

技 术 简 报

第 03 期

国家苹果产业技术体系

2015 年 1 月 5 日

苹果贮藏期慎防 CO₂ 伤害

贮藏与加工研究室 任小林 周会玲 弋顺超 田 蓉

当前我国苹果贮藏主要以冷藏为主，但各地贮藏方式和管理技术不尽相同，因此贮藏质量差异很大。部分冷库由于库内堆码过密、通风换气不合理或贮藏包装内衬膜过厚造成库内或包装内部CO₂积累，导致果肉褐变，果实风味发生变化，严重影响了苹果的食用品质和商品性，造成严重的经济损失。



苹果CO₂伤害有果实外部伤害和内部伤害两种。外部伤害发生在贮藏前期，病变组织界限分明，呈黄褐色，下陷起皱（图1 苹果表皮二氧化碳伤害）。内部伤害多发生在贮藏中后期，危害较为严重，起初果肉果心局部组织出现褐色小

斑块，随后病变部分果肉组织失水呈浅褐色空腔（图2 苹果果肉二氧

化碳伤害)，果肉风味变淡，伴有轻微发酵味或苦味；病变也可能扩展到果皮，果皮上出现褐斑，直至果皮全部褐变，并出现皱褶。二者的相同之处是受害果实硬度偏高，坏死组织仍有弹性。



CO₂伤害的直接原因是高浓度CO₂抑制了琥珀酸脱氢酶的活性，干扰有机酸代谢，积累乙醇、乙醛有害等物质，引起果肉褐变，果实品质下降。苹果贮藏过程中，随着呼吸作用的进行，果实内部氧气浓度逐渐减小，CO₂浓度逐渐增加，如果不及时通风换气，就会造成果实内部CO₂积累。对于简易气调贮藏来说，虽然初始袋内CO₂浓度控制在2%以下，但由于管理不当或包装材料透气性差等原因，导致包装袋内CO₂可能会达到2%以上，这样就会造成CO₂胁迫。苹果CO₂伤害的程度与品种、采收期、贮藏温湿度有关。红富士苹果对CO₂十分敏感，库内堆码密集、通风不良、贮藏包装内衬薄膜过厚均会导致CO₂伤害，且随着果实成熟度的增大，伤害现象有加重趋势；低温条件下，果实对CO₂敏感性增加。防止CO₂伤害要做到以下几方面：

一、不同品种的差异

果肉致密的品种，如红富士、粉红女士、蜜脆等，由于果肉内部CO₂扩散能力差，细胞间隙CO₂积累高，因此对CO₂更为敏感，一般不超过2%。而秦冠、金冠、红星等品种耐高CO₂，即使在8%CO₂环境中贮藏2~3周也无伤害。

二、严格控制采收期

苹果对 CO₂ 的敏感性随着果实成熟度增大而提高，随着贮藏期的延长而降低。因此应该适期采收，避免早采或采收过晚。就其采收期和 CO₂ 伤害部位而言，早采果的 CO₂ 伤害多见于表皮，而晚采果则多表现为内部损伤。采收期可以根据从盛花期至果实成熟的发育天数来确定，一般嘎拉为 110 天，津轻 120 天，金冠系 140~150 天，新红星 155 天，乔纳金系 150~160 天，秦冠 170~175 天，富士系 175~180 天，澳洲青苹 180~185 天。

三、控制贮藏温度

常温比冷藏下更容易发生 CO₂ 伤害现象，原因在于温度过高，呼吸加快，果实内部积累过量 CO₂，加重苹果 CO₂ 伤害。但温度过低，CO₂ 在细胞液中溶解度增大，也会加重 CO₂ 伤害。苹果冷藏适宜温度为 0℃ ± 0.5℃，气调结合冰温贮藏能有效减少苹果 CO₂ 伤害的发生率，故气调贮藏的适宜温度比冷藏略高 0.5℃ ~ 1.0℃。

四、适宜的气体指标

苹果气调贮藏可获得最佳的保鲜效果，但富士苹果对 CO₂ 比较敏感，贮藏中应严格控制 CO₂ 浓度。CO₂ 伤害受 O₂ 浓度的制约，当 CO₂ 浓度一定时，降低 O₂ 浓度（O₂ < 2%），加剧苹果的 CO₂ 伤害。当 CO₂ 浓度为 2% 时，O₂ 浓度降到 5% 以下会加剧富士苹果对 CO₂ 的敏感性，引起 CO₂ 伤害。一般苹果气调贮藏推荐条件为：富士系：CO₂ 小于 0.5%，O₂ 1.5~2.0%；嘎拉系：CO₂ 1.0~2.0%，O₂ 1.5~2.0%；元帅系：CO₂ 1.0~2.0%，O₂ 2.0~4.0%；金冠系：CO₂ 1.5~3.0%，O₂ 1.0~3.0%；澳洲青萍：CO₂ 1.0%，O₂ 1.5%。

采用薄膜包装进行简易气调贮藏时，控制袋内 O_2 浓度维持在 12 ~ 15% 比较好。苹果采后贮藏前几周，更容易引起高 CO_2 伤害现象。因此，对 CO_2 敏感品种(富士、粉红女士、蜜脆)，气调贮藏环境中 CO_2 要求控制在 2% 以下。

五、贮藏期间通风换气

一般说来，短期贮藏而且环境中二氧化碳浓度较低，及时通风换气一般不会出现二氧化碳伤害，只有长期贮藏且二氧化碳浓度高于该品种的忍受阈值，才会出现 CO_2 伤害现象，因此，要经常检测库内、袋内气体浓度，防止气体浓度超过阈值。

晚熟苹果入库时间一般为10月上旬 ~ 11月上旬，此时环境温度仍然较高，果实入库时带进热量较多，致使库内温度偏高，果实呼吸强度增大，库内 CO_2 浓度上升很快。因此，苹果刚入库时，要求每隔一周测定库内 CO_2 浓度，根据测定结果及时通风换气。贮藏的中、后期，库体温度一般稳定在 $0^{\circ}C$ 左右，果实呼吸强度降低，库内 CO_2 浓度上升较慢，这时可以每隔 10 ~ 15 天检测库内 CO_2 浓度，一旦发现库内 CO_2 超过 2%，就要进行通风换气。通风换气应在库内外温差最小时段进行，每次 1h 左右。

六、选择适宜的包装薄膜

包装薄膜的透气性直接影响袋内 CO_2 水平。采用塑料薄膜袋贮藏苹果时，一定要注意选择适宜的保鲜袋，并注意管理，以防止袋内 CO_2 积累过多而造成伤害。目前生产上苹果贮藏包装薄膜比较混乱，既有聚乙烯 (PE)，也有聚氯乙烯 (PVC) 袋，厚度从 0.02mm ~ 0.04mm

不等。一般来说，PVC保鲜膜表面极性分子多，能透析排除有害代谢产物如醇、醛、乙烯等，且具有较高的CO₂透过率，因此PVC袋的厚度不能超过0.06mm。而PE袋的透气性差，最大厚度不能超过0.04mm。同时，根据不同品种对CO₂的耐受程度、装果量、薄膜的透气性能选择适宜的包装薄膜，特别是对二氧化碳高透性苹果专用保鲜袋。

报送：农业部科技教育司、农业部种植业管理司

发送：各苹果主产省农业厅、各功能研究岗位专家、综合试验站站长
首席科学家办公室成员

国家苹果产业技术体系首席科学家办公室

2015年1月7日印发
