

· 现代果树科学集论 ·



果品贮藏与加工

邓桂森 周山涛 编

上海科学技术出版社

· 现代果树科学集论 ·

孙云蔚 杨文衡 主编

果品贮藏与加工

邓桂森 周山涛 编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书根据我国果品贮藏、加工的传统技术经验和现代的
科研、生产成果,并参考国外有关资料编写而成。

本书分为上下两编,上编果品贮藏,分为六章,主要介绍
果实中化学成分与品质和营养价值的关系,果品贮藏原理,果
实采收和包装运输的科学方法,果实冷藏和几种气调贮藏的
先进设备和技术。下编果品加工,分为七章,首先总述果品原
料采收、清洗、分级、去皮和预处理,然后分别介绍多种果品的罐
藏、干制、冷冻保存、果汁、蜜饯、果酱、果酒、果醋等的加工原
理和生产流程。

本书是《现代果树科学集论》丛书之一,主要供果树专业
的研究生,进修教师,以及果品贮藏加工的科技人员参考。

·现代果树科学集论·

孙云蔚、杨文衡 主编

果品贮藏与加工

邓桂森 周山涛 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 江苏扬中印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 7.25 字数 186,000

1985年4月第1版 1985年4月第1次印刷

印数 1—45,600

统一书号: 16119·844 定价: 1.80元

《现代果树科学集论》

序 言

我国果树栽培的历史悠久,在古书《诗经》中,已有关于栽培果树和野生果树的记载。

我国是世界果树发源中心之一,果树种质资源极其丰富。现在,全国栽培的和野生的重要果树种类多达 500 余种。世界各国栽培的主要果树,很多原产于我国,并由我国传出。

早在两千多年以前,我国西北原产的桃和杏,已经通过历史上著名的“丝绸之路”传入伊朗;此后,又由伊朗传至欧洲各国。当时,这条“丝绸之路”成为我国和欧洲之间果树种质资源相互传播的重要通道。

大约在两千多年以前,我国的枣、栗、梨,以及柑橘等果树,已有大面积的专业栽培,而且选育了不少优良品种和稀有品种。例如,在《尔雅》中,已经记叙了“冬桃”(“旄”,冬桃。注:子冬熟)。冬桃在冬季十二月成熟,现在陕西、河南都有分布。该书还记述了“无核枣”(“晰”,无实枣。注:不著子者)。无核枣(空心枣)产于山东乐陵,是我国著名的优良品种。在北魏贾思勰所著的《齐民要术》中,关于果树品种、育种、栽植、繁殖、加工、贮藏,以及病虫害防治等方面的经验已有相当精详的记载,特别是对于果树嫁接方面,介绍了不少卓有成效的方法,还论述了“接穗”与“砧木”的亲合关系。此外,还讲到环剥、纵伤、疏花、防霜等技术,大都符合科学原理。可见果树栽培在我国古代就很受重视,并已相当发达。我国有广大的山区、丘陵、沙荒、沙滩,都可因地制宜发展果树。

新中国建立以来,我国的果树生产和科学研究工作都有很大发展,各地区都取得了不少成果。当然,在生产和科研上也还存在

着问题,有待于今后继续深入探讨和改进。

国外,近几十年来,对于果树的科学研究,进展极快。

我国实现果树生产现代化,首先要发展果树科学技术,特别是要大量培养果树科学技术人才,这是最根本的问题。

为了对我国果树生产和果树科学研究的提高略尽绵薄,我们与有关各农业院校和科学研究单位协作,编辑这部《现代果树科学集论》,计划编写 26 册,有:果树分类,果树生理,果树生态,果树科学实验法,果树生长与结实,果树繁殖,果园建立,果树整形与修剪,果园土壤管理,果品加工与贮藏,果树病虫害防治,果园机械,以及果树遗传育种原理,果树引种驯化,果树组织培养,果树杂交育种;还有:寒地果树,热带亚热带果树,果树矮化密植,植物激素与果树生产,以及国外果树生产与科学研究等,将分册陆续出版。

《现代果树科学集论》各册内容,有所侧重,但均以阐述基础理论为主,在理论与实践相结合的原则下,广泛吸收国外的先进科学研究成果和技术经验。

《现代果树科学集论》主要是供高等农业院校果树专业的研究生,进修教师,以及果树科学技术人员参考之用;同时,也可供果树专业的学生作为课外阅读资料。

本书在编辑出版过程中,蒙上海科学技术出版社、有关农业院校和科学研究单位的大力支持,在此谨致谢意。

孙云蔚 杨文衡

1981 年 7 月

编写说明

在当前我国果树生产大力发展、果品产量迅速增加和人民生活日益提高的形势下，果品供应问题已经显得十分突出。由于果品的生产有地域性和季节性，要使南北各地周年获得新鲜果品，就必须依靠运输和贮藏手段。几年来，从产地到销地，从农村到城市，兴建了不少贮藏设备，不同程度地采用了新的贮藏技术，传统的贮藏方法也在原有的基础上，进行了符合科学理论的改进，增加了新的内容。除了有限的贮藏供应新鲜果品外，为了满足国内外的需要，我国也发展了果品的加工工业，取得了可喜的成绩。但是这些事业在前进的道路上，必然会出现新的困难，主要表现在设备不足、缺乏技术人员和相应的参考资料等方面。编写这册《果品贮藏与加工》作为《现代果树科学集论》一个侧面的补充，也为果品运销、贮藏和加工的工作者提供点滴资料，扼要地介绍现代果品商品化处理、贮藏、运输和加工的理论和技术。书中贮藏部分由周山涛同志编写，加工部分由邓桂森同志编写。限于实践和认识水平，不足和错误之处，希读者指正。

邓桂森 周山涛

目 录

序 言

编写说明

上编 果品贮藏

第一章 构成果实品质和营养价值的主要化学成分

- 一、果实中化学成分与品质的关系..... 1
- 二、果实的营养价值.....12

第二章 果品贮藏的基本原理

- 一、果实的采前营养与耐藏性的关系.....18
- 二、果实的形成.....20
- 三、果实的采后生理.....24
- 四、果实的水分损失.....40
- 五、果实贮藏中冷害现象及其控制.....44

第三章 果实的采收和采后处理

- 一、果实采收期的判定.....51
- 二、果实采收技术和包装场操作.....55

第四章 果实的运输

- 一、铁路冷藏车.....61
- 二、公路冷藏车.....62
- 三、冷藏集装箱和冷藏气调集装箱.....63

四、冷藏船	64
五、保证果品运输质量的注意事项	64
六、冷藏运输前的产品预冷	65

第五章 果实的冷藏

一、冷藏原理	68
二、果品冷藏条件	74

第六章 果实的气调贮藏

一、气调贮藏对果实生理过程的影响	78
二、气调贮藏中乙烯对果实的作用	80
三、气调贮藏设备	82
四、几种果实气调贮藏的适宜条件	84
五、气调贮藏中的果实气体伤害	87
六、气调贮藏前的高浓度二氧化碳处理	88
七、气调贮藏前的低氧处理	89
八、机动气调贮藏	90
附：果实的减压贮藏	90
主要参考文献	92

下编 果品加工

第七章 原料及其加工前的处理

一、果实采收及贮存	93
二、原料清洗、分级、去皮和预处	96

第八章 果品的罐藏

一、食品罐藏保存的原理	102
二、罐藏容器	106
三、罐藏工序	108

四、主要果品的罐藏	114
五、罐头食品的贮存	122

第九章 果品的干制

一、干制的基本原理	125
二、原料的准备和处理	127
三、干制方法和设备	128
四、果汁的脱水干制	135
五、干制产品的包装和贮存	141

第十章 果品的冷冻保存

一、冷冻产品质量与原料的关系	144
二、果品冷冻的基本原理	145
三、原料的准备和处理	147
四、果品冷冻方法	148
五、冷冻产品的贮存	150
六、主要果品的冷冻	151

第十一章 果汁的加工

一、果汁生产与原料的关系	158
二、果汁的成分与品质的关系	159
三、影响果汁质量的外界因素	162
四、原料的准备	165
五、果汁加工工艺	166
六、果汁的浓缩	181
七、香精油的回收	183
八、浓缩汁的调配、包装和贮存	185

第十二章 水果糖制品

一、糖及其作用	186
---------	-----

二、果实蜜饯的加工.....	187
三、果酱类制品的加工.....	194

第十三章 果酒与果醋

一、果酒发酵的原理.....	199
二、葡萄酒的酿制.....	205
三、果醋的酿制.....	217
参考文献	222

上编 果品贮藏

第一章 构成果实品质和营养价值的主要化学成分

长期以来,人们喜好各种果品,因为它们有诱人的色、香、味和质地,能增进食欲、有助于对食物的消化吸收,使人体获得充足的营养;各种维生素和矿物质特别是维生素C和某些碱性矿物质,更具有不同于肉类和禽蛋等食物的特殊营养意义。反映果实品质的各种化学物质,在果实成熟过程中不断变化,要搞好果实的贮藏,就必需了解其中各种化学成分的变化规律。

一、果实中化学成分与品质的关系

(一)味道

大多数果品有不同程度的甜、酸、苦、涩等味道,由舌的味觉器官感觉出来,都是各种化学成分的反映。

果实的甜味主要来自各种糖,糖是果实中重要的贮藏物质之一。不同种类的果实,含糖量差异很大,柑橘中的莱檬含糖量极低,而海枣(Date)的含糖量可达鲜重的61%。多数果实中含蔗糖、葡萄糖和果糖,各种糖的多少因果实种类和品种不同而有差别。表1中摘录介绍一些常见果品的大致含糖量。

果实在成熟和衰老过程中,含糖量和含糖种类都在不断地变化。例如杏、桃和芒果等成熟时蔗糖含量逐渐增加,苹果和梨达到正常采收期,蔗糖含量也增高。未熟的李几乎没有蔗糖,到黄熟时,蔗糖含量有一个迅速增加的过程。

表 1 一些果实中葡萄糖、果糖和蔗糖含量

(Widdoson 和 McCance, 1935)

果 实	可食部分含糖重量百分率		
	葡 萄 糖	果 糖	蔗 糖
苹果(鲜食)	1.72	6.08	3.62
杏	1.92	0.37	4.35
香蕉	5.82	3.78	6.58
樱桃	4.70	7.24	0.0
蔓橘橘	2.66	0.74	0.14
海枣	32.00	23.70	8.20
无花果(青)	5.54	4.06	0.0
葡萄(紫)	8.20	7.28	0.0
柠檬(汁)	0.52	0.92	0.18
甜瓜	1.16	0.83	3.26
甜橙	3.36	2.38	4.70
桃	1.47	0.93	6.66
梨(鲜食)	2.44	7.00	0.98
菠萝	2.32	1.42	7.89
李(鲜食)	4.00	1.34	4.26
草莓	2.59	2.32	1.30

果实的味道不仅决定于含糖量的多少，还决定于糖与酸含量之间的适当比例。

果实中的糖不仅是反映甜味的物质，它们也是构成其他化合物的成分。例如某些芳香物质常常是以配糖体的形式存在；许多果实的鲜艳颜色来自糖与花青素的衍生物；果胶属于多糖结构；而果实中维生素C也是由糖衍生而来。

果实的酸味是由于有机酸的存在，它是植物细胞呼吸的重要能源。其分子结构中含有游离的羧基—— COOH 。普遍见于果实中的有机酸有以下三种：

苹果酸 $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{COOH}$

酒石酸 $\text{HOOC}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{COOH}$

柠檬酸 $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})-\text{CH}_2-\text{COOH}$

还有一些少量存在于果实中的有机酸:

草酸 $\text{HOOC}-\text{COOH}$ (香蕉中含有可溶性的草酸盐)

琥珀酸 $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$ (极少量存在于几种果实中)

常见的果实中有机酸列于表 2。

表 2 成熟果实中主要有机酸

(Wolf, 1960)

主要有机酸	果 实	主要酸含量 (毫克/100克鲜重)	其他少量有机酸(毫克/100克鲜重)
苹果酸	苹 果	3~19	奎尼酸(Quinic acid)存在于果皮和幼果中
	杏	12	柠檬酸(12), 奎尼酸(2~3)
	香 蕉	4	
	樱 桃	5~9	柠檬酸, 奎尼酸, 莽草酸(shikimic acid)
	葡 萄	1.5~2	酒石酸(1.5~2.0)
	桃	4	柠檬酸(有的与苹果酸等量)
柠檬酸	梨	1~2	某些品种柠檬酸超过苹果酸
	李	6~11	奎尼酸, 幼果中较多
	柠 檬	73	苹果酸(4), 奎尼酸
	甜 橙	15	苹果酸(3), 奎尼酸, 草酸,
	无花果	6	苹果酸, 乙酸
	番石榴	10~20	苹果酸
	龙 眼	30	苹果酸
	菠 萝	6~20	苹果酸(1.5~7)
酒石酸	石 榴	7~30	苹果酸
	草 莓	10~18	苹果酸(1~3), 奎尼酸(0.1)
	葡 萄	1.5~2.0	苹果酸(1.5~2.0)

[注] 括弧内数字代表 100 克鲜果实中含酸毫克当量数
(柠檬酸和苹果酸毫克当量分别为 64 毫克和 67 毫克)

有些果实可能具有酸味，但不含游离的羧基。例如酚类物质和抗坏血酸的酸味是由于它们的结构中烯醇(enol)所表现的。

许多果实富含有机酸，溶解在细胞汁液中，或呈游离状态，或以盐、酯或苷的形式与其他成分结合而存在。实验室分析中除用总酸量表示果实汁液或提取物酸度之外，通常还用汁液的 pH 来表示。一般果汁的 pH 值较低，柠檬汁的 pH 值大约为 2，番茄约为 4。细胞中游离的弱酸与钾盐构成缓冲系统，在细胞中特别是对酶的活性起着重要的作用。

测定果汁的游离酸度称为可滴定酸(titratable acidity)，常用强碱中和来计算。在中和过程中 pH 值增高，当果汁中缓冲作用增加时，pH 值的变化比滴定纯酸要缓慢。实践上用酚酞作为指示剂，终点在 pH 8.5，则所有的酸根包括酚、氨基酸和其他与碱结合的成分都计算在内。有机酸只占其中一部分。滴定值用每单位提取液或鲜重组组织酸的毫当量 (milliequivalents) 表示。图 1 以苹果为例说明其中可滴定酸和 pH 变化的关系。有人认为用 H^+ /可滴定酸度的比值可以用作判别果实成熟度的指标。

总酸度(total acidity)则是表示全部游离酸和与阳离子结合的酸。测定总酸量时，将样品先通过阳离子交换柱再用中和法滴定。

某些果实具有苦味，可能是来自某些糖苷，也可能是某些生物

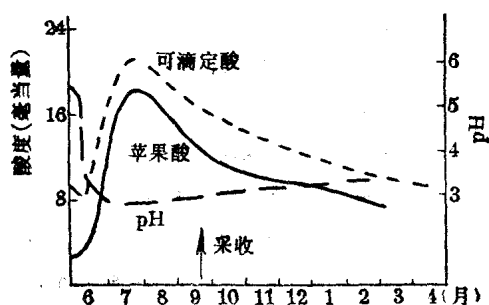
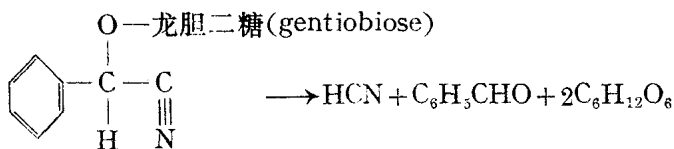


图 1 苹果采收前后可滴定酸和 pH 值的变化

(Krotkov, 1960)

以 100 克鲜重为基础

碱存在。例如苦杏仁中含有苦味的苦杏仁苷,被称为生氢的苦。它在 β -糖苷酶(β -glucosidase)的作用下分解产生苯甲醛、葡萄糖和氢氰酸。反应如下:



柑橘果实中含有属于三萜系化合物(triterpenoid)的柠檬碱(limonin),是产生苦味的物质,在橘、橙等种子、白皮层和果汁中都有存在。在果汁加工中,某些品种的柑橘如华盛顿脐橙在榨汁后几小时变苦,早采的果实比成熟度高的果实苦味浓。增高果汁温度,苦味也会迅速变浓。许多研究者认为这是由于果肉中存在柠檬碱的前体,是不具苦味且溶于水的物质,它被氧化或酶的作用转变为柠檬碱。Maier 和 Bererly(1968)的报告认为,不具苦味的柠檬碱前体是一种柠檬碱单内酯(mono-lactone)。在果汁加工时,这一前体转变成苦味物质,加热更促进转变的速度。早采的脐橙、夏橙和葡萄柚只含有柠檬碱单内酯,它在中性环境中稳定而且不具苦味。在加热时,柠檬碱单内酯被酸性果汁逐渐转变为有苦味的双内酯即柠檬碱。晚采的果实不含柠檬碱单内酯,因此在遇酸或加热时也不产生苦味。

某些柑橘果实特别是柚和葡萄柚中含有属黄酮类的化合物——柚苷(naringin),它有极苦的味道。未成熟的果实中含量很高,苦味也浓。柚苷由苷配基的柚配质(naringenin)和二糖的新陈皮糖构成。另一种黄酮类化合物称为陈皮苷(hesperidin),也具微苦。柑橘果实受冻时,在橘瓣瓢膜上沉集的白色小点即为陈皮苷。陈皮苷的溶解度比柚苷低。

近代柑橘加工工业中,提取副产物柚苷和新陈皮苷(neohesperidin),经过处理可以转变为二氢查耳酮(dihydrochalcones),用来代替糖精。Horowitz 和 Gentili (1970)发现,二氢查耳酮的甜度比糖大得多(表3),似甘草的清凉味。这些变化和现象,是近代

表 3 二氢查耳酮甜味值与其他甜味物质比较

甜 味 物 质	甜 味 比 率
蔗糖	1
糖精	330~360
柚苷二氢查耳酮	330~360
陈皮苷二氢查耳酮	330~360
新陈皮苷二氢查耳酮	1,000~1,200

果品加工科学研究中,引人注目的课题。

不少果实表现不同程度的涩味,这是由于酚类物质的存在,它们产生不同程度的聚合作用,分子量大约为 500 至 3,000 之间。简单的酚如羟基肉桂酸(hydroxy cinnamic acids)、儿茶酚和花青素苷 (anthocyanins) 没有涩味。某些“单宁”表现果实的涩味。酚类物质含量高的果实涩味浓,例如红色葡萄多比无色葡萄味涩。在果实成熟过程中,酚类物质的缩合作用增加,涩味减轻。Goldstein 等 (1963) 认为可能是由于酚类物质的高度缩合而不溶于水,并与其他细胞成分结合而不表现涩味。涩柿果实中有单宁细胞,其中含大量水溶性单宁,使涩柿产生涩味。甘柿中的单宁细胞为聚合的单宁,不溶于水因而不表现涩味。甘柿的单宁细胞一般都很小。

(二) 芳香

人体由嗅觉作用感觉到果实的芳香,这是指果实的挥发性芳香物质与人的嗅觉器官接触而反映出芳香气味。有的芳香物质是一种成分,也有些芳香物质由几种组分构成,主要有酯、内酯、醇、酸、醛、酮、缩醛(acetals)和烃等。前述苦味物质的苦杏仁苷分解生成的苯甲醛,就是核果类果实种子和植物体特有的芳香。

果实在成熟过程中产生乙烯,也具芳香。

所谓果实的风味,包含有甜、酸、涩等味道和芳香等物质的配合,构成人体对果实特有种类或品种的不同品质的反应。

(三) 色泽

果实表现红、黄、橙、绿等多种颜色,它是由不同的化学物质组成,其性质各异。另外,果实表皮上还含有油、蜡等构成果实的光泽,故称为色泽。

1. 类胡萝卜素

这是一类属于油溶性的色素,构成果实的黄色、橙色或橙红色。一般构造比较复杂,微小结构的差异,产生颜色的差异。属于类胡萝卜素的有 α 、 β 和 γ 胡萝卜素,番茄红素(lycopene),番茄黄质(lycoxanthin),玉红黄质(rubixanthin),隐黄质(cryptoxanthin),白英果红素(lycophyll),叶黄素(lutein 或 xanthophyll),玉米黄质(zeaxanthin),隐黄素(cryptoflavin)以及辣椒红素(capsanthin)等四五十种都可以在各种果实中发现,其中 β 胡萝卜素被人体摄取后可转变为维生素A,有重要营养意义。兹举几种常见果实中的类胡萝卜素和 β -胡萝卜素含量列于表4。

表 4 一些果实中类胡萝卜素总含量和 β -胡萝卜素

果 实	类胡萝卜素 (毫克/公斤鲜重)	β -胡萝卜素 (毫克/公斤鲜重)	测 定 者
辣椒(青)	9.0~11.2	1.2~1.5	Curl (1964)
辣椒(红)	127~248	11.6~33	Curl (1962)
辣椒(黄)	234	31	Cholnoky 等(1955)
脐橙(果肉)	23	0.115	Curl 等(1961)
脐橙(果皮)	67	0.11	Curl 等(1961)
红橘(果肉)	27	1.11	Curl (1964)
红橘(果皮)	186	0.74	Curl 等(1965)
甜瓜	20.9~61.7	0.41~5.96	Tomes 等(1963)
西瓜(橘黄)	33.7	1.4	Tomes 等(1965)
西瓜(红)	20.9~61.7	0.41~5.96	Tomes 等(1963)
柿	21.6~97.9		Brossard 等(1963)
干制李	27	2.7	Curl (1964)
苹果	54.9~126.1	1.98~76.3	Valadom 等(1967)
梨	0.3~1.28		Galler 等(1965)
葡萄	1.8	0.58	
欧洲花椒 (<i>Pyrus aucuparia</i>)	120	46.8	Goodwin (1956)