程志明

硅窗气调贮藏果蔬技术研究

1989和1990年，东北农学院植保系在哈尔滨香坊气调菜库进行了2000斤蒜苔贮鲜技术研究，取得良好的保鲜效果。

硅窗气调贮藏法是1968年法国P.Marcellin最早发明创造的。P. Marcellin首先利用硅窗气调贮藏苹果获得成功。1970年法国Rhone-Pouleno化工公司开始经营硅窗气调贮藏帐，供作贮藏苹果的容器，从此，硅窗气调贮藏法便逐渐发展起来。我国从1977年开始这项新技术研究，1978年中国科学院兰州化学物理研究所首先研制成功硅橡胶膜，不久便制成了硅橡胶涂复涤纶织物膜（即D45M2—1硅橡胶膜），随后又开发了布基硅橡胶膜（即Fc—8布基硅橡胶膜），并开始批量生产，供全国各地作为果蔬气调贮藏的透气材料，收到了良好效果，并且经济效益显著，使我国果蔬贮藏保鲜技术有了新的发展。

硅窗气调贮藏法是将一定面积的硅橡胶膜镶嵌在塑料大帐或小袋上，便制成了具有硅橡胶气窗的气调帐或气调袋，称为硅窗气调帐或硅窗气调袋。硅橡胶是一种有机硅高分子化合物，具有良好的透气性能，对氧、二氧化碳、乙烯等不同气体具有选择性透气性能，对二氧化碳的透性比聚乙烯薄膜大200倍以上，对二氧化碳、氧、氮的透性比值为12:2:1。根据硅橡胶的这些特性，硅窗帐或硅窗袋内外的气体，便可通过硅橡胶气窗进行调节，帐（袋）内果品或蔬菜通过呼吸作用而产生的过多二氧化碳则通过气窗排出，帐（袋）外氧气则通过气窗补入。只要硅橡胶气窗面积大小选用适当，果蔬经过一定时间贮藏后，帐（袋）内二氧化碳及氧气含量，就会自然调节到适宜的比例。硅橡胶气窗面积大小，要由果蔬种类、成熟度、呼吸强度、贮藏数量、贮藏温度及硅橡胶膜本身的透气量等因素所决定。根据下列公式便可计算出最适宜的硅窗面积。

$$\frac{S}{M}=\frac{rCO_2}{PCO_2\cdot Y}\text{或}\frac{S}{M}=\frac{rCO_2}{PO_2(0.21-X)}$$

公式中：

S：硅橡胶气窗面积（米^2）；M：果品或蔬菜重量（公斤）；rCO_2：果蔬呼出二氧化碳的强度（升/公斤·天）；PCO_2：硅橡胶膜渗透二氧化碳的数量（升/米·天·大气压）；PO_2：硅橡胶膜渗透氧的数量（升/米·天·大气压）；X：帐（袋）内氧的的分压（%）；Y：帐（袋）内二氧化碳的分压（%）

目前，硅窗帐气调贮藏果蔬有以下几种方式：

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1. 固定式硅窗帐：在聚乙烯膜或聚氯乙烯膜大帐侧面，镶嵌Fc—8布基硅橡胶膜作为硅窗，这种硅窗帐应用比较普遍。其缺点是一次开窗后，当帐内气体组成稳定后，再调节就困难了。为此，常将所需硅窗面积分成大、中、小三种，分别在帐的三面或四面镶嵌，需要时先开两个大硅窗，以调节帐内气体组成。当帐内出现二氧化碳过高或氧气过低时，再开中小硅窗，这样就会使固定式硅窗帐内气体成分有调节的余地。

2. 活动式硅窗帐：在长方形或立方形木制框架上装以硅橡胶膜，便制成活动硅窗帐。需要时将塑料大帐上的"袖筒"与活动硅窗连接，便可进行气体交换，待帐内气体组成达到要求时，封住袖口，御下活动硅窗。其优点是帐内气体组成容易控制，尤其在温度高、果蔬呼吸强度大、气体组成变化剧烈情况下，活动式硅窗帐更适用。而且，活动硅窗还可一窗多用，较固定式硅窗帐节省硅橡胶膜，降低成本。

3. 泵式活动硅窗帐：泵式活动硅窗帐是在活动硅窗前边再加一个抽气泵，以加强气体交换速度。

4. 笼式硅窗：在木制笼屉上装以硅橡胶膜便制成了笼式硅窗。需用时将此笼式硅窗按放在贮藏果蔬堆的中心，通过管道把交换气体引入或排出，此法目前尚未普遍推广应用。

5. 多层硅窗：利用多层硅橡胶膜进行气体交换，此法主要用于粮食和蔬菜的气调贮藏。硅窗气调法操作简便，应用很广泛。可将硅窗气调帐（袋）置于半地下窖、地下窖、山洞、人防工程、简易库、平房通风库及冷库内，用于贮藏各种果品和蔬菜。据报道，硅窗气调贮藏法可用于贮藏苹果、梨、柑桔、香蕉、山楂、柿子、蒜苔、番茄、菜花、辣椒、黄瓜、大白菜、蘑菇、哈密瓜、西瓜、大米、禽蛋、中草药等。不同果蔬贮藏适宜的温湿度如表所示。只要掌握控制好果蔬所要求的适宜温湿度条件，便可得到理想的贮鲜效果。

采用硅窗气调法贮藏保鲜果蔬应注意以下几个问题：①硅窗面积应计算准确适宜，硅窗面积过大不利于降氧，硅窗面积太小又不能及时排除过多的二氧化碳。②用于贮存果蔬的库房和盛放果蔬的筐篓及支架等要彻底消毒。③硅窗气调帐顶部应成屋脊形，以防结露水珠滴落在果蔬上引起腐烂。④硅窗气调帐的粘接处要牢固，扣帐时底部要密封，严防漏气，并预防鼠害，发现漏气时应及时补漏。⑤启帐前2—3天，要逐渐揭开封口，让帐外空气缓慢透入，以使贮藏果蔬恢复正常呼吸和风味。⑥贮藏环境中，不能同时存放化肥、农药、乙醛、酒精等化学药品。

主要果蔬最适宜的贮藏温湿度表

果蔬种类	温度（°C）	湿度（%）
苹果	0	85～90
梨	0	85～90
桔子	2～3	90～95
甜橙	3～5	95
蕉柑	7～9	90～95
葡萄	0～-1	90
猕猴桃	1～5	90～95
白菜	0	85～90
甘兰	0	85～90
萝卜	2～-2	90～95
胡萝卜	0～1	90～95
马铃薯	3～5	80～90
元葱	0～-3	75～80
黄瓜	10～13	90～95
菠菜	-1～0	95
绿熟番茄	10～12	80～85
成熟番茄	0～0.5	85～90
辣椒	9～11	85～90
蒜苔	-1～1	90～95
芹菜	0～-2	85～90
香菜	-1～-1.5	85～90
生姜	12～15	90～95
甜瓜	1～4	85～90
西瓜	3～5	85～90

（东北农学院植保系 收稿时间1990年10月25日 邮政编码150030）

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net