

# 生菜切块充气贮藏条件的研究

金同铭

(北京蔬菜研究中心, 北京 100081)

**摘要** 用23种不同的充气条件研究生菜切块的贮藏效果,通过感官质量评价和化学分析,观察颜色的变化、褐变程度及维生素C和叶绿素含量的差异,结果表明,采用 $O_2$  20%+ $CO_2$  40%+ $N_2$  40%的贮藏条件是比较合适的。在上述条件及5℃的情况下,生菜切块的有效贮藏期大约在12~15d之间,这一结果在商业上有一定的实用价值。

**关键词** 生菜切块 充气贮藏 褐变度 维生素C

采收蔬菜的贮藏生命继续受其呼吸和生物化学活动的影响。低呼吸率可以延长蔬菜贮藏寿命<sup>[1,2]</sup>;较低的温度、调整和控制环境气体组成可降低贮藏菜的呼吸并延缓衰老,延长贮藏期限。近年来有不少关于新鲜果品蔬菜充气贮藏条件方面的研究报道<sup>[3,4]</sup>,但是多数是在适当的低氧(2%~3%)和较高的二氧化碳( $\leq 5\%$ )的水平上进行整株蔬菜贮藏研究。在常氧和更高二氧化碳水平上研究蔬菜切块贮藏的可能性尚未见报道。

本文主要报道生菜切块在不同充气条件下的品质变化,以期找出适合的贮藏条件和有效的贮藏期。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

生菜(*Lactuca sativa* L. cv.)栽培于日本三重县野菜茶叶试验场,品种为G. L. 366,采收日期在1990年7月5日~15日之间,试验前切成2~3cm大小不等的方块,混合均匀后分别放入塑料框内置充气保鲜实验装置中(下称充气小室),每处理1kg。

### 1.2 充气条件设计

用23种不同的充气条件共37个区,分3组进行试验(表1)。充气小室的容积为40L,气体流速为200ml/min,充气小室全部置5℃恒温恒湿室内,各种气体成分按设计的比例分别自动流入各充气小室,定期用气相色谱检测其气体组成,每组试验各重复3次(见表1)。

### 1.3 分析和评价方法

维生素C的分析——HPLC法,用UV检测,选择波长为254nm。褐变度分析——色差计法(C-1020色差计)。计算:褐变度 $=\Delta E(L_{ab})=\sqrt{(L-L_0)^2+(a-a_0)^2+(b-b_0)^2}$ 。其中 $L$ 、 $a$ 、 $b$ 、为褐变样品测定值, $L_0$ 、 $a_0$ 、 $b_0$ 为无褐变样品测定值。叶绿素含量分析——紫外分光光度法(UV2100,岛津公司)。气体组成分析——气相色谱法(GC-4B,岛津公司产品)。感官

质量评价——定期取样,由3名实验人员进行综合评定,包括颜色变化,褐变程度,CO<sub>2</sub> 障害及腐败与否等内容。

表1 充气条件设计 (温度 5℃,相对湿度 100%)

组别	充气	试 验 小 区 气 体 组 成 (%)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
NO <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	21	20	20	20	20	20	20	20	5	10	5	2	1
	CO <sub>2</sub>	0	5	10	20	30	40	60	80	95	0	0	0	0
	N <sub>2</sub>	79	75	70	60	50	40	20	0	0	90	95	98	99
试 验 小 区														
NO <sub>2</sub>		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	O <sub>2</sub>	21	0	1	2	5	10	20	30	40	50	60	70	
	CO <sub>2</sub>	0	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	30	
	N <sub>2</sub>	79	60	59	58	55	50	40	30	20	10	0	0	
试 验 小 区														
NO <sub>3</sub>		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
	O <sub>2</sub>	21	20	20	20	20	40	30	20	10	5	2	1	
	CO <sub>2</sub>	0	5	10	20	30	40	40	40	40	40	40	40	
	N <sub>2</sub>	79	75	70	60	50	20	30	40	50	55	58	59	

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同充气条件对感官质量的影响

在第一组试验中,12种不同处理与空气对照相比,发现在5℃贮藏7天以后,CO<sub>2</sub> 浓度在30%~40%,O<sub>2</sub> 浓度在20%的条件下,贮藏效果优于其他各处理,切割表面无褐变,叶脉无CO<sub>2</sub> 障害(见表2);当CO<sub>2</sub> 浓度大于40%时,叶脉部分明显产生CO<sub>2</sub> 障害;CO<sub>2</sub> 浓度小于20%时,3d后褐变发生并不断加重。

表2 充气条件与品质变化 (温度 5℃,相对湿度 100%)

充气条件			贮 藏 时 间 (d)									
O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	3		4		5		6		7	
			(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
21	0	79	++	—	++	—	++	—	++	—	++	—
20	5	75	++	—	++	—	++	—	++	—	++	—
20	10	70	++	—	++	—	++	—	++	—	++	—
20	20	60	+	—	++	—	++	—	++	—	++	—
20	30	50	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—
20	40	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	60	20	—	—	—	+	—	+	—	++	—	++
20	80	0	—	+	—	+	—	++	—	++	—	++
5	95	0	—	+	—	++	—	++	—	++	—	++
10	0	90	++	—	++	—	++	—	++	—	++	—
5	0	95	++	—	++	—	++	—	++	—	++	—
2	0	98	++	—	++	—	++	—	++	—	++	—
1	0	99	++	—	++	—	++	—	++	—	++	—

注:(1)切割面褐变程度 无 —,弱 +,中 ++,强 +++;(2)叶脉CO<sub>2</sub> 障害 无 —,弱 +,中 ++

由表1No<sub>2</sub>组试验结果可以看出,当CO<sub>2</sub> 浓度为40%不变时,O<sub>2</sub> 浓度分别为0、1、2、5、10、20、40、50、60%的情况下,经5℃7d以后,其中O<sub>2</sub> 浓度为20%时效果最好,其次是O<sub>2</sub> 浓

度为10%。由此可见,在各种充气处理中,以 $O_2$ 20%+ $CO_2$ 40%的充气条件为最适生菜切块的贮藏条件(见表3)。

表3 充气条件对品质影响 (温度5℃,相对湿度100%)

充 气 条 件			贮 藏 时 间 (d)									
$O_2$	$CO_2$	$N_2$	3		4		5		6		7	
			(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
21	0	79	+++	—	+++	—	+++	—	+++	—	+++	—
0	40	60	+	—	+	—	++	—	++	—	++	—
1	40	59	—	—	+	—	+	—	++	—	++	—
2	40	58	—	—	—	—	+	—	+	—	++	—
5	40	55	—	—	—	—	+	—	+	—	++	—
10	40	50	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—
20	40	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	40	30	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
40	40	20	—	—	—	—	—	—	+	—	++	—
50	40	10	—	—	—	—	+	—	+	—	++	—
60	40	0	—	—	+	—	+	—	++	—	++	—
70	30	0	+	—	+	—	++	—	++	—	++	—

注:(1)切剖面褐变程度 无 —,弱 +,中 ++,强 +++;(2)叶脉 $CO_2$ 障害 无 —,弱 +,中 ++

## 2.2 不同充气条件对褐变度的影响

褐变与否是考察生菜切块贮藏期长短的重要因素之一。综合前2组的试验结果,我们安排了第三组试验。在该试验中,当 $O_2$ 浓度在20%的前提下,随着 $CO_2$ 浓度从5%、10%、20%、30%到40%,褐变逐渐减轻,以40%时为最轻;当 $CO_2$ 浓度高于40%时,褐变度又逐渐增加。另外,如果 $CO_2$ 浓度为0%,而 $O_2$ 浓度不同时(1%、2%、5%、10%),其褐变亦增加。如果 $CO_2$ 浓度为40%,在所有 $O_2$ 的各浓度中(20%除外),褐变度亦相应增加。虽然随 $O_2$ 浓度大于20%时,褐变增加程度减慢,但感官质量的综合评价明显下降(见表4)。

表4 生菜切块充气贮藏中的褐变度 (温度5℃,相对湿度100%)

充 气 条 件			贮 藏 时 间 (d)			
$O_2$	$CO_2$	$N_2$	6	12	18	21
21	0	79	8.6	11.1	14.7	17.8
20	5	75	5.9	7.7	9.7	13.4
20	10	70	5.6	7.6	9.6	13.4
20	20	60	6.5	6.9	8.3	9.9
20	30	50	4.4	5.5	8.0	8.3
40	40	20	3.7	6.8	7.9	15.3
30	40	30	1.1	3.6	7.6	10.5
20	40	40	1.5	2.3	3.4	7.0
10	40	50	2.7	2.9	4.7	5.6
5	40	55	1.4	6.1	7.7	9.2
2	40	58	1.9	4.1	9.8	—
1	40	59	2.1	2.5	10.2	—

试验结果还表明,在5℃贮藏18天以后,其中 $O_2$ 20%+ $CO_2$ 40%的处理变化不明显,褐变度只有空气条件下贮藏18天的1/5,仪器分析与感官质量评价的结果是一致的。

## 2.3 维生素C及叶绿素含量的变化

生菜中的维生素C含量是比较低的,新鲜生菜中只有6~7mg/100g。但是在不同的充气条件下,维生素C损失的情况明显不同(见图1),在贮藏的最初6d中,空气贮藏及 $O_2 40\% + CO_2 40\%$ 和 $O_2 30\% + CO_2 40\%$ 三个处理,维生素C含量均迅速下降,只有原先的1/4左右;在其他的各处理中,维生素C的含量也有下降,但与上述三处理相比下降速率要低得多。贮藏18天以后,大部分处理中维生素C的含量为0或接近于0,只有 $O_2 20\% + CO_2 40\%$ 的处理还保留原含量的1/3以上。我们认为生菜切块贮藏维生素C损失最多的时间是在贮藏的前6d。

在试验中我们还注意到了叶绿素含量的变化,在空气条件下贮藏12d以后就开始逐渐黄化,而在 $O_2 20\% + CO_2 40\%$ 的条件下,贮藏12d以后仍为绿色,这种差异随着贮藏期的延续,变得更加明显;贮藏21d后, $O_2 20\% + CO_2 40\%$ 的处理仍保留原来叶绿素含量的50%(见图2)。

综上所述,在5℃前提下, $O_2 20\% + CO_2 40\% + N_2 40\%$ 的混合气体是贮藏生菜切块的最适条件,有效贮藏期为12~15d,这一结果在商业上有一定的实用价值。

鸣谢 本研究得到日本西条了康博士的指导和帮助,特此致谢。

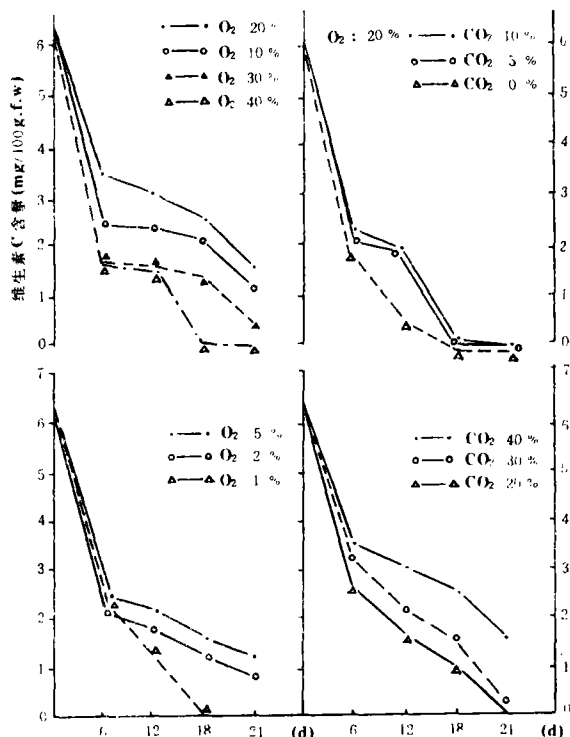


图1  $O_2$ 和 $CO_2$ 浓度对维生素C含量的影响

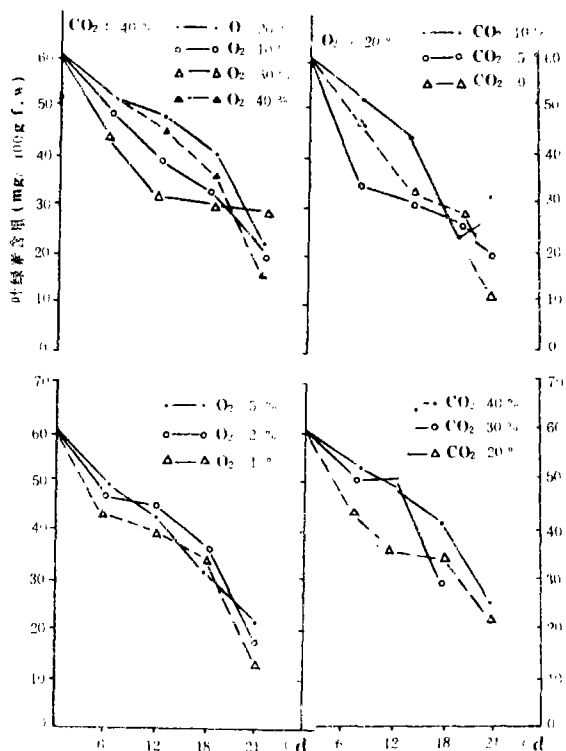


图2  $O_2$ 和 $CO_2$ 浓度对叶绿素含量的影响

## 参 考 文 献

- 1 Robinson JE et al. Storage characteristics of vegetables and fruits. *Annals of Applied Biology*, 1975, 81: 399~408
- 2 Smock RM. Controlled atmosphere storage of fruits. *Hort Rev.* 1979(1): 301~336
- 3 Chien Yi Wang. Postharvest responses of Chinese cabbage to high CO<sub>2</sub> treatment or low O<sub>2</sub> storage. *J Amer Soc Hort Sci.* 1983, 108(1): 125~129
- 4 Dangyang Ke et al. Physiological and quality responses of Bartlett pears to reduced O<sub>2</sub> and enhanced CO<sub>2</sub> levels and storage temperature. *J Amer Soc Hort Sci.* 1990, 115(3): 435~439

## A Study on Controlled Atmosphere Storage Conditions For Cut Lettuce

Jin Tongming

(Beijing Vegetable Research Center, Beijing)

**Abstract** The changes of cut lettuce in storage were studied under 23 different controlled atmosphere (CA) conditions. Results of the sensory quality evaluation, the chemical analysis and the observation of browning and ascorbic acid and chlorophyll contents indicated that O<sub>2</sub> 20% + CO<sub>2</sub> 40% + N<sub>2</sub> 40% concn. was the best for the storage of cut lettuce. At this concn. and at 5°C, the effective period of storage was approximately 12—15 days. It was considered that this technique was of certain commercial value.

**Key words:** Cut Lettuce; Controlled atmosphere storage; Ascorbic acid