

文章编号:1009-038X(2004)06-0038-05

绿芦笋的减压保鲜试验

李文香¹, 张 慤¹, 余汉清²

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214036; 2. 无锡市惠山区农林局, 江苏 无锡 214174)

摘 要: 以冰箱保藏和室温放置为对照, 分析了绿芦笋采后生物学变化。结果表明, 减压条件能有效保持绿芦笋的感官品质, 但芦笋呼吸强度明显受到抑制, 叶绿素、VC 的降解, 总酸、可溶性固形物的下降及膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)的积累, 均较冰箱和室温条件下缓慢得多。减压条件能显著延缓绿芦笋的衰老进程, 延长贮藏寿命, 其贮藏期可达 50 d, 而冰箱条件下只有 25 d, 室温放置仅为 6 d。

关键词: 绿芦笋; 减压保鲜; 冰箱保藏; 室温

中图分类号: TS 255. 3

文献标识码: A

Study on Hypobaric Storage of *Asparagus officinalis* L.

LI Wen-xiang¹, ZHANG Min¹, YU Han-qing²

(1. School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China; 2. Department of Agriculture, Huishan District, Wuxi 214174, China)

Abstract: The biological changes of *Asparagus officinalis* L. in hypobaric storage were studied compared with those in the refrigerator and room temperature storage. The results showed that hypobaric storage significantly improved sensory quality, inhibited respiratory intensity, kept the contents of chlorophyll, vitamin C, total acid and soluble solids. Hypobaric storage obviously delayed the process of postharvest senescence and extended the storage life. A storage life of 50 days was achieved, whereas the storage lives were only 25 days in the refrigerator, and 6 days in room temperature storage.

Key words: *Asparagus officinalis* L.; hypobaric storage; refrigeration; room temperature storage

芦笋(*Asparagus officinalis* L.)又名石刁柏, 属百合科(Liliaceae)天门冬属(*Asparagus*), 多年生宿根草本植物, 起源于地中海沿岸和小亚细亚一带, 有 2 000 多年的栽培历史。栽培品种传入我国开始于清朝, 大面积种植则开始于 20 世纪 70 年代, 到 90 年代中期我国已成为世界第一芦笋生产大国, 种植面积超过 6.7 万 ha^[1]。芦笋嫩茎鲜嫩, 口味独特,

营养丰富, 含有多种维生素和丰富的组蛋白及多种微量元素, 并且有较高的药用价值, 是一种高级药食兼用型营养保健蔬菜^[2], 深受消费者的欢迎, 是我国主要出口创汇果蔬品种。过去我国生产的芦笋主要用于制成罐头或以速冻品形式出口。随着人们生活观念的转变和消费者营养保健意识的增强及生活水准的提高, 对新鲜绿芦笋的需求量逐年增

收稿日期: 2004-03-25; 修回日期: 2004-05-14。

基金项目: 江苏省农业攻关项目(BE2003349)资助课题。

作者简介: 李文香(1963-), 女, 山东安丘人, 农产品贮藏与加工博士研究生。

大.但由于绿芦笋可食部分是刚刚萌发的含茎端生长点的嫩茎,新陈代谢非常旺盛,呼吸强度大,含水量高,采后极易变质腐烂^[3~7],这在很大程度上制约着绿芦笋的出口创汇和国内市场的拓展.因此,绿芦笋的保鲜问题倍受世人关注.研究绿芦笋采后生理变化,延缓绿芦笋采后衰老进程,延长其贮藏保鲜期,降低采后损失,这对稳定和扩大芦笋出口创汇,具有十分重要的意义.

当前,绿芦笋的保藏主要采用普通冷藏和气调贮藏^[3,8],但这些贮藏方法都存在着贮藏环境温度不均一,气体成分不均匀,造成原料内外有温差, O_2 和 CO_2 含量不一致等,从而难以按预定条件严格控制芦笋的代谢;同时原料自身代谢产生的有害气体不能及时排除,且常因贮藏环境湿度不足造成原料失水失鲜,很难达到理想的保鲜效果.近年来兴起的减压保鲜技术,则克服了上述保鲜方法的不足,能快速降温、降氧,及时排除有害气体,使内部温度、气体成分均匀一致,并通过加湿装置随时补充贮藏环境内湿度不足,因而有望达到较好的贮藏效果.减压保鲜国内外报道较多的是在冬枣、香蕉及叶菜类蔬菜方面的应用^[9,10],而在绿芦笋贮藏保鲜上尚未见报道.本试验旨在利用减压贮藏技术延长

绿芦笋保鲜期,满足国内外市场需求,并为减压贮藏技术的推广普及提供理论依据.

1 材料与方法

1.1 材料

绿芦笋由南通华林农副产品有限公司提供.原料长度 20~24 cm,采收时约 500 g 捆成一捆,收获 4 h 后送至试验点.保鲜袋:脱普日用化学品(中国)有限公司生产.

1.2 设备与仪器

ZY-2M³型减压库:无锡市企虹制冷有限公司产品;725 紫外可见分光光度计:上海精密科学仪器有限公司产品;FA1104 电子天平(1/10 000):上海天平仪器厂产品;WAY 阿贝折光仪:上海精密科学仪器有限公司产品;BCD-205UT 电冰箱:青岛海尔股份有限公司产品.

1.3 测试方法

1.3.1 感官评定 采用 10 分制评分方法,分别于贮藏的第 6 天、第 25 天、第 50 天对绿芦笋的色泽、形态、鲜嫩度、腐烂及风味 5 项指标,按 4 级标准打分,各级分值依次为 2.0 分、1.5 分、1.0 分、0 分,评分标准按表 1 进行.

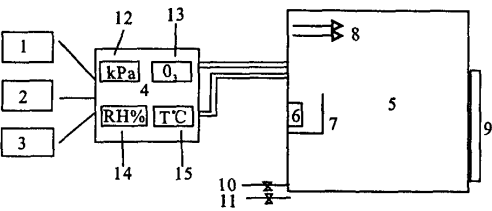
表 1 各项指标评分标准
Tab.1 Evaluate standard of each target

指标	分级与评分/分			
	I 2.0	II 1.5	III 1.0	IV 0 分
色泽	整株鲜绿	头部深绿,茎部浅绿	整株浅绿	整株黄绿
形态	头部紧包、茎直立	约质量分数 5% 散头或茎部弯曲	约质量分数 10% 散头或茎弯曲	质量分数 15% 以上散头或茎弯曲
鲜嫩度	无失水、无老化	茎部轻度失水或老化	整株轻度失水或茎部老化达 3.5 cm	整株萎焉、茎部老化 > 5.0 cm
腐烂	无腐烂	茎部或头部约质量分数 5% 水渍状	茎部或头部约质量分数 10% 水渍状或生霉	约质量分数 15% 茎部或头部水渍状或生霉
风味	有产品特有的清香味	口味淡而无异味	轻度异味	有异味

- 1.3.2 呼吸强度 室温条件下,采用静置法^[11].
1.3.3 VC 测定 2,6-二氯酚酚滴定法^[11]测定 100 mg 样品.
1.3.4 叶绿素测定 分光光度法^[11].
1.3.5 总酸测定 酸碱滴定法^[11].
1.3.6 丙二醛(MDA)测定 参照朱广康等(1990)方法^[12].
1.3.7 可溶性固形物测定 阿贝折光仪法^[11].

1.4 试验方法

1.4.1 减压贮藏 将原料称重后成捆平放入 45 cm×35 cm×25 cm 的带盖塑料筐,每筐放 10 捆,加盖后放入减压库(见图 1).控制减压库内压力在 35~40 kPa,温度 2~4 ℃,相对湿度 85%~90%,臭氧杀菌装置每 4 h 启动 20 min.整个贮藏期间每隔 5 d 开库取样一次,各项测定均重复 2 次取其平均值,直至原料失去商品价值.



1. 真空机组; 2. 制冷机组; 3. 加湿装置控压机组; 4. 自动控制系统; 5. 减压库贮藏室; 6. 臭氧发生器; 7. 冷却水箱; 8. 加湿喷雾装置; 9. 密封门; 10. 放气阀; 11. 排水阀; 12. 真空压力调控装置; 13. 臭氧发生量调控装置; 14. 贮藏环境湿度调控装置; 15. 温度调控装置

图 1 真空减压保鲜库示意图

Fig. 1 The apparatus of vacuum preservation store

1.4.2 冰箱保藏 将原料称重后成捆装入 0.03 mm 厚 350 mm×250 mm 的聚乙烯袋中,每袋 2 捆,袋口不密封,只将袋口稍加折叠放入 2~4℃ 冰箱保藏.试验的前 10 d,每 2 d 取样一次,以后每隔 5 d 取样测定一次,各项测定均重复 2 次取其平均值,直至原料失去商品价值.

1.4.3 室温放置 将原料称重后成捆装入 0.03 mm 厚,350 mm×250 mm 的聚乙烯袋中,每袋 2 捆,不封袋口,放于室内货架上,室温约 18℃ 左右,每天取样测定一次,各项测定均重复 2 次取其平均值,直至原料失去商品价值.

2 结果与分析

2.1 感观评定

果蔬贮藏保鲜的最终目的是要最大限度地保持果蔬原料固有的营养品质和外观特征,而外观特征直接影响人们的消费欲望,因此在果蔬贮藏过程中对果蔬原料色、香、味及其新鲜嫩绿等外观特征

不同贮藏条件下,对芦笋的感观评定结果见表 2.从表 2 看出,室温条件下,芦笋感观品质下降很快,在 6 d 内,其品质明显变劣;而冰箱和减压条件下贮藏 6 d 后,基本能保持芦笋原来的状态;贮藏至 25 d,冰箱条件下芦笋品质也明显变差,而减压条件下仍能保持芦笋良好的外观,直到贮藏至 50 d,减压条件下芦笋的品质才明显变劣.所以,减压条件能有效保持芦笋的感观品质,使芦笋在较长时期内保持优良的色泽、形态及鲜嫩状态.

2.2 呼吸强度的变化

呼吸作用是果蔬采后重要的生理活动.果蔬采收以后,干物质的积累停止,体内的贮藏性物质将不断地用于采后各种生理代谢,其含量逐渐减少,而贮藏性物质的减少,最终造成果蔬品质和耐贮性、抗病性下降.一般地,呼吸作用越强,呼吸消耗就越大,因此,在果蔬贮藏保鲜过程中应尽可能降低呼吸作用.不同贮藏条件下绿芦笋呼吸强度的变化见图 2.

从图 2 看出,3 种不同贮藏条件下,绿芦笋呼吸强度的变化趋势大致相同,均表现为“先降后升”的趋势,这与王少峰、潘一山等^[13,14]报道的一致.但呼吸强度的变化幅度差异非常显著:室温条件下,芦笋于贮藏的第 3 天,呼吸强度下降至一最低值,随后又上升;冰箱条件下,于贮藏的第 10 天下降到一最低值而后上升;减压条件下则于贮藏的第 35 天下降到一最低值而后缓慢上升,且减压条件下,呼吸强度的最低值仅为室温条件下的 41.21%,是冰箱条件下的 67.67%.减压条件下,呼吸强度能长期保持在低水平,直到贮藏终期才稍有升高,而升高的幅度仅为室温条件下的 38.21%,冰箱条件下的 46.80%.因此,减压条件下能显著抑制芦笋的呼吸强度.

表 2 芦笋感官评价结果
Tab. 2 Assessment value of asparagus

评价指标	贮藏方式及时间/d								
	室 温			冰 箱			减压库		
	6	25	50	6	25	50	6	25	50
色泽	1.0	—	—	2	1.0	—	2.0	1.8	1.0
形态	1.5	—	—	2	1.7	—	2.0	1.9	1.5
鲜嫩度	0.7	—	—	2	1.5	—	2.0	1.8	1.5
腐烂	1.0	—	—	2	1.0	—	2.0	1.5	1.2
风味	1.0	—	—	2	1.0	—	2.0	2.0	0.8
总评价	5.2	—	—	10	6.2	—	10.0	9.0	6.0

注:—表示未测.

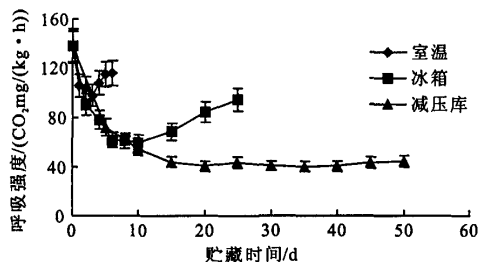


图 2 不同贮藏条件对呼吸强度的影响

Fig. 2 The change of respiratory intensity under different storage condition

2.3 VC 含量的变化

绿芦笋含有丰富的 VC. 采后 VC 含量的变化, 是反映绿芦笋贮藏品质的重要指标. 不同贮藏条件下 VC 含量的变化见图 3. 从图 3 看出, 随着贮藏时间的延长, VC 含量均呈下降趋势, 但贮藏条件不同, VC 降解的快慢差异很大. 室温条件下, VC 降解速度很快, 贮藏 6 d 后 VC 保持率仅为 33%, 而冰箱条件下 VC 保持率为 74%, 减压条件下 VC 保持率近 85%; 贮藏 25 d 后, 减压条件下 VC 保持率仍达 67%, 而冰箱条件下则降至 37%. 因此减压贮藏能显著减缓 VC 降解.

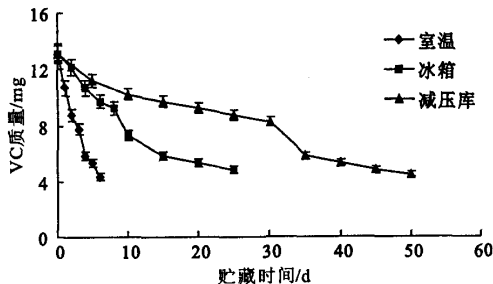


图 3 不同贮藏条件对 VC 的影响

Fig. 3 The change of vitamin under different storage conditions

2.4 叶绿素含量的变化

在绿芦笋贮藏过程中, 经常会遇到原料失绿问题, 其主要原因就是由于叶绿素的降解所致. 不同贮藏条件下叶绿素含量的变化见图 4. 从图 4 可见, 不同贮藏条件下叶绿素变化规律不尽相同, 减压条件下, 叶绿素表现为缓慢波动下降的变化规律; 室温和冰箱条件下, 叶绿素含量随贮藏时间的延长而降低, 且下降速率较快. 贮藏 6 d 后, 减压条件下叶绿素降解率不足 7%, 而冰箱条件下叶绿素降解率为 22%, 室温条件下则达 41%. 也即减压条件下, 叶绿素降解率仅为室温下约 1/6, 是冰箱条件下的 1/3. 因此, 减压贮藏能明显延缓叶绿素的降解速

率, 有利于保持绿芦笋的鲜绿色泽. 此结论与感官评定的结果一致.

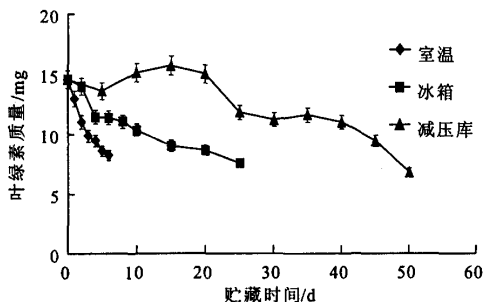


图 4 不同贮藏条件对叶绿素的影响

Fig. 4 The change of chlorophyll under different storage conditions

2.5 丙二醛浓度的变化

丙二醛是膜脂过氧化的重要产物, 能直接对细胞产生毒害作用, 使膜透性增加, 从而加速衰老. 不同贮藏条件下丙二醛浓度的变化见图 5. 从图 5 可见, 3 种贮藏条件下, 丙二醛浓度均随贮藏时间的延长而增加, 其增加速度从快到慢依次是: 室温放置 > 冰箱保藏 > 减压贮藏, 即减压条件可减缓丙二醛的积累, 从而延缓衰老进程. 此结论亦与感官评价结果相符.

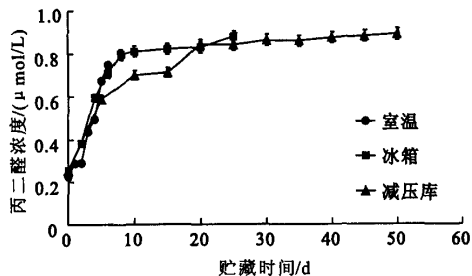


图 5 不同贮藏条件对丙二醛的影响

Fig. 5 The change of MDA under the different storage condition

2.6 可溶性固形物的变化

不同条件下可溶性固形物的变化见图 6. 可以看出, 3 种贮藏条件下, 可溶性固形物基本上均表现为“先升后降”的变化规律, 但减压条件下其可溶性固形物的升降速度要比冰箱和室温条件下缓慢得多, 也即减压条件可减缓可溶性固形物的下降.

2.7 总酸的变化

不同贮藏条件下总酸的变化见图 7. 从图 7 可看出, 3 种贮藏条件下, 总酸的变化均表现为随贮藏期延长而下降的趋势, 其下降速度依次为: 减压贮藏 < 冰箱保藏 < 室温放置. 即减压条件可大大延缓

总酸的下降速度。

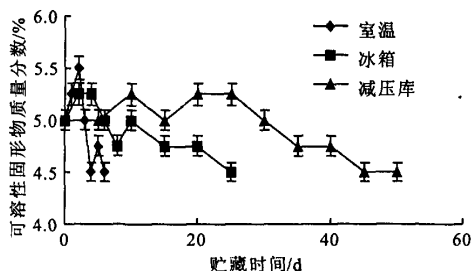


图6 不同贮藏条件对可溶性固形物的影响

Fig. 6 The change of soluble solids under different storage conditions

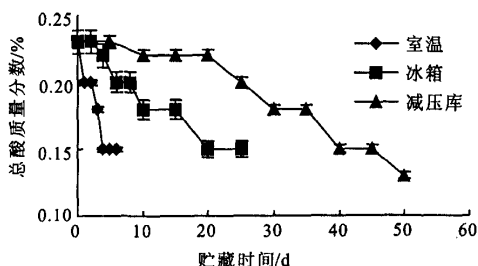


图7 不同贮藏条件对总酸的影响

Fig. 7 The change of total acid under different storage condition

3 讨论与结论

1) 减压贮藏由于能创造一个低氧环境,是一种类似气调但又比气调贮藏具有许多优越性的贮藏方式,因而减压贮藏可明显抑制绿芦笋的呼吸强度,降低 VC 和叶绿素的降解速度,减缓可溶性固形物和总酸含量的下降,能在较长时间内保持芦笋良好的感观品质,延缓绿芦笋的衰老进程,有效地延长了绿芦笋的贮藏期,并有利于保持绿芦笋的营养品质和鲜嫩脆绿的外观特征。

2) 绿芦笋嫩茎采收后呼吸强度随即升高,约 3 h 上升到一峰点,在 24 h 后呼吸强度逐渐下降^[2]。这主要是由于芦笋采收时,造成大量切口,由于生物体自身的内在自我保护机制,靠自身较高的呼吸代谢促进愈伤组织的形成,因此,芦笋采后在很短的一段时间里达到一呼吸峰值,即为胁迫条件所致。在试验过程中,其呼吸强度之所以表现为“先降后升”的变化趋势,是由于芦笋原料送到时,胁迫性呼吸峰值已过。通过试验发现芦笋呼吸强度再次上升才是芦笋衰老质变的开始。

3) 减压条件下,贮藏前期叶绿素含量有所升高的原因主要是因为原料内部氧气被部分排除后,使叶绿素的提取更加充分从而导致测定结果略高。

参考文献:

- [1] 陈益忠. 芦笋、芦荟高产栽培与加工[M]. 北京:中国农业出版社,2003. 1-25.
- [2] 段旭昌,高鹏程,李志成,等. 芦笋嫩茎生长期及采后生理变化的研究[J]. 西北农林科技大学学报,2002,30(6):104-110.
- [3] Garipey Y, Raghavan G S V, Castaigne F, et al. Precooling and modified atmosphere storage of green asparagus[J]. J Food Process Preserv, 1991, 15: 215-224.
- [4] King G A, Henderson K G, Lill R E. Shelf life of stored asparagus is strongly related to post-harvest accumulated heat units[J]. Am J Appl Bio, 1988, 112: 329-335.
- [5] Lipton W J. Postharvest biology of fresh asparagus[J]. Horticultural Reviews, 1990, 12: 69-155.
- [6] King G A, Hurst P L, Irving D E, et al. Recent advances in the postharvest physiology, storage and handling of green asparagus[J]. Postharvest News and Information, 1993, 4(3): 85-89.
- [7] 将振辉,顾振新. 芦笋嫩茎采后生理和品质变化及保鲜技术[J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(5): 80-84.
- [8] 黄光荣,沈莲清,王向阳. 芦笋 MA 保鲜技术研究[J]. 山西食品工业, 2000, (1): 16-19.
- [9] William J. Use of hypobaric condition for refrigerated storage of meats, fruits and vegetables[J]. Food Technology, 1980, (3): 64-71.
- [10] Donald H S, William F R. Low pressure storage of limes[J]. J Soc Hort Sci, 1976, 101(40): 367-370.
- [11] 杨增军,张华云. 果蔬贮藏学实验指导[M]. 莱阳:莱阳农学院, 2000. 9-46.
- [12] 中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京:科学出版社, 1999. 305-306.
- [13] 王少峰,李影,程志明,等. 芦笋采后生物学变化与温度及包装关系的初探[J]. 福建热作科技, 1996, 21(4): 14-19.
- [14] 潘一山,王少峰,蔡晓东,等. 芦笋采后生理与贮藏保鲜研究[J]. 福建农业科学, 2001, 16(3): 61-64.

(责任编辑:杨勇)