



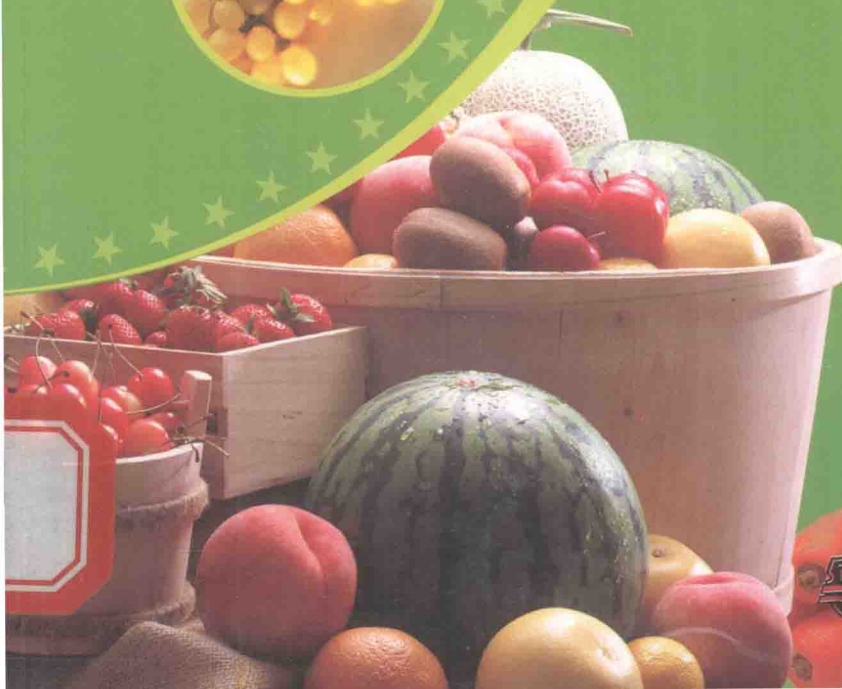
新疆石河子职业技术学院
国家示范性高职院校建设项目成果

果蔬加工技术

GUOSHU JIAGONG JISHU

主 编/粟 萍 赵 群

主 审/王树盛 严 健



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

新疆石河子职业技术学院国家示范性高职院校建设项目成果

果蔬加工技术

主 编：栗 萍 赵 群

副主编：姜 黎 李晓华

参 编：张秋霞 李 强

刘 霞 孙 光

主 审：王树盛 严 健

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书主要介绍了果蔬化学成分测定及加工预处理、果蔬罐头加工、果蔬汁加工、果蔬糖制品加工、蔬菜腌制品加工、果蔬干制品加工、果酒加工、果蔬速冻品加工和果蔬综合利用等内容。

本书构思新颖,图文并茂,理论通俗易懂,突出实用性和职业性,注重对学生职业岗位能力的培养。本书可作为高职高专院校食品类专业学生用书,也可作为果蔬加工企业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

果蔬加工技术 / 粟萍, 赵群主编. —天津: 天津大学出版社, 2010. 11

(新疆石河子职业技术学院国家示范性高职院校建设项目成果)

ISBN 978-7-5618-3198-4

I. ①果… II. ①粟… ②赵… III. ①水果加工—高等学校: 技术学校—教材 ②蔬菜加工—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TS255.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 202111 号

出版发行 天津大学出版社

出 版 人 杨欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内 (邮编: 300072)

电 话 发行部: 022-27403647 邮购部: 022-27402742

网 址 www.tjup.com

印 刷 肃宁县科发印刷厂

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm × 260mm

印 张 11

字 数 275 千

版 次 2010 年 11 月第 1 版

印 次 2010 年 11 月第 1 次

定 价 19.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与我社发行部联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

我国是世界上最大的果蔬生产国,预计到2010年年底,我国的果蔬总产量将分别达到1亿吨和6亿吨。可以看到,一方面自从加入WTO后,我国农产品加工企业的机会和挑战并存;另一方面随着生活水平的提高,人们对果蔬加工产品“安全、天然、新鲜、美味”的要求越来越高。因此,果蔬加工业作为一个新兴产业,在我国农业和农村经济发展中的地位日趋重要,已成为我国广大农村新的经济增长点和极具外向型发展潜力与区域性特色的支柱性产业。可以相信,随着果蔬加工业的发展,其对高技能人才的需求量会越来越大,对人才要求也会越来越高。

果蔬加工技术是食品加工技术专业的核心课程之一,它主要讲授果蔬的各种加工工艺流程、操作要点和加工基本原理,同时还涉及果蔬加工中最直接的技术性问题,具有很强的实用性。

本书的主要特点如下。

(1) 在介绍果蔬加工原料、果蔬加工预处理、果蔬加工工艺及操作要点等相关知识的基础上,重点介绍果蔬罐头(青豆罐头、番茄酱罐头、桃罐头)加工、果蔬汁(柑橘汁、胡萝卜汁)加工、果蔬糖制品(苹果脯、草莓酱)加工、蔬菜腌制品(泡菜)加工、果蔬干制品(自然干制品、人工干制品)加工、果酒(葡萄酒)加工、果蔬速冻品(速冻玉米穗、速冻甜玉米粒)加工和果蔬综合利用(番茄红素的提取、苹果中膳食纤维的提取)。

(2) 从食品专业知识、技能和现场实际操作入手,结合典型的生产加工实例进行讲解,对常出现的质量问题进行分析、控制,使学生了解典型的果蔬加工技术过程以及果蔬加工生产中的卫生管理及其他相关知识。

(3) 充分体现高职高专教育特色,突出实用性、实践性。采取典型学习情境的工作任务教学方式,做到理论由浅入深,循序渐进,贴近具体生活。每个“工作任务详述”前有“情境描述”、“作业质量要求”、“学习目标”、“技能目标”、“所需设备、工具和材料”、“相关知识”,目的是帮助学生理解每个工作任务教学的内容,培养学生综合运用理论知识的能力;每个“工作任务详述”中有“工作过程”、“注意事项”,目的是帮助学生掌握每个工作任务的工艺操作要点,掌握基本的专业技能;每个“工作任务详述”后有“知识和技能考查”,目的是帮助学生及时总结、巩固每个工作任务的基础理论知识,进一步将理论与实践结合,让学生学会自主设计、完成相应的技能题,初步具备工作中应有的创新精神、开拓意识。

(4) 在每一个“工作任务”的最后,还增加了“知识链接”,主要补充课堂之外的小

知识，目的是提高学生学习兴趣，扩展学习领域，增加知识内容。

本书由粟萍、赵群整理、统稿并任主编，姜黎、李晓华任副主编，张秋霞、李强为参编人员。新疆石河子神内食品有限公司刘霞、新疆顶津食品有限公司孙光提供了编写的基本资料，新疆石河子职业技术学院党委书记王树盛和新疆石河子天业番茄制品有限公司严健审阅了全书并提出了许多意见和建议。在此，对他们表示衷心的感谢！在编写过程中，编者参考了有关书籍，谨向其编著者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，收集和组织材料有限，编写时间仓促，疏漏之处在所难免，敬请专家和广大读者批评指正。

编者

2010年7月

目 录

学习情境一 果蔬化学成分测定及加工预处理	1
工作任务一 果蔬化学成分测定	1
工作任务二 果蔬加工预处理	14
学习情境二 果蔬罐头加工	30
工作任务 青豆罐头、番茄酱罐头、桃罐头加工	30
学习情境三 果蔬汁加工	55
工作任务 柑橘汁及胡萝卜汁加工	55
学习情境四 果蔬糖制品加工	70
工作任务 苹果脯、草莓酱加工	70
学习情境五 蔬菜腌制品加工	88
工作任务 泡菜的制作	88
学习情境六 果蔬干制品加工	101
工作任务 自然干制品、人工干制品加工	101
学习情境七 果酒加工	123
工作任务 葡萄酒加工	123
学习情境八 果蔬速冻品加工	141
工作任务 速冻玉米穗、速冻甜玉米粒加工	141
学习情境九 果蔬综合利用	153
工作任务一 番茄红素的提取	153
工作任务二 苹果中膳食纤维的提取	161
参考文献	170



学习情境一 果蔬化学成分测定 及加工预处理

工作任务一 果蔬化学成分测定

【情境描述】

完成果蔬品的化学成分的测定，主要包括果蔬中可溶性固形物含量及有机酸含量的测定。

【作业质量要求】

- (1) 掌握果蔬中各种化学成分的特点和具体含量。
- (2) 测定果蔬中化学成分（可溶性固形物和有机酸）时，手持糖度仪及滴定操作正确。

【学习目标】

使学生了解果蔬中的化学成分，掌握果蔬中化学成分（可溶性固形物和有机酸）测定的工作原理，熟悉其操作过程。

【技能目标】

通过实训，正确操作手持糖度仪和滴定管，达到作业要求，熟练掌握作业工作过程，能够正确掌握果蔬中各种化学成分的特征，合理调整、使用和维护保养用具。在掌握理论知识的基础上，加大实训操作的力度。

【所需设备、工具和材料】

- (1) 仪器、器皿：手持式折光仪、研钵、分析天平、漏斗、棉花或滤纸、小刀、白瓷板、卷纸、50 mL 或 10 mL 滴定管、200 mL 容量瓶、20 mL 移液管、100 mL 烧杯。
- (2) 试剂：蒸馏水、0.1 当量浓度氢氧化钠、1% 酚酞指示剂。
- (3) 原材：番茄、柑橘、菠萝、桃、杏、葡萄、莴苣等果蔬。

【相关知识】

果蔬的颜色、香味、风味、质地和营养等都是由不同的化学物质决定的。果蔬中的化学物质主要有水分、糖、淀粉、纤维素和半纤维素、果胶物质、有机酸、单宁物质、酶、含氮物质、维生素、色素物质、糖苷、芳香物质、脂质、矿物质等。

一、果蔬中的主要化学物质

各种果蔬都具有特殊的颜色、香味、风味、质地和营养，这是由其组织内的化学物质

及其含量的不同而决定的。这些化学物质是保持人体健康不可缺少的物质，但是在果蔬采收后的贮藏过程中会发生量和质的变化，引起果蔬品质的改变，对果蔬的贮藏特性、贮藏寿命产生直接影响。

果蔬中所含的化学物质可分为两大部分，即水分和干物质，其中干物质的主要成分是碳水化合物，包括糖、淀粉、纤维素和半纤维素、果胶物质等，此外还有色素物质、维生素、矿物质、单宁、含氮物质、挥发性芳香物质等。根据这些化学物质功能的不同，果蔬中的化学物质还可分为构成颜色的物质、构成香味的物质、构成风味的物质、构成质地的物质、营养物质和酶。

（一）构成颜色的物质

果蔬中的色素物质一般对光、热、酸、碱等条件敏感，在加工、贮存过程中常因此而变色。许多色素物质的存在共同构成果蔬特有的颜色，它们是判断产品成熟度、鉴定产品品质的重要指标。

1. 叶绿素

叶绿素不溶于水，性质不稳定，在空气中和日光下易被分解而破坏。叶绿素中含镁，遇光照或加热时会分解褪色；在酸性介质中易生成黄褐色的脱镁叶绿素；在碱性介质中较稳定，进一步与碱作用还能生成钠盐，更稳定。当铜、锌、铁取代叶绿素中的镁时，色泽稳定。

2. 类胡萝卜素

类胡萝卜素主要包括胡萝卜素、番茄红素、叶黄素等。类胡萝卜素是一大类脂溶性的色素，对热、酸、碱具有稳定性，但光照和氧气能引起它的分解，使果蔬褪色。类胡萝卜素（胡萝卜素和叶黄素）为一种浅黄至深红色的非水溶性色素，对热较稳定，但在光照或发生氧化作用时（特别在酶的参与下），容易氧化成无色产物，因而导致制品褪色。

3. 花青素

花青素是一种不稳定的水溶性色素，存在于表皮的细胞液中，在果实成熟时合成，是果蔬红、蓝、紫色的主要来源。如苹果、葡萄、李、草莓、心里美萝卜成熟时显示的颜色。花青素是一种感光色素，充足的光照有利于它的形成，在遮阴处生长的果实其色泽的显现就有一定的差距。

花青素常以糖苷形式存在，又称花色苷，是水溶性色素，对光和热极为敏感。在酸性条件下呈红色，中性、微碱为紫色，碱性为蓝色。有色花青素用硫处理可褪色，但此反应可逆，有色和无色花青素可转换。

4. 黄酮类色素

黄酮类色素主要以糖苷形式存在，微溶于水，易溶于碱性溶液，在空气中久置易氧化成褐色沉淀。

（二）构成香味的物质

果蔬具有的香味来源于果蔬中的芳香物质。果蔬的芳香物质是成分繁多而含量极微的

油状挥发性混合物。大部分芳香物质为易氧化物质和热敏物质,包括醇、酯、醛、酮、萜类等有机物质,也称精油。不同果蔬的组织中芳香物质的组成及含量不同,使其表现出各自特有的香味。随着果蔬的成熟,芳香物质逐渐合成,完全成熟时含量最多,香味最浓。芳香物质极易挥发而且具有催熟作用,因此果蔬在贮藏过程中应及时通风换气。

(三) 构成风味的物质

果蔬风味各异是由于所含风味物质的种类和含量不同。

1. 甜味物质

糖是果蔬味道的重要组成成分之一,果蔬中含糖的种类有所不同。果蔬中含糖量不仅在不同品种之间有较大差别,就是同一品种果蔬随成熟度、地理条件、栽培管理技术的不同,含糖量也有很大的差异。糖是水果、蔬菜贮藏期呼吸的主要基质,同时也是微生物繁殖的有利条件。随着贮藏时间的延长,糖逐渐消耗而减少。所以贮藏过程中糖分的消耗对水果、蔬菜的贮藏特性具有一定的影响。

水果、蔬菜汁液中的可溶性固形物中,糖的比例最大,所以通常用折光糖仪测定可溶性固形物的浓度,用来表示水果中含糖量的高低。一般情况下,含糖量高的果蔬耐贮藏、耐低温;相反,则不耐贮藏。

糖是果蔬中甜味的主要来源,主要有葡萄糖、果糖和蔗糖。在不同种类和品种的果蔬中含糖量差异很大,果蔬的甜味不仅与含糖的总量有关,还与所含糖的种类相关,同时还受到有机酸、单宁等物质的影响。在评定风味时常用糖酸比值(糖/酸)来表示。

2. 酸味物质

果蔬的酸味主要来自有机酸,果蔬主要含有柠檬酸、苹果酸、酒石酸和草酸等多种有机酸。不同的果蔬所含有有机酸种类、数量及其存在形式不同。柑橘类、番茄类含柠檬酸较多,苹果、梨、桃、杏、樱桃、莴苣等含苹果酸较多,葡萄含酒石酸较多,而草酸普遍存在于蔬菜中,果品中含量很少。一些蔬菜中所含有有机酸的种类如表1-1所示。

表1-1 蔬菜中的有机酸

菠菜	甘蓝	莴苣	甜菜叶	石刁柏	笋
草酸	柠檬酸	苹果酸	草酸	柠檬酸	草酸
苹果酸	苹果酸	柠檬酸	柠檬酸	苹果酸	酒石酸
柠檬酸	琥珀酸	草酸	苹果酸		乳酸
	草酸				柠檬酸
					葡萄糖酸

不同品种的果蔬其总的含酸量与含酸种类不相同,同类果蔬不同品种也有区别。有机酸也是果蔬贮藏期间的呼吸基质之一,贮藏过程中有机酸随着呼吸作用的消耗逐渐减少,使酸味变淡,甚至消失。其消耗的速率与贮藏条件有关。

通常幼嫩的果蔬含酸量较高,随着成熟以及贮藏时间的延长,有机酸直接作为呼吸底物会逐渐被消耗而减少,果蔬的含酸量下降,风味变甜、变淡,果蔬品质及耐贮性也降低。

有机酸的浓度和种类在一定程度上影响果蔬的口味和加工制品生产过程的控制条件。酸可促进蛋白质的热变性,降低杀菌强度,同时影响制品的色泽变化,可使维生素 C 受到保护;当有一定量的果胶和糖时,酸是形成凝胶的关键条件。

3. 涩味物质

果蔬的涩味主要来自单宁物质。它是几种多酚类化合物的总称,在果实中普遍存在,在蔬菜中含量很少。一般成熟果中单宁含量在 0.03% ~ 0.1% 之间,与糖和酸的比例适当时能表现酸甜爽口的风味;当单宁含量达 0.25% 时会感到明显的涩味。

单宁有水溶性和不溶性两种形式。水溶性单宁具有涩味,在未成熟的果实中这种单宁含量居多,引起果实的涩味,原因是味觉细胞的蛋白质遇到单宁后凝固而产生的一种收敛感。随着果蔬的成熟,水溶性单宁的含量下降,涩味减弱,甚至消失。

当果蔬在采收后受到机械伤或贮藏后期果蔬衰老时,单宁物质在多酚氧化酶的作用下发生不同程度的氧化褐变,影响贮藏的质量。因此,在果蔬采收前后应尽量避免机械伤,控制衰老,防止褐变,保持品质,延长贮藏寿命。

单宁物质是一类带有收敛性涩味的多酚类化合物,在果皮和未成熟果中含量较多。氧化酶和单宁在氧的参与下会引起褐变,称为酶促褐变。控制酶促褐变时往往从控制酶和氧入手。此外,单宁遇铁或碱会变黑色,遇锡会变玫瑰色,遇蛋白质会生成不溶物(此法可用于澄清果汁)。

4. 鲜味物质

果蔬的鲜味主要来自一些具有鲜味的含氮物质。果蔬中的含氮物质种类很多,主要是蛋白质和氨基酸。它们遇到还原糖会产生褐色聚合物(其他氨基化合物和羰基化合物之间也有类似反应),导致制品变色,这种反应叫美拉德反应,是食品加工过程中非酶褐变的主要反应。用亚硫酸盐、控制低温、降低 pH 值、除氧、控制水分等都能有效防止褐变反应。

豆类蛋白质含量为 1.9% ~ 13.6%,果品中含氮物质一般在 0.2% ~ 1.2% 之间。含氮物质对果蔬及其制品的风味有着重要的影响,其中以氨基酸中的 L-谷氨酸、L-天冬氨酸、L-谷氨酰胺、L-天冬酰胺最为重要,它们广泛存在于果蔬,如梨、桃、柿子、葡萄、番茄中。

(四) 构成质地的物质

果蔬的质地主要体现为脆、绵、硬、软、柔嫩、粗糙、致密、疏松等。在生长发育、成熟、衰老、贮藏的过程中,果蔬的质地会发生很大变化。这种变化既可以作为判断果蔬成熟度、确定采收期的重要依据,又会影响到它的食用品质及贮藏寿命。

1. 水分

新鲜的水果、蔬菜中,水占绝大部分。它是维持果蔬正常生理活性和新鲜品质的必要条件,也是果蔬的重要品质特性之一。果蔬含水量因其种类品种的不同而不同。一般果蔬的含水量在 80% ~ 90% 之间。西瓜、草莓含水量达 90% 以上,葡萄含水量为 77% ~ 85%,含水量低的山楂为 65% 左右。大白菜含水量 93% ~ 96%,胡萝卜含水量 86% ~ 91%,黄

瓜含水量 94% ~ 97%，大蒜 70% 左右。

水分是影响果蔬的新鲜度、脆度的重要成分，与果蔬的风味也密切相关。含水量高的果蔬细胞膨压大，使果蔬具有饱满挺拔、色泽鲜亮的外观和口感脆嫩的质地。水是植物完成生命活动过程的必要条件，含水量高的果蔬生理代谢非常旺盛，物质消耗很快，极易衰老变质；同时，含水量高也给微生物、酶的活动创造了条件，使得果蔬容易腐烂变质。

水分因存在状态不同而分为游离水（或自由水）、胶体结合水和化合水。游离水存在于果蔬的组织细胞中，是可溶性物质的溶剂，可自由流动，易被蒸发或渗透除去，约占果蔬水分的 70%。胶体结合水是被胶体物质如果胶、蛋白质、糖类吸附的水分，没有溶剂的作用，也不能自由流动，在加工中只能被部分除去，约占果蔬水分的 25%。化合水是和蛋白质、多糖类结合在一起的水分，在加工中不能被除去。游离水是微生物和酶活动的载体。

果蔬采摘后，水分供应被切断，而呼吸作用仍在进行，带走了一部分水，造成了水果、蔬菜的萎蔫，从而促使酶的活力增加，加快了一些物质的分解，造成营养物质的损耗，并且减弱了果蔬的耐贮性和抗病性，引起品质劣变。为防止失水，贮藏室内应进行地面洒水、喷雾或用塑料薄膜覆盖，增大空气中的相对湿度，使果蔬的水分不易蒸发散失。

2. 果胶物质

果蔬的种类不同，果胶的含量和性质也不同。水果中的果胶一般是高甲氧基果胶，蔬菜中的果胶为低甲氧基果胶。果胶物质存在于果蔬细胞的初生壁和中胶层，它的形态、含量的变化，使果蔬具有了不同的质地。在果蔬组织中的果胶物质以原果胶、果胶、果胶酸三种形式存在。

原果胶存在于未成熟果蔬细胞壁的中胶层中，不溶于水，而常和纤维素、半纤维素结合，使细胞彼此黏结，果实呈脆硬的质地。随着果蔬的成熟，原果胶在酶的作用下，逐渐分解为果胶，果胶溶于水，与纤维素分离，细胞间结合力松弛，使果蔬质地变软。成熟的果蔬向过熟期变化时，在果胶酶的作用下，果胶转变为果胶酸，失去黏结性，对水溶解度很低，使果蔬呈软烂状态。所以果胶物质从原果胶—果胶—果胶酸的转变，使果蔬的硬度下降，耐贮性降低。果胶物质可与钙盐、铝盐生成不溶性盐，故钙盐、铝盐具有硬化保脆作用，而其中的果胶可作为胶凝剂、增稠剂和稳定剂。

3. 纤维素和半纤维素

纤维素、半纤维素是植物的骨架物质，是细胞壁的主要构成部分，起支持的作用，它们的含量与存在状态决定着细胞壁的弹性和可塑性。纤维素和半纤维素性质稳定，不易被水解，是腌渍原料的主体。果品中纤维素含量为 0.2% ~ 4.1%，半纤维素含量为 0.7% ~ 2.7%；蔬菜中纤维素的含量为 0.3% ~ 2.3%，半纤维素含量为 0.2% ~ 3.1%。

纤维素类主要指纤维素、半纤维素以及由它们与木质素、栓质、角质、果胶等结合成的复合纤维。

纤维素是含绿色素植物细胞壁和输导组织的主要成分。纤维素和表皮的角质层，对果蔬起保护作用。纤维素是反映水果、蔬菜质地的物质之一。果蔬中含纤维素太多时，吃起

来感到粗老、多渣。一般幼嫩果蔬含量低，成熟果蔬含量高。纤维素对人体无营养价值，但它可促使肠胃蠕动，有助于消化。

（五）营养物质

1. 维生素

维生素是人体维持正常生理机能不可缺少的一类微量有机物质，果蔬富含多种维生素。据报道，人体所需维生素 A 的 57%、维生素 C（抗坏血酸）的 98% 左右来源于果蔬。

1) 维生素 A 原（胡萝卜素）

新鲜果蔬中含有大量的胡萝卜素，如柑橘、枇杷、芒果、柿子、胡萝卜、菠菜、南瓜中含量多。维生素 A 原在人体中能维持眼睛、口腔、消化道、皮肤等系统黏膜的正常生理功能，防止病菌的感染。人体缺乏维生素 A 原会引起夜盲症、眼干病、皮肤干燥等症状。维生素 A 原不溶于水，能溶于油脂，在碱性条件下稳定，耐高温，但加热时遇氧则易氧化。贮存时应注意避光，减少与空气接触。

2) 维生素 C（抗坏血酸）

维生素 C 在鲜枣、猕猴桃、山楂、辣椒、甘蓝、西兰花等果蔬中含量多。维生素 C 能预防坏血病，增强机体的抵抗力，加速伤口愈合，防止毛细血管出血，预防癌症。人体如果缺乏维生素 C，会导致毛细血管脆性增加，牙齿、毛囊及周围出血，严重时可引起坏血病。维生素 C 是果蔬中含量较高的一种维生素，在加工过程中易被破坏，其氧化产物参与美拉德反应而导致褐变，尤其是在低 pH 值（2.5~3.5）下。

3) 维生素 B₁（硫胺素）

维生素 B₁ 在豆类蔬菜、芦笋、干果中含量最多。维生素 B₁ 是最早被人们提纯的维生素，1896 年被荷兰王国科学家伊克曼首先发现，1910 年被波兰化学家丰克从米糠中提取和提纯。它是白色粉末，易溶于水，遇碱易分解。维生素 B₁ 的生理功能是能增进食欲，它是维持神经系统正常活动的重要成分之一，人体长期缺乏会患脚气病和肠胃功能障碍。成人每天需摄入 2 mg 的维生素 B₁。维生素 B₁ 是水溶性的，在酸性条件下稳定、耐热；在中性和碱性条件下加热易被氧化或还原。贮存应避光，减少环境中的氧气。

4) 维生素 B₂（核黄素）

维生素 B₂ 又名核黄素。1879 年英国化学家布鲁斯首先从乳清中发现，1933 年美国化学家哥尔倍格从牛奶中提取，1935 年德国化学家柯恩合成。

维生素 B₂ 是橙黄色针状晶体，味微苦，水溶液有黄绿色荧光，在碱性或光照条件下极易分解。人体缺少它易患口腔炎、皮炎、微血管增生症等。成年人每天应摄入 2~4 mg 的维生素 B₂。维生素 B₂ 在甘蓝、番茄、豌豆、桂圆、板栗等果蔬中含量较多。维生素 B₂ 是一种感光物质，存在于视网膜中，是维持眼睛健康的必要成分。

2. 矿物质

果蔬中的矿物质主要有钙、磷、铁、硫、镁、钾、碘等，约占果蔬干物质重量的 1%~5%，尤其在叶菜中的含量可达 10%~15%。一些果实中主要矿物质含量如表 1-2 所示。

表 1-2 果蔬中主要矿物质含量 mg/L

果蔬名称	钾	钙	钠	铁	磷
苹果	1 120	70	20	1.0	60
杏	1 000	90	1 200	30.0	130
葡萄	1 630	130	60	8.0	820
番茄	3 100	430	1 200	9.0	410
菠菜	7 500	800	700	30.0	1 650

在果蔬中,矿物质影响果蔬的质地及贮藏效果。如钙是植物细胞壁和细胞膜的结构物质,在保持细胞壁结构、维持细胞膜功能方面有重要意义,可以保护细胞膜结构不易被破坏,能够提高果蔬本身的抗性,预防贮藏期间生理病害的发生。近年来的研究又肯定了钙对延缓果蔬采后成熟衰老的重要性,研究主要涉及苹果、梨、草莓、葡萄、柑橘、香蕉、芒果等果实。钙、钾含量高时,果实硬,脆度大,果肉致密,贮藏中软化进度慢,耐贮藏。

3. 淀粉

淀粉为多糖,是人体获取膳食能量的渠道之一,主要存在于未熟果实及根茎类、豆类蔬菜中,如板栗和枣的淀粉含量为16%~40%,马铃薯为14%~25%,藕为12%~19%,豌豆为6%,其他果蔬含量较少。

(六) 酶

酶是活细胞产生的具有催化作用的有机物,酶与无机催化剂比较既有相同点又有不同点。

1. 相同点

酶与无机催化剂的相同点:①改变化学反应速率,本身不被消耗;②只催化已存在的化学反应;③加快化学反应速率,缩短达到平衡时间,但不改变平衡点;④降低活化能,使化学反应速率加快。

2. 不同点(即酶的特性)

与无机催化剂相比,酶具有以下特性:①高效性,即酶的催化效率比无机催化剂高,使得反应速率更快;②专一性,即一种酶只能催化一种或一类底物,如蛋白酶只能催化蛋白质水解成多肽;③多样性,即酶的种类很多,大约有4 000多种;④温和性,即酶所催化的化学反应一般是在较温和的条件下进行的。

果蔬中的酶主要有两大类:一类是氧化酶类,如多酚氧化酶、抗坏血酸氧化酶、过氧化物酶等;另一类是水解酶类,如果胶酶、淀粉酶、蛋白酶等。

二、呼吸作用

(一) 呼吸作用的类型

根据贮藏环境中氧气含量不同,果蔬的呼吸作用包括有氧呼吸和无氧呼吸。

1. 有氧呼吸

有氧呼吸是指果蔬的生活细胞在氧气的参与下,将有机物(呼吸底物)彻底分解成二

氧化碳和水,同时释放出能量的过程。以己糖为呼吸底物时,化学反应式为:



2. 无氧呼吸

无氧呼吸是果蔬的生活细胞在缺氧条件下,有机物(呼吸底物)不能被彻底氧化,生成乙醛、酒精、乳酸等物质,释放出少量能量。以己糖为呼吸底物时,化学反应式为:



正常的情况下,有氧呼吸是植物细胞进行的主要代谢类型,从有氧呼吸到无氧呼吸主要取决于环境中氧气的浓度,一般在1%~5%之间。

(二) 呼吸作用中与果蔬贮藏有关的概念

1. 呼吸强度

呼吸强度是衡量呼吸作用快慢、强弱的指标,通常以1 kg样品在1 h内吸入氧气或释放二氧化碳的毫克数或毫升数表示(mg (mL) CO_2 或 $\text{O}_2/(\text{kg} \cdot \text{h})$)。

呼吸强度大,呼吸作用旺盛,消耗贮藏物质(呼吸底物)的速度快,果蔬贮藏寿命就短;反之,呼吸强度小,贮藏物质(呼吸底物)的消耗慢,果蔬贮藏寿命就长。

影响呼吸强度的因素包括:① 果蔬的种类和品种;② 果蔬发育阶段和成熟度;③ 贮藏环境的温度;④ 贮藏环境的湿度;⑤ 环境中氧气、二氧化碳、乙烯的浓度;⑥ 机械损伤;⑦ 植物生长调节剂等。

2. 呼吸跃变现象

在果实发育过程中,呼吸强度不是始终如一的,会随着发育阶段的不同而不同。有些果实在幼嫩时呼吸旺盛,在生长过程中随着果实的膨大呼吸强度不断下降,达到一个最低点,在成熟过程中,呼吸强度又急速上升至最高点,随着果实衰老再次下降直到果实变质。具有呼吸跃变特性的果实称为跃变型果实,如苹果、梨、香蕉、番茄、甜瓜、芒果、桃、杏、李、猕猴桃、番木瓜等。

3. 呼吸失调

呼吸失调必然引起果蔬的生理障碍,也是发生各种生理病害的根本原因。

4. 呼吸保卫反应

呼吸保卫反应是指植物在遭受伤害或病菌侵染时,会主动加强呼吸,抑制微生物所分泌的酶引起的水解作用,防止积累有毒的代谢中间产物,加强合成新细胞的成分,加速伤口愈合的现象。

(三) 呼吸作用对果蔬贮藏的影响

呼吸作用对果蔬贮藏的影响可以从不同的角度理解。

1. 从果蔬具有的耐贮性和抗病性的角度

耐贮性和抗病性是活的果蔬具有的特性。呼吸作用是采后果蔬生命存在的基础,也就成为耐贮性和抗病性存在的前提。一方面,呼吸作用可以提供能量;另一方面,许多呼吸

中间产物是重新合成新物质的原料, 这些物质转变, 将糖、脂肪、蛋白质及许多物质代谢联系起来, 使得呼吸作用密切影响到果蔬的成熟、衰老、抗病、愈伤等过程, 也就密切影响到果蔬耐贮性和抗病性的发展变化。

2. 从呼吸作用消耗有机物质(呼吸底物)的角度

呼吸作用会不断消耗果蔬的贮藏物质, 加快果蔬的生命活动, 促进其衰老, 对采后果蔬贮藏是不利的。同时, 呼吸会产生呼吸热, 使果蔬的体温增高, 又会促进呼吸强度的增大, 体内有机物消耗加快, 贮藏时间缩短。因此, 果蔬贮藏过程中, 在保证果蔬正常的呼吸代谢的基础上, 只有采取一切可能的措施降低呼吸强度, 才能延长贮藏寿命。

三、影响果蔬贮藏质量的因素

(一) 内在因素

1) 种类和品种

不同种类的果蔬植物器官不同, 导致其新陈代谢的方式和强度有所不同, 其耐贮性有很大差异。果蔬种类间耐贮性的差异是由它们的遗传特性决定的。相同种类、不同品种的果蔬耐贮性也有差异。一般晚熟品种生长期长, 干物质含量较高, 从而耐贮藏, 而早熟品种耐贮性差。

2) 砧木

果树的砧木影响嫁接后果树的生长发育和对环境的适应性, 影响果实的产量、品质、化学成分、耐贮性和抗病性。

3) 树龄和树势

一般老龄树的长势衰老, 所结果实小, 干物质含量少, 耐贮性和抗病性较差; 幼龄树的长势旺盛, 所结的果实数量少, 体积大, 组织疏松, 呼吸水平高, 耐贮性也差。

4) 果实大小

同一种类、品种的果实, 大果实不如中等大小的果实耐贮藏, 抗病性也不同。

5) 结果部位

同一棵植株不同部位的果实, 大小、颜色、化学成分以及耐贮性有明显的差异。生长在植株体内部、下部的果实, 由于光照不足, 色泽、风味差, 耐贮性也差。向阳面的果实大, 颜色好, 在贮藏中不易皱缩。

(二) 采前因素

1) 果蔬生长的自然环境条件

这主要包括温度、光照、降水量和空气湿度以及地理因素等。

2) 农业技术因素

这主要包括土壤、施肥、灌水、植株管理、病虫害防治和植物生长调节剂等因素, 其中植物生长调节剂的种类包括: ① 促进生长成熟类, 如萘乙酸、2, 4-D (化学名为 2, 4-二氯苯氧乙酸) 等能促进生长, 减少落花落果; ② 促进生长而抑制成熟类, 如赤霉素有防止柑橘果蒂脱落和延迟衰老的作用; ③ 抑制生长而促进成熟类, 如乙烯利可促进果

实着色、成熟，矮壮素、B9（化学名为N-二甲氨基琥珀酰胺酸）是生长抑制剂；④抑制生长而延缓成熟类，如青鲜素（MH）、多效唑（氯丁唑）等。

（三）贮藏环境因素

1. 相对湿度

贮藏环境的相对湿度影响果蔬的水分蒸发，使果蔬的含水量发生变化，从而影响呼吸强度。空气的相对湿度是影响果蔬水分蒸发的直接因素。提高空气的相对湿度可以减少果蔬和周围空气间的蒸汽压力差，从而减少果蔬的水分蒸发。在果蔬贮运过程中，当贮藏环境中空气蒸汽的绝对含量不变，而温度降到露点温度时，空气蒸汽达到饱和，会使过多的蒸汽在果蔬表面、塑料包装袋内壁等处凝结成水珠，这种现象称为结露。

2. 温度

1) 温度对果蔬呼吸作用的影响

在一定范围内，呼吸强度随着温度的升高而增大，从而果蔬物质消耗增加，贮藏寿命缩短。

2) 温度对果蔬水分蒸发的影响

温度升高，空气的饱和湿度就会增大，果蔬水分蒸发加快，容易发生失水萎蔫，降低耐贮性。因此，在一定的空气湿度下，降低贮藏环境的温度能抑制果蔬的水分蒸发，保持果蔬的新鲜品质，有利于果蔬的贮藏。

3) 温度对冷害的影响

冷害指果蔬在冰点以上低温条件下贮藏引起生理代谢失调的现象。

冷害的症状为：①表面出现凹点或凹陷的斑块；②局部表皮组织坏死，变色，出现水渍斑块；③不能正常成熟，有异味；④果皮、果肉或果心褐变等。具体症状随果蔬种类不同而不同。

贮藏温度和持续时间是影响冷害发生与否及程度轻重的决定因素。在导致冷害发生的温度下，温度越低，发生越快；持续时间越长，越严重。

防止果蔬冷害的措施包括：低温锻炼、逐步降温法、热处理、提高贮藏环境的相对湿度、调节气体组分和化学物质处理等。

4) 温度对冻害的影响

温度是影响冻害发生与否及程度轻重的因素。

5) 温度对乙烯产生的速度和作用效应的影响

高温会刺激乙烯的产生。果蔬采收后快速降温并维持在适宜的温度，可以抑制乙烯促进成熟衰老的作用。

6) 温度对微生物的影响

低温能抑制病原微生物的生长繁殖，减少果蔬在贮藏中的腐烂变质。

7) 果蔬的贮藏适温

温度高于贮藏适温时，会加快呼吸消耗，缩短贮藏的时间。温度低于贮藏适温时，轻者出现冷害，重者出现冻害。

3. 气体成分

主要包括氧气和二氧化碳等。在乙烯贮藏环境中，常常有乙烯的积累。

(四) 其他因素

休眠是植物生命周期中生长发育暂时停止而进入相对静止状态的现象，是植物在完成营养生长或生殖生长以后，为了适应严冬、酷暑、干旱等不良环境，在长期的系统发育中所形成的一种特性。

休眠分为诱导期（休眠前期）、生理休眠期（深休眠期）、休眠苏醒期（休眠后期）三个阶段。

【工作任务详述】

一、工作课时

本单元的理论课时为4课时，实践课时为6课时，共10课时。

二、工作过程

(一) 果蔬中可溶性固形物含量的测定

1. 目的及原理

利用手持式折光仪测定果蔬中的总可溶性固形物（Total Soluble Solid, TSS）含量，可大致表示果蔬的含糖量。

光线从一种介质进入另一种介质时会产生折射现象，且入射角正弦与折射角正弦之比恒为定值，此比值称为折光率。果蔬汁液中可溶性固形物含量与折光率在一定条件下（同一温度、压力）成正比例，故测定果蔬汁液的折光率，可求出果蔬汁液的浓度（含糖量的多少）。因此利用手持式折光仪测定果蔬中的总可溶性固形物含量，可大致表示果蔬的含糖量。

2. 手持式折光仪使用方法

手持式折光仪也称糖镜、手持式糖度仪，其构造如图1-1所示。

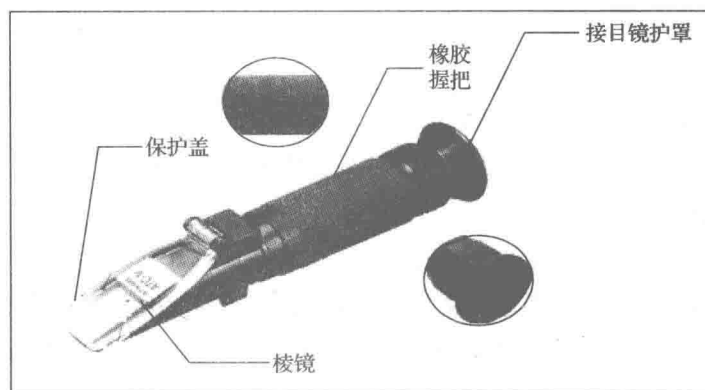


图1-1 手持式折光仪构造