

粮农组织  
技术文集  
119

# 水果和蔬菜加工



联合国  
粮食及农业  
组织

# 水果和蔬菜加工

原著者: Mircea Enachescu Dauthy  
顾问

译者: 孟宪学 王振江 李佳兴 孙雷心  
梁素珍 邵伟东 邓远洪 于迎建  
贺广侠 喻宝金 孙立山 郭 雷  
李 卫 白玉石 谷 承

校 者: 孟宪学 邵伟东

中国农业科技出版社

· 北京 ·



联合国  
粮食及农业  
组织  
罗马 1995

(京)新登字 061 号

图书在版编目(CIP)数据

水果蔬菜加工/ 孟宪学等译. - 北京: 中国农业科技出版社, 1997. 12  
(FAO 农业技术丛书)  
ISBN 7-80119-477-2

I . 水… II . 孟… 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(97)第 22290 号

|      |                                 |
|------|---------------------------------|
| 责任编辑 | 邵伟东 矫永平                         |
| 出版发行 | 中国农业科技出版社<br>(北京海淀区白石桥路 30 号)   |
| 经 销  | 新华书店北京发行所                       |
| 印 刷  | 中国农业科学院情报所印刷厂                   |
| 开 本  | 787×1092 毫米 1/16 印张: 15.75      |
| 印 数  | 1—3000 册 字数: 300 千字             |
| 版 次  | 1997 年 12 月第一版 1997 年 12 月第一次印刷 |
| 全套定价 | 60.00 元                         |

## 前 言

本书为对水果和蔬菜加工感兴趣的人员提供实用信息,且信息基础更广。本书在作用上取代 1972 年出版的农业技术文集第 13 号《果汁加工技术》。

本书开篇介绍了水果和蔬菜的一般特性、化学成分和营养价值,其后内容包括:影响水果和蔬菜变质的因素、各种传统的和现代的加工保藏方法、加工果蔬产品时使用的各种辅助材料以及适用的包装材料。

介绍水果和蔬菜具体加工保藏技术的两章是本书的主体,内容包括加工技术、机械设备、加工时间、温度等,这些信息对技术人员是非常有用和有益的。

FAO 欢迎读者就本书内容提出意见和建议,并将根据读者要求进一步提供信息。联系地址如下:

The Chief  
Food and Agricultural Industries Service  
Agricultural Services Division  
FAO of the U. N.  
Via delle Terme di Caracalla  
00100 Rome, Italy

# 目 录

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 第一章 绪言                | (1)  |
| 1.1 概述                | (1)  |
| 1.2 水果和蔬菜在世界农业中的重要性   | (1)  |
| 1.3 哪些水果和蔬菜适合加工       | (1)  |
| 1.4 加工规划              | (2)  |
| 1.5 加工厂地点             | (3)  |
| 1.6 加工体系              | (3)  |
| 1.7 加工技术的选择           | (3)  |
| 1.8 水果和蔬菜——全球流通概述     | (4)  |
| 第二章 水果和蔬菜的一般特性        | (5)  |
| 2.1 一般特性              | (5)  |
| 2.2 化学成分              | (7)  |
| 2.3 活体生理活动            | (12) |
| 2.4 食品养分的稳定性          | (12) |
| 2.5 结构特征              | (13) |
| 第三章 变质因子及其控制          | (16) |
| 3.1 酶促变化              | (16) |
| 3.2 化学变化              | (16) |
| 3.3 物理变化              | (17) |
| 3.4 生物变化              | (17) |
| 第四章 减少食品腐败的方法         | (21) |
| 4.1 减少食品腐败的技术方法       | (21) |
| 4.2 水果和蔬菜贮藏方法         | (21) |
| 4.3 综合贮藏方法            | (22) |
| 第五章 水果和蔬菜贮藏加工的一般工序    | (24) |
| 5.1 鲜贮                | (24) |
| 5.2 减少含水量的保藏:干燥/脱水及浓缩 | (25) |
| 5.3 化学防腐              | (49) |
| 5.4 通过酸化保藏蔬菜          | (53) |
| 5.5 用糖保藏              | (55) |
| 5.6 热贮存/热加工           | (55) |
| 5.7 食品辐照              | (58) |
| 第六章 辅助原料              | (64) |
| 6.1 水                 | (64) |
| 6.2 甜味料               | (65) |
| 6.3 食盐                | (66) |

|                                      |              |
|--------------------------------------|--------------|
| 6.4 食用酸·····                         | (66)         |
| 6.5 果胶制品·····                        | (67)         |
| 6.6 强力甜味剂·····                       | (67)         |
| <b>第七章 包装材料</b> ·····                | <b>(70)</b>  |
| 7.1 引言·····                          | (70)         |
| 7.2 包装材料对食品的保护作用·····                | (71)         |
| 7.3 薄膜、金属箔和塑料材料 ·····                | (71)         |
| 7.4 玻璃容器·····                        | (73)         |
| 7.5 纸包装材料·····                       | (74)         |
| 7.6 “锡罐”/马口铁皮 ·····                  | (74)         |
| <b>第八章 水果加工保藏技术</b> ·····            | <b>(77)</b>  |
| 8.1 水果品质·····                        | (77)         |
| 8.2 采收和预加工·····                      | (78)         |
| 8.3 新鲜水果的贮藏·····                     | (82)         |
| 8.4 水果干燥和脱水技术·····                   | (82)         |
| 8.5 果品半成品加工技术·····                   | (97)         |
| 8.6 果品加糖保存技术(果酱、果冻、马茉兰、果膏)·····      | (100)        |
| 8.7 果汁加工工艺 ·····                     | (115)        |
| 8.8 香蕉和大蕉加工技术 ·····                  | (119)        |
| 8.9 芒果和番石榴加工技术 ·····                 | (123)        |
| 8.10 水果和蔬菜加工的最新趋势 ·····              | (127)        |
| <b>第九章 蔬菜特定加工技术</b> ·····            | <b>(131)</b> |
| 9.1 蔬菜品种 ·····                       | (131)        |
| 9.2 收获和预处理 ·····                     | (131)        |
| 9.3 新鲜蔬菜的贮藏 ·····                    | (136)        |
| 9.4 蔬菜的干燥/脱水·····                    | (136)        |
| 9.5 蔬菜汁及浓缩产品 ·····                   | (143)        |
| 9.6 腌菜和泡菜加工技术 ·····                  | (149)        |
| 9.7 蔬菜的罐藏 ·····                      | (155)        |
| <b>第十章 质量保障体系</b> ·····              | <b>(163)</b> |
| 10.1 质量控制/质量保证及国际贸易 ·····            | (163)        |
| 10.2 良好的生产规范和卫生要求·····               | (166)        |
| 10.3 有害物质分析临界控制点(HACCP) ·····        | (170)        |
| <b>第十一章 水果和蔬菜加工企业的类型及其设备要求</b> ····· | <b>(175)</b> |
| 11.1 初步研究·····                       | (175)        |
| 11.2 如何准备、开工及操作水果蔬菜加工企业 ·····        | (175)        |
| 11.3 水果和蔬菜加工企业——“5级”,家庭级 ·····       | (176)        |
| 11.4 水果和蔬菜加工企业——“4级”,农场级或社区级 ·····   | (177)        |

|      |                                   |       |
|------|-----------------------------------|-------|
| 11.5 | 水果和蔬菜加工企业——“3级”,社区或小型企业级 .....    | (178) |
| 11.6 | 水果和蔬菜加工企业——“2级”,企业级 .....         | (180) |
| 11.7 | 水果和蔬菜加工中心——“1级”,企业或国家级 .....      | (182) |
| 11.8 | 水果和蔬菜原料消耗量与加工成品产量的比例关系(近似数据)..... | (191) |
| 11.9 | 水果和蔬菜加工企业——质量日检验记录表—成品缺陷检验.....   | (193) |
| 附录一  | 各种水果和蔬菜加工流程.....                  | (196) |
| 第一组  | 简单加工.....                         | (196) |
| 第二组  | 干燥/脱水 .....                       | (201) |
| 第三组  | 果汁、糖水罐头、沙司、果酱、果浆和蜜汁、罐装食品 .....    | (209) |
| 附录二  | 杏干等级标准 .....                      | (222) |
| 附录三  | 配方指南;果干和菜干.....                   | (224) |
| 附录四  | 水果和蔬菜加工机械设备.....                  | (231) |

# 第一章 绪 言

## 1.1 概述

农业是发展中国家经济的支柱,因此农业和相关行业在经济中占很高比重也就不足为奇了。在以农业为基础的领域中,水果和蔬菜加工业占有重要地位。

已建成的和已列入计划的水果和蔬菜加工项目是为了解决产后环节中的问题,减少因需求不足、基础设施薄弱、交通运输落后和腐烂变质等不利因素给生产者带来的损失。在产后高峰时期,损失量很大,部分果蔬产品常常被用作家畜饲料,甚至白白烂掉。

由于供应无规律,水果和蔬菜罐装加工厂或中小型加工中心也会蒙受巨大的损失。果农、菜农可能在露天市场把其产品直接出售给消费者,另一种情况是,虽然这类鲜果鲜菜可能符合鲜食要求,但可能不一定满足深加工的要求,这意味着加工厂将会严重开工不足。

进行水果和蔬菜加工主要目标是为了保证能在全年的各个时期向消费者供应完好的、安全的、富有营养的、可为人们接受的食物。另一项目标是替代进口产品,如果子汁、薯类食品、番茄沙司、腌制食品等,此外出口成品或半成品还可换回外汇。

发展中国家已经开展或需要开展水果和蔬菜加工的原因如下:

- 多种经营,以减少对单一出口产品的依赖;
- 国家产业化政策;
- 减少进口,满足出口需求;
- 通过开发适销产品促进农业生产;
- 创造城乡就业机会;
- 减少水果和蔬菜损失;
- 使农民在淡季能够吃上他们自己加工的果蔬制品,提高营养水平;
- 为农民和手工业者开辟新的收入来源;
- 开发新的增值产品。

## 1.2 水果和蔬菜在世界农业中的重要性

水果和蔬菜在世界农产品总量中占有重要地位,部分产量数据见表 1.1。

## 1.3 哪些水果和蔬菜适合加工

从实际来看,任何水果和蔬菜都可以加工,但是否有必要进行加工则取决于下列因素:

- 1) 某种水果或蔬菜加工产品的市场需求;
- 2) 原料的质量,即是否能够经受加工;
- 3) 原料供应的稳定性。

举例来说,某种非常适合鲜食的水果并不一定适合加工;加工过程中需要频繁搬动,需要高温高压。

许多鲜食番茄品种就不适合用于加工番茄酱。某种芒果或菠萝品种鲜食品质可能极佳,但运到加工厂后可能会因为果实大小、成熟度、个体质量间的差异而不符合加工要求。



如果某种水果或蔬菜原料供应不足且不稳定,那么即使是适合加工也不要盲目从事。不应仅根据季节性供应过剩而建加工厂;建厂虽然可以缓解供应过剩情况,但加工厂不会取得良好经济效益,除非原料供应充足稳定。

表 1.1 世界水果和蔬菜产量(1991 年)

| 作物(水果)      | 总产量 (1000 吨) |       |
|-------------|--------------|-------|
|             | 世界           | 发展中国家 |
| 苹果          | 39404        | 14847 |
| 杏           | 2224         | 1147  |
| 鳄梨          | 2036         | 1757  |
| 香蕉          | 47660        | 46753 |
| 未列入别处的柑桔类水果 | 1622         | 1231  |
| 硬皮甜瓜和其他甜瓜   | 12182        | 8733  |
| 枣椰          | 3192         | 3146  |
| 葡萄          | 57188        | 14257 |
| 葡萄柚柚        | 4655         | 2073  |
| 柠檬和酸橙       | 6786         | 4457  |
| 芒果          | 16127        | 16075 |
| 橙           | 55308        | 40325 |
| 桃和油桃        | 8682         | 2684  |
| 梨           | 9359         | 4431  |
| 番木瓜         | 4265         | 4025  |
| 大蕉          | 26847        | 26847 |
| 李           | 5651         | 1806  |
| 菠萝          | 10076        | 9183  |
| 葡萄干         | 1041         | 470   |
| 红桔、桔和宽皮桔    | 8951         | 4379  |
| 西瓜          | 28943        | 19038 |

| 作物(水果)    | 总产量 (吨)      |        |
|-----------|--------------|--------|
|           | 世界           | 发展中国家  |
| 茶蓰子       | 536009       |        |
| 树莓        | 369087       |        |
| 草莓        | 2469117      | 342009 |
| 作物(蔬菜)    | 总产量 (1000 吨) |        |
|           | 世界           | 发展中国家  |
| 鲜菜豆       | 3213         | 1702   |
| 甘蓝        | 36649        | 15569  |
| 花椰菜       | 5258         | 2269   |
| 胡萝卜       | 13511        | 4545   |
| 青椒        | 9145         | 6440   |
| 黄瓜和西印度黄瓜  | 13619        | 7931   |
| 茄子        | 5797         | 4608   |
| 大蒜        | 3102         | 2446   |
| 干洋葱       | 27977        | 17128  |
| 鲜豌豆       | 4856         | 1038   |
| 西葫芦、南瓜和葫芦 | 7933         | 6245   |

资料来源:FAO Yearbook,1991, FAO Production Yearbook, 1992

要想有效经营加工厂,最重要的是事先做好原料的生产、收购和运输组织工作,可以当地农场或异地农场为基地。

#### 1.4 加工规划

妥善规划水果和蔬菜加工厂的关键在于要按年开工时间尽可能长的要求进行设计,也就是说基础设施、厂房、原料处置环节和设备本身各方面要内在联系并协调一致,能够同时处置尽可能多的产品种类,设备要有通用性,能够加工多种产品而不需重大改造。

典型的加工厂应当具备加工不同时期采收的 4~5 种水果和 2~3 种蔬菜的能力,还应具备加工干制产品、果汁、腌制品、番茄汁、番茄酱、果酱、果冻、柑桔酱和半成品果品的能力。

加工不同季节采收的多种水果蔬菜产品需要事先做好计划,每种产品需要一套专门的加工和包装方法。经过认真分析,最后确定能有效运转且前期投资较低的加工厂设计方案。

在认真进行成本核算的基础上,建成布局合理、各环节衔接有序的加工厂,有利于提高综合加工能力。

如果计划的加工生产量不是很大,主要目标是满足国内市场需求,那么可以根据实际情况建成相对简易的加工厂,而不使用过分复杂的机器设备。

## 1.5 加工厂地点

基本要求是把加工厂建在适宜的地点,尽量减少包括运输和搬运在内的平均生产成本。

在其他因素保持不变的前提下,把加工厂建在新鲜原料供应地附近是有利的,有利于妥善保管这类易腐烂原料,使加工厂可以选用最适成熟度的原料,减少搬运和长途运输过程中造成的损害。

其他需要考虑的重要因素包括优质水源、人力、邻近铁路或公路运输设施以及足够的市场需求。

## 1.6 加工体系

1)小规模加工。由小农进行,加工产品供自食或在当地市场出售;需要的投资少,但费时费力。以前,这种小规模加工方式能够满足乡村和城镇人口的需求,但随着人口的增长、城市的扩大和食品需求的多样化,对加工食品的种类和数量有了更大的需求。

2)中等规模加工。在这种方式下,若干小加工商联合起来,形成一定规模,个体经营也可以达到这一规模。加工技术以小加工商采用的技术为基础,但设备类型和设备能力不同。原料通常是加工商自家生产的,或者是从其他农户购买的。这类加工点一般设在产地,以保证原料供应和减少运输费用。整个系统可向城区提供一定数量的加工食品。

3)大规模加工。加工过程高度机械化。需要大量原料、大量投资,对技术和管理要求高。由于近年来对食品的高需求,发展中国家建立了很多大型加工企业,其中有些成功了,但多数则是不成功的。造成不成功的主要原因是劳动力投入高,经济成本相对较高,缺乏管理技术,原料成本高且供应不稳定,政府政策不稳定;而最重要的原因也许就是原料供应不足且不稳。虽然这些商业企业尚未取得成功,但通过认真规划和加强管理,并辅以深入可行性研究,成功还是有望的。

可以认为,以上三类加工体系在发展中国家都有用武之地,可以作为作物生产的补充,用以满足人们对食物的需求。但从历史上看,小规模和中等规模加工体系在发展中国家更成功一些。

## 1.7 加工技术的选择

粮农组织(FAO)认为(FAO,1992c),发展中国家选择加工技术应着眼于劳动力、物质资源资金的结合,不但要考虑产出的产品和提供的服务的种类和数量,还要考虑利益的分配和全面增长的前景。应考虑如下几方面内容:

- 1)通过充分利用当地原料和当地制造加工设备的能力,提高农民/手工业者的收入;
- 2)通过更好地利用当地自然资源(太阳能)降低生产成本;降低运输成本;
- 3)通过分散加工活动创造收入来源并合理分配,吸引不同受益者参与加工活动(投资者、初次就业者、农民和小企业);
- 4)通过降低资本支出和特许权费,通过减少进口(设备、包装材料、添加剂)和扩大出口生产,有效控制贸易差,提高全国产出水平;
- 5)通过提高适合国内和出口市场的优质加工产品的产量,减少产后损失,使当地农产品增值,提高农产品产量和质量,提高消费品供给能力。

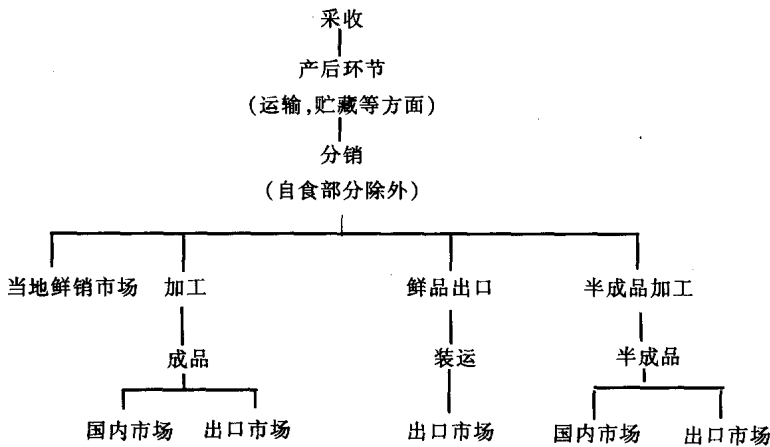
要对生产资料和当地制造加工设备的情况进行深入了解并加强管理,要开发适用或新技术以及更符合加工要求的原料。

对分散的加工活动必须加强协调和管理。引进复杂加工设备和包装材料必须以国内和出口市场的需求为依据。

仅仅根据利润最大化原则选择技术有时并不利于发展,还应以良好的市场前景为依据选择技术,这样才有生命力。

对国内市场应予以更多关注,确保稳步发展。另外,要扩大本地作物加工和保存技术的培训范围。

### 1.8 水果和蔬菜——全球流通概述



## 第二章 水果和蔬菜的一般特性

### 2.1 一般特性

水果和蔬菜在化学成分、栽培和采收方法、贮藏特性和加工特性方面有很多相似之处。从植物学角度看,很多蔬菜的可食部分都是果实,植物学上的果实指植物着生种子的器官。因此,番茄、黄瓜、茄子、青椒和其他一些蔬菜的可食部分都是果实。

然而在实际中,水果与蔬菜的划分多以用途为依据,把与主食一起食用的植物产品称为蔬菜,把作为饭后甜点食用的植物产品称为水果。这种划分方式是由食品加工商、某些市场法规和消费者决定的,本书将采用这种划分方法。

蔬菜的食用部分来自植物的不同部位,把食用部分与其代表的植物部位名称联系起来有助于归纳特点。按形态特性划分的蔬菜类别见表 2.1。

表 2.1 蔬菜分类

| 类 别     | 实 例      |
|---------|----------|
| 根茎类     |          |
| 块根      | 甘薯,胡萝卜   |
| 变态茎(块茎) | 马铃薯      |
| 变态芽(鳞茎) | 洋葱,大蒜    |
| 茎叶类     |          |
| 叶片      | 甘蓝,菠菜,莴苣 |
| 叶柄      | 芹菜,大黄    |
| 花芽      | 花椰菜,洋蓍   |
| 幼茎      | 石刁柏,竹笋   |
| 果菜类     |          |
| 豆类      | 豌豆,菜豆    |
| 谷物      | 甜玉米      |
| 蔓生果     | 葫芦,黄瓜    |
| 浆果      | 番茄,茄子    |
| 树生果     | 鳄梨,面包果   |

资料来源:Feinberg(1973)

生食水果是植株的成熟子房,着生种子。多数水果的食用部分是包被种子的果肉。水果一般都有酸甜味,通常按植物学构造、化学成分和气候要求分为几大类。

浆果一般较小,容易破裂。葡萄的果实呈串状,不耐挤压。而瓜类果实则较大,外皮坚硬。核果只有一个核,包括杏、樱桃、桃和李子。仁果结多粒种子,包括苹果、榲桲和梨。

柑桔类水果富含柠檬酸,如橙、葡萄柚和柠檬。热带和亚热带水果喜温暖气候,如香蕉、椰枣、无花果、菠萝、芒果等,但不包括单列出的柑桔类。

表 2.2 给出了部分蔬菜、水果和谷物的成分比较数据。

表 2.2 植物性食物的典型成分组成

| 食用部分的百分比构成 |       |      |     |     |      |
|------------|-------|------|-----|-----|------|
| 食 物        | 碳水化合物 | 蛋白质  | 脂 肪 | 灰 分 | 水 分  |
| 谷 物        |       |      |     |     |      |
| 小麦面粉       | 73.9  | 10.5 | 1.9 | 1.7 | 12   |
| 精 大 米      | 78.9  | 6.7  | 0.7 | 0.7 | 13   |
| 玉米全粒       | 72.9  | 9.5  | 4.3 | 1.3 | 12   |
| 块根块茎类蔬菜    |       |      |     |     |      |
| 白皮马铃薯      | 18.9  | 2.0  | 0.1 | 1.0 | 78   |
| 甘 薯        | 27.3  | 1.3  | 0.4 | 1.0 | 70   |
| 其他蔬菜       |       |      |     |     |      |
| 胡萝卜        | 9.1   | 1.1  | 0.2 | 1.0 | 88.6 |
| 萝卜         | 4.2   | 1.1  | 0.1 | 0.9 | 93.7 |
| 石刁柏        | 4.1   | 2.1  | 0.2 | 0.7 | 92.9 |
| 鲜菜豆        | 7.6   | 2.4  | 0.2 | 0.7 | 89.1 |
| 鲜豌豆        | 17.0  | 6.7  | 0.4 | 0.9 | 75.0 |
| 莴 苣        | 2.8   | 1.3  | 0.2 | 0.9 | 94.8 |
| 水 果        |       |      |     |     |      |
| 香蕉         | 24.0  | 1.3  | 0.4 | 0.8 | 73.5 |
| 橙          | 11.3  | 0.9  | 0.2 | 0.5 | 87.1 |
| 苹果         | 15.0  | 0.3  | 0.4 | 0.3 | 84.0 |
| 草莓         | 8.3   | 0.8  | 0.5 | 0.5 | 89.9 |

资料来源: Anon (1960)

水果和蔬菜的划分不仅因品种、栽培措施和气候因素而变,而且还随采收时成熟度、后熟(采收后逐渐发展)条件而变,另外还受贮藏条件的影响。但成分构成还是有一定规律的。

大多数水果和蔬菜的水分含量都很高,而蛋白质和脂肪含量则很低。水分含量通常高于 70%,有时高于 85%。蛋白质含量一般不超过 3.5%,脂肪含量不超过 0.5%。枣和葡萄干的含水量要低得多,属于例外情况,不可与其他水果混为一谈。豌豆和一些菜豆蛋白质含量较高;甜玉米等一些蔬菜脂肪含量稍高,鳄梨的脂肪含量较高。

水果和蔬菜是可消化和不可消化碳水化合物的重要来源。可消化碳水化合物主要以糖和淀粉形式存在,而不可消化的纤维素作为纤维性食品对正常消化起重要作用。

水果和蔬菜还是矿物质和某些维生素(特别是维生素 A 和 C)的重要来源。橙黄色水果和蔬菜 and 绿叶蔬菜中富含维生素 A 的前体,包括  $\beta$ -胡萝卜素和其他一些类胡萝卜素。

柑桔类水果以及绿叶蔬菜和番茄富含维生素 C。马铃薯是许多国家饮食中维生素 C 的重要来源,这并不是因为马铃薯的维生素 C 含量特别高,而是因为消费量很大。

## 2.2 化学成分

### 2.2.1 水分

植物细胞中含有大量水分。水在植物的营养生长、生殖生长和生理过程中起着重要作用,并对贮藏期限和植物组织贮存物质的消耗有影响。在植物细胞中,水以下列形式存在:

—束缚水或稀释水,与矿物质或有机质形成汁液;

—胶状束缚水,存在于细胞膜、细胞质和细胞核中,作为这类胶体结构物质的膨胀剂;这种水在干燥/脱水过程中很难除去;

—结构水,与化合物分子束缚在一起,很难除去。

蔬菜含水量通常为 90%~96%,水果含水量一般为 80%~90%。

### 2.2.2 矿物质

矿物质以有机酸盐或无机酸盐的形式,或作为有机大分子(叶绿素、卵磷脂等)的成分存在于植物细胞中;多数情况下是溶解在细胞液中。

与水果相比,蔬菜的矿物质含量更高,通常在 0.60%到 1.80%之间;矿质元素超过 60 种,主要有钾、钠、钙、镁、铁、锰、铝、磷、氯、硫等。

富含矿物质的蔬菜包括菠菜、胡萝卜、甘蓝和番茄。富含矿物质的水果包括草莓、樱桃、桃和树莓。这些水果及其加工的果品富含钾(K)而不含氯化钠(NaCl),因而具有很高营养价值。蔬菜则是磷的供应源。

蔬菜一般比水果含钙量高;鲜菜豆、甘蓝、洋葱和蚕豆的含钙量高于 0.1%。钙/磷比率对人体吸收钙具有关键作用,其正常值在成人 0.7,儿童 1.0。梨、柠檬、橙以及温带山区的一些水果和野生浆果的钙/磷比高于 1.0,因而这些水果具有特殊重要性。

铁(Fe)在人体的含量虽然很低,但作为血红蛋白的组成部分,铁具有重要作用。苹果和菠菜富含铁。

水果中的盐分呈碱性,因此多食水果有利于中和有毒的尿酸,有助于保持血液酸碱平衡。

### 2.2.3 碳水化合物

碳水化合物是水果和蔬菜的主要成分,占干物重的 90%以上。从热量方面来看,碳水化合物是最有价值的食物成分,成年人每日应摄入碳水化合物 500 克左右。

碳水化合物在生物系统和食物中起重要作用。碳水化合物是由绿色植物的光合作用生产的。它们可以充当结构成分,如在纤维中可以作能量储备,如植物中的淀粉;可以作为核酸的必需成分,如核糖;还可以是维生素的组成成分,如核酸和核黄素。

碳水化合物通过氧化释放热量,人体血液中的葡萄糖可以迅速补充热量。碳水化合物经酵母和其他微生物发酵可以产生二氧化碳、酒精、有机酸和其他化合物。

糖类的某些特性:水果和蔬菜中的葡萄糖、果糖、麦芽糖和蔗糖都在不同程度上具有下列特性:

—能提供热量;

—容易被微生物发酵;

—浓度高时可抑制微生物生长,可以作为防腐剂;

—加热时颜色变深;

—有些糖能与蛋白质结合,颜色变深,这称为褐变反应。

淀粉的某些特性:

- 是植物中储存的能量源,能为人体供应热量;
- 在种子和块根中以典型的淀粉粒形式存在。

纤维素和半纤维素的某些特性:

- 在植物界非常丰富,主要作为植物组织的支撑结构;
- 不溶于冷水和热水中;
- 不能为人体消化,因此食用后不产生热量;
- 食物中构成必要纤维性食品的部分主要是纤维素。

果胶的某些特性:

- 果胶是水果和蔬菜中的常见物质,呈胶状(存在于细胞壁中和细胞之间),起连接细胞的作用;
- 果胶胶状液有利于增加番茄酱的粘度;
- 果胶液中加入糖和酸后会形成胶状体,可以制成果冻。

#### 2.2.4 脂肪

水果和蔬菜的脂肪含量通常很低,在 0.5% 以下,但在坚果、杏仁、葡萄籽、苹果籽和番茄籽中的含量则很高,分别为 55%、40%、16%、20% 和 18%。

#### 2.2.5 有机酸

水果中含有天然有机酸,如橙和柠檬中含柠檬酸,苹果含苹果酸,葡萄含酒石酸。这些有机酸使果实具有酸味,可以减缓细菌对果实的侵袭。

可以用某些细菌对食物进行发酵处理以产生某些有机酸,这样可以使食物产生特殊风味,并能保持不变质。这方面的例子包括甘蓝发酵产生乳酸,从而制成泡菜;苹果汁发酵产生酒精,然后转变为乙酸并制成醋。

有机酸影响食品的颜色,原因是很多植物色素会随酸碱度而变。

在防止细菌造成的腐坏方面,有机酸最重要的作用是使食物的 pH 值降低。在厌氧条件下,当 pH 值高于 4.6 时,肉毒杆菌能够生长并产生致命毒素。有机酸含量高、pH 值为 4.6 以下的食物中不存在这种危险。

酸度和糖度是决定水果风味的两个主要因素。酸度/甜度比是确定水果和某些蔬菜特点的一项极常用指标。

#### 2.2.6 含氮物质

植物中的含氮物质包括蛋白质、氨基酸、酰胺、胺、硝酸盐等,其含量在蔬菜中为 1.0% 到 5.5%,在水果中多为 1% 以下。

蛋白质是最重要的含氮物质;蛋白质呈胶体结构,水温 50℃ 以上时不溶解。在水果和蔬菜的高温加工过程中应将这种特性考虑在内。

从生物学角度来看,由于植物性蛋白质不含必需氨基酸,因此其价值不及动物性蛋白质。

#### 2.2.7 维生素

维生素是除必需氨基酸和脂肪酸以外人体需要较少的一类有机物质,必须通过食物供给人体。

维生素具有酸系统的功能,有助于蛋白质、碳水化合物和脂肪的代谢,然而越来越多的

证据表明,维生素在保健方面还有很大作用。

维生素分为脂溶性和水溶性两大类。脂溶性维生素包括维生素 A、D、E 和 K,人体对它们的吸收取决于对饮食中脂肪的正常吸收。水溶性维生素包括维生素 C 和 B 族的一些成员。

#### 维生素 A(视黄醇)

这种维生素仅存在于肉、蛋、奶等动物性食品中,植物中不含维生素 A,但含有它的前体  $\beta$ -胡萝卜素。人体需要维生素 A 或  $\beta$ -胡萝卜素(可在体内转化为维生素 A)。 $\beta$ -胡萝卜素存在于橙黄色蔬菜以及绿叶蔬菜中,主要的有胡萝卜、菠菜、甘薯、南瓜和羽衣甘蓝。

缺乏维生素 A 导致夜盲症,影响儿童骨骼和牙齿发育,引起上皮细胞、鼻粘膜、咽喉和眼部病变,降低机体抗感染能力。

#### 维生素 C

维生素 C 是抗坏血病维生素,缺乏维生素 C 使毛细血管壁变脆,牙龈易出血,引起牙齿松动和骨关节病变。它对蛋白胶原的形成是必不可少的,而蛋白胶原是皮肤和结缔组织的重要组成物质。维生素 C 和维生素 E 一样,都有利于铁的吸收。

维生素 C(又称抗坏血酸)易因氧化而被破坏(特别是在高温下),是加工、贮藏、烹调过程中最易损失的一种维生素。

柑桔类水果、番茄、甘蓝和青椒富含维生素 C,马铃薯的维生素 C 含量虽然相对较低,但因消费量大,因此也是一种比较好的维生素 C 来源。

#### 2.2.8 酶类

酶是生物催化剂,能够催化植物细胞中发生的众多生化反应。与水果和蔬菜品质密切相关的酶类具有以下一些特点:

- 在水果和蔬菜活体中,酶控制与成熟有关的生化反应;
- 采收之后,如果不采取高温、化学制剂或其他方法加以控制,酶会继续推进后熟过程,很多情况下会导致腐坏,如形成软瓜或过熟香蕉;
- 由于酶参与水果和蔬菜体内的众多生化反应,因此酶与风味、颜色、质地和营养特性的改变密切相关;
- 水果和蔬菜加工过程中的高温处理,其目的不仅是杀灭微生物,而且还在于灭活酶类,从而提高果蔬的贮藏稳定性。

酶作用的最适温度为 50℃ 左右,此时其活性最大,高于这个最适温度,酶就会失活。每种酶都有一种最适 pH 要求。

在水果和蔬菜的贮藏和加工中,水解酶类(脂酶、蔗糖酶、鞣酸酶、叶绿素酶、淀粉酶、纤维素酶)和氧化还原酶类(过氧化物酶、酪氨酸酶、过氧化氢酶、抗坏血酸酶、多酚氧化酶)所起的作用最大。

#### 2.2.9 紧胀度和质地

新鲜及经过烹调的果蔬的质地多种多样,在很大程度上是由特殊细胞成分的变化引起的。由于植物组织中水分占三分之二以上,所以这些特殊细胞成分与水分的关系进一步决定了果蔬质地的差异。

细胞紧胀度。在所有影响果蔬质地的因素中,由渗透压决定的细胞紧胀度所起的作用最大。植物细胞壁有一定弹性,对水分、离子和小分子有通透性。



原生质体外膜具有一定通透性,水分可以通过,但对溶解的和悬浮的物质则是有选择性的。

植物细胞的水分主要存在于液泡中,糖、酸、盐、氨基酸、一些水溶性色素和维生素以及其他低分子量物质则溶解在液泡水中。

在活体植物中,根系吸收的水分通过细胞壁和原生质体膜进入细胞质,然后进入液泡,使细胞达到渗透平衡状态。

液泡和原生质体内的渗透压使原生质体向外挤压细胞壁,使细胞壁略有扩张(细胞壁具有一定弹性)。在成长的植株以及采收的新鲜果蔬中就是这种情况,使果蔬丰满、多汁、脆嫩。

当植物组织因贮藏、冷冻、烹调或其他原因而受到损伤或被杀死时,最大的变化是细胞膜蛋白发生变性,失去选择性。没有选择性,液泡和原生质体中的渗透压也将不复存在,水分和溶解物自由渗出细胞,剩余植物组织呈松软萎蔫状态。

影响质地的其他因素。活体水果和蔬菜是否能维持细胞的高紧张度,是否会因丧失渗透压而变得比较松软以及最终质地如何,要取决于几种细胞成分。

纤维素、半纤维素和木质素。幼小植株的细胞壁很薄,主要成分是纤维素。随着植株的成长,细胞壁趋向加厚,半纤维素和木质素含量增加。这几种物质都是纤维性的,比较坚韧,烹煮不会使其明显变软。

果胶质。是糖酸衍生的复杂多聚体,包括果胶和类似物质。这类物质类似粘合剂,主要存在于胞间层中,其作用是把植物细胞团聚在一起。果胶质不溶于水。

通过水解作用,果胶质产生水溶性果胶,形成糖和酸的胶体或粘性胶状悬浮物。有些水溶性果胶质还能与金属离子(特别是钙)发生反应,形成不溶于水的盐类,如果胶酸钙。各种果胶质可以几种方式影响水果和蔬菜的质地。

水果和蔬菜经过烹煮后,有些不溶于水的果胶质会发生水解,形成水溶性果胶,其结果是导致组织的细胞发生一定程度分离,从而变得脆嫩。由于很多水果和蔬菜都有一定酸性,并含有各种糖分,因此可溶性果胶还会形成胶状悬浮物,使这些烹煮产品的汤汁变得浓稠。

水果和蔬菜中还有一种天然酶,能够进一步水解果胶,使其丧失大部分形成胶体的能力。这种酶即是果胶甲基酯酶。番茄汁或番茄酱含有果胶的果胶甲基酯酶。

新鲜的番茄汁或番茄酱在放置过程中,由于果胶甲基酯酶对果胶胶体的水解作用,原有的稠度会逐步降低。避免的办法是把这些番茄制品迅速加热至  $82^{\circ}\text{C}$  ( $180^{\circ}\text{F}$ ) 以上,使从破裂细胞中释放出的果胶甲基酯酶在发生作用之前失去活性。这种处理方法在加工番茄汁类产品时是常用的一种方法,称为“高温处理工艺”,制出的产品粘稠度高。

相反,如果希望加工低粘度食品,那就不采用高温处理,而采用“冷处理工艺”,使这种酶的活性得以保持。粘稠度明显降低之后再进行高温处理(如加工罐装食品),以保证能够长期贮存。

有时也希望水果和蔬菜质地更紧实一些,特别是那些在加工过程中会变软的品种。这种情况下一般要利用到水溶性果胶质与钙离子反应生成果胶酸钙的特性。果胶酸钙不溶于水,在果蔬组织中生成后能使紧实度提高。在商业加工中,番茄、苹果和其他果蔬制品在装罐或冷冻前通常要加入少量钙盐。

## 2.2.10 色泽