



School-based Textbooks of High
Quality Curriculum in Ningbo
宁波市精品课程校本教材



Gaozhong Shengwu Shiyan Tuo-zhan Yu Chuangxin

高中生物实验 拓展与创新

张文君◎编著



宁波出版社
NINGBO PUBLISHING HOUSE



School-based Textbooks of High
Quality Curriculums in Ningbo

宁波市精品课程校本教材



Gaozhong Shengwu Shiyān Tuozhān Yǔ Chuāngxīn

高中生物实验 拓展与创新

张文君◎编著



宁波出版社
NINGBO PUBLISHING HOUSE

丛书编委会

主 任 张力鸣
成 员 何建明 章才根 丁耀方
倪国君 周均悦 魏 巍

图书在版编目(CIP)数据

高中生物实验拓展与创新 / 张文君编著. —宁波 :
宁波出版社, 2017.12

宁波市精品课程校本教材

ISBN 978-7-5526-3067-1

I. ①高… II. ①张… III. ①生物课—实验—高中—
教材 IV. ①G634.911

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 251022 号

高中生物实验拓展与创新

张文君 编著

出版发行 宁波出版社(宁波市甬江大道1号宁波书城8号楼6楼 315040)

网 址 <http://www.nbcbs.com>

策划编辑 王晓君

责任编辑 殷文卓

责任校对 庞守江 黄 彬

内文排版 杭州朝曦图文设计有限公司

印 刷 浙江开源印务有限公司

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 7.5

字 数 156 千

版 次 2017 年 12 月第 1 版

印 次 2017 年 12 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5526-3067-1

定 价 22.00 元

如发现缺页或倒装,影响阅读,请与我社发行部联系调换 电话:0574-87286804

序

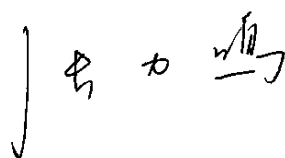
自 2012 年我省启动普通高中深化课程改革以来，省教育厅已先后进行了七批普通高中网络选修课程的评比活动。在市县两级教研部门的组织下，我市广大教师积极参与，从课程获奖的结果看，我市在数量上位居全省前茅，并且在类型上分布广泛，这也从一个侧面反映了宁波普通高中深化课程改革所取得的丰硕成果，可喜可贺。

为了让这些优质课程发挥更大的作用，市教研室在获奖的高中选修课程中，优中选优，遴选出 10 门精品选修课程，整理出版，这是一件非常有价值的事情。在我看来，它有以下三方面意义。第一，为各高中学校开展选修课程教学提供教材。在本轮课改中，各普通高中学校根据自身的办学定位和基础，通过构建学校课程体系，实施国家课程校本化和建设学生需要的各种校本课程，来推动学校特色发展，实现学生个性发展。校本课程建设的关键是教材建设，高质量而有针对性的教材开发是一项基础性工作，这项工作长期的，需要多年开发、积累和完善，不可能一蹴而就。当前，绝大多数学校的校本课程教材建设不是很乐观，要求每校都编写一整套校本教材既不可能也无必要。现阶段，通过引进、借鉴同类优秀教材不失为一个好的路径。本套丛书的出版，将给有需求的高中实施同类课程提供优质教学资料，避免低水平重复建设，有利于促进教学质量提高。第二，能进一步提升教师开发选修课程的水平。“以评促建”、“以评促优”是高中选修课程评比活动的目的之一，也是一种示范和引导。课程改革虽有数年，但毋庸讳言，对于开发课程，很多学校的管理层和教师还处于摸索中，这固然与教师缺乏相关课程开发知识有关，更与缺乏相应的课程资源有关。本丛书的作者都是高中教师的同行，与同伴交流，相互学习，显然有助于教师业务的快速成长。他们开发经验，也给其他教师提供示范和激励。第三，展示了宁波市普通高中深化选修课程建设阶段性成果。在几届

评比过程中，我们欣喜地看到宁波市高中选修课程的水平有了很大的提高。从这个意义上看，这套丛书的出版不仅是我市高中选修课程建设的阶段性成果展示，也为深化课程改革推进提供可复制的经验。

我相信，这次精品选修课程的评比和出版一定不是终篇，今后会有更多的教师团队加入选修课程开发的行列，在不远的将来会有更多样、更优秀、更受学生欢迎的选课课程涌现出来。为此，我十分期待。

是为序。

A handwritten signature in black ink, consisting of the characters '贾力' (Jia Li) followed by a stylized flourish.

2017 年 11 月

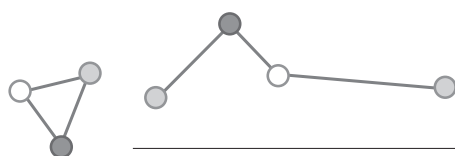
前 言

本课程的设计核心是以生物实验为载体，通过自主探究的方式，培养学生的观察能力、动手能力和综合分析能力，努力提高学生的生物学素养。围绕这一核心目的设计了“生物实验基础知识”“拓展改进类实验”“综合应用类实验”“自主探究类实验”四大模块，实现了从理论到实践、从观察到动手、从微观到宏观地将课程内容呈现在学生的课堂中。同时课程的设计突出体现学生的学习主体性，充分发挥学生学习活动的能动性和创造性。所有实验环节均讲求“知行并重”，既重视知识积累（如实验的对照原则、单一变量原则等），又注重培养学生的社会交往能力与实验设计、操作能力，实现了学生在狭小的实验室空间里探究无限的、神秘的生命现象的可能。

目 录

第一章 生物实验基础知识	001
第一节 常见器材及使用	003
第二节 常见实验技术原理及应用	008
第三节 实验设计原则及基本内容	014
第二章 拓展改进类实验	019
实验 1 血型鉴定	021
实验 2 利用显微摄影法观察洋葱根尖细胞的有丝分裂	025
实验 3 果蝇的性别鉴定、性状观察及饲养方法	029
实验 4 蛙坐骨神经腓肠肌标本的制备	033
实验 5 利用 Lincoln 指数法、去除取样法估计种群数量	036
第三章 综合应用类实验	041
实验 6 探究不同浓度 NaHCO_3 溶液对光合速率的影响	043
实验 7 利用 EDTA 络合滴定法测定不同品质牛奶中钙含量	047
实验 8 关于人类常见遗传性状的调查	051
实验 9 比较不同成分色素层析液的分离效果	055
实验 10 测定洋葱表皮细胞细胞液浓度的范围	059
第四章 自主探究类实验	063
实验 11 利用多种方法测定酵母菌种群密度	065
实验 12 验证果蝇眼色的遗传方式	069

实验 13 探究蟾蜍坐骨神经冲动传导速度的影响因素	073
实验 14 探究重力、单侧光对黄瓜幼苗生长的影响	076
实验 15 酵母细胞的固定化及其酒精发酵检测	079
 附:思考与练习答案.....	 083
课程纲要.....	095
教学案例:探究重力、单侧光对黄瓜幼苗生长的影响.....	101
生物实验常用试剂.....	105



第一章

生物实验基础知识



生物实验是实现生物教学目标的重要途径和方法。生物实验形象、直观、有趣，对学生形成、理解、巩固所学知识，学习科学方法，培养科学素养，激发生物学习兴趣，养成严谨的科学态度具有不可替代的重要性。本章介绍了常见器材及使用、常见实验技术原理及应用、实验设计原理及基本内容，全面介绍了高中生物学涉及的实验基本知识。

第一节 常见器材及使用

(一) 恒温箱

恒温箱是实验室常用加热设备之一。按最高使用温度,分为干燥箱(又称烘箱,烤箱)、保温箱(又称培养箱)两类。干燥箱最高温度 300°C ,用以烘干样品、药品、容器等的水分,灭菌及零配件的热处理,功率 $1000\sim 4000\text{W}$ 。保温箱最高使用温度 60°C ,用以培养、孵化等,功率 500W 。按特殊用途,恒温箱又可分为真空干燥箱、隔水式恒温箱、鼓风干燥箱及防爆干燥箱等。

◇使用方法

(1)使用前做好内、外检查,箱内如有他人存物,取出放好。试验开关、调温手柄等是否灵活好用。打开风顶(排气孔),插好温度计。注意电源和铭牌上标称电压是否相符。箱壳要接好地线,以防漏电。



(2)通电后指示灯亮,如加热指示红灯不亮应将调温旋钮顺时针方向转动至红灯发亮。恒温箱如有辅助加热丝及鼓风马达,应将它们的开关都打开。若时间充裕,可关掉主加热丝以延长其使用寿命。

(3)当箱内温度(由温度计读出)接近所需温度时,关掉辅助加热丝,只用主加热丝继续加热;当箱内温度即将达到所需的温度时,逆时针旋转调温旋钮使红灯灭、绿灯亮。待红、绿灯自动交替明灭时,表示箱内温度已处在恒温状态。由温度计读数看是否为所需温度,如有偏差可稍调节调温旋钮。

(4)当箱内温度稳定在所需要的温度后,放入待干燥或待培养(保温)样品。温度计指示最上层网架中心 $2/3$ 面积的近似温度,所以样品尽量放在这个部位,其他层次和部位的实际温度要偏高一些。

(5)使用完毕,关掉各个开关,并把调温旋钮逆时针退回零位。

(6)要等箱内温度不高时才可打开箱门,以防骤然降温造成玻璃门破裂。

(7)调温旋钮所指刻度并非箱内温度。每次恒温后可把恒温温度及旋钮所指刻度对应记录,以后使用时作为参考,可以节省时间。

(二) 电热恒温水浴锅

电热恒温水浴锅用于恒温、加热、消毒及蒸发等,常用的有 2 孔、4 孔、6 孔和 8 孔。



工作温度从室温至 100°C , 恒温在 $0.5\sim 1^{\circ}\text{C}$ 之间波动。

◇使用方法

(1) 关闭水浴锅底部外侧的放水阀门, 向水浴锅中注入蒸馏水至适当的深度。加蒸馏水是为了防止水浴槽体(铝板或铜板)被侵蚀。



(2) 将电源插头接在插座上, 合上电闸。插座的粗孔必须安装接地线。

(3) 将调温旋钮沿顺时针方向旋转至适当温度位置。

(4) 打开电源开关, 接通电源, 红灯亮, 表示电炉丝通电开始加热。

(5) 在恒温过程中, 当温度升到所需的温度时, 沿逆时针方向旋转调温旋钮至红灯熄灭, 绿灯亮。此后, 红、绿灯就不断熄、亮, 表示恒温控制发生作用。

(6) 调温旋钮刻度盘上的数字并不表示恒温水浴锅内的温度, 而是用来随时记录调温旋钮在刻度盘上的位置与恒温水浴锅内温度计指示的温度之间的关系。在多次使用的基础上, 可以比较迅速地调节, 得到需要控制的温度。

(7) 使用完毕, 关闭电源开关, 拉下电闸, 拔下插头。

(8) 若较长时间不使用, 应将调温旋钮退回零位, 并打开放水阀门, 放尽水浴槽内的全部存水。

◇注意事项

(1) 水浴锅内的水位绝对不能低于电热管, 否则电热管将被烧坏。

(2) 控制箱内部切勿受潮, 以防漏电损坏。

(3) 使用过程中应注意随时盖上浴槽盖, 防止水箱内水被蒸干。

(4) 调温旋钮刻度盘上的刻度并不表示水温, 实际水温应以温度计读数为准。

(三) 分光光度计

WFJ-2000 型和 WFJUV-2000 型分光光度计有透射比、吸光度、已知标准样品的浓度值或斜率测量样品浓度等测量方式, 可根据需要选择合适的测量方式。



以上两种型号的光度计设有自检功能, 自检后波长自动停在 546nm , 测量方式自动设定在透射比方式(T), 并自动调 $100\%T$ 和 $0\%T$ 。在开机前, 须确认仪器样品室内是否有物品挡在光路上; 若光路上有阻挡物将影响仪器自检, 甚至造成仪器故障。

◇使用方法

(1) 连接仪器电源线, 确保仪器供电电源有良好的接地性能。

(2) 接通电源, 至仪器自检完毕, 显示器显示“ $546\text{nm } 100.0$ ”即可进行测试。

(3) 用键设置测试方式: 透射比方式(T), 吸光度方式(A), 已知标准样品浓度值方

式(C)和已知标准样品斜率方式(F)。

(4)用波长设置键,设置所需的分析波长。如果没有进行上步操作,仪器将不会变到想要的分析波长。根据分析规则,每当分析波长改变时,必须重新调整 OA/100%T。2000 型和 UV-2000 型光度计特别设计了防误操作功能:当波长被改变时,第一排显示器会显示“BLA”字样,提示下一步必须调 OA/100%T;当你设置完波长时,如没有调 OA/100%T,仪器将不会继续工作。

(5)根据设置的分析波长,选择正确的光源。光源的切换位置在 335nm 处。正常情况下,仪器开机后,钨灯和氘灯同时点亮。为延长光源灯的使用寿命,仪器特别设置了光源灯开关控制功能,当分析波长在 335nm 至 1000nm 时,应选用钨灯。

(6)将参比样品溶液和被测样品溶液分别倒入比色皿中,打开样品室盖,将盛有溶液的比色皿分别插入比色皿槽中,盖上样品室盖。一般情况下,参比样品放在第一个槽位中。仪器所附的比色皿,其透射比是经过配对测试的,未经配对处理的比色皿将影响样品的测试精度。比色皿透光部分表面不能有指印、溶液痕迹,被测溶液中不能有气泡、悬浮物,否则也将影响样品测试的精度。

(7)将参比样品推(拉)入光路中,按“OA/100%T”键调 OA/100%T,直至显示器显示“100.0”或“0.000”为止。

(8)当仪器显示器显示出“100.0”或“0.000”后,将被测样品推(拉)入光路,这时便可从显示器上得到被测样品的透射比或吸光度值。

(四)电动离心机

在实验过程中,欲使沉淀与母液分开,有过滤和离心两种方法。离心机是利用离心力分离液体与固体颗粒或液体与液体混合物中各组分的一种专用仪器。电动离心机通常分为大、中、小 3 种类型。在此只介绍生物化学实验室使用的小型台式和落地式电动离心机。



◇使用方法

(1)使用前应先检查变速旋钮是否在“0”处。

(2)离心时先将待离心的物质转移到大小合适的离心管内,盛量占管体积的 2/3,以免溢出;再将此离心管放入外套管内。

(3)将一对外套管(连同离心管)放在台秤上平衡,如不平衡,可用小吸管调整离心管内容物的量或向离心管与外套管间加入平衡用水。每次离心操作,都必须严格遵守平衡要求,否则将会损坏离心机部件,甚至造成严重事故。

(4)将以上两个平衡好的套管,按对称位置放到离心机中,盖严离心机盖,并把不用的离心套管取出。

(5)开动时,先开电门,然后慢慢拨动变速旋钮,使速度逐渐加快,对落地式电动离



离心机,可从转速表上液柱的下降得知转速大小。停止时,先将旋钮拨到“0”,不继续使用时,拔下插头。待离心机自动停止后,才能打开离心机盖并取出样品,绝对不能用手阻止离心机转动。

(6)用完后将套管中的橡皮垫洗净,保管好。冲洗外套管,倒立放置使其干燥。

◇注意事项

(1)离心过程中,若听到特殊响声,表明离心管可能破碎,应立即停止离心。如果管已破碎,将玻璃碴冲洗干净(玻璃碴不能倒入下水道),然后换管,再按上述操作重新离心。若管未破碎,也需要重新平衡后再离心。

(2)有机溶剂和酚等会腐蚀金属套管,若有渗漏现象,必须及时擦干净漏出的溶液,并更换套管。

(3)避免连续使用时间过长。一般大离心机用 40min 休息 20 至 30min,小型台式离心机使用 40min 休息 10min。

(4)电源电压与离心机所需的电压一致,接地后才能通电使用。

(五)光学显微镜

光学显微镜是一种精密的光学仪器。当前使用的显微镜由一套透镜配合,因而可选择不同的放大倍数对物体的细微结构进行放大观察。普通光学显微镜通常能将物体放大 1500~2000 倍(最大的分辨力为 $0.2\mu\text{m}$)。

◇使用方法

(1)右手握住镜臂,左手托住镜座。

(2)把显微镜放在实验台上,略偏左(显微镜放在距实验台边缘 7cm 左右处),安装目镜和物镜。

(3)转动转换器,使低倍物镜对准通光孔(物镜的前端与载物台要保持 2cm 的距离)。把一个较大的光圈对准通光孔。左眼注视目镜内(右眼睁开,便于以后同时画图)。转动反光镜,使光线通过通光孔反射到镜筒内。通过目镜,可以看到白亮的视野。

(4)把所要观察的玻片标本(也可以用印有“6”字的薄纸片)放在载物台上,用压片夹压住,标本要正对通光孔的中心。

(5)转动粗准焦螺旋,使镜筒缓缓下降,直到物镜接近玻片标本为止(眼睛看着物镜,以免物镜碰到玻片标本)。

(6)左眼向目镜内看,同时反方向转动粗准焦螺旋,使镜筒缓缓上升,直到看清物像为止,再略微转动细准焦螺旋,使看到的物像更加清晰。

(7)高倍物镜的使用:使用高倍物镜之前,必须先用低倍物镜找到观察的物像,并

调到视野的正中央,然后转动转换器再换高倍物镜。换用高倍物镜后,视野内亮度变暗,因此一般选用较大的光圈并使用反光镜的凹面,然后调节细准焦螺旋。观察到的细胞数目变少,但是体积变大。

(8)实验完毕,把显微镜的外表擦拭干净。转动转换器,使两个物镜偏到两旁,并将镜筒缓缓下降到最低处,反光镜竖直放置。最后把显微镜放进镜箱里,送回原处。

◇注意事项

(1)严禁单手提取显微镜。

(2)若需移动显微镜,务必将显微镜提起再放至适当位置,严禁推动显微镜,使用显微镜时请务必小心轻放。

(3)使用显微镜时坐椅的高度应适当,观察时更应习惯两眼同时观察,且光圈及光源亮度皆应适当,否则长时间观察极易感觉疲劳。

(4)转动转换器时务必将载物台降至最低点,避免因操作不当刮伤接目镜的镜头。

(5)用毕显微镜应将载物台下降至最低点,并将低倍物镜对准载物台中央圆孔处,将电源线卷好,盖上防尘罩,并收入镜箱中。

(六)其他

1. 电子天平是实验室分析或质量控制所必需的仪器,具有称量大、精度高的优点,在较差使用环境下亦可达到精密称量的要求。

2. 干燥箱是一种常用的仪器设备,主要用来干燥样品,也可以提供实验所需的温度环境。干燥箱应用于化工、电子、铸造、汽车、食品、机械等各个行业。

3. 电导率仪是用于精密测量各种液体介质电导率的仪器设备,当配以相应常数的电极时,可以精确测量高纯水电导率。电导率仪广泛应用于各领域的科研和生产。

4. 温、湿度计用来测定环境的温度及湿度,多用于确定产品生产或仓储的环境条件,也可应用于人们日常生活中。

5. pH计是一种常用的仪器设备,主要用来精密测量液体介质的酸碱度值,配上相应的离子选择电极也可以测量离子电极电位MV值,被广泛应用于工业、农业、科研、环保等领域。

◇思考与练习

1. 简述干燥箱和恒温箱的作用和使用注意事项。

2. 简述电动离心机的工作原理。

3. 简述光学显微镜的保养注意事项。



第二节 常见实验技术原理及应用

(一) 同位素标记法

◇原理

借助同位素原子以研究有机反应过程的方法,用于追踪物质的运行和变化规律。用示踪元素标记的化合物,其化学性质不变,科学家通过追踪示踪元素标记的化合物,可以弄清化学反应的详细过程。同位素标记法具有灵敏度高、方法简便、定位定量准确、符合生理条件等特点。

◇应用举例

同位素标记法是利用放射性同位素作为示踪剂对研究对象进行标记的微量分析方法,生物学上经常使用的同位素是组成原生质的主要元素,即 H、N、C、S、P 和 O 等的同位素。

(1) 分泌蛋白的合成和分泌(必修 1P40 简答题)

20 世纪 70 年代,科学家詹姆森等在豚鼠的胰腺细胞中注射 ^3H 标记的亮氨酸。3min 后被标记的亮氨酸出现在附有核糖体的内质网中;17min 后,出现在高尔基体中;117min 后,出现在靠近细胞膜内侧的囊泡中及释放到细胞外的分泌物中。由此发现了分泌蛋白的合成与分泌途径:核糖体→内质网→高尔基体→囊泡→细胞膜→外排。

(2) 光合作用中氧气的来源

1939 年,鲁宾和卡门用 ^{18}O 分别标记 H_2O 和 CO_2 , 然后进行两组对比实验:一组提供 H_2O 和 C^{18}O_2 , 另一组提供 H_2^{18}O 和 CO_2 。在其他条件相同的情况下,分析出第一组释放的氧气全部为 O_2 , 而第二组全部为 $^{18}\text{O}_2$, 有力地证明了植物释放的 O_2 来自于 H_2O 而不是 CO_2 。

(3) 光合作用中有机物的生成

20 世纪 40 年代美国生物学家卡尔文等把单细胞的小球藻短暂暴露在含 ^{14}C 的 CO_2 里, 然后把细胞磨碎, 分析 ^{14}C 出现在哪些化合物中。经过 10 年的努力终于探索出了光合作用的“三碳途径”——卡尔文循环。为此, 卡尔文荣获诺贝尔奖。

(4) 噬菌体侵染细菌的实验

1952 年, 赫尔希和蔡斯以 T_2 噬菌体为实验材料, 用 ^{35}S 、 ^{32}P 分别标记噬菌体的蛋