

荔枝气调贮藏的研究*

陈维信 苏美霞 李沛文

(园艺系)

提 要

荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn.) 是驰名中外的岭南佳果, 但采收后三至四天便变褐变质。本试验用气调贮藏防止荔枝变褐。结果如下:

1. 用气调方法可贮藏荔枝30~40天 (贮藏温度是1~3 °C), 基本上保持荔枝的鲜红色泽和原有的风味。
2. 糯米糍和淮枝气调贮藏合适的气体比例是3% CO₂和5% O₂。桂味气调贮藏合适的气体比例是5% CO₂和5% O₂。过高浓度的CO₂ (5%以上) 产生异味和褐变增多等生理伤害。
3. 气调贮藏能较大幅度降低荔枝果皮多酚氧化酶活性。

前 言

荔枝是色、香、味极优的岭南佳果, 尤其以广东的品种最优良, 产量也较多。但荔枝采收后极易变褐变质, 因此, 研究防止荔枝变褐, 对满足国内市场供应和发展对外贸易, 都有一定意义。

关于荔枝贮藏保鲜的方法。明朝徐燊《荔支谱》中有“乡人尝选鲜红者, 于竹林中择巨竹, 凿开一隙, 置荔子节中, 仍以竹箨裹泥, 固封其隙, 籍竹生气滋润”的记载。实际上, 这是最早的气藏法了。六十年代, 李沛文^[1]研究了用塑料袋密封冷藏的自发性气体贮藏方法防止荔枝变褐, 并研究了荔枝采后的生理生化变化以及荔枝贮藏适温。Campell^[7]、Gaur^[12]等报告用塑料袋包装的类似方法防止荔枝变褐。Akamine^[6]的研究指出, 荔枝在富含CO₂的气体中可防止变色。Scott等^[15]最近研究用热苯来特浸果后, 用塑料薄膜包装, 在室温下可贮藏8~13天。

许多研究^{[3][4][8]}指出, 果蔬采后的褐变与多酚氧化酶有密切关系。李明启^[2]首先证实荔枝果皮内有多酚氧化酶存在。广东荔枝贮藏协作组^[4]认为, 荔枝果皮褐变过程中, 多酚氧化酶起重要作用。

气调贮藏是国外近年来发展较快的一种先进的果蔬贮藏方法。我国近年来也进行了一些果蔬气调贮藏的研究。目前, 国内外关于荔枝气调贮藏尚未见有系统深入的研究。

* 本文承李明启教授审阅, 陈醉芳, 朱秀影同志参加部分工作, 谨致谢意。

本试验研究用气调贮藏方法防止荔枝变褐,摸索广东三个主要荔枝品种气调贮藏合适的气体比例,研究气调贮藏对荔枝果皮多酚氧化酶的影响。

试验材料与方 法

(一) 供试品种 桂味、淮枝、糯米糍。

(二) 气调贮藏方法

1. 1977年用塑料袋(薄膜厚0.23mm)作为密闭容器。1980年和1981年用塑料盆改装成密闭容器。

2. 气体比例:1977年I组:(1)5%CO₂和3%O₂(2)10%CO₂和3%O₂(3)15%CO₂和3%O₂。II组:(1)5%CO₂和5%O₂(2)10%CO₂和5%O₂(3)15%CO₂和5%O₂。在1977年的试验基础上,1980年和1981年的试验气体比例为:(1)3%CO₂和5%O₂(2)5%CO₂和5%O₂(3)8%CO₂和5%O₂。

3. 气体成分测定:用CY—7型测氧仪(浙江产)测定O₂,奥氏气体分析仪测定CO₂。每天按试验设计调节密闭容器内的气体成分。

4. 用果量:1977年的气调贮藏每个处理15市斤。1980年和1981年的气调贮藏每个密闭容器装果8市斤,每处理2~3次重复。自发气体贮藏均采用塑料袋包装(不调节气体比例,薄膜厚0.05mm),每袋装果5~8市斤。各品种在采收后8小时内,按试验设计要求进行处理入库贮藏。

(三) 高浓度CO₂处理 密闭容器用塑料袋(厚0.23mm),往袋内充高浓度CO₂,CO₂浓度分别为20%、30%、40%。每袋装果5市斤,每处理2~3次重复。采收后当天按试验设计要求处理,入库贮藏。

(四) 贮藏温度 贮藏温度均为1~3℃。库内相对湿度保持在90%左右。

(五) 化学成分的测定及品质鉴定 用手提折光镜测定可溶性固形物,2,6-二氯酚酞酚滴定法测定还原型抗坏血酸,碱滴定法测定有机酸,重铬酸钾氧化还原法测定乙醇。根据果皮的色泽并结合品尝果实风味,用分级的方法鉴定各处理的效果。

(六) 多酚氧化酶的测定 测定方法基本参照李明启^[2]采用的方法,用瓦勃氏器依标准的检压技术测定耗O₂量。

试 验 结 果

(一) 荔枝气调贮藏保鲜的效果

1. 1977年的试验结果:糯米糍荔枝果实皮薄肉厚、汁多,风味极优,但不耐贮藏。表1的结果初步表明,气调贮藏可贮藏糯米糍30天,其保鲜效果远比自发性气体贮藏(即不调节气体比例)好。从表1可以看出:随CO₂浓度提高,好果率减少;当CO₂浓度同是5%时,I、II组的好果率都较高,而且O₂浓度是5%的比O₂浓度是3%的一级果多11%。在1977年试验的基础上,我们于1980年和1981年对广东荔枝的三个主要品种的气调贮藏的气体比例进一步进行研究。

表1 不同处理对糯米糍荔枝贮藏的效果 1977年

组别	处 理		调查果数 (个)	贮藏30天, 各级 ^① 果百分率				好果率% (1、2级果之和)
	CO ₂ (%)	O ₂ (%)		1 级	2 级	3 级	4 级	
I	5	3	406	32	54	12	2	86
	10	3	468	11	54	30	5	65
	15	3	417	1	16	44	39	17
II	5	5	422	44	47	7	2	91
	10	5	428	11	53	28	8	64
	15	5	395	0	7	42	51	7
III	自发气体贮藏		597	0	11	58	31	11

①分级标准 1级: 外观鲜红或有极微小褐斑, 果肉雪白晶莹。2级: 果皮大部分鲜红色, 约有不超过 $\frac{1}{3}$ 的果皮有褐斑点, 果肉雪白晶莹。3级: 褐斑占果皮的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 。4级: 褐斑约占果皮的 $\frac{2}{3}$ 以上, 发霉流水。

表2 不同处理对糯米糍荔枝贮藏的效果 1980年

贮藏时间 (天)	处 理		调查 ^② 果 数 (个)	各级 ^① 果百分率				好果率% (1、2级果之和)
	CO ₂ (%)	O ₂ (%)		1 级	2 级	3 级	4 级	
34	3	5	436	61	31	4	4	92
	5	5	443	48	37	7	8	85
	8	5	437	29	49	14	8	78
	采后立即用20%CO ₂ 处理3天, 然后用5%CO ₂ 、5%O ₂ 贮藏		217	18	56	21	5	74
20	自发气体贮藏		325	27	46	22	5	73

①分级标准与表1相同 ②气调贮藏每个处理重复2次

表3 不同处理对淮枝贮藏的效果 1981年

贮藏时间 (天)	处 理		调查 ^① 果 数 (个)	各级 ^② 果百分率				好果率% (1、2级果之和)
	CO ₂ (%)	O ₂ (%)		1 级	2 级	3 级	4 级	
30	3	5	725	1	81	15	3	82
	5	5	744	2	73	22	3	75
	8	5	740	0	28	58	14	28
	自发气体贮藏		237	0	21	52	27	21
24	自发气体贮藏		720	0	24	52	24	24

①气调贮藏每个处理重复3次 ②分级标准与表1相同

表4 不同处理对桂味荔枝贮藏的效果 1981年

贮藏时间 (天)	处 理		调查 ^① 果 数 (个)	各级 ^② 果百分率				好果率% (1、2级果之和)
	CO ₂ (%)	O ₂ (%)		1 级	2 级	3 级	4 级	
39	3	5	714	23	43	30	4	66
	5	5	707	25	58	13	4	83
	8	5	705	7	20	43	30	27
39	自发气体贮藏		138	0	11	12	77	11
37	自发气体贮藏		447	2	30	41	27	23

①气调贮藏每个处理重复3次。 ②分级标准与表1相同。

2.1980和1981年的试验结果:从表2、3、4可以看出,在气体比例相同的条件下,各品种的贮藏效果不同。糯米糍和淮枝均以CO₂浓度为3%的效果最好,随CO₂浓度提高,褐变增多,好果率减少,这与1977年试验结果的趋势是一致的。桂味最适的CO₂浓度与糯米糍、淮枝不一致,以CO₂浓度为5%效果最佳,3%次之,8%再次之。过高浓度(8%)的CO₂三个品种均显示出不适应的相同结果,不但好果率少,而且果肉稍带异味。

据报道^[13]金帅苹果在气调贮藏前用高浓度CO₂(10~20%)预处理,草莓用10~20%CO₂处理,可取得良好的贮藏效果。在本试验中,糯米糍在气调贮藏前用20%CO₂预处理3天(表2),桂味用20~40%CO₂处理(表5),效果均不佳。

表5 桂味用高浓度CO₂处理的效果 1981年

贮藏时间	处 理	调查果数 (个)	各级 ^① 果百分率				好果率% (1、2级果之和)
			1 级	2 级	3 级	4 级	
19天	40% CO ₂	287	3	12	85	0	15
21天	30% CO ₂	284	5	27	56	12	32
21天	20% CO ₂	133	4	32	33	11	36

①分级标准与表1相同

根据三年的试验结果均表明,荔枝气调贮藏比自发性气体贮藏的贮藏寿命长,而且能更有效地保持荔枝原有的风味。应当指出,荔枝采收期间的天气,可直接影响到荔枝的贮藏寿命。一般认为淮枝比糯米糍耐贮藏,但在本试验中,由于淮枝采收前连遭暴雨数天,所以严重影响了淮枝的贮藏寿命。

(二)气调贮藏对荔枝果皮多酚氧化酶活性的影响 从图1、2可以看出,气调贮藏能较大幅度地降低荔枝果皮多酚氧化酶的活性,下降幅度约达50%,并且酶活性有随CO₂浓度的提高而下降的趋势。

(三)贮藏前后果实乙醇含量的比较 将贮藏前后果肉乙醇含量作比较,发现各个处理贮藏后的果肉乙醇含量均比新鲜果实有所增加(见表6)。

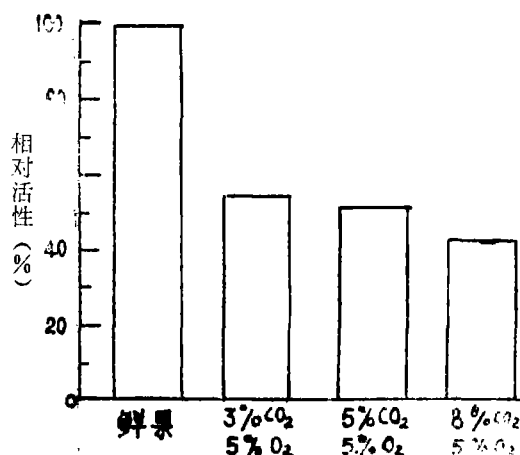


图1 不同气体的比例下, 淮枝果皮多酚氧化酶的相对活性 (贮藏30天, 1~3 °C)

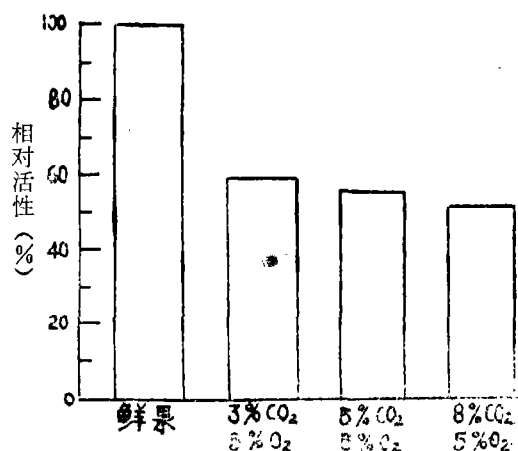


图2 不同气体比例下, 糯米槲荔枝果皮多酚氧化酶的相对活性 (贮藏时间34天, 1—3 °C)。

表6 桂味荔枝贮藏前后果肉乙醇含量分析

贮藏时间 (天)	乙醇含量	新鲜荔枝 (对照)	3%CO ₂ 5%O ₂	5%CO ₂ 5%O ₂	8%CO ₂ 5%O ₂	自发气体 贮藏
39	乙醇 毫克/100毫升果汁	86	127	127	144	150
	百分比	100	147	147	166	174

乙醇含量的分析为贮藏前后的风味变化提供了生理生化的依据。乙醇含量的变化与果实风味的变化是基本一致的。当贮藏结束时, 3%和5%CO₂处理的果实, 均未发现有异味, 而CO₂浓度为8%处理的果实已微有异味, 其乙醇含量增加的百分比也较大。塑料袋包装的自发性气体贮藏的果实乙醇含量增加最多, 异味也稍大些。

(四) 荔枝贮藏前后营养成分的分析 表7的分析结果表明, 贮藏后的荔枝果实的可溶性固形物下降最少, 有机酸下降较多, 维生素C的下降幅度居三者之冠。表7的分析结果和李沛文^[1]曾报道的结果是基本一致的。即使如此, 贮藏气体比例恰当的话, 贮藏后的荔枝维生素C含量 (10.89~16.83毫克/100克, 见表7) 比某些果实维生素C含量还要高 (苹果是6毫克/100克, 香蕉是1毫克/100克, 桃是6毫克/100克^[3])。贮藏后的有机酸下降率虽然较大, 但由于新鲜荔枝果实的有机酸含量本来也不高, 是以甜味突出, 故对风味影响不大。另外, 气调贮藏的果实维生素C、有机酸含量的下降率比塑料袋包装的自发性气体贮藏的果实下降率少。

表 7 荔枝贮藏前后果肉营养成分分析

品 种	贮藏时间 (天)	处 理		可溶性固形物 (%)			有 机 酸 (%) (以柠檬酸计)			还原型抗坏血酸 (毫克/100克)		
		CO ₂ (%)	O ₂ (%)	贮藏前	贮藏后	下降 (%)	贮藏前	贮藏后	下降 (%)	贮藏前	贮藏后	下降 (%)
糯米糍	34	3	5	20	19	5	0.15	0.14	6.7	12.73	12.27	3.6
		5	5	20	19	5	0.15	0.14	6.7	12.73	12.27	3.6
		8	5	20	18.5	7.5	0.15	0.14	6.7	12.73	11.82	7.1
	20	自发气体贮藏		20	18.5	7.5	0.15	0.11	26.0	12.73	10.91	14.3
桂 味	39	3	5	20	20	0	0.18	0.13	28	19.8	10.89	45
		5	5	20	19.5	2.5	0.18	0.11	39	19.8	6.93	65
		8	5	20	19	5	0.18	0.13	28	19.8	4.95	75
		自发气体贮藏		20	19	5	0.18	0.11	39	19.8	3.96	80
淮 枝	30	3	5	17	16.2	5	0.19	0.095	50	23.76	16.83	30
		5	5	17	16	6	0.19	0.095	50	23.76	16.83	30
		8	5	17	16	6	0.19	0.104	45	23.76	15.34	36
		自发气体贮藏		17	16.2	5	0.19	0.072	62	23.76	13.86	42

讨 论

(一) 三年的试验结果表明,气调贮藏是荔枝贮藏保鲜效果较为理想的方法。荔枝采收后 3~4 天便变褐变质,如仅用冷藏,贮藏寿命也仅能延长至 6 天左右。用气调加冷藏的方法可贮藏荔枝 30~40 天,还基本保持荔枝原有的鲜红色泽和风味,气调方法比目前国外^[1~7] 12]荔枝贮藏保鲜采用的塑料袋包装自发性气体贮藏的效果好。

(二) 荔枝气调贮藏合适的气体比例,本文报告广东荔枝三个主要品种气调贮藏的 CO₂ 浓度以 3~5% 为宜,这与 Kader^[13]推荐的芒果,猕猴桃,香蕉等水果的气调贮藏的 CO₂ 浓度是接近的。不同品种的荔枝对 CO₂ 浓度的适应能力是有差异的,糯米糍和淮枝 CO₂ 浓度以 3% 效果最好,桂味以 5% 的效果为佳。李沛文^[1]曾指出,不同品种的荔枝对自发性气体贮藏的适应能力是不相同的。同一种水果不同品种的气调贮藏所要求的气体比例不同的现象在苹果^[13]、香蕉^[14]等水果的气调贮藏中也有出现。在本试验中,CO₂ 浓度愈低,糯米糍和淮枝的好果率愈高,本试验采用的 CO₂ 浓度低限为 3%,至于 CO₂ 浓度在 3% 以下时的效果如何,有待进一步研究。试验结果初步表明,荔枝气调贮藏的 O₂ 浓度比 5% 比 3% 的效果好。Kader^[13]所推荐的大多数果蔬气调贮藏的 O₂ 浓度是 2—5%,并得出结论认为,氧浓度必须降到 8% 以下。

目前,国内外尚未见有关荔枝气调贮藏系统深入的研究报道。本试验提出较适合广东三个主要荔枝品种气调贮藏的气体比例,但也仅是初步摸索,今后还应进行更多的气体比例组合的研究。另外,延长气调贮藏荔枝的货架寿命,值得进一步研究。

三、气调贮藏对荔枝果皮多酚氧化酶的影响:许多研究报告^{[3][8]}已经证实,植物组织的褐变与多酚氧化酶有密切关系。李明启^[1]的研究指出,荔枝果皮内有多酚氧化酶存在。广东荔枝贮藏协作组^[4]报道,荔枝果皮褐变过程中,多酚氧化酶起重要作用。根据本试验的结果,经气调贮藏的荔枝果皮多酚氧化酶活性大幅度下降。初步表明,气调贮藏能延缓荔枝的变褐,与多酚氧化酶大幅度下降有关。在 O_2 浓度相同的条件下,酶活性有随 CO_2 浓而下降的趋势,这和Frenkel等^[10]报道的“Bartlett”梨的琥珀酸脱氢酶活性随 CO_2 浓度的提高而下降的结果相似。

(四) CO_2 浓度过高会引起荔枝果实生理伤害: CO_2 浓度为3%和5%处理的果实,均未发现有异味。 CO_2 浓度高达8%时,发现果肉已微有异味,果肉乙醇含量增加的比例也较大,这是由于 CO_2 浓度过高引起的生理伤害。李沛文^[1]曾报道,荔枝贮藏密封塑料袋中,当袋内 CO_2 浓度超过10%时,不但烂果多,而且好坏果都有浓烈酒味。这和本试验结果相似。据报道^[14],在高浓度 CO_2 下,香蕉、苹果和其它果品通常会产生异味,异味的产生可能是由于乙醛、乙醇的积累。Clijsters^[9]的研究指出,乙醛对苹果组织有毒害,引起组织的破损和最终褐变。

糯米糍和淮枝的果皮多酚氧化酶虽然有随 CO_2 浓度的提高而下降的趋势,此应有利于防止荔枝褐变,但事实上,好果率却随 CO_2 浓度的提高而减少。这种现象可能有二方面的原因,一是高浓度 CO_2 会使液胞膜受破坏^[11],使液胞中的酚类物质外溢,与细胞质中的酚酶接触,从而加剧了酶促褐变;二是褐变除了由酶促所致外,也可能是由于细胞死亡,多元酚自发氧化褐变,这在乙醇含量高的情况下似有可能出现。

参 考 文 献

- [1] 李沛文, 1966, 荔枝的气体贮藏, 《山地果树栽培研究》100—112, 上海科学技术出版社。
- [2] 李明启, 严灵君, 1963, 荔枝果皮多酚氧化酶的研究, 《植物学报》11(4): 329—337。
- [3] 中国科学院北京植物研究所鸭梨黑心病研究小组, 1974, 鸭梨黑心病的研究 I. 酚类物质的酶促褐变, 《植物学报》16(8): 235—242。
- [4] 广东荔枝贮藏协作组, 1975, 防止速冻荔枝果皮变褐的研究, 《植物学报》17(4): 304—308。
- [5] 中国医学科学院卫生研究所, 1977, 《食物成分表》人民卫生出版社。
- [6] Akamine, E. K. 1960. Preventing the darkening of fresh lychees prepared for export. Tech. progr. Rep. Hawaii Agric. Expt. Sta. 127: 17. (Hort. Abst. 41: 9819)
- [7] Campell, C. W. 1959—1960. Storage behavior of fresh Brewster and Bengal lychees. Proc. Fla. St. Hort. Soc. 72: 356—360.
- [8] Chubey, B. B. and D. C. Dorrell, 1972. Enzymatic browning of stored parsnip roots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 107—109.
- [9] Clijsters, H. 1965. Malic acid metabolism and initiation of the internal breakdown in “Jonathan” apples. Physiol. Plant. 18: 85.

- [10] Frenkel, C. and Max E. Patterson, 1975. Effect of carbondioxide on activity of succinic dehydrogenase in "Bartlett" pears during cold storage. *HortScience*, 8 : 395-396.
- [11] Frenkel, C. and Max E. Patterson, 1974. Effect of carbondioxide on ultrasture of "Bartlett" pears. *HortScience*, 9(4) : 338-340.
- [12] Gaur, G. S. and P. N. Bajpal, 1978. Postharvest physiology of litchi fruits. *Progressive Horticulture*, 10(3) : 63-77. (*Hort. Abs.* 49 : 9642)
- [13] Kader, A. A. 1980. Prevention of ripenig in fruits by use of controlled atmosphere. *Food Technology*, 34(3) : 51-54.
- [14] Pantastico, ER. B. 1975. Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables Avi Pub. Co., Inc. 186-198.
- [15] Scott, K. J., Brown, B. I., Chaplin, G. R., Willcox, M. E. and J. M. Bain, 1982. The control of rotting and browning of litchi fruit by hot benomyl and plastic films. *Scientia Horti*, 16 : 253-262.

A STUDY ON CONTROLLED-ATMOSPHERE STORAGE OF LITCHI

Chen Wei-xin Su Mei-xia Puiman Lee

(Department of Horticulture)

Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) is a famous fruit indigenous to southern China. When the fruit is fully ripe it is beautifully bright red, but the color fades rapidly and turns dull brown and deteriorates after being kept at room temperature. The present study was made to prevent the browning of litchi by controlled-atmosphere (CA) storage.

Litchi were found to store well in CA for 30 to 40 days at 1-3°C, their original red color and flavor could be almost kept. The CA method was found to be better than the MA (modified-atmosphere) for storing litchi.

The proper CA conditions for storing the variety "Huai-Zhi" (淮枝) and "Nuo-Mi-Ci" (糯米糍) were found to be 3% CO₂ and 5% O₂ and those for the variety "Gui-Wei" (桂味) were 5% CO₂ and 5% O₂. When the CO₂ concentration was raised to over 5%, off-flavor could be produced and the browning was increased.

The activity of polyphenol oxidase in litchi pericarp decreased greatly unde rthe conditions of CA.