

第四节 果品蔬菜的蒸腾作用

新鲜果品蔬菜含水量高达 85%~95%，采收后由于蒸腾作用，水分很容易损失，导致果蔬的失重和失鲜，严重影响果蔬的商品外观和贮藏寿命。因此，有必要进一步了解影响果蔬蒸腾作用的因素，以采取相应的措施，减少水分的损失，保持果蔬的新鲜长。

一、蒸腾对果品蔬菜的影响

(一) 失重和失鲜

果蔬的含水量很高，大多在 65%~96%之间，某些瓜果类如黄瓜可高达 98%，这使得这些鲜活果蔬产品的表面具有光泽并有弹性，组织呈现坚挺脆嫩的状态，外观新鲜。水分散失主要造成失重(即“自然损耗”，包括水分和干物质的损失)和失鲜。水分蒸散是失重的重要原因。失鲜是产品质量的损失，表面光泽消失、形态萎蔫、失去外观饱满、新鲜和脆嫩的质地，甚至失去商品价值。许多果实失水高于 5%就引起失鲜。不同产品失鲜的具体表现有所不同，如叶菜失水很容易萎蔫、变色、失去光泽；萝卜失水，外表变化不大，内部糠心；苹果失鲜不十分严重时，外观也不明显，表现为果肉变沙。

表 2-11 一些蔬菜贮藏中的自然损耗率 (%) (绪方等, 1952)

种类	贮藏天数		
	1d	4d	10d
油菜	14	33	—
续表 2-11			
菠菜	24.2	—	—
莴苣	18.7	—	—
黄瓜	4.2	10.5	18.0
茄子	6.7	10.5	—
番茄	—	6.4	9.2
马铃薯	4.0	4.0	6.0
洋葱	1.0	4.0	4.0
胡萝卜	1.0	9.5	—

注：温度 25℃，湿度为 75%-85%

表 2-12 一些水果在贮藏期间的失重率

水果种类	温度 (°C)	相对湿度 (%)	贮藏时间 (周)	失重率 (%)
香蕉	12.8~15.6	85~90	4	6.2
伏令夏橙	4.4~6.1	88~92	5~6	12.0
甜橙 (暗柳)	20	85	1	4.0
番石榴	8.3~10.0	85~90	2~5	14.0
荔枝	约 30	80~85	1	15~20
芒果	7.2~10.0	85~90	2.5	6.2
菠萝	8.3~10.0	85~90	4~6	4.0

注：本表根据若干资料综合

(二) 破坏正常的代谢过程

多数产品失水都对贮藏产生不利影响，失水严重还会造成代谢失调。果蔬萎蔫时，原生质脱水，促使水解酶活性增加，加速水解。例如风干的甘薯变甜，就是水解酶活性加强，引起淀粉水解为糖的结果。水解加强使呼吸基质增多，促进了呼吸作用，加速营养物质的消耗，削弱组织的耐藏性和抗病性，加速腐烂。例如萎蔫的甜菜腐烂率显著增加。萎蔫程度越高，腐烂率越大。失水严重时，还会破坏原生质胶体结构，干扰正常代谢，产生一些有毒物质。细胞液浓缩，某些物质和离子(如 NH_4^+)浓度增高，也能使细胞中毒。过度缺水还使脱落酸(ABA)含量急剧上升，时常增加几十倍，加速了脱落和衰老。

表 2-13 甜菜组织脱水同水解酶活性的关系

试验材料	活组织中蔗糖酶的活性 (蔗糖 mg/10g 组织/h)			醇解程度
	合成	水解	合成/水解率	
新鲜甜菜	29.8	2.8	10.64	4.3
脱水 6.5%的甜菜	27.0	4.5	6.0	9.6
脱水 15%的甜菜	19.4	6.1	2.4	10.6

注：据 B.A. Pye 的资料

(三) 降低耐贮性和抗病性

表 2-14 萎蔫对甜菜腐烂率的影响

萎蔫程度	腐烂率 (%)
新鲜材料	—
失水 7%	37.2
失水 13%	55.2
失水 17%	65.8
失水 28%	96.0

注：据 A. И. Опарин 的资料

二、影响蒸腾的因素

蒸散失水与园艺产品自身特性和贮藏环境的外部因素有关。

(一)、内部因素

水分蒸散过程是先从细胞内部到细胞间隙，再到表皮组织，最后从表面蒸散到周围大气中的。因此，产品的组织结构是影响水分蒸散直接的内部因素，包括以下几个方面：

1、表面积比：即单位重量或体积的果蔬具有的表面积。因为水分是从产品表面蒸发的，表面积比越大，蒸散就越强。

2、表面保护结构：水分在产品的表面的蒸散有二个途径，一是通过气孔、皮孔等自然孔道，二是通过表皮层。气孔的蒸散速度远大于表皮层。表皮层的蒸散因表面保护层结构和成分的不同差别很大。角质层不发达，保护组织差，极易失水；角质层加厚，结构完整，有蜡质、果粉则利于保持水分。

3、细胞持水力：原生质亲水胶体和固形物含量高的细胞有高渗透压，可阻止水分向细胞壁和细胞间隙渗透，利于细胞保持水分。此外，细胞间隙大，水分移动的阻力小，也会加速失水。

除了组织结构外，新陈代谢也影响产品的蒸散速度，呼吸强度高、代谢旺盛的组织失水较快。

(三) 环境因素

1、空气湿度

空气湿度是影响产品表面水分蒸腾的主要因素。表示空气湿度的常见指标包括：绝对湿度、饱和湿度、饱和差和相对湿度。绝对湿度是单位体积空气中所含水蒸气的量(g / m³)。饱和湿度是在一定温度下，单位体积空气中所能最多容纳的水蒸气量。若空气中水蒸气超过此量，就会凝结成水珠，温度越高，容纳的水蒸气越多，饱和湿度越大。饱和差是空气达到饱和尚需要的水蒸气量，即绝对湿度和饱和湿度的差值，直接影响产品水分的蒸腾。贮藏中通常用空气的相对湿度(RH)来表示环境的湿度，RH是绝对湿度与饱和湿度之比，反映空气中水分达到饱和的程度。一定的温度下，一般空气中水蒸气的量小于其所能容纳的量，存在饱和差，也就是其蒸汽压小于饱和蒸汽压。鲜活的园艺产品组织中充满水，其蒸汽压一般是接近饱和的，高于周围空气的蒸汽压，水分就蒸腾，其快慢程度与饱和差成正比。因此，在一定温度下，绝对湿度或相对湿度大时，饱和差小，蒸腾就慢。

2、温度

不同产品蒸腾的快慢随温度的变化差异很大(表 2—2)。温度的变化主要是造成空气湿度发生改变而影响到表面蒸腾的速度。环境温度升高时饱和湿度增高，若绝对湿度不变，饱和差上升而相对湿度下降，产品水分蒸腾加快；温度降低时，由于饱和湿度低，在同一绝对湿度下，水分蒸腾下降甚至结露。库温的波动会在温度上升时加快产品蒸散，而降低温度时，不但减慢产品蒸腾，往往造成结露现象，不利于贮藏。在同一 RH 的情况下，饱和差=饱和湿度—绝对湿度=饱和湿度—饱和湿度×RH=饱和湿度(1—RH)。温度高时，饱和湿度高，饱和差就大，水分蒸散快。因此，在保持了同样相对湿度的两个的贮藏库中，产品的蒸散速度也是不同的，库温高的蒸散更快。此外，温度升高，分子运动加快，产品的新陈代谢旺盛，蒸腾也加快。产品见光可使气孔张开，提高局部湿度，也促进蒸腾。

表 2—2 不同种类的果蔬随温度变化的蒸腾特性

类型	蒸腾特性	水果	蔬菜
A 型	随温度的降低蒸腾量急剧下降	柿子、桔子、西瓜、苹果、梨	马铃薯、甘薯、洋葱、南瓜、胡萝卜、甘蓝
B 型	随温度的降低蒸腾量也下降	无花果、葡萄、甜瓜、板栗、桃、枇杷	萝卜、花椰菜、番茄、豌豆

C 型	与温度关系 不大蒸腾强烈	草莓、樱桃	芹菜、芦笋、茄子、 黄瓜、菠菜、蘑菇
--------	-----------------	-------	-----------------------

3、空气流动

在靠近果蔬产品的空气中，由于蒸散而使水气含量较多，饱和差比环境中的小，蒸腾减慢，空气流速较快的情况下，这些水分被带走，饱和差又升高，就不断蒸散。

4. 气压

气压也是影响蒸腾的一个重要因素。在一般的贮藏条件之下，气压是正常的一个大气压，对产品影响不大。采用真空冷却、真空干燥、减压预冷等减压技术时，水分沸点降低，很快蒸腾。此时，要加湿以防止失水萎蔫。

三、控制果蔬蒸腾失水的措施

对于容易蒸散的产品，可用各种贮藏手段防止水分散失。生产中常用措施有：

(一)、直接增加库内空气湿度。贮藏中可以采用地面洒水、库内挂湿帘的简单措施，或用自动加湿器向库内喷迷雾和水蒸气的方法，以增加环境空气中的含水量。

(二)、增加产品外部小环境的湿度。最普遍而简单有效的方法是用塑料薄膜或其他防水材料包装产品，使小环境中产品依靠自身蒸散出的水分来提高绝对湿度，从而减轻蒸散。用塑料薄膜或塑料袋包装后的产品需要在低温贮藏时，在包装前，一定要先预冷，使产品的温度接近库温，然后在低温下包装；否则，高温下包装，低温下贮藏，将会造成结露，加速产品腐烂。用包果纸和瓦楞纸箱包装比不包装堆放失水少的多，一般不会造成结露。

(三)、采用低温贮藏是防止失水的重要措施。低温下饱和湿度小，饱和差很小，产品自身蒸腾的水分能明显增加环境相对湿度，失水缓慢；另一方面，低温抑制代谢，对减轻失水也有一定作用。

用给果蔬打蜡或涂膜的方法在一定程度上，有阻隔水分从表皮向大气中蒸散作用。