、数量及课时

教学大纲颁布的 年份及科目内容		实 验/项	演 示/项	参观或 观察/项	实习或课外活 动/项、小时
1952 年	植物学	35(21 课时)	21	5	17
	动物学	12(10 课时)	13	4	2
	高中生物	9(10 课时)	15	4	
1956 年	植物学	22	62	5	68
	动物学	12	18	4	34
	高中生物	13	40	4	
1963 年	植物学	9(12 课时)	21	1	
	动物学	12(7 课时)	31	1	
	生理卫生	8(6 课时)	11	1	1
	高中生物	10(12 课时)	3	1	
1978 年	动植物学	11(10 课时)	24	2	3
	生理卫生	9(5 课时)	9		1
	高中生物	1(2 课时)			
1980 年	动植物学	12(10 课时)	27	2	6
	生理卫生	8(5 课时)	11		3
	高中生物	2(2 课时)			
1984 年	生物学甲种本	4(4 课时)			
	生物学乙种本	4(4 课时)			



续表

教学大纲颁布的 年份及科目内容		实 验/项	演 示/项	参观或 观察/项	实习或课外活 动/项、小时
1986 年	植物学	10	20	1	11
	动物学	8	22		14
	生理卫生	14	9		4
	高中生物	4	6		

注:

1. “实验”是指实验室的学生实验。
2. “演示”包括实验演示、观察标本、模型挂图等,其中,1963 年《大纲》中的“演示”仅指实验演示。
3. “参观或观察”主要指学生参与观察生物的形态结构、生理现象或其他实践活动。
4. “实习或课外活动”主要指课外的学生实验(或实践)活动。
5. 格中的空白部分表示《大纲》未标明或未作规定。

(五) 发展阶段(1988 ~ 1995 年)

十一届三中全会以后,我国的经济取得了前所未有的发展。国家对教育的投入逐年增加,使中学生物学实验的条件得到了很大改善。例如,大多数中学逐步建立了生物学专用实验室,配备了基本的实验仪器设备,并且安排了专职或兼职的生物实验员,基本上能开设教材中的学生实验。一些生物学报杂志上出现了有关实验教学的探讨。全国高考生物学试题中对实验内容的考查,仍局限于识记实验过程,以及进行简单的分析作答。实验分数占 7% 左右。

[例 3] 用 50% 蔗糖溶液做植物细胞质壁分离和复原实验时,质壁分离现象明显,但不能复原,检查操作步骤正确。造成此实验失败的原因是_____。(1989 年全国生物学高考试卷第 46 题)

[例 4] 利用一只青蛙(或蟾蜍)先后进行下列四项实验观察:

- A. 观察心房、心室的节律性收缩和舒张
- B. 观察肠系膜血管的血液流动



C. 分析骨的物理特性

D. 观察脊蛙反射

请回答(4分)：

为使动物处于最佳生理状况下进行实验观察,请安排一个最合理的实验顺序(利用上述各项的英文字母依次排列表示)_____

___。(1991年全国生物学高考试卷第36题)

要求考生对4个实验进行重新组合,并设计出4个实验进行的最佳程序。这道实验题在考查实验能力方面有了一个新的突破,可以看成是设计型实验题的雏形。

20世纪90年代以前的生物学高考实验题主要考查教材实验中的内容,有个别题目在教材实验基础上略有延伸,但分值不大,这种状况一直延续到1994年。

(六) 完善阶段(1996年至今)

从1996年起,全国大部分省份实行高中毕业会考,将生物学实验操作纳入考查之列,并且规定实验考查不合格者不予毕业。生物学实验考查的范围是高中生物学教学大纲所规定的高中生物学必修课的实验内容。考虑到各地对于实验材料的准备和实验操作所需的时间等实际情况不同,各省(自治区、直辖市)教育行政部门可以根据当地实际情况,从高中生物学必修课中选定若干个实验项目作为本学年高中生物学实验考查的内容,同时,要明确考查的具体要求和考查的具体方法。

1. 《中学生物学教学大纲》和生物学教材中的实验内容逐步完善

(1) 1996年版《全日制普通高级中学生物学教学大纲》(供试验用)要求学生:通过完成高中生物学教学大纲中所规定的生物学实验、探究、实习和参观等项目,初步掌握基本的生物科学研究方法;初步学会设计实验,分析和解释实验中产生的现象,得出正确的实验结论。大纲规定:高中生物学课程教学评估,主要包括课堂教学和实验教学两个方面。对实验课教学进行评估的主要评估项目有:目的要求、材料用具、实验操作、实验效果、实验课开课率等。首次将保证实验的“教学设备”列入教学大纲:要保证按质按量完成高中生物学实验,充分利用现有的教学设