

前 言

水果蔬菜营养丰富，是人们重要的副食品之一。由于水果蔬菜受自然条件的制约，具有明显的季节性和地域性，因此，与一年四季人们对水果蔬菜比较均衡的消费需求形成矛盾。

水果蔬菜贮藏加工是果蔬生产与消费之间的一个环节，对于调节市场供应，改善人民生活，发展农村商品经济，繁荣城乡市场，满足外贸需要，提高果蔬生产的经济效益，具有十分重要的意义。

近些年我国果蔬生产发展很快，果品产量成倍增长，个别品种供大于求，如何利用贮藏加工等技术手段，弥补各地水果蔬菜生产种类与品种的局限性，实现不同地区的丰欠余缺调剂，成为进一步发展水果蔬菜生产的关键。

同发达国家相比，我国水果蔬菜贮藏加工技术比较落后，水果蔬菜的采后损耗比较严重。改变这一状况既需要我们借鉴、引进国外的先进技术方法，也需要我们进一步挖掘民间传统的、实用的技术方法。我国劳动人民在长期的生产实践中，积累了大量的宝贵经验，许多传统的水果蔬菜贮藏加工方法，即使是在科学技术高速发展的今天，也依然有很强的经济实用性。为了提高我国水果蔬菜贮藏加工技术水平，我们在参阅了大量国内外有关文献的基础上，结合我国的具体情况，编著了《水果蔬菜贮藏加工技术方法大全》。全书侧重于介绍水果蔬菜贮藏加工的新技术、新方法，同时也大量收录了民间简便易行的传统技术方法，突出实用性与实效性。全书按品种系列地介绍水果蔬菜的贮藏加工方法，力争土洋结合，通俗易懂，方便技术人员解决实际工作中遇到的具体问题。

本书主编刘敏。各部分执笔人分别为郝中宁（第一、二、三章），赵红（第四章、第五章5.21—5.36），刘敏（第五章5.1—5.20），肖奕（第六章、第五章5.37）。由于成书仓促，收集资料有限，书中难免有疏漏之处，请读者批评指正。

希望本书既可以为果蔬贮藏加工企业带来经济效益，又能够为家庭增添生活情趣。

编 者

一九九二年十月 北京

目 录

前言

上篇 水果蔬菜贮藏

第一章 水果蔬菜贮藏基本原理

- 1.1 水果蔬菜的成分及其采后变化..... (1)
- 1.2 水果蔬菜采后生理..... (11)

第二章 果品贮藏

- 2.1 苹果..... (20)
- 2.2 梨..... (27)
- 2.3 山楂..... (32)
- 2.4 李子..... (35)
- 2.5 杏..... (36)
- 2.6 桃子..... (36)
- 2.7 樱桃..... (37)
- √ 2.8 柑桔..... (37)
- ∩ 2.9 葡萄..... (44)
- ∩ 2.10 草莓..... (48)
- 2.11 猕猴桃..... (48)
- 2.12 柿子..... (49)
- 2.13 枇杷..... (51)
- 2.14 石榴..... (53)
- 2.15 甘蔗..... (53)
- 2.16 香蕉..... (53)
- 2.17 菠萝..... (55)
- 2.18 油梨..... (55)
- 2.19 芒果..... (56)
- 2.20 荔枝..... (57)
- 2.21 龙眼.....
- 2.22 番木瓜.....
- 2.23 枣.....
- 2.24 核桃.....
- 2.25 栗子.....

2.26	榛子	(62)
2.27	西瓜	(63)
2.28	甜瓜 (哈密瓜)	(64)

第三章 蔬菜贮藏

3.1	白菜	(66)
3.2	甘蓝 (圆白菜、卷心菜)	(69)
3.3	菠菜	(70)
3.4	芹菜	(71)
3.5	茺荽 (香菜)	(72)
3.6	油菜	(72)
3.7	韭菜、小葱、青蒜	(72)
3.8	莴笋	(73)
3.9	大葱	(73)
3.10	蕃茄	(74)
3.11	辣椒	(76)
3.12	茄子	(79)
3.13	黄瓜	(80)
3.14	菜豆	(81)
3.15	南瓜	(82)
3.16	冬瓜	(83)
3.17	萝卜	(83)
3.18	胡萝卜	(85)
3.19	马铃薯	(86)
3.20	甘薯	(88)
3.21	生姜	(88)
3.22	山芋	(90)
3.23	山药	(91)
3.24	洋葱	(91)
3.25	百合	(94)
3.26	大蒜	(94)
3.27	竹笋	(96)
3.28	茭白	(96)
3.29		(97)
3.		(98)
		(99)
		(99)

下篇 水果蔬菜加工

第四章 水果蔬菜加工基本原理

4.1	食品的败坏	(107)
4.2	食品的保藏方法	(108)
4.3	果蔬加工厂	(109)
4.4	果蔬的罐藏	(111)
4.5	果蔬的糖制	(118)
4.6	果蔬的腌制	(122)
4.7	水果蔬菜制汁	(125)
4.8	果蔬的干制	(127)
4.9	果蔬的速冻保藏	(131)

第五章 果品加工

5.1	苹果制品	(134)
5.2	梨制品	(138)
5.3	山楂制品	(143)
5.4	李子制品	(154)
5.5	桃子制品	(159)
5.6	樱桃制品	(163)
5.7	柑桔制品	(165)
5.8	葡萄制品	(181)
5.9	猕猴桃制品	(185)
5.10	杨梅制品	(190)
5.11	梅制品	(194)
5.12	橄榄制品	(198)
5.13	沙果制品	(202)
5.14	罗汉果制品	(203)
5.15	海棠制品	(203)
5.16	杨桃制品	(203)
5.17	木瓜制品	(204)
5.18	无花果制品	(205)
5.19	椰子制品	(205)
5.20	佛手制品	(206)
5.21	草莓制品	(207)
5.22	柿子制品	(211)
5.23	杏制品	(218)
5.24	香蕉制品	(226)
5.25	菠萝制品	

5.26	芒果制品	(231)
5.27	荔枝制品	(232)
5.28	枣制品	(234)
5.29	西番莲果制品	(245)
5.30	枇杷制品	(246)
5.31	哈密瓜制品	(251)
5.32	龙眼制品	(252)
5.33	板栗制品	(256)
5.34	核桃制品	(257)
5.35	番石榴制品	(259)
5.36	榛子制品	(260)
5.37	西瓜制品	(261)

第六章 蔬菜加工

6.1	白菜制品	(264)
6.2	结球甘蓝制品 (圆白菜、卷心菜)	(267)
6.3	菠菜制品	(268)
6.4	芹菜制品	(269)
6.5	莴笋制品	(270)
6.6	萝卜制品	(272)
6.7	胡萝卜制品	(278)
6.8	马铃薯制品	(284)
6.9	山芋制品	(288)
6.10	辣椒制品	(289)
6.11	茄子制品	(292)
6.12	黄瓜制品	(295)
6.13	扁豆制品	(299)
6.14	南瓜制品	(300)
6.15	姜制品	(302)
6.16	山药制品	(307)
6.17	洋葱制品	(307)
6.18	百合制品	(308)
6.19	大蒜制品	(309)
6.20	笋制品	(317)
6.21	慈菇制品	(320)
6.22	莲藕制品	(320)
6.23	韭菜制品	(324)
6.24	雪菜制品 (雪里蕻)	(325)
6.25	番笋制品	(326)
		(331)

6.27	冬瓜制品	(331)
6.28	香瓜制品	(335)
6.29	豇豆制品	(336)
6.30	菜花制品	(337)
6.31	甜菜制品	(337)
6.32	甘薯制品	(337)
6.33	刀豆制品	(340)
6.34	金针菜制品 (黄花菜)	(341)
6.35	豌豆制品	(342)
6.36	苦瓜制品	(342)
6.37	蒜苗制品 (蒜薹)	(343)
6.38	柿子椒制品	(343)
6.39	芥头制品	(344)
6.40	西葫芦制品	(345)
6.41	芥菜制品 (大头菜)	(346)
6.42	马蹄制品 (荸荠)	(348)
6.43	香椿制品	(349)
6.44	水萝卜制品	(349)
6.45	苤蓝制品	(350)
6.46	蕨菜制品	(350)
6.47	银耳制品	(351)
6.48	木耳制品	(354)
6.49	蘑菇制品	(355)
6.50	草菇制品	(358)
6.51	金针菇制品	(359)
6.52	平菇制品	(360)
6.53	猴头蘑制品	(361)
6.54	香菇制品	(362)

第一章 水果蔬菜贮藏基本原理

1.1 水果蔬菜的成分及其采后变化

在人们的生活中,各种各样的水果蔬菜都是以它们独特的色、香、味、质地和营养来满足广大消费者的不同需要,而它们的这些特点是其内部所含化学成分及其含量决定的。与水果蔬菜颜色有关的成分有叶绿素、类胡萝卜素、花青素、花黄素等;香味成分有醇类、酯类、醛类和酮类等挥发性芳香物质;风味物质是碳水化合物、有机酸、单宁和糖苷等;决定质地的成分有纤维素、果胶和水等;营养成分有糖、有机酸、蛋白质、纤维素、矿物质和脂肪等。水果和蔬菜中所含化学成分总的可分为水和干物质两部分。干物质又可分为水溶性物质(如低糖、果胶、有机酸、多元醇、单宁、无机盐、部分含氮物及维生素等)和非水溶性物质(如纤维素、半纤维素、原果胶、淀粉、脂肪、部分含氮物质及维生素等)两部分。新鲜的水果蔬菜还普遍含有多酶。

水果蔬菜在采收、贮藏、运输、加工等过程中,其化学成分仍会发生一系列变化,从而引起耐贮性和抗病性的变化,食用价值和营养价值也发生改变。因此,为了更好地指导生产,科学地组织运销、贮藏,充分发挥其应有的经济价值,必须了解水果蔬菜中化学成分的含量,特性及其变化规律,以便控制采后水果蔬菜化学成分变化,保持其营养价值和商品价值。

一、水分

水分是水果蔬菜的主要成分之一,它决定了水果蔬菜的性质和耐贮性。水果蔬菜的含水量是衡量水果蔬菜新鲜程度的一个重要指标。水又是水果蔬菜生命活动中必不可少的。

水果、蔬菜中所含水分的数量因品种不同而有很大差异,通常新鲜水果蔬菜含水量为65—90%;有些品种如黄瓜、冬瓜、南瓜等,含水量在95%以上;富含淀粉的块茎,如山药、木薯等含水量较少,但也在50%以上。一般新鲜的水果蔬菜水分减少5%,就会失去鲜嫩特性和食用价值,而且由于水分的减少,水果蔬菜中酶的活性增强,水解反应加快,使营养物质分解,水果蔬菜耐贮性和抗病性减弱,常引起品质变坏,贮藏期缩短。因此,在采后的一系列操作过程中,要密切注意水分变化,除保持一定湿度外,还要采取控制微生物繁殖的措施。

水果蔬菜组织内的水主要有三种存在形式:1、游离水,在水果蔬菜中占大部分,这部分水在加工和贮藏中容易失去。通过蒸发失水后,造成水果蔬菜的萎蔫,带来自然失重,影响经济效益。2、结合水,这种水与蛋白质等结合在一起,不仅不蒸发,而且人工排除也很难,它的理化性质与游离水不同。3、化合水,是与物质分子呈化合状态存在的水,此种水极稳定,不能被除去。

水果和蔬菜的水分测定方法有几种,常用的方法是烘干法:称取5—6克细碎果实放入

广口低型称量瓶中（直径5—5.5厘米），预先连同玻璃棒和10—15克经过处理的玻璃砂一同称重，样品与砂用棒调匀，放进普通烘箱中，以100—105℃烘至恒重，一般需8—10小时，当最后两次称重结果相同（允许误差0.1—0.2毫克），即为烘干终点。

$$\text{样品含水量} = \frac{(\text{烘前玻璃瓶} + \text{砂} + \text{棒} + \text{鲜样品}) - (\text{烘后玻璃瓶} + \text{砂} + \text{棒} + \text{干样品})}{\text{鲜样品重量}} \times 100\%$$

二、碳水化合物

碳水化合物是干物质中的主要成分，其含量仅次于水。它包括糖、淀粉、纤维素、半纤维素、果胶物质等。

（一）糖

水果、蔬菜中所含的糖主要有葡萄糖、果糖、蔗糖。因水果、蔬菜种类不同，其所含糖的量及种类各异，从而使各种水果蔬菜具有不同的营养和风味。蕃茄中主要含葡萄糖，果糖次之，蔗糖很少；胡萝卜中主要含蔗糖；西瓜含果糖；甘蓝含葡萄糖；柑桔中所含蔗糖较多。

糖的甜度与含糖种类有关，若以蔗糖的甜度为100计，则果糖的甜度为173，葡萄糖为74，麦芽糖为32，等等。

表1-1

糖类的甜度

糖 类	甜度度	糖 类	甜度度	糖 类	甜度度
蔗 糖	100	木 糖	40	果 糖	173
半乳糖	32	葡萄糖	74	甘 油	49
转化糖	127	乳 糖	16	麦芽糖	32

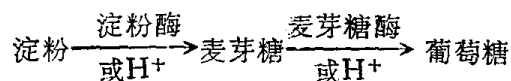
糖分是水果蔬菜贮藏中的呼吸底物，所以经过一段时间贮藏后，由于糖分被呼吸所消耗，其甜味下降。若贮藏方法得当，可以降低糖分的损耗，保持水果蔬菜质量。

糖分含量的测定方法有几种，常用的方法是斐林氏氧化还原法。

（二）淀粉

淀粉是一种多糖，因为它是由多个单糖分子组成的。未成熟的果实含淀粉较多，随着果实的成熟或后熟而逐渐减少，有些果实，如柑桔，充分成熟后则没有淀粉存在。未成熟的香蕉含淀粉占干物质的68%；采收后，经乙烯利催熟，淀粉在酶的作用下分解成葡萄糖和果糖，所以成熟的香蕉变甜了。蔬菜中含淀粉较多的有豆类、马铃薯、甘薯等。

淀粉在采收后贮藏期间会在酶的作用下变成麦芽糖和葡萄糖。



甘薯等在贮藏过程中变甜就是这个原理。提取淀粉的农产品应防止酶解，以提高淀粉产量。淀粉在酶的作用下生成葡萄糖，也可在一定条件下发生可逆反应，由葡萄糖合成淀粉。马铃薯在低温下贮藏变甜，转入较高温度下贮藏一段时间，甜味又消失，就是发生了可逆反应的结果。

（三）纤维素和半纤维素

这两种物质都是植物的骨架物质，是细胞壁的主要组成部分，起支持作用。

鲜嫩水果蔬菜的细胞壁为含水的纤维素；老时产生木素和角质，因而变得坚硬粗糙，但

含有角质的纤维素非常稳定，可保护蔬菜免受机械伤，耐贮。纤维素不能被人体吸收，但能刺激肠的蠕动，有助于消化。

果品中纤维素含量为0.2—2%，蔬菜中为0.2—2.8%。

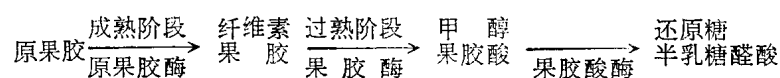
半纤维素在水果蔬菜中有双重作用，既有类似纤维素的支持功能，又有类似淀粉的贮藏功能。

(四) 果胶

果胶是半乳糖醛酸结构连接起来的一种多糖，是植物细胞壁的重要成分之一。果胶有三种存在状态：

1. 原果胶：不溶于水，常与纤维素和半纤维素结合，称为果胶纤维，起着粘接细胞作用，是水果蔬菜硬度的决定因素。
2. 果胶：存在于细胞液中，可溶于水，无粘接作用。
3. 果胶酸：果胶在果胶酶的作用下分解为不具粘性的果胶酸和甲醇，果实变成软烂状态。

水果蔬菜在贮藏加工期间，其体内的果胶物质不断地变化，可简单表示为：



在制果汁时应该除去果胶，以防果汁混浊。腌渍蔬菜的变软，罐藏蔬菜易于软烂，都与果胶的变化有关，此类加工品“保脆”是关键，应选用原果胶含量较多的原料，并在尚未成熟时采收加工。

在贮藏、运输期间，由于原果胶的分解使水果蔬菜变软，易受机械伤，故应在成熟前采收。贮藏中果胶含量的变化是鉴定水果蔬菜贮藏时期长短的重要标志。许多霉菌、细菌也能分泌分解果胶物质的酶，使水果蔬菜很快解体、腐烂。因此，在贮藏中要采取预防措施。

三、有机酸

有机酸在水果中较普遍，有机酸的种类也较多，主要有苹果酸、酒石酸和柠檬酸，这三种酸常统称为果酸。在某些果实中和浆果中还含有少量的琥珀酸、草酸、苯甲酸、甲酸和金鸡纳酸。蔬菜中也有多种有机酸，但除了蕃茄等少数有酸味外，大都因含量少而感觉不到酸味。

在味觉上酸味有降低糖味的作用，通常以水果蔬菜中总糖含量与总酸含量的比值，即糖酸比作为水果蔬菜风味的指标。

表1-2 苹果糖酸比与口味的关系

口 味	糖	酸	糖 酸 比 值
甜	10	0.01—0.25	100.0—40.0
甜 酸	10	0.25—0.35	40.0—28.6
微 酸	10	0.35—0.45	28.6—22.2
酸	10	0.45—0.60	22.2—16.7
强 酸	10	0.60—0.85	16.7—11.8

有机酸也是呼吸作用的底物，在贮藏中会逐渐减少，从而引起水果蔬菜风味的改变，如苹果、蕃茄等贮藏后变甜了。

水果蔬菜中也含有一些对人体有害的酸，如草酸，能刺激或腐蚀粘膜，破坏代谢作用，改变血液正常酸碱值，影响对钙的吸收，因而食用前应除去过多的草酸。

四、含氮物质

水果蔬菜中的含氮物质大部分是蛋白质，其次为氨基酸，酰胺，某些铵盐和硝酸盐。

果品中含氮物质含量为：仁果类0.2—1.2%；核果类0.4—1.3%；浆果类0.5—1.5%；坚果类4.8—15.9%。

蔬菜中含氮物质非常丰富，叶菜类为1.0—2.4%；豆类为1.9—13.6%；瓜果类为0.3—1.5%；根茎类为0.6—2.2%；葱蒜类为1.0—4.4%。

含氮物质的存在和变化，对加工产品的质量有很大影响。如加工冷冻马铃薯时，去皮后容易变黑，这是因为马铃薯中的酪氨酸，在酶的作用下进行氧化反应生成黑素（melanin）的结果，可通过将切块的马铃薯放入食盐水中浸泡片刻来防止变黑。

五、糖苷

糖苷是单糖分子与非糖物质相结合的化合物。糖苷普遍存在于水果蔬菜中，并影响水果蔬菜的色、香、味和食用价值。常见的糖苷有黑芥子苷、茄碱苷、桔皮苷和苦杏仁苷等。

1. 黑芥子苷：存在于十字花科蔬菜的根、茎、叶和种子中。它水解后生成具有特殊辣味和香气的物质，苦味消失，对品质也有改变，这种变化在蔬菜腌渍中很重要。

2. 茄碱苷：又名龙葵苷，存在于马铃薯、蕃茄和茄子中。它是一种有毒的生物碱，对红血球有强烈的溶解作用。马铃薯的薯皮和发芽的芽眼处，受光发绿部分含量特别多，薯肉中较少。当块茎中茄碱苷含量达到0.02%即可使人中毒。马铃薯应贮存于低温、黑暗处。未成熟、绿色的蕃茄、茄子中茄碱苷较多，成熟后则很少。

3. 桔皮苷：主要存在于柑桔类果实的果核、果皮和果肉中。在加工成糖水罐头后，果肉中的桔皮苷与果汁的其它成分一起进入糖液，当桔皮苷达到一定浓度时，就会产生结晶而析出，使罐头液体混浊。柑桔在贮藏中，由于物质的转化和分解，桔皮苷的含量逐渐减少。

4. 苦杏仁苷：多数果仁中都含有这种苷，在核果类的种仁中含量较多。苦杏仁苷在酶或加热作用下，生成剧毒物质——氢氰酸，因此，食用前应加以处理。

5. 其它苷类：蔬菜中还有薯蓣皂苷，主要存在于薯蓣（山药）中，瓜类中还含有苦味的药西瓜苷和其它苷类。

六、鞣质

鞣质又称单宁，属于酚类化合物，具有苦涩味和收敛性。单宁可分为两类：水解型和缩合型。

水解型单宁（焦性没食子酸类单宁）在热、酸、碱或酶作用下，易水解成单体。

缩合型单宁（儿茶酚类单宁）在酸或酶作用下不分解，而是进一步缩合为高分子的根皮鞣红。主要存在于葡萄、苹果、梨、杏、李、柿子、香蕉等果实中。

鞣质对水果蔬菜原料和加工制品的质量影响很大，在加工中若处理不当，会引起变色和发涩。

水果蔬菜去皮或切开后，在空气中会产生褐变，即是鞣质引起的。若用热水漂洗或放入盐水中可抑制酶的活性，减少氧气供给，获得良好的保色效果。

鞣质遇铁等金属离子也发生变色，故加工工具对制品质量的影响也应考虑。

通常将水果蔬菜失去涩味的过程称为脱涩。原理是可溶型鞣质在酶或缺氧条件下变成不

溶型（缩合型）鞣质。脱涩的方法有很多，如乙烯或乙炔人工催熟。柿子用温水或石灰水浸泡，北方也有用冷冻脱涩的。由于可溶型鞣质可与蛋白质结合，故对微生物有防止侵染作用。例如未成熟的柿子不易腐烂，而成熟后易腐烂。

七、色素

水果蔬菜呈现各种颜色，是由于多种色素存在及相互影响的结果。随着成熟期的不同及环境条件的改变，各种色素也发生变化。色素物质是决定水果蔬菜成熟度的重要指标。在加工中要尽量防止变色，使制品保持原色。

水果蔬菜色素按对水的溶解性，可分为水溶性色素（如花青素、花黄素）和非水溶性色素（如叶绿素和类胡萝卜素）；按颜色，分为红色和蓝色色素（花青素或称花色素），黄色色素（类胡萝卜素和黄酮类色素）和绿色色素（叶绿素）等。

（一）花青素：又称花色素，通常以花青苷的形态存在于果、花或其它器官中。呈现紫、蓝、红色。苹果、葡萄、樱桃、杨梅、李子、桃及某些萝卜品种在成熟时呈现的红紫色，都是由花青素决定的。

水果蔬菜中的花青素主要有两种，即飞燕草色素（ $C_{15}H_{11}O_7$ ，红茄子中含有）和矢车菊色素（ $C_{15}H_{11}O_6$ ，红皮洋葱中含有）。花青素的形成与光照有直接关系，也与含糖量有关。如在遮阴处生长的水果蔬菜，色彩就不如在光照下充分；着色好的水果蔬菜较甜。采前喷乙烯利可促进花青素形成，增加着色。但加工品照光易褐变，故在保藏上需加以避光。

花青素对某些细菌有毒害作用，能抑制其活性。花青素与金属（铁、铜、锡）发生变色反应，应在加工中避免使用，可用铝、银器具。

（二）类胡萝卜素：又称油色素或复烯色素，为异戊三烯的衍生物。在水果蔬菜中分布很广，叶、根、花、果中均有，不溶于水，表现为黄、橙黄、橙红色。

表1-3

水果蔬菜中常见的类胡萝卜素

种 类	呈色	色素名称	分 布
胡 萝 卜 素 类	橙黄	α -胡萝卜素	柑桔、胡萝卜
	橙红	β -胡萝卜素	柑桔、胡萝卜、杏、辣椒
	红色	γ -胡萝卜素	柑桔、胡萝卜、杏
		蕃茄红素	蕃茄、柿子、杏、西瓜
叶 黄 素 类	浅黄	叶黄素	柑桔、南瓜
	黄	隐黄素	柿子、木瓜、柑桔
	橙黄	玉米黄素	柿子、柑桔
	红色	蕃茄黄素	蕃茄
		辣椒素	辣椒

1. 胡萝卜素：即维生素A源，能供给人体维生素A。绿色蔬菜中也有，但由于叶绿素的存在而不显现。绿色深的菜含量较高，如菠菜。

2. 蕃茄红素：其合成的最适温度为24℃，高于30℃不能合成。所以蕃茄在炎热季节不易变红。各种蕃茄的颜色取决于各种色素（蕃茄红素、胡萝卜素、叶黄素、叶绿素等）的相对浓度和分布。

3. 叶黄素：在水果蔬菜中普遍存在，当水果蔬菜老化，叶绿素分解时，叶黄素就显现

出来。

类胡萝卜素对热、酸、碱等具有稳定性，但光和氧却能引起其分解，使水果蔬菜褪色。因此，在加工和贮藏中应采取避光和隔氧等措施。

(三) 叶绿素：水果蔬菜的绿色是由于叶绿素的存在。叶绿素是由叶绿素a($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$)和叶绿素b($C_{55}H_{70}ON_4Mg$)组成的混合物，前者呈蓝绿色，后者呈黄绿色。

叶绿素在叶菜类中含量较多，如菠菜中含量占干物重的0.6—1.3%。叶绿素在水果蔬菜的贮藏、成熟过程中逐渐分解，绿色消褪，而显出其它色素的颜色。许多水果蔬菜的这个由绿转黄变化非常明显，常用它来作为成熟度和贮藏质量变化的标志。

(四) 黄酮类色素：这类色素一般比较稳定，所受影响较少，例如槲皮素能与金属离子发生螯合作用，形成螯状团。洋葱用铁锅烹调后易于变色就是这个原因。另外，由于这种螯合性质，有利于维生素C的保存。

表1-4 常见黄酮类色素

名 称	类 型	分 布
芹菜素 圣草苣	黄 酮 黄 酮	芹菜 柑桔
槲皮苣 芸香苣	黄酮醇 黄酮醇	柑桔、苹果、梨、洋葱、石刁柏 柑桔
橙皮苣 柚皮苣	黄烷酮 黄烷酮	柑桔 柑桔

八、挥发油和油脂类

挥发油又称精油，属于芳香物质存在于植物的各个器官中，其中包括醇、醛、酚、烷、烯等，是形成水果蔬菜香气的主要成分。由于挥发油的含量和主体组成成分的不同，因而构成各类水果蔬菜的独特香气特点。

表1-5 几种水果蔬菜主要香气成分

名 称	主 要 成 分
苹 果	乙酸异戊酯、挥发性酸、乙醇、乙醛
梨	甲酸异戊酯、醇、挥发性酸
香 蕉	乙酸戊酯、异戊酸异戊酯、己醇、己烯醛
桃	醋酸乙酯、r-癸酸内酯、挥发性酸、乙醛
杏	丁酸戊酯、C4-C12脂肪酸酯、挥发酸
柑桔汁	蚁酸、乙醛、乙醇、丙酮、苯乙醇及甲醇、乙醇等的酯
萝 卜	甲硫醇、异硫氰酸烯丙酯
葱 类	烯丙基硫醚、二烯丙基二硫化物、丙基烯醇二硫化物、二丙基二硫化醇
蒜	二烯丙基二硫化物、甲基烯丙基二硫化物、烯丙基硫醚
叶菜类	己烯-3-醇（叶醇）
黄 瓜	壬烯-2,6-醇、壬烯-2-醛、2-己烯醛
蘑 菇	辛烯-1-醇

挥发油在水果蔬菜中的含量很少，一般只有万分之几或十万分之几，只有在某些蔬菜（如胡萝卜、香芹菜、芹菜等）的种籽及仁果和柑桔的果皮中，挥发油的含量才可达1—3%。柠檬肉中芳香物质含量为1.5—2.0%；橙子中为1.2—2.1%；苹果为0.0007—0.0013%；芹菜含0.1%；萝卜含0.03—0.05%；大蒜含0.005—0.009%；洋葱含0.037—0.055%。

有些植物的芳香物质，不是以精油状态存在，而是以不挥发物质如糖苷和氨基酸状态存在，必须经过酶水解生成精油，才能有香气，如芥子油、蒜素等。

大多数挥发油类都具有杀菌作用，如葱、蒜等含硫挥发油，不但是其香气来源，而且属于植物杀菌素，具有防腐保鲜作用。

挥发油只有当水果蔬菜成熟或后熟时才大量产生，没有成熟的水果蔬菜缺乏香气。因此判别果品的成熟度时，鉴定香气是重要的标志之一。

水果蔬菜中挥发油的含量除了与种类、品种有关外，生长的气候条件对挥发油的形成和积累也有较大影响，尤其在成熟期间，气温和日光对挥发油的形成和积累非常有利。

由于挥发油均为低沸点、易挥发的物质，因此，水果蔬菜贮藏过久，所含精油往往由于挥发和酶的分解而降低，进而香气减少。散发的芳香气味积累过多，能加强果蔬的生理活动过程，过早地破坏它们正常的代谢，又会加速果实的成熟与衰老，甚至引起某些生理病害，如苹果的“烫伤病”与芳香物质积累过多有关，故水果蔬菜应在低温下贮藏，减少芳香物质的损失。

水果蔬菜中还有不挥发的油分和蜡质，统称为油脂类。油脂是脂肪酸与甘油结合的甘油酯，主要存在于水果蔬菜种籽和果仁中。一般叶菜和瓜果菜油脂含量较少，约为0.1—0.5%，豆类蔬菜中油脂含量较高，如毛豆含5.7%，蚕豆含0.7%，扁豆含0.8%，此外，含淀粉多的蔬菜也含一定量的油脂，如马铃薯含0.7%，大芋头含0.8%。多数果品的肉质部分含油脂较少，但椰子的肉质含油脂35%，油梨含7—27%，油脂含量丰富。

某些水果蔬菜（如苹果、李、柿子、冬瓜、南瓜、蕃茄等）在成熟时，其果面、叶面呈现出一层粉状的蜡质，一般称为蜡或果粉、果霜，是高分子一元醇和高分子脂肪酸结合的高分子酯，蜡的生成因水果蔬菜的种类、品种、生长发育阶段、环境条件而有不同；蜡质的形成加强了外皮的保护作用，减少水分蒸发，防止被水浸湿，病菌不易侵入，故在采收运输时，应尽量保存蜡质不受损失，勿将果粉擦去，以增加水果蔬菜的耐贮性和完整的品质，蜡质的生成通常也是判别水果蔬菜成熟度的标志之一。

九、维生素

水果蔬菜中含有多种维生素，如V_B源、V_{B1}、V_{B2}、V_C、V_D及V_E等，其中尤以V_B源（胡萝卜素）和V_C（抗坏血酸）最为重要。

（一）维生素C

维生素C在水果蔬菜中是次要成分，但在人类营养中对防止坏血病起着重要作用。事实上，人类饮食中90%的维生素C是从水果蔬菜中得到的，人体对V_C的日需要量为50mg，许多产品在不到100克水解组织中就含有这么多V_C。蔬菜中V_C含量高的有：青椒105毫克，菜花、雪里蕻、金花菜、苦瓜为80毫克以上，而一般的叶菜类及根茎菜均在60毫克以下。果品中V_C含量高的有：鲜枣270—600毫克，野生酸枣830—1170毫克，刺玫果1000毫克，山楂80—100毫克，柑桔类40—60毫克，苹果、梨、葡萄、杏、桃等含量少，一般在10毫克以

下。

维生素C的含量与水果蔬菜的品种、栽培条件等有关，也因水果蔬菜的成熟度和结构部位不同而异。如野生的水果蔬菜维生素C含量多于栽培品种；在蔬菜中露地栽培的品种又多于保护地栽培的；成熟的蕃茄维生素C含量高于绿色未熟蕃茄；苹果表皮中维生素C含量高于果肉，果心中维生素C含量最少。

水果蔬菜中维生素C含量，随果实成熟逐渐增加，水果蔬菜含促进维生素C氧化的抗坏血酸酶，这种酶含量愈多，活性愈大，水果蔬菜贮藏中维生素C保存量愈少，而且温度增高，充分氧的供给会加强酶的活性，所以用减少氧的供给、降低温度等措施，以抑制抗坏血酸酶的活性，减少水果蔬菜贮藏中维生素C的损失是十分必要的。

干制时用二氧化硫熏蒸或漂烫，罐藏时密封、排气以减少氧气含量都是用来抑制酶的活性。

有些水果蔬菜，如结球甘蓝、蕃茄、辣椒、柑桔等，抗坏血酸酶的含量低，故贮藏中维生素C破坏得少，而菠菜、菜豆、青豌豆中的抗坏血酸酶含量多，贮藏中维生素C含量极不稳定，在20℃下贮藏1—2天，抗坏血酸减少了60—70%，贮藏在0—2℃下，则下降速度减缓。

抗坏血酸在碱性溶液中较稳定，维生素C对紫外线不稳定，因此，不宜将玻璃瓶罐头放在阳光下。干制品应密封包装以免维生素C被氧化。

铜与铁具有催化作用，加速维生素C氧化，故在加工时应避免使用铜铁器具。

(二) 维生素B₁ (硫胺素)

在酸性环境中稳定，在中性和碱性环境中对热敏感，易发生氧化还原反应。罐藏蔬菜或干制品能较好地保存维生素B₁，在沸水中烫漂会破坏维生素B₁，有一部分溶于水。维生素B₁缺乏易得脚气病。

(三) 维生素B₂ (核黄素)

甘蓝、蕃茄中含量多，能耐热、耐干燥及氧化。但在碱性溶液中对热不稳定，干制品中维生素B₂能保持活性。维生素B₂缺乏易得唇炎、舌炎。

(四) 维生素B₆

即维生素PP，在维生素类中最稳定，不受光、热、氧破坏，绿叶蔬菜中含量较高，缺乏维生素B₆主要症状是癞皮病。

(五) 维生素P

又称抗通透性维生素，在柑桔、芦笋中含量多，维生素P能纠正毛细血管的通透性和脆性，临床用于防治血管性紫癜、视网膜出血、高血压等。

(六) 维生素A源 (胡萝卜素)

水果蔬菜可为人体提供日需要维生素A的40%左右，若长期缺乏维生素A，人的视觉将受到损伤，儿童易患软骨病。水果蔬菜中的β-胡萝卜素能在人体中转化为维生素A，水果蔬菜中所含胡萝卜素大部分为β-胡萝卜素。100克鲜杏中含胡萝卜素约2.0克；甜橙为0.3毫克，胡萝卜中含量最高，为8—10毫克，菠菜中含2.5—5.0毫克。胡萝卜素耐高温，但在加热时遇氧易氧化。罐藏及水果蔬菜汁能很好地保存胡萝卜素，干制时易损失，漂洗和杀菌均无影响，在碱性溶液中较稳定。

(七) 维生素E和K

存在于绿色蔬菜中，很稳定，莴苣富含维生素E，菠菜、甘蓝、花椰菜、青蕃茄富含维生素K。

十、矿物质

水果蔬菜中的矿物质含量不多，一般为1.2%左右，但对人体非常重要。它是构成人体的成分，并保持人体血液和体液有一定的渗透压和pH值。所以常食水果蔬菜，才能维持人体正常的生理机能，保证身体健康。

矿物质在水果蔬菜中有的以盐的形式存在，有的与某些有机物如蛋白质结合存在。

表1-6 水果的矿物质组成 (毫克/100克鲜重)

	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	P	S	Cl	Si
苹果	57	5	10	6	1.1	2	17	3	-	1
柿子	67	3	6	3	0.7	0.1	1	9	0.4	2
梨	51	8	8	6	-	-	14	6	-	3
葡萄	57	1	12	5	-	-	16	6	1	3
梅	66	3	3	6	1	0.3	13	2	0.2	5
柑桔	44	3	23	5	1	0.4	13	5	1	1
香蕉	56	3	1	5	0.3	0.4	5	3	1.5	2

十一、酶

酶是由生物的活细胞产生的、有催化作用的蛋白质。在新鲜水果蔬菜细胞中进行的所有生物化学反应都是在酶的参与下完成的。酶控制着整个生物体代谢作用的强度和方向。

新鲜水果蔬菜的耐贮性和抗病性的强弱，与它们代谢过程中的各种酶有关，在贮藏加工中，酶也是引起水果蔬菜品质变化的重要因素。如蕃茄在50天贮藏期内，由于转化酶的水解活性加强，引起糖量降低，酸度增加，因此糖酸比下降，风味品质恶化。苹果和梨成熟过程中，蔗糖含量显著增加，随后又迅速下降，转化酶起了重要作用。因为首先淀粉大量水解造成蔗糖积累，然后是蔗糖的水解。

耐藏品种甘蓝维生素C损失比不耐藏品种缓慢，这与抗坏血酸氧化酶的活性低有关。蕃茄、鳄梨和香蕉等在成熟期间变软，是由于果胶酶作用的结果。洋葱贮藏性与果胶酶含量性和抗病性成正相关。所以贮藏水果蔬菜应采用低温等措施以抑制酶的活性，保持良好品质。

许多具有后熟作用的水果蔬菜，如青口大白菜，未成熟的蕃茄、南瓜、南方产的大冬瓜，及香蕉、菠萝、烟台梨、红梨、未成熟的苹果等，在适宜的条件下贮藏一段时间，由于淀粉酶的作用，使淀粉水解成糖，甜味增加，提高了食用品质。未催熟的绿香蕉含淀粉20%，成熟后下降到1%以下，这是淀粉酶和磷酸化酶共同作用的结果。

十二、采前因素对水果蔬菜化学成分的影响

水果蔬菜的贮藏性能在很大程度上取决于采后贮藏的条件。但是水果蔬菜采收前的许多因素，如复杂的栽培环境和不同的农业技术，都影响着水果蔬菜在生长发育过程中的化学成分和生理生化变化。所以应适当地了解水果蔬菜采前诸因素，以便能延长贮藏期。

(一) 生物学特性

1. 种类、品种：不同种类和品种的水果蔬菜具有不同的遗传特性，由此决定了它们不

同的新陈代谢方式和强度,因而表现出不同的品质特征和贮藏性能。一般认为,不耐贮藏的水果蔬菜,多为组织疏松,呼吸旺盛,失水快,所含物质成分变化消耗快,故品质下降亦快。

2. 植株长势:植株长势关系到营养生长、花芽分化、开花、结果量等,进而影响果实的大小、产量、物理性状、化学成分及耐藏性;以营养器官为食用部分的蔬菜,长势旺则品质优,而以果实、根茎为食用部分的蔬菜要适当地控制长势,增加这些部分的物质积累,以获得优质产品。

(二) 自然环境因素

1. 温度:各类水果蔬菜都有相对的适温,如白菜类、根菜类耐寒,瓜类喜温。甘蓝的耐藏性在很大程度上取决于生长期的温度条件和降雨量。夏季天气对苹果产量、品质有直接影响,特别是采前4—6周尤为重要。夏季高温则桃含糖量高,耐贮运,反之不然。

2. 降雨量和空气湿度:降雨量过多或过少均会引起水果蔬菜病害,自然也不耐藏。降雨量大的年份生长的甘蓝蛋白质含量高,而干旱条件下生长的含糖量高,适宜做酸渍菜。雨量大,空气湿度也大,光照不足,水果蔬菜的化学成分,色泽和风味也受到影响,而且不耐贮藏。

3. 光照:光照有利于水果蔬菜生长和营养积累,使水果蔬菜色泽和品质较好,较耐贮藏。维生素C含量与光照成正比,光照还与花青素的形成有关,可促进果实着色。

4. 地理条件:纬度和海拔高度不同,导致温度、降雨量、空气湿度和光照等条件的差异,从而影响不同水果蔬菜的分布。其品质和耐贮藏性也不同。

如温带苹果,河南、山东一带生产的品质和耐贮藏性远不如辽宁、山东、陕北等高纬度地区。因为苹果适宜冷凉干燥、光照充足的条件,高海拔光照强,昼夜温差大,有利于干物质积累和花青素的形成。故大多数高原、山地产的苹果色泽、风味、耐藏性较好。

不同水果蔬菜对气候的适应性不同,原产亚热带的柑桔适宜温暖多湿条件,同一品种,随纬度增加,含糖量下降,含酸量增加;高海拔地区及山地生产的柑桔常皮厚、味酸、可溶性固形物低,色泽淡、品质不如低海拔地区。

(三) 栽培管理技术

许多栽培管理技术,如整形修剪、疏花疏果;土肥水管理及采前化学药物处理均影响水果蔬菜的耐藏性和抗病性。

低浓度萘乙酸(10—20ppm)或2,4-D(5—20ppm),可防止苹果、葡萄和柑桔采前落果,还可延迟花椰菜和其它绿叶菜黄化。用2,4-D喷蕃茄花序能提高果实含糖量。采前45—60天喷1000—2000ppmB₉可减少苹果虎皮病发生,促进果实硬度和色泽。在巴黎采前3周喷0.5—1%矮壮素(CCC)可增加硬度,防止采收时果实变软,有利于贮藏。在先核葡萄座果期喷40ppmGA₃,可增大果粒,还可使香蕉呼吸高峰推迟。

乙烯利在苹果采前1—4周喷200—250ppm浓度,可使果实呼吸高峰提前出现,促进成熟和着色;梨采前喷50—250ppm乙烯利,有降低酸度,增加糖度,提早成熟的作用,此外,乙烯利还用于柑桔褪绿,香蕉催熟和柿子脱涩等。

一些杀菌剂,如波尔多液,200倍可防苹果、梨锈斑病、黑星病、轮纹病和腐烂病。65%代森锌可湿粉剂300—500倍,采前喷可防苹果褐斑病,葡萄炭疽病,杏、李菌核病,桃穿孔病及柿子黑星病等。50%退菌特可湿粉剂800—1000倍喷,可防葡萄炭疽病、白粉病,苹果轮纹病;褐斑病和柑桔疮痂病等。

表1-7

构成新鲜水果蔬菜优良品质的化学物质及其作用效果

品 质	化 学 物 质	作 用 效 果
色	类胡萝卜素 叶 绿 素 花 青 素 黄酮类色素	橙色、黄色 绿色 红、紫、蓝色 白、黄色
香	芳香物质	各种芳香味
味	糖 酸 单 宁 氨 基 酸 辣味物质 糖 苷	甜味 酸味 涩味 鲜味 辣味 苦味
营 养	糖 类 水 分 脂 类 蛋 白 质 矿 物 质 维 生 素	一般 一般 次要 次要 重要 重要
质 地	果胶物质 纤 维 素 水 分	硬度、致密度、完整度 粗糙、细嫩 脆度

1.2 水果蔬菜采后生理

采后生理是水果蔬菜贮藏的理论基础。水果蔬菜采收后仍然是一个“活”的、有生理机能的有机体，在流通和贮藏中继续进行着一系列的复杂生理活动，其中最主要的是：呼吸生理、蒸发生理、生长和休眠生理、后熟和衰老生理。在生理活动中必然要消耗体内的成分，逐渐地丧失其鲜度，最终导致死亡，完全失去商品价值。

水果蔬菜采后的生理变化，受温度、湿度、气体组成等环境因素的影响。因此，为了更好地保存水果蔬菜的质量，必须了解其采后生理。

一、呼吸作用

水果蔬菜采收以后，来自树体、土壤中的营养物质和水分中断了，光合作用停止，呼吸作用成为新陈代谢的主导过程。呼吸与各种生理生化过程有着密切的联系，并制约着这些过程，从而影响到水果蔬菜在贮藏过程中的品质变化，影响到生理机能和生理失调，后熟衰老过程和贮藏寿命等等，也密切影响了水果蔬菜的耐藏性和抗病性。

（一）呼吸的基本概念

呼吸作用标志着生命的存在。呼吸是在许多复杂酶系统的参与下，经由许多中间反应环