

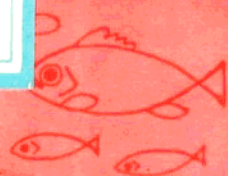


全国农民中等专业学校试用教材

果品贮藏加工学

(北方本)

北京市成人教育局 主编



吉林科学技术出版社

全国农民中等专业学校试用教材

果品贮藏加工学

(北方本)

北京市成人教育局 主编

吉林科学技术出版社

主 审 周山涛
主 编 汤孚永
编 者 玉坤范 (加工部分)
董鼎芳 (贮藏部分)
汤孚永 (绪言、采后生理、生化变化部分)

全国农民中等专业学校试用教材

果品贮藏加工学

(全国通用本)

北京成人教育局 主编

责任编辑: 卢光圉 王宏伟

吉林科学技术出版社出版 吉林省新华书店发行
长春科技印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 8.75印张 200,000字

1986年7月第1版 1986年7月第1次印刷

印数: 1—9,000册

统一书号: 16376·51 定价: 1.30元

前 言

1984年教育部委托河南、湖南、湖北、广东、山东、四川、辽宁、吉林、黑龙江省教育、高教厅（局）和北京市成人教育局负责组织编写的农民中等专业学校农学、果林、畜牧兽医三个专业的教材，共31科，除供全国农民中等专业（技术）学校使用外，也可作为同类专业中级技术人员培训班的课本，还可供农业中学、农村中级职业技术学校 and 普通高中及自学者选用。

我国农村正处在一个历史性的转变时期。农村经济开始向专业化、商品化、现代化转变，迫切需要培养各种专业技术人才和管理人才。目前全国已有农民中等专业（技术）学校和各类培训学校三千多所，随着农业经济的发展，各种农民职业技术学校还将会不断增多。这套教材就是为适应这一新形势的需要而编写的。

编写这套教材，以教育部颁发的全国农民中等专业学校农学、果林、畜牧兽医三个专业的各科教学大纲为依据。教材的内容符合农民中等专业（技术）学校的办学方向及培养目标，与现行普通农业中等学校同类专业的教材基本保持同等水平。为使这套教材具有农民中等专业学校的特色，符合成人学习的特点，在编写时突出了理论联系实际，学以致用原则，着重对具有实用与推广价值的专业基本理论和基础知识作了较为系统的阐述，并在此基础上，加强基本技能的训练，以增强学员在实际生产中分析问题和解决问题的能力。每章后面编有复习思考题，教材最后一般都附有实验、实习指导。为了配合教学，四川省教育厅根据三个专业的教学大纲绘制了一套教学挂图，可供选用。

我国地域辽阔，各地的生产条件和生产情况不相同，所以农学、果林专业课分南、北方两种版本，其余基础课、专业基础课和专业课教材为全国通用。希望各地、各单位在使用教材时，从实际出发，因地制宜，补充一些符合当地生产实用的科学技术知识。

编写全国农民中等专业学校教材，还是初次尝试，尚缺乏经验。各地在使用教材时，请及时提出批评和建议，以便今后修改完善。

**全国农民中等专业学校
教材编写领导小组**

绪 言

一、果品在人类饮食结构中的地位

谷类、肉类和蔬菜是人类每天不可缺少的膳食食品，但水果含有多种人体所必需的营养成分，也是不可忽视的植物性饮食营养来源。随着文化和生活水平的提高，饮食消费的发展倾向是：在摄取足够热量（谷类、肉类）的同时，新鲜水果及其加工品的消费将显著增长。这是因为，人们将普遍认识到，水果类中大都含有丰富的维生素、矿质元素、大量的糖类和有机酸。这些是高脂肪和高蛋白的动物性食品所无法替代的。例如，人类在一般情况下，摄取维生素A，在动物性食品中只占38.7%，而在植物性食品中占57%；摄取维生素B₁和B₂，植物性食品中约占22%左右，而摄取维生素C在植物性食品（水果、蔬菜）中约占90%以上。此外，水果中还含有纤维素，纤维素虽然不是直接的营养成分，但是食用后具有调节肠功能，加强对营养物质吸收的作用。

特别应当引起重视的是，水果虽然含有丰富的有机酸，但是在人类饮食结构中却是重要的碱性食品。因为，在水果的固形物中无机物质（矿质元素）含量的比例较多。一般水果的无机物质中钠、钾、钙、镁等含量丰富，这些成分在人体内形成碱性灰分，因而水果成为碱性食品；相对的谷类和肉类食品中，磷、硫的含量较多，在人体内形成磷酸和硫酸等而呈酸性，成为酸性食品。科学而合理的饮食结构应该是在摄取谷类、肉类等酸性食品的同时，也注意食用果蔬类碱性食品，这对于保持人体内血液的中性，维持健康水平具有重要意义。

从以上观点出发，水果可以被认为是一种植物性的高级保健食品。

二、果品贮藏加工的重要意义

水果从生产到消费受到各种条件制约。首先是生产和收获明显地受到自然条件的支配，容易造成丰收或歉收不均的现象；其次，水果是季节性很强的产品，给长期供应带来困难；再次，各地水果的名特产品必须经过地区间的运输相互调剂，才能满足消费者的需要。而且，果品生产与其它产业相比，集约化程度低，生产分散，这对产品的集散和处理造成不便。凡此种种，都是由于果品生产的特点决定的。因而，为了扩大生产，达到周年均衡供应，调剂种类和品种，提高果品利用率，就必须对水果产品采用科学的方法进行贮藏保鲜和加工处理，以满足生产、销售和消费的需要。

此外，水果从收获直至被加工处理以前仍然是一个有生命活动的个体。其生命活动的趋势是降解过程，而且这个过程的每一步进展都是不可逆转的。所以，果实因呼吸和蒸发作用而引起的萎蔫、衰老、溃败都是不可挽回的。更为重要的是，果实一旦出现萎蔫，不仅外观受到影响，其内含的营养成分也同时遭到破坏。为此，科学、合理地贮藏与加工，对于保持水果的鲜度及营养价值有着重要意义。这不仅是解决果品丰产、丰收的关键，而且也是关系到人类

饮食结构的丰富和食品卫生的重要方面。

三、贮藏加工生产的发展简况

我国的文化具有悠久的历史。我国的饮食和食品文化，在世界饮食文化的发展史上占有重要地位。我国的果品贮藏和加工也同样具有悠久的历史。早在北魏时期，伟大的农学家贾思勰撰著的《齐民要术》一书，对食品的贮藏、加工、酿造等方面均有详尽的论述，是我国最早的一部农产品贮藏加工典籍。唐朝以后，葡萄酒以及各种果脯和蜜饯已经成为我国的传统产品。但是，在此以后，由于我国长期处于封建的和半封建、半殖民地的社会制度下，食品工业和其它产业一样，受到了严重的桎梏，发展缓慢、生产落后。

解放以后，果品贮藏和加工业得到了迅速地恢复和发展。解放初期，全国只有四十几家中小型设备落后的罐头食品厂。但是，到1980年统计全国已发展约有大小罐头食品厂二百五十家左右，其中有外销订货任务的，约一百四十家左右。而且新产品不断增加，食品包装也有很大改进。

特别是近年来，果品贮藏加工工业的发展更为迅速。目前，在冷藏、气调贮藏及化学药剂处理贮藏等方面的科学研究工作，已经取得了许多成果，并且已应用到生产实际中获得了良好的保鲜效果。在加工工业方面，也引入了远红外线加热以及微波干燥等新工艺流程，使加工产品的质量得到了进一步提高。

但是，我国的果品贮藏、加工业的发展与国内消费的需求，以及和世界同业的发展水平相比较，仍然处于不相适应的地位。特别是，近年来在国内外旅游事业不断发展的形势下，更需进一步提高果品的贮藏保鲜期限，开发新的加工项目和提高加工的综合利用率。

学习果品贮藏加工，首先应该了解其基本原理，并应用这些原理指导果品的贮藏保鲜和加工处理。同时，在学习中要注重在理解原理的基础上，掌握贮藏保鲜技术和加工工艺的一般流程。

目 录

绪 言

第一章 采收后果实生理和生物化学变化	1
第一节 主要化学成分及其变化	1
第二节 采后果实在成熟衰老过程中的变化	8
第三节 影响果实贮藏的因素	12
第二章 果品贮藏方式	16
第一节 简易贮藏	16
第二节 通风库贮藏	20
第三节 机械冷藏	23
第四节 调节气体成分贮藏	25
第三章 几种主要果品的贮藏技术	29
第一节 苹果和梨的贮藏	29
第二节 柑桔的贮藏	35
第三节 葡萄的贮藏	38
第四节 板栗的贮藏	40
第五节 香蕉贮藏与催熟	41
第六节 柿子的贮藏和脱涩	43
第四章 果品加工的意义及保藏原理	45
第一节 果品加工的意义	45
第二节 加工制品的种类	45
第三节 果品加工的保藏原理	49
第五章 果品加工用水及原料处理	49
第一节 果品加工用水	49
第二节 加工原料的选择	52
第三节 加工原料的保存	53
第四节 果品的变色及其防止	56
第五节 加工前原料的预处理	57
第六章 果品干制	61
第一节 果品干制原理	61
第二节 干制的设备和方法	64
第三节 干制品的包装及贮藏	70
第四节 干制技术的进展	73
第七章 果品糖制	75
第一节 果品糖制的原理	75
第二节 果脯蜜饯的生产工艺	78
第三节 果酱制品的生产	81
第八章 果品罐藏	87
第一节 罐藏原理	87

第二节 罐藏容器	88
第三节 罐藏工艺	89
第四节 果汁的制造	94
第九章 果酒酿造	99
第一节 果实酿酒原理	99
第二节 酿酒工艺	102
第三节 果实蒸馏酒及配制酒	108
附 实验指导	111
实验一 果实水分及干物质含量测定	111
实验二 果实含酸量测定	112
实验三 果实含糖量测定	113
实验四 果实呼吸强度测定	116
实验五 果实贮藏环境中氧和二氧化碳含量测定	119
实验六 果品贮藏技术调查提纲	121
实验七 果品加工原料半成品保藏	123
实验八 果品干制	124
实验九 果品糖制	125
实验十 果品罐藏	128
实验十一 果酒酿造	130

第一章 采收后果实生理和生物化学变化

新鲜的水果含有大量的水分和丰富的有机物质，如糖、维生素、有机酸、纤维素、淀粉和果胶等。此外，还含有微量的钾、钠、钙、铁等无机物质（矿质）。果实内含有的这些主要成分，对于人类有很高的营养价值和保健作用。

由于采收以后的果实仍然是一个有生命活动的个体，所以果实内含有的各种有机物，在多种酶系统的催化下，仍不断地进行着生理生化变化。例如，在贮藏期间，因蒸发和呼吸作用，水分逐渐丧失，碳水化合物不断被消耗；在加工过程中，经过各种处理，果实内的化学成分也会发生种种变化等。因此，了解果实的主要化学成分及其在贮藏加工中的变化，对于果品的贮藏保鲜和加工处理是非常重要的。

第一节 主要化学成分及其变化

一、水 分

在鲜果的组成中，水分占相当大的比重。因此可以将水果分为水分和固形物（干物质）两部分。所谓固形物，是指果实内将水分排除以后的全部残留物。果实中的固形物，因其是否可以在水中溶解，又分为：水溶性固形物和非水溶性固形物。

水分在鲜果的组成中，一般占70~90%。由于果实种类不同，水分的含量也有差异。如浆果类中的葡萄含水可达90%；仁果类中的苹果、梨含水分在80~85%，山楂含水70%左右；核果类中的桃含水分可达85%以上。

果实内含有的水分可以分为自由水和结合水。自由水在水果中呈游离状态，如细胞间隙的水分，它显示水的一般性质：容易蒸发或冻结，也可以溶解果实内的可溶性固形物。结合水是比较牢固的和蛋白质、多糖类、胶体等结合在一起，不显示一般水的性质，常态下也不易被分离出来。但在高温和冷冻条件下可以被析出。这两种水在果实中不易截然区分。

水分对于果实进行正常的生理功能是相当重要的。如呼吸作用中气体的溶解和释放，都是在水的存在下进行的。作为商品的果实，水分是影响外观和品质的重要因素。成熟了的果实水分使细胞膨胀，并充满细胞间隙，果实显得新鲜饱满。同时，在成熟过程中，大部分非水溶性固形物逐渐转化为可溶性固形物，果实表现出色泽鲜艳，富有风味。由于水的溶解，使许多营养物质容易被人体吸收。

通过对多种水果的研究表明，当鲜果的重量与采收时相比较，减重5%时新鲜度和光泽就会消失并出现皱纹。但含水量过高的果实在贮藏期间容易发生腐烂。

二、糖

糖的营养价值在于是人体热能的主要来源。单糖（葡萄糖）能迅速地被人体吸收，并以

糖元的形式贮存在肝脏和肌肉中。糖类对维护心脏和神经系统的正常功能有重要作用。因此，糖类是人体重要的营养物质之一。

蔗糖、葡萄糖和果糖是果实中含量最丰富的三种主要糖类。果实种类的不同，这三种糖的组成比例也不相同，如苹果、梨中含果糖最多，桃中以蔗糖为主，葡萄中含葡萄糖较多。

表1-1 水果中主要糖类组成(%) *

种	类	蔗 糖	葡 萄 糖	果 糖
苹果 (红玉)		2.97	2.39	5.13
苹果 (红星)		4.41	2.82	5.35
梨 (廿世纪)		0.59	2.27	5.10
桃		5.41	0.76	0.93
葡萄 (甲州)		0	8.09	6.92

* (日) 绪方邦安

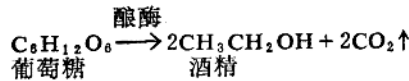
蔗糖、果糖、葡萄糖的甜度是不相同的，如以蔗糖的甜味度作为100时，果糖甜度为173，葡萄糖为74。果实因种类的不同，糖类的组成比例也不相同，这就构成了各种果实所特有的甜度风味。

表1-2 糖 的 甜 味 度 *

糖	类	甜 味 度
蔗 糖	糖	100
果 糖	糖	173
葡 萄 糖	糖	74
转 化 糖	糖	127

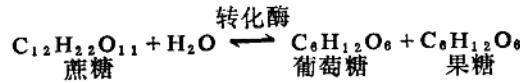
* (日) 绪方邦安

果糖和葡萄糖属于单糖 (还原糖)，是不能被水解的简单的碳水化合物。但葡萄糖经过酶的作用，可以分解产生乙醇和二氧化碳。这种反应称为酒精发酵，酒的酿造就是应用这个反应制取的。



实际上酒精发酵是一个很复杂的生化过程，以上反应式只表示了一般的模式。

蔗糖是由两个分子单糖聚合而成，所以称为双糖。蔗糖可以被水解，在蔗糖转化酶的作用下或在弱酸性的条件下，蔗糖可以生成等量的葡萄糖和果糖的混合物，这种混合物称作转化糖，转化糖的甜味度比蔗糖甜。



果实中糖类的含量，在可溶性固形物中所占的比例最大。

一种果实甜味的浓淡，除与果实的含糖总量和糖的种类有关外，同时还受其它的内含物

如有机酸、单宁物质等影响。一般在评定果实的风味时，常用糖酸比值（糖/酸）来表示，糖酸比值大口味较甜，比值小则较酸。如金冠苹果的糖酸比值比红玉的糖酸比值大，所以金冠比红玉口感甜。

糖类在果实贮藏期间，变化的总趋势是含量逐渐减少。这是因为，在贮藏中糖作为呼吸基质被不断消耗的结果。有些含酸量较高的果实，经过一段贮藏后口味变甜，这是由于酸的含量变低，造成糖酸比值增大，口味转甜，而实际上含糖量并未提高。在加工中果实的糖分较其它成分容易保存，但遇强碱时则被破坏。

三、有 机 酸

水果中含有丰富的有机酸，是人们从植物性食品中摄取酸的重要来源。酸可以提高人体内钙、磷、钾、钠等无机营养元素的吸收和利用，促进酶的活性。酸对维生素C具有保护作用。因此，酸对于人类的营养价值也是不可忽视的。

鲜果中含有机酸的种类很多，其中主要的是柠檬酸、苹果酸、酒石酸，这三种酸也被称为果酸。这三种有机酸中以酒石酸的酸味最强，约为柠檬酸的1.2~1.3倍。其次是苹果酸和柠檬酸。柠檬酸和苹果酸是水果中分布最广的有机酸，几乎一切果实都含有柠檬酸和苹果酸。但是，在不同的果实种类中，含有机酸的种类也不相同。

表1-3

果实中含主要有机酸的种类 *

果 实 种 类	有 机 酸 种 类
苹 果	苹果酸，少量的柠檬酸
桃	苹果酸，柠檬酸、奎尼酸
中 国 梨	苹果酸，果心部分有柠檬酸
葡 萄	酒石酸，苹果酸
杏	苹果酸，柠檬酸
温 州 蜜 柑	柠檬酸，苹果酸

* [日] 伊藤等

果实中有机酸的变化，一般的趋势是成熟前有显著增加，随着成熟度的提高，有机酸的浓度逐渐降低。有机酸的含量，在不同种类的果实中也有差异。除特殊而外，果实中总酸量均在20%以下。通常果实含酸量在0.1~0.5%时食用比较适口，含酸在0.5%以上则感觉有较浓的酸味。

表1-4

果实中主要有机酸含量(%) *

种 类	苹 果 酸	柠 檬 酸	酒 石 酸
苹 果	0.27~1.02	0.33	0.21~0.74
梨	0.16	0.42	
桃	0.69	0.05	
杏	0.33	1.06	
葡 萄	0.31	0.02	
橙	0.18	0.92	

* 高等学校教材“食品分析”

酸味的强弱与总酸的含量之间不是简单的相关关系。果实在食用时形成的酸味口感，主要取决于总酸与总糖含量的比值，比值大口感较甜，比值小则较酸。同时，还取决于酸的种类，因为各种酸有不同的酸度和酸味感。此外，还与pH值、缓冲效应等因素有关。如果汁加热后酸味变浓，是因为蛋白质被凝固，失去了缓冲作用，引起果汁pH值显著下降的结果。在果品贮藏时，也应避免缺氧呼吸消耗过多的有机酸，影响品种特有的酸味感。

四、淀 粉

淀粉是由葡萄糖基聚合形成的多糖类。淀粉经过唾液酶和胃酸的水解，最终生成葡萄糖被人体吸收。

淀粉在果实内含量的多少以及在成熟期间的变化，可以影响果实的品质。成熟后的果实，淀粉水解成糖，口味转甜。

在未成熟的果实中，淀粉含量较高，随着果实成熟的进展，淀粉在淀粉酶的作用下，最终生成葡萄糖，果实表现出果肉变软、口味变甜。但是，即使在一些成熟的果实中，也还含有2~3%的淀粉，只有经过后熟或贮藏淀粉才会完全转化为糖。

表1-5 几种苹果内的淀粉含量(%) *

品 种	祝	旭	红 玉	国 光	元 帅
淀 粉 含 量	0.18	0.09	0.05	0.02	0.02

* (日) 绪方邦安编，麻生。

淀粉不溶于冷水，在淀粉转化酶或与稀酸共沸时，可彻底水解为葡萄糖。淀粉与碘发生非常灵敏的蓝色反应，用碘试剂涂在剖开的果面上，根据蓝色反应可粗略估计淀粉的含量，从而了解果实的成熟或贮藏状况。

五、纤 维 素

纤维素不能作为营养被消化吸收，因为人体肠胃中没有分解纤维素的酶存在。但是经常摄入一定量的纤维素，可以促进肠道蠕动，加强对其它营养的吸收。因此，从膳食营养的观点出发，纤维素也具有重要的“营养”价值。

纤维素属于多糖类聚合物，也是由葡萄糖聚合而成。纤维素是构成果实细胞壁的主要成分。它的存在形式是与半纤维素（细胞壁中一些多糖类的总称）构成果实细胞壁和输导组织，以及同木质、角质、栓质和果胶等结合成复合纤维素。角质和栓质对果实有保护作用。木质的存在使果实质地粗糙，如果实中的石细胞就是纤维素和木质形成的厚壁细胞聚积而成。

果实中含粗纤维一般在0.2~4.1%左右，苹果、梨含1.3~2.6%，桃含0.95%，杏0.8%。纤维素含量高的果实无论生食或加工均使口感有粗糙、多渣的感觉。

纤维素不溶于水，能溶于浓酸，同时发生部分降解。在纤维素分解酶的存在下，可水解生成纤维二糖。纤维素水解的最终产物是葡萄糖。一般的加工条件下，纤维素不会溶解，加工时果实细胞壁的软化，是由于与纤维素伴存的其它物质被溶解引起的。

六、果胶和单宁物质

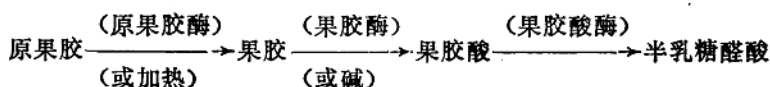
(一) 果胶物质 果胶物质在果实中，通常与纤维素结合成复合纤维素的状态存在，也是构成果实细胞壁的主要成分。新鲜的水果富含果胶质。不同种类的果实，果胶质的含量也不同。

表1-6 几种果实的果胶含量(%) *

种 类	果 胶 含 量	种 类	果 胶 含 量
山 楂	6.40	桃	0.56~1.25
苹 果	0.8~1.3	杏	0.5~1.2
梨	0.5~1.4	草 莓	0.7
李 子	0.2~1.5	柑 桔	1.2

* 全国中等农业学校教材

果胶物质，主要以原果胶、果胶、果胶酸的形态存在于果实的组织中。未成熟的果实中存在大量的原果胶，原果胶不溶于水，因而果肉质密而脆硬。在成熟过程中，不溶性的原果胶在酶的作用下水解，并与纤维素分离生成水溶性的果胶，果实开始变软而富有弹性。果胶在果胶酶的作用下，可以水解生成果胶酸，果胶酸没有粘着能力，果实则表现软烂状态。果胶酸进一步水解为半乳糖醛酸时，果实组织就随之解体。



果胶是亲水胶体，具有较强的凝胶能力。果胶的凝胶力与pH值和糖的浓度有密切关系。当果胶溶液中pH值在3.5以下，蔗糖达到50%以上时，就可以形成凝胶。如果果胶含量在0.3~0.7%，pH值调至2~3.5，蔗糖含量达60~65%时，在室温下，甚至在接近沸点的温度下也可以形成凝胶。其中，蔗糖在凝胶过程中主要起脱水剂的作用。此外，在果汁加工中，果胶是造成混浊和影响榨汁难易的一个重要因素。

(二) 单宁物质 大多数未成熟的果实中有轻微涩味，有些果实如柿子在采收后涩味仍然很浓。这种涩味的来源，是由称作单宁的物质所引起的。单宁物质是水果中几种多酚类化合物的总称。单宁可溶解于水，因而果实的汁液中含有单宁。

果实中单宁物质的含量，因种类和成熟度而不同。一般未成熟的果实中含单宁在0.32%，成熟果含0.22%，过熟果可以减至0.1%。柿含单宁较丰富，即使成熟时仍然含有1~2%的可溶性单宁，所以呈较重的涩味。但是，单宁在果实汁液中含量较低时，可以产生一种清凉的口感。

单宁经过乙醇或二氧化碳的作用，可以由水溶性单宁转变为不溶性单宁，而失去涩味。柿的脱涩处理，就是应用这一原理进行的。

果实在加工过程中去皮、切开后会发生褐变(酶促)，这是由于单宁物质在多酚氧化酶的作用下，形成醌及其聚合物的结果。这种酶只有在氧的存在下才起作用，因此，果品在加工中，原料应尽量避免或缩短在空气中暴露的时间，并及时对原料采取保护和处理。

七、色素和芳香物质

(一) 色素物质 果实内含有多种色素物质。由于各种果实含有色素物质的种类、数量上的不同,以及各种色素的变化和相互影响,使果实从发育到成熟表现出不同的颜色变化。

果实中含有的色素可分为水溶性和非水溶性两类。水溶性色素主要有花青色素和花黄色素。这两种色素的变化影响果实的着色。花青色素遇重金属离子会形成紫色,因而加工时应避免用铁器制品。花青色素对光、热极敏感而发生褐变,如草莓酱长时间在光照或较高的温度下颜色变深。因此这类制品应低温避光贮藏。

花黄色素遇碱变为明显的黄色,遇铁离子则变为蓝绿色。在加工中调节预煮物的 pH 值,可以控制花黄色素的变化。

非水溶性色素主要有叶绿素和类胡萝卜素。叶绿素存在于果实的绿色部分。叶绿素在酸或碱的环境中容易被破坏而脱色,此外对光和热也较敏感。因而,在加工中保存叶绿素,目前仍然是困难的。

类胡萝卜素是胡萝卜素、隐黄质、叶黄素等的总称。类胡萝卜素是不溶于水的橙红色色素。未成熟的果实中类胡萝卜素含量极少,而在成熟期间含量逐渐增加。由于类胡萝卜素中的胡萝卜素和隐黄质,在人体中可以转变为维生素 A,所以,类胡萝卜素在营养上被重视。类胡萝卜素耐热和酸、碱度的变化,不易被重金属离子破坏。因而,在加工或贮藏期间不易损失。

(二) 芳香物质 果实的香气成分主要是脂肪族和芳香族的脂类和一些特殊的醛类等。芳香物质大部分存在于果皮内。一些核果类的种子中常含有较多的芬香物质。

果实的香气成分是十分复杂的,如在葡萄的香气中已分离出 78 种成分。果实芳香物质的特点是含量少、不稳定、容易挥发。香气成分与成熟度有关,随成熟度的提高,香气成分也显著增加。贮藏环境中香气成分积累过多,会刺激呼吸作用增强,引起果实衰老。

八、维 生 素

维生素是人体生长和代谢所必需的微量有机物质。人类缺乏维生素,将发生特有的缺乏

表 1-7

果实中几种重要维生素的含量 (每 100 克可食部分的毫克数)

种 类	A ₁ (胡萝卜素)	A ₂	B ₁ (硫胺素)	B ₂ (核黄素)	C (抗坏血酸)
苹 果	0.08		0.01	0.01	5
梨	0.01		0.01	0.01	3
桃	0.01		0.01	0.02	6
杏	1.79		0.02	0.03	7
葡 萄	0.04		0.04	0.01	4
柿	0.16		0.01	0.02	16
枣	0.01		0.06	0.04	270~600
山 楂	0.82		0.02	0.05	89
桔	0.55		0.08	0.03	30

* 全国中等农业学校教材

症，严重时甚至可能引起致命危险。因此，维生素是水果中极重要的营养成分。

水果中含有多种维生素，不同果实含有不同种类和数量的维生素。一般果实中维生素的含量，果皮组织内最高，果肉和果心次之。

(一) 维生素A 维生素A是果实中重要的，含量较丰富的脂溶性维生素。一切富含类胡萝卜素的果实如柿、黄肉桃、柑桔等，都含有较多的维生素A。实际上，果实中并不直接含有维生素A，只含胡萝卜素，当胡萝卜素被人体吸收，通过肝脏水解后，才能转变为维生素A。所以，胡萝卜素又称作维生素A原。

维生素A不溶于水，较耐高温，在贮藏中不容易损失。但在果实过分失水干燥或加工干制的情况下，损失量显著增加。

(二) 维生素C 维生素C是水果中含量最丰富的一种水溶性维生素。它在果实中的含量较其它任何一种维生素的含量都高。其中，尤以柑桔类、猕猴桃、枣、柿等含量最丰富。因此，水果是人类摄取维生素C的重要来源。维生素C对治疗坏血病疗效显著，因而又被称作抗坏血酸。在新鲜的水果中，维生素C有：还原型和氧化型两种类型。还原型维生素C的营养价值比氧化型高一倍。柑桔类所含有的维生素C，大部分是还原型，而苹果、柿中氧化型维生素C占的比例较多。

维生素C溶解于水，在微酸性（pH值5~6）时稳定。但在碱性或中性溶液中容易被分解。高温促进维生素C的氧化，低温可以延缓损失。短时间的加热（如80℃以上，加热1~2分钟）破坏了抗坏血酸氧化酶，可减少维生素C的损失。

九、无机成分

果实除含有丰富的有机成分外，还含有微量的无机成分，也称为矿质营养成分。无机成分是构成有机体组织和特定生理功能物质的主要成分。如骨骼和牙齿中的钙，血红蛋白中的铁等。此外，无机成分，在果实的生物化学变化中，起着催化剂的作用。果实中的无机矿质元素，大部分与有机酸结合在一起，其余部分与果胶质结合在一起存在。

由于果实的种类不同，无机成分中各种矿质元素的含量比例也有不同。如柿含钾、硫较

表1-8 水果的无机成分组成(%)

种 类 成 分	苹 果	柿	梨	葡 萄	柑 桔
钾	57	67	51	57	44
钠	5	3	8	1	3
钙	10	6	8	12	23
镁	6	3	6	5	5
铁	1.1	0.7	—	—	1
锰	2	0.1	—	—	0.4
磷	17	1	14	16	13
硫	3	9	6	6	5
硅	1	2	3	3	1
氯	—	0.4	—	1	1

* (日) 绪方邦安

多, 苹果中含铁、锰较多, 柑桔含钙较多等。

水果含有机酸, 呈酸味, 但其灰分却在果实内呈碱性。因为, 在果实中无机物质的80%是钾、钠、钙等金属成分, 所以水果成为重要的碱性食品。经常食用一些碱性食品如水果和蔬菜等, 对于保持血液的酸碱平衡, 增进身体的健康有十分重要的意义。

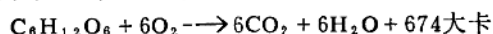
第二节 采后果实在成熟衰老过程中的变化

果实在采收以后就中断了营养物供给的来源, 但是, 其生命活动却没有因此而停止。在多酶系统的催化下, 果实组织内积累的复杂的有机物, 逐渐被分解为简单的有机物, 同时释放出热能。这些热能, 部分供给果实细胞继续维持生命活动; 部分释放到周围环境中。这种生命活动现象, 是通过果实的呼吸作用进行的。采收后的呼吸作用, 消耗了果实内大量的有机物质, 导致了果实的衰老。

一、果实的呼吸作用

(一) 呼吸作用的类型 果实呼吸作用通常最主要的有两种类型: 有氧呼吸和无氧呼吸。

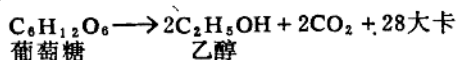
1. 有氧呼吸 有氧呼吸所利用的基质最重要的是糖。一般果实内含有的淀粉首先转化为葡萄糖, 葡萄糖作为呼吸基质, 在各种酶的催化下, 经一系列的反应生成中间产物丙酮酸。在有氧存在的条件下, 丙酮酸经多酶系统的催化被彻底氧化, 最终生成二氧化碳和水, 并释放出较多的热能。果实的呼吸就是指有氧呼吸作用。



上式只表示了呼吸作用的开始和终结, 实际上, 呼吸作用是在多酶系统催化下需要经过五十次以上的反应步骤的生物氧化过程。有氧呼吸释放出的能量, 除供果实细胞继续进行生命活动外, 同时还以热的形式散发到环境中。采收以后, 果实的呼吸作用是引起衰老的直接原因。因而, 在贮藏期间抑制果实的呼吸作用, 可以延缓果实的衰老进程。但是, 对于任何一种果实, 抑制其呼吸都是有一定限度的, 一旦超出了允许范围, 反而会加速果实的衰老。此外, 另一种情况是, 有氧呼吸具有一定的抗病作用。试验证明, 果实的染病组织呼吸旺盛, 多酚氧化酶的活性增强, 而多酚氧化酶对菌丝体的生长有抑制作用。

2. 无氧呼吸 无氧呼吸是果实在缺氧条件下进行的一种呼吸作用。无氧呼吸所利用的氧, 是由果实组织内含氧的有机物提供的, 而不是由环境中取得。

无氧呼吸过程的前始阶段, 即从葡萄糖分解为中间产物丙酮酸的过程, 是有氧和无氧呼吸的共同阶段, 分子态氧没有参与这一变化过程。其后, 在有氧的条件下(有氧呼吸), 丙酮酸被彻底氧化生成二氧化碳和水; 在缺氧条件下(无氧呼吸)丙酮酸不能被彻底氧化, 而生成乙醛、乙醇和乳酸等发酵产物, 并且释放出较少的能量。



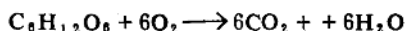
糖经无氧呼吸产生酒精的反应, 称为酒精发酵。酿酒就是利用这种原理进行的。

无氧呼吸比有氧呼吸所提供的能量要少的多。因此, 果实要获得有氧呼吸同样多的能量, 就要分解更多的有机物, 这就需要消耗大量的贮藏营养, 从而加速了果实组织的衰老和

死亡。此外，无氧呼吸产生的乙醛、乙醇等，对果肉细胞有毒害作用，所以在果实贮藏期间应避免出现无氧呼吸。但是，无氧呼吸的一些发酵产物如乳酸、酒精等是加工的重要产品。

(二) 呼吸强度和呼吸商

1. 呼吸强度 呼吸强度可以反映果实内有机物质消耗的状况，从而了解果实成熟、衰老的程度。通过呼吸作用的总公式：



可以看出，它的显著外部特点是氧的吸收和二氧化碳的释放。因此，测定果实的呼吸强度，通常是以1000克果实，1小时所释放的二氧化碳毫克数（或毫升数）来表示，即 CO_2 毫克（或毫升）/千克·小时。同样，也可以用吸入氧的数量来表示。

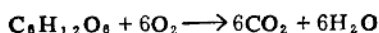
果实贮藏或运输期间，如果呼吸强度增加，表明果肉细胞内有机质的消耗速度加快，组织衰老过程加速。相反，降低呼吸强度可以延长贮藏和运输的期限。

2. 呼吸商 果实内的糖（葡萄糖、果糖、蔗糖）是利用最普遍的呼吸基质。此外，有机酸以及蛋白质、脂肪等也可以作为呼吸基质。测定果实的呼吸商，可以推断果实在呼吸时所利用的呼吸基质，在一般情况下可以了解果实的呼吸性质。

由于呼吸作用所利用的基质不同，吸收的氧和放出的二氧化碳的数量也不相同。呼吸商（或呼吸系数）是指由呼吸基质所放出的二氧化碳和吸入的氧，在容积上的比值。以RQ来表示，即：

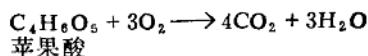
$$RQ = \frac{CO_2}{O_2}$$

一般在氧供应充分，果实利用糖作为呼吸基质，进行有氧呼吸时 $RQ = 1$ 。



$$RQ = \frac{6CO_2}{6O_2} = 1$$

果实在缺氧环境中，如利用含氧较多的有机酸作为呼吸基质，进行无氧呼吸时，RQ大于1。



$$RQ = \frac{4CO_2}{3O_2} = 1.33$$

当利用脂肪、蛋白质等为呼吸基质时，RQ值小于1。

以上情况说明：呼吸商越大，吸入氧的比例越小，产生的能量也少；相反，呼吸商越小吸入氧的比例越大，产生的能量也越多。一般情况下，当测出的呼吸商等于1或接近1时，可以认为果实进行着有氧呼吸，当测出的呼吸商大于1时，果实可能已开始发生缺氧呼吸。

应该指出，呼吸商和呼吸基质的关系并不容易确定。因为，呼吸作用不是简单的只利用一种材料作为基质。果实进行正常的有氧呼吸时，也有一定程度的无氧呼吸存在。但是，呼吸商毕竟可以提供果实在呼吸作用中，利用基质的背景材料，而分析果实对贮藏环境的适应情况。