

果蔬保鲜与冷冻干燥技术

· 余善鸣 白 杰 马国庆 编著

黑龙江科学技术出版社
中国·哈尔滨

第一章 果蔬的化学成分

果蔬由多种化学物质组成,这些物质是维持人体正常生理机能,保持人体健康不可缺少的营养物质。但是,这些物质在水果、蔬菜收获之后,不断地发生变化,影响水果、蔬菜的色、香、味及营养价值。因此,掌握果蔬的化学成分及性质,使其在运输、贮藏和加工中变化最小,以保持水果、蔬菜最高的商品价值。

第一节 水分

一、果蔬的水分含量

水分是果蔬的主要成分之一,同时也是决定水果、蔬菜性质和耐藏性的重要因素。研究果蔬在冷冻过程以及贮藏中的质量变化,是以研究水分的性质和状态变化为基础的。因此,了解果蔬中水分含量及其存在的性质和状态,对研究果蔬的保藏性和冷藏工艺具有重要的意义。

果蔬中所含的水分数量以种类不同而有明显的差别,不同种类的水分含量如表 1-1 所示。从表中可以看出,最高的为 98%,最低的也有 67%。可以说水分含量占果蔬成分含量的第一位。一般新鲜的果蔬水分减少 5% 以上,就会失去鲜

嫩的程度和食用价值,而且由于水分的减少,果蔬中酶的活性增强,加强了果蔬的化学反应速度,使营养物质减少,果蔬的耐藏性和抗病性减弱,常常引起品质的劣变,使贮藏期明显缩短。因此,如何防止果蔬在整个贮藏过程中水分的损失,是果蔬保藏中研究的重要内容。

表 1-1 果蔬中的水分含量(占可食部分的%)

食品名称	水分	食品名称	水分
一、鲜果类		四、叶菜类	
苹果	84	大白菜	94
柚	84	油菜	92
梨	86	菠菜	93
橘	87	洋白菜	93
桃	88		
二、鲜豆类		五、瓜及茄类	
毛豆	70	冬瓜	97
青扁豆荚	89	黄瓜	96
三、根茎类		南瓜	98
榨菜	74	番茄	73
甜薯	67	茄子	87
马铃薯	79		
洋葱头	88		

二、果蔬中水分存在的状态

果蔬中水分存在的形式有自由水和结合水两种。自由水

又叫游离水,存在于果蔬的细胞内外,经压榨或切断可以和细胞分离,又与胶体物质相结合。它具有一般水的性质,其中常溶有糖、酸和无机盐等可溶性物质。

结合水又称束缚水,由于其具有极性,它与果蔬的离子或极性基互相吸引而结合,这种结合就是所谓的水化作用。

第二节 矿物质

果蔬中矿物质的含量不多,一般在1.2%左右。用燃烧法可以测定食品中矿物质的含量,因此,矿物质又称之为灰分或无机盐。果蔬中有十多种矿物质,最主要的元素有钙、钾、铁、镁、磷、硫、硅、氯等。这些元素有的以硫酸盐、磷酸盐、硅酸盐、硼酸盐和有机酸盐的状态存在,有的则和果胶质等有机物质结合在一起。这些矿物质的80%是钠、钾、钙等金属元素,其中磷酸和硫酸等非金属只不过占20%,因此,果蔬为碱性食品。

果蔬中的矿物质能够构成人体的某些组织,人体缺乏矿物质就会发生各种疾病。钙和磷是构成骨骼和牙齿的主要成分,当食品中缺乏钙质,就会引起骨骼病症;铁是人体血红蛋白的成分,是人类所需的最重要的微量元素。人体铁的含量摄取不足,将会得缺铁性贫血症。从食品中吸收的铁取决于铁的形式。硫酸亚铁、肌红蛋白的铁容易被人体吸收,而纯铁微粒则最难吸收。菠菜中含有草酸,这种化学物质能与饮食中的部分铁相结合而使其无法吸收,因此,菠菜不应吃得太多。含铁最多的水果、蔬菜是芹菜、毛豆、苹果等食品。碘是智力发育的重要元素,人体缺碘将产生碘缺乏症。胎儿、婴幼儿在脑发育过程中受到碘缺乏的危害时,将产生痴呆症。

海带中含丰富的碘($24\,000\mu\text{g}/\text{kg}$),育妇除食碘盐外,应常食海带等含碘丰富的天然食品。

果蔬能调节人体的生理过程。谷类和肉类中的磷、硫含量较多,会在人体内形成磷酸、硫酸而呈现酸性,因而被称之为酸性食品。而果蔬为碱性食品。人们为保持身体生理机能的平衡,在食用肉、谷物等酸性食品的同时,应适当食用碱性食品——果蔬,这对人体的健康是非常重要的。钾和钠能够调整血压,而氯是构成胃液中盐酸的成分之一。

第三节 维生素

人体要维持正常的发育,仅仅从食物中摄取足够数量的脂肪、糖类、蛋白质及矿物质等必需的营养物质是不够的,还必须摄取维生素。虽然人体对维生素的需要量极少,而且维生素不能供给有机体热能和构成组织,但是,维生素能够调节有机体的新陈代谢。如果体内少维生素,人就会产生各种疾病。了解维生素的种类、性质、功用以及它们都存在于哪些果蔬当中,对研究果蔬的营养价值和贮藏是十分非常重要的。

维生素一般分为脂溶性维生素和水溶性维生素两大类。脂溶性维生素主要有维生素 A、D、E、K 等;水溶性维生素有维生素 B、C 等。

一、维生素 A(抗干眼病维生素)

在植物体中没有维生素 A,但维生素 A 以 β -胡萝卜素的形式存在于有色果蔬之中。胡萝卜、西红柿、南瓜、菠菜、柑橘、柿子、枇杷等果蔬中都含有胡萝卜素。胡萝卜素进入人体后可以转变为维生素 A。

人体缺乏维生素 A 常患夜盲症及其他眼病,严重者则引起失明。第一次世界大战时,丹麦人用黄油换取英国的军火,结果孩子吃不到黄油(黄油中含维生素 A),有许多孩子失明。成人维生素 A 每日推荐为 4 000~5 000 国际单位,如果超过每日推荐量的 10 倍,便会出现食欲缺乏、头疼、视觉模糊、头发脱落等症状,严重者皮肤发黄、骨头发脆,最后损害肝脏而死亡。我国在解放前和三年自然灾害时,由于食用过量的胡萝卜而丧生的例子时有发生。

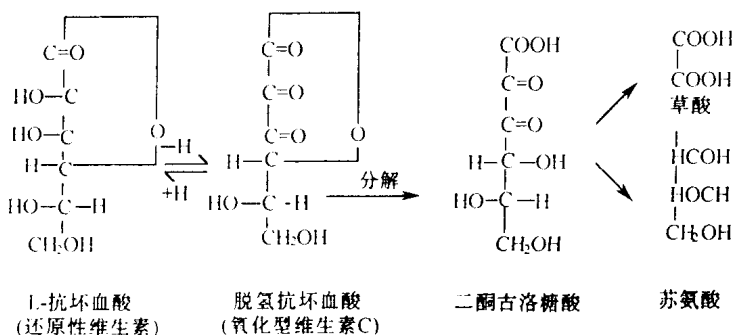
在果蔬贮藏中,温度对胡萝卜素的影响不大,但干燥却会破坏一部分胡萝卜素。

二、维生素 C(抗坏血酸)

由于维生素 C 具有防治人体坏血病的作用,也称抗坏血酸。它参与人体的新陈代谢作用,能促进各种酶的活性,加强人体对蛋白质的利用率,具有软化血管,保护心脏的作用。维生素 C 缺乏的早期症状是全身无力、口腔损害、牙龈出血,还可能造成牙齿脱落。长期缺乏维生素 C 可引起惊厥,并降低人体对传染病的抵抗力,严重者造成死亡。

维生素 C 成人每日需要量为 45 毫克,若每天摄取量低于 10 毫克时就会发生坏血病。另外,人的机体中贮存的维生素 C 在 20 天内会消耗一半,如果人们每天食用的食品中不含维生素 C,一个月以后便会出现早期的坏血病状。

维生素 C 易溶于水,呈酸味。维生素 C 有还原型和氧化型两种,氧化型抗坏血酸的效力是还原型的 1/2。氧化型进一步氧化,生成二酮古洛糖酸,最后分解成苏氨酸和草酸。反应式如下:



以上反应在抗坏血酸酶的作用下,氧化为脱氢抗坏血酸。脱氢抗坏血酸可以还原为 L-抗坏血酸,然而,脱氢抗坏血酸并不稳定,进一步氧化生成草酸和苏氨酸,而且这个过程又是不可逆的。若酶的含量愈多,活性愈大,则水果、蔬菜在贮藏加工过程中,维生素 C 的保存量则愈小。

温度对抗坏血酸的氧化影响很大,一般在 60℃ 以下随着温度的降低氧化速度减慢;60℃ 以上氧化速度停止增加;在 90~95℃ 时氧化速度显著降低,这主要是在高温下氧化酶受到抑制和破坏的缘故。在蔬菜速冻的加工中,烫漂时要求水煮沸之后再投入蔬菜,这是因为沸水能破坏氧化酶类,不至使维生素 C 氧化。在冷水中蔬菜逐渐加热,当通过 90℃ 以下的温度时间过长时,维生素 C 的破坏就愈严重。为了更好地保存果蔬的维生素 C,冷冻贮藏比常温贮藏要好;冻结干燥比热力干燥要好。

另外,维生素 C 的分解速度还受 pH 值、金属离子及紫外线等的影响。它在酸性条件下比较稳定,在中性或碱性介质中反应快。重金属盐类的离子 Cu^{++} Ag^{++} Fe^{++} 等少量存在时

能促进氧化过程,正因为如此,加工水果、蔬菜的工具和设备要求尽可能使用不锈钢制作。维生素 C 对紫外光不稳定,因此,不宜将水果、蔬菜放在有阳光的地方。

维生素 C 广泛存在于果蔬中,水果中的枣、山楂、猕猴桃、柑橘、番石榴等都含有丰富的维生素 C。柑橘的维生素 C 大部分是还原型的,因此营养价值较高,而苹果、柿子里氧化型较多。蔬菜中的辣椒、豆芽、花椰菜、雪里蕻、西红柿等也含有较多的维生素 C,其中辣椒里最多。叶菜类、根菜类维生素 C 含量较低。新鲜的马铃薯也是人体维生素 C 的极好来源,一个中等大小的烤马铃薯含有 20 毫克维生素 C,几乎为每日推荐量的一半。

果蔬在 0℃ 以上贮藏时,还原型维生素 C 逐渐减少,而氧化型逐渐增加,这种变化到贮藏末期更为明显。

三、维生素 B₁ (硫胺素)

维生素 B₁ 也叫硫胺素或抗脚气病维生素。维生素 B₁ 为无色晶体,易溶于水,在碱性溶液中最容易被热破坏。

饮食中缺乏维生素 B₁ 引起脚气病,这种病使肌肉萎缩,产生多发性神经炎;成年患者会四肢瘫痪,少年患者生长受阻。

维生素 B₁ 在植物中分布极广,主要存在于种子的胚、皮等部位,因此,精制的面粉、大米维生素 B₁ 损失较多。

四、维生素 B₂ (核黄素)

维生素 B₂ 是一种橘黄色针状晶体,相当耐热,但极易被阳光破坏。它具有促进机体细胞的氧化作用,能预防口角炎、

角膜炎等,严重缺乏者,眼里会长出白内障,引起皮肤病、贫血病及未老先衰症。

凡有维生素 B_1 的食物中都含有维生素 B_2 , 主要分布在蔬菜、黄豆、花生中。

五、维生素 P

维生素 P 具有调节毛细血管透性的功能,预防血管性紫斑病和溢血症,但维生素 P 的预防作用,需要有维生素 C 的存在。

维生素 P 在柑橘中分布很广,尤其在果皮中更高。

第四节 碳水化合物

碳水化合物是食品三大营养物质之一(另两种是蛋白质及脂肪),是果蔬的主要成分,占植物干重的 50%~80%。

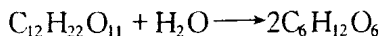
一、糖类

果蔬中所含的糖主要有葡萄糖、果糖、蔗糖。果蔬种类不同,上述三种糖的含量差别也很大。番茄中主要含葡萄糖,果糖次之,蔗糖很少;胡萝卜中主要为蔗糖;西瓜为果糖,甘蓝为葡萄糖;柑橘蔗糖较多。

葡萄糖和果糖都是单糖,两者分子式相同($C_6H_{12}O_6$),但结构式不同。果糖常与葡萄糖共同存在于植物体中,甜味是葡萄糖的 2 倍多。葡萄糖在果实、种子、茎叶及根等所有各个部位都存在,特别是在葡萄中含量为 20% 左右。葡萄糖容易被人体吸收利用,成为能量的源泉。

蔗糖是由两个分子的单糖组成的,故称双糖。蔗糖水解

之后可产生两个分子的单糖(果糖和葡萄糖):

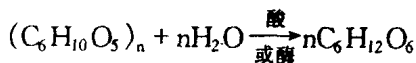


蔗糖广泛地分布于果蔬之中,特别是在甘蔗和甜菜中含量最高,甘蔗中含 12%~18%,甜菜含 16%~18%。

糖是果蔬呼吸时所消耗的主要物质,又是微生物的营养物质,正因为如此,新鲜果蔬在常温下不易贮藏。

二、淀粉

淀粉是由许多单糖组成的,故称为多糖。淀粉与稀酸共热或在淀粉酶的作用下,能分解成葡萄糖。



淀粉

葡萄糖

淀粉在植物体内可转化为糖,糖也可转化为淀粉,贮藏温度对淀粉和糖的转化影响很大。如青豌豆采收后贮存在高温下,两天后糖转化为淀粉。因此,在加工速冻甜玉米、速冻豆类过程中,采收后应注意马上加工。如果不能马上加工的,应放在低温下贮藏。

淀粉广泛存在于植物中,谷物和薯类中含量最高。马铃薯中含 14%~25%。果蔬的成熟度不同,其淀粉含量也不同。如未成熟的香蕉淀粉达 25%左右,成熟时仅为 1%左右。为了多保存淀粉,香蕉应在未成熟时采摘贮藏,销售时再催熟处理。

三、纤维素和半纤维素

纤维素和半纤维素是由葡萄糖组成的多糖类,是植物细胞壁的主要成分。水果中纤维素含量为 0.2%~4.1%,半纤

纤维素含量为 0.7%~2.7%,蔬菜中纤维素含量为 0.3%~2.3%,半纤维素含量为 0.2%~3.1%。

纤维素和半纤维素不能被人体直接吸收,但可促进肠道蠕动,帮助消化。果蔬中纤维素和半纤维素的含量越高,品质越差,但是,其贮藏性强。

四、果胶物质

果蔬中的果胶物质分为原果胶、果胶和果胶酸三种。果胶是构成细胞的重要物质,起着将细胞粘在一起的作用。

(一)原果胶

原果胶存在于未成熟的水果、蔬菜的细胞壁中,不溶于水,质地较硬,水解后生成果胶。它与纤维素和半纤维素结合在一起,因此也称之为果胶纤维。

(二)果胶

果胶存在于果蔬细胞内的汁液中,溶于水,与细胞汁一起呈溶液状态。

(三)果胶酸

果胶酸是羧基完全游离的聚半乳糖醛酸苷链,不溶于水。果胶酸可与碱土金属结合成为不溶于水的盐类,使果蔬的硬度增加。利用这一性质,在加工速冻蔬菜、水果及其罐头时,常添加一定量的钙盐,产生果胶酸钙,使加工后的制品不发皮、不软而具有一定的脆度。

果胶物质在果蔬的贮藏过程中,可以互相转化,这种变化是伴随着成熟度而进行的。未成熟的水果、蔬菜细胞间和细胞壁含有大量的原果胶,几乎不存在果胶,因而组织坚硬。成熟时的原果胶经过水解,与纤维素分离成为溶于水的果胶,并渗入细胞液内,果实组织为软而有弹性。因此对具有后熟能

力的水果、蔬菜一般应在成熟之前的适当时期去收获,然后再放入冷藏库内加以贮藏。

第五节 有机酸

果蔬中含有多种有机酸,主要有苹果酸、柠檬酸和酒石酸,此外还含有少量的草酸、苯甲酸和水杨酸等。这些酸以游离或酸式盐类的状态存在于果蔬的组织中。

有机酸的含量和有机酸的种类因果蔬的品种、成熟度、部位的不同而有所差别。如在苹果、梨、桃、杏、樱桃和莴苣、番茄中苹果酸含量较多;柑橘中柠檬酸含量较高;葡萄中以酒石酸为主,故也称葡萄糖酸;菠菜、竹笋中草酸较多。一般水果、蔬菜在未成熟时有机酸含量较高,在生长发育过程中,有机酸的种类和含量发生变化。

有机酸不仅直接影响果蔬的风味和品质,而且能调节人体内酸、碱的平衡。但是,如果菠菜、苋菜、竹笋等食量过多,蔬菜中的草酸会刺激和腐蚀粘膜,破坏代谢作用,影响人体对钙的吸收。

有机酸和葡萄糖一样,是果蔬呼吸时所消耗的基质之一,呼吸时有机酸将转化为 CO_2 和 H_2O ,与葡萄糖的氧化过程相同。若贮藏的温度降低,这种氧化过程的速度便会减慢,因此,冷藏果蔬是一种较好的方法。

第六节 含氮物质

果蔬的含氮物质主要是蛋白质和氨基酸。蔬菜的含氮物质比水果高得多,一般在0.6%~9%,豆类中的蛋白质高

达 13.6% 左右,而水果一般含量为 0.2%~1.2%。

蛋白质是生命的基础,没有蛋白质就没有生命。多吃水果、蔬菜,可以提高人体对肉、蛋中蛋白质的消化率。

含氮物质的存在和变化,对加工产品的质量发生很大影响。如在加工冷冻马铃薯产品时,去皮后容易黑变,这就是马铃薯中的酪氨酸,在酶的作用下进行氧化的结果。若去皮后切块,放在一定量的食盐水中即可防止黑色物质的产生。又如在罐头生产中,含氮物质的食品经高温长时间的杀菌后,蛋白质分解为硫化氢,硫化氢和铁罐中的金属发生作用,产生硫化物,使罐头的内内容物变色,即一般称之为硫化斑。

第七节 芳香物质

果蔬各自都具有不同的香味和特殊的气味,这是由它们自身所含的芳香物质所决定的。芳香物质是油状的挥发性物质,故又称挥发油或精油。然而有些植物的芳香物质不是以挥发油的状态存在,而是以糖苷和氨基酸状态存在。如芥子油具有特殊的辣味和香味,但它是黑芥子苷存在于十字花科的蔬菜中,黑芥子苷本身具有苦味,而水解后生成芥子油,苦味便可消失,出现香味。

芳香物质在果蔬中一般含量极少,但因品种、部位和成熟度不同其含量各有不同。如在柑橘的果皮和果汁中都有芳香物质,而果皮中的芳香物质高达 1.5%~2.5%。

芳香物质不仅使果蔬具有本品种应有的香味和一定的气味,而且可刺激人的食欲,帮助食物的消化和吸收。大多数芳香物质都具有杀菌作用,有利于果蔬的贮藏。

温度对芳香物质的挥发和分解影响很大,高温贮藏的果

蔬其挥发和分解的速度加快,因此,在低温条件下贮藏有利芳香物质的保存。冻结干燥(低温升华)的蔬菜一般都具有本品种应有的风味,而热力干燥(加热蒸发)的蔬菜风味、质地都比较差。

第八节 色素

植物的色素成分复杂,种类繁多,分布极广,主要有列三种。

一、叶绿素

叶绿素使果蔬呈现绿色的色素,它是由叶绿素 a($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$)和叶绿素 b($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$)构成,a 呈青绿色,b 呈黄绿色。

叶绿素是一种不稳定的物质,不溶于水,在酸性条件下,分子中的镁被氢取代,生成暗绿色至绿褐色的脱镁叶绿素。在碱性条件下,叶绿素生成叶绿酸等,叶绿酸为绿色,若与铜或铁反应则成为铜代叶绿酸(绿色)或铁代叶绿酸(绿色),这种绿色很稳定。蔬菜在高温短时间烫漂时,绿色显得更深,若长时间烫煮,则成为褐色的脱镁叶绿素,因此,速冻蔬菜在加工时不应低温长时间烫漂。

二、类胡萝卜素

黄桃、杏、西红柿的胡萝卜等呈现橙黄色,都是由类胡萝卜素引起的,它是脂溶性色素,主要由胡萝卜素(维生素 A 原)、番茄红素及叶黄素组成。

类胡萝卜素和叶绿素在叶绿体中一般同时存在,随着果

实的成熟,类胡萝卜素增加,叶绿素则有所减少。温度对这类色素的形成是一个重要条件,若贮藏果蔬的温度过低或过高,那么类胡萝卜素就难以形成。如绿色番茄贮藏温度过低,那么番茄就失去后熟能力,不能变红。

三、花色素

花色素以花色素苷的形态存在于植物体内,溶于细胞液中。它使果实和花呈现红、蓝、紫等各种颜色。花色素苷经酸或酶的水解后,可产生花色素和糖。

花色素苷 → 花色素 + 糖

(糖苷) (有色)

花色素一般可分为花葵素系、花青素系和花翠素系三个群。其种类和分布如表 1-2 所示。

表 1-2 花色素苷的种类和分布

花色素	花色素苷的种类	分布
花葵素系	花葵素苷 翠菊苷 蔷薇花青苷	石榴 草莓 野生草莓
花青素系	黑樱苷 紫苑苷 原花苷 葛苳花青苷	樱桃 桃子、黑豆、桑果、李子 白子鱼紫苏
花翠素系	茄子花青苷 紫苏胺	茄子 白子鱼紫苏

花色素苷在植物体中出现,温度对其影响显著,一般低温下增多,高温下出现少。然而花青素加热可使其分解破坏,例如草莓、茄子、樱桃等煮后,色泽减退,变暗以至完全消失。

光线对花色素苷的形成有促进作用,但是,在加工贮藏时,光线中使其分解,使之成为褐色等。因此,果蔬菜应在低温和遮光条件下贮藏。

花色素与金属离子反应生成盐类,因此加工时不应使用铁、铜、锡制成的器具,而应使用铝或不锈钢制成的工具。

第九节 糖苷

糖苷是单糖分子与非糖物质相结合的化合物,在植物体中普遍存在,并影响水果、蔬菜的色、香、味。因此,糖苷也是食品工业中香料和调味料的原料之一。然而,有的糖苷则具有剧毒。糖苷一般有苦杏仁苷、黑芥子苷、橘皮苷和茄碱苷等。

苦杏仁苷在酶或热的作用下,生成葡萄糖、苯甲醛和氢氰酸。由于氢氰酸具有剧毒,因此在食用含有苦杏仁苷的果实种子时,需要加以处理。

茄碱苷又名龙葵苷,存在于马铃薯块茎、番茄和茄子中。茄碱苷是一种有毒的生物碱,对红血球有强烈的溶解作用。茄碱苷在马铃薯中的含量为0.002%~0.01%,主要分布在皮、芽眼和受光而发绿的部位。若食用茄碱苷达到0.02%,就会引起中毒,因此,食用马铃薯时应去掉皮、芽眼和发绿的部分。马铃薯贮藏时应放在低温和无光处。

第十节 鞣质

鞣质又称单宁,具有收敛性涩味。鞣质广泛存在于水果中,但蔬菜中较少。

鞣质对果蔬原料和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。

果蔬去皮或切开后,在空气中会产生褐变。即由鞣质所引起的。要防止其变色,应从果蔬中鞣质的含量、酶的活性和氧气的供给量三方面进行考虑。如果用热水烫漂便可破坏酶的活性;如果去皮后放在盐水中,即可抑制酶的活性,又可减少氧的供给,获得良好的护色效果。

鞣质遇铁等金属离子也会发生变色,由此可见,加工工具对制品的质量影响很大。

鞣质易溶于水,并有涩味,未成熟的水果大多是涩的,柿子尤其明显。涩味是由于鞣质处于可溶性状态时与嘴里粘膜的蛋白质结合而产生的,若将可溶性鞣质变成不溶性鞣质,那么人们就感觉不出涩味。

一般将失去涩味的过程称之为脱涩。有的果蔬经过冻结贮藏,即可脱涩。如将柿子冻结至 $-20\sim-30^{\circ}\text{C}$,并冻藏15天或80天(早熟品种需15天,晚熟品种需80天),涩味可以消失,改变了柿子的风味。

第十一节 酶

酶是生物催化剂,存在于所有果蔬的细胞中,一切的生物化学作用都必须在酶的参与下才能进行。