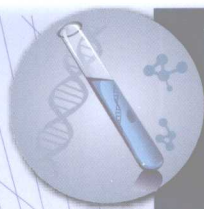


高等学校规划教材




农药学



实验技术与指导

NONGYAOXUE SHIYAN JISHU YU ZHIDAO

 孙家隆 慕卫 主编



化学工业出版社



高等学校规划教材

农药学实验技术与指导

孙家隆 慕 卫 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书系统介绍了农药学实验课程中包括农药学实验室基本常识、农药合成、农药分析与残留检测、农药剂型加工、农药生物测定与田间药效试验、农药毒理与农药环境毒理等内容的实验技术、实验指导以及农药学工作者应该掌握和扩展的相关实验专业知识。

本书适合作为与农药学相关的制药工程、药学、应用化学及植物保护等专业的本、专科实验教材，也可作为农药学专业研究生及企业技术人员和相应研究人员的参考书。

农药学实验技术与指导

图书在版编目 (CIP) 数据

农药学实验技术与指导/孙家隆, 慕卫主编. —北京:
化学工业出版社, 2009.7
ISBN 978-7-122-05509-5

I. 农… II. ①孙…②慕… III. 农药-实验 IV.
TQ450.2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 068315 号

责任编辑: 刘 军
责任校对: 凌亚男

文字编辑: 张春娥
装帧设计: 杨 北

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 18 $\frac{1}{4}$ 字数 448 千字 2009 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

《农药学实验技术与指导》编写组

顾 问：慕立义 山东农业大学
张 兴 西北农林科技大学
王 智 青岛农业大学

主 编：孙家隆 慕 卫

副主编：郝双红 刘 峰 杨从军

编写人员：（按姓名汉语拼音排序）

郝双红 青岛农业大学

李兴海 沈阳农业大学

林 璘 山东农业大学

刘 峰 山东农业大学

罗 兰 青岛农业大学

慕 卫 山东农业大学

祁之秋 沈阳农业大学

孙家隆 青岛农业大学

杨从军 青岛农业大学

张保华 青岛农业大学

张清明 青岛农业大学

张卫光 山东农业大学

主 审：刘尚钟 中国农业大学

前 言

农药学是一门实验科学。农药学实验是帮助人们认识、验证农药学知识的重要手段，也是探索和发现农药学新知识的必要条件。目前我国设置面向农药的应用化学专业、制药工程专业和药学专业的高等院校已经有 20 多所，农药合成、农药分析与残留检测、农药剂型加工、农药生物测定与田间药效试验、农药毒理与农药环境毒理等课程多为这些专业的必修课程或骨干课程。然而其中大部分课程缺乏与之配套的实验教科书。为满足教学的需要，根据国家关于农药学相关专业学生的培养要求，青岛农业大学、山东农业大学、沈阳农业大学等院校的多位长期从事农药学教学工作的教师在已有农药学科实验讲义的基础上，经过整理与修改，编写了这本《农药学实验技术与指导》。

本书总结了参编院校的农药学实验教学经验，凝结了多位农药教育工作者的心血。根据我国农药发展现状以及当前农药学教学需求，本书内容共分为六部分：农药学实验室基本常识、农药合成、农药分析与残留检测、农药剂型加工、农药生物测定与田间药效试验、农药毒理与农药环境毒理。考虑到农药学相关专业的培养要求和相应学生的基础，按照高等教育关于“厚基础、宽口径”的精神，本书力求系统阐述各类农药学实验的技术与方法，以对学生进行全面而系统的农药学实验知识体系的培养与训练，从而为以后从事农药工作打下基础。另外，考虑到学生毕业后实际工作需要，本书亦尽量介绍生产实例，并编辑了相关图片与农药生产工艺流程，同时本书还介绍了国家相关农药的规范与标准，以期毕业生尽快适应工作岗位，并为从事农药工作的读者提供借鉴。

本书主要编写分工如下。

农药合成：郝双红、孙家隆；农药分析与残留测定：慕卫、张清明、林琏；农药剂型加工：刘峰、张保华、张卫光；农药室内生物测定与田间药效试验：杨从军、罗兰；农药毒理与环境毒理：李兴海、祁之秋；校对：张保华、张清明；统稿：孙家隆。中国农业大学刘尚钟教授对全书进行了审稿，并提出了建设性的修改意见。

农药学专家慕立义教授、张兴教授、王智教授在编写思路及结构框架方面给予了细致的指导，先生们的谆谆教诲和严谨的治学态度使编者受益匪浅，是本书能够成功出版的关键。青岛农业大学吕海涛教授审阅了“农药分析与残留测定”，并提出很多宝贵意见，在此深表感谢。

由于作者水平所限，书中疏漏与不妥之处在所难免，希望得到广大读者的指正。

编者

2009. 2

缩 略 语

缩略语	英文全名	中文译名
a. i	active ingredient	活性成分
AchE	acetylcholinesterase	乙酰胆碱酯酶
ALS	acetolactate synthase	乙酰乳酸合成酶
ASE	accelerated solvent extraction	加速溶剂提取法
AST	allatostatin	抑咽侧体激素
AT	allatotropin	促咽侧体激素
ATI	actual toxicity index	实际毒力指数
b. p.	boiling point	沸点
BME	biomedical engineering	生物医学工程
CA	corpus allatum	咽侧体
CIPAC	Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited	国际农药分析协作委员会
CMA	corn meat medium	玉米粉琼脂培养基
CMR	continuous microwave reactor	连续微波反应器
CTC	CO-toxicity coefficient	共毒系数
DL	detection limit	检测限
DMF	<i>N,N</i> -dimethylformamide	<i>N,N</i> -二甲基甲酰胺
DTNB	3-carboxy-4-nitrophenyl disulfide	二硫双对硝基苯甲酸
EC ₅₀	median effective concentration	有效中浓度
ECD	electron capture detector	电子捕获检测器
ED ₅₀	median effective dose	有效中量
ETP	emulsion inversion point	乳液转变点法
FAD	flavin adenosine dinucleotide	黄素腺嘌呤二核苷酸
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nation	联合国粮农组织
FDA	Food and Drug Administration	(美国)食品及药物管理局
FID	hydrogen flame ionization detector	氢火焰离子化检测器
FPD	flame photometric detector	火焰光度检测器
GABA	gamma-amino butyric acid	γ-氨基丁酸
GAP	Good Agricultural Practice	农产品规范化管理
GB	Guo Biao	国标
GC	gas chromatography	气相色谱仪
GLP	good laboratory practice	良好实验室规范
HLB	hydrophile-lipophile balance	亲水亲油平衡值法
HPLC	high performance liquid chromatography	高效液相色谱仪
HTS	high throughput screening	高通量筛选
i. d.	inner diameter	内径
IR	infrared spectra	红外光谱
ISO	International Organization for Standardization	国际标准化组织
JH	juvenile hormone	保幼激素
Law	Lambertbeer's	光吸收定律
LC ₅₀	median lethal concentration	致死中浓度
LD ₅₀	median lethal dose	致死中量

缩略语	英文全名	中文译名
LLE	liquid-liquid extraction	液-液萃取
m. p	melting point	熔点
MASE	microwave assisted solution extraction	微波辅助溶剂萃取法
MH	moulting hormone	蜕皮激素
mol	mole(s)	摩尔
NAD ⁺	nicotinamide ade-nine dinucleotide	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸
NADP ⁺	nicotinadenine dinucleotide phosphate	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸
N-AGA	2-(acetyl-amino)-2-deoxy-D-Glucose	N-乙酰葡萄糖胺
NPD	nitrogen phosphorus detector	氮磷检测器
O/W	oil/water	油/水
OD	optical density	光密度
ODS	ozone depleting substance	消耗臭氧层物质
OECD	organisation for economic co-operation and development	经合组织
OP	organic phosphor	有机磷
OSHA	Occupational Safety and Health Administration	美国职业安全与健康事务管理局
P. A. M	pyriding-2-aldoxime methyl	解磷定
PDA	potato dextrose agar	马铃薯葡萄糖琼脂培养基
PIT	phase inversion temperature	相转变温度法
PMT	photomultiplier tube	光电倍增管
POPOP	1,4-bis(5-phenyl-2-oxazolyl)benzene	1,4-双(5-苯基-2-噁唑)苯
PPO	2,5-diphenyloxazole	2,5-二苯基噁唑
PSA	pressure swing absorb	变压吸附
PTFE	Teflon	聚四氟乙烯
PTTH	prothoracicotropic hormone	促前胸腺激素
PVC	polyvinyl chloride	聚氯乙烯
RCA	radioanalytical chemistry analyse	放射化学分析法
RI	retardation index	阻碍指数
RIA	radioimmunoassay	放射免疫分析法
RSD	relative standard deviation	相对标准偏差
SC	suspension concentrate	悬浮剂
SF	supercritical fluid	超临界流体
SFE	supercritical fluid extraction	超临界流体萃取法
SPE	solid phase extraction	固相萃取
TLC	thin lay chromatography	薄层色谱
TLC-EI	thin-layer chromatographic-plant enzyme inhibition	薄层-酶抑制法
TPP	thiamine pyrophosphate	焦磷酸硫胺素
TTC	triphenyltetrazolium chloride	氯代三苯基四氮唑
TTI	theoretical toxicity index	理论毒力指数
UV	ultraviolet detector	紫外检测器
Vc	vitamin C	抗坏血酸
W/O	water/oil	水/油
WHO	World Health Organization	世界卫生组织
WP	wettable powder	可湿性粉剂
NNO	sodium dinaphthylmethane disulphonate	亚甲基二萘磺酸钠

目 录

1 农药学实验室基本常识	1
1.1 学生实验室守则	1
1.2 农药学实验室安全与环保	2
1.2.1 基本设施安全使用	2
1.2.2 化学药品的正确使用和安全防护	2
1.2.3 使用高压容器的安全防护	4
1.2.4 环保守则	4
1.2.5 实验室事故处理	4
附录 1 GLP 实验室要求	5
附录 2 农药原药 (急性经口 LD ₅₀ < 2000mg/kg) 的毒性及中毒救护	7
2 农药合成	11
2.1 特殊实验技术与仪器设备	11
2.1.1 无水无氧实验技术	11
2.1.2 低温实验技术	25
2.1.3 真空实验技术	26
2.1.4 高压实验技术及装置	30
2.1.5 超声波在有机合成中的应用	31
2.1.6 微波辐照有机合成技术	34
2.1.7 有机电化学合成技术	35
2.1.8 离子液体与固相有机合成技术	37
2.2 实验部分	37
实验 1 敌百虫的合成	37
实验 2 吡虫啉的合成	41
实验 3 抑食肼的合成 (自我设计实验)	46
实验 4 驱虫剂 <i>N,N</i> -二乙基 3-甲基苯甲酰胺的合成	48
实验 5 家蝇信息素——(<i>Z</i>)-9-廿三碳烯的合成	50
实验 6 代森锰锌的合成	54
实验 7 福美锌的合成	57
实验 8 氟三唑的合成	59
实验 9 莠去津的合成	60
实验 10 2,4-滴与 2,4-滴丁酯的合成	62
实验 11 敌稗的合成 (自我设计实验)	65
3 农药分析与残留测定	68
3.1 农药分析实验室特殊要求	68

3.1.1	分析实验室基本配置	68
3.1.2	实验室常用仪器	68
3.2	样品及其制备	72
3.2.1	样品类型	73
3.2.2	液体样品的预处理	73
3.2.3	固体样品的预处理	74
3.2.4	其他新型样品预处理方法	74
3.3	柱色谱和薄层色谱	75
3.3.1	柱色谱分离技术	75
3.3.2	薄层色谱技术	76
3.4	气相色谱与高效液相色谱技术	77
3.4.1	气相色谱技术	77
3.4.2	高效液相色谱技术	84
3.5	农药分析中的标准样品制备	89
3.5.1	标准样品的重要性和类别	90
3.5.2	原料选择	90
3.5.3	标准样品的制备和纯化	90
3.5.4	标准样品的定性	91
3.5.5	标准样品的定量	91
3.5.6	确证方法	91
3.5.7	均匀性和稳定性	92
3.5.8	农药纯品制备方法举例	92
3.6	实验部分	94
实验 1	农药水分测定方法 (GB/T 1600—2001)	94
实验 2	农药氢离子浓度测定 (pH 计法)	97
实验 3	农药酸度的测定	99
实验 4	薄层-溴化法测定辛硫磷含量	100
实验 5	直接碘量法测定代森锌含量 (HG 3289—2000)	102
实验 6	紫外分光光度法测定噁霉灵原药含量	104
实验 7	非水电位滴定测定多菌灵含量 (GB 6697—86 非仲裁法, 仲裁法为薄层 紫外法)	105
实验 8	返滴定法测定磷化铝含量 (GB 5452—2001)	107
实验 9	气相色谱柱的装填与老化方法	108
实验 10	气相色谱外标法测定毒死蜱含量	110
实验 11	气相色谱内标法测定莠去津含量	111
实验 12	高效液相色谱法测定吡虫啉含量	112
实验 13	高效液相色谱法测定草甘膦含量 (GB 20684—2006 仲裁法)	114
实验 14	液相色谱分析噻嗪酮-杀扑磷含量	115
实验 15	乙草胺含量分析方法自我设计实验	116
实验 16	气相色谱法测定牛乳中有机磷类农药残留量	117

实验 17	固相萃取-高效液相色谱法测定蘑菇中咪鲜胺残留量	119
实验 18	黄瓜和土壤中腐霉利的残留量测定	121
实验 19	毛细管气相色谱法测定小麦面粉中有机氯农药残留量	122
实验 20	气相色谱测定蔬菜上百菌清残留量	123
附录 1	农药登记残留试验准则(中国)	124
附录 2	农药产品企业标准制定、编制说明和检测报告内容格式	126
4	农药剂型加工	130
4.1	农药制剂配制	130
4.1.1	农药助剂使用技术基础	130
4.1.2	农药制剂配制技术	139
4.2	实验部分	162
实验 1	20%三唑酮乳油的实验室制备	162
实验 2	20%三唑酮乳油质量控制指标及检测方法	163
附录 1	农药乳液稳定性测定方法(GB/T 1603—2001)	164
附录 2	低温稳定性试验测定方法(GB/T 9137—2003)	165
实验 3	4.5%高效氯氰菊酯水乳剂的制备	166
实验 4	4.5%高效氯氰菊酯水乳剂质量控制指标及检测方法	167
实验 5	4.5%高效氯氰菊酯微乳剂的制备	168
实验 6	4.5%高效氯氰菊酯微乳剂质量控制指标及检测方法	169
实验 7	20%吡虫啉可溶性液剂的实验室制备	170
实验 8	20%吡虫啉可溶性液剂质量控制指标及检测方法	171
实验 9	50%莠去津可湿性粉剂的实验室制备	172
实验 10	50%莠去津可湿性粉剂质量控制指标及检测方法	173
附录 3	可湿性粉剂悬浮率测定(GB/T 14825—93)	175
附录 4	农药可湿性粉剂润湿性测定方法(GB/T 5451—2001)	176
附录 5	热储稳定性试验测定方法(GB/T 19136—2003)	177
附录 6	农药粉剂、可湿性粉剂细度测定方法(GB/T 16150—1995)	178
实验 11	38%莠去津悬浮剂加工及质量检测	179
实验 12	38%莠去津悬浮剂的质量检测	180
实验 13	70%莠去津水分散粒剂的制备	182
实验 14	70%莠去津水分散粒剂的质量检测	183
实验 15	3%辛硫磷颗粒剂的加工及质量检测	185
实验 16	农药烟剂的制备	185
实验 17	缓慢释放型马拉硫磷微胶囊剂的制备	186
实验 18	40%辛硫磷乳油中乳化剂的配方优选(综合设计实验)	187
实验 19	50%莠去津可湿性粉剂助剂配方的优选(综合设计实验)	188
5	农药生物测定与田间药效试验	189
5.1	农药生物测定	189
5.1.1	农药生物测定实验常用仪器与使用	189
5.1.2	供试生物材料	191

5.1.3	农药生物测定方法简介	194
5.1.4	农药室内生物测定的统计分析	203
5.1.5	农药混用联合毒力的测定与计算方法	210
5.2	农药田间药效试验	213
5.2.1	田间药效试验的内容和程序	213
5.2.2	田间药效试验的基本要求	213
5.2.3	田间药效试验设计的原则和方法	214
5.2.4	小区施药作业	216
5.2.5	药效调查与评判	216
5.2.6	田间药效试验的统计分析	218
5.3	实验部分	224
实验 1	杀虫剂胃毒作用测定 (NY/T 1154.2—2006)	224
实验 2	杀虫剂触杀作用测定 (NY/T 1154.1—2006)	225
实验 3	杀虫剂熏蒸作用测定 (NY/T 1154.3—2006)	226
实验 4	蛇床子素毒力测定 (设计性实验)	227
实验 5	抑制病原真菌孢子萌发实验——凹玻片法 (NY/T 1156.1—2006)	227
实验 6	抑制病原真菌菌丝生长实验——生长速率法 (NY/T 1156.2—2006)	228
实验 7	杀菌剂的生物测定——抑菌圈法	229
实验 8	测定杀菌剂抑制水稻纹枯病菌实验——叶碟法 (GB/T 17980.108—2004)	230
实验 9	测定杀菌剂防治小麦白粉病药效——盆栽法 (GB/T 17980.119—2004)	231
实验 10	测定杀菌剂防治黄瓜霜霉病试验——盆栽法 (GB/T 17980.26—2000)	232
实验 11	仿生安毒力测定 (设计性实验)	233
实验 12	除草剂生物活性测定实验——平皿法 (NY/T 1155.1—2006)	234
实验 13	除草剂的生物测定——萌发试验	235
实验 14	除草剂的生物测定——茎叶吸收法	236
实验 15	除草剂的盆栽实验	236
实验 16	烟嘧磺隆毒力测定 (设计性实验)	237
实验 17	阿维菌素防治美洲斑潜蝇田间药效试验 (设计性实验)	237
附录 1	杀虫剂防治苹果桃小食心虫药效试验准则 (GB/T 17980.65—2004)	238
附录 2	杀菌剂防治草莓白粉病田间药效试验准则 (GB/T 17980.119—2004)	241
附录 3	农药登记田间药效试验报告编写要求 (农业部药检所)	243
附录 4	生物统计概率值换算表 (百分率转换为概率值表)	244
附录 5	概率值与权重系数关系表	247
附录 6	χ^2 值表	247
6	农药毒理与农药环境毒理	248
实验 1	杀虫剂对昆虫表皮的穿透作用测定	248
实验 2	不同类型杀虫剂中毒症状观察	249
实验 3	杀虫剂抑制昆虫乙酰胆碱酯酶活性的测定	250

实验 4	杀菌作用与抑菌作用测定	252
实验 5	杀菌剂对植物病害防治方式的测定	253
实验 6	杀菌剂对菌体呼吸作用的测定	254
实验 7	杀菌剂对菌体物质合成的测定	255
实验 8	除草剂对杂草光合作用的抑制	257
实验 9	除草剂对植株体内乙酰乳酸合成酶活性的影响	258
实验 10	杀菌剂对病原菌的作用方式测定	259
实验 11	农药对蜜蜂的毒性安全评价	260
实验 12	农药对鱼的毒性安全评价	262
实验 13	农药对家蚕的毒性安全评价	264
实验 14	农药对鸟类的毒性安全评价	265
实验 15	农药对蚯蚓的毒性安全评价	268
实验 16	农药对土壤微生物呼吸作用的毒性安全评价	270
实验 17	农药在水中溶解性的测定	272
实验 18	农药分配系数测定	273
实验 19	农药土壤吸附作用的测定	275
实验 20	农药的土壤淋溶作用的测定	277
实验 21	自我设计实验一	278
实验 22	自我设计实验二	278
参考文献		279

1. 李俊, 王德成. 杀菌剂对植物病害防治方式的测定. 植物保护学报, 2010, 36(1): 1-5.

2. 李俊, 王德成. 杀菌剂对菌体呼吸作用的测定. 植物保护学报, 2010, 36(2): 1-5.

3. 李俊, 王德成. 杀菌剂对菌体物质合成的测定. 植物保护学报, 2010, 36(3): 1-5.

4. 李俊, 王德成. 除草剂对杂草光合作用的抑制. 植物保护学报, 2010, 36(4): 1-5.

5. 李俊, 王德成. 除草剂对植株体内乙酰乳酸合成酶活性的影响. 植物保护学报, 2010, 36(5): 1-5.

6. 李俊, 王德成. 杀菌剂对病原菌的作用方式测定. 植物保护学报, 2010, 36(6): 1-5.

7. 李俊, 王德成. 农药对蜜蜂的毒性安全评价. 植物保护学报, 2010, 36(7): 1-5.

8. 李俊, 王德成. 农药对鱼的毒性安全评价. 植物保护学报, 2010, 36(8): 1-5.

9. 李俊, 王德成. 农药对家蚕的毒性安全评价. 植物保护学报, 2010, 36(9): 1-5.

10. 李俊, 王德成. 农药对鸟类的毒性安全评价. 植物保护学报, 2010, 36(10): 1-5.

11. 李俊, 王德成. 农药对蚯蚓的毒性安全评价. 植物保护学报, 2010, 36(11): 1-5.

12. 李俊, 王德成. 农药对土壤微生物呼吸作用的毒性安全评价. 植物保护学报, 2010, 36(12): 1-5.

13. 李俊, 王德成. 农药在水中溶解性的测定. 植物保护学报, 2010, 36(13): 1-5.

14. 李俊, 王德成. 农药分配系数测定. 植物保护学报, 2010, 36(14): 1-5.

15. 李俊, 王德成. 农药土壤吸附作用的测定. 植物保护学报, 2010, 36(15): 1-5.

16. 李俊, 王德成. 农药的土壤淋溶作用的测定. 植物保护学报, 2010, 36(16): 1-5.

17. 李俊, 王德成. 自我设计实验一. 植物保护学报, 2010, 36(17): 1-5.

18. 李俊, 王德成. 自我设计实验二. 植物保护学报, 2010, 36(18): 1-5.

19. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(19): 1-5.

20. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(20): 1-5.

21. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(21): 1-5.

22. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(22): 1-5.

23. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(23): 1-5.

24. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(24): 1-5.

25. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(25): 1-5.

26. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(26): 1-5.

27. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(27): 1-5.

28. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(28): 1-5.

29. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(29): 1-5.

30. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(30): 1-5.

31. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(31): 1-5.

32. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(32): 1-5.

33. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(33): 1-5.

34. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(34): 1-5.

35. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(35): 1-5.

36. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(36): 1-5.

37. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(37): 1-5.

38. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(38): 1-5.

39. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(39): 1-5.

40. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(40): 1-5.

41. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(41): 1-5.

42. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(42): 1-5.

43. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(43): 1-5.

44. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(44): 1-5.

45. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(45): 1-5.

46. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(46): 1-5.

47. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(47): 1-5.

48. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(48): 1-5.

49. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(49): 1-5.

50. 李俊, 王德成. 参考文献. 植物保护学报, 2010, 36(50): 1-5.

1 农药学实验室基本常识

农药属于有毒精细化工产品，农药研究工作者必须养成良好的实验室工作习惯并严格遵守相关规则，掌握农药学实验室基本常识，了解潜在的危险及其预防方法，使实验顺利进行。

1.1 学生实验室守则

为了保证实验的顺利进行，培养严谨的科学态度和良好的实验习惯，创造一个高效和清洁的工作环境，必须遵守下列实验室规则。

① 实验前，必须做好预习报告，明确实验目的，熟悉实验原理和实验步骤，了解所用药品的毒性及防护措施。进入实验室后，应明确记录姓名、时间、试验项目以及离开时间。检查用具是否齐全，并注意室内通风。

② 实验操作开始前，首先检查仪器种类和数量是否与需要相符，仪器是否有缺口、裂缝或破损等，再检查仪器是否干净（或干燥），确定仪器完好、干净再使用，仪器装置安装完毕，要请教师检查合格后，方能开始实验。

③ 实验操作中，要仔细观察现象，积极思考问题，严格遵守操作规程，实事求是地做好实验记录，要严格遵守安全守则与每个实验的安全注意事项，一旦发生意外事故，应立即报告教师，采取有效措施，迅速排除事故。

④ 实验室内应保持安静，不得谈笑、打闹和擅自离开岗位，不得将书报、体育用品等与实验无关的物品带入实验室，严禁在实验室吸烟、饮食，离开实验室及饭前要洗净双手。

⑤ 服从指导，有事要先请假，不经教师同意，不得离开实验室。严格遵守实验操作规范（均按剧毒物品对待），不许擅自乱动与实验无关的药品。

⑥ 要始终做到台面、地面、水槽、仪器的“四净”，实验室废物应放入废物缸中，不得随意丢入水槽或弃于地上。废酸、酸性反应残液应倒入废酸缸中，严禁倒入水槽。实验完毕，应及时将仪器洗净，并放回指定位置。

⑦ 要爱护公物，节约药品，养成良好的实验习惯。要严格按照规定称量或量取药品，使用药品不得乱拿乱放，药品用完后，应盖好瓶盖放回原处。公用设备和材料使用后，应及时放回原处，对于特殊设备，应在指导教师示范后方可使用。

⑧ 实验期间必须穿工作服。进入实验室应穿实验服或工作服，严禁赤脚或穿漏空的鞋子（如凉鞋或拖鞋）进入实验室。在进行有毒、有刺激性、有腐蚀性的实验时，必须戴上防护眼镜、口罩、耐酸手套或面罩。

⑨ 轮流值日，打扫、整理实验室。值日生应负责打扫卫生，整理公共器材，倒净废物缸并检查水、电、窗等是否关闭。

⑩ 实验完毕，及时整理实验记录，写出完整的实验报告，按时交教师审阅。

1.2 农药学实验室安全与环保

1.2.1 基本设施安全使用

进入实验室首先要熟悉实验室的水阀门、电源总开关、灭火器、沙箱或其他消防器材的位置。实验室基本设施的使用注意事项如下所述。

(1) 排水系统 目前主要采用的是硬质聚氯乙烯(PVC)管件,其耐温工作温度只有80℃左右。实验室的液体排放必须做到:温度低于80℃,有机溶剂必须集中回收处理。

(2) 实验台面 耐腐蚀理化板耐热等级只有140℃左右,必须禁止将电炉等较高温度物体直接置于耐腐蚀理化板上使用。

(3) 电器使用 使用电器时,应防止人体与电器导电部分直接接触,不能用湿的手或手握湿物接触电插头。为了防止触电,装置和设备的金属外壳等均应接地线。实验后应切断电源,拔下插头。

1.2.2 化学药品的正确使用和安全防护

(1) 防毒 化学药品都有不同程度的毒性,实验前应了解所用药品的毒性、理化性质和防护措施。①在取、用有毒和易挥发药品时(如硝酸、盐酸、二氯甲烷、苯等),应在有良好通风的通风橱内进行,以免中毒。有中毒症状者,应立即转移到室外通风处;进行有危险性反应时应使用防护装置,戴防护面罩和眼镜。②开启装有腐蚀性物质(如硫酸、硝酸等)的瓶塞时,不能面对瓶口,以免液体溅出或腐蚀性烟雾造成伤害,也不能用力过猛或敲打,以免瓶子破裂;在搬运盛有浓酸的容器时,严禁用一只手握住细瓶颈搬动,防止瓶底裂开脱落。③苯、四氯化碳、乙醚、硝基苯等蒸气经常吸入会使人嗅觉减弱,必须高度警惕。④有机溶剂能穿过皮肤进入人体,应避免直接与皮肤接触。⑤剧毒药品如汞盐、镉盐、铅盐等应妥善保管。

附:美国职业安全与健康事务管理局(occupational safety and health administration, OSHA)颁布的实验室中常见的有致癌变性能的化学物质

乙酰胺、石棉、1-氯杂环丙烯、苯、联苯胺、4-氨基联苯、双-(2-氯乙基)硫、双-(氯甲基)醚、四氯化碳、氯仿、三氧化二铬、香豆素、重氮甲烷、1,2-二溴-3-氯丙烷、1,2-二溴乙烷、硫酸二甲酯、1,4-二氧六环、氨基甲酸乙酯、重氮乙酸乙酯、甲磺酸乙酯、1,2,3,4,5,6-六氯环己烷、胂及其盐类、醋酸铅(二价)、N-甲基亚硝基脲、 α -萘胺、4-硝基联苯、苯胂及其盐类、多氯联苯、硫代乙酰胺、硫脲、邻甲苯胺、三氯乙烯、氯乙烯。

若按化学物质的类型来分类时,以下几类物质的致癌活性较高:烷基化试剂、砷及其化合物、偶氮化合物、胂的衍生物、二价铅的化合物、氮代芥子气(β -氯代胺)、硫代芥子气(β -氯代硫)、镍及其化合物、铍及其化合物、镉及其化合物、雌性及雄性激素甾体、N-亚硝基化合物、多氯代化合物、多环芳香族胺、多环芳烃。

上述这些物质,在实验室中应尽量少与其直接接触。使用时应戴防护手套并尽量在通风橱中进行操作。其中特别要注意的是苯、四氯化碳、氯仿等常见溶剂。因此,现在实验室中常用甲苯代替苯,用二氯甲烷代替四氯化碳和氯仿,用四氢呋喃代替二氧六环等。

(2) 防火

①乙醚、酒精、丙酮、二硫化碳、苯等有机溶剂易燃，实验室不得存放过多，且不可倒入下水道，以免集聚引起火灾。②金属钠、钾、铝粉、电石、黄磷以及金属氢化物要注意使用和存放，尤其不宜与水直接接触。③点燃煤气灯以前要将附近实验台上的易燃溶剂移开，不再使用的火源要随时熄灭。④实验前要了解灭火器的位置、种类和使用方法。木头、纸张、纺织品着火时可使用任何灭火器。油类着火时不要用水浇，否则会使火种蔓延。电器设备着火可用二氧化碳灭火器。活泼金属（钠、钾、锂等）和金属氢化物着火可用黄沙或碳酸钠覆盖灭火。⑤一旦发生火灾，不要惊慌失措，应立即采取相应措施：如遇较小范围内火灾，可用湿抹布或其他衣物覆盖火源即可，千万不要扑打，扑打时有风，反而会使火势更旺；若火势较大时，要先切掉电源和煤气，移去易燃物，然后用灭火器灭火。

四氯化碳灭火器可用以扑灭电器内或电器附近火灾，但不能在狭小和不通风的实验室中应用，因四氯化碳在高温时生成剧毒的光气；此外，四氯化碳和金属钠接触也会发生爆炸。

二氧化碳灭火器是实验室中最常用的一种灭火器，其钢筒内装有压缩的液态二氧化碳，使用时打开开关，二氧化碳气体即会喷出，用以扑灭有机物及电器设备的着火。使用时一手提灭火器，一手应握在喷二氧化碳喇叭筒的把手上，因喷出的二氧化碳压力骤然降低，温度也骤降，手若握在喇叭筒上易被冻伤。

泡沫灭火器内部分别装有含发泡剂的碳酸氢钠溶液和硫酸铝溶液，使用时将筒身颠倒，两种溶液即反应生成硫酸氢钠、氢氧化铝及大量二氧化碳泡沫喷出。除非大火，否则通常不用泡沫灭火器，因后处理比较麻烦。

无论使用何种灭火器，皆应从火的四周开始向中心扑灭。

若衣服着火，切勿奔跑，可用厚的外衣包裹使熄灭。较严重者应躺在地上（以免火焰烧向头部）用防火毯紧紧包住，直至熄灭，或打开附近的自来水开关用水冲淋熄灭。烧伤严重者应立即送医院治疗。

(3) 防爆 氢、乙烯、乙炔、苯、乙醇、乙醚、丙酮、乙酸乙酯、一氧化碳、水煤气和氨气等可燃性气体与空气混合至爆炸极限，一旦有热源诱发，极易发生爆炸，应防止以上气体或蒸气散失在室内空气中，保持室内通风良好，当大量使用可燃性气体时，应严禁使用明火和可能产生电火花的电器；过氧化物、高氯酸盐、叠氮铅、乙炔铜、三硝基甲苯等易爆物质，受震或受热也可能发生爆炸；强氧化剂和强还原剂必须分开存放，使用时轻拿轻放，远离热源。

(4) 防灼伤 除了高温以外，液氮、强酸、强碱、强氧化剂、溴、磷、钠、钾、苯酚、醋酸等物质都会灼伤皮肤，应注意不要让皮肤与之接触，尤其防止溅入眼中。

附：眼睛的保护

① 在实验室进行实验的所有时间内都要戴好防护眼镜。如已佩戴了一般的矫正视力的眼镜，在一些情况下可以不必加戴防护眼镜。但是佩戴隐形眼镜（或称接触型眼镜）要比不戴眼镜还要危险，因此配戴这种隐形眼镜的实验工作者，必须要再配戴防护眼镜。

② 不要对着反应瓶口直接观察反应进行情况，也不要使反应瓶口对着自己或邻近的实验人员。

③ 量取酸、碱或其他危险性化学品时，不要凑在眼睛附近进行。应将量筒放在实验台上，慢慢地加入液体物质。

1.2.3 使用高压容器的安全防护

实验室常用到高压储气钢瓶和一般受压的玻璃仪器，如使用不当，会导致爆炸，需掌握有关常识和操作规程。

(1) 气体钢瓶的识别（颜色相同的要看气体名称）：氧气瓶（天蓝色）；氢气瓶（深绿色）；氮气瓶（黑色）；纯氩气瓶（灰色）；氦气瓶（棕色）；压缩空气（黑色）；氨气瓶（黄色）；二氧化碳气瓶（黑色）。

(2) 高压气瓶的安全使用

① 气瓶应专瓶专用，不能随意改装。② 气瓶应存放在阴凉、干燥、远离热源的地方，易燃气体气瓶与明火距离不小于 5m；氢气瓶最好隔离。③ 气瓶搬运要轻要稳，放置要牢靠。④ 各种气压表一般不得混用。⑤ 氧气瓶严禁油污，注意手、扳手或衣服上的油污沾染。⑥ 气瓶内气体不可用尽，以防倒灌。⑦ 开启气门时应站在气压表的一侧，不准将头或身体对准气瓶总阀，以防气体冲出阀门或气压表伤人。

1.2.4 环保守则

按照国家环保总局《关于加强实验室类污染环境监管的通知》的规定，从 2005 年 1 月 1 日起，科研、监测（检测）、试验等单位实验室、化验室、试验场将按照污染源进行管理，实验室、化验室、试验场的污染将纳入环境监管范围。实验室排放的废液、废气、废渣等虽然数量不大，但不经过必要的处理直接排放，会对环境和人身造成危害，也不利于养成良好的习惯。因此在实验室必须遵守实验室环保守则。

① 爱护环境、保护环境、节约资源、减少废物产生，努力创造良好的实验环境，并不对实验室外的环境造成污染。

② 实验室所有药品、中间产品、集中收集的废物等，必须贴上标签，注明名称，防止误用和因情况不明而处理不当造成环境事故。

③ 废液必须集中处理，应根据废液种类及性质的不同分别收集在废液桶内，并贴上标签，以便处理。严格控制向下水道排放各类污染物，向下水道排放废水必须符合排放标准，严禁把易燃、易爆和容易产生有毒气体的物质倒入下水道。

④ 严格控制废气的排放，必要时要对废气吸收处理。处理有毒性、挥发性或带刺激性物质时，必须在通风橱内进行，防止散逸到室内，但排到室外的气体必须符合排放标准。

⑤ 严禁乱扔固体废弃物，要将其分类收集，分别处理。

⑥ 接触过有毒物质的器皿、滤纸、容器等要分类收集后集中处理。

⑦ 控制噪声，积极采取隔声、减声和消声措施，使其环境噪声符合国家规定的《城市区域环境噪声标准》，噪声应小于 70dB。

⑧ 一旦发生环境污染事件，应及时处理并上报。

1.2.5 实验室事故处理

在实验中，一旦发生了意外，不要着急，要沉着冷静处理，发挥实验室的医药柜或医药箱在紧急情况下的作用。为此，实验室医药箱应备有下列急救药品和器具：医用酒精、碘酒、红药水、创可贴、止血粉、烫伤油膏（或万花油）、1%硼酸或 2%醋酸溶液、1%碳酸氢钠溶液、20%硫代硫酸钠溶液、70%酒精、3%双氧水等；医用镊子、剪刀、纱布、药棉、

棉签和绷带等。下面介绍几种实验室内事故发生时的急救处理方法。

(1) 眼睛的急救 实验室中一般应配有喷水洗眼器，如果没有洗眼器，至少应设一只配有一段软管的洗涤槽。学生应该了解最近的洗眼器或洗涤槽的位置。一旦化学试剂溅入眼内，立即用缓慢的流水彻底冲洗。洗涤后把病人送往眼科医院治疗。玻璃屑进入眼睛，绝不要用手揉擦，尽量不要转动眼球，可任其流泪。也不要试图让其他人取出碎屑，用纱布轻轻包住眼睛后，将伤者送往医院处理。

(2) 烧伤的急救 烧伤的急救方法因原因不同而不同。如为化学烧伤，则必须用大量的水充分冲洗患处。如为有机化合物灼伤，则用酒精擦去有机物是特别有效的。溴的灼伤要用酒精擦至患处不再有黄色为止，然后再涂上甘油以保持皮肤滋润。酸灼伤，先用大量水冲洗，以免深部受伤，再用稀 NaHCO_3 溶液或稀氨水浸洗，最后用水洗。碱灼伤，先用大量水冲洗，再用 1% 硼酸或 2% 醋酸溶液浸洗，最后用水洗。

明火烧伤，要立即离开着火处，迅速用冷水冷却。轻度的火烧伤，用冰水冲洗是一种极有效的急救方法。如果皮肤并未破裂，那么可再涂擦治疗烧伤用药物，使患处及早恢复。当大面积的皮肤表面受到伤害时，可以用湿毛巾冷却，然后用洁净纱布覆盖伤处防止感染，并立即送医院请医生处理。

如着火，要及时灭火。万一衣服着火，切勿奔跑，要有目的地走向最近的灭火毯或灭火喷淋器。用灭火毯把身体包住，火会很快熄灭。

(3) 割伤的急救 不正确地处理玻璃管、玻璃棒则可能引起割伤。若小规模割伤，则先将伤口处的碎玻璃片取出，用水洗净伤口，挤出一点血后，再消毒、包扎；也可在洗净的伤口贴上“创可贴”，可立即止血且易愈合。

若严重割伤，出血多时，则必须立即用手指压住或把相应动脉扎住，使血尽快止住，包上压定布，而不能用脱脂棉。若绷带被血浸透，不要换掉，应再盖上一块施压，并立即送医院治疗。

(4) 烫伤的急救 被火焰、蒸汽、红热的玻璃或铁器等烫伤，应立即将伤处用大量的水冲淋或浸泡，以迅速降温避免深部烧伤。若起水泡，不宜挑破。对轻微烫伤，可在伤处涂抹烫伤油膏或万花油。严重烫伤者应送医院治疗。

(5) 中毒的急救 当发生急性中毒时，紧急处理十分重要。若在实验中感到咽喉灼痛、嘴唇脱色或发绀、胃部痉挛或恶心呕吐并出现心悸、头晕等症状时，则可能是中毒所致。

因口服引起的中毒时，可饮温热的食盐水（1 杯水中放 3~4 小勺食盐），把手指放在嘴里中触及咽后部，引发呕吐。当中毒者失去知觉或因溶剂、酸、碱及重金属盐溶液引起中毒时，不要使其呕吐，误食碱者，先饮大量水再喝些牛奶；误食酸者，先喝水，再服 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 乳剂，再饮些牛奶，不要用催吐剂，也不要服用碳酸盐或碳酸氢盐；重金属盐中毒者，喝一杯含有几克 MgSO_4 的水溶液，立即就医，也不得用催吐剂。

因吸入引起中毒时，要把病人立即抬到空气新鲜的地方，让其安静地躺着休息。

(6) 腐蚀的急救 身体的一部分被腐蚀时，应立即用大量水冲洗。被碱腐蚀时，再用 1% 的醋酸水溶液洗；被酸腐蚀时，再用 1% 的碳酸氢钠水溶液洗。应及时脱下被化学药品玷污的衣服。

附录 1 GLP 实验室要求

1 GLP 实验室简介

GLP 是英文 good laboratory practice 的缩写，中文直译为良好实验室规范。GLP 是就