

保鲜原理与技术讲义

植物生理教研室编

1994. 5

果品蔬菜保鲜与贮藏技术

目 录

第一章	果品蔬菜的化学成分与保鲜的关系	1
第二章	环境条件和果蔬生理状况对果蔬贮藏保鲜的影响	16
第三章	主要食品防腐剂性质及应用实例	41
第四章	果蔬的贮藏保鲜	61
第五章	果蔬气调保鲜的基本原理	85
第六章	果品的速冻保鲜	97
第七章	果蔬的低温贮藏及贮藏中的伤害	110
第八章	国外果蔬保鲜法及辅助技术的应用	118
第九章	保鲜等实用技术杂谈	128
第十章	防腐剂在果蔬和果汁及饮料中的应用	188

第一章 果品蔬菜的化学成分与保鲜的关系

要搞好果品蔬菜的保鲜，必须了解果品蔬菜的化学成分、特性、贮藏期间的生理、生化变化及其影响因素，根据其特性创造适宜的贮藏条件，延缓衰老，减少腐烂，提高保鲜效果，使人们一年四季都能吃到新鲜可口的果品蔬菜。

果品蔬菜中含有许多化学物质。采收后，这些化学物质仍然会产生一系列变化，由此引起耐贮性和抗病性的变化以及食用营养价值的改变。因此，在果品蔬菜贮藏中，要控制其化学成分的变化，以符合食用的价值。要做到这一点，就必须了解果品蔬菜中化学成分的含量，其中主要有下述几种。

1.1 水：新鲜果品蔬菜的物质成分中，水占绝大部分，一般在80~90%之间。果品蔬菜中水分的存在是生命活动过程中的必要条件，同时也为微生物的活动提供了条件。新鲜果品蔬菜在贮藏过程中水分容易蒸发，引起萎蔫、失重，甚至失去鲜食的品质。

水在生命活动中的重要作用中取决于一些特殊的物理化学性质。例如：极性、热容量、导热性、沸点、冰点等。由于极性的缘故，水分子能吸引许多化合物的离子，并且还能破坏它们的晶体结构。这在很大程度上说明水有溶解许多极性物质的能力。这一点对于维持生命是非常重要的，因为许多生物活性物质都带有电荷。水不仅是生物进行自然的生物化学过程的环境，同时也是生物化学反应的积极参加者，在许多复杂的有机物质水解的时候，一部分分解的物质与水的氢化合、而另外一部分物质与羟基结合起来。脂肪分子水解就是一个例子。由于水的极性结构使水成为最稳定的化合物之一，又由于极性分子的吸引力比非极性分子的吸引力高，所以在水中可形成较为牢固的分子复合体。这说明尽管水的分子量很低，但沸腾的温度比较高。其它具有很高的分子量的液体，在较低的温度下就可沸腾。

此外，在活的生物体中，组织中含有大量水分决定着酶的高活性，也决定着生物化学过程的强度。在水含量低的情况下，酶的活性受到强烈的抑制。这也就说明，为什么干的谷粒中生物化学过程的活性低，为什么新鲜的水果和蔬菜生物化学过程活性高。

不同种类的新鲜水果和蔬菜中，水分含量有明显的差别，马铃薯中含水量为75%，柑橘含水量约为80%，黄瓜含水量为95%，干燥的种子仅含水10%，所以这样的种子代谢过程基本停止了。为了使代谢过程活化，应大大提高水分含量。

新鲜果蔬中的大部分水分处于自由活动状态，而只有少量水分处于结合状态，被细胞胶体牢固地保持着。根据这一原因，将果蔬干燥到含10~12%的水分是比较容易的。再进一步去除水分（特别是含5%以下），则比较困难，需要专门的干燥方法才可达到。在果蔬冻结的时候也观察到这种情况，大约在一5℃时，大部分水结冰，然而，要使全部的水结冰，需把温度降低到-35℃，甚至降到-50℃以下。

生长着的果蔬不断地蒸发水分，借以保护自身不致过热。但在贮藏时，水果和蔬菜蒸发水分可能对代谢过程产生极不良的影响。在水分蒸发时，细胞紧张现象减弱、组织萎蔫、会使细胞中所含的有机物质分解过程加快，可提高有机物在呼吸上的消耗，以及破坏能量平衡。

果蔬的水分蒸发是它们在贮藏时重量减少的原因，但这只能是低温下的结果。在较高的温度下，呼吸过程加强，由于有机物的消耗，重量损失大大增长。例如，在 0℃ 下，块茎重量由于水分蒸发所造成的损失比由于呼吸所造成的损失多 3 倍，而在 13℃ 下，重量损失仅仅多 1.3 倍。

果蔬的有机物质与蒸发相比较，消耗得很少，一般在贮藏结束时，干物质中的某些物质有相对的增长。灰分物质的含量实际上没有发生变化。

要想成功的贮藏，必须有效地防止果蔬的萎蔫，所以在贮藏库里要保持相当高的空气的相对湿度（85—100%）。最好使果蔬表面保持干燥，不要形成水滴，因为水滴有利于孢子萌发和寄生微生物发育。预防水滴形成的最好的措施是在通风良好的条件下贮藏。

1.2 糖：糖是反映果品蔬菜味道的重要物质成分，它不仅使人感到味甜，供给人们所需的热能，也是果品蔬菜从生长到衰老过程中变化最明显的物质之一，不同种类的果品、蔬菜，含糖、蔗糖、葡萄糖种类也不相同，果品蔬菜在贮藏过程中，糖分消耗量越低，降低越慢，果品蔬菜质量就好，说明贮藏条件合适。反之，在贮藏期中，呼吸作用所消耗的糖分越多，降低越快，果品蔬菜质量就差，说明贮藏条件不合适。

各种果蔬在碳水化合物的组成和转化性质方面有很大的差异，绝大多数果蔬在母株上成熟时和后熟时，淀粉含量减少，糖含量相应提高。糖的水平达到最大值以后，也开始下降。例如：未成熟的香蕉含淀粉 20%，含糖 1%；而在成熟的香蕉中，淀粉水平下降到 2%，而糖的水平增加到 16%。但是在成熟度最好的香蕉果实中，蔗糖、果糖和葡萄糖的含量大约相等。在淀粉和糖含量上的这种变化对于苹果也是一样的。

在不含淀粉或含淀粉量很少的果蔬中，贮藏的时候，它们的组织中糖的含量常常是增长的。这些糖的增加主要来源于果胶质、纤维素或半纤维素的水解。研究证明，果蔬在贮藏过程中，多数品种果胶质含量减少，首先是原果胶的分解使可溶性果胶含量增加。

在豆科等特殊的一类植物中，在它们成熟和贮藏时，不是淀粉转化为糖，而是糖转化为淀粉，例如豌豆、菜豆、甜玉米等在贮藏时引起淀粉水平明显增长，贮藏结果使味道变坏，这类果实不适合长期贮藏。

1.3 有机酸：果品蔬菜中含有有机酸，是影响果品蔬菜风味的重要因素。果品蔬菜中有机酸主要有苹果酸、柠檬酸和酒石酸、蔬菜中还含有草酸。果实贮藏后，含酸量逐渐减少，果实的风味也受到影响。含酸量下降的速度，与果实的种类和贮藏温度等有密切关系。

但是，果蔬中的酸味不都与酸的总含量有关，因为有些酸不处于游离状态，而处于结合状态。酸模和菠菜中酸的总含量大约相等（10%）。但在酸模中，酸主要处于游离状态，而在菠菜中，绝大部分酸被阳离子中和，作为盐存在。所以酸模具有酸味，而菠菜没有酸味。一般游离酸可离解为酸的阴离子和氢的阳离子（ H^+ ）。氢离子决定酸味。所以 H^+ 浓度越高，酸味越强。有的酸是挥发性的，即可以用水蒸气蒸馏。挥发性酸中最重要的是甲酸、乙酸和丁酸。它们在与醚结合中决定着许多水果的香味。例如，甲酸的甲酯和丁酸的甲酯是决定着苹果香味的挥发性物质的重要部分。

一般植物中结合酸常常在叶子中占优势，但在水果中游离酸比结合酸多，很少有例外（葡萄例外）。

在果蔬中往往含有各种不同的酸，但是其中只有一种占优势。例如，在苹果中发现有苹果酸、琥珀酸、柠檬酸、 α -戊酮二酸、草酰醋酸、丙酮酸、乙酸、氯原酸和其它的酸。苹

果酸约为70%，柠檬酸为20%，琥珀酸为7%，剩下的所谓稀有酸只有3%。

在其它的仁果、核果以及大多数浆果中，苹果酸也占优势。在柑橘中柠檬酸较多，而在葡萄中酒石酸和苹果酸的数量相等。虽然稀有酸在所有的酸中占极小部分，但他们有很重要的功能作用。

有时果蔬在成熟过程和贮藏时所观察到的它们甜度的提高，常常不是由于含糖量的提高，而是由于酸水平的下降。

有机酸相当严格地分布在水果的各个组织中，所以，果实各部分的pH值有很大的差别。因为酶的活性取决于pH值，所以果实各部分中生物化学过程的强度表现得各不相同，例如，苹果酸的脱羧作用过程以及乙醛的积累都以不同的强度进行。苹果褐变与pH值增高有关。果蔬在贮藏时，如果二氧化碳浓度提高，可以抑制苹果酸的脱羧作用过程，从而可预防组织中乙醛的积累。所以，在选择水果贮藏条件时，严格考虑每一种因素对有机酸代谢的影响，以及对全部水果的耐贮性是相当重要的。

1.4 淀粉：许多未成熟的果实中含有淀粉，如香蕉大约含20%，苹果含淀粉也可达12%。随着果实成熟，淀粉开始水解变成糖，使果实变甜。温度对淀粉的转化影响较大。在判断果实成熟或贮藏状况时，常配制碘化钾—碘溶液涂在果实切面上，以确定果实蔬菜的成熟度或贮藏状况。

1.5 纤维素和半纤维素：纤维素是构成果品蔬菜“骨架”的物质，它与半纤维素结合成果品蔬菜细胞和输导组织的主要成分。纤维素是反映果品蔬菜质地的物质之一。果品蔬菜中含纤维素太多，吃起来有多渣、粗老的感觉。也是一种肠壁的机械刺激剂，可增强肠子的蠕动和食物的向前移动。只有反刍动物能吸收纤维素，因为他们的胃中有特殊的细菌，可把纤维素分解为葡萄糖。

半纤维素为一大类不溶于水的多糖。与纤维素相比，半纤维素不太稳定，在加酸水解时，形成甘露糖、半乳聚糖、阿拉伯糖和木糖。半纤维素容易被生物体吸收。

1.6 果胶物质：果胶物质是构成细胞壁的主要成分，也是反映果品蔬菜质地的重要物质。果胶物质通常以原果胶、果胶和果胶酸三种不同形态存在于果品蔬菜组织中。未成熟的果实中含有不溶于水的原果胶，它与纤维素等将细胞与细胞紧紧地结合在一起，果实便显得坚实脆硬。随着果实成熟，原果胶在原果胶酶的作用下，分解为溶于水的果胶，它与纤维素分离，引起细胞结合力的松弛，使果实变软，果肉硬度下降，耐贮力也随之下降，果肉发绵，果实品质变低劣。

果胶物质在有糖和酸的参与下则形成胶冻。果胶形成胶冻的能力是果胶的主要理化特性之一。不同的植物中，这种能力也不一样。它取决于果胶的分子量（分子量越高，形成胶冻越好），糖醛酸残基甲氧基化作用的程度和伴随的杂质数量。

在核果类果实成熟时，果胶质含量下降。在仁果类果实中，在成熟最初阶段，果胶质含量增加，然后再下降。

1.7 酚类化合物

酚类化合物是一大类环状物质，这种物质是酚（ C_6H_5OH ）的衍生物。根据化学性质，酚是重要的芳香醇，它是由苯形成的，即在苯上一个氢原子被羟基（OH）取代。

多酚的一般特性

分子中有一个苯（芳香）环，环上带有一、两个或两个以上的羟基，这种物质属于酚

类化合物。苯环用具有更迭双链的等边六角形表示，或用中间带有一圆环的等边六角表示。圆环象征着所有的键都是均衡的。



“芳香”一词的由来是根据苯的最简单的衍生物（苯醛、硝基苯）具有特殊的苦扁桃味。但是许多带苯环的化合物完全没有气味。

在自然条件下，只有高等植物和微生物进行芳香环的合成。动物只能转化与食物一起获得的芳香结构。

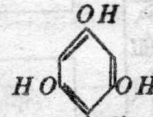
在植物中具有各种不同的酚类化合物。它们可以在芳香环上含有一个以上的羟基。这种化合物叫做多酚。常常把它们叫做鞣质或单宁（这些物质的水溶液能鞣革，即把没有加工的兽皮制成皮革）。然而有些多酚没有这种能力，例如，植物中广泛分布的鞣原酸。同时，也不是所有的具有熟皮革的物质都是酚类化合物，例如，正铬酸。



苯



酚



多酚
(苯间三酚)

在植物体内，多酚主要以糖苷形式存在，很少为游离状态。糖苷是一些很不相同的物质，它们的任何的糖苷（多半是葡萄糖，很少是其它的单糖）靠糖苷的羟基与其它不是糖（醇、醛、酚、甾类生物碱等）的物质结合起来。糖苷分子的第二部分叫做糖苷配基（非糖）。例如，茄碱和卡茄碱是非酚类的糖苷。

已经证明，所有的多酚都是细胞代谢的活性代谢物，在植物的不同生理功能（光合作用、呼吸作用、生长、抗病性）中起着重要的作用，只有很少的多酚例外（例如木素）。花、果实的颜色和香味、茶、咖啡和葡萄酒的质量，都取决于多酚的含量和转化，酚多半决定着未成熟的果实的味道（未成熟果实的涩味和苦味基本上取决于黄酮醇）。已经多次提到，许多多酚具有维生素P的性质。

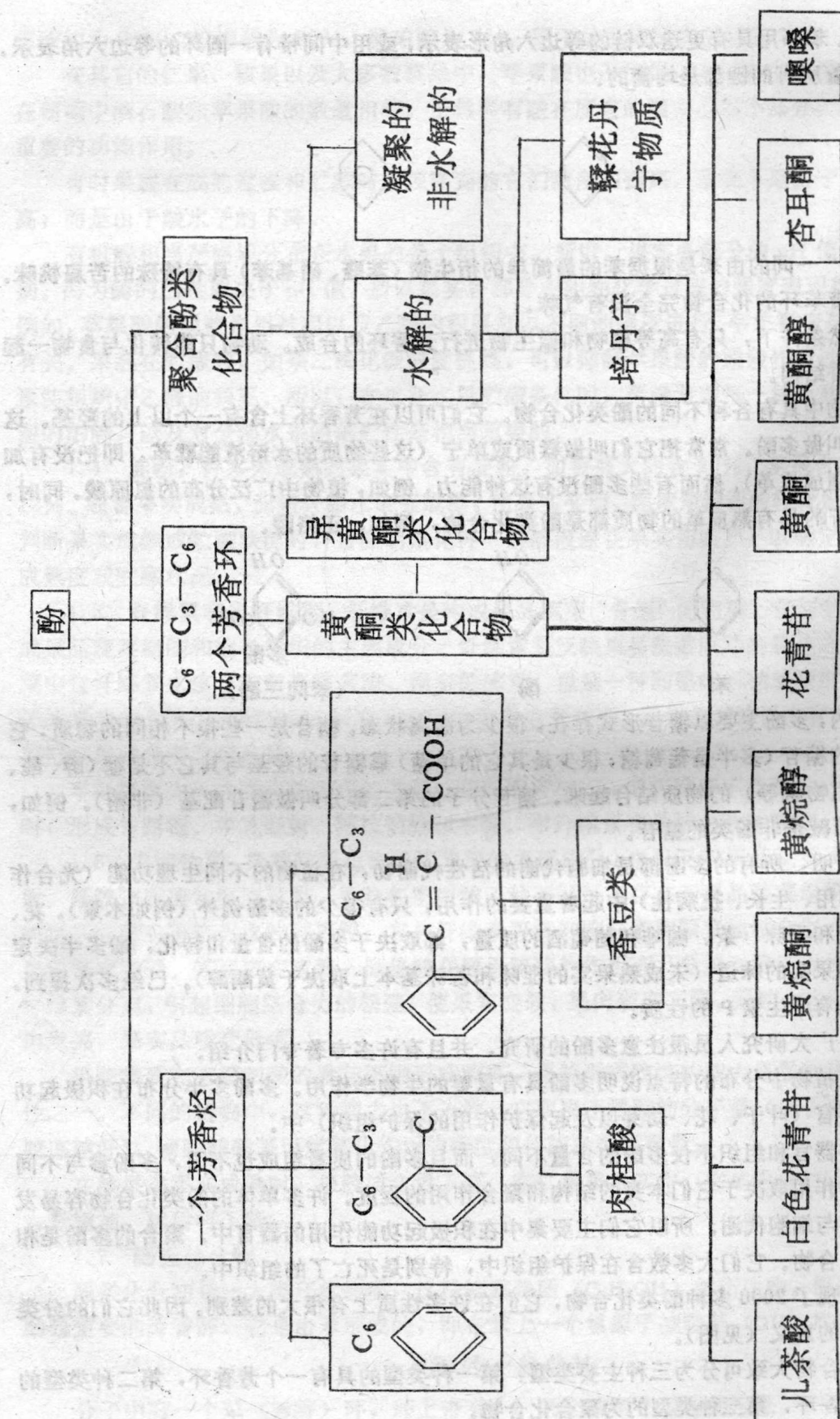
因此，广大研究人员很注意多酚的研究，并且有许多专著专门介绍。

多酚在植物中分布的特点说明多酚具有重要的生物学作用。多酚多半分布在积极起功能作用的器官（叶子、花、幼芽以及起保护作用的保护组织）中。

不同的器官和组织不仅多酚的含量不同，而且多酚的质量组成也不同，多酚参与不同的生物化学作用取决于它们本身的结构和聚合作用的程度。许多单体的酚类化合物容易发生氧化和参与细胞代谢。所以它们主要集中在积极起功能作用的器官中。聚合的多酚是相当惰性的化合物。它们大多数含在保护组织中，特别是死亡了的组织中。

已经发现了2000多种酚类化合物，它们在许多性质上有很大的差别。因此它们的分类具的很重要的意义（见图）。

酚类化合物大致可分为三种主要类型：第一种类型的具有一个芳香环，第二种类型的具有两个芳香环，第三种类型的为聚合化合物。



第一种类型包括有：由芳香环组成没有碳侧链的 C_6 系化合物，由酚环和单碳链组成的 C_6-C_1 系化合物以及由酚环和三碳侧链组成的 C_6-C_3 系化合物。

C_6 系化合物包括：苯二酚，苯邻二酚及其衍生物、愈创木酚。苯间三酚，连苯三酚，它们都主要以结合形式含在植物中。

具基本结构 C_6-C_1 的化合物包括酚羧酸及其衍生物——原儿茶酸、香草酸、五倍子酸等。

由芳香环和三碳侧链组成的具基本结构 C_6-C_3 的化合物也可以分为肉桂酸和香豆素，后者可看作是羟基肉桂酸的内酯。最常见的肉桂酸 n -香豆素酸、咖啡酸、费如酸和芥子酸。

酚羧酸（五倍子酸、原儿茶酸、咖啡酸等）具有酚基和酸基，所以能彼此发生反应而形成酯类化合物，叫做缩酚酸。如果两个酚羧酸参与反应，则可得到二缩酚酸，如果三个酚羧酸参与反应，则可得到三缩酚酸。例如，植物中广泛存在的鞣原酸就是由咖啡酸基和奎宁酸基组成的二缩酚酸。

第二种类型的具有两个芳香环的化合物是由许多不同的物质组成的。它们都有 C_6-C_6 的基本结构，并且可以分为黄酮类化合物和鱼藤酮化合物。最多的化合物属于异黄酮类化合物，它们是自然界中最常见的多酚。根据分子中连接的三碳片段的结构和氧化度，黄酮类化合物可区分为儿茶酸、无色花青苷、黄烷酮、黄烷醇、花色素、黄酮、黄酮醇等。最还原的化合物——儿茶酸、最氧化的化合物——黄酮醇。

儿茶酸为无色化合物，易发生氧化，在氧化过程中它们可以得到各种不同的颜色。例如，茶叶的不同颜色（黑色、红色和黄色）取决于茶叶中含的儿茶酸氧化的程度，有几种类型的儿茶酸：最简单的儿茶酸和结构比较复杂的槲儿茶酸、槲儿茶酸、槲酸盐等。每一种儿茶酸可以有四个旋转方向和旋转角度大小不同的旋光异构体， $(+)$ -儿茶酸、 $(-)$ -儿茶酸、 $(+)$ -表儿茶酸、 $(-)$ -表儿茶酸。此外，每一种儿茶酸还有两个消旋物（即失掉旋光性的混合物）： $(\pm)$ -儿茶酸和 $(\pm)$ -表儿茶酸。无论在物理特性（熔点、比旋等）上，还是在生物学作用上，它们都有区别。例如，在 $(-)$ -表儿茶酸上发现有P-维生素活性，而在 $(+)$ -儿茶酸上则没有发现有P-维生素活性。

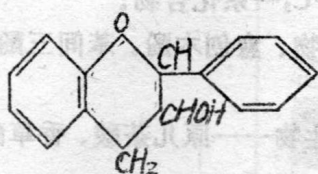
对葡萄儿茶酸的成份研究得最多。根据 C. B. Dypuumugze 的研究工作，在葡萄藤的全部器官中含有 $(+)$ -儿茶酸；在这些器官（除根外）中含有 $(+)$ -儿茶酸；在种子、表皮中含 $(-)$ -槲儿茶酸；在叶子和浆果（种子和果皮）中含 $(+)$ -表儿茶酸、槲酸盐。

在苹果中发现了10种酚类化合物，从中分离出： $(-)$ -表儿茶酸（0.31%，干重）， $(+)$ -儿茶酸（0.20%），槲皮素-3-鼠李苷（0.02%）， $(-)$ -表儿茶酸和无色花青素的二聚物（0.71%）。

象花青素、黄烷酮、黄烷醇这样的黄酮类化合物是有色化合物，但同时又是决定植物颜色的三类植物色素中的一类。其它两类是染成绿色的叶绿素和染成橙黄色的类胡萝卜素。

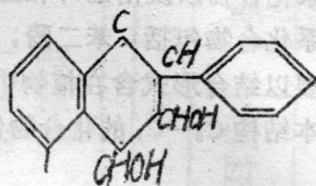
花青素具有紫色，黄酮和黄酮醇具有黄色。花青素与K、Na、Fe 主其它金属离子产生蓝色化合物，而与酸（磷酸等）产生红色的化合物。所以，花青素的颜色可随细胞液的pH值而变化。

无色花青素因为通常是无色的化合物，所以在一定条件下（例如，在光的作用下）可以得到相应的颜色。当选择贮藏条件时，特别是在对水果和蔬菜进行防腐处理时，为了避免它们的色泽变坏，应当注意这一点。



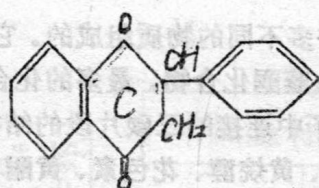
儿茶酸

⊖



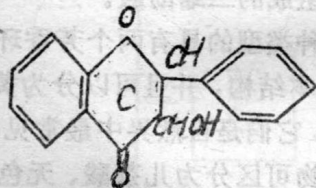
无色花色素

⊖



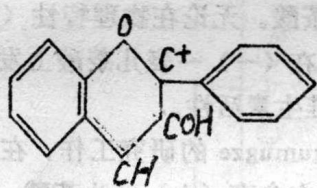
黄烷酮

⊖



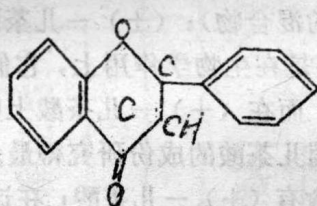
黄烷醇

⊖



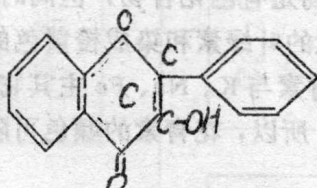
花色素

⊕



黄酮

⊕



黄酮醇

⊕

⊖ — 无色的
⊕ — 有色的

当马铃薯感染癌症病原体时，相反，只在易受感染品种的组织中发现多酚的积累。

D. B. luncuz 得出结论，多酚集中在易受感染品种的马铃薯的感染癌病的组织中，在这种状态下的多酚不仅对癌病原体无毒害，而且还能促进癌病原体发展和扩散。大家都知道，癌病原则上不同于其它所有的疾病。发生在感染癌的组织中的特殊条件之一在于，尽管组织中氧化酶的活性增强，但是不存在多酚的可逆氧化过程。这是由于液泡在癌病情况下不受损伤，因而其中含的多酚不与细胞质混合。

细胞破坏所引起的病害中的重要保护作用是属于多酚的，因为只有在这种情况下，多酚可以与病原体或它的胞外酶发生联系。

许多多酚除参与植物抗感染病外，还是内生生长调节物质。它们常常作为生长抑制剂，从而负责种子、块茎和植物的其它器官处于休眠状态。随着这些化合物参与不同的生物化学反应和它的浓度的减小，这些化合物可以由生长抑制剂转变为生长刺激剂。

因此，多酚即可保护植物不受寄生物伤害，又可保护植物不过早发芽。在这两种情况下，多酚作用的机理在很多方面是很相似的。它可作为氧化和磷酸化过程的离合器，从而使细胞失去合成与生长有关的许多物质所需要的能量。作为生长过程的抑制剂的多酚，它的作用的另一方面是能使蛋白质变性和使酶失活。

水果和蔬菜中多酚的含量

在文献中有许多关于水果中酚类化合物含量的资料，但是有关蔬菜中多酚含量的资料比较少。根据现有的资料可以认为，蔬菜中多酚含量比水果中少。

某些种类水果中多酚含量的变化列举如下（鲜重%）：

柿子	0.02—2.35
乌荆子	0.05—1.70
花椒	0.04—0.75
黑穗状醋栗	0.03—0.42
苹果	0.03—0.30
梨	0.02—0.20
桃	0.02—0.30

这张表可以继续参考，但是正如 M. H. Sanpouemob 实事求是地指出，已发表过的资料需要分析批判，因为在 15—20 年以前，几乎在所有的工作中，对鞣质和染料采用了简易的分析方法（多半是采用高锰酸盐滴定），而没对各个酚类化合物进行定量测定。

在我们实验室的实验中，根据使用不同的萃取剂，从马铃薯芽眼中提取出以下数量的多酚（毫克/克干物质）：8.50（用水），5.00（用热乙醇），1.36（用冷乙醇）、1.05（用乙醚）。用热乙醇从块茎表皮（不同于芽眼）中提取出较多的多酚，因为它们大部分处于结合形式。在三个研究过的品种（留比密兹、普里耶库尔斯克、洛尔赫）的马铃薯中，瓢里的多酚比芽眼中少 9/10 至 14/15，而在芽眼里多酚比表皮（连同皮层一起）中多 50%。

然而，块茎中的生理变化最强烈地反映在乙醚的部分上，而不是反映在乙醇的部分上。例如，在休眠期结束后，当用热乙醇提取时，芽眼中多酚的含量减少大约一半，而用乙醚提时，含量几乎减少 9/10。所以，当研究多酚在块茎由休眠状态向活跃生长转变中的作用时，常常利用乙醚。

有关水果和浆果及其加工产品中多酚含量的许多资料是 IO. J. Ckopukobae 总结的。其中有一些关于克拉斯诺达尔边区的苹果中黄酮类化合物组成的资料列于表。

苹果中黄酮类化合物的组成 (毫克/100 克鲜重)

品 种	成熟度	含 量					氯原酸
		多酚含量	黄酮类化合物	无色花青素	花青素	黄酮醇	
		间苯三酚		花青素		槲皮素	
夏熟的:							
白色、纳里夫	没完全成熟的	230	27	180	0.0	10.9	8.4
	成熟的	108	54	120	0.0	5.7	3.4
波罗文卡	没完全成熟的	454	286	214	20.5	7.5	7.5
	成熟的	394	141	198	25.2	4.8	30.5
秋、冬成熟的:							
红玉	没完全成熟的	290	186	225	37.0	8.2	12.3
	成熟的	152	132	233	12.5	12.3	18.6
白色、加勒维	没完全成熟的	250	106	167	0.0	8.0	19.0
	成熟的	144	116	92	0.0	8.5	18.1

研究柿子的多酚证明,这种果实的酸涩味主要不是与多酚总含量有关,而是与多酚的组成有关。

根据味道,柿子的果实通常可分为涩的,不涩的和变化的。酸涩味道常常取决于游离的酚类物质的数量(用热水提取出来的最初提取物)。例如,赫阿库姆品种的酸涩的果实和罗什一卡克品种的不酸涩的果实,在多酚总含量方面差别很小:0.97%和0.77%。在酸涩的果实中,游离的多酚为0.25%,而在不酸涩的果实中,游离的多酚为0.37%。当各品种的果实成熟时,其中多酚的总含量下降,但是游离的多酚的含量下降得最多。

在果实贮藏时,果肉变软,游离的鞣质向结合状态转化,酸涩味道消失。当对柿子的果实进行干燥时,多酚的总含量实际上没减少:干燥前为1.18%,干燥后为1.11%。但是游离的多酚的数量以0.62%减到0.12%。柿子所有的酚类物质中,决定涩味的首先是无色花青素。在带涩味的柿子果实的甲醇萃取液中,无色花色素为无色花翠素和无色花青素。

1.8 糖苷:果品蔬菜中存在的糖苷物质,是糖与醇、醛、酚类构成的酯化合物。糖苷溶于水,有强烈的苦味,其中有的有毒、果品蔬菜中常见的糖苷有苦杏仁苷、橙皮苷、芥子苷和茄碱苷等。

贮藏中发了芽的马铃薯,特别是在其芽眼部位,茄碱苷含量最高。

1.9 芳香物质:果品蔬菜中还普遍含有挥发性的芳香油,其中包括醇、醛、酸、酚、烷、烯等,各种果实中的上述不同成分引起不同的芳香气味。果实在贮藏中散发出来的芳香气味,积累过多将加速果实的成熟与衰老,对贮藏不利。

1.10 色素:果品蔬菜中含有不同的色素物质,表现出各种鲜美的颜色,主要色素有叶绿素、类胡萝卜素、花青素和花黄色素。随着果品蔬菜的成熟,叶绿素在酶的作用下水解生成叶绿醇和叶绿酸盐等溶于水的物质,于是绿色逐渐消退,而显出其它颜色。这种由绿转黄的变化,常被用来作为成熟度和贮藏变化的标准。

1.11 维生素:果品蔬菜是人们食品中维生素重要来源之一。维生素对人体正常新陈代谢起着重要作用,虽只需要微量,但缺乏它就会引起各种疾病。果品蔬菜中含多种维生

素,如维生素 A、维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 C、维生素 D 和维生素 P 等。特别是维生素 C 和胡萝卜素,是人体维生素的主要成分。

维生素 e 易溶于水,易被氧化而失去作用。它损失的快慢与贮藏条件有关。一般在低温中贮藏的果品蔬菜,维生素 e 的损失可以得到延缓。某些食品中加入维生素 C,能够阻止不希望发生的氧化过程,例如,引起色变的过程。此外,许多金属离子是维生素 C 氧化的催化剂,例如,在含有少量铜的混合物中,维生素 C 的氧化速度强烈增长。如果在混合物中加入氨基酸和蛋白质,就会把溶液中的铜离子结合起来,因而使铜离子失去催化性质。能预防维生素 C 发生氧化的物质还有黄质、尿素、茶叶碱、硫脲和各种不同的含硫化合物。在生产中,为了避免维生素 C 损失过多,在对果蔬进行加温和防腐时必须注意到这一点。例如,预先用亚硫酸处理水果和蔬菜,即用二氧化硫处理、能促使水果和蔬菜在进行干燥时维生素 C 的损失大大减少。当二氧化硫与植物组织分结合时则形成硫酸,硫酸能抑制维生素 C 氧化过程的抗坏血酸氧化酶的
制作饮料和低度酒过程中保护维生素 C 的存在是非常重要的。

维生素 C 的重要作用是多方面的:例如,它可促进伤口的愈合;能促进其它维生素的转化;还可做为防止感冒的预防剂和治疗剂。

在果蔬贮藏的时候,维生素 C 总含量通常是下降的,但下降的多少很大程度取决于种类和贮藏条件。一般情况下,原来含量越高,则在加工和贮藏时损耗越高。贮藏在较高温度下维生素 C 含量损失多,种植在低海拔条件下和北方的水果在贮藏时维生素 C 含量损失多。

此外,在果蔬中含有的其它的维生素中,有些也有重要的生理功能,应当指出的是维生素 P,因为它是维生素 C 的增效剂,也就是说,它是与维生素 C 在一个方向上起作用,能增强维生素 C 的生物效应。这两种维生素的协同作用可能是维生素 P 能阻止维生素 C 的氧化为基础。生产上水果贮藏和加工时,维生素 P 的损耗比较小,相对维生素 C 的损耗要低得多。但是,在贮藏时经过防腐剂处理的水果中,维生素 P 活性物质损耗可达很大值。所以在用果蔬加工为食品成品时,要特别注意到这些特点。

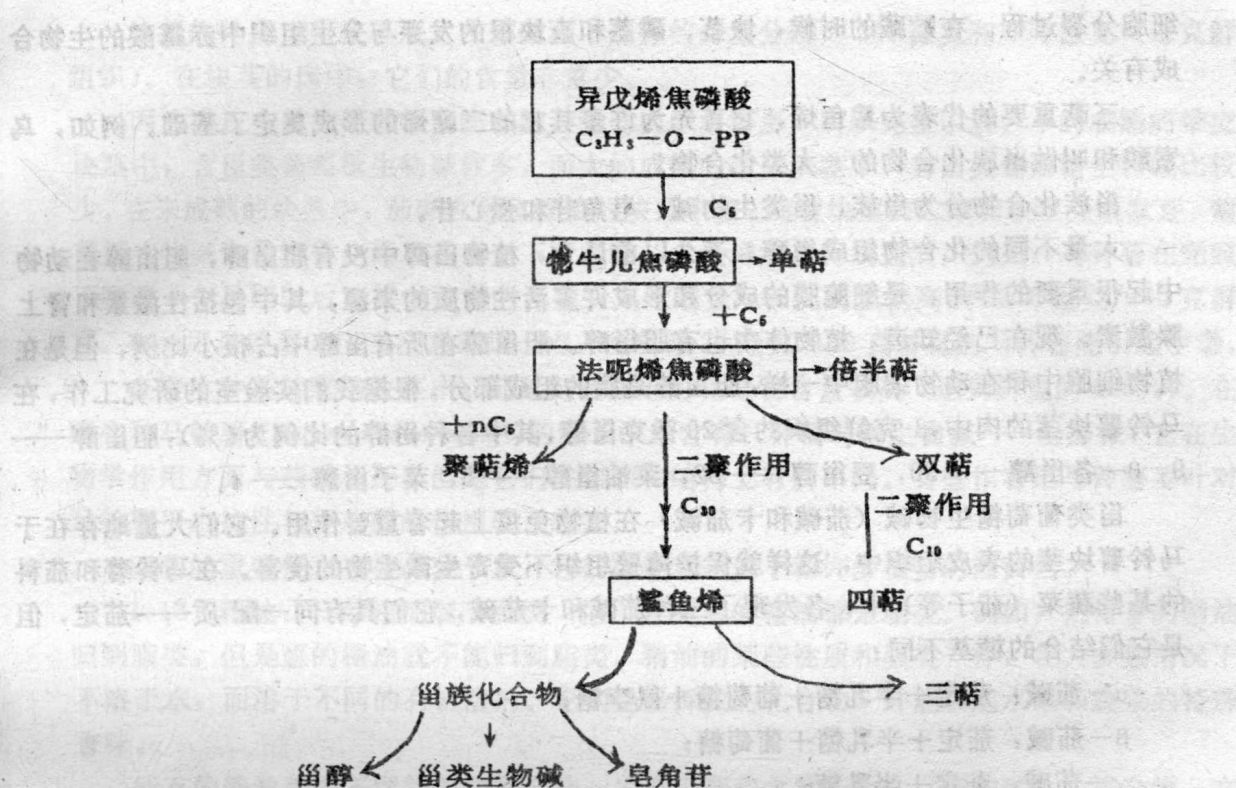
在 B 类维生素中,果蔬是维生素 B₉ 的来源,B₉ 是叶酸。贫血是食物中缺乏叶酸所引起的维生素缺乏症。还原形(四氢叶酸)的叶酸是参加嘌呤碱、嘧啶碱以及某些氨基酸的生物合成的许多酶的组成部分。一般叶酸在未成熟果实和过熟果实中含量都比较多。

维生素 U 是近些年发现的一种维生素,也叫抗溃疡素。它是植物中常见的甲硫基丁氨酸的甲磺酸衍生物,简称 S—MM,它是形成许多物质不可缺少的甲基重要供体之一,没有它们,活细胞不可能正常地行使其功能。

水果和蔬菜也是维生素 K 的重要来源。健康的人体不一定需要维生素 K,因为在肠道内可借助肠道微生物区系合成维生素 K。但是,当肝和肠道患病时,或长期服用抗菌素和磺胺药剂时,就要服用维生素 K。维生素 K 还可使血液凝固。因此,在果蔬贮藏和保鲜时,也应注意维生素 K 的损耗。

1.12 萜类化合物:

萜类化合物是由异戊二烯烃的几个分子构成的一类化合物。异戊烯焦磷酸是构成所有萜类化合物的主要的特殊物质,如图所示。所有的萜类化合物,根据它的分子中碳原子的数目,可以分为单萜(C₁₀)、倍半萜(C₁₅)、双萜(C₂₀)、三萜(C₃₀)、四萜(C₄₀)、多萜



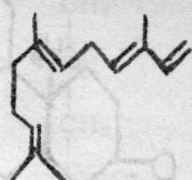
($>C_{40}$)。这种分类是非常相对的，因为化学性质和生物学作用不同的化合物可能包括在同一类中，下边例举每一类中的一些代表。

单萜包括许多精油——香叶烯、牻牛儿苗醇等。

倍半萜中应当指出的是脱落酸，它是植物生长过程中的最强的内源抑制剂。种子和块茎处于休眠状态，很大程度上是由于脱落酸的存在。马铃薯、辣椒、和番茄的植物抗毒素是倍半萜。马铃薯、辣椒和番茄对植物病原微生物的抗性，很大程度上取决于植物抗毒素。

倍半萜法呢烯 ($C_{15}H_{24}$) 能引起苹果组织表面变成褐色，叫做“虎皮病”。在精油中早已发现了 β -法呢烯。在苹果中不久才发现了法呢烯的 α -异构体，后来也把它简称为法呢烯。法呢烯在表皮的活细胞中进行合成，并且分泌到角质层。在苹果的覆盖蜡中，法呢烯含量比表皮中多 3—4 倍。

在未成熟的果实中不含有法呢烯或含量极少。法呢烯的积累是果实成熟和衰老的特征。



法呢烯

法呢烯和任何具有共轭双键的化合物一样，容易氧化，形成过氧化氢，过氧化氢也参与使果实的组织变褐。

双萜包括赤霉素。赤霉素与脱落酸不同，是最强的内源生长刺激物质。赤霉素可增强

细胞分裂过程。在贮藏的时候，块茎、磷茎和直块根的发芽与分生组织中赤霉酸的生物合成有关。

三萜重要的代表为甾烯，它首先为许多其它的三萜烯的形成奠定了基础。例如，乌索酸和叫做甾族化合物的一大类化合物。

甾族化合物分为甾族，甾类生物碱、皂角苷和强心甘。

大量不同的化合物组成甾醇。不久以前认为，植物甾醇中没有胆甾醇，胆甾醇在动物中起很重要的作用，是细胞膜的成分和形成许多活性物质的来源，其中包括性激素和肾上腺激素。现在已经知道，植物体中也有胆甾醇。胆甾醇在所有甾醇中占很小比例，但是在植物细胞中和在动物细胞中一样，胆甾醇是膜的组成部分。根据我们实验室的研究工作，在马铃薯块茎的肉中，1克鲜组织约含20微克甾醇，其中各种甾醇的比例为(%)：胆甾醇——9， β -各甾醇——50，豆甾醇——32，菜油甾醇——5，菜子甾醇——4。

甾类葡萄糖生物碱（茄碱和卡茄碱）在植物免疫上起着重要作用。它们大量地存在于马铃薯块茎的表皮组织中，这样就保护薄壁组织不受寄生微生物的侵害。在马铃薯和茄科的某些蔬菜（茄子等）中，各发现了三种茄碱和卡茄碱，它们具有同一配质——茄定，但是它们结合的糖基不同：

α -茄碱：茄定+半乳糖+葡萄糖+鼠李糖；

β -茄碱：茄定+半乳糖+葡萄糖；

γ -茄碱：茄定+半乳糖；

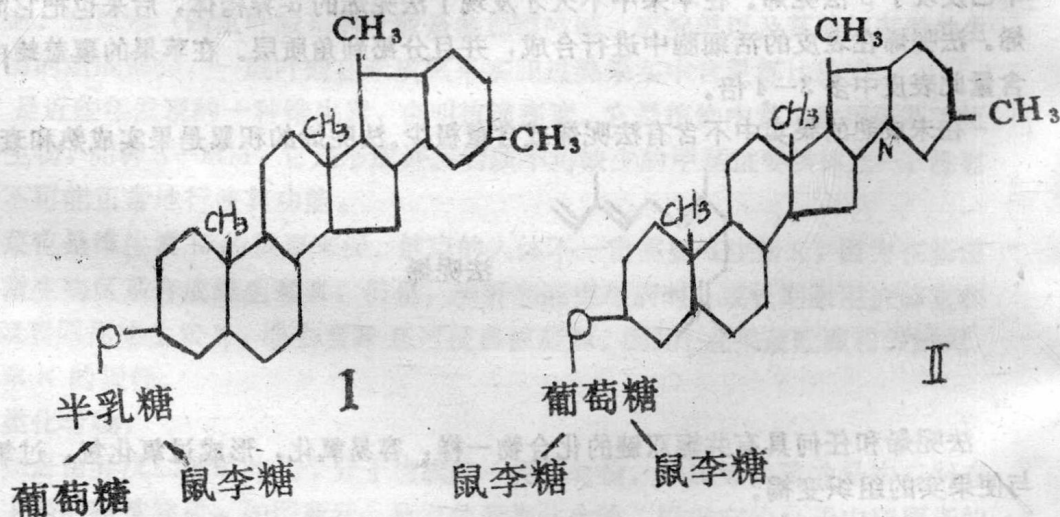
α -卡茄碱：茄定+葡萄糖+鼠李糖+鼠李糖；

β -卡茄碱：茄定+葡萄糖+鼠李糖；

γ -卡茄碱：茄定+葡萄糖；

根据对以上结构成分的对比。可以判断出它们中每一种成分的结构特点。 γ -和 β -型茄碱不超过5%，而 α -型茄碱占有所有茄碱的95%。

α -茄碱（I）和 α -卡茄碱（II）的结构如下：



块茎的外皮（带皮下层）中茄碱和卜茄碱的含量分别为 205 微克和 350 微克（每克鲜组织）。在块茎的肉中，它们的含量非常少。

因为表皮中甾类葡萄糖生物碱的含量比肉中多得多，所以完全了解，小的成熟的带皮块茎中，含甾类葡萄糖生物碱较多，而大的成熟的带皮块茎中，含甾类葡萄糖生物碱比较少。在未成熟的块茎中，茄碱含量比成熟的块茎中多。随着块茎的贮藏和块茎芽眼发芽，葡萄糖生物碱含量增长，而且在亮光下贮藏时，含量增加得特别强烈，例如：马铃薯在光照下贮藏 4 个星期以后，其中茄碱的含量从 6.4 毫克/100 克鲜重提高到 23.6 毫克/100 克鲜重。在利用马铃薯时应当注意到这一点。含茄碱 20 毫克/100 克鲜重的马铃薯能引起中毒。

在野生种马铃薯的块茎中，茄碱与其相近的化合物含量较高（达到鲜重的 0.5%）。在野生种马铃薯（*Solanum demissum*）的叶子中还含有一种葡萄糖生物碱——垂茄碱，它在生物学作用方面与茄碱相近，但是它们在组织和结构上有所不同。有些作者把马铃薯茎叶对马铃薯甲虫抗性与垂茄碱的作用联系起来。

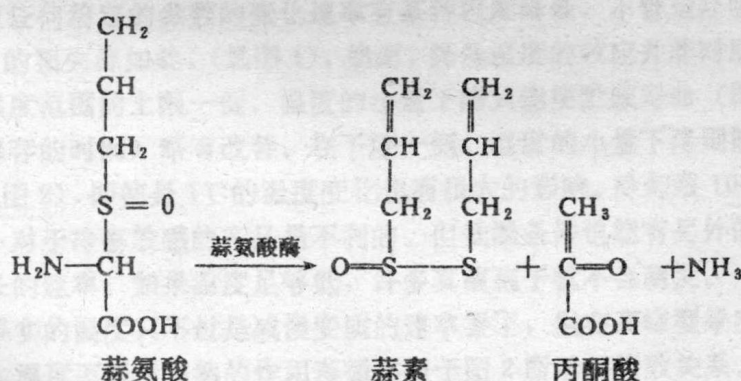
四萜的重要代表有类胡萝卜素，它们决定着胡萝卜和许多植物的橙黄色。

1.13 精油：一般精油属于脂类，但不是所有的精油都是脂类。例如，把柑桔的精油归到脂类，但是葱的精油就不能归到脂类。精油的某些性质和脂类一样，在大多数情况下不溶于水，而溶于不同的有机溶剂。它们是易挥发的化合物，并能引起水果和蔬菜的特殊香味。

所有的精油都是不同物质的混合物，主要是萜和含氧衍生物（醛和醇）的混合物。在葡萄精油中，用气液色谱法发现了 60 个组分的化合物，但在葡萄中总共发现了决定其香味的物质 150 种，其中包括各种不同的醇（甲醇、乙醇、牛儿醇等）、羰基化合物（甲醛、乙醛、戊醛等）、酸（醋酸、乙醇酸等）、酯（甲酸乙酯、醋酸乙酯、甲基邻氨基苯甲酸等）、具高分子量的碳氢化合物（环己烷、甲基环乙烷等）。葡萄和葡萄酒的香味就是上述不同物质的不同混合。

在水果中精油主要分布在保护组织中，例如，在柑橘的果皮中，约含精油 1.2%，在柑橙和柠檬的果皮中，各含精油 2.4%，在这些果实的果肉中仅含有极少量的精油。

精油与抗微生物的作用是有重要关系的，但是它们的关系不是直接的。例如，洋葱的精油的主要成分为蒜氨酸，然而在蒜氨酸酶的作用下，蒜氨酸分解时形成的蒜素具有较强的抗生素活性，有强的杀菌作用。



1.14 植物激素：植物激素如生长素、赤霉素、细胞分裂素、乙烯、脱落酸在植物体内含量很少，但在调节和控制植物生长发育中起着重要的作用。生长素具有阻止植物组织衰老的作用，可以延迟果实的成熟，防止落果，对果实保鲜和降低腐烂率有显著效果。细胞分裂素可以抑制蛋白质与叶绿素分解。防止果皮脱落与延迟衰老，保持水果蔬菜新鲜。赤霉素类能延迟果实软化、衰老及果皮的生理失调。乙烯是对果实生理变化起重要作用的一种激素。它可以催熟果实，在果品贮藏中，如何利用并控制乙烯含量有着重要的意义。

1.15 酶：果实在成熟中的化学、物理和代谢方面的变化都与酶的一系列变化有关。例如苹果，香蕉、芒果、菠萝等在成熟中变软，是由于果胶酯酶和多聚半乳糖醛酸酶的活动结果。

