

国家级实验教学示范中心配套教材

刘 戟 曾凡才 主编

生物化学与分子生物学 实验教程

供临床、基础、预防、口腔、检验、麻醉、药学、
影像、法医等专业使用



科学出版社

国家级实验教学示范中心配套教材

生物化学与分子生物学实验教程

刘 戟 曾凡才 主 编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

生物化学与分子生物学是从分子水平研究生命本质的一门学科,是生命科学的前沿学科,掌握其基本理论及实验已成为探讨疾病的分子机制和防治方法,甚至认识生命现象的必要手段。本书包括三章,第一章是实验室规章制度和实验记录、实验报告,第二章介绍了实验室常用仪器设备、常用试剂及常用实验技术,第三章为具体实验内容,分为基础性实验、融合性实验和创新性实验三大类:基础性实验注重培养学生基本的实验操作能力,使其熟悉生物化学与分子生物学常见的实验方法和手段;融合性实验主要结合学科的不同特色,培养学生综合分析和解决问题的能力;创新性实验主要根据学科的新发展,启发学生开拓思路,并提出解决问题的方案,重点培养学生的独立思考和创新能力。

本书适合医学院校学生使用,也可作为生物化学与分子生物学相关研究人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学与分子生物学实验教程 / 刘戟, 曾凡才主编. —北京: 科学出版社, 2016

国家级实验教学示范中心配套教材

ISBN 978-7-03-050833-1

I. ①生… II. ①刘… ②曾… III. ①生物化学-实验-高等学校-教材 ②分子生物学-实验-高等学校-教材 IV. ①Q5-33 ②Q7-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 289177 号

责任编辑: 刘 畅 / 责任校对: 彭珍珍
责任印制: 赵 博 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京市密东印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 1 月第一次印刷 印张: 11 3/4

字数: 278 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《生物化学与分子生物学实验教程》编写委员会

主 编 刘 戟 曾凡才

副 主 编 傅 强 杨 焯 杨鲁川 刘友平

编 委 (以姓氏笔画为序)

刘 戟(四川大学华西基础医学与法医学院)

刘友平(西南医科大学基础医学院)

严冬梅(西南医科大学基础医学院)

杨 焯(西南医科大学基础医学院)

杨文理(西南医科大学基础医学院)

杨泽宏(四川大学华西基础医学与法医学院)

杨鲁川(四川大学华西基础医学与法医学院)

陈利弘(四川大学华西基础医学与法医学院)

林 佳(四川大学华西基础医学与法医学院)

罗 波(西南医科大学基础医学院)

胡敏珊(四川大学华西基础医学与法医学院)

柳爱华(昆明医科大学基础医学院)

段春燕(西南医科大学基础医学院)

姚富丽(西南医科大学基础医学院)

傅 强(四川大学华西基础医学与法医学院)

曾凡才(西南医科大学基础医学院)

前 言

高等院校教育改革如火如荼，尤其是对创新创业能力的提升有了新的要求。实验教学是创新型人才培养的重要环节。各个院校的实验教学有各自的特点，目前普遍倾向于实验课程独立开课，逐步摆脱实验课程完全依赖于理论教学的传统模式。院校间的相互学习和交流也是非常必要的。在上述背景下，编者联合了四川大学华西基础医学与法医学院、西南医科大学基础医学院及昆明医科大学基础医学院的多位长期坚守在生物化学与分子生物学理论和实验教学一线的老师(主要是年轻教师)，共同编写了本教材。

本教材在内容编写方面，除包括了原有的生物化学与分子生物学课程的主要基础性实验外，还设计了一些融合性实验和创新性实验，目的是让学生通过实验掌握较全面的实验技能，同时能够将各学科的知识贯通起来。此外，从多个角度分层次地展现教学内容，使教学形式活泼生动，教学内容形象直观，学生容易理解相关知识，进而调动学生学习的积极性和主动性，激发学生的创造性思维。这是我们所做出的努力和尝试，希望能取得一定的效果。编者的最终目的是把生物化学与分子生物学实验教学工作做好，努力为培养适应社会发展需要的人才尽绵薄之力。

教材的编写，实际上是给了编者一次机会，以吸取前人的精华，总结实验教学中的经验教训，改正不足。但由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者及同行学者提出宝贵意见，以便及时修正，不胜感激。

编 者
2016 年秋

目 录

前言	
第一章 实验室规章制度和实验记录、实验报告	1
一、实验室规章制度	1
二、实验室安全及防护	2
三、实验记录和实验报告	3
(一)实验记录	3
(二)实验报告	3
四、生物化学与分子生物学实验的绘图要求、方法及实验数据处理分析方法	4
(一)实验报告中的图表	4
(二)实验数据的处理与分析	6
第二章 实验室常用仪器设备、常用试剂及常用实验技术	9
一、实验室常用玻璃仪器的介绍	9
(一)常用玻璃仪器	9
(二)常用玻璃仪器的洗涤	10
二、常用试剂的配制、缓冲溶液与缓冲体系的介绍	11
(一)常用试剂配制要点	11
(二)实验试剂的使用	12
(三)溶液浓度	12
(四)缓冲溶液	12
三、离心技术	14
(一)离心中常用概念	14
(二)离心方法	16
(三)离心机的构造	16
(四)离心机的分类	17
(五)离心机使用注意事项	17
四、分光光度技术	17
(一)原理	17
(二)分光光度计的基本结构	18
(三)分光光度计的应用	18
(四)分光光度计的常用类型	18
(五)分光光度计的使用	19
五、层析技术	20
(一)层析原理	20
(二)层析分类	22

(三) 主要的层析技术	24
六、电泳技术	32
(一) 电泳的基本原理	32
(二) 影响电泳的因素	32
(三) 电泳的分类	33
(四) 常用的电泳技术	34
七、PCR 技术	37
(一) PCR 技术的基本原理	37
(二) PCR 技术操作要素	38
(三) PCR 技术所需仪器设备	41
(四) 各种 PCR 技术的变体	42
八、细胞培养技术	42
(一) 设施器材及培养基	43
(二) 细胞培养常规操作	44
(三) 细胞培养具体流程	44
(四) 注意事项	46
(五) 细胞培养方式	47
(六) 细胞培养存在的不足	47
九、其他常规仪器设备的使用	47
(一) 移液器	47
(二) 酶标仪	49
(三) 水浴锅	51
第三章 实验项目	53
第一节 基础性实验项目	53
一、蛋白质定量分析实验	53
实验一 考马斯亮蓝 G-250 法测定蛋白质含量	53
实验二 BCA 法测定蛋白质含量	54
实验三 Folin-酚试剂法 (Lowry 法) 测定蛋白质含量	56
实验四 紫外分光光度法测定蛋白质含量	58
二、层析分离纯化实验	59
实验五 血清 γ -球蛋白的分离纯化与鉴定	59
实验六 血清脂质的薄层层析	62
三、电泳实验	64
实验七 血清蛋白醋酸纤维素薄膜电泳及定量分析	64
实验八 心、肝、肾组织乳酸脱氢酶同工酶的电泳分离	66
实验九 聚丙烯酰胺凝胶电泳分离血清蛋白	69
实验十 SDS-PAGE 测定蛋白质相对分子质量	75
四、酶学实验	78
实验十一 碱性磷酸酶的分离、纯化与比活性测定	78

实验十二 酶促反应动力学实验	83
实验十三 MMP-2 和 MMP-9 表达的明胶酶谱分析	90
五、物质代谢实验	92
实验十四 胰岛素和肾上腺素对血糖浓度的影响	92
实验十五 肝糖原的提取与鉴定	97
六、分子生物学实验	99
实验十六 组织细胞基因组 DNA 的提取	99
实验十七 质粒 DNA 的提取、定量、电泳与酶切鉴定	101
实验十八 核酸含量的测定	105
实验十九 PCR 扩增目的基因	109
实验二十 DNA 琼脂糖凝胶电泳及限制性内切核酸酶酶谱分析	112
第二节 融合性实验项目	114
一、免疫生化技术	114
实验二十一 凝集反应	114
实验二十二 沉淀反应	119
实验二十三 免疫扩散和免疫电泳	125
实验二十四 酶联免疫吸附实验	131
实验二十五 免疫胶体金实验	135
二、分子生物学、细胞生物学、生物化学整合实验	139
实验二十六 培养细胞或组织总 RNA 的提取及 RT-PCR 扩增目的基因	139
实验二十七 培养细胞绿色荧光蛋白基因转染及荧光显微镜检测 表达效率	146
实验二十八 蛋白质印迹(Western blot)实验	150
第三节 创新性实验项目	159
实验二十九 基因克隆与重组表达质粒的构建	159
实验三十 基因重组表达质粒在原核细胞中的表达、纯化与鉴定	164
实验三十一 基因重组表达质粒在真核细胞中的表达与检测	168
实验三十二 免疫酶组织(细胞)化学技术	172
实验三十三 免疫荧光细胞化学技术	175
参考文献	178

第一章 实验室规章制度和实验记录、实验报告

一个井然有序、组织严密的实验室，是实验教学和实验操作顺利进行的必要保障。实验室的规章制度是为了加强对实验室操作人员的有效管理，保证实验安全进行而制定的管理办法。

实验报告是对实验操作和实验结果的记录。其中，实验原理、实验过程、实验结果的记录、分析和讨论等方面应该严格按照研究论文的格式和要求进行书写。认真学习实验报告的书写和实验数据的处理分析，可以为撰写学术论文奠定良好的基础。

一、实验室规章制度

(一) 进行实验前认真预习实验内容，明确实验目的和实验要求，掌握实验原理，了解实验步骤。

(二) 提前 5min 到实验室，不迟到，不早退。

(三) 进入实验室应穿工作服。实验室内不得穿拖鞋，不得披散头发。

(四) 进入实验室后，应自觉遵守实验室纪律，维持实验室秩序，保持实验室安静，不得打闹喧哗。

(五) 在实验过程中，注意保持操作台、称量台、药品架、水槽的整洁，仪器、药品、试剂要排列整齐。

(六) 使用药品或试剂时应先辨明标签，明确所需药品或试剂的浓度或用量。

(七) 不要过量使用药品或试剂，严防不同药品或试剂间的交叉污染。药品或试剂使用完毕后需放回原处。有塞子的药品或试剂在使用完毕后需立即盖上瓶塞，不同药品或试剂的瓶塞不得混用。

(八) 未经教师许可，不可任意搬动实验室中的仪器设备。使用精密仪器，如分光光度仪、离心机、电泳仪等设备时应严格遵守操作规程，需要时应事先完成培训。发生故障应马上停止使用，立即向教师报告，严禁擅自处理。

(九) 常规废弃液体，如水、弱酸、弱碱等可直接倒入水槽。强酸、强碱溶液必须先用水稀释后方可倒入，并在倒入后用大量自来水冲洗水槽和下水道。特殊有机试剂或易燃易爆物残渣的废弃或回收需在教师的指导下进行。固体或带沉淀的废弃物，如废纸、移液器吸头、凝胶等，应放入废物桶，不得倒入水槽或乱扔。

(十) 每次实验结束后，应立即整理仪器设备和操作台，并清洗玻璃仪器。使用和洗涤玻璃仪器时，应小心谨慎，防止损坏。试管、烧杯等洗净后需倒置放好。擦拭干净操作台面，检查设备、仪器是否正常关闭，并关闭实验室电源后，方可离开实验室。离开时应关好门窗。

(十一) 未经许可，实验室的一切物品严禁带出实验室。

(十二) 每次实验完毕后，学生轮流值日。值日的学生或小组需负责当天整个实验室的卫生和安全检查。

(十三) 如实记录实验数据与结果，并展开相关讨论，完成实验报告。

二、实验室安全及防护

实验中,会经常接触有毒、有腐蚀性、易燃烧的化学试剂,常使用易碎的玻璃仪器,并需要使用加热装置或精密仪器。因此,必须十分重视实验室的安全及防护。

(一)进入实验室应穿工作服。实验室内不得穿拖鞋,不得披散头发。严禁打闹。

(二)实验室内严禁进食和饮水。实验室的所有容器不得用以盛放食物和饮料。实验室的冰箱、冰柜里不可存放食物。

(三)开始操作前,需清楚实验室中电闸的位置及出口和(或)紧急出口的位置。

(四)实验过程中严格遵从教师的指导,认真仔细地按照标准操作规程进行实验。不清楚的地方应在与教师讨论后再继续。

(五)取用、称量药品或试剂时,注意不要将药品或试剂洒落在天平或操作台面上,尤其是具有强腐蚀性或强毒性的药品或试剂。

(六)对易燃易爆或有毒物品的操作,必须在具备安全防护措施的条件下进行,如戴好防护手套、防爆面具、帽子、安全眼镜等。

(七)实验室内严禁吸烟。使用酒精灯、电炉、水浴锅等加热设备时,在离开实验室之前必须关闭。不得直接加热乙醇、丙酮、苯、金属钠等易燃化学品,放置和操作时也应远离火源。

(八)在使用容器加热前,应首先检查容器是否耐热。例如,细口瓶和容量瓶都不是耐热玻璃制成的,过热时可能发生炸裂。加热时还应注意保持容器底部受热均匀。

(九)易燃易爆物的残渣,如金属钠、白磷等,不得倒入污物桶或水槽,应在教师的指导下回收至指定容器中。

(十)使用电器设备,如电泳仪、离心机、电炉等,不可用湿手操作,严防漏电。仪器设备运行中,实验人员不得全部离开实验室。

(十一)实验中会产生烟雾、有害气体或刺激气味的步骤,应在通风橱中进行,并保持操作过程中室内通风良好。

(十二)在抓取和固定实验动物时,保证操作规范,确保操作人员的安全与实验动物的舒适。可事先进行一定的训练,并在操作时戴厚手套,保证抓取动作的安全、迅速、准确。严禁恐吓或激怒动物。

(十三)实验完毕后,立即关闭水、电、气阀门,关好门窗,值日的学生或小组仔细检查并向教师汇报后方能离开实验室。

(十四)实验室突发事件应急处理预案

1. 火灾应急处理:实验中一旦发生了火灾,应保持镇静,切忌惊慌失措。立即切断室内一切火源和电源,根据具体情况正确地进行抢救和灭火,疏散人员,并及时拨打火警电话(119)及急救电话(120)。

(1)可燃液体燃烧时,应立即拿开附近一切可燃物质,关闭通风器,防止扩大燃烧。

(2)汽油、乙醚、甲苯等有机溶剂着火时,应用石棉布或沙土扑灭。

(3)金属钾、钠或锂着火时,可用干砂、石墨粉扑灭。

(4)电器设备导线等着火时,应先切断电源,再用1211(二氟一氯一溴甲烷)灭火器灭火。

(5)衣服着火时,切忌奔跑,应立即用石棉布或厚外衣盖熄,或者迅速脱下衣服,火势较大时,应卧地打滚以扑灭火焰。

2. 中毒应急处理：实验室中常见剧毒物有氟化物、砷化物、乙腈、汞等。中毒的常见原因是不慎吸入、误食或皮肤接触。如果实验过程中出现咽喉灼痛、恶心呕吐、皮肤红肿等症状时，可能是中毒所致，在应急处理后应立即前往医院治疗。

(1) 对于吸入毒物的中毒者，应立即离开中毒现场转移至安全地带，解开领口，使其呼吸畅通。

(2) 对于误食毒物的中毒者，须立即使用清水或药物引吐，昏迷者需马上送往医院进行洗胃。

(3) 对于接触毒物的中毒者，禁用乙醇等有机溶剂擦拭皮肤。

3. 外伤应急处理：

(1) 一般割伤时，取出伤口异物，保持伤口清洁后可涂抹外伤药并进行包扎。严重割伤时需先进行止血，然后立即送往医院进行处理。

(2) 一般烫伤或烧伤时，在不弄破伤处皮肤的情况下进行消毒，再涂抹烫伤药物或进行包扎。严重烫伤或烧伤需在紧急处理后立即送往医院救治。

(3) 化学物品如酸或碱灼伤时，需立即用大量清水冲洗伤处，并以中和剂中和酸或碱溶液，再以大量清水冲洗。严重时需在紧急处理后立即送往医院救治。如果腐蚀性试剂或溶液进入眼睛，应立即用大量清水做局部冲洗，并送往医院救治。

(4) 发生触电时，应迅速切断电源，保持触电者呼吸畅通，并进行人工呼吸。然后立即送往医院救治。

三、实验记录和实验报告

实验结果的记录和实验报告的书写能够培养学生科学的思维方式和解决问题的能力，也可以培养其探求真知、尊重科学事实和真理的学风，扩大对相关理论的认识。因此，如实做好实验记录并认真撰写实验报告是生物化学与分子生物学实验的一个重要环节。

(一) 实验记录

1) 准备专用的实验记录本。在实验开始前认真预习，在记录本上以流程图等形式记录实验操作步骤，并准备好数据记录表格或格式，以避免在记录中造成不可挽回的损失。

2) 实验记录本不得撕毁和涂改，需要修改时可划去重写。实验记录不得用铅笔书写。同组的同一实验的相关记录必须一致。

3) 应及时、简练、详尽、清楚地记录实验中观测到的每一个现象和结果，以及测得的所有数据。实验记录字迹应整洁清楚，条理应明确清晰，记录应客观真实。

4) 实验记录应包括实验条件的记录，如所用仪器的型号、编号、生产厂商和仪器的精度，所用试剂或药品的名称、规格、分子量、浓度等，以便在总结实验时进行核对。

5) 实验结果的记录要注意有效数字。

(二) 实验报告

1) 实验报告应写在专用的实验报告纸上，不要用作业本或其他片页纸代替。

2) 实验报告必须及时、规范、完整。书写端正、图表清晰。必须独立完成, 严禁抄袭。

3) 实验报告的基本内容应包括:

A. 实验名称。

B. 实验目的。应用简洁的语言归纳和陈述实验的具体目的, 如学会哪些操作, 完成哪些训练, 掌握哪些知识等。

C. 实验原理是实验目的背后的科学依据。在书写实验原理前, 必须明确实验的性质是定性还是定量, 再使用总结性的语言阐述其背后的原理。也可用反应方程式、简单示意图、列表或流程图来表示。

D. 实验材料。主要记录每个实验中的主要仪器或特殊仪器, 如一些精密仪器或设备。另外, 实验所需的主要试剂或特殊试剂也应注明在实验材料中。但一般玻璃仪器、刻度滴管、加样器、蒸馏水等无需记录。

E. 实验方法, 即实验的操作步骤。操作步骤需翔实、精确、客观地记录每一个细节, 使读者可依照记录重复实验。例如, 离心所需的转速与时间, 静置的温度和时间, 加入的特殊试剂等。除了记录实验的操作细节之外, 还应注明哪些步骤是应当特别仔细或需要防护措施的。步骤多的实验也可使用流程图或表格等方式来表示。

F. 实验的结果和结论紧密联系。实验结果是实验中所观察到的现象或测得的原始数据和图表, 实验结论则是通过分析、计算实验结果而推导出的判断。

实验结果的记录要求翔实客观, 必须是通过实验操作得出的数据、图表或观察到的现象而得出的结果, 不能凭空想象或是杜撰, 也不能随意篡改。需要进行计算的部分应写出计算过程。而实验结论的推导必须正确, 并符合逻辑, 同时, 实验结论也应该是与实验目的相对应的总结性语言。

实验讨论是整个实验报告中最重要的一部分, 可以反映记录者的专业理论知识、实验观察能力、分析和解决问题的能力。在讨论部分, 重点是对实验中所获得的结果和结论进行分析, 并与预期结论或其他实验者的结论进行比较, 还要对整个实验环节, 尤其是操作步骤进行回顾和剖析, 阐述可能导致相同或差异结果的原因。对于已经出现的问题, 应尽可能提出解决或改进的方法。另外, 实验讨论中, 也可以提出自己的独特观点和分析。

四、生物化学与分子生物学实验的绘图要求、方法及实验数据处理分析方法

(一) 实验报告中的图表

实验报告中, 除了文字外, 还可以使用图表的形式来描述实验结果。规范、美观的图表对于准确反映实验结果和结论十分重要。

1. 制图

柱状图、饼状图、折线图、散点图等常用于实验报告或科研论文中描述结果。这些图形可以形象、直观、简洁地表达丰富的结果, 并突出重点。例如, 家兔注射胰岛素前后血糖浓度的变化可绘制为柱状, 如图 1-1 所示。

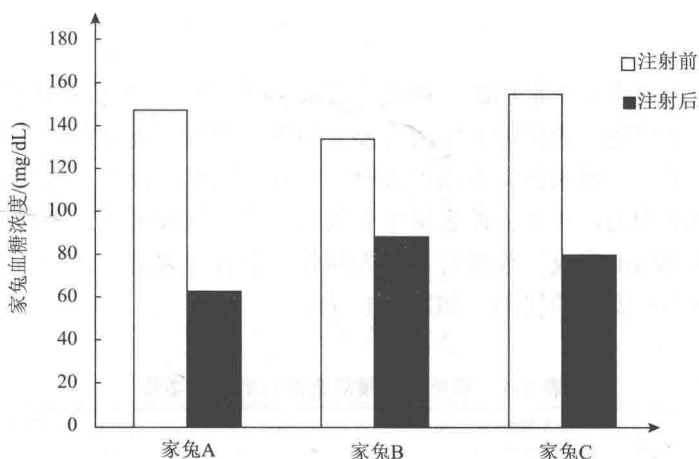


图 1-1 家兔注射胰岛素前后的血糖浓度

除常用的 Excel 外, Graphpad Prism 也是十分常用的重要绘图工具。Graphpad Prism 是一款集数据分析和作图于一体的数据处理软件。它的优势在于可以在软件中利用直接输入的原始数据, 自动进行基本的统计分级, 并获得高质量的科学图表, 也可以与 Word 衔接自动更新统计图。而且, Graphpad Prism 的操作十分简单, 与 Excel 一样都是通过点选菜单来实现的, 其界面也类似于 Excel(图 1-2)。在其绘图菜单中, 还有配色、图形、标题、轴线、背景、方向等多种个性化选择, 达到美化的作用。另外, Graphpad Prism 所绘制的图表还可以在输出时任意排版并设置高分辨率。

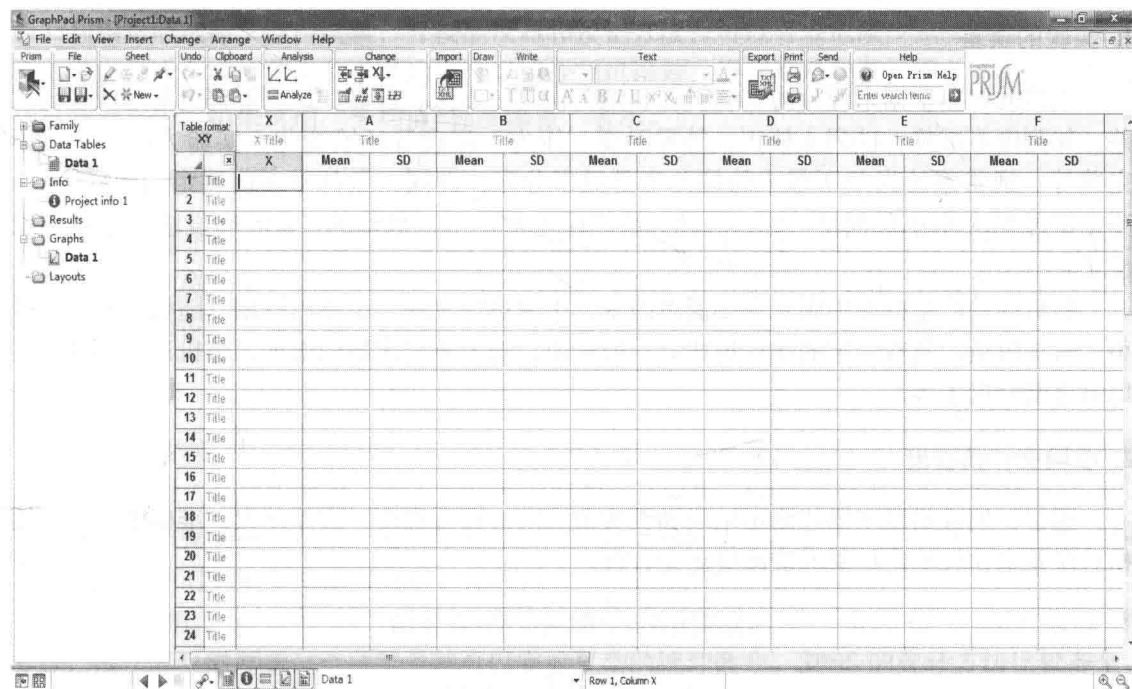


图 1-2 Graphpad Prism 操作界面

除了 Graphpad Prism, 常见的绘图工具还有 SPSS、Origin、SAS 等。

2. 表格

表格是实验报告或论文中常用的一种表达方式,便于阅读、分析和比较隶属或对比关系,能够取代烦琐的文字叙述。表格的文字内容要求精炼、清楚。表格中的数据必须是来自实验的准确、客观的记录。一般来说,表格由表题、项目、数据、线条、表注等组成。科学研究中常用表格的规范格式为三线表,即表格中有顶线、项目线和底线,但没有竖线和斜线。三线表的绘制可使用 Word 完成。绘制时,可先制作一个普通表格,然后右键点击表格,选择“边框和底纹”,隐去不需要的线条,如表 1-1 所示。

表 1-1 家兔注射胰岛素前后的血糖浓度

实验	注射前血糖浓度/(mg/dL)	注射后血糖浓度/(mg/dL)
家兔 A	146.67	62.67
家兔 B	133.45	88.37
家兔 C	154.93	79.29

注:以上结果为 3 次独立实验结果。

(二) 实验数据的处理与分析

对实验所得的数据和信息进行正确的分析和处理是解决问题的关键,但由于误差的存在,实验测定所得的结果往往与客观存在的真实值之间存在一定的差异。

1. 实验的误差

实验的误差根据来源分为系统误差和随机误差。方法、仪器、试剂等都可能造成系统误差,如刻度不准确,砝码未校正,外界温度、压力、湿度等环境变化,实验方法本身的不完善等。通常系统误差所带来的偏差不是概率分布,即同一条件下多次测定同一样本时,测定误差的大小正负保持一定。因此,系统误差常是可以估计的,并能够设法减小或加以校正。

随机误差产生的原因则是一些偶然因素,本身难以发现,也难以控制。随机误差时大时小、时正时负,具有一定的统计规律。一般来说,随着测定次数的增加,随机误差的算术平均值逐渐趋近于零。

2. 准确度和精密度

通常,用准确度来描述测定结果和真实值之间的接近程度。误差越大,准确度越低。用相对误差来比较测定结果的准确度更为合理。

$$\text{绝对误差} = \text{个别测定值} - \text{真实值}$$

$$\text{相对误差} = \frac{\text{个别测定值} - \text{真实值}}{\text{真实值}} \times 100\%$$

同时,用精密度体现测定结果的再现性。精密度用偏差表示,偏差越小,精密度越高。

绝对偏差=个别测定值-测定平均值

$$\text{相对偏差} = \frac{\text{个别测定值} - \text{测定平均值}}{\text{测定平均值}} \times 100\%$$

如果对同一试样进行了 n 次测定, 测得结果分别为 X_1, X_2, \dots, X_n , 则:

$$\text{算术平均值 } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$\text{算术平均偏差 } \delta = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n}$$

$$\text{相对平均偏差} = \frac{\delta}{\bar{X}} \times 100\%$$

$$\text{标准偏差 (标准偏差越小, 偏离平均值就越少)} S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

3. 数据表示方法

利用对照试验、空白试验, 并校准仪器和校正方法, 可以有效地减少系统误差。而在实验中采取多次 ($n \geq 3$) 测定并求平均值可以减少随机误差, 提高准确程度。因此, 在实验报告和科研论文中, 结果常用“平均值 \pm 标准偏差”表示。

4. 正确处理实验数据

由于不遵守标准操作规程和规则, 或在记录测定结果时粗心大意而造成的结果偏差会导致获得错误的测定值。错误的结果常远远偏离真实值, 在分析时不可用。因此, 对于肯定是错误的测定数据在分析时要予以剔除。对于怀疑是错误的的数据, 要重复实验来验证。

5. 常用软件

常用的数据分析软件有 Excel、SAS 和 SPSS 等。Excel 是数据分析中最基础、最易掌握的软件, 图形工具也很强大, 但不适宜做大型的统计分析。SAS 具有十分完备的数据访问、数据管理和数据分析的功能, 是国际上公认的数据统计分析标准软件。但 SAS 由汇编语言编写而成, 使用时通常要求编写程序, 比较适合专业的统计人员使用。

与 SAS 相比, 同样作为常用统计软件, SPSS 操作就比较方便。它的界面与 Excel 类似(图 1-3), 操作者只需要通过点选菜单就可以完成复杂的统计命令。SPSS 的统计方法比较齐全, 仅 SPSS Base 模块就提供了多重统计分析方法, 如统计描述、偏相关分析、多元回归、非参数检验等。输出结果比较直观, 还可以同时绘制图形和表格。可以满足绝大多数生物化学与分子生物学相关实验结果分析的要求。



图 1-3 SPSS 操作界面

(林 佳)

第二章 实验室常用仪器设备、常用试剂及常用实验技术

一、实验室常用玻璃仪器的介绍

实验过程中会使用到各种玻璃仪器，本部分对常用玻璃仪器的名称、规格、使用和洗涤方法进行简要介绍。

(一) 常用玻璃仪器

1. 量筒和量杯

量筒和量杯是生物化学与分子生物学(后简称“生化”)实验室常用的计量玻璃仪器，多用于量取数量要求不甚精确的液体，其规格主要有 5mL、10mL、25mL、50mL、100mL、250mL、500mL、1000mL、2000mL 等多种。量杯呈圆锥形，带倾出嘴。量筒为圆柱形，有具嘴和具塞无嘴两种形式。量筒和量杯一般都用于配制定性试剂和普通试剂。

2. 容量瓶

容量瓶是容量仪器，主要用于配制各种要求较精确的分析试剂或标准试剂。其规格有 10mL、50mL、100mL、200mL、250mL、500mL、1000mL、2000mL 等多种。容量瓶分无色和棕色两种，不能直接加热，也不能用高温烘烤，否则易造成误差。

3. 刻度吸管

刻度吸管又称吸量管或吸管，是一种有精确刻度的直形玻璃管。其精确度较高，使用灵活方便。其规格主要有 0.1mL、0.5mL、1.0mL、2.0mL、5.0mL、10.0mL 等几种。刻度吸管有刻度到尖端和刻度不到尖端两种。刻度到尖端的又分为“吹”和“不吹”两种。刻度吸管是生化实验室最常用的容量仪器之一，应正确掌握其使用方法。

刻度吸管的使用方法：应选择合适的吸管，一般选择容量等于或略大于需量取体积的吸管。使用时，一般以右手持吸管，左手持吸球。右手拇指、中指、无名指及小指固定吸管，食指放在吸管上口旁，吸液时保持吸管平衡，吸液后随时压盖上口。将吸管尖端插入试剂液面以下 2~3cm，用吸球将液体小心吸入，使液面超过吸管最上面的刻度 2~3cm，移开吸球，同时右手食指快速按住管口。吸入液体后，吸管内液体形成一个向下的弯月形液面。当视线与液面在同一水平线上时，弯月面(液面)下缘所处的刻度即为管内液面的读数。轻轻移动食指，调节管内液体至吸管的容量或需求的体积数量，用吸水纸或滤纸片吸干吸管外壁黏挂的液体，然后将所需数量的液体小心放入目标容器内。