



普通高等教育“十二五”规划教材



食品卫生学实验指导

An Experimental Guide of Food Hygiene

冯翠萍 主编



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

普通高等教育“十二五”规划教材

食品卫生学实验指导

冯翠萍 主 编



中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

食品卫生学实验指导/冯翠萍主编. —北京:中国轻工业出版社,2014.7
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5019-9759-6

I. ①食… II. ①冯… III. ①食品卫生学—实验—高等学校—教材
IV. ①R15-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第094984号

责任编辑:李亦兵 张磊 责任终审:滕炎福 封面设计:锋尚设计
版式设计:宋振全 责任校对:晋洁 责任监印:张可

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印刷:北京君升印刷有限公司

经销:各地新华书店

版次:2014年7月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:10.75

字数:242千字

书号:ISBN 978-7-5019-9759-6 定价:22.00元

邮购电话:010-65241695 传真:65128352

发行电话:010-85119835 85119793 传真:85113293

网址:<http://www.chlip.com.cn>

Email:club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

130929J1X101ZBW

前 言

为了适应食品质量与安全、食品科学与工程等专业《食品卫生学》教学的需求,加强实践性教学环节,在掌握食品卫生学基本理论、基础知识的前提下,努力提高学生的基本实验技术及分析问题、解决问题的能力,特编写本教材供《食品卫生学》实验用。

编者根据食品相关专业本科生的培养目标,结合当前食品卫生工作的实际需要而选定具有代表性的内容,在内容上主要参考了国内外相关资料,将传统检测方法和现代检测方法相结合,使学生的学习过程中可以很好地了解每种方法的优缺点,根据实际情况,选择合适的方法。本教材把食品卫生感官评价方法编入,对学生全面掌握食品卫生检验方法起到了一定的指导作用。

本教材共分十一章,编写分工如下:第一章、第十一章由山西农业大学冯翠萍编写;第二章、第三章由山西农业大学朱俊玲编写;第四章、第十章由山西农业大学云少君编写;第五章、第九章由山西农业大学伊莉编写;第六章由山西农业大学陈剑杰编写;第七章、第八章由山西农业大学陈晋明编写。

全书由冯翠萍、伊莉统稿、整理。

虽然参加本书编写的人员均为从事食品质量检测教学与实践的专业技术人员,但由于食品卫生检验技术的飞速发展,涉及的内容又相当广泛,并限于我们的编写水平和条件,书中难免有误,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 食品卫生检验的基本知识	1
第一节 实验室应遵守的基本原则	1
第二节 实验室安全及防护知识	2
一、实验室危险性种类	2
二、实验室安全知识	3
三、实验室压缩气体钢瓶的安全使用	3
四、常见的实验室事故急救和处理	5
第三节 常用试剂的配制与标准溶液的标定	6
一、试剂的要求及溶液浓度的基本表示方法	6
二、几种常用试剂的配制与标定	8
三、某些常用特殊试剂的配制	10
第四节 玻璃仪器的洗涤及干燥	11
一、合成洗涤剂和去污粉	12
二、铬酸洗液	12
三、高锰酸钾碱性洗液	12
四、其他洗涤方法	13
五、仪器的干燥	13
第二章 食品卫生检验的一般程序	14
第一节 样本的采集、制备及处理	14
一、样本的采集	14
二、采样记录	17
三、样本的制备和前处理	18
第二节 实验方法的选择与数据处理	22
一、实验方法的选择	22
二、实验数据处理	22
第三节 实验结果的报告	26
一、检验结果的表示	26
二、实验数据的有效数字处理	27
三、数字的修约	27
第三章 食品的感官检验	29
第一节 食品感官检验的条件	29

一、食品感官检验人员	29
二、食品感官检验的环境	30
三、样品的制备与呈送	31
第二节 食品感官检验方法与实例	33
一、食品感官检验方法	33
二、食品感官检验实例——面包的感官检验	34
三、食品感官检验实例——饼干的感官检验	36
第四章 食品中有害金属的测定	39
第一节 食品中汞的测定	39
一、冷原子吸收光谱法	39
二、二硫腈比色法	41
第二节 食品中铅的测定	43
一、石墨炉原子吸收光谱法	43
二、电感耦合等离子体原子发射光谱法 (ICP - AES)	45
第三节 食品中砷的测定	46
一、食品中砷的测定——银盐法	46
二、食品中无机砷的测定——氢化物原子荧光光度法	48
第四节 食品中镉的测定	49
第五章 食品中农药残留量的测定	52
第一节 食品中六六六、滴滴涕等有机氯农药的测定	52
一、定性检验	52
二、定量检验	53
第二节 食品中有机磷农药残留量的测定	56
一、定性检验	56
二、定量检验	57
第三节 食品中拟除虫菊酯类农药的测定	60
第四节 食品中氨基甲酸酯类农药的测定	62
一、高效液相色谱法	62
二、气相色谱法	64
第六章 食品中兽药残留量的测定	67
第一节 动物性食品中抗生素残留检测	67
一、定性检测	67
二、定量检验	69
第二节 动物性食品中磺胺类药物残留检测	72
一、高效液相色谱法	73

二、放射受体分析法	74
第三节 动物性食品中激素类药物残留检测	75
一、高效液相色谱法测定畜禽肉中多种雌激素	75
二、高效液相色谱法测定动物性食品中克仑特罗残留	77
三、酶联免疫吸附 (ELISA) 法检测食品中克仑特罗的残留	78
第七章 其他有毒有害物质的测定	81
第一节 食品中黄曲霉毒素 B ₁ 的测定	81
第二节 食品中苯并 (a) 芘的测定	83
一、荧光光度法	83
二、液相色谱法	85
第三节 食品中 N-亚硝胺化合物的测定	87
一、分光光度法测定食品中挥发性 N-亚硝胺	87
二、气相色谱-质谱联用法	88
第四节 食品中丙烯酰胺的测定	89
第八章 食品中添加剂的检验	92
第一节 食品中硝酸盐和亚硝酸盐的测定	92
一、离子色谱法	92
二、分光光度法	94
第二节 食品中苯甲酸、苯甲酸钠、山梨酸、山梨酸钾的测定	95
一、高效液相色谱法	96
二、气相色谱法	97
第三节 食品中食用合成着色剂的测定	98
第四节 食品中抗氧化剂丁基羟基茴香醚 (BHA)、二丁基羟基 甲苯 (BHT) 的测定	100
第五节 食品中甜味剂的测定	102
一、薄层色谱法测定食品中的糖精钠	102
二、食品中环己基氨基磺酸钠 (甜蜜素) 的测定	104
第九章 食品容器和包装材料的检验	107
第一节 塑料制品中有害物质的检验	107
一、食品包装用聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯树脂等塑料的检测	107
二、食品包装用三聚氰胺塑料中甲醛的检测	109
三、气相色谱法测定聚氯乙烯塑料中氯乙烯单体含量	110
第二节 食品包装用纸有害物质的检验	111
一、原子吸收分光光度法测定食品包装用纸中的铅含量	112
二、双硫腙法测定食品包装用纸中的铅含量	113

三、食品包装用纸中荧光增白剂的测定	114
第三节 橡胶制品中有害物质的检验	116
第十章 食品中微生物的检测	119
第一节 食品中细菌菌落总数的测定	119
第二节 食品中大肠菌群最可能数的测定	120
第三节 食品中沙门菌的测定	122
第四节 食品中金黄色葡萄球菌的测定	124
一、金黄色葡萄球菌 Baird - Parker 平板计数	124
二、金黄色葡萄球菌 B 型肠毒素的 ELISA 检测技术	126
第五节 食品中志贺菌的测定	128
第十一章 食品掺伪的检验	133
第一节 牛乳掺伪的检验	133
一、牛乳的常规指标检验	133
二、牛乳的掺伪检验	136
第二节 酿造醋与人工合成醋的鉴别检验	140
一、碘液法	140
二、高锰酸钾、亚硫酸品红法	140
三、紫外线照射法	141
第三节 蜂蜜的鉴别与掺伪检验	141
一、真假蜂蜜的鉴别	142
二、蜂蜜的掺伪检验	142
第四节 食用植物油掺伪的检验	144
一、食用植物油的感官检验	144
二、食用植物油的掺伪检验	145
第五节 肉类食品新鲜度及掺伪检验	149
一、肉及肉制品中挥发性盐基氮的测定	149
二、肉类食品的掺伪检验	152
第六节 饮料掺伪的检验	157
一、饮料中生水的检验	157
二、假果汁饮料的鉴别检验	158
三、非食用着色剂的鉴别检验	159
四、果胶质的检验	159
五、识别变质的果汁饮料	159
参考文献	161

第一章 食品卫生检验的基本知识

第一节 实验室应遵守的基本原则

(1) 每个同学都应遵守学习纪律，维护实验室秩序，保持室内安静，不大声说笑或喧哗。

(2) 必须遵守和熟悉实验室安全规章及防护知识，不得违反和破坏。禁止在实验室内吸烟。使用电炉应有人在旁，不可擅自离开不管，用毕后切记断电。

(3) 在实验过程中，严肃认真地按操作规程进行实验，并简要、准确地将实验结果及原始数据记录在专用的实验记录本上，养成实事求是的良好科学作风。课后及时总结复习，根据原始记录进行整理，并写出实验报告。

(4) 每次实验结束后，应各自立即将仪器洗净倒置放好，并整理好实验桌面上的物品。实验人员要养成洗手离开的习惯。值日生要负责当日实验室的卫生和安全检查，做好全部清理工作，离开实验室前应关上水、电、煤气、门窗等，严防安全隐患及事故的发生。

(5) 保持实验室环境和仪器的整洁是做好实验的重要条件及关键。必须维持实验桌面及试剂药品架的清洁整齐，不要乱放和乱扔，仪器和试剂药品放置要井然有序。公用试剂药品用毕后立即盖好放回原处，要特别注意保持药品及试剂的纯净，严禁混杂。

(6) 量瓶是量器，不可用量瓶作盛器。带有磨口玻璃塞的量瓶等仪器的塞子，不要盖错。带玻璃塞的仪器和玻璃瓶等，如果暂时不使用，要用纸条把瓶塞和瓶口隔开。

(7) 不可用滤纸称量药品，或做记录。

(8) 不可用纸片盖烧杯和锥形瓶等。

(9) 标签纸的大小应与容器相称，标签上应注明物质的名称、规格和浓度、配制日期及配制人。标签应贴在试剂瓶或烧杯的 2/3 处，试管等细长容器贴在上部。

(10) 洗涤和使用玻璃仪器时，应小心谨慎，防止损坏，在使用贵重精密仪器时，应严格遵守操作规程。发生故障时，应立即关闭仪器，并告知管理人员，不得擅自拆修。

(11) 挪动干净玻璃仪器时，勿使手指接触仪器内部。

(12) 洗净的仪器要放在架上或干净的纱布上晾干，不能用抹布擦拭，更不能用抹布擦拭仪器内壁。

(13) 取出的试剂和标准溶液，如未用尽，切勿倒回原试剂瓶内，以免掺混。

(14) 使用具有玻璃活塞的仪器时（如滴定管、分液漏斗、气集分析仪等）须认真检查活塞是否已涂油，是否畅通，是否漏气、漏液，旋转是否灵活。

(15) 使用移液管前必须事先看清是否需要吹，再行使用。移液管使用后，应放在移液管架的固定位置上，移液管尖端应低于上端，不许直接放在实验台上。

(16) 用标准碱溶液滴定时，必须用碱式滴定管。

(17) 凡是进行发生烟雾、有毒气体及有臭味气体的实验，必须在通风橱内进行。

(18) 废弃溶液可倒入水槽内，但强酸、强碱溶液必须先用水稀释后，再放水冲走。强腐蚀性废弃试剂及药品、废纸及其他固体废物或带有渣滓沉淀的废液均应倒入废品缸内，不能倒入水槽内。

(19) 用实验动物进行实验时，不许戏弄动物。进行杀死或解剖等操作，应按规定方法进行，绝对不能用动物、手术器械或药物开玩笑。

(20) 一般容量仪器的容积都是在 20℃ 条件下校准的。使用时如温差在 5℃ 以内，容积改变不大，可以忽略不计。

(21) 使用冰箱及电热恒温箱、烤箱时，应注意以下事项：

①应轻轻地开关箱门，物品取放后应马上关闭。

②在放入物品之前，应先看箱上温度计所指示的温度是否与所需的相符，若不相符，则应调整到所需温度后才能放入。但应注意若箱内已放入他人物品，则放入或调整箱温时，都必须征得他人同意后才能进行。

③一切放入箱内的物品必须做好标记（包括编号、品名、分析项目、时间、实验者姓名等）。

第二节 实验室安全及防护知识

实验室的安全是头等大事，凡进入实验室工作的人员，包括教师、实验员、学生等，都必须有高度的安全意识，严格遵守操作规程和规章制度，保持高度警惕，以避免发生事故。

一、实验室危险性种类

1. 易燃、易爆危险

实验室内往往存有易燃和易爆化学危险品、高压气体钢瓶、低温液化气瓶等。另外，还经常进行高温高压灭菌、蒸馏、浓缩等操作，如果没有遵守安全操作规定或是操作不当，则有可能导致安全事故发生。

2. 有毒气体危险

在食品卫生检验实验过程中，经常使用到各种有机溶剂，有些试剂是具有挥发性的有毒、有害试剂。另外，实验过程中也可能产生有毒气体和腐蚀性气体，如不注意，均可能引起中毒。

3. 机械伤害危险

食品卫生检验中经常涉及安装玻璃仪器、连接管道、接触运转的设备等因素，操作时疏忽大意或思想不集中是导致事故发生的主要原因。

4. 触电危险

实验室经常接触用电设备，必须时刻注意用电安全。

5. 其他危险

涉及放射性、微波辐射时等应有适当的防护措施，以防止对人造成伤害或污染环境。

二、实验室安全知识

在食品卫生检验实验室中，经常与毒性很强、有腐蚀性、易燃烧和具有爆炸性的化学药品直接接触，常常使用易碎的玻璃和瓷质的器皿，以及在水、电、煤气等高温电热设备的环境下进行着紧张而细致的工作。因此，必须十分重视安全工作和具备一定的防护知识。

(1) 使用电器设备（如烘箱、恒温水浴锅、离心机、电炉等）时，严防触电，绝不可用湿手或在眼睛旁视时开关电闸和电器开关。凡是未装地线或漏电的仪器，一律不能使用。

(2) 使用煤气灯或酒精喷灯时，应做到火着人在，人走火灭。

(3) 使用浓酸、浓碱，必须极为小心地操作，防止溅失。用移液管吸量这些试剂时，必须使用橡皮球或洗耳球，绝对不能用口直接吸取。如果不慎溅洒在实验桌面或地面上，必须及时用湿抹布或拖布擦洗干净。

(4) 使用易燃物（如乙醚、乙醇、丙酮、苯等）时，应特别小心。不要大量放在桌上，更不应在靠近火源处放置。只有在远离火源时，或将火焰熄灭后，才可大量倾倒这类试剂。低沸点的有机溶剂不准在火焰上直接加热，仅限在水浴上利用回流冷凝装置进行加热或蒸馏。如果不慎倾出了相当量的易燃液体，应立即关闭室内所有的火源和电加热器，并打开窗门及通风设备迅速用抹布或毛布擦拭撒出的液体，转入适当的容器中后再做妥善处理。

(5) 用油浴操作时，应小心加热，随时用温度计观测，绝对不能使温度超过油的燃烧温度。

(6) 易燃和易爆物质的残渣（如金属钠、白磷、火柴头等）不得倒入水槽或废物缸中，应倾入或收集在指定的容器内。

(7) 毒物应按实验室规定及办理审批手续后领取，使用时严格操作，用后妥善处理。

三、实验室压缩气体钢瓶的安全使用

1. 压缩气体钢瓶的安全使用

气体钢瓶是储存压缩气体的特制的耐压钢瓶。使用时，通过减压阀（气压表）有控制地放出气体。由于钢瓶的内压很大（有的高达 15MPa），而且有些气体易燃或有毒，所以在使用钢瓶时要注意安全。

(1) 压缩气体钢瓶应直立使用，务必用框架或栅栏围护固定。

(2) 压缩气体钢瓶应远离热源、火种，置通风阴凉处，防止日光暴晒，严禁受热；可燃性气体钢瓶必须与氧气钢瓶分开存放；周围不得堆放任何易燃物品，易燃气体严禁接触火种。

(3) 禁止随意搬动、敲打钢瓶，经允许搬动时应做到轻搬轻放。

(4) 使用时要注意检查钢瓶及连接气路的气密性，确保气体不泄漏。使用钢瓶中的气体时，要用减压阀（气压表）。各种气体的气压表不得混用，以防爆炸。

(5) 使用完毕按规定关闭阀门，主阀应拧紧不得泄漏。养成离开实验室时检查气瓶的习惯。

(6) 不可将钢瓶内的气体全部用完,一定要保留 0.05MPa 以上的残留压力(减压阀表压)。可燃性气体如乙炔应剩余 0.2~0.3MPa。

(7) 为了避免各种气体混淆而用错气体,通常在气瓶外面涂以特定的颜色以便区别,并在瓶上标明瓶内气体的名称。

(8) 绝不可使油或其他易燃性有机物沾在气瓶上(特别是气门嘴和减压阀);也不得用棉、麻等物堵住,以防燃烧引起事故。

(9) 各种气瓶必须按国家规定进行定期检验,使用过程中必须要注意观察钢瓶的状况,如发现有严重腐蚀或其他严重损伤,应停止使用并提前报检。

2. CO₂ 钢瓶的安全使用

(1) 使用方法 使用前检查连接部位是否漏气,可涂上肥皂液进行检查,调整至确实不漏气后才进行实验。

使用时先逆时针打开钢瓶总开关,观察高压表读数,记录高压瓶内总的 CO₂ 压力,然后顺时针转动低压表压力调节螺杆,使其压缩主弹簧将活门打开。这样进口的高压气体由高压室经节流减压后进入低压室,并经出口通往工作系统。使用后,先顺时针关闭钢瓶总开关,再逆时针旋松减压阀。

(2) 注意事项 防止钢瓶的使用温度过高。钢瓶应存放在阴凉、干燥、远离热源(如阳光、暖气、炉火)处,不得超过 31℃,以免液体 CO₂ 温度升高,体积膨胀而形成高压气体,产生爆炸危险。

钢瓶千万不能卧放。如果钢瓶卧放,打开减压阀时,冲出的 CO₂ 液体迅速气化,容易发生导气管爆裂及大量 CO₂ 泄漏的意外。

减压阀、接头及压力调节器装置正确连接且无泄漏、没有损坏、状况良好。

CO₂ 不得超量填充。液化 CO₂ 的填充量,温带气候不要超过钢瓶容积的 75%,热带气候不要超过 66.7%。

旧瓶定期接受安全检验。超过钢瓶使用安全规范年限,接受压力测试合格后,才能继续使用。

3. N₂ 高压钢瓶的安全使用

(1) 使用方法 使用前检查连接部位是否漏气,可涂上肥皂液进行检查,调整至确实不漏气后才进行实验。

使用时先逆时针打开钢瓶总开关,观察高压表读数,记录高压瓶内总的 N₂ 压力,然后顺时针转动低压表压力调节螺杆,使其压缩主弹簧将活门打开。这样进口的高压气体由高压室经节流减压后进入低压室,并经出口通往工作系统。使用后,先顺时针关闭钢瓶总开关,再逆时针旋松减压阀。

(2) 注意事项 不可将钢瓶内的气体全部用完,一定要保留 0.05MPa 以上的残留压力(减压阀表压)。

使用时,要把钢瓶牢牢固定,以免摇动或翻倒。

开关气门阀要慢慢地操作,切不可过急地或强行用力把它拧开。

4. H₂ 高压钢瓶的安全使用

(1) 使用方法 使用前检查连接部位是否漏气,可涂上肥皂液进行检查,调整至确实不漏气后才进行实验。

在确认减压阀处于关闭状态（T 调节螺杆松开状态）后，逆时针打开钢瓶总开关，并观察高压表读数，然后逆时针打开减压阀左边的一个小开关，再顺时针慢慢转动减压阀调节螺杆（T 字旋杆），使其压缩主弹簧将活门打开。使减压表上的压力处于所需压力，记录减压表上的压力数值。

使用结束后，先顺时针关闭钢瓶总开关，再逆时针旋松减压阀。

（2）注意事项 室内必须通风良好，保证空气中 H_2 最高含量不超过 1%（体积分数）。室内换气次数每小时不得少于三次，局部通风每小时换气次数不得少于七次。

H_2 瓶与盛有易燃、易爆物质及氧化性气体的容积和气瓶的间距不应小于 8m。

与明火或普通电气设备的间距不应小于 10m。

与空调装置、空气压缩机和通风设备等吸风口的间距不应小于 20m。

与其他可燃性气体贮存地点的间距不应小于 20m。

禁止敲击、碰撞；气瓶不得靠近热源；夏季应防止暴晒。

必须使用专用的 H_2 减压阀，开启气瓶时，操作者应站在阀口的侧后方，动作要轻缓。

阀门或减压阀泄漏时，不得继续使用；阀门损坏时，严禁在瓶内有压力的情况下更换阀门。

瓶内气体严禁用尽，应保留 0.2 ~ 0.3MPa 以上的余压。

5. O_2 高压钢瓶的安全使用

（1）使用方法 使用前要检查连接部位是否漏气，可涂上肥皂液进行检查，调整至确实不漏气后才进行实验。

使用时先逆时针打开钢瓶总开关，观察高压表读数，记录高压瓶内总的 O_2 压力，然后顺时针转动低压表压力调节螺杆，使其压缩主弹簧将活门打开。这样的进口的高压气体由高压室经节流减压后进入低压室，并经出口通往工作系统。

使用结束后，先顺时针关闭钢瓶总开关，放尽余气后，再逆时针旋松减压阀。

（2）注意事项 由于 O_2 只要接触油脂类物质，就会氧化发热，甚至有燃烧、爆炸的危险。因此，必须十分注意，不要把 O_2 装入盛过油类物质之类的容器里，或把它置于这类容器的附近。

将 O_2 排放到大气中时，要查明在其附近不会引起火灾等危险后，才可排放。保存时，要与 H_2 等可燃性气体的钢瓶隔开。

禁止用（或误用）盛其他可燃性气体的气瓶来充灌 O_2 。 O_2 瓶禁止放于阳光暴晒的地方。

不可将钢瓶内的气体全部用完，一定要保留 0.05MPa 以上的残留压力（减压阀表压）。

使用时，要把钢瓶牢牢固定，以免摇动或翻倒。

开关气阀要慢慢地操作，切不可过急地或强行用力把它打开。

四、常见的实验室事故急救和处理

1. 实验室灭火方法

实验中一旦发生了火灾切不可惊慌失措，应保持镇静。首先立即切断室内一切火源和电源，然后根据具体情况积极正确地进行抢救和灭火。常用的方法有：

（1）在可燃液体燃着时，应立即拿开着火区域内的一切可燃物质，关闭通风器，防止

扩大燃烧。若着火面积较小,可用石棉布、湿布或沙土覆盖,隔绝空气使之熄灭。但覆盖时要轻,避免碰坏或打翻盛有易燃溶剂的玻璃器皿,导致更多的溶剂流出而再着火。

(2) 酒精及其他可溶于水的液体着火时,可用水灭火。

(3) 汽油、乙醚、甲苯等有机溶剂着火时,应用湿棉布或砂土扑灭。绝对不能用水,否则反而会扩大燃烧面积。

(4) 金属钠着火时,可把砂子倒在它的上面。

(5) 导线着火时不能用水及 CO_2 灭火器,应切断电源或用四氯化碳灭火器。

(6) 衣服被烧着时切忌奔走,可用衣服、大衣等包裹身体或躺在地上滚动借以灭火。

(7) 发生火灾时应注意保护现场。较大的着火事故应立即报警。

2. 实验室急救措施

在实验过程中不慎发生受伤事故,应立即采取适当的急救措施。

(1) 玻璃割伤及其他机械损伤 首先必须检查伤口内有无玻璃或金属等物碎片。然后用硼酸水洗净,再涂以碘酒或红汞水,必要时可用护创膏或纱布包扎。若伤口较大或过深而大量出血,应迅速在伤口上部和下部扎紧血管止血,立即到医院诊治。

(2) 烫伤一般用浓的(90%~95%)酒精消毒后,涂上苦味酸软膏。如果伤处红痛或红肿(一级灼伤),可涂医用橄榄油或用棉花蘸酒精敷盖伤处;若皮肤起泡(二级灼伤),不要弄破水泡,防止感染;若伤处皮肤呈棕色或黑色(三级灼伤),应用干燥而无菌的消毒纱布轻轻包扎好,急送医院治疗。

(3) 强碱(如氢氧化钠、氢氧化钾等)、钠、钾等触及皮肤而引起灼伤时,要先用大量自来水冲洗,再用5%硼酸溶液或2%乙酸溶液涂洗。

(4) 强酸、溴等触及皮肤而致灼伤时,应立即用大量自来水冲洗,再以5%碳酸氢钠溶液或5%氢氧化铵溶液洗涤。

(5) 如酚触及皮肤引起灼伤,可用酒精洗涤。

(6) 若煤气中毒时,应到室外呼吸新鲜空气。如严重时应立即到医院诊治。

(7) 汞容易由呼吸道进入人体,也可以经皮肤直接吸收而引起积累性中毒。严重中毒的象征是口中有金属味,呼出气体也有气味;流唾液,牙床及嘴唇上有硫化汞的黑色,淋巴腺及唾液腺肿大。若不慎中毒时,应送医院急救。急性中毒时,通常用碳粉或呕吐剂彻底洗胃,或者食入蛋白质(如1L牛乳加3个鸡蛋清)或蓖麻油解毒并使之呕吐。

(8) 触电 触电时可按下列方法之一切断电路:①关闭电源;②用干木棍使导线与受害者分开;③使受害者和土地分离。急救时急救者必须做好防止触电的安全措施,手或脚必须绝缘。

第三节 常用试剂的配制与标准溶液的标定

一、试剂的要求及溶液浓度的基本表示方法

1. 化学试剂的规格

化学试剂是指具有一定纯度标准的各种单质和化合物,它分为无机试剂和有机试剂两大类。试剂可按不同用途制成不同规格,我国普通化学试剂等级对照见表1-1。

表 1-1

我国普通化学试剂等级

等级	纯度	符号	标签颜色	用 途
一级	优级纯	G. R.	绿色	纯度最高, 适用于精密的分析和科学研究
二级	分析纯	A. R.	红色	纯度略差, 适用于重要的分析实验
三级	化学纯	C. P.	蓝色	适用于一般分析化学、制备及教学实验
四级	实验试剂	L. R.	中黄色	适用于一般要求不高的实验

除上述试剂外, 还有一些特殊用途的所谓“高纯”试剂, 如基准试剂、“光谱纯”试剂、“色谱纯”试剂、“放射化学纯”试剂等。

基准试剂的纯度相当于一级品, 常用作滴定分析的基准物质。

“光谱纯”试剂是以光谱分析时出现的干扰谱线强度大小来衡量的, 它的杂质含量用光谱分析法已测不出或者杂质含量低于某一限度。这类试剂主要用作光谱分析中的基准物质, 但不应把它当作化学分析的基准物质来使用。

“色谱纯”试剂用于色谱分析, 它的杂质含量低, 在最高灵敏度下无杂质峰出现。

“放射化学纯”试剂是以放射性测定时出现干扰的核辐射强度来衡量的。

化学试剂中, 指示剂的纯度往往不明确, 除少数标明“分析纯”、“试剂四级”以外, 经常遇到只写明“化学试剂”、“企业标准”或“部颁暂行标准”等, 常用的有机试剂、掩蔽剂也有类似情况, 这些试剂只能当作化学纯试剂使用, 必要时需进行提纯。

在食品卫生检验工作中, 选择试剂的纯度除了要与所用方法相当外, 其他的如实验用水、使用的器皿也需与之相适应。若试剂选用优级纯, 就不能使用普通去离子水或蒸馏水, 而应使用双蒸水, 对所用器皿的质地也有较高要求, 在使用过程中不应有物质溶解到溶液中, 以免影响溶液的纯度。

检验人员必须对化学试剂的规格有明确的认识, 做到既不盲目追求高纯度而造成浪费, 也不随意降低规格而影响分析结果的准确度。

2. 化学试剂的取用

(1) 固体试剂的取用 试剂取用原则是既要质量准确, 又必须保证试剂的纯度(不受污染)。

使用干净的药品匙取固体试剂, 药品匙不能混用。实验后洗净、晾干, 下次再用, 避免沾污药品。要严格按量取用药品, 多取试剂不仅造成浪费, 往往还影响实验效果。一旦取多, 可放在指定容器内或给他人使用, 一般不许倒回原试剂瓶中。

需要称量的固体试剂, 可放在称量纸上称量; 对于具有腐蚀性、强氧化性、易潮解的固体试剂要用小烧杯、称量瓶、表面皿等装载后进行称量。根据称量精确度的要求, 可分别选择台秤和分析天平称量固体试剂。用称量瓶称量时, 可用减量法操作。

(2) 液体试剂的取用 液体试剂装在细口瓶或滴瓶内, 试剂瓶上的标签要写清名称、浓度。

①从滴瓶中取用试剂: 应先提起滴管离开液面, 捏瘪胶帽后赶出空气, 再插入溶液中吸取试剂。滴加溶液时滴管要垂直, 这样滴入液滴的体积才能准确; 滴管口应距接收容器口(如试管口) 0.5cm 左右, 以免与器壁接触沾染其他试剂, 使滴瓶内试剂受到污染。当

要从滴瓶中取出较多溶液时,可直接倾倒。先排除滴管内的液体,然后把滴管夹在食指和中指间倒出所需量的试剂。滴管不能倒持,以防试剂腐蚀胶帽使试剂变质。

②从细口瓶中取用试剂:用倾注法,先将瓶塞倒放在桌面上,倾倒时瓶上的标签要朝向手心,以免瓶口残留的少量液体顺瓶壁流下而腐蚀标签。

3. 溶液浓度的表示方法

(1) 质量分数(%) 指溶质的质量与溶液的质量之比。如果分子和分母的质量单位不同,则质量分数应加上单位,如 mg/g 、 $\mu\text{g/g}$ 等。

(2) 体积分数(%) 指在相同的温度和压力下,溶质的体积与溶液的体积之比。

(3) 质量浓度(g/L) 指溶质的质量与溶液的体积之比。当浓度很稀时,可用 mg/L 、 $\mu\text{g/L}$ 、 ng/L 表示。

(4) 物质的量浓度(mol/L) 指溶质的物质的量与溶液的体积之比。

(5) 比例浓度 指溶液中各组分的体积比。如正丁醇-氨水-无水乙醇(7+1+2),是指7体积正丁醇、1体积氨水和2体积无水乙醇混合而成的溶液。

(6) 滴定度(g/mL) 指1mL标准溶液相当于被测物的质量,可用 $T_{S/X}$ 表示,S和X分别代表标准溶液和待测物质的化学式。如 $T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0.005316\text{g/mL}$,表示1mL盐酸标准溶液相当于0.005316g碳酸钠。

二、几种常用试剂的配制与标定

1. 市售浓酸、氨水的密度和浓度

表 1-2 市售浓酸、氨水的密度和浓度

试剂名称	密度/(g/cm^3)	质量分数/%	物质的量浓度/ mol/L
氨水	0.90	28.0	14.8
硫酸	1.84	95.5	17.8
盐酸	1.19	36.5	11.9
硝酸	1.42	70.0	15.8
磷酸	1.69	85.0	14.7
冰乙酸	1.05	99.7	17.4

2. 标准氢氧化钠溶液的配制与标定

(1) 氢氧化钠标准溶液的配制

①氢氧化钠饱和溶液:称取120g氢氧化钠,加100mL蒸馏水,振摇使之溶解成饱和溶液,冷却后置于聚乙烯塑料瓶中,密塞,放置数日,澄清后备用。

②氢氧化钠溶液($c_{\text{NaOH}} = 1\text{mol/L}$):吸取56mL澄清的氢氧化钠饱和溶液,加适量新煮沸的冷水至1000mL,摇匀。

③氢氧化钠溶液($c_{\text{NaOH}} = 0.1\text{mol/L}$):吸取5.6mL澄清的氢氧化钠饱和溶液,加适量新煮沸的冷水至1000mL,摇匀。

④酚酞指示剂:称取酚酞1g溶于适量乙醇中再稀释至100mL。

(2) 氢氧化钠标准溶液的标定

①标定步骤：准确称取约 6g 在 105 ~ 110℃ 干燥至恒重的基准邻苯二甲酸氢钾，加 80mL 新煮沸过的冷却的蒸馏水，使之尽量溶解，加 2 滴酚酞指示剂，用 $c_{\text{NaOH}} = 1\text{mol/L}$ 的氢氧化钠溶液滴定至溶液呈粉红色，0.5min 不褪色。做三次平行实验，并做空白实验。

标定 $c_{\text{NaOH}} = 0.1\text{mol/L}$ 的氢氧化钠溶液时，步骤同上，但基准邻苯二甲酸氢钾的量改为 0.6g。

②结果计算

$$c = \frac{m}{(V_1 - V_2) \times 0.2042}$$

式中 c ——氢氧化钠标准滴定溶液的实际浓度，mol/L

m ——基准邻苯二甲酸氢钾的质量，g

V_1 ——氢氧化钠标准溶液的用量，mL

V_2 ——空白实验中氢氧化钠标准溶液的用量，mL

0.2042——基准邻苯二甲酸氢钾的毫摩质量，g/mmol

3. 盐酸标准溶液的配制与标定

(1) 盐酸标准溶液的配制

①盐酸溶液 ($c_{\text{HCl}} = 1\text{mol/L}$)：量取 90mL 盐酸，加适量蒸馏水并稀释至 1000mL。

②盐酸溶液 ($c_{\text{HCl}} = 0.1\text{mol/L}$)：量取 9mL 盐酸，加适量蒸馏水并稀释至 1000mL。

③溴甲酚绿 - 甲基红混合指示剂：量取 30mL 溴甲酚绿的乙醇溶液 (2g/L)，加入 20mL 甲基红的乙醇溶液 (1g/L)，混匀。

(2) 盐酸标准溶液的标定

①标定步骤：准确称取 1.5g 左右的在 270 ~ 300℃ 干燥至恒重的基准无水碳酸钠，加 50mL 蒸馏水使之溶解，再加 10 滴溴甲酚绿 - 甲基红混合指示剂，用 $c_{\text{HCl}} = 1\text{mol/L}$ 的盐酸溶液滴定至溶液由绿色转变为紫红色，煮沸 2min，冷却至室温，继续滴定至溶液由绿色变为暗紫色。做三个平行实验，同时做空白实验。

标定 $c_{\text{HCl}} = 0.1\text{mol/L}$ 的盐酸溶液时，步骤同上，但基准物无水碳酸钠的量变为 0.15g。

②结果计算

$$c = \frac{m}{(V_1 - V_2) \times 0.0530}$$

式中 c ——盐酸标准滴定溶液的实际浓度，mol/L

m ——基准无水碳酸钠的质量，g

V_1 ——样品消耗盐酸标准溶液的体积，mL

V_2 ——空白实验消耗盐酸标准溶液的体积，mL

0.0530—— $1/2 \text{NaCO}_3$ 的毫摩质量，g/mmol

4. 硫酸标准溶液的配制与标定

(1) 硫酸标准溶液的配制

①硫酸溶液 ($c_{1/2\text{H}_2\text{SO}_4} = 1\text{mol/L}$)：量取 30mL 硫酸，缓缓注入适量蒸馏水中，冷却至室温后用蒸馏水稀释至 1000mL，混匀。

②硫酸溶液 ($c_{1/2\text{H}_2\text{SO}_4} = 0.1\text{mol/L}$)：量取 3mL 硫酸，缓缓注入适量蒸馏水中，冷却至室温后用蒸馏水稀释至 1000mL，混匀。

(2) 硫酸标准溶液的标定 用基准无水碳酸钠标定，操作步骤及计算同盐酸标准溶液