

ICS 67.040
X 08
备案号: 22440—2008



中华人民共和国国内贸易行业标准

SB/T 10447—2007/ISO 6949:1988

水果和蔬菜 气调贮藏原则与技术

Fruits and vegetables—Principles and techniques of the controlled atmosphere
method of storage

(ISO 6949:1988, IDT)

2007-12-28 发布

2008-05-01 实施



中华人民共和国商务部 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 气调贮藏的种类	1
3 气体调节方法	1
4 气调贮藏库	2
5 温度和气体调节	4
6 气体成分的保持	6
7 贮藏过程中的检查	6
8 贮藏末期的操作	6

前 言

本标准等同采用国际标准化组织(ISO)标准 ISO 6949:1988《水果和蔬菜 气调贮藏原则与技术》(英文版),其技术内容和文本结构与 ISO 6949:1988 一致。

本标准与 ISO 6949 相比,主要有如下编辑性修改:

- 删去 ISO 标准前言;
- 用“本标准”代替“本国际标准”;
- 删去 5.2.3 中的“注”字,将其中的内容纳入到 5.2.3 的条文中;
- 删去资料性附录 A;
- 对标点符号进行了删改。

本标准由中国商业联合会提出。

本标准由中华人民共和国商务部归口。

本标准起草单位:中国蔬菜流通协会、中国人民大学环境学院。

本标准主要起草人:宫占平、李江华、张蓓蓓、朱蓉。

引 言

延长水果和蔬菜的保存期并减少损失与产品自身的新陈代谢速率、病原微生物和病害的产生速率密切相关。采用冷藏的方法并控制空气的相对湿度,会使呼吸和蒸腾作用的速率降低,同时减少部分病害的发生。而采用气调贮藏法贮藏水果和蔬菜会获得更好的效果。气调贮藏法就是将温度和湿度保持在一个最佳值上,再调整贮藏库内的气体组成。气调贮藏法是把温度、湿度和气体组成三大因素的作用结合起来综合控制,大大减少产品的新陈代谢活力。对于呼吸跃变型水果和蔬菜(如苹果、梨、香蕉和番茄),还会推迟呼吸高峰的到来。

低氧和高二氧化碳的环境会降低乙烯的作用,因此会推迟产品的后熟并保持产品的营养价值和良好的外观,延长保存期。除此之外,氧气含量的减少和二氧化碳含量的增加还会抑制病原微生物、延缓或阻止生理病害的发生。

水果和蔬菜 气调贮藏原则与技术

1 范围

本标准规定了水果和蔬菜的气调贮藏原则与技术。

本标准适用于各种水果和蔬菜(尤其是苹果、梨和香蕉)。气调贮藏具体应用到每种产品时,除了保持最佳的温度和相对湿度,氧气含量也低于正常水平的 21%(体积分数),气体的分压也会降低。

气调贮藏时氧气的含量不能低于 1.5%(体积分数),因为在缺氧状态下,水果和蔬菜会进行无氧呼吸,产生发酵作用,果实表面也会褐变。

二氧化碳含量的增加会导致二氧化碳含量过高 8%~10%(体积分数),引发各种生理病害(二氧化碳伤害),从而导致产品质量的下降和重量的减少。

2 气调贮藏的种类

在实际操作中,气调贮藏可分为以下两类。

2.1 第一类

气体组成中氧气的含量略微降低 18%~11%(体积分数),并相应地增加二氧化碳的含量 3%~10%(体积分数),氧气和二氧化碳的含量之和为 21%。

例如:8%(体积分数)CO₂;13%(体积分数)O₂;79%(体积分数)N₂。

这种气调贮藏方法称为改变气体贮藏(也称自发气调),是通过产品自身的呼吸作用增加二氧化碳的含量,因此不作为首选方法。要降低二氧化碳的含量只能通过与外界的通风换气来实现,而此时氧气的含量也会随之增加。

苹果可采用这类气调贮藏法进行贮藏。这类气调贮藏法也适用于热带水果(如香蕉)的短期贮藏。

2.2 第二类

气体组成中:

——氧气的含量为 2%~4%(体积分数)[平均 3%(体积分数)],二氧化碳的含量为 3%~5%(体积分数);或者

——氧气的含量显著降低至 1%~2%(体积分数),二氧化碳的含量为 1%~2%(体积分数)。

在上述气体组成中,氧气和二氧化碳的含量之和应低于 21%(体积分数)。

例如:3%(体积分数)CO₂;3%(体积分数)O₂;94%(体积分数)N₂。

这类气调贮藏法需要借助专用设备。

这类气调贮藏法是最常用的。总的说来,气体的组成需根据产品种类的不同进行调节变化,在调节气体时应考虑的因素有:

- 氧气充足或缺氧时产品对二氧化碳的敏感性;
- 成熟度;
- 贮藏时间。

3 气体调节方法

装有特殊装置的密闭贮藏室可以获得气调贮藏所需要的气体成分组成,经过特殊设计的贮藏容器也可使其中的氧气和二氧化碳含量达到指定的组成。

以硅橡胶膜制成的硅胶窗可以粘嵌到贮藏包装袋或贮藏室。

气调贮藏产品所需要的氧气和二氧化碳的含量可通过专用装配的贮藏室以及适当设备的安装和使

用来实现。

对于一些具体的产品(如金冠苹果),可采用短时间的高二氧化碳处理。

4 气调贮藏库

4.1 容量

气调贮藏库一般可容纳几百吨至上千吨的产品。

4.2 气密性

气调贮藏库应有良好的气密性,以确保库内理想的气体组成保持不变。在实际操作中,气调贮藏库不可能达到完全密闭,室内外气体的交换是不可避免的。但应保证气调贮藏库的气密性能够实现对室内氧气和二氧化碳含量的控制。

应掌握气调贮藏库的最大允许气体渗透率,要有行之有效的方法来检验气调贮藏库是否能满足这一条件(进入库内的氧气直接计入渗透率)。

4.2.1 最小气密性

理论上进入气调贮藏库的氧气量应小于库内产品呼吸消耗的氧气量。

可接受的进入气调贮藏库的氧气量要根据贮藏产品的种类、温度、混和气体的要求以及控制混合气体的相关设备而确定(例如氧气吸收器或充气袋)。

实际操作中进入气调贮藏库的氧气量是由于扩散和对流产生的,扩散是由气体的不同浓度造成的,对流是由气体的不同压力造成的。

需要注意的是应消除因对流作用而导致的气体交换。在贮藏过程中,气调贮藏库应该是在产品最低的贮藏温度条件下发挥作用,如第二类气调贮藏方法中的苹果就是在 0℃。因此这个条件下限定的气密性标准在其他条件下也应适用。

4.2.2 建造

气调贮藏库是通过在贮藏库的四壁、地板和天花板覆上铝制、预制钢制、聚酯树脂、环氧树脂或加有强化玻璃纤维的聚酰胺树脂的保护层而获得。保护层的厚度取决于外界温度、贮藏时间以及成本。

把夹心板加盖在金属框架上的建造方法是更先进的、技术上较好的解决方法,可同时达到隔热和密闭的效果。夹心板的表层是金属板、木板或塑料板,中间是聚亚胺酯层,外部为聚酯树脂层(总厚度应达到 10 cm 左右)。

气调贮藏库为混凝土墙,再加上夹心板的使用,使得气密层会阻隔水分的蒸发。为了使维修更为容易,气密层只覆在墙内壁,例如在出现裂缝时的维修。为了保证气密性,也可使用塑料——树脂涂料、树脂、沥青防潮纸等。通常气密性材料应具有以下特性:

- 具有气密性;
- 不散发气味;
- 抗微生物和防潮;
- 易于安装和维修;
- 抗机械损伤;
- 防火;
- 气调贮藏库内的温度、湿度及压力发生变化时仍能保持其原有的性质不变。

当进入库内的氧气与库内贮藏产品消耗的氧气量的比值近乎不变时,即可认为此时的气密性较为合适。

当发生以下情况时,则有必要改进气调贮藏库的气密性:

- 贮藏的温度较低;
- 气调贮藏库只部分装有产品;
- 装有呼吸率特别低的产品。

气调贮藏库的密闭性可通过边缘覆有橡胶的隔热门、滑动密闭门或其他密闭设施来实现。

门通过门闩或其他封闭系统来固定,以使门的边缘与墙壁上的金属框相贴合,从而形成密封。门上可装有舷窗以观察室内情况,并有小门供进出气调贮藏库。

在高于产品的位置设置观察窗是十分必要的,它可用来观察产品、蒸发器和冷却设备。

在气调贮藏库的入口或其他需要的地方应标有低氧气含量的警告标志。

4.3 压力均衡

风扇、冷却设备、气体控制设备以及气调贮藏库外部气压的波动都会造成库内外的压差。气调贮藏库内气压的突然降低会导致四壁和天花板上的气密层与墙体脱离,从而破坏气密性。因此气调贮藏库内的压力下降不应超过 9.8 Pa (1 mm 水柱)。为避免压力的大幅度波动,当气调贮藏库内的温度达到规定值后,库门应完全密封。

在气调贮藏库内安装气压阀也可以保持压力的均衡。气压阀由适当直径的管道组成,这些管道使气调贮藏库的内外连通,外部的管道是弯曲的,并伸入装有水或防冻液的容器内约 4 mm。例如一个贮藏量为 2 000 m³ 的气调贮藏库,应装两个直径为 15 cm 的气压阀。

虹吸类型的气压阀能确保压力的均衡。当气调贮藏库外压力较低时,库内的混合气体泄出,但不改变室内气体的组成;当气调贮藏库外压力较高时,外部的气体会流入库内,直到内外部压力达到平衡,但会改变室内气体的组成。

当气调贮藏库内贮藏的产品较少时,为了避免压力的波动,可使用大塑料袋(气调包装袋)来包装,袋内的气体量应占整个库内流动气体体积的 5%~7%(或以占贮藏库体积的比例计算)。袋子可通过直径较大的管道与气调贮藏库相连,并随着压力的升高而膨胀,随着压力的降低而收缩,以此达到调节气体压力的目的。

袋子会占用较大的空间,并可能老化,成为气体泄漏的原因。

用于制冷、气体取样、调节气体组成及保护电路等的管道,需穿过气调贮藏库的墙壁,应注意密封。

4.4 气密性检验

在气调贮藏库第一次使用以及每年贮藏之前,都要进行气密性测试,以发现可能存在的裂缝。

4.4.1 和 4.4.2 可用于检验气调贮藏库的气密性。

4.4.1 根据压力变化的对流检验法

对流检验法在温度恒定,风扇不工作的空置气调贮藏库中进行。

关闭气调贮藏库的密封门,用独立的空气泵或是安装在调节气体组分设备中的空气泵将库内压力升至 147 Pa~245 Pa (15 mm 水柱~25 mm 水柱),记录达到此压力所需的时间。

通过达到规定压力所需的时间来衡量气调贮藏库的气密性是非常好、较好或不足。

此方法的另一种测试方法是测量从升高的压力恢复至原压力所需要的最短时间。因气调贮藏库的大小和贮藏产品的种类及多少不同,所需要的时间可在 10 min~70 min 之间。

还可测量从升高的压力恢复至原压力一半时所需要的时间。通常在合适的恒定温度下,恢复压力的时间在 10 min~20 min 之间的气调贮藏库是合格的且可以使用的。

在实际操作中检验气密性的方法是在测量 30 min 后,气调贮藏库内的压力与 98.1 Pa (10 mm 水柱)的原始压力相比的升高值。

可根据测试结果对气调贮藏库的气密性作以下分类:

- 非常好[压力升高了 33.3 Pa (3.4 mm 水柱)];
- 较好[压力升高了 9.8 Pa~33.3 Pa (1 mm 水柱~3.4 mm 水柱)];
- 不足[压力升高值低于 9.8 Pa (1 mm 水柱)]。

如果气调贮藏库采用的是充气袋,而且充气袋能通过阀门的调节而关闭的话,也可用对流法来检验气密性。

4.4.2 根据二氧化碳扩散的扩散检验法(气调贮藏库经预冷处理)

对于那些不适宜用对流法检验气密性的气调贮藏库,可采用本方法检验。通常是气调贮藏库内的二氧化碳浓度已知,然后确定库内二氧化碳和氧气水平的连续变化。

例如,气调贮藏库内的二氧化碳含量为15%(体积分数)、氧气含量为6%(体积分数),在24 h内,风扇开启的条件下,如果二氧化碳含量的下降不超过1%(体积分数),氧气含量的上升不超过0.25%(体积分数),则该气调贮藏库的气密性是合格的。

4.5 漏气检验

应采取以下步骤测量气调贮藏库的漏气情况。

库门密闭,风扇停止工作,将气调贮藏库内的压力升高或降低98.1 Pa(10 mm水柱),通过在库内或库外观察以下现象来确定漏气的位置:

- 是否有烟沿着某个特定的方向流动;
- 是否有气体流入或流出气调贮藏库并伴有声音;
- 将肥皂水刷在可疑区域,检查是否有气泡产生;
- 将点燃的蜡烛放在可疑区域,观察是否有空气流过并有拉长蜡烛的火焰。

4.6 修复

气密性不能满足需要的气调贮藏库,在贮藏产品之前应进行修复。

在漏气的区域,用硅胶或聚亚胺酯材料进行修补。

更换覆在墙体上的保护层(钢、铝等)以修复漏气现象。当用聚酯树脂做隔离层时,将它与玻璃纤维网粘黏在一起使用,并在最上面覆上2~3层的树脂。

修复工作完成之后,再次检测气调贮藏库的气密性。

5 温度和气体调节

5.1 温度调节

产品收获后应立即进行预冷处理。

气调贮藏库的最大容量取决于装货时间和冷却速率。

5.2 气体调节

温度调整好以后应进行气体调节。

可根据气调设备(如燃烧式降氧机、脱除器、气调发生器、分析仪等)的不同选择不同的气体调节方法。

5.2.1 氧气含量调节

气调贮藏库内氧气的含量[21%(体积分数)]可能会因产品的呼吸作用或库内气调装置的使用而降低。

5.2.1.1 呼吸作用降低氧气含量

在呼吸过程中产品消耗氧气释放出二氧化碳、水以及热量,此时氧气含量的减少量由贮藏产品的呼吸速率、库容量、贮藏产品的多少等因素决定。装有300 t苹果的气调贮藏库大约20 d,氧气含量会降至2%~3%(体积分数)。在贮藏期间不应开启库门,否则需要较长时间恢复到原来的氧气含量,同时也会使库内的气体组成发生变化,给贮藏的产品带来不良的影响。

5.2.1.2 使用燃烧式降氧机降低氧气含量

燃烧式降氧机可在2 d~3 d内把氧气含量降至2%~4%(体积分数)。燃烧式降氧机通过燃烧碳氢化合物或将氧气和离解氨气(NH_3)所产生的氢气生成水来消耗氧气(氧气含量的减少需要2 d或3 d)。

燃烧碳氢化合物消耗氧气的过程按以下反应进行: $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

燃烧在较高的温度下进行,反应后富含二氧化碳的气体冷却后进入二氧化碳吸收器或直接输入到气调贮藏库中。

燃烧式降氧机是在封闭或开放循环中工作。库内气体或库外气体通过被加热催化,消耗氧气后,用泵将二氧化碳送回到气调贮藏库中。

在实际操作中有不同类型的燃烧式降氧机可供选择。

5.2.2 二氧化碳含量调节

贮藏过程中,产品的呼吸作用会使库内的二氧化碳含量上升,为使二氧化碳含量保持在最佳水平,可使用不同种类的仪器,如“吸收器”或“脱除器”等来降低二氧化碳的含量。

仪器的工作原理是二氧化碳的物理吸附或化学吸收。

5.2.2.1 物理吸附

活性炭、沸石等可作为吸附剂,其有效性取决于它的特性、毛细管作用、多孔结构和活化的方法。

吸收器的工作过程分为以下两个阶段:

- 吸附:将气调贮藏库的气体导入吸收器,部分二氧化碳会被装在吸收器内的吸附剂吸附,吸附后的气体又被重新送回到气调贮藏库;
- 再生:将一种气体导入吸附有二氧化碳的吸附剂,这种气体可吸收二氧化碳,并将二氧化碳带出吸收器。

这两个阶段的工作时间是经过充分设计安排的,从一个阶段到另一阶段的转换由时间继电器控制。一些沸石吸收器含有分子筛。

5.2.2.2 化学吸收

多种化学物质(碳酸钾、氢氧化钠、乙醇胺、氢氧化钙等)都可用于去除二氧化碳,但它们的准确性和有效性有限。

化学吸收分以下几种:

- (单、双、三)乙醇胺脱除器:这个过程中二氧化碳的吸收既有化学反应又有物理吸附,得到碳酸盐和碳酸氢盐溶液,加热该溶液就可释放出二氧化碳,完成再生的过程;
- 碳酸钾脱除器:其工作原理是生成二氧化碳反应的可逆性。向第一个隔间通入气体,气体中的二氧化碳被吸收,生成碳酸氢钾,然后碳酸氢钾在另一隔间里被加热再生,释放出二氧化碳。此过程是连续进行的;
- 装有干燥氢氧化钙的脱除器:氢氧化钙与二氧化碳反应生成碳酸钙或重碳酸钙,当氢氧化钙不能进行反应时,需用新鲜的填料来替换。

5.2.3 气体发生器

气体发生器由氧气转换器和二氧化碳脱除器构成,可在贮藏期间同时工作,也可单独使用二氧化碳脱除器。

氧气的催化氧化反应在转换器中进行,得到的混合气体(富含氮气和二氧化碳)经冷却后送入脱除器,在脱除器中二氧化碳被吸收,最后混合气体被送回到气调贮藏库中。

氧气的催化氧化反应可能会减少混合气体中乙烯的含量。

产生的混合气体含有氧气1%~1.5%(体积分数)、二氧化碳2%~5%(体积分数),其余为氮气。在需要的情况下,可以调整氧气和二氧化碳的含量。

气体发生器有以下两种:

- 利用外界气体的开放式气体发生器:在氧化和固定二氧化碳之后,混合气体通过风扇被送入气调贮藏库中,此时混合气体的压力较大,会替换一些库内的气体;
- 利用气调贮藏库内的封闭式气体发生器:气体发生器可逐步降低库内的氧气、去除二氧化碳并使气体循环,以达到理想的气体组成。

5.2.4 用气体交换扩散器调节气体

气体交换扩散器可用于调节气体的组成,因为氧气、二氧化碳和氮气在透过硅橡胶膜时的扩散速度是不同的,从而实现了对气体的选择和分离。

气体交换扩散器内的通道有利于扩散,根据所用的硅橡胶膜的性质不同,可获得固定比例的氧气和二氧化碳混合气体,例如含有5%(体积分数)二氧化碳、2%~3%(体积分数)氧气、92%~93%(体积分数)氮气的混合气体。

由于产品处于正常的新陈代谢过程,要达到理想的气体浓度所需的时间较长。

硅橡胶膜可制成大小不同的袋子,库内外均适用,或者通过管道与气调贮藏库外部相连。

硅橡胶膜的面积由气调贮藏库内的气体体积决定。

6 气体成分的保持

一旦达到理想的氧气和二氧化碳含量,应采取一定的措施使气体成分保持恒定。

由于导致氧气和二氧化碳含量变化的原因不同(如通风时引入的二氧化碳和氧气的扩散),需采取不同的具体措施来控制 and 保持气体的成分。

保持气体成分的控制系統如下:

——第一类气调贮藏:每隔一定的时间输入定量的气体;

——第二类气调贮藏:每隔一定的时间输入定量的新鲜空气,并用脱除器和扩散装置去除二氧化碳。

7 贮藏过程中的检查

在贮藏开始阶段,每天使用直接读数或记录仪检查贮藏指标(温度、湿度以及气体成分)两次。以后只需每天检查上述指标一次。

定期对贮藏产品的质量进行检查。

8 贮藏末期的操作

在结束气调贮藏时,应打开库门,开启风扇1 h~2 h,待过量的二氧化碳排出后,氧气的含量也达到了正常水平时,操作人员方可安全地进入气调贮藏库,而不需要使用保护面具。
