

多方位做好实验辅助提升教学质量

陈玉清^{1,*}, 邵文尧²

¹ 厦门大学化学国家级实验教学示范中心, 福建 厦门 361005

² 厦门大学化学化工学院化学工程与生物工程系, 福建 厦门 361005

摘要: 以实验技术人员的视角, 从不同实验环节出发, 全面总结实验辅助工作, 并提炼为实验辅助大三部曲和小三部曲。该方面的工作体系源于实验室开设的“化学生物学综合实验”, 反哺了实验室多门实验课程, 取得了良好的效果, 促进了实验教学质量的提升, 同时也为环境育人创造了有利的条件。

关键词: 化学生物学; 实验辅助; 教学质量; 环境育人; 综合实验; 生物化学实验

中图分类号: G64; O6-3

Multi-Aspect Experiment Assistant Jobs to Improve Teaching Quality

CHEN Yuqing^{1,*}, SHAO Wenyao²

¹ National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian Province, P. R. China.

² Department of Chemical and Biochemical Engineering, College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian Province, P. R. China.

Abstract: For the perspective of laboratory teaching technicians, the laboratory teaching auxiliary work was comprehensively summarized into a big and small trilogy by considering different experimental links. The work system stems from the comprehensive experiment of chemical biology and provides guidance for many other experimental courses. It facilitates the improved laboratory teaching quality and favorable conditions for environmental education.

Key Words: Chemical biology; Experimental assistance; Teaching quality; Environmental education; Comprehensive experiment; Biochemistry laboratory

实验辅助是实验技术人员工作的主体, 包括实验室的建设与管理、仪器设备和试剂耗材的准备、辅助教学等多方面的工作, 是一项复杂的系统工程。实验辅助贯穿于整个实验教学过程中, 是实验顺利开展的重要保证。良好的实验教学质量离不开高质量的实验辅助工作^[1-4]。实验辅助工作还可以改善实验环境, 为环境育人创造有利条件。《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》(以下简称“国标”), 是教育部发布的我国高等教育领域首个教学质量国家标准。国标对专业教学实验室的环境等方面提出了明确的要求。良好的实验环境有利于学生创新能力和综合素质的培养^[5-7], 实验室管理规范化对培养学生严谨扎实的工作作风和科学态度具有重要作用。文章就厦门大学化学生物学专业实验室(以下简称“化生实验室”), 以实验技术人员的视角, 从不同实验环节出发, 全面总结实验辅助工作, 并提炼为实验辅助大三部曲和小三部曲。大三部曲具体分为开学前的预备工作、授课

收稿: 2018-10-19; 录用: 2018-11-26; 网络发表: 2018-12-06

*通讯作者, Email: chenyzq@xmu.edu.cn

基金资助: 国家基础科学人才培养基金(J1310024); 2017 年福建省本科高校教育教学改革研究项目(FBJG20170277); 2016 年福建省本科高校教育教学改革研究项目(生物工程专业实验精品资源共享课建设项目)

周期中精心辅助和学期末的总结提炼。小三部曲也称授课周期三部曲,具体表现为上课前积极准备、上课中认真辅助和上课后及时整理与小结。该实验辅助工作体系源于化生实验室开设的“化学生物学综合实验”(96学时),反哺了实验室“生物化学实验A”(96学时)、“生物化学实验B”(64学时)等多门实验课程,取得了良好的效果,促进了实验教学质量和育人水平的提升。

1 积极做好预备工作

凡事预则立,不预则废,实验室辅助工作自然也不例外。预备工作在开学初或前一学期末进行,是大三部曲的第一部,也是实验辅助工作的首要环节,是后续相关工作的重要基础与前提。

1.1 加强制度建设,提升实验室管理与服务水平

实验室制度是实验室科学管理和高效运作的有力保障。实验室应不断完善制度建设,以满足实验室体系不断发展的需要。只有不断加强实验室制度建设,提升实验室管理和服务水平,才能保证实验教学质量的稳步提升。化生实验室拥有多层次的管理制度,校、院和实验中心相关管理制度为化生实验室的运作提供了基本的保障;同时,结合自身实际情况,化生实验室制定了系列管理制度(详见表1),保证实验室工作的高效开展。

表1 化学生物学专业实验室管理制度(实验室制定)

序号	管理制度
1	化学生物学专业实验室管理条例
2	化学生物学专业实验室实验教学基本要求
3	化学生物学专业实验室教学贵重仪器对外开放管理办法
4	化学生物学专业实验室资产管理办法
5	科研人员使用教学实验室协议

1.2 全面做好实验设备检查和保养

实验设备是实验教学顺利开展的基本条件之一,实验室应做好实验设备的检查和保养工作,保证设备的正常运转。开学初,实验室应详细检查实验设备的数量、存放情况、运行状况和相关软件的运行状况,发现问题须及时修复或补缺。同时,实验室需要做好实验设备的清洁和保养工作,使设备处于良好的运行状态,延长设备的使用寿命。

化生实验室实验设备的维修一般分两个层次进行,即实验室维修和工程师上门维修。仪器维修优先由实验技术人员进行,无法修复的再联系相关工程师上门服务;相关费用由实验教学经费支付,部分大额费用可向学院申请。部分仪器设备因年久等多方面因素无法继续使用,需要及时更新;因为实验项目调整,仪器设备出现不足,则需要及时添置或补缺。实验室仪器设备购置经费主要来源于中央修购专项或其他专项经费,部分急需设备可由教学经费或向学院申请其他经费购置。化生实验室成立于2006年,购置仪器设备200多台/套,后经多次的更新与补缺,尤其是2013年以来得到多次中央修购专项和学院专项经费的支持,大部分早期设备都得到了更新,未更新设备也都处于较好的运行状态。在校、院、实验中心的大力支持和实验室的认真保养下,化生实验室的仪器设备基本完好。

1.3 更新试剂耗材需求档案,做好补充工作

试剂耗材需求档案是化生实验室的特色档案,是实验教学档案的重要组成部分,是实验室基础档案之一。每当首次承接实验课程时,化生实验室都会建立试剂耗材需求档案。试剂耗材需求档案主要包括需求明细表、采购信息表和采购明细表(见表2,试剂需求明细表截图见图1)。试剂耗材需求档案每年进行必要的更新或修订,有效保证了试剂耗材准备与补充的科学化、规范化和标准化。

表 2 试剂耗材需求档案

项目	备注
试剂需求明细表	主要包括每个实验项目需要的试剂名称、需求量和课程总需求量，还有实验室库存底线(库存底线一般为课程试剂需求量的 150%–200%，是确定是否需要补充的重要指标)
耗材需求明细表	包含耗材名称、规格和总需求量
试剂采购信息表	主要包括试剂名称、纯度、包装和参考货号/单价/代理商/试剂简要说明等
耗材采购信息表	主要包括耗材名称、型号、包装和参考货号/单价/代理商/简要说明等
试剂采购明细表	历年的采购明细，是试剂采购的重要参考资料
耗材采购明细表	历年的采购明细，是耗材采购的重要参考资料

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	化学生物学综合实验试剂需求表 更新20180926											
2	说明：“用量”为每个实验配制相关溶液的试剂使用量，对应溶液体积为“配制量”；“年需量”为各实验需求量的总和。											
3	编号	品名	分子量	年需量 (g或ml)	库存底线 (g或ml)	备注	实验 3.1 用量 (g或 ml)	质粒 每组使用 /配制量	实验 3.2 用量 (g或 ml)	PCR 每组使用/ 配制量	实验 3.3 用量 (g或 ml)	转化 每组使用 /配制量
4												
5	110001	NaOH		120.00	200		20	/100ml				
6	110002	HCl (浓盐酸约12 mol/L)		25.00	50		25	/100ml				
7	110003	三羟甲基氨基甲烷(Tris)	121.14	12.10	30		12.1	/500ml				
8	110004	乙二胺四乙酸二钠(EDTA-2Na)	372.24	37.20	80		37.2	/1L				
9	110005	NaCl		150.59	300		10.585				100	
10	110006	D-葡萄糖-水	198.17	0.99	5		0.99	/100ml				
11	110007	十二烷基硫酸钠(SDS)	288.38	2.00	5		2	/100ml				
12	110008	乙酸钾(Potassium Acetate)	98.14	29.44	60		29.44	/100ml				
13	110009	冰乙酸(17.5mol/L)		411.42	800		11.42	/100ml			200	

图 1 试剂需求明细表截图(部分)

在实验辅助预备阶段，实验技术人员应熟悉教学内容，根据实验讲义的修订情况，提炼实验课程所需试剂耗材，及时更新试剂耗材需求档案，同时认真做好实验室试剂耗材库存的清查工作。在前面工作的基础上，及时有计划地做好新学期试剂耗材的补充和有序存放工作。

1.4 参与助教(教学助理)培训，做好预实验

实验助教由研究生担任，是实验教学中的重要角色之一，是大班实验教学中师资力量的重要补充；助教培训已成为很多高校实验室的常规工作之一^[8-12]。厦门大学本科教学基本规范(厦大教[2005]26 号)要求担任助教的研究生必须经过学院或学校组织的助教培训，并履行约定的岗位职责。生化实验室助教的培训工作由任课教师负责，实验技术人员参与；助教的考核参照厦门大学学生教学助理聘任管理办法(厦大学[2008]64 号)进行。助教在实验室培训的基本工作主要有：熟悉实验室的各项管理制度和日常运作情况；熟练掌握相关仪器设备的基本操作；实验预做，熟悉实验目的、原理和实验步骤，尤其是关键步骤和实验安全问题等。

预实验是实验准备的试金石，并和实验准备一起构成实验教学顺利进行的双重保障。预实验在实验教学中具有极其重要的作用^[13-16]，并体现于多个教学环节中。在新试剂换代或实验方案的修订过程中，预实验更是功不可没。通过预实验，实验室可以对新试剂作出合理评价以决定是否采用，或检验实验方案修订是否合理，并及时更新试剂需求档案。预实验还可以有效促进代课教师和助教对教学的指导和实验技术人员的经验积累。根据实验室的具体情况，相对成熟实验项目的预实验亦可安排在项目开课 2–3 周时进行。

2 认真做好授课过程中的实验辅助工作

授课过程中的辅助工作是实验辅助的主体，是实验辅助的关键环节，是实验辅助的小三部曲。小三部曲是开展实验教学的基础与保障，是实验技术人员最重要的工作之一，其完成的好坏直接影

响到教学服务的质量^[17]。

2.1 课前积极准备

试剂耗材准备是实验准备的主体与核心。试剂耗材准备涉及面广，是较为复杂的系统工程，要求实验技术人员有较高的综合素质和业务能力。首先，实验技术人员必须十分熟悉实验项目的基本内容，掌握试剂耗材的需求情况和实验对各种试剂耗材的具体要求；再者，实验技术人员必须熟悉相关试剂的基本性质和安全隐患，掌握试剂的配制方法和注意要点；实验技术人员还得熟练掌握相关耗材的基本情况、特性和使用方法等。

课前准备还包括相关设备的检查。实验项目开课前 2–3 周，实验室须对项目所需设备进行全面检查，并于上课前一天再次检查，及时处理设备存在的问题，保证其处于良好的运行状态。

鉴于课前准备的重要性和复杂性，化生实验室针对各门实验课程分别建立了“实验准备”档案(截图见图 2)。“实验准备”档案是化生实验室的又一特色档案，涵盖了课前准备各个方面的信息，主要包括仪器的种类、型号和数量，耗材的种类、规格和数量，试剂配制的基本情况(特性、实际用量、准备用量、配制方法与注意事项、分装情况、试剂瓶、保存条件等)和备注(实验准备的特别要求和注意事项)。“实验准备”档案保证实验准备的科学性、规范性和系统性，提高了实验准备的效率和质量。

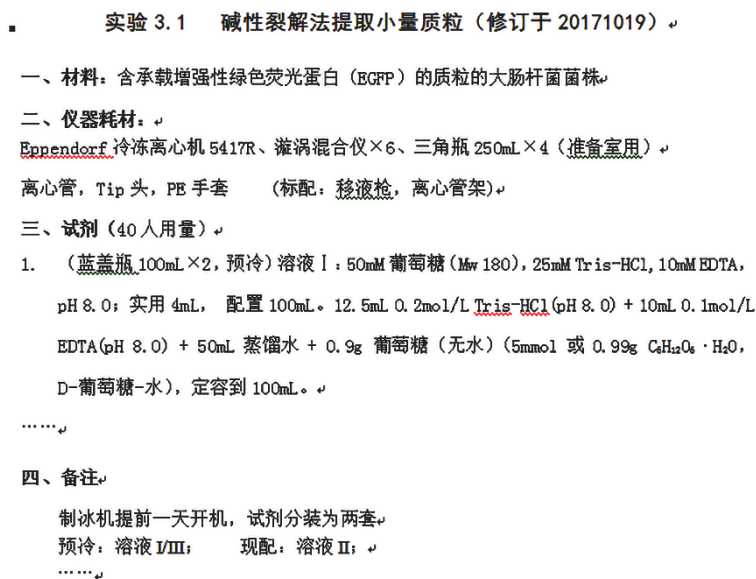


图 2 实验准备档案截图(部分)

2.2 上课时认真辅助教学

辅助教学是实验辅助的关键环节，是实验辅助在学生培养中的具体体现。实验课上，实验技术人员可以协助指导学生实验，帮助学生养成良好的实验习惯，并及时处理实验中临时出现的实验辅助相关问题。实验教学不仅仅限于实验教材中的内容，实验教师一般会结合其他相关知识点，为学生构建较为全面的立体知识结构；实验技术人员可借此机会，认真听课，提升知识储备和实验技能。

2.3 课后及时整理与小结

课后整理包括实验室的清洁、仪器设备的检查与复位、实验项目相关试剂耗材的整理等。课后整理是保持实验室整洁的重要环节，也是下次实验的基本保证。每次实验结束后，实验技术人员应与上课师生一起认真做好相关的整理工作，促使学生养成良好的实验习惯。

及时小结是提升实验辅助水平的有效途径。每次实验课后，实验技术人员应及时认真小结该实

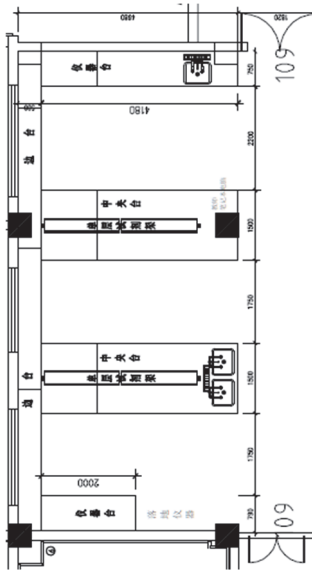
验项目辅助中存在的优点与不足，如有必要可形成文字资料存档。同时，做好实验室工作日志，更新实验辅助相关档案和修订或协助修订实验项目。

3 全面总结实验辅助工作，提升工作质量

实验辅助涉及人多物广，不仅涉及相关的师生，还涉及几十种或大或小的仪器设备和各式各样的试剂耗材，是一个十分复杂的工作体系。为了提高工作质量，实验室自主学习 ISO9000 族标准^[18,19],

柜子编号		1	2	3	4	5	6	7	8	安全出口	
	电磁炉 *10	除湿机	水浴锅	学生台面			清洗机	水池	水泵	说明： 1、绿色——实验准备 留用柜子； 灰色——实验 台面；浅 蓝——试剂 架；紫色——边台柜子 。 2、“学生 台面”下分 别为“各实 验班标配耗 材区”、“ 书包柜”和 “台面设备 相应配件区 ”。 3、“公用 耗材”、“ 公共试剂” 和“推车” 为实验课共 用试剂耗材 准备区	
1		小仪器	配件	书包柜	生工D	生工C	化生B	化生A			
2											
3											
4			书包柜	生工D	生工C	化生B	化生A	中控	配件		配件
5	水浴锅		学生台面			讲台					
	试剂架										
	水浴锅		学生台面					微波炉	公用耗材		
6	配件		书包柜	生工D	生工C	化生B	化生A	手套	吸头		
7								其它	离心管		
8											
9	铁架台 蝴蝶夹 十字夹	(柜子使用同实验台另一面)									
		离心机	学生台面					水浴锅	水池		
			试剂架								
		除湿机	水浴锅	学生台面					清洗机	水池	
10		24DN	配件	书包柜	生工D	生工C	化生B	化生A	TA耗材	清洗专用桶	
11	24DN							TA耗材			
12	24DN										
13	称量纸等	公用试剂	边台(天平*3)			推车	超低温冰箱		垃圾桶		
		混合杯	混合杯	层析缸	层析缸						
		混合杯	层析缸	层析缸	层析缸						
柜子编号			1	2	3	4	5	6	7	8	门

(A)



(B)



(C)

图3 学生实验室(109)柜台使用明细(局部)

(A) 电子档案截图; (B) 平面布局图; (C) 实景照片(局部)

并逐步应用于实验辅助工作体系中。实验课程结束后,实验技术人员应及时全面总结实验辅助工作,化工作阅历为经验,同时形成必要的文字资料,逐步完善实验教学档案和实验室管理档案,提升实验辅助工作质量。

3.1 参与实验讲义修订工作

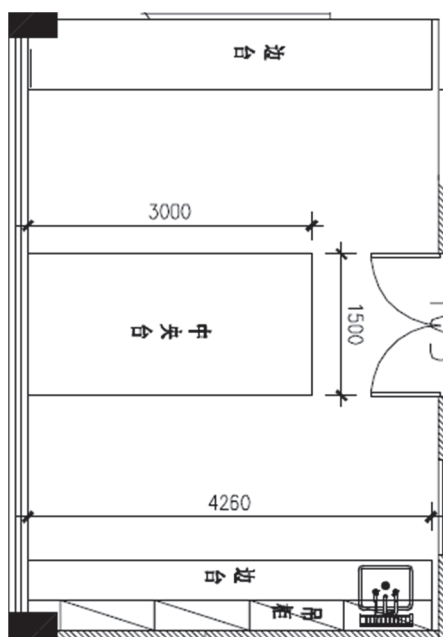
化学生物学综合实验由多位教师同时授课,课程使用的教材是由实验课相关的多位教师精心编

边台	HPLC				紫外分光光度计*2					
	HPLC柱	HPLC说明书	HPLC	HPLC	HPLC	分光光度计 (比色皿)	擦镜纸	紫外配件	分光说明书	
	HPLC配件	综合实验耗材 (其它)			综合实验耗材 (UAA)		综合实验耗材 (BGFP)		棕色瓶 60mL	
	HPLC配件								棕色瓶 125mL	
中央台 (上)	紫外分光光度计 Cary 50bio				可见分光光度计					
	Cary 50 配件	Cary 50 配件	Cary 50 配件	临时耗材	临时耗材	遥控器(总)			门	
	蓝盖瓶1L	蓝盖瓶500mL		蓝盖瓶250mL		蓝盖瓶100mL				
	蓝盖瓶1L					蓝盖瓶100mL	准备柜(化生)			
	中央台 (下)	荧光分光光度计 F-4500				可见分光光度计				移液枪
备用耗材 (比色皿)		F-4500配件	F-4500配件	护目镜	口罩	手套		托盘CD	托盘AB	
电磁炉		F-4500配件	实验准备 (备用)	实验准备 (其它)	实验准备 (烧杯200)	实验准备 (量筒)		卷纸、抹布、砂布、脱脂棉		
保鲜膜/锡箔纸 电池、胶棒		F-4500配件	实验准备 (备用)	实验准备 (烧杯1L)	实验准备 (烧杯2L)	实验准备 (量筒)		临时备用	手套、口罩 (备用)	
边台	可见分光光度计*4							水池		
	玻璃棒	计时器	刻度移液管 (10mL)	移液管 (10mL)	移液管(2mL)	移液管(1mL)	吸耳球			
	保鲜盒	剪刀、镊子	离心管架	量筒100mL	漏斗 100mL/9cm	容量瓶	滤纸 pH试纸	桶、盆(清洁工具)		
	洗洁精 洗手液	油性笔	离心管架	量筒10mL	培养皿	乳胶头 橡皮筋	称量纸			
	吊柜	喷雾器	吸头盒	吸头盒	培养管架	组织捣碎机	不锈钢饭盒 高压锅	电子称	丁腈手套	

说明：黄色——实验技术人员准备耗材区；浅绿色——通用耗材区；蓝色——实验专用耗材区；绿色——学生标配耗材备用区；灰色——仪器台面

说明:黄色——实验技术人员准备耗材区;浅绿色——通用耗材区;蓝色——实验专用耗材区;绿色——学生标配耗材备用区;灰色——仪器台面

(A)



(B)



(C)

图4 仪器室I柜台使用明细

(A) 电子档案截图; (B) 平面布局图; (C) 实景照片(局部)

写而成的讲义。该讲义虽然权威性不及正规出版的实验教材,但是自编讲义具有更大的灵活性,更能适应实验课尤其是专业实验课学生实践教学的培养要求。化生实验室的现任实验技术人员参与了早期教材的编写和多次修订工作,同时也参与过部分实验教学(或辅助教学)工作。在实验讲义的修订过程中,实验技术人员主要参与部分实验条件的优化和实验讲义的排版等工作。随着教学改革的不深入和人才培养要求的不断提高,传统的实验教材难于满足实验教学的要求,实验教材必须与时俱进,实验讲义的修订也越发频繁。

3.2 更新完善实验教学系列档案

实验教学系列档案主要包括试剂耗材需求档案、实验准备档案和实验课程档案。课程结束后,实验技术人员应在“小三部曲”中小结的基础上,进一步系统总结,更新试剂耗材需求档案、实验准备档案;同时,还应与授课教师沟通,协助实验课程档案建设,尤其是实验教材的修订工作。

3.3 实验室整理

期末实验室的整理是实验室的常规工作。整理工作主要包括仪器设备的归位与保养、试剂耗材的归整和实验室的清洁工作等。近几年来,化生实验室所属实验中心一直推行“6S”管理(6S管理包括整理(Seiri)、整顿(Seiton)、清扫(Seiso)、清洁(Seiketsu)、素养(Shitsuke)和安全(Safety),因为六个词的日语罗马拼音或英语中的首字母是“S”,所以简称6S)^[20]。在这环节中,实验技术人员根据6S的要求和实验室自身具体情况,灵活、细化整理,保持实验室的整洁有序。在具体管理过程中,化生实验室还建立了“实验室柜台使用明细”电子档案(部分截图和相应的平面图、实景照片见图3和图4),用于辅助实验室仪器设备和试剂耗材的全面管理。实验室柜台根据使用功能实行区域化管理,具体分为仪器设备区、通用试剂耗材区、备用耗材区、实验准备区、工具及配件区等。柜台的精细化管理提高了实验室的利用率和实验技术人员的工作效率。

4 结语

实验辅助是一项系统的质量工程,实验技术人员可以加强质量管理体系的学习,对实验辅助各个环节进行持续改进,改善实验环境,提升实验辅助对实验教学全过程的服务水平,促进实验教学质量 and 育人水平的提高。实验技术人员应加强与广大师生的沟通,随时掌握实验教学的动态需求和实验辅助工作的优点与不足。实验技术人员还应不断改进工作方法,如建立或完善实验室公众号和微信群^[21-23],让助教与学生适度参与实验辅助环节^[24-28],促进多方良性互动与共赢,提高实验教学质量,为环境育人创造更好的条件。

参 考 文 献

- [1] 孙喆,张莉,李庆章,高学军,崔英俊,林叶. 实验技术与管理, **2015**, 32 (6), 221.
- [2] 段凤魁,余刚,黄俊,杨阳. 实验室研究与探索, **2014**, 33 (1), 173.
- [3] 冉新泽,徐辉,屈纪富,艾国平,王军平,高京生. 实验技术与管理, **2004**, 21 (2), 119.
- [4] 陈林,肖国生,汪开拓,申连长,周浓. 实验科学与技术, **2013**, 11 (6), 104.
- [5] 周锦兰,王宏,聂进. 实验技术与管理, **2012**, 29 (2), 113.
- [6] 卢常伟,鲁芳,刘陵顺. 实验技术与管理, **2008**, 25 (10), 152.
- [7] 李红艳,仝其根. 实验技术与管理, **2004**, 21 (3), 129.
- [8] 黄微,郑媛,刘光明,朱平平. 大学化学, **2017**, 32 (6), 68.
- [9] 谭桂娥,吴百乐,刘占祥,胡吉明,方文军,赵华斌,王国平. 大学化学, **2017**, 32 (7), 12.
- [10] 赵红霞,张玲,张鲲. 教育教学论坛, **2018**, No.13, 188.
- [11] 张润杰,刘维民,刘鹏. 实验技术与管理, **2006**, 23 (7), 108.
- [12] 李姝,王经洋,王敏,杨小帆,龙敏,张杰,汪红,赵建. 实验科学与技术, **2015**, 13 (4), 138.

- [13] 戴蔚荃, 郑红, 陈杰, 何邦平, 王小燕, 郭黎安. 实验室研究与探索, **2006**, 25 (5), 650.
- [14] 寇艳玲. 实验室研究与探索, **2008**, 27 (1), 172.
- [15] 刘瑞芳, 苏利红, 曹雨莉, 胡沈荣. 畜牧兽医杂志, **2017**, No. 4, 92.
- [16] 方云如. 实验技术与管理, **1999**, 16 (5), 129.
- [17] 黄自知, 王文磊, 文瑞芝, 王琼, 胡云楚. 实验技术与管理, **2018**, 35 (3), 239.
- [18] 姜煜林, 朱洪海. ISO 9000 族标准在高校教学质量管理体系中的运用. 北京: 科学出版社, 2008.
- [19] 刘晓论, 柴邦衡. ISO 9001: 2015 质量管理体系文件. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [20] 张春艳, 翁玉华, 董志强, 欧阳小清, 阮婵姿, 潘蕊, 许振玲, 颜长明, 任艳平. 大学化学, **2017**, 32 (4), 40.
- [21] 赖榕, 郑赛利, 王周, 彭敏, 朱可佳, 李莲云, 李晓洁, 于志广, 许先芳, 陈六平. 大学化学, **2017**, 32 (3), 43.
- [22] 张喜子, 王宏伟, 杜晓鹃, 李学军. 教育教学论坛, **2017**, No. 26, 94.
- [23] 张皎. 高校实验室工作研究, **2017**, No. 2, 14.
- [24] 应启肇. 实验室研究与探索, **1989**, No. 3, 22.
- [25] 周杰, 刘梅芳. 实验技术与管理, **2018**, 35 (2), 230.
- [26] 陈艳, 刘家忠, 李淑英, 赵静, 张晓东, 李红梅. 高校实验室工作研究, **2017**, No. 4, 12.
- [27] 邹洁, 格日勒, 常璇. 广州化工, **2016**, 44 (17), 203.
- [28] 代培红, 任燕萍, 李克梅, 姚正培, 罗淑萍. 教育教学论坛, **2015**, No. 25, 263.