

芒果长途运输及气调贮藏

北京农业大学食品科学系 龚国强 周山涛 冯双庆

摘 要

对采收后的芒果立即进行防腐处理,然后用保鲜车预冷运输,经5天的长途运输效果良好。运输后的绿色芒果在20°C下呼吸强度第7天达到高峰。在13°C条件下2~5% O₂+1~5% CO₂,并且气体在这一指标范围内有规律地摆动是芒果气调贮藏的适宜条件。气调贮藏对保持芒果的绿色,风味品质,控制病害的发生和减少损耗有明显的作用。

芒果的果实外观美好,风味独特,营养丰富,素有热带果王的美称。芒果原产印度,马来西亚一带。我国约在公元632~635年间引种芒果^[1]。近年来,我国的芒果生产在南方地区发展极为迅速,由于品种的改良和栽培技术的提高,亩产量也得到显著提高。芒果在7~8月成熟,此时正是南方高温多雨季节。因此,芒果采收后必须及时运输,防腐^[2]、贮藏保鲜^[3]。否则会造成大量腐烂^[4]。为了解决我国芒果采收后运输、防腐、贮藏保鲜等问题,我们在中国船舶总公司、汇海公司、华南植物所的协助下对长途运输后的芒果在销售地(北京)气调贮藏进行了初步研究。

材料与方 法

1. 供试品种为紫花芒果。试材采自广东深圳的华宝鸡场和平湖农场。芒果树为5年生幼树。采收时间分别是1990年8月1、2、3日。

2. 采收后药物处理:(由华南植物所处理)

A——对照(不加任何处理),8月3日采收。

B——热苯莱特溶液处理,8月2、3日采收。

C——热苯莱特溶液处理+果面上蜡,8月3日采收。

D——芒果在室温(25~35°C)下放置2

天,不加任何处理,8月1日采收。

将处理好的芒果按采收前后装车预冷。保鲜运输车(汇海公司制造)内装水,用以吸热冷却芒果。保鲜运输车于8月3日晚从深圳启程,沿途维持车内温度13°C,于8月8日上午运至北京,其中试验芒果500千克于8月8日中午运至北农大试验冷库。

3. 气调试验处理

①A、B、C、D——气调处理,控制O₂:2~5%, CO₂:1~5%。

②A、B、C、D——气调处理,控制O₂:5~8%, CO₂:1~5%。

③A、B、C、D——不气调冷藏对照。

4. 生理生化测定及品质分析:碱吸收法测呼吸强度。折光仪测可溶性固形物含量。泰勒式硬度计(7/16吋)测果实硬度。2,6——二氯酚酚法测Vc含量。碱滴定法测可滴定酸含量。

5. 芒果底色变化规律:在20°C条件下观察芒果的底色变化。颜色分级标准如下:

级别:0、1、2、3、4。

底色:绿、绿黄、半黄半绿、黄绿、金黄。

6. 芒果病情调查:对每个芒果进行贮前和贮后病情调查。按病斑平均总表面积大小进行

分级:

级别: 0、1、2、3、4、5。

病斑平均总面积(cm^2): 0、0~1、1~3、3~6、6~10, 大于10。

结果与分析

1. 芒果长途运输的效果

经过抽样调查, 结果(表1)表明, 对照组

表1. 长途运输后的芒果底色变化情况

处理	绿色果(%)	绿黄果(%)	黄果(%)	采收日期(月、日)	运输天数(天)	调查日期(月、日)	产地
A	77.5	22.5	0	8.3	5	8.9	华宝
B	46.75	27.5	25.75	8.3	5	8.9	
C	56.25	17.75	26	8.3	5	8.9	
D	17.23	22.87	59.9	8.1	5	8.9	平湖

注: 运输前芒果绿色果: 100%。

A的运输效果最好, 绿色芒果占77.5%。其次是经过防腐处理的B组和C组, 绿色芒果分别占46.75%和56.25%。D组的效果最差, 大部分芒果已转黄。经过5天运输后, 绿色芒果仅占17.23。可见, 芒果采后立即预冷装车运输(不超过12小时)是保证芒果有良好运输效果的先决条件。表2的结果进一步证明: 采后不及

表2. 芒果长途运输的效果(深圳—北京)

处理	好果率(%)	腐烂率(%)	商品率(%)	转黄病率(%)	转黄病情况(%)	采收日期	调查日期(月、日)	运输天数	产地
B	15.0	0	100	85.0	22.2	90.8	8.10	5	华宝
C	11.7	0	100	88.3	23.0	90.8	8.10	5	华宝
D	7.1	0	100	92.9	29.3	90.8	8.10	5	平湖

时运输的D组芒果在运输途中不断转黄并且发病。运至北京时转黄果的发病率为92.9%, 发病的程度比其它处理组都要严重, 病情指数达29.3。B和C组处理的芒果转黄并发病的程度轻。这说明芒果采后及时进行防腐处理是十分

必要的。

2. 芒果呼吸强度及底色变化规律

挑选运输后的绿色芒果, 在 20°C 条件下测定其呼吸强度。图1显示了芒果的呼吸强度在第7天达到高峰。这说明运输后的绿色芒果仍然处在呼吸跃变前状态。在呼吸强度达到高峰以前芒果的底色转黄速率与呼吸强度变化速率呈正相关。芒果经长途运输后, 第7天变黄。由此证明, 这一保鲜运输车的运输条件对抑制芒果在运输途中的成熟发挥了良好作用。

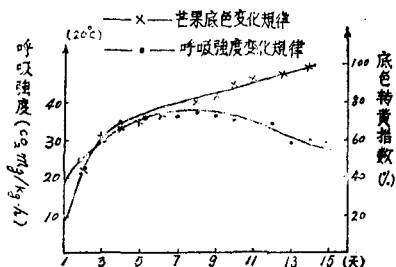


图1. 运输后的芒果在 20°C 条件下呼吸强度和底色变化规律

3. 芒果气调贮藏期间气体变化规律

气调贮藏是先进的贮藏技术, 其中最关键的是控制适宜的气体条件。我们设计了两种气体变化规律模式(图2、3), 每天(24小时)调节一次气体成分。在模式(I)中, O_2 在24小时内由5%降至2%, CO_2 依靠呼吸作用自然累积在1~5%范围内。芒果大约有12小时处在3~5%的 O_2 和 CO_2 气体环境中(图2)。 O_2 和 CO_2 有规律地分别在2~5%和1~5%的范围内摆动, 摆动周期为24小时。图3显示模式-(II)的气体变化规律, O_2 在5~8%, CO_2 在1~5%

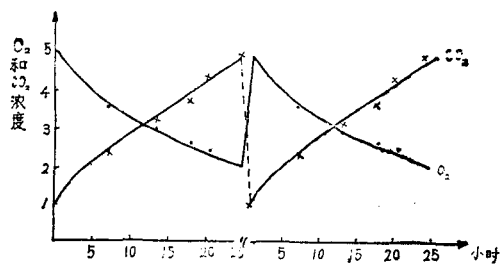


图2. 芒果气调贮藏期间的气体变化规律模式(I)

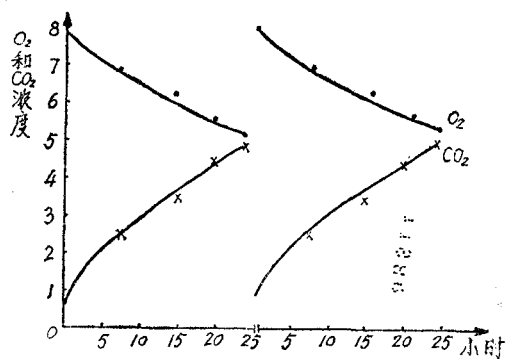


图3. 芒果气调贮藏期间气体变化规律模式(II)

的范围内有规律地摆动,摆动的周期也为24小时。

4. 气调贮藏芒果的效果

果蔬气调贮藏能延长果蔬的贮藏期,减少损耗已被许多研究证明。表3的结果表明气调贮藏明显地提高了芒果的好果率,降低了腐烂损耗,并且腐烂的程度轻。商品率明显高于不气调对照。C处理气调贮藏效果最好;而B处理的芒果伤害太严重(与热烫处理有关),因此说明芒果采后在适宜的前处理基础上进行气调贮藏是可行的方法。结果还表明,芒果的气调贮藏需要控制适宜的气体成分:2~5%O₂+1~5%CO₂是芒果气调贮藏适宜的气体成分。

表3. 芒果长途运输后气调贮藏的效果

处理	好果率 (%)	病果率 (%)	腐烂率 (%)	商品率 (%)	毛重损耗 (%)	气体变化	贮藏期 (天)	备 注
A	气调	5.0	90.0	5.0	95.0	0	(II)	12
	不气调 (ck)	0	95.0	5.0	95.0	1.1		
B	气调	0	34.7	2.5	90.0	0	(I)	12
	气调	0	37.5	7.5	90.0	0	(II)	12
	不气调 (ck)	5.0	50.0	15.0	85.0	0.5		表且皮陷缩变并褐
	不气调 (ck)	5.0	50.0	15.0	85.0	0.5		30.0
C	气调	20.0	75.0	5.0	95.0	0	(I)	12
	气调	3.9	74.1	22.0	78.0	/	(I)	23
	气调	10.0	82.5	7.5	92.5	0	(II)	12
	不气调 (ck)	2.5	92.5	5.0	95.0	0.7		12
D	气调	20.0	76.7	3.3	96.7	0.5	(I)	12
	气调	0	76.7	23.3	76.7	0.5	(II)	12
	不气调 (ck)	0	78.3	21.7	78.3	0.5		12

5. 气调贮藏对芒果的保绿效果

气调贮藏保鲜的重要指标之一是保持果实的底色绿色,绿色与果实的成熟成负相关已被许多研究证明。表4、5的结果证明气调贮藏对芒果的保绿效果良好;其中气调对A和C组处

表4. 在低氧条件下气调对芒果的保绿效果

处理		贮藏前			贮藏后			绿果下降率 (%)	绿上黄升 果率 (%)	黄果比率上升 值	底色转		转黄指数上升 值	气体变化	贮藏期 (天)	运输期 (天)
		绿果 (%)	绿黄果 (%)	黄果 (%)	绿果 (%)	绿黄果 (%)	黄果 (%)				贮前 (%)	贮后 (%)				
B	气调	73.8	26.2	0.0	37.5	30.0	32.5	49.2	14.5	32.5	6.6	40.0	33.4	(I)	12	5
	不气调	54.8	46.2	0.0	0.0	12.5	87.5	100	72.9	87.5	11.6	90.6	79.0		12	5
C	气调	80.0	20.0	0.0	45.0	42.5	12.5	43.8	112.5	12.5	5.0	23.1	18.1	(I)	12	5
	不气调	74.6	25.4	0.0	12.5	27.5	60.0	83.2	8.3	60.0	6.3	66.9	60.6		12	5
D	气调	46.3	53.7	0.0	26.7	45.0	28.3	42.3	/	28.3	13.4	39.6	26.2	(I)	12	5
	不气调	35.1	64.9	0.0	0.0	3.3	96.7	100	94.9	96.7	16.2	97.5	81.3		12	5

理的保绿效果最好。而各处理对照已无绿色果。B处理气调的芒果,其绿色果比率较低,与A和C处理组气调的芒果相比差异十分明显。这又一次说明芒果在采后适宜的贮前处理的重

要性。D处理的数据说明芒果必须及时采收及时进行防腐处理和运输。只有在尽可能短的时间内使芒果入库进行气调贮藏才能达到保鲜的效果。上述结果还证明在2~5%O₂+1~5%

CO₂条件下气调贮藏芒果的保绿效果要比在5~8%O₂+1~5%CO₂条件下的保绿效果要好得多。

6. 气调对芒果品质的保持作用

芒果是属于高峰型果实,呼吸强度一旦达到高峰其品质会很快降低。我们重点研究了气调对芒果品质的影响。表6的结果证明在13°C条件下短期气调贮藏(2周)对保持芒果的总酸含量有良好的效果。经过12天气调贮藏的芒果酸度下降率A处理气调果为26.8%;C处理气调果为33.3%,而对照分别为45.5%和58%。

气调对抑制芒果果肉组织中贮藏物质(如淀粉)向可溶性糖转化也具有良好的作用。果肉中可溶性固形物含量基本不变。芒果中Vc含量很高。贮藏前为80.9mg/100g。经过23天的气调贮藏C处理果中Vc还有42.0mg/100g,而对照果在贮藏12天时果肉中Vc就只有32.1mg/100g。

7. 气调贮藏对芒果病害发病的控制

病害是芒果贮藏中十分严重的问题。芒果贮藏期病害主要是炭疽病和蒂腐病。表7的结果表明芒果采后在经过贮前防腐处理的基础上气

表5. 在较高氧条件下(II)气调对芒果的保绿效果

处理		贮 藏 前			贮 藏 后			绿黄果上升率 (%)	绿果下降率 (%)	黄果比率上升值	底色转		黄指数 转黄指数上升值	贮 藏 期 (天)	运 输 期 (天)	气 体 成 分 变 化
		绿 果 (%)	绿黄果 (%)	黄 果 (%)	绿 果 (%)	绿黄果 (%)	黄 果 (%)				黄指数					
											贮 前	贮 后				
A	气 调	70.0	30.0	0	35.0	40.0	25.0	33.3	50.0	25.0	7.5	35.0	27.5	12	5	(II)
	不气调	85.0	15.0	0	0	65.0	35.0	333.3	100	35.0	3.75	51.3	47.5	12	5	(II)
B	气 调	66.7	33.3	0	10.0	42.5	47.5	27.6	85.0	47.5	8.3	58.1	49.8	12	5	(II)
	不气调	54.8	46.2	0	0	12.5	87.5	72.9	100	87.5	11.6	90.6	79.0	12	5	(II)
C	气 调	73.8	26.2	0	42.5	35.0	22.5	33.6	42.4	22.5	6.6	31.3	24.7	12	5	(II)
	不气调	74.6	25.4	0	12.5	27.5	60.0	8.3	83.2	60.0	6.3	66.9	60.6	12	5	(II)
D	气 调	43.6	56.4	0	13.3	51.7	35.0	/	69.5	35.0	14.1	47.9	33.8	12	5	(II)
	不气调	35.1	64.9	0	0	3.3	96.7	/	100	96.7	16.2	97.5	81.3	12	5	(II)

表6. 气调贮藏对芒果品质的影响

处理		Vc*		Vc 下 降 率	T _A *		T _A 下 降 率	Ss*		Ss 上 升 率	果实硬度		硬 度 下 降 率	贮 藏 期
		贮 前	贮 后		贮 前	贮 后		贮 前	贮 后		贮 前	贮 后		
		(mg/100g)		(%)	(%)		(%)	(%)		(%)	(磅/cm ²)		(%)	(天)
A	气 调	80.9	54.73	32.3	2.31	1.69	26.8	11.7	11.9	1.7	19.7	0	100	12
	不气调 (ck)	80.9	51.87	35.9	2.31	1.26	45.5	11.7	11.8	0.9	19.7	0	100	
C	气 调	80.9	46.3	42.8	2.31	1.54	33.3	11.7	11.6	0.9	19.7	0	100	12
		80.9	42.0	48.1	2.31	0.79	65.8	11.7	13.9	18.8	/	/	/	23
	不气调 (ck)	80.9	32.1	60.3	2.31	0.97	58.0	11.7	12.5	6.8	19.7	0	10	12

注: Vc—维生素C; T_A—可滴定酸; Ss—可溶性固形物

调对控制病害的发生有明显的作用。气调贮藏12天的检查结果证明,在 $2\sim 5\% \text{O}_2 + 1\sim 5\% \text{CO}_2$ 条件下气调对B组和C组处理发病控制效果较好,发病指数分别为30和26。不处理对照A组发病最重,病情指数为53。C组处理气调果是中期检查筛选能继续贮藏的较好处理之一。经过23天的气调贮藏其病情指数达63.8,发病仍

然较重。因此,气调贮藏对控制芒果的发病是有限的,还需进一步研究贮前化学药剂防腐处理,或者加强芒果的田间管理,减少炭疽病菌的潜伏侵染以增强芒果采后防腐保鲜的效果。在有效控制芒果病害发生的贮前处理的基础上采用气调贮藏才是理想的方法。

表7. 气调对芒果病理病害发病的抑制效果

处理		贮 前		贮 后		病果率 上升值	病情指数 上升值	气体成分变化	贮 藏 期 (天)	运 输 期 (天)	备 注	
		病果率 (%)	病情指数 (%)	病果率 (%)	病情指数 (%)							
A	气 调	65.0	14.5	90.0	53.0	25.0	38.5	(I)	12	5		
	不 气 调	65.0	14.5	95.0	61.0	30.0	46.5		12	5		
B	气 调	25.5	12.0	34.7	30.0	9.2	18.0	(I)	12	5	62.8	表皮凹陷 皱 缩
		25.5	12.0	37.5	39.0	12.0	27.0	(II)	12	5	55.0	
	不 气 调	25.5	12.0	50.0	38.4	24.5	26.4		12	5	30.0	
C	气 调	50.0	10.5	75.0	26.0	25.0	15.5	(I)	12	5	22.0 腐烂率 (%)	
		81.7	21.5	74.1	63.8	/	42.3	(I)	23	5		
		50.0	10.5	82.5	39.0	32.5	28.5	(II)	12	5		
	不 气 调	50.0	10.5	92.5	33.0	42.5	22.5		12	5		
D	气 调	55.8	17.0	76.7	45.0	21.7	28.0	(I)	12	5		
		55.0	17.0	76.7	40.5	21.7	23.5	(II)	12	5		
	不 气 调	55.0	17.0	78.3	41.6	23.3	24.6		12	5		

五、结 论

1. 芒果采后及时预冷并及时运输和贮藏是保证芒果有良好贮藏效果的先决条件。该试验运输条件对抑制芒果在运输途中的成熟有良好作用。

2. 芒果属于高峰类型的果实。采后经5天的运输,在 20°C 条件下第7天呼吸强度达到高峰。呼吸强度一旦达到高峰其底色绿色消失,芒果变黄。

3. 在 13°C 条件下 $2\sim 5\% \text{O}_2 + 1\sim 5\% \text{CO}_2$ 并且气体在这一指标范围内有规律地摆动是芒果气调贮藏适宜的条件。

4. 在有效的贮前处理的基础上气调贮藏对保持芒果的绿色、风味品质,控制病害发生和减少损耗有明显的作用。

参 考 文 献

- [1] 郭月斋:中国果品,中国商业出版社,1985。
- [2] Muller, A. T., Burt, J. R., Post-harvest storage Control of mango stem-end rot with fungicidal dips, Australian Journal of Experimental Agriculture, 29(1): 125—127, 1989.
- [3] Sive, A., Resnizky, D., CA storage trials of mangoes—report for the 1988 season, Alon Hanotea, 44(1): 53—56, 1989.
- [4] Tripathi, J. S., Post-harvest Changes during Storage and ripening of Gourjeet mango fruits, Agricultural Science Digest, India, 8(4): 191—192, 1988.