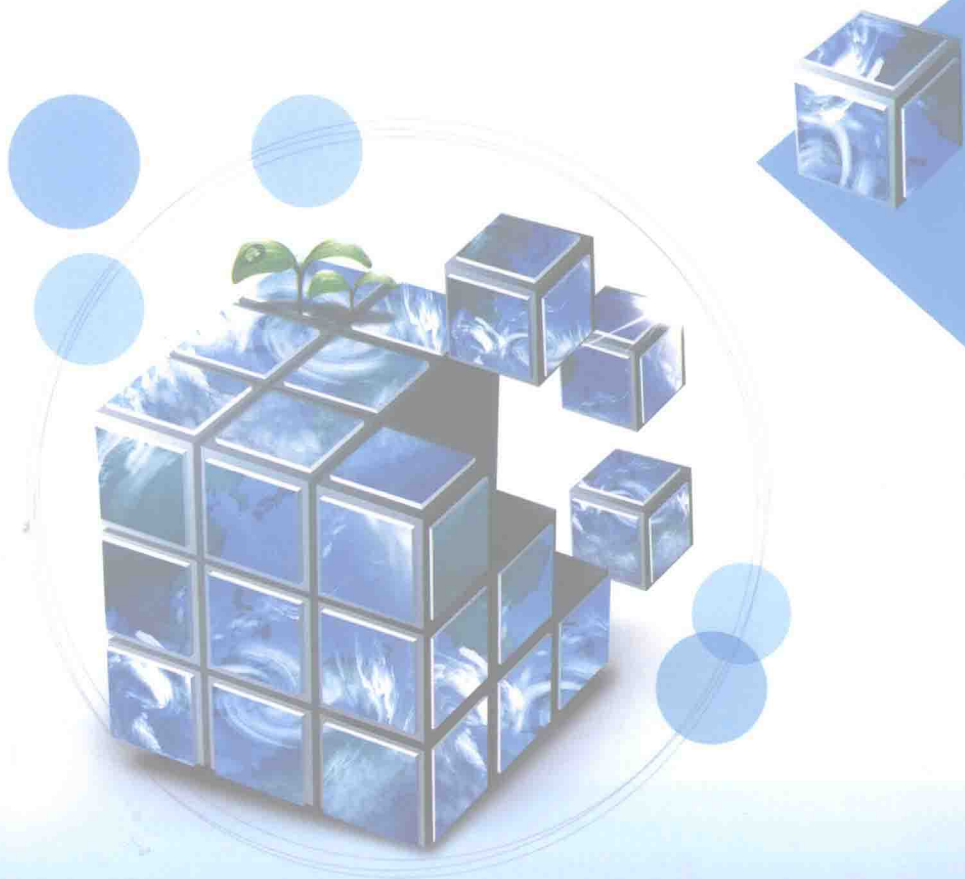


YUANYICHANPIN
ZHUCANGJIAGONGXUE

园艺产品贮藏加工学

综合实验指导

李君兰 康慧仁 编著



飞天出版传媒集团



甘肃文化出版社

YUANYICHANPIN
ZHUCANGJIAGONGXUE

园艺产品贮藏加工学

综合实验指导

李君兰 康慧仁 编著

飞天出版传媒集团

 甘肃文化出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

园艺产品贮藏加工学综合实验指导 / 李君兰, 康慧仁编著. —兰州: 甘肃文化出版社, 2014.4
ISBN 978-7-5490-0616-8

I. ①园… II. ①李… ②康… III. ①园艺作物—贮藏—高等学校—教材 ②园艺作物—加工—高等学校—教材 IV. ①S609

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第076559号


园艺产品贮藏加工学综合实验指导

李君兰 康慧仁 | 编著

出版人 | 王 奕

责任编辑 | 原彦平 张莎莎

封面设计 | 陈晓燕

出版发行 |  甘肃文化出版社

网 址 | <http://www.gswenhua.cn>

投稿邮箱 | press@gswenhua.cn

地 址 | 兰州市城关区曹家巷 1 号 | 730030 (邮编)

营销中心 | 王 俊 贾 莉

电 话 | 0931-8454870 8430531 (传真)

印 刷 | 兰州万易印务有限责任公司

开 本 | 787 毫米×1092 毫米 1/16

字 数 | 280 千

印 张 | 19.25

版 次 | 2014 年 4 月第 1 版

印 次 | 2014 年 4 月第 1 次

书 号 | ISBN 978-7-5490-0616-8

定 价 | 38.00 元

版权所有 违者必究 (举报电话: 0931-8454870)

(图书如出现印装质量问题, 请与印厂联系)

目 录

绪论 /1

总则 /5

第一章 样品分析的基本知识

第一节 分析样品的准备 /7

第二节 样品的预处理 /11

第三节 方法的选择与数据处理 /18

第二章 感官分析

第一节 感官分析概述 /43

第二节 感觉 /45

第三节 食品的感官检验 /47

第四节 感官分析常用的方法 /49

第三章 果蔬的物理及化学性质测定

实验1 一般物理性状测定 /63

实验2 可溶性固形物的测定 /65

实验3 果蔬冰点的测定 /66

实验4 毛细管运动食品黏度测定 /67

实验5 水分含量的测定 /69

实验6 水分活度的测定 /70

- 一、康微微量扩散法 /70
- 二、水分活度仪法 /72
- 实验7 果蔬含酸量的测定 /75
- 实验8 可溶性糖的测定 /76
 - 一、直接滴定法 /76
 - 二、蒽酮法 /79
 - 三、苯酚法 /81
 - 四、3, 5—二硝基水杨酸比色法 /83
 - 五、果糖的测定 /85
- 实验9 淀粉的测定 /86
- 实验10 粗纤维含量的测定 /87
- 实验11 蛋白质含量的测定 /89
- 实验12 游离氨基酸含量测定 /92
- 实验13 氨基酸纸层析法 /95
- 实验14 赖氨酸含量的测定 /99
- 实验15 脯氨酸含量测定 /101
- 实验16 植物组织中可溶性蛋白质含量的测定 /105
 - 一、Folin-酚试剂法 (Lowry法) /105
 - 二、考马斯亮蓝G-250染色法 /107
 - 三、紫外吸收法 /109
- 实验17 蛋白质组分分析 /110
- 实验18 蛋白质相对分子质量的测定 /112
- 实验19 SDS—聚丙烯酰胺凝胶电泳 /114
- 实验20 蛋白质等电点的测定 /120
 - 一、等电聚焦电泳法 /120
 - 二、蛋白质溶解度法 /122
- 实验21 果蔬中矿物质营养成分测定 /124
 - 一、总灰分的测定 /124
 - 二、水溶性灰分和水不溶性灰分的测定 /126

- 三、酸不溶性灰分和酸溶性灰分的测定 / 126
- 实验22 原子吸收分光光度法测定果蔬中矿物质元素 / 127
 - 一、原子吸收分光光度法测锌 / 128
 - 二、原子吸收分光光度法测镉 / 130
- 实验23 抗坏血酸含量的测定 / 132
 - 一、2, 6—二氯酚钠滴定法 / 132
 - 二、荧光对比法 / 134
 - 三、钼蓝比色法 / 136
- 实验24 植物中谷胱甘肽、类胡萝卜素、维生素E含量测定 / 138
 - 一、还原型谷胱甘肽含量测定 / 139
 - 二、胡萝卜素含量测定 / 140
 - 三、维生素E含量测定 / 142

第四章 果蔬采后生理

- 实验1 果蔬贮前处理 / 147
- 实验2 果蔬贮藏方式调查提纲 / 148
- 实验3 氧和二氧化碳的测定 / 151
- 实验4 贮藏环境温度、湿度的测定 / 153
- 实验5 果蔬贮藏中淀粉含量变化的观察 / 156
- 实验6 呼吸强度的测定 / 157
- 实验7 气相色谱法测定乙烯含量 / 159
- 实验8 乙醇的测定 / 162
- 实验9 乙醛的测定 / 164
- 实验10 逆境对植物细胞膜的伤害 / 166
- 实验11 丙二醛含量的测定 / 168
- 实验12 超氧化物歧化酶活性的测定 / 170
- 实验13 过氧化氢酶活性测定 / 173
 - 一、紫外吸收法 / 173
 - 二、碘量滴定法 / 175

实验14 过氧化物酶活性测定 /177

一、过氧化物酶活性测定 /177

二、维生素C过氧化物酶活性测定 /179

实验15 脂氧合酶活性测定 /180

实验16 维生素C氧化酶、多酚氧化酶活性测定 /182

实验17 苯丙氨酸解氨酶活性测定 /187

实验18 植物超氧阴离子自由基含量测定 /189

实验19 细胞色素氧化酶活性测定 /191

实验20 果胶酯酶 (PE)、多聚半乳糖醛酸酶 (PG) 活性测定 /193

实验21 气相色谱法测定植物样品膜脂中脂肪酸的含量 /196

实验22 果蔬ACC含量的测定 /199

第五章 果蔬功能性成分分析及评价

实验1 活性多糖的提取、分离与测定 /205

实验2 多酚类物质的分离 /207

实验3 多酚含量的测定 /208

一、高锰酸钾法 /208

二、酒石酸铁法 /210

三、Folin-Ciocalteu法 /211

实验4 儿茶素的分离与测定 /213

一、纸层析法 /213

二、高效液相色谱法 /215

实验5 总黄酮类化合物含量的测定 /217

实验6 黄酮类化合物的分离及定量 (高效液相色谱法) /219

实验7 果胶质的测定 /226

实验8 单宁含量的测定 /221

第六章 添加剂的测定

实验1 着色剂的分离测定 /223

- 一、天然着色剂的柱色谱分离测定 /223
- 二、合成着色剂的薄层层析分离测定 /225
- 实验2 二氧化硫及亚硫酸盐测定 /230
 - 一、盐酸副玫瑰苯胺比色法 /230
 - 二、中和滴定法 /234
- 实验3 紫外分光光度法测定糖精钠 /235
- 实验4 甜蜜素（环己基氨基磺酸钠）含量测定 /238
 - 一、气相色谱法测定甜蜜素 /238
 - 二、比色法测定甜蜜素 /240
- 实验5 比色法测定BHA与BHT /242
- 实验6 山梨酸和苯甲酸含量的测定 /245
 - 一、气相色谱法同时测定苯甲酸和山梨酸 /245
 - 二、紫外分光光度法测定苯甲酸 /247
 - 三、比色法测定山梨酸 /249

第七章 常见有害有毒物质的测定

- 实验1 亚硝酸盐的测定 /253
- 实验2 有机氯农药残留的测定 /256
 - 一、定性检验（焰色法） /256
 - 二、亚铁氰化银试纸法 /256
 - 三、定量检测 /257
- 实验3 有机磷农药残留量的测定 /259
 - 一、定性检验（刚果红法） /259
 - 二、纸上斑点法 /260
 - 三、定量检测（气相色谱检测法） /260

第八章 综合实验

- 第一节 概述 /265
- 第二节 综合实验实施步骤 /266

第三节 选题指南 /267

第四节 分析方法的筛选与比较 /272

附 录

附表1 常用酸碱的浓度 /273

附表2 常用缓冲溶液的配制 /273

附表3 几种常用缓冲剂的pKa /284

附表4 常用酸碱指示剂 /285

附表5 泛用酸碱指示剂 /286

附表6 离心机转速与相对离心力的计算 /287

附表7 提高溶液饱和度 (%) 时应加入硫酸铵的质量 (g) /288

附表8 不同温度下以空气饱和的水中的氧含量 /289

附表9 排序检验法检验表 ($\alpha=5\%$) /290

附表10 排序检验法检验表 ($\alpha=1\%$) /294

附表11 χ^2 分布表 /298

绪 论

1. 园艺产品贮藏加工学综合实验的性质与作用

园艺产品贮藏加工学是一门包括植物化学、植物生理学、微生物学、食品安全和工程学的多学科科学。植物化学、植物营养学及营养成分分析、食品安全是食品科学的主要课程，它们的主要任务是研究果蔬组成、性质以及果蔬在贮藏、加工和包装过程中可能发生的化学、物理及生理生化变化，果蔬中各种组分在人类营养中所起的作用及果蔬总体营养价值，果蔬安全性及质量评价等。园艺产品贮藏加工综合性实验是这3门课程的实践部分，主要是应用不同的方法及检测手段对以上课程提出理论做验证性的实验研究，使学习者从感性上对这些理论进一步理解与掌握；并运用这些方法与手段对果蔬的理化特性、营养价值、安全性和可接受性进行分析与评价。

2. 园艺产品贮藏加工综合实验的内容

果蔬的种类繁多，组成成分十分复杂，本课程又包括了植物化学，植物生理，食品营养学和食品分析的实验研究内容，因而使得本课程的范围十分广泛。它包括了以下内容：

2.1 果蔬贮藏加工物性测定

果蔬贮藏加工物性主要包括了果蔬的力学性质、光学性质和电学性质等，如流变性、折光性、旋光性、颜色、色泽、传热性等。果蔬的物性对果蔬商品等级分类、无损检测和加工工艺的确定以及果蔬加工产品品质的优劣有重要的影响。因此，果蔬物性测定十分重要。

2.2 果蔬感官评价

每种果蔬都有自身的感官特征，其中色、香、味、质构对果蔬的可接受性有重要影响。优质的果蔬不但要符合营养和卫生的要求，而且要有良好的

可接受性，果蔬在贮藏加工过程中，各种成分在发生理化性质变化的同时，果蔬的感官特性也在发生变化。因此，各类果蔬的质量标准都应有感官指标，感官鉴定是果蔬质量评价的主要内容之一。

2.3 果蔬营养成分分析测定

食品营养成分主要有水分、脂肪、矿物元素、碳水化合物、蛋白质、有机酸、维生素等7类。不同的果蔬所含的营养成分种类和含量各不相同，在天然食品中，没有一种食品能同时满足人们对各种营养素的需要。要获得较全面的营养，则必须从多种食品中获得，所以要对各种果蔬的营养成分进行分析，以评价其营养价值，为选择果蔬类食品提供必要的资料。此外，果蔬的营养成分在贮藏加工过程中发生许多化学反应如蛋白质变性、蛋白质水解、糖类水解、维生素氧化和褐变反应等，都会影响到果蔬品质劣变或损害果蔬的安全性。营养成分的测定可为园艺产品的安全性、为园艺产品工业生产中工艺配方的确定、工艺合理性的鉴定，生产过程中的控制及产品质量的监测提供依据。

2.4 果蔬采后贮藏加工生理指标的测定

果蔬种类繁多，食用部分包括了植物的根、茎、叶、花、果及种子等各种器官。果蔬的种类及品种的组织结构、生理特性、耐藏性和抗病性都有很大的差异。通过实验探索园艺产品采后的呼吸现象、乙烯的生理效应，到认识乙烯生物合成途径的调控，进而认识果蔬采后成熟衰老的机理以及贮藏期间生理病害的致病机理。此外，在加工方面，例如如何解决加工过程中果汁的后混浊问题，加工产品的褐变问题，加工中的香气成分和营养价值保存问题，以及如何开发新的加工工艺等诸多问题的解决提供合理的理论分析依据。

2.5 食品添加剂分析测定

食品添加剂是果蔬生产中为了改善食品的感官性状和食品品质，提高营养价值；或为延长食品的货架期；或因生产工艺需要而添加的一些辅助材料。目前使用的食品添加剂多为化学合成物质，有些对人体具有一定的毒性，故国家对其使用范围、用量及食品中含量均有严格的规定标准，食品添加剂的测定是食品安全性方面的重要内容。

2.6 园艺产品中有毒有害成分测定

合格的食品应是无毒无害，含有相应的营养素，具备应有的色、香、味、质地等感官指标。但果蔬在大田生长、加工、包装、运输、贮藏和销售等环节，会产生、引入或污染一些对人体有害的成分。按污染源可分成生物性污染和化学性污染；按污染物的性质可分成有害无机元素如铅、砷、镉、汞等和有害有机物如农药（有机磷、有机氯农药等）、微生物及其毒素等。食品中有害物质种类很多，来源各异，且随着环境污染日趋严重，食品污染源也更广泛，为了保证食品的安全性，对食品中有害成分监督检查是必需的。

2.7 综合实验

经过各单元基础理论的学习及实验操作的训练，使学习者更系统地掌握学习的知识，并能把这些知识运用到食品科学研究或生产实践中。与植物化学、食品工艺学、食品营养学等学科结合，开设一些综合性的实验，如果蔬贮藏、加工工艺对果蔬品质的影响，贮藏及加工过程食品化学变化，食品品质的综合评价等，通过这些实验可以使学生进一步提高实际操作水平和开展独立研究的能力。

3. 园艺产品贮藏加工综合实验方法

本课程开设的目的是培养学生掌握各种分析方法和手段，对果蔬理化特性、营养价值、安全性和可接受性进行分析与评价，分析测定方法包括感官评价法、化学分析法、仪器分析法。

感官评价又称感官分析，是在心理学、生理学和统计学的基础上发展起来的一种检验方法，它主要是借助人的视觉、嗅觉、味觉和触觉等感觉来检验果蔬的色、香、味和组织状态，是与仪器检验并重的检验手段。检测得到的指标与理化性质指标可互补。

化学分析是以物质的化学反应为基础的分析测定法，也是最基本和常用的方法，有质量法和容量法。目前果蔬水分、灰分、果胶、蛋白质、维生素等常规测定仍采用化学法。

仪器分析法在食品化学分析和质量检测中有广泛的应用。随着科学技术的发展，近代分技术，特别是自动化仪器的分析技术逐步应用于食品检验领域，如分光光度法、气相色谱法、高效液相色谱法、气象色谱—质谱联用法、

氨基酸自动分析法、原子吸收光谱法。果蔬非破坏性检测技术如色差计、远红外分析技术等也已成为食品分析测定的重要手段。这类方法灵敏度、准确度、精密度高，同时快速。因此，此类方法也是本课程介绍的主要方法。

总 则

1. 试剂

本书所用试剂，除特别注明外，均为分析纯。

所用盐酸、硫酸、硝酸、磷酸和氨水等液体化学试剂，如没指明浓度即为原装的浓盐酸、浓硫酸、浓硝酸、浓磷酸和浓氨水等。

所用乙醇，除特别注明外，均系指 95% 的乙醇。

所用水除特别注明者外，均为蒸馏水或去离子水。

2. 溶液的配制及浓度

除特别注明外，“溶液”均指系水溶液。

容量百分比浓度（%，V/V）：系指 100mL 溶液中所含液态溶质的体积（mL）。80%乙醇溶液表示 100mL 溶液中含有 80mL 乙醇。

质量容量百分比浓度（%，m/V）：系指 100mL 溶液中所含溶质的质量（g）。如 20%氢氧化钠溶液指 100mL 溶液中含有 20g 氢氧化钠。

按比例配制的液体组分溶液：系指各组分的体积比。如正丁醇-氨水-无水乙醇（7:1:2）系指 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。

3. 仪器

所使用砝码、滴定管、容量瓶、刻度吸管及分光光度计等均须按国家有关规定及规程进行校正。

烘箱，除注明外，均系指 100~105℃烘箱。

水浴，除回收有机溶剂及注明温度者外，均系指沸水浴。

在分析方法中，“仪器”一项仅列出该方法所需要的特殊仪器，一般实验室仪器均不列入。

4. 分析的有关要求

数据的计算与取舍应遵循有效数字法则及数字修约的规则。

在分析方法中，“称取”系指要求称至 0.1g；“精密称取”系指必须按所列数值称取，并准确至 0.0001g；“精密称取约”系指必须准确称至 0.0001g，但称取量可接近所列的数值（不超过所列数值的 $\pm 10\%$ ）。

恒重系指供试样品连续两次灼烧或干燥后的质量之差在 0.2~0.5mg 以下的质量。

5. 计量单位

本书所用计量单位，均指中华人民共和国法定计量单位，一律采用法定的名称及符号，并以“等物质的量的规则”进行计算，废除当量浓度、当量定律公式等概念及手段。

第一章 样品分析的基本知识

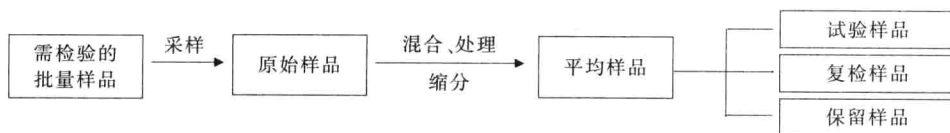
食品分析检验必须按以下程序进行。首先，是分析样品的准备过程，包括采样及样品处理过程；然后选择适当的分析方法进行定量测定及结果计算；最后进行数据处理。

第一节 分析样品的准备

1. 采样及采样的程序

样品的采集简称采样。从一批食品或食品原材料中抽取一定量的样品进行检测，最后得到一个分析结果，这个结果只表示了所取的试样中，某个组分的含量。在这一个意义上，这个测定结果是毫无意义的。我们希望这个结果不仅反映试样的情况，还要能真实反映某一批量食品的情况。这除了靠准确的测定之外，还要靠正确合理的采样，使所采试样，能够代表一整批食品的平均情况，这样，测定结果才能真正代表被检测食品的平均含量，否则这个结果将毫无意义。

采样需按以下程序进行：



原始样品：从一批待检食品的各个部分按一定规程采集少量的小样，混合在一起组成能代表该是食品的原样品。

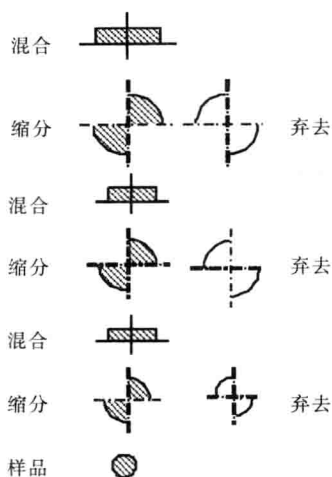


图 1-1 四分法取样图解

平均样品：将原始样品混合均匀按四分法平均地分出一部分作为全面检验用的平均样品。

试验样品：由平均样品中分出用于全部项目检验用的样品。

复检样品：对检测结果有怀疑有争议或分歧时可根据具体情况进行复检，故必须有复检样品。

保留样品：对某些样品需封存保留一段时间，以备再次验证。

四分法缩样按图 1-1 方法进行。

将采得的样品置于一大张干净的纸上，或一块干净平整的玻璃板上。用洁净玻璃棒充分搅拌均匀后堆成一圆锥形，将锥顶压平，使厚度约为 3cm 左右，然后等分成四份，弃去对角两份，将剩下两份按上法再行混合，分四份。重复上述操作至剩余量为所需的样品量为止。

2. 采样的方法

2.1 小量食品的采样

(1) 原始样品的采样

对均匀液体或混合均匀的粉末状食品，如瓶装饮料或奶粉等小包装食品，只要随机从各部位抽检若干包即可。但在一次检验发现有小时，应重复采取较多数量做证实检验。混有少量粉末颗粒或液体的食品（如桶装饮料），采样前应在至少大于全部食品容量 1 倍以上的密闭容器中旋转摇荡，或用两个容器互相倾倒，反复数次。乳状液、酱、粥类流动性食品，可在大容器内用玻棒或电动搅拌机搅拌一定时间。易氧化食品，搅拌时应避免与空气混合；挥发性液体食品可用虹吸法采样，粉末或颗粒状食品，可在洁净平面上堆成锥形，用铲将堆从上至下堆移到另一处，反复几次即可混匀。袋、桶、罐大型包装食品，可用包装采样器，从容器一边、一角，穿过中心至对边或对角，插入数次取样。