



陈锦屏 刘兴华 编著

果品保鲜贮藏

GUOPINBAOXIANZHUCANG



陕西科学技术出版社

果品保鲜贮藏

陈锦屏 刘兴华 编著

陕西科学技术出

责任编辑 郭一博

果品保鲜贮藏

陈锦屏 刘兴华 编著

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 安康印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 5.125印张 108千字

1986年8月第1版 1986年8月第1次印刷

印数: 1—5,700

统一书号: 16202·134 定价: 0.97元

前 言

果品生产和果品贮藏事业是世界各国农业生产的重要组成部分。果品被誉为国防、医疗、劳保、旅游等方面的营养食品，随着生产的发展和人民生活水平的提高，它将日益显示出重要的作用。

我国果树资源丰富，果品品质优良。作为果树生产组成部分的果品贮藏事业，早在一千多年前，北魏《齐民要术》中就有记载。我国北方冰窖贮藏果品，五百年前就有应用。埋藏、堆藏、窑窖藏都是长期以来简便易行、有一定效果的贮藏方式。解放后，党和政府重视果树生产和果品贮藏工作，1951年提出进行果品商品化生产。各地依靠土冷库、通风库、土窑洞等不同形式贮藏了大量的果品。塑料薄膜和硅胶在果品贮藏中得到了广泛地应用。我国各地科研人员对果实采后生理和果品贮藏理论进行了不少的研究，并取得了成绩，解决了一些问题。所有这些，都为我国由果品进口国变为出口国做出了贡献。

为了普及果品贮藏理论和技术，促进果品贮藏保鲜工作，我们在调查总结陕西省果品贮藏工作的基础上，参考了有关文献资料，编写了本书。书中主要介绍了果品贮藏的原理；贮藏场所的设计；贮藏方式，如冷库贮藏、气调贮藏、涂料贮藏等；苹果、柑橘、葡萄、柿子、桃、板栗的贮藏环境条件，管理技术要领，贮藏病害的防治及其应注意的一些

问题。可供城乡果品购销、加工、贮藏管理人员和果树生产、教学、科研人员参考。

本书的编写，得到了西北农学院孙云蔚教授、路广明教授、陕西省农牧厅杨子文同志的支持，王正义、邝吉勇等同志参加了果品贮藏的调查和资料收集工作，在此谨致谢意。

因水平所限，书中不足之处，诚望读者批评指正。

编 者

1985年4月

目 录

一、果实的色、香、味·····	(1)
(一)果实色、香、味的成分及特性·····	(1)
(二)果实色、香、味的成分在果实成熟过程中 的变化·····	(15)
(三)影响果实色、香、味的因素·····	(25)
二、果品贮藏的基本原理·····	(27)
(一)果实采收后的呼吸作用·····	(27)
(二)果实水分蒸发与果品贮藏的关系·····	(42)
(三)低温和冻结对果品贮藏的影响·····	(45)
(四)植物激素对果品贮藏的作用·····	(48)
三、果品的贮藏场所·····	(54)
(一)贮藏场所设置的基本知识·····	(54)
(二)果品的贮藏场所·····	(59)
四、苹果贮藏·····	(92)
(一)影响苹果贮藏的因素·····	(92)
(二)苹果的贮藏方式和技术·····	(103)
(三)贮藏中常见的病害·····	(106)
五、柑橘贮藏·····	(115)
(一)影响柑橘贮藏的因素·····	(115)
(二)柑橘的贮藏方式和技术·····	(118)
(三)贮藏中常见的病害·····	(120)

六、葡萄贮藏	(123)
七、柿子贮藏	(127)
八、桃贮藏	(130)
九、板栗贮藏	(132)
十、果实理化指标的测定与仪器的使用	(136)
(一) 果实含水量的测定	(136)
(二) 果实含酸量的测定	(137)
(三) 果实含糖量的测定	(138)
(四) 果实维生素C含量的测定	(140)
(五) 果实单宁含量的测定	(142)
(六) 果实乙醇含量的测定	(144)
(七) 果实乙醛含量的测定	(146)
(八) 果实呼吸强度的测定	(148)
(九) 贮藏环境中氧气和二氧化碳含量的测定	(150)
(十) 果实汁液冰点的测定	(153)
(十一) 手持糖量计的使用方法	(154)
(十二) 果实硬度计的使用方法	(154)

一、果实的色、香、味

(一) 果实色、香、味的成分及特性

果实含有多种化学物质，在果实生长发育的过程中，这些物质互相影响，互相促进，从而形成了一定的色泽和风味。

1. 果实的颜色 不同的果实具有不同的颜色。色泽是鉴定果实品质的重要因素，也是估测果实成熟度的标志之一。成熟了的果实，颜色可分两种：一种是底色，即黄色或白色；另一种为面色，常为深浅不同的红到紫色，不同的果实呈现出不同的颜色，是由于所含色素种类和数量上的差异，以及它们之间的相互影响。果实中所含的色素主要有以下几种：

(1) 叶绿素：果实未成熟时呈现的青绿色是叶绿素色，它是由细胞内存在的叶绿素甲($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$)和叶绿素乙($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$)构成的，叶绿素甲本身呈蓝绿色，叶绿素乙本身呈黄绿色，它们在植物体中约以3:1的比值存在。植物的绿色愈深，叶绿素甲的含量比例愈大。叶绿素不溶于水，在氧及阳光下极易遭受破坏而失去绿色，在正常生长情况下，由于叶绿素的合成作用大于分解作用，因此在感官上不易辨认出色泽上的差异。在成熟过程中，叶绿素分解，绿色减退而显出黄色。收获后的果实，叶绿素的合成作用基本消失，在氧和阳光的作用下，叶绿素遭到破坏，

本身所具备的绿色随着破坏程度的减退或消失。

(2) 花青素苷：是果实呈现红色、紫色的化学物质。花青素苷属于糖苷类，溶解于水，呈溶液态存在于苹果、桃、杏、樱桃、李等果实的果皮和紫葡萄、草莓的果肉中。

花青素苷水解后，生成糖苷和花青素。在果实中存在的花青素苷种类很多，目前研究较为清楚的有葡萄苷、黑樱苷、草莓苷等数种。

果实呈现出由红至深蓝等不同颜色，是由花青素苷的特性所决定，因为花青素苷属于锌盐类物质，在酸性中呈现红色；又由于它具有酚羟基，也能与碱作用生成盐类而表现蓝色；在中性中则形成钠盐表现为紫色。因此花青素苷的颜色常因pH的影响而发生变化。如草莓中的花青素苷在草莓中为红色，而在紫丁香中又呈紫色。

(3) 胡萝卜素：胡萝卜素($C_{40}H_{56}$)为橙黄色。桃、杏、柑橘的黄色及橙黄色即是，枣的颜色也是类似的色素。胡萝卜素是不饱和的碳氢化合物，不溶于水，但可溶于各种有机溶剂。胡萝卜素是维生素A的主要给源，因此有维生素A元之称。

胡萝卜素的氧化衍生物有叶黄素和番椒黄素等色素。叶黄素($C_{40}H_{56}O_2$)与胡萝卜素、叶绿素结合存在于植物的绿色部分。只有在叶绿素分解后，才能呈现出黄色。苹果成熟时底色变黄，显示出叶黄颜色。番椒黄素($C_{40}H_{56}O_4$)也呈黄色，是黄色辣椒中的主要色素。

茄红素($C_{40}H_{56}$)是胡萝卜素的同分异构体，是番茄、西瓜呈现红色的色素。

(4) 黄酮类：广泛存在于植物界，它们以游离或与

各种糖结合成糖苷的形式存在于细胞液中，呈白色或黄色，在碱性溶液中呈深黄色。柑橘类果实果皮所显现的黄色和白色葡萄、洋葱显现的白色，都是黄素酮类物质的颜色。

2. 果实的芳香 果实具有的各种芳香物质，不仅构成果实的香气，增进果实的品质，而且能刺激食欲，有助人体对其他营养成分的吸收。芳香物质系油状的挥发性物质，所以称挥发油，又由于含量极少，也有精油之称。

芳香物质的化学成分比较复杂，主要是醇、醛、酯类。仁果类、核果类中的芳香物质主要是各种醇与有机酸在酯化作用下产生的各种酯类。柑橘类果实的芳香物质主要是柠檬醛，含柠檬香味，还含有辛醛、壬醛、癸醛等，但含量极低。此外，果实中还含有芳香族化合物的芳酚、芳醇、芳醛等。桃、杏、李等果实，特别是杏仁，含有一种苦杏仁苷，水解后生成苯甲醛，具杏仁特有的芳香，苯甲醛继续氧化后产生苯甲酸，具有杀菌作用。

果实中除核果类在种子中含有较多的芳香物质外，其余均存在于果皮中，柑橘类的油胞中含量可达果皮的2—3%。果肉中芳香物质含量极低。

3. 果实的风味 果实具有甜味、酸味、涩味、苦味，质地细致酥脆，或粗糙软绵，这些风味、品质的差异决定于各种化学物质的种类和含量，也关系到果实的耐藏性。

(1) 水分：果实含有大量的水分，如草莓、葡萄等含水量可达90%以上；苹果、梨、杏、桃含水量在80—85%之间；山楂、香蕉等含水量在65—75%之间；干果中含水较少。果实含有丰富的水分显得新鲜饱满，许多营养物质溶于水能被人体吸收。但由于含水很多，又含大量营养物质，也

易被微生物侵染而腐烂败坏，同时容易萎蔫，不易贮藏运输。

除去水分（98—100℃下烘干），余下物质叫做干物质，干物质中的大部分在水中是可以溶解的，称为水溶性物质，或称可溶性固形物，如糖、有机酸、可溶性果胶、丹宁、一部分色素及维生素等。糖在可溶性物质中占大部分。干物质中另一部分在水中不溶解，称为不溶性物质，如淀粉、纤维素、原果胶等。

（2）糖：是果实甜味的来源，糖的含量对果实的风味、品质及营养价值的影响很大。糖是影响果实贮藏的重要物质，也是人体获得热量的来源之一。果实的糖很容易被人吸收，因此，水果是很好的滋补品。糖供给果实本身进行呼吸作用，维持各种生命活动，用来合成淀粉、纤维素。在贮藏过程中，我们把糖称为呼吸基质。

糖可溶于水，存在于果实细胞的液胞之中。果实一般含糖量在6—20%左右。糖是水果干物质的主要部分，约占干物质的60—70%。

果实中的糖主要有三种：葡萄糖、果糖、蔗糖。葡萄糖在果实组织中是由淀粉直接分解形成。果糖是由葡萄糖形成的。这两种糖都是单糖，具有还原性，故称还原糖。蔗糖是果实组织中的淀粉在酶的作用下产生的，它由一分子葡萄糖和一分子果糖组成，故称双糖。

三种糖的甜味不同，以果糖最甜，蔗糖次之，葡萄糖最次，其甜度为：果糖173，蔗糖100，葡萄糖74。所以果实中甜度的高低不只取决于糖分含量的多少，还应该决定于含糖的种类。

各种果实含糖的种类不同。仁果类以果糖为主，核果类及柑橘类以蔗糖为主，浆果类含有等量的葡萄糖和果糖，而蔗糖特别少。柿子主要含果糖。几种主要果实的含糖量见表1。

果实中还含有半乳糖（为多种糖苷的成分或以多缩物形态存在），戊糖（多缩戊糖）以及与糖密切有关的糖醇（甘露醇、山梨醇）等。苹果，梨，桃，李，樱桃等果实中含有山梨醇。柿，凤梨等果实中含有甘露醇，这两种糖醇都是结晶物质，有甜味。

表1 几种主要果实的含糖量（%）

果实种类	果 糖	葡 萄 糖	蔗 糖
苹 果	6.5—11.8	2.5—5.5	1—5.3
梨	6—9.7	1—3.7	0.4—2.6
桃	3.9—4.4	4—6.9	4.8—10.7
杏	0.1—3.4	0.1—3.4	2.8—10
李	1—7	1.5—5.2	1.5—9.2
葡 萄	7.2	7.2	0—1.5
草 莓	1.6—3.8	1.8—3.1	0—1.1
柿	3.61	3.61	6.3
桔	1.48	0.16	4.53

（3）有机酸：果实中含有各种有机酸，因而具有酸味，它对果实品质，特别是风味影响很大。

果实酸味的强弱首先不决定于酸的总含量，而决定于它的酸碱度（pH）的高低，即氢离子离解度的大小，如浓度同是0.1N，盐酸的氢离子有91%离解，而醋酸的氢离子只有

1.3% 离解，所以盐酸的酸味要比醋酸大70倍之多。其次，果实酸味的强弱还决定于含酸种类，酒石酸较苹果酸的酸性强，苹果酸又较柠檬酸的酸性强。果实酸味对果实及其加工品的风味有着密切的关系。影响果实风味的主要因素是含糖量与含酸量，含糖量比含酸量简称糖酸比，比值愈大，则愈甜；反之则愈酸。即使某果实含糖量高，但其糖酸比低，果实仍表现酸味；虽某果实含糖量不高，但糖酸比高，食用时仍感到甜。糖酸比与风味的关系见表2。

表2 糖酸比与风味的关系

含糖量(%)	含酸量(%)	糖 酸 比	味
10	0.20	50	甜
10	0.30	33	酸 甜
10	0.40	25	甜 酸
10	0.60	17	酸

果实含酸量对微生物的活动亦有重要的影响，含酸高的果实，可以降低微生物对热的抵抗力。

各种有机酸在果实组织中是以游离或盐式状态存在。其含量因种和品种不同而异，即使是同一品种的不同成熟期，或同一果实的不同部位，含量亦有差异，一般是近果皮的果肉含酸量较高，而中部和近核处的果肉中含酸量低。

果实中的主要有机酸有三种：苹果酸（ $\text{COOH-CH(OH)-CH}_2\text{COOH}$ ），仁果类主要含苹果酸。柠檬酸〔 $\text{CO(OH)-COH(CH}_2\text{COOH)}_2$ 〕，存在于柑橘类果实中，亦称枸橼酸，含量可达6~8%。酒石酸（ $\text{COOH-CHOH-CHOH-COOH}$ ）

存在于葡萄中，亦称葡萄糖酸。以上三种酸统称为果酸。此外，果实中还含有少量的草酸、苯甲酸和水杨酸。当分析果实中酸的含量时，以果实所含主要有机酸种类为计算标准。各种果实中有机酸的种类及含量见表3。

表3 各种果实中有机酸的种类及含量

名 称	总酸量 (%)	柠檬酸 (%)	苹果酸 (%)	草 酸 (毫克/ 公斤)	水杨酸 (%)	pH
苹 果	0.2— 0.16	+	+	痕 迹		2.5—5
梨	0.1— 0.5	0.24	0.12	30		3.2—4.8
杏	0.2— 2.6	0.1	1.3	140		3.2—4.4
桃	0.2— 1.6	0.2	0.5	痕 迹		3.2—5.0
李	0.4— 3.5	+	0.36— 2.9	60—120	0.029	2.8—4.1
甜樱桃	0.3— 3.8	0.1	0.5			2.2—4.1
葡 萄	0.3— 2.1		0.22— 0.92	80	0.21—0.74 酒石酸	2.5—4.0
草 莓	1.3— 3.0	0.9	0.1	100—600	0.28	3—3.5

(4) 单宁：果实的涩味是由于单宁的存在，单宁含量愈多，则涩味愈强，如涩柿；在果实或其加工品中含单宁适

当时，则具有清凉风味，如花红、橄榄。单宁的含量与果实的成熟度也有密切的关系，未成熟的果实，单宁的含量远远多于成熟的果实，不但涩味极强，而且切开后变色也快。果实中含的单宁属于缩合型单宁，为多元酚类物质，以儿茶素为代表，所以极易氧化。单宁是水溶性的，故可尝到涩味；而当它与其他化学物质结合凝固变成不溶性时，则感觉不到涩味。

柿子是含单宁最多的果实，含量一般在0.5—2.0%左右。在柿果肉的单宁细胞中，单宁呈水溶状态，所以感到很涩。主要果实的单宁含量见表4。

表 4 主要果实的单宁含量

果实种类	单 宁 含 量 (%)		
	最 大 量	最 小 量	平 均 量
苹果 (栽培)	0.270	0.025	0.100
苹果 (野生)	0.340	0.230	0.250
梨	0.170	0.015	0.032
李	0.200	0.065	0.127
桃	0.220	0.063	0.100
杏	0.100	0.063	0.074
樱 桃	0.151	0.053	0.098

(5) 淀粉和纤维素：淀粉在果实中含量很少，未熟青果中较多，香蕉含量为4.69%，晚熟种苹果含量为1—1.5%，板栗含淀粉可达16—40%，在成熟及贮藏时，果肉细胞中磷酸化酶和 α -淀粉酶活性猛增，把大分子的淀粉水解成葡萄

糖，使果实味变甜。因此，果实中淀粉含量虽不多，但在组织中的变化可以影响果实品质。

淀粉不溶于冷水，比重在1.5~1.6之间，在冷水中易沉淀。淀粉遇碘呈蓝色，故常把碘或碘酒加在果肉上，以测定果实中淀粉的含量，鉴定果实的成熟度。

纤维素是构成果实细胞壁的主要成分，质地坚硬。所以含纤维素多的果实质粗。纤维素很少单独存在，通常与半纤维素一起构成细胞壁，纤维素也常与木质、角质、栓质、果胶等结合成复合纤维素。这种复合纤维素对果实起保护作用，如果实的表皮细胞均含有角质纤维素，因此对果实的耐藏性有一定的影响，许多梨中的硬细胞就是木质纤维素所组成的厚壁细胞，形态似砂粒，食时感觉坚硬、粗糙，影响食用品质。也有些果实如洋梨，它随着果实的后熟在本身酶的作用下，石细胞纤维的木质还原后，质地随之变软而适于食用。人体不能消化纤维素，但纤维素可促进肠的蠕动和刺激肠腺的分泌，以维持正常的消化能力。

纤维素是与淀粉很近似的多糖类，不溶于水，在稀酸作用下难水解，但在纤维素分解酶或浓酸和长时间加热下才分解为葡萄糖。

果实中纤维素含量一般在0.2~4.1%之间（以粗纤维计算），其中桃含量为4.1%，柿3.1%，苹果1.28%，梨为2.58%。

淀粉、纤维素和糖总称为碳水化合物。

（6）果胶物质：果胶物质是影响果实质地软、硬或绵的重要因素。

果胶的结构为半乳糖醛酸的长链，其中部分羧基被甲醇

酯化，常被甲氧基（ $-O-CH_3$ ）代替，因此，果胶是含有甲氧基的多半乳糖醛酸，在果胶中的甲氧基含量愈高，它的凝冻能力愈大。这一特性，在果品加工中制造果冻、果糕和果酱时被利用。

果胶物质有三种状态，即原果胶、果胶（可溶性果胶）与果胶酸。

原果胶：是果胶与纤维素的结合物，不溶于水，存在于果实细胞壁，而主要是初生壁和中胶层。它有很稠的粘结作用，把细胞相互粘得很紧。幼果、青果主要含原果胶，所以果实很硬。原果胶在一定条件下分解成果胶和纤维素。

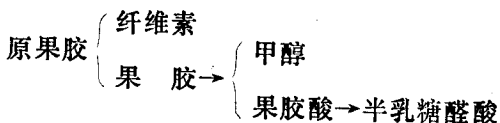
果胶：可溶于水，原果胶分解后产生果胶，溶解于水，就失去了粘结作用，因而果实成熟时，果胶含量增多，果实变软。果胶不溶于酒精，当果汁加入酒精时，即产生絮状的沉淀。

果胶酸：果胶分解后产生果胶酸，其分子较果胶小得多，稍溶于水。

果实在贮藏中的发绵现象，系因果胶物质遭到分解所致。霉菌和细菌都能分泌出分解果胶物质的酶，破坏果实的组织，造成腐烂。

果实中果胶含量最多的是山楂，可达6.4%，其次是柑橘，含量为1.2%，苹果1.0%左右。

果胶物质的变化可表示如下：



（7）糖苷：糖苷是糖与醇、醛、酚或单宁等构成的酯型