

果蔬资源 开发与利用

刘章武 主编

GUOSHU ZIYUAN KAIFA YU LIYONG

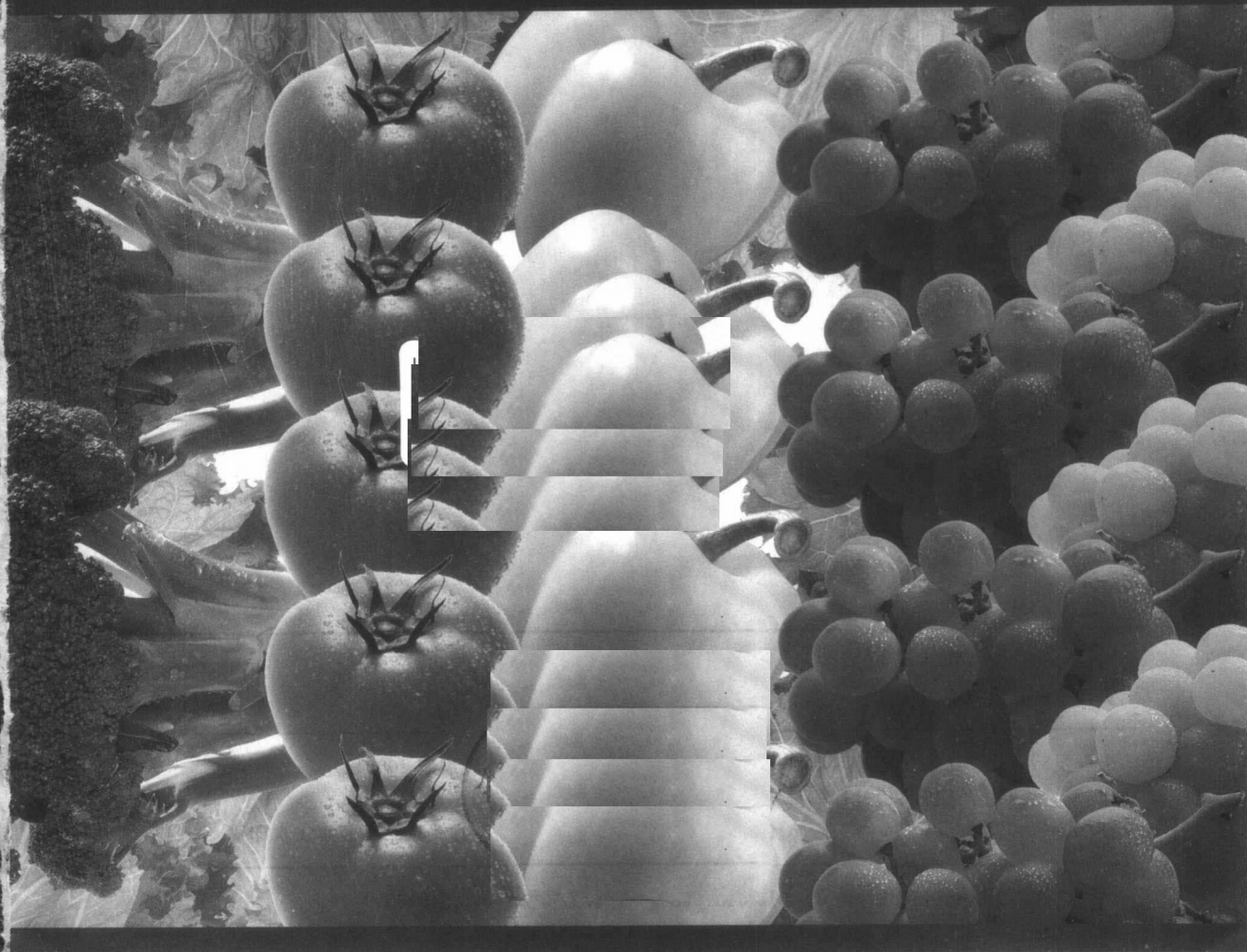


化学工业出版社

果蔬资源 开发与利用

刘章武 主编
陈季旺 魏新林 副主编

GUOSHU ZIYUAN KAIFA YU LIYONG



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

果蔬资源开发与利用/刘章武主编. —北京: 化学工业出版社,
2007.7
ISBN 978-7-122-00768-1

I. 果… II. 刘… III. ①水果加工②蔬菜加工 IV. TS255

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 101212 号

责任编辑: 赵玉清
责任校对: 洪雅姝

文字编辑: 尤彩霞
装帧设计: 郑小红

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 16 1/4 字数 475 千字 2007 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编 刘章武 武汉工业学院

副 主 编 陈季旺 武汉工业学院

魏新林 上海师范大学

其他编写人 (按汉语拼音排序)

李波 芦菲 河南科技学院

刘建涛 赵利 江西科技师范学院

舒静 武汉工业学院

王元风 上海师范大学

吴宇宽 武汉工业学院

前 言

我国果蔬菜资源丰富，目前水果和蔬菜年产量均居世界第一位，果蔬产业已成为仅次于粮食作物的第二大农业产业和我国加入 WTO 后农产品中少数具有竞争优势的重要产业之一。但与发达国家相比，我国果蔬产业仍存在采后损失率高、加工技术落后、加工处理率低等问题。

为了提高我国果蔬加工技术水平和资源利用率，促进果蔬产业和农业、农村经济的发展，我们根据生产、科研和教学的需要，本着实用的原则，参阅了大量最新资料，编写了《果蔬资源开发与利用》一书。希望读者通过本书，能够增加对果蔬资源开发利用原理和实用技术的了解。

本书第一章由陈季旺编写；第二章由刘章武、陈季旺、李波、赵利编写；第三章第一节由赵利、刘建涛、陈季旺、舒静编写，第三章第二节由刘章武、陈季旺、魏新林、王元风、吴宇宽编写，第三章第三节由赵利、刘建涛、陈季旺、舒静编写，第三章第四节由赵利、刘建涛、陈季旺编写，第三章第五节由魏新林、王元风编写，第三章第六节由魏新林、王元风编写，第三章第七节由魏新林、王元风编写；第四章第一节由魏新林、王元风编写，第四章第二节由李波、芦菲、陈季旺、刘章武编写，第四章第三节由李波、芦菲、陈季旺编写，第四章第四节由魏新林、王元风、刘章武、陈季旺、舒静编写，第四章第五节由魏新林、王元风编写。

由于编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者
2007.8

目 录

第一章 果蔬的化学成分	1
第一节 色素类物质.....	1
第二节 风味物质.....	3
第三节 营养成分.....	7
第四节 果蔬质地.....	9
第二章 果蔬资源开发的原理与技术	11
第一节 果蔬罐藏	11
第二节 果蔬干制	18
第三节 蔬菜腌制	26
第四节 果蔬汁加工	34
第五节 果蔬速冻	41
第六节 果蔬糖制	50
第七节 净菜加工技术	64
第八节 超微果蔬粉的加工技术	76
第三章 果品资源开发实例	79
第一节 仁果类果品资源开发	79
第二节 核果类果品资源开发	93
第三节 浆果类果品资源开发.....	110
第四节 柑橘类果品资源开发.....	129
第五节 坚果类果品资源开发.....	141
第六节 聚合果、复果类果品资源开发.....	150
第七节 瓜类果品资源开发利用.....	152
第四章 蔬菜资源开发实例	158
第一节 根菜类蔬菜资源开发.....	158
第二节 茎菜类蔬菜资源开发.....	169
第三节 叶菜类蔬菜资源开发.....	199
第四节 果菜类蔬菜资源开发.....	219
第五节 食用菌资源开发.....	244
参考文献	257

第一章 果蔬的化学成分

水果和蔬菜种类与品种繁多，食用与加工利用部位不同，化学成分也不相同。果蔬生长习性和组织结构的差异不仅在品种之间，就是在同一品种甚至同植株，因栽培环境和管理条件不同或成熟度的差别，其化学成分的变化和含量的增减都会不同。但从本质上看，尽管水果和蔬菜千姿百态，经化学分析，其主要成分还是由碳、氢、氧和氮等几种元素构成，这些元素在水果蔬菜中以不同的比例、不同的结构相互结合形成许许多多各具不同化学性质的化合物。水果和蔬菜的物理、化学性质，就是由这些化合物存在的状态和含量多少决定。果蔬中所含的化学成分较为复杂，一般可用两种方法分类：一是按其元素组成状况分为六大类，即碳水化合物，含氮化合物，有机酸，苷和多酚类，脂肪、挥发油和树脂物，灰分元素；二是按各种化合物的功能作用进行区分，可分为营养素，色、香、味感物质及与工艺、制品质量的相关物质等三类。

人体所必需的营养素包括碳水化合物、蛋白质、脂肪、水分、矿物质、维生素和粗纤维。其中碳水化合物、蛋白质和脂肪能供给热能，保持体温；此三者再加上水分和矿物质可修补身体的组织，补偿消耗，为构成躯干所必需。维生素和纤维素则有调节生理机能的作用。这些化学物质如有缺乏即能影响人体的正常生理活动，导致各种疾病的发生。

水果和蔬菜是具有特殊质量指标和化学成分的植物性食品，它们的特点是有很高的水分含量，平均80%~90%，在某些情况下，黄瓜、四季萝卜可达93%~97%，水果和蔬菜的组织及细胞为其所饱和；酶反应和新陈代谢特别强烈，采收后呼吸基质消耗增加；采后由于蒸发，水分很易损失。由于水果和蔬菜含有很高的水分，因此，被划为“多汁的植物”的特殊类型，这就强调指出了它们是不同于谷物、豆类及其他作物的农产品。果蔬的这些特性对加工具有特殊的意义。

果蔬化学成分在加工过程中的变化直接影响着果蔬加工制品的品质。根据这些化学成分功能的不同，通常可将其分为四类，即色素物质（包括叶绿素、类胡萝卜素、花青素和类黄酮等）、营养物质（包括维生素、矿物质、水分、糖类、脂肪、蛋白质和氨基酸等）、风味物质（包括糖、酸、单宁、糖苷、氨基酸和辣味物质）、质地因子（包括果胶类物质、纤维素和水分等）。另外，果蔬中还含有许多性质各异的酶，这些酶对果蔬加工制品的品质也起着重要的作用。

第一节 色素类物质

果蔬的色泽是其在生长过程中由各种色素变化而形成的，色素随着果蔬的成熟程度而不断变化。因此，色素的种类和特性关系着果蔬新鲜度和成熟度的感官鉴定。色素的种类很多，按其溶解性及在植物体中存在状态可分为两类，一类是脂溶性色素，常见的有叶绿素和类胡萝卜素；另一类是水溶性色素，常见的有花青素和黄酮类色素。

一、叶绿素

叶绿素主要由叶绿素a和叶绿素b两种色素组成，叶绿素a呈蓝绿色，叶绿素b为黄绿色，通常它们在植物体内以3:1的比例存在。叶绿素不溶于水，易溶于乙醇、丙醇、乙醚、氯仿、苯等有机溶剂中。叶绿素不稳定，在有氧或见光的条件下，极易遭受破坏而失绿。在酸

性介质中叶绿素形成脱镁叶绿素,绿色消失,呈现褐色;在碱性介质中叶绿素分解生成叶绿酸、甲醇和叶绿醇。叶绿酸呈鲜绿色,较稳定。如果其与碱进一步结合可生成绿色的叶绿酸钠(或钾)盐,则更稳定,绿色保持得更好,这也是加工绿色蔬菜时,添加小苏打护绿的依据。此外,在绿色蔬菜加工时,为了保持加工品的绿色,人们还常用一些盐类,如氯化锌(ZnCl_2)、硫酸镁(MgSO_4)及氯化钙(CaCl_2)等进行护绿。

在正常生长发育的果蔬中,叶绿素的合成作用大于分解作用,而果蔬进入成熟期和采收以后,叶绿素的合成停止,原有的叶绿素逐渐减少或消失,绿色消褪,表现出果蔬的特有色泽。而对绿色果蔬来讲,尤其是绿叶蔬菜,绿色的消褪,意味着品质的下降,低温、气调贮藏可有效抑制叶绿素的降解。

二、类胡萝卜素

类胡萝卜素是由多个异戊二烯组成的一类色素,呈浅黄至深红色。类胡萝卜素广泛存在于果蔬中,果品中含量较多,绿色蔬菜中也含有,但被叶绿素掩盖而不显色。类胡萝卜素主要由胡萝卜素类和叶黄素两类组成。

胡萝卜素类($\text{C}_{40}\text{H}_{56}$)又称叶红素类,包括番茄红素及 α -胡萝卜素、 β -胡萝卜素、 γ -胡萝卜素。它们是果蔬中主要的类胡萝卜素,呈现红色、红黄色和橙红色。胡萝卜素比较稳定,通常在碱性介质中比酸性介质中更稳定。胡萝卜素在胡萝卜、南瓜、番茄、绿色蔬菜等含量较多,果品中的杏、黄色桃等黄色的果实也含有。番茄红素是胡萝卜素的同分异构体,呈橙红色,是番茄中的主要色素,西瓜、柿子、柑橘、辣椒、南瓜等果蔬中也含有,但无维生素A的功效。

各种果蔬中均含有叶黄素类($\text{C}_{40}\text{H}_{56}\text{O}_2$),其与胡萝卜素、叶绿素共同存在于果蔬的绿色部分,只有叶绿素被破坏,才显现出其色泽——黄色。叶黄素是使绿色果蔬发生黄化的主要色素。

类胡萝卜素对热、酸、碱等都具有稳定性,因而含有这类色素的果蔬,经热加工后仍能保持其原有色泽。但光、氧能引起其分解,使果蔬褪色,因此在加工和贮运时应采取避光和隔氧的措施。

三、花青素

花青素又称花色素,多以糖苷的形式存在于果蔬中,它是形成果蔬红、紫红、蓝色等颜色的色素,主要存在于果皮和果肉细胞中。花青素是水溶性色素,在果蔬加工时(如水洗、漂烫)会大量流失,因此,处理果蔬特别是果品时要尽量避免揉搓操作。

花青素性质极不稳定,随pH值变化而不断改变颜色。在酸性介质中为红色,在碱性介质中呈蓝色,而在中性介质中为紫色。花青素的这种变化,常使果蔬的加工制品失去原有的颜色。另外,花青素与铁、锡、铜等金属离子结合则呈蓝色、蓝紫色或黑色,并能发生色素盐的沉淀,在加热时又能分解而褪色,从而使制品色泽暗淡;日晒也能促使其色素沉淀。因此,在加工果蔬中应避免与铁、锡等金属器具和设备接触,控制加热温度,注意pH值的变化,防止日光辐射,以减少花青素的变色从而保证制品的外观色泽。

四、黄酮类色素

黄酮类色素又称花黄素,多呈白色至浅黄色,是广泛存在于果蔬中的另一种水溶性色素,也是一种糖苷,化合物的基本结构是苯基苯并吡喃酮,主要包括有黄酮、黄酮醇、黄烷酮和黄烷醇。前两者为黄色,后两者为无色,最重要的是黄酮和黄酮醇的衍生物,它们具有维生素P的生理功效,目前是开发食品资源研究的热点之一。由于结构不同,黄酮类色素遇铁离子可呈蓝、蓝黑、紫、棕等颜色。在碱性介质中可呈深黄色、橙色或褐色,在酸性条件下无色。当

用碱处理某些如洋葱、马铃薯含黄酮类色素的果蔬时，往往会发生黄变现象，影响产品质量。加入少量酒石酸氢钾即可消除，就是利用黄酮类的这一变色特性。黄酮类色素对氧敏感，在空气中长时间放置会产生褐色沉淀，因此，一些富含黄酮类色素的果蔬加工制品过久贮藏会产生褐色沉淀。此外，黄酮类色素的水溶液呈涩味或苦味。

第二节 风味物质

果蔬的风味是构成果蔬品质的主要因素之一，果蔬也因其独特的风味而备受人们的青睐。不同果蔬所含风味物质的种类和数量各不相同，风味各异，但构成果蔬的基本风味只有香、甜、酸、苦、辣、涩和鲜等几种。

一、香味物质

醇、酯、醛、酮和萜等化合物是构成果蔬香味的主要物质，它们大多是挥发性物质，且多具有芳香气味，故又称为挥发性物质或芳香物质，也有人称之为精油。正是这些物质的存在赋予了果蔬特定的香气和味感，它们的分子中都含有一定的基团（如羟基、羧基、醛基、羰基、醚基、酯基、苯基和酰氨基等）。这些基团称为“发香团”，它们的存在与香气的形成有关，但是与香气种类无关。

果品的香味物质多在成熟时开始合成，进入完熟时大量形成，产品风味也达到了最佳状态。但这些香气物质大多不稳定，在加工过程中很容易受热、氧化或在酶的作用下挥发或分解。

果蔬的风味物质是多种多样的（表 1-1），据分析，苹果含有 100 多种芳香物质，香蕉含有 200 多种，草莓中已经分离出 150 多种，葡萄中现已检测出 78 种。但与其他成分相比，果蔬中的香味物质含量甚微，除了柑橘类果实外，其他果蔬中的含量通常在百万分之几。水果的香味物质以酯类、醇类和酸类物质等为主，而蔬菜中则主要是一些含硫化合物和高级醇、醛和萜等。

表 1-1 几种果蔬的主要香味物质

名 称	香味主要成分	名 称	香味主要成分
苹果	乙酸异戊酯	叶菜类	叶醇
香蕉	乙酸异戊酯、异戊酸异戊酯	萝卜	甲硫醇、异硫氰酸烯丙酯
梨	甲酸异戊酯	花椒	天竺葵醇、香茅醇
桃	乙酸乙酯、 γ -癸酸内酯	蘑菇	辛烯醇
柑橘	蚁酸、乙酸、乙醇、甲酯、乙酯、丙酮和苯乙醇	蒜	二烯丙基二硫化物、甲烯丙基二硫化物

二、甜味物质

糖及其衍生物糖醇类物质是构成果蔬甜味的主要物质，一些氨基酸、胺等非糖物质也具有甜味。蔗糖、果糖、葡萄糖是果蔬中主要的糖类物质，此外还含有甘露糖、半乳糖、木糖、核糖以及山梨醇、甘露醇和木糖醇等。

果蔬的含糖量差异很大，其中水果含糖量较高，而蔬菜中除西瓜、甜瓜、番茄、胡萝卜等含糖量较高外，大多都很低。大多水果的含糖量在 7%~15% 之间，而蔬菜含糖量大多在 5% 以下。常见果蔬的种类及含糖量见表 1-2。

气候、土壤及栽培管理措施是影响果蔬中含糖量的重要因素。通常在光照好、昼夜温差大、营养充足、栽培措施合理的条件下生长的果蔬，含糖量较高，品质好，加工性能也好。故用作加工的果蔬原料应选择生长条件好、含糖量高的果蔬。不同的生长、发育阶段的果蔬，其含糖量也各不相同。以淀粉为贮藏性物质的果蔬，在其成熟或完熟过程中，含糖量会因淀粉类

表 1-2 常见果蔬中葡萄糖、果糖和蔗糖含量

品 名	蔗糖/%	葡萄糖/%	果糖/%	品 名	蔗糖/%	葡萄糖/%	果糖/%
苹果	2.97	2.39	5.13	葡萄	0	8.09	6.92
枇杷	1.34	3.46	3.66	西瓜	3.06	0.68	1.62
樱桃	0	3.80	4.60	番茄	0	1.62	1.61

物质的水解而大量增加,以后随着果蔬的衰老,糖的含量会因呼吸消耗而降低,进而导致果蔬品质与贮运加工性能下降,因此,这也是果蔬加工要选择新鲜原料的原因之一。

果蔬的甜味不仅与糖的含量有关,还与所含糖的种类相关,各种糖的相对甜味差异很大(表 1-3),若以蔗糖的甜度为 100,果糖则为 173,葡萄糖为 74。不同果蔬中所含糖的种类、及各种糖之间的比例各不相同,甜度与味感也不尽一样。仁果类果实果糖含量占优势,核果类、柑橘类果实蔗糖含量较多,而成熟浆果类如葡萄、柿果以葡萄糖为主。

表 1-3 几种糖的相对甜度

名 称	相 对 甜 度	名 称	相 对 甜 度
果糖	173	木糖	40
蔗糖	100	半乳糖	32
葡萄糖	74	麦芽糖	32

果蔬甜味的强弱除了与含糖的种类、含量有关外,还受含糖量与含酸量之比(糖/酸比)的影响,糖酸比越高,甜味越浓,反之酸味增强。如红星、红玉苹果的含糖量基本相同,红玉苹果含酸量约为 0.9%,而红星苹果含酸量约 0.3%,因此,红玉苹果食之有较强的酸味。

三、酸味物质

果蔬的酸味主要来自一些有机酸,有机酸一部分以自由态存在,一部分以结合态存在。

果蔬中主要含有苹果酸、柠檬酸、酒石酸及草酸,还有少量的苯甲酸、水杨酸、延胡索酸等(表 1-4、表 1-5)。其中苹果酸、柠檬酸、酒石酸在水果中含量较高,因此又称为果酸。

表 1-4 一些果品中的有机酸含量及种类

种类	pH 值	总酸量/%	柠檬酸/%	苹果酸/%	草酸/(mg/kg)	水杨酸/%
苹果	3.00~5.00	0.20~1.60	+	+	—	0
葡萄	2.50~4.50	0.30~2.10	0	0.36~2.90	80	0.21~0.70
草莓	3.80~4.40	0.30~3.00	0.90	0.10	100~600	0.28
梨	3.20~3.95	0.10~0.50	0.24	0.12	3	0
桃	3.40~4.00	0.20~2.60	0.10	0.30	—	0
杏	3.20~3.90	0.20~1.00	0.20	0.50	140	0

注: + 表示存在; — 表示微量; 0 表示缺乏。

表 1-5 蔬菜叶及茎中的有机酸

种 类	主要有机酸	种 类	主要有机酸
菠菜	草酸、苹果酸、柠檬酸	甜菜	甲酸、草酸、苹果酸、柠檬酸
甘蓝	苹果酸、柠檬酸、琥珀酸	石刁柏	苹果酸、柠檬酸
番茄	苹果酸、柠檬酸	甘薯	草酸
莴苣	草酸	笋	草酸、酒石酸、乳酸、柠檬酸

仁果类和大多数核果类水果有机酸主要是苹果酸,浆果类和柑橘类水果主要是柠檬酸,但葡萄中主要含有酒石酸。蔬菜中的总酸量较低,有些蔬菜中的有机酸主要是草酸,但大多数蔬菜是以苹果酸和柠檬酸为主。分析果蔬中酸含量时,多以果蔬中所含的主要有机酸为计算标准,如以

柠檬酸表示柑橘类的酸含量；仁果类、核果类则以苹果酸表示；大多数叶用蔬菜以草酸表示。

① 苹果酸 苹果酸广布于自然界中，而且存在于许多果实的酸汁液中，特别是在酸苹果中其含量较高，并因而得名。果蔬中含有左旋苹果酸，它易溶于水。

花楸、刺梨和山茱萸中仅含有苹果酸，而柑橘果实和蔓越橘中则不含苹果酸。苹果酸与柠檬酸并存于大部分果实中。仁果类果实（苹果、梨）和核果类果实（桃、梅、李和杏等）以苹果酸含量为多，而浆果中则以柠檬酸为最多；番茄中既含苹果酸，又含柠檬酸。

② 柠檬酸 柠檬酸同样广泛地分布于自然界中，在柠檬中含量特别高（6%~7%）。其为三羧酸，与苹果酸并存于大部分果实中。柑橘果实和蔓越橘中仅含柠檬酸，其容易失去一分子水而变为不饱和酸，由此所构成的不饱和酸称为乌头酸。柠檬酸含于石榴、树莓、草莓、菠萝和番茄等果蔬中。

③ 酒石酸 酒石酸为二羧酸，只有葡萄中才含有大量酒石酸（0.3%~1.7%），它与苹果酸并存于葡萄中。存在于葡萄中的酒石酸，部分是游离的酒石酸，部分是酒石酸氢钾，酒石酸氢钾又称酒石。如果将葡萄酒置于酒桶中，酒石可从葡萄酒中沉淀析出，从酿酒废物（酵母和酒石沉淀）中可提取大量酒石酸。

④ 草酸 草酸广泛分布于自然界中，差不多植物中都含有草酸钙。它的酸式钙盐存在于某些伏牛花、酸模草中，草酸的名称即由此而来。食用大黄、菠菜、酸模、竹笋等含有草酸，草酸能刺激或腐蚀黏膜，破坏代谢作用，改变血液的正常酸碱值，多食对人体有害。

水果中的有机酸多以自由态存在，而蔬菜（番茄除外）中的有机酸多以有机酸盐的形态存在，因此蔬菜的pH值（pH 5.5~6.5）比水果pH值（pH 2.2~5）要高。通常幼嫩的果蔬中含酸量较高，随着发育的成熟，酸的含量会因呼吸消耗而降低，使糖酸比提高，导致酸味下降。

果蔬热处理时，酸度会增加的原因之一是温度升高，促进了酸的电离；另一原因是蛋白质等一些具有缓冲作用的物质，受热后丧失活性，从而失去了缓冲能力。因此，酸味增加。

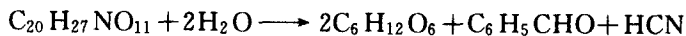
果蔬中有机酸的存在，对微生物的活动非常不利，它可降低微生物的致死温度，这也是水果和蔬菜罐头杀菌温度区别的主要原因；有机酸在加热时还可以促进蔗糖和果胶等物质的水解，影响果胶的凝胶强度和促进非酶褐变的发生等；而有机酸又具有很好的抗氧化作用，可以护色和保护维生素C免遭破坏；此外果蔬热处理时，其中的有机酸会促进一些物质的酸水解，也会对金属器皿和设备有腐蚀作用；因此，有机酸的许多作用在果蔬加工中极为重要。

四、苦味物质

果蔬中的苦味主要来自一些糖苷类物质，由糖基与苷配基通过糖苷键连接而成。当苦味物质与甜、酸或其他风味物质适当组合时，就会赋予果蔬特定的风味。果蔬中的苦味物质组成不同，性质也各异。下面是几种常见的糖苷类物质。

① 苦杏仁苷 苦杏仁苷是苦杏仁素（氰苯甲醇）与龙胆二糖形成的苷，具有强烈苦味，在医学上具有镇咳作用，普遍存在于桃、白果、李、樱桃、苦扁桃和苹果等果实的果核及种仁中。

苦杏仁苷本身无毒，但生食桃仁、杏仁过多，会引起中毒。因为同时摄入的苦杏仁苷酶使苦杏仁苷水解为2分子葡萄糖、1分子苯甲醛和1分子剧毒的氢氰酸，因此，加工时要先进行脱毒处理，以防中毒。苯甲醛是重要的食品香料之一，工业上常用苦杏仁来提取苯甲醛。



苦杏仁苷

葡萄糖

苯甲醛

氢氰酸

② 黑芥子苷 黑芥子苷本身呈苦味，普遍存在于十字花科蔬菜中。在芥子酶作用下水解生成具有特殊辣味和香气的芥子油、葡萄糖及其他化合物，使苦味消失。这种变化在蔬菜的腌制中很重要。



黑芥子苷

芥子油

葡萄糖

③ 茄碱苷 茄碱苷又称龙葵苷，主要存在于茄科植物中，以马铃薯块茎中含量较多。茄碱苷超过 0.01% 时就会感觉到明显的苦味，因为其分解后产生的茄碱是一种有毒物质，对红血球有强烈的溶解作用，超过 0.02% 时即可使人食后中毒。马铃薯所含的茄碱苷集中在其表皮和萌发的芽眼部位。当马铃薯块茎受日光照射表皮呈淡绿色时，茄碱含量显著增加，据分析，可由 0.006% 增加到 0.024%。因此，发绿和发芽的马铃薯应将表皮和芽眼削去后方可食用。



茄碱苷

茄碱

葡萄糖

半乳糖

鼠李糖

④ 柚皮苷和新橙皮苷 柚皮苷和新橙皮苷存在于柑橘类果实中，尤以白皮层、种子、囊衣和轴心部分为多，具有强烈的苦味。在柚皮苷酶的作用下，柚皮苷和新橙皮苷可被水解成糖基和苷配基，使苦味消失，这就是果实在成熟过程中苦味逐渐变淡的原因。据此，在柑橘加工业中常利用酶制剂水解柚皮苷和新橙皮苷，以降低橙汁的苦味。

五、辛辣味物质

适度的辛辣味具有增进食欲、促进消化液分泌的功效。辣椒、生姜及葱蒜等蔬菜含有大量的辛辣味物质，它们的存在与这些蔬菜的食用品质密切相关。

生姜中的辛辣味的主要成分是姜酮、姜酚和姜醇，是由 C、H、O 所组成的芳香物质，其辛辣味有快感。辣椒中的辣椒素是由 C、H、O、N 所组成，属于无臭性的辣味物质。

葱、蒜等蔬菜中的辛辣味物质的分子中含有硫，有强烈的刺鼻辣味和催泪作用，其辛辣成分是硫化物和异硫氰酸酯类。它们在完整的蔬菜器官中以母体的形式存在，气味不明显，只有当组织受到挤压破坏后，母体才在酶的作用下转化成具有强烈刺激性气味的物质。例如，大蒜中的蒜氨酸，它本身并无辣味，只有在蒜组织受到挤压破坏后，蒜氨酸才在蒜酶的作用下分解生成具有强烈辛辣气味的蒜素。

芥菜中的刺激性辛辣味成分是芥子油，为异硫氰酸酯类物质。它们在完整组织中是以芥子苷的形式存在，本身并不具有辛辣味，只有当组织破碎后，才在酶的作用下分解为葡萄糖和芥子油，芥子油具有强烈的刺激性辛辣味。

六、鲜味物质

果蔬中的鲜味物质主要来自一些具有鲜味的氨基酸、酰胺和肽，其中以 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中。在梨、桃、葡萄、柿子、番茄中含量较为丰富。此外，竹笋中含有的天冬氨酸钠也具有天冬氨酸的鲜味。另一种鲜味物质谷氨酸钠，其水溶液有浓烈的鲜味。谷氨酸钠或谷氨酸的水溶液加热到 120℃ 以上或长时间加热时，会发生分子内失水，缩合成有毒、无鲜味的焦性谷氨酸。

七、涩味物质

果蔬的涩味主要来自于单宁类物质，当单宁含量（如涩柿）达 0.25% 左右时就可感到明显的涩味。未熟果蔬的单宁含量较高，食之酸涩，难以下咽，但一般成熟果中可食部分的单宁含量通常在 0.03%~0.1% 之间，食之具有清凉口感。除了单宁类物质外，儿茶素、无色花青素以及一些羟基酚酸等也具涩味。

单宁为高分子聚合物，组成它的单体主要有邻苯二酚和邻苯三酚。根据单体间的连接方式与其化学性质的不同，可将单宁物质分为两大类，即水解型单宁与缩合型单宁。水解型单宁，也称之为焦性没食子酸类单宁或可溶性单宁，组成单体间通过酯键连接。它们在稀酸、酶、煮

沸等温和条件下水解为单体。缩合型单宁，又称之为儿茶酚类单宁或不溶性单宁，它们是通过单体芳香环上 C—C 键连接而形成的高分子聚合物，但与稀酸共热时，进一步缩合成高分子无定型物质。它们在自然界中的分布很广，果蔬中的单宁就属此类。

涩味的产生是由于可溶性单宁使口腔黏膜蛋白质凝固，使之发生收敛性作用而产生的一种味感。随着果蔬的成熟，可溶性单宁的含量降低。当人为采取措施使可溶性单宁转变为不溶性单宁时，涩味减弱，甚至完全消失。无氧呼吸产物乙醛可与单宁发生聚合反应，使可溶性单宁转变为不溶性酚醛树脂类物质，涩味消失，因此，生产上人们经常通过温水浸泡、乙醇或高浓度二氧化碳处理等，诱导柿果产生无氧呼吸而达到脱涩的目的。

单宁与水果加工品的色泽有着密切的关系，在有氧的条件下单宁极易氧化发生酶促褐变，尤其在遇到铁等金属离子后，会加剧色变。此外单宁遇碱很快变成黑色，因此，在果蔬采用碱液去皮处理后一定要尽快洗去碱液。

第三节 营养成分

果蔬是人体所需维生素、矿物质与膳食纤维的重要来源，此外有些果蔬中还含有大量淀粉、糖、蛋白质等维持人体正常生命活动必需的营养物质。随着人们健康意识的不断增强，果蔬在人们膳食营养中的作用也日趋重要。

一、维生素

维生素是维持人体正常生命活动不可缺少的营养物质，它们大多是以辅酶或辅因子的形式参与生理代谢。维生素缺乏会引起生理代谢的失调，诱发生理病变。果蔬中含有多种多样的维生素（表 1-6），但与人体关系最为密切的主要有维生素 C 和类胡萝卜素（维生素 A 原）。

表 1-6 果蔬中的主要维生素含量

种 类	胡萝卜素 /(mg/kg)	硫胺素 /(mg/kg)	维生素 C /(mg/kg)	种 类	胡萝卜素 /(mg/kg)	硫胺素 /(mg/kg)	维生素 C /(mg/kg)
苹果	0.8	0.1	50	番茄	3.1	0.3	110
葡萄	0.4	0.4	40	冬笋	0.8	0.8	10
菠萝	0.9	0.9	70	青椒	15.6	0.4	1050
柑橘	5.5	0.8	300	西瓜	1.7	0.2	80

① 维生素 C 维生素 C 有还原型和氧化型两种形态，氧化型维生素 C 的生理活性仅为还原型维生素 C 的一半，两者之间可以相互转化。还原型的维生素 C 在抗坏血酸氧化酶的作用下，氧化成为氧化型的维生素 C；而氧化型的维生素 C 在低 pH 值条件下和还原剂存在时，能可逆地转变为还原型维生素 C。维生素 C 在 pH 值小于 5 的溶液中比较稳定，当 pH 值增大时，氧化型的维生素 C 可继续氧化，生成无生理活性的 2,3-二酮古洛糖酸，此反应为不可逆反应。

维生素 C 为水溶性维生素，在人体内无积累作用，因此人们需要每天从膳食中摄取大量的维生素 C，而果蔬是人体所需维生素 C 的主要来源。不同果蔬维生素 C 含量差异较大，含量较高的果品有鲜枣、山楂、猕猴桃、草莓及柑橘类。在蔬菜中辣椒、绿叶蔬菜、花椰菜、嫩茎花椰菜等含有较多量的维生素 C。柑橘中的维生素 C 大部分是还原型的，而在苹果、柿中氧化型占优势，因此，在衡量比较不同果蔬维生素 C 营养时，仅仅以含量为标准是不准确的。

维生素 C 特别容易氧化，尤其与铁等金属离子接触会加剧氧化作用，在光照和碱性条件下也易遭破坏，低温、低氧条件可有效防止果蔬贮藏中维生素 C 的损耗。在加工过程中，切分、漂烫、蒸煮和烘烤是造成维生素 C 损耗的重要原因，应采取适当措施尽可能减少维生素 C 的损耗。此外，在果蔬加工中，维生素 C 还常用作抗氧化剂，防止加工产品的褐变。

② 维生素 A 新鲜果蔬中含有大量的胡萝卜素, 它本身不具有维生素 A 的生理活性, 但在人和动物的肠壁以及肝脏中能转变为具有生物活性的维生素 A, 因此, 胡萝卜素又被称之为维生素 A 原。胡萝卜素是一类含己烯环的异戊二烯聚合物, 含有两个维生素 A 的结构部分, 理论上可生成 2 分子的维生素 A, 但胡萝卜素在体内的吸收率、转化率都很低, 实际上 $6\mu\text{g}$ β -胡萝卜素只相当于 $1\mu\text{g}$ 维生素 A 的生物活性。除 β -胡萝卜素外, α -胡萝卜素、 γ -胡萝卜素和羟基 β -胡萝卜素在体内也能转化为维生素 A, 但它们分子中只含有一个维生素 A 的结构, 功效也只有 β -胡萝卜素的一半。

维生素 A 和胡萝卜素比较稳定, 但由于其分子的高度不饱和性, 在果蔬加工中容易被氧化, 加入抗氧化剂可以使其得到保护; 维生素 A 对高温和碱性条件相当稳定。在果蔬贮运时, 冷藏、避免日光照射有利于减少胡萝卜素的损失。绿叶蔬菜、胡萝卜、南瓜、杏、柑橘、黄桃、芒果等黄色、绿色的果蔬含有较多量的胡萝卜素。

③ 维生素 P 维生素 P 是一组与保持血管壁正常通透性有关的黄酮类物质, 最初从柠檬中提取得到, 具有调节毛细血管透性、预防血管性紫斑病和溢血症的效果。

维生素 P 的有效成分是芸香苷、橙皮苷和圣草苷, 其常与维生素 C 并存。在柑橘和芹菜中含量丰富, 在温州蜜柑的幼果中含量特别高, 随着成熟度增加, 逐渐减少。柑橘皮是工业上提取维生素 P 的常用原料。

果蔬中的维生素除上述几种以外, 尚有少量的维生素 B₁、维生素 B₂ 和维生素 PP 等。

二、矿物质

矿物质是人体结构的重要组分, 又是维持体液渗透压和 pH 值不可缺少的物质, 同时许多矿物离子还直接或间接地参与体内的生化反应。人体缺乏某些矿物元素时, 会产生营养缺乏症, 因此矿物质是人体不可缺少的营养物质。

矿物质在果蔬中分布极广, 占果蔬干重的 1%~5%, 平均值为 5%, 而一些叶菜中的矿物质含量可高达 10%~15%, 是人体摄取矿物质的重要来源 (表 1-7)。

表 1-7 果蔬中的主要矿物质含量

种 类	钙/(mg/kg)	磷/(mg/kg)	铁/(mg/kg)	种 类	钙/(mg/kg)	磷/(mg/kg)	铁/(mg/kg)
苹果	110	90	3.0	番茄	80	370	4.0
葡萄	40	150	6.0	甘蓝	620	280	7.0
香蕉	100	350	8.0	芹菜(茎)	1600	610	85.0
草莓	320	410	11.0	豌豆	130	900	8.0

果蔬中矿物质的 80% 是钾、钠、钙等金属成分, 其中钾元素可占其总量的 50% 以上。它们进入人体内后, 与呼吸释放的 HCO_3^- 离子结合, 可中和血液 pH 值, 使血浆的 pH 值增大。因此, 果蔬食品在营养学中又被称为“碱性食品”。相反, 谷物、肉类和鱼、蛋等食品中, 磷、硫、氯等非金属成分含量很高, 它们的存在会增加体内的酸性。同时这些食品富含淀粉、蛋白质与脂肪, 它们经消化吸收后, 其最终氧化产物为 CO_2 , CO_2 进入血液会使 pH 值降低, 因此在营养学中又称之为“酸性食品”。过多食用酸性食品, 会使人体血液的酸性增强, 易造成人体内酸碱平衡的失调, 甚至引起酸性中毒。因此, 为了保持人体中血液、体液的酸碱平衡, 在鱼、肉等动物食品消费量不断增加的同时, 更需要增加果蔬的食用量。

在食品矿物质中, 钙、磷、铁与健康的关系最为密切, 人们通常以这三种元素的含量来衡量食品的矿质营养价值。果蔬含有较多量的钙、磷、铁, 尤其是某些蔬菜的含量很高, 是人体所需钙、磷、铁的重要来源之一。

三、淀粉

虽然果蔬不是人体所需淀粉的主要来源, 但某些未熟的果实如香蕉、苹果以及地下根茎菜

类含有大量淀粉。成熟的香蕉淀粉几乎全部转化为糖，在非洲、亚洲某些国家或地区，香蕉常常作为主食来消费，是人获取膳食能量的重要渠道；马铃薯在欧洲某些国家或地区也是不可缺少的食品，更是当地居民膳食淀粉的重要来源之一。

淀粉不仅是人类膳食的重要营养物质，淀粉含量及其采后变化还直接关系到果蔬自身的品质与贮运性能的强弱。富含淀粉的果蔬，淀粉含量越高，耐贮性越强；而对于地下根茎菜，淀粉含量越高，品质与加工性能也越好。而对于青豌豆、菜豆、甜玉米，这些以幼嫩的豆荚或子粒供鲜食的蔬菜，淀粉含量的增加意味着品质的下降，又如加工用马铃薯则不希望淀粉过多转化，否则过多的转化糖会引起马铃薯制品的色变。

一些富含淀粉的果实如香蕉、苹果，在后熟期间淀粉会不断地水解为低聚糖和单糖，食用品质提高。但是采后的果蔬光合作用停止，淀粉等大分子贮藏性物质不断地消耗，最终会导致果蔬品质与贮藏、加工性能的下降。

第四节 果蔬质地

果蔬是典型的鲜活易腐产品，它们的共同特性是含水量高，细胞膨压大。对于这类商品，人们希望它们新鲜饱满、脆嫩可口。而对于叶菜、花菜等除脆嫩饱满外，组织致密、紧实也是重要的指标。因此，果蔬的质地主要体现为脆、绵、硬、软、细嫩、粗糙、致密、疏松等，它们与品质密切相关，是评价品质的重要指标。在生长发育的不同阶段，果蔬质地会有很大变化，因此，质地又是判断果蔬成熟度、确定加工适性的重要参考依据。

果蔬质地的好坏取决于组织的结构，而组织结构又与其化学组成密切相关，化学成分是影响果蔬质地的最基本因素。

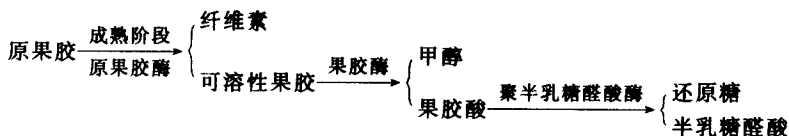
一、水分

水分是影响果蔬新鲜度、脆度和口感的重要成分，与果蔬的风味品质有密切关系。新鲜果品、蔬菜的含水量大多在 75%~95% 之间，少数蔬菜，如黄瓜、番茄、西瓜含水量可高达 96%，甚至 98%。含水量高的果蔬，细胞膨压大、组织饱满脆嫩、食用品质好、商品价值高。但采后由于水分的蒸发，果蔬会大量失水，失水后的果蔬会变得疲软、萎蔫，品质下降。另外，很多果蔬采后一旦失水，就难以再恢复到新鲜状态。因此，为了有利于更好地加工，一定要保持采后果蔬的新鲜品质。

正因为含水量高，果蔬产品的生理代谢非常旺盛，物质消耗很快，极易衰老败坏；同时，含水量高也给微生物的活动创造了条件，使得果蔬产品容易腐烂变质。为了减少损耗，一定要将加工厂建在原料基地的附近，且原料进厂后最好马上加工处理。

二、果胶物质

果胶物质沉积在细胞初生壁和中胶层中，起着黏结细胞个体的作用，是果蔬中普遍存在的一种高分子物质（含有甲氧基的半乳糖醛酸的缩合物），以原果胶、可溶性果胶和果胶酸三种不同的形态存在于果蔬中。各种形态的果胶物质具有不同的特性，在不同的酶的作用下，会使其形态发生变化。



未熟果蔬的组织中，果胶物质是原果胶形式。由于原果胶不溶于水和具有很强的黏着力，

使各个细胞相连紧密，因而表现出坚硬的状态。随着果蔬的成熟，在原果胶酶的作用下，原果胶变为果胶，细胞间的结合力减弱，细胞分离，具有黏性，而使果蔬组织变软。未成熟的果蔬向成熟期变化时，果胶在果胶酶的作用下，变为不具有黏性的果胶酸与甲醇，从而使组织的肉质变成软烂的状态。

果胶物质形态的变化是导致果蔬硬度下降的主要原因，在生产中硬度是影响果蔬贮运性能的重要因素。人们常常借助硬度来判断某些果蔬，例如，苹果、梨、桃、杏、柿果和番茄等的成熟度，确定它们采收期，同时也是评价它们贮藏效果的重要参考指标。

不同果蔬及它们的皮、渣等下脚料均含有较多的果胶（表 1-8）。一般水果的果胶含量在 0.2%~6.4%。山楂的果胶含量最高，可达 6.4%，并富含甲氧基，具有很强凝胶能力，人们常常利用山楂的这一特性来制作山楂糕。虽然有些蔬菜中果胶含量很高，但由于甲氧基含量低，凝胶能力很弱，不能形成胶冻。当与山楂混合后，可利用山楂果胶中甲氧基的凝胶能力，制成混合山楂糕，例如，胡萝卜山楂糕。

表 1-8 几种常见果实的果胶含量

种 类	果 胶 含 量/%	种 类	果 胶 含 量/%
山楂	3.0~6.4	橘皮	20~25
柚皮	6.0	苹果芯	0.45
梨	0.5~1.2	苹果渣	1.5~2.5
桃	0.6~1.3	苹果皮	1.2~2.0
李	0.6~1.5	柠檬皮	4.0~5.0
杏	0.5~1.2		

三、纤维素和半纤维素

纤维素、半纤维素是植物细胞壁中的主要成分，是构成细胞壁的骨架物质，它们的含量与存在状态，决定着细胞壁的弹性、伸缩强度和可塑性。幼嫩的果蔬中的纤维素多为水合纤维素，组织质地柔韧、脆嫩。老熟时纤维素会与半纤维素、木质素、角质、栓质等形成复合纤维素，组织变得粗糙坚硬，食用品质下降。角质纤维素具有耐酸、耐氧化、不易透水等特性，主要存在于果蔬表皮细胞内，可减轻机械损伤，抑制微生物侵染，从而保护果蔬。

纤维素是由葡萄糖分子通过 β -1,4 糖苷键连接而成的长链分子，主要存在于细胞壁中，具有保持细胞形状、维持组织形态的作用，并具有支持功能。它们在植物体内一旦形成，就很少再参与代谢，但是对于某些果实如番茄、荔枝、香蕉、菠萝等在其成熟过程中，需要有纤维素酶、果胶酶及多聚半乳糖醛酸酶等共同作用才能软化。半纤维素是由木糖、阿拉伯糖、甘露糖、葡萄糖等多种五碳糖和六碳糖组成的大分子物质，它们很不稳定，在果蔬体内可分解为单体。刚采收的香蕉中，半纤维素的含量为 8%~10%，但成熟香蕉果肉中，半纤维素含量仅为 1% 左右，因此，半纤维素既具有纤维素的支持功能，又具有淀粉的贮藏功能。

纤维素和半纤维素是影响果蔬质地与食用品质的重要物质，同时也是维持人体健康不可缺少的辅助成分。纤维素、半纤维素和木质素等统称为粗纤维，虽然它们不具有营养功能，但能刺激肠胃蠕动，促进消化液的分泌，提高蛋白质等营养物质的消化吸收率，同时还可防止或减轻如肥胖、便秘等许多现代“文明病”的发生，是维持人体健康必不可少的物质，故有人又将纤维素与水、碳水化合物、蛋白质、脂肪、维生素、矿物质一起，统称为维持生命健康的“七大要素”。人体所需的膳食纤维主要来源于果蔬，随着生活水平的不断提高，动物产品食用量的增加，果蔬在人们日常膳食中的作用也将日趋重要。

第二章 果蔬资源开发的原理与技术

第一节 果蔬罐藏

一、果蔬罐藏原理

果蔬罐藏就是将水果、蔬菜进行一些预处理后装入特制的容器中,经过排气、密封、杀菌使罐内微生物死亡,并破坏果蔬本身酶活性的一种加工方法。由于罐头封口严密,阻止了外界微生物的再入侵,因而能促使水果、蔬菜得到较长期的保存。

(一) 果蔬败坏的原因

果蔬采收后,它仍然是一个有生命活动的个体。在果蔬原料加工前如果受到机械损伤和微生物的侵害,其败坏往往很快。同时由于酶的作用也加快了果蔬的败坏。这不但浪费了原料,而且还增加了处理的费用,即使部分能利用,也会增加以后的处理及杀菌和保存的困难,因此,果蔬保存主要是针对微生物和酶的抑制进行。

果蔬罐藏后发生败坏的原因,一是理化方面的变化,主要是受到温度变化和罐内排气时氧气未除净及其原料组织中的酶的影响;二是微生物的污染,由于杀菌不足或处理不当,从而引起微生物的再污染。罐藏食品的保存,主要是靠热处理来抑制存在于食品中的微生物和酶,同时伴之以密封来隔绝外界微生物的再污染。加热杀菌也同时会促使原料的化学变化和组织结构的破坏,因而对杀菌程度要考虑这两方面的影响,既要防止微生物的破坏,也要尽可能地保持果蔬的特殊风味。

(二) 果蔬罐藏与微生物

1. 果蔬罐藏中的微生物

常见的微生物主要有霉菌、酵母菌和细菌。霉菌在适宜的水分、空气和温度条件下都能滋生在任何食品上,长霉的水果、蔬菜会出现黑色或棕色的绒毛状物。霉菌能分解酸,由于它的生长,食品的酸度会降低。在密封的罐藏容器中经过杀菌后的食品很少出现霉菌引起的变质事故,因为它的耐热性弱,很难在一般罐头的杀菌条件下存活,因此,如果罐头中发现霉菌可以认为是杀菌不良或是杀菌后再污染引起。

酵母菌广泛分布于大自然,特别喜爱含有糖和酸的液体食品,是另一种对食品保藏来说较为重要的微生物。由于酵母菌能产生醇和大量二氧化碳,因此能使罐头膨胀。和霉菌一样,酵母菌的耐热性弱,它的芽孢与细菌芽孢相比耐热性要弱得多。多数酵母菌在 77℃ 加热即被杀灭,有时在罐头食品中也可发现因酵母菌引起的败坏,这可能是杀菌不良或卷边泄漏所引起。

对罐头食品生产来说细菌是最重要也是最麻烦的微生物,大多数细菌并不会引起疾病,但能分泌酶,使食品发生质量上的变化;而有的细菌能产生有毒物质,引起食物中毒,危害人体健康。细菌具有较强的耐热性,有的细菌能产芽孢,细菌芽孢能适应不良条件,耐热性非常强,常给罐头生产带来很大的威胁。因此,罐头工业所采用的杀菌理论和计算标准都是以某些细菌的致死情况为依据。

2. 罐藏条件下的细菌种类

导致罐头食品败坏的细菌很多,根据细菌对环境条件的适宜性不同可分为以下几种。

(1) 细菌对氧的要求 ①好氧菌。只能在有氧气的条件下存在,如假单胞菌、产碱菌、微