

怎样防止水果褐变

在水果贮存及解冻过程中，人们往往会发现褐变现象。这种现象是由于植物组织的坏死所致，同时也取决于水果中酚的含量。由于大气中含有氧气，致使一些化学成份（绿原酸、咖啡酸）发生氧化，并在聚合之后，形成醌的生物使颜色变褐，这是氧化酚酶促反应的结果。

“贝尔维尔”（Bellvue）冷却站工程师菲利蓬（J·Philpon）认为，根据氧化酚酶在反应中所起的作用，可以采取各种方法防止褐变的发生。他认为可以将这些方法归为三大类：其一，对其有加速化学反应的酶加以破坏或抑制它的活性；其二，尽量避免氧分子与贮存产品接触；其三，通过遗传学途径，使产品不含氧化变色物质。

抑制酶的活性

苹果、桃、蘑菇以及其它许多种水果、蔬菜迅速褐变的主要原因，是酶在化学反应中所起的催化作用及其使化学反应加快几千倍的作用。然而酸对高温以及许多化合物如二氧化硫、有机酸、无机酸、氧化钠等都很敏感。

热处理或热烫处理，无疑是抑制酶活性最简单，最直接的方法。关于能够抑制多酚氧化酶酚化合物，法国食品工业中准予使用的有二氧化硫、抗坏血酸、氧化钠、柠檬酸、苹果酸。

二氧化硫

这种抑制酚活性的化合物，价格不贵，效力高，在许可使用剂量内不产生有害作用，至今仍被广泛使用。但如果用量过大，水果将会出现怪味，有时，还会引起酸水解，使平均粘度降低（这将造成水果硬度下降）。为弥补这一缺点，建议在含有二氧化硫的溶液中添加适

量的氯化钙（0.5~1%），在工业应用中，尽管亚硫酸氢钠的反应速度较慢，人们却越来越多地用它而不用其他的含硫气体；因为亚硫酸氢钠使用方便，同时还可以减少怪味，处理之后，工业部门还在尽力排除产品中的气体。蒸煮可以排出水果中大部分原有气体，这种方法通常用于做果酱的冷冻水果。

美国的大量苹果都是进行冷冻，奥尔巴尼西部地区实验室主张将水果的切片放在含有0.20~0.25%的二氧化硫溶液中浸泡一分钟。当使用浓度偏低的溶液时，浸泡时间要相应延长。

抗坏血酸

抗坏血酸除本身的维生素性能外，还具有很强的还原能力。几乎在所有的植物器官中，抗坏血酸的含量都比较多。抗坏血酸可使C-醌合之前就被还原，从而防止水果褐变。多酚C-醌的氧化时间很长，直至抗坏血酸在介质中全部氧化为止。在抗坏血酸氧化中起催化剂作用的酶，在处理过程中会逐渐失活。研究结果表明，为了避免褐变，每公斤水果需要的抗坏血酸量为：桃330克，意大利李子770克，苹果（切成两半）650克。

抗坏血酸用于液体食品，如果汁由于可混合得很均匀时，其作用最为明显。水果本身可以透进氧分子，而抗坏血酸渗透果内的速度很慢，因此，很难避免水果内部褐变，随着氧分子在组织内部扩散，氧化程度加深，冷冻时，抗坏血酸主要用于易产生酶促褐变的水果，以加强抗氧化处理的作用。可将抗坏血酸混合在糖浆中，使冷冻桃和杏不被氧化，用于杏时抗坏血酸用量占糖浆重量的0.1%，用于桃需0.2%。此外生理实验室对已摘收的植物器官

的研究表明,解冻前未经抗氧化处理的杏和桃,采用抗坏血酸,可防止解冻时出现褐变。J·菲利蓬指出,“为此可以将水果含有0.1%抗坏血酸的常温水中浸泡3~6个小时”。

氯化钠

氯化钠(食盐)可以防止微生物的大量繁殖,破坏有机过氧化物,在食品工业中被广泛使用也可以推迟过氧化物造成水果的褐变。

不过,根据 Ponfing和Joslyn的看法,起码要用20%的氯化钠,才能安全抑制水果提取物中的活性,这样大的用量,必然会引起出现怪味,法国很少用食盐作为水果的抗氧化剂。但美国有些工业采用低浓度盐溶液,短期保护用于冷冻的苹果。

氧化剂的作用时间仅限于水果去皮,切片和去籽的部分溶液的浓度为1%~3%或再高一些。

水果从盐水中取出后,应马上进行抗氧化处理(糖浆浸泡,蒸气热烫)和冷冻。

柠檬酸为苹果酸

高碱或高酸介质(pH高于10或低于2.5)可以构成多酚氧化酶的蛋白变性,并很快失活。多酚氧化酶对酸很敏感。在食品工业中,人们主要使用水果中的天然酸,如柠檬酸和苹果酸。通过离子交换柱从果汁中分离出苹果酸混入果酱以破坏酶的作用之后,在交换柱再生中进行回收,并可以再重复使用。在水果糖浆工业中,有时可通过碱处理,并用柠檬酸中和剥皮桃子中残留的微量的碱。

水果热处理后,需马上进入冷水池进行冷却,为了加强抗氧化处理的作用,可以在水中添加1%的柠檬酸。

排除气起氧

水果贮存及解冻过程中出现的酶褐变,只能在有氧分子的条件下产生;所以,冷冻水果必须避免接触空气。为了达到这一目的,工业部门采用了水果涂裹糖浆及密封包装的方法(这两种方法可以结合使用)。

涂裹糖浆的方法,是将水果浸到涂裹液中,以防水果氧化。这种液体可以是浓度适中

的糖浆,也可以用水果纤维质壁分离物和糖的混合液。

糖可以促进水果的天然味道,糖浆却会冲淡香味。用干的糖可以避免这种不足。

但是用50°白利糖度的糖浆加25%的干糖,对“Cambridge”、“Favourite”和“Sange Gigeha”品种的草莓进行对比试验的结果表明,添加干糖处理的缺点超过了它的优点。因干糖不但会严重破坏水果的硬度,而且还破坏了水果的外观。当渗出的汁液聚集在包装的底部时,只能保护一部分水果,另外这样形成的液体浓度太高,在一般贮存温度下只能使水果部分冷冻。

在美国,易褐变的水果,都是采用涂裹糖浆的方式销售的。糖浆的浓度一般根据品种的不同而变化。梨、李子、樱桃为30~40°白利糖度;苹果、油桃、香蕉为40~50°;草莓、杏、桃为40~60°。

但是我们知道,单独使用糖浆对易褐变的水果进行保护是不够的。添加少量抗氧化剂,如抗坏血酸或柠檬酸,就可加强糖浆的保护作用。

包装

包装质量的好坏,直接影响到冷冻水果抗氧化的能力(见图1)。J·菲利蓬的试验结果表明,杏、桃切片在-20°C的温度和纯氮气条件下冷藏8个月后,没有发现褐变现象。需要说明,这些水果没有进行抗氧化予处理,并且在试验的第二个月当中,还出现过局部解冻情况,而在空气中贮存的对照样,随着温度的

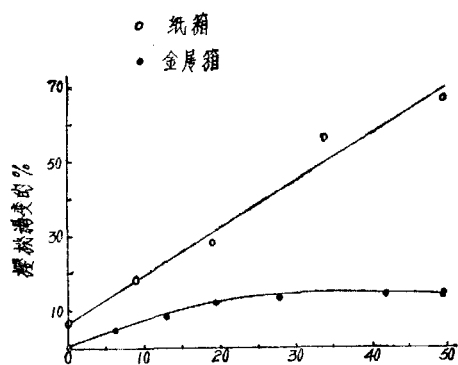


图2 包装类型对尖核樱桃褐变速度的影响

在亚洲，香蕉是整串存放直到出售为止。气温高和交通的不便使运输成为一个难题。一些开始成熟的果实释放的乙烯气体会催熟整串香蕉。果实一经变软就容易受到机械损伤。因此，消费者买到的香蕉质量就很差。冷藏是一种解决办法，但常因成本昂贵而无法采用。

Kevin Scott 发明了一种新的比较经济的贮藏或运输整串香蕉的方法。把整串香蕉放在约 0.04mm 厚的聚乙烯长筒中，二端扎紧形成一个封闭系统，使果实处于一种改变的气体成分中。即使在 25~30°C 高温中，这种措施也明显推迟了成熟过程，可使整串香蕉保持青绿 1 周左右。如果需要作长期贮藏，可在密封袋中加入用浓高锰酸钾渗透的稳定载体（如蛭石、焦炭、浮石）来进一步推迟香蕉成熟。KMnO₄ 能吸收掉乙烯，否则累积的乙烯会催熟果实。贮藏期间要定期检

查，一旦发现有任何香蕉开始变软，应马上停止贮藏，不然果实虽然仍旧保持青绿，但果肉会变质。

第 20 届国际园艺大会上，Scott 论述了他的贮藏整串香蕉的方法。他处理的香蕉在 20°C 下贮藏了 50 天，而未处理的对照在同样条件下贮藏已经成熟和腐烂并处于完全解体状态。

Scott 认为，除了适用于东南亚地区外，这种方法也适合于从新南威尔士香蕉产区购买整串香蕉的人在路途中使用。只要把长筒顶端扎紧处放松一些，就能较长期提供成熟的香蕉。若把几只苹果放到塑料袋中为成熟过程提供乙烯气体，可使香蕉很快成熟。

不用冷藏法 的 整串香蕉 贮藏

钟仲贤译自《The Agricultural Gazette of Nsw》Vol. 90, No. 5, October 1979.)

回升，变得不能食用了。

选择合适的原料

许多水果都可以直接进行冷冻，而无需进行保护处理，如黑茶藨子、茶藨子、覆盆子、欧洲越桔等。这些水果的颜色深，天然酸度较高，并含有大量维生素乙，不易发生褐变，冷冻效果也很好。而其它水果，如不进行抗氧化处理，很快发生褐变，解冻时会出现怪味，这种情况主要出现在酚含量较高，抗坏血酸含量较低的仁果（苹果、梨）和大部分核果（杏、桃、李子等）中。

水果含酚的多少，取决于成熟阶段以及自然环境的各种因素，如土壤的性质，气温、降雨量等。这种特点也可以说是每个品种的遗传性所决定的，因此，J·菲利蓬指出，改良品

种的专家对选育不易褐变的新品种核果倾注极大的热情。

当前，确实有许多可以预防酶褐变的方法，然而没有一种是在植物技术上，实际应用和经济效果上都十全十美的。特别是冷冻前进行预处理，不但会降低生产率，而且还提高了成品的成本。所以，研究人员正在努力研究水果在冷冻前无需预处理或至少是分开进行抗氧化处理的方法。

惰性气体或还原性气体对冷冻核果贮藏效果的研究工作取得鼓舞人心的结果，在不远的将来，人们也许会找到解决这个问题有效方法。

龚新忠译自法文《食品》杂志
1981年第10期