

气调包装对黄藤笋贮藏品质的影响

刘晓蓉

(广东轻工职业技术学院, 广州 510300)

摘要: 为了延长黄藤笋的货架期, 采用 3 种不同体积分数配比的气体对黄藤笋进行包装处理, 于 8 ℃ 下贮藏, 定期测定黄藤笋的硬度、细胞膜的透性以及可溶性固形物(TSS)、VC、纤维素、总酚和丙二醛(MDA)的含量等指标。结果表明, 气调包装能较好保持黄藤笋的硬度和细胞膜的透性, 减少 TSS 和 VC 的损失, 延缓纤维素和总酚含量的上升, 抑制 MDA 的生成, 延长保质期。其中, 以体积分数为 3% O₂ + 5% CO₂ + 92% N₂ 的气体配比, 贮藏效果最好。

关键词: 黄藤笋; 气调包装; 贮藏品质

中图分类号: TB485.2; TS206.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)15-0009-05

Effects of Modified Atmosphere Package on Storage Quality of *Daemonorops margaritae* Shoots

LIU Xiao-rong

(Guangdong Industry Technical College, Guangzhou 510300, China)

Abstract: *Daemonorops margaritae* shoots were packaged in modified atmosphere packages of 3 different gas components and stored under 8 ℃ to prolong their shelf life. The changes of their hardness, permeability of membrane system, soluble solid (TSS), Vitamin C, cellulose, total phenols and malondialdehyde (MDA) were determined regularly. The results indicated that modified atmosphere package (MAP) can maintain the hardness and the permeability of membrane system, reduce the decline of soluble solid and VC contents, delay the increase of cellulose and total phenols contents, and inhibit the appearance of MDA. So the shelf life of *daemonorops margaritae* shoots can be prolonged. *Daemonorops margaritae* shoots packaged in 3% O₂ + 5% CO₂ + 92% N₂ show the best storage quality.

Key words: *daemonorops margaritae* shoots; modified atmosphere package; storage quality

黄藤是我国海南、广东、广西、云南等地特有的一种棕榈藤, 藤茎的嫩梢(黄藤笋)营养丰富, 味道鲜美, 未受化肥农药污染, 是一种绿色环保的森林蔬菜^[1]。黄藤笋不耐贮藏, 采后易发生褐变、木质化等问题, 目前关于其保鲜的研究较少^[2-3]。延长黄藤笋的货架期是生产上亟待解决的问题。气调包装(MAP)在果蔬保鲜方面的应用日益广泛, 其基本原理是通过降低果蔬周围环境中的 O₂ 含量, 升高 CO₂ 含量, 抑制果蔬的呼吸作用, 从而延缓果蔬的后熟和衰老, 延长果蔬的保鲜期^[4]。笔者采用不同成分气体配比结合 8 ℃ 低温贮藏黄藤笋, 并对黄藤笋的贮藏品质进行初步

研究, 以期对黄藤笋的保鲜提供理论依据。

1 实验

1.1 材料

黄藤笋: 2009 年 6 月采自广东东莞, 选择健康、无病虫害的植株, 距地面 5 cm 处剪下, 去叶、叶鞘和刺, 立即装入筐中运回实验室。

试剂: 硫酸、氢氧化钠、草酸、磷酸氢二钾、磷酸二氢钾、愈创木酚、1 mg/mL 抗坏血酸标准溶液、2, 6-二氯靛酚溶液、三氯醋酸、硫代巴比妥酸, 均为分析

收稿日期: 2011-05-20

基金项目: 广东轻工职业技术学院科研启动基金项目(200717)

作者简介: 刘晓蓉(1973—), 女, 湖南人, 广东轻工职业技术学院副教授, 主要从事食品生物技术方面的研究。

纯。

设备: MAP-380 气调包装机, 张家港市德顺机械有限公司; GY-B 型果实硬度计, 四平市兴科仪器仪表厂; DDS-11D 电导率仪, 上海雷磁仪器厂; 2WAJ 阿贝折射仪, 上海光学仪器五厂; 723C 型可见分光光度计, 上海欣茂仪器有限公司; UV-2100 型紫外可见分光光度计, 尤尼柯上海仪器有限公司; MA110 型电子天平, 上海精密科学仪器有限公司。

1.2 样品处理

挑选粗细均匀、无机械损伤的茎段, 将可食用部分切成长 20 cm 的藤笋段, 装入 0.05 mm×250 mm×300 mm 的聚乙烯薄膜袋中。根据各处理设定的 O₂、CO₂ 和 N₂ 体积分数配比充入混合气体, 密闭封口, 置于 8 ℃ 恒温箱中贮藏; 同时以 8 ℃ 非气调 (CK1) 和常温非气调 (CK2) 作为对照, 薄膜袋不封口, 见表 1。每种处理方式设 10 袋, 每袋装 5 根。

表 1 MAP 的气体配比组合及贮藏温度

Tab.1 Gas composition of the MAP and storage temperature

处理	气体配比(体积分数)	贮藏温度 /℃
MAP1	1% O ₂ + 0% CO ₂ + 99% N ₂	8
MAP2	3% O ₂ + 5% CO ₂ + 92% N ₂	8
MAP3	5% O ₂ + 8% CO ₂ + 87% N ₂	8
CK1(对照 1)	空气	8
CK2(对照 2)	空气	20

1.3 测定指标及方法

贮藏期间, 每 6 d 取样一次, 每次从各处理中随机抽取 1 袋黄藤笋, 测定以下各项指标, 共测量 6 次。其中第 1 次测定值取气调包装后 1 h 的测定值。

1) 硬度的测定。右手持硬度计, 均匀用力使压头垂直压入黄藤笋内, 一直压至压头刻度线(压入 10 mm)为止, 指针所指的刻度值即为所测的硬度^[5]。

2) 细胞膜透性的测定。参照文献[6-7], 并加以修改。取 3 根黄藤笋, 分别在上、中、下段切取 2 mm 厚的笋片, 共 9 片, 用打孔器(直径为 1 cm)取样, 称 5 g, 置于试管中, 先用蒸馏水润洗 1 次, 再加 10 mL 蒸馏水, 摇匀, 静置 1 h, 用电导仪测定电导率 R₁。煮沸 15 min, 冷却至室温, 测电导率 R₂。细胞膜透性可用相对电导率来表示, 相对电导率 = $R_2 / R_1 \times 100\%$ 。

3) 可溶性固形物(TSS)含量的测定。采用阿贝

折射仪测定。挤出黄藤笋汁液 1~2 滴, 滴于进光棱镜中央, 闭合进光棱镜与折射棱镜。旋转补偿器旋钮和棱镜旋钮, 使视野明暗分界线刚好通过十字线的交点, 读数即汁液在 20 ℃ 下所含可溶性固形物的质量分数。

4) VC 的测定。采用 2, 6-二氯酚酚滴定法^[8]。称取黄藤笋 1~3 g 放入研钵中, 加入 2% 草酸溶液 3~5 mL, 研磨, 研成糊状后加入 1% 草酸溶液 10~15 mL 浸提 15 min, 将浸提液滤入 50 mL 容量瓶中, 用 1% 草酸溶液定容至 50 mL。吸取样液 5 mL 加入 50 mL 三角瓶中, 再加入 1% 草酸溶液 5 mL。用已标定的 2, 6-二氯酚酚溶液滴定至样液呈浅粉红色, 且 15 s 内不褪色, 同时做空白滴定。按式(1)计算 VC 含量。

$$VC \text{ 含量}(\text{mg}/(100\text{mg})) = \frac{(V_1 - V_2) \times m_1 \times 100}{m_2} \quad (1)$$

式中: V₁ 为滴定样液时消耗的染液体积(mL); V₂ 为滴定空白时消耗的染液体积(mL); m₁ 为 1 mL 染液相当于 VC 标准溶液的量(mg/mL); m₂ 为 5 mL 样液含样品的质量(g)。

5) 纤维素含量的测定。按 GB/T 5009. 10-2003 方法测定。称取已捣碎的样品 20.0~30.0 g, 置于 500 mL 三角烧瓶中, 加入室温时体积为 200 mL 已煮沸的 1.25% 硫酸溶液, 加热, 使之微沸保持 30 min。然后用衬有亚麻布的布氏漏斗抽滤, 并用沸水洗至洗液呈中性。将带有残渣的麻布移入 200 mL 烧杯中, 再用室温时体积为 200 mL 预煮沸的 1.25% 氢氧化钠溶液将残渣洗下, 移入原三角烧瓶内微沸 30 min, 以沸水洗涤 2~3 次, 置于已干至恒重并衬有石棉的垂熔坩埚抽滤, 沸水洗涤后抽干, 再用 95% 乙醇及乙醚分别洗涤 3 次, 连同坩埚于 105 ℃ 烘至恒重, 记录样品残余物的质量。再移入 550 ℃ 高温炉中灰化, 至灰白色, 将坩埚置于干燥器中冷至室温时称量, 记录灰分质量。按式(2)计算粗纤维含量(质量分数)。

$$\text{粗纤维含量} = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100\% \quad (2)$$

式中: m₁ 为残余物的质量(g); m₂ 为灰分的质量(g); m 为样品的质量(g)。

6) 总酚含量的测定。参照刘程惠等人^[9]的方法。取 5 g 黄藤笋, 用 25 mL 预冷的 1% 盐酸甲醇溶液充分研磨提取, 于 4 ℃ 下 12 000 r/min 的转速离心

10 min, 取上清液比色。总酚含量以每克样品的吸光度 A_{280} 来表示。

7) 丙二醛(MDA)含量的测定。参照李合生^[10]的方法并加以修改。取 0.5 g 样品, 加入 2 mL 预冷的 0.05 mol/L pH 为 7.8 的磷酸缓冲液, 在冰浴条件下研磨成匀浆, 4 500 r/min 的转速离心 10 min, 上清液即为提取液。吸取上清液 2 mL 于刻度试管中, 加入 0.5% 硫代巴比妥酸的 5% 三氯乙酸溶液 3 mL, 沸水浴 10 min, 迅速冷却。4 500 r/min 离心 10 min, 取上清液分别在 532, 600 和 450 nm 波长下测定吸光度值。按式(3)计算丙二醛(MDA)含量。

$$\text{丙二醛含量} (\mu\text{mol/g}) = \frac{[6.45(A_{532} - A_{600}) - 0.56A_{450}]V_1V}{1\,000m \cdot V_2} \quad (3)$$

式中: A 为吸光度; V_1 为反应液体积(mL); V 为提取液体积(mL); V_2 为反应液中的提取液体积(mL); m 为样品质量(0.5 g); 6.45, 0.56 为丙二醛及蔗糖的微摩尔吸光系数的换算系数。

1.4 数据处理

以上指标均重复测定 3 次, 采用 Microsoft Excel 2003 对数据进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 气调包装对黄藤笋硬度的影响

硬度是果蔬品质的一项重要指标, 反映了果蔬的衰老程度及耐贮藏性。黄藤笋贮藏期间硬度的变化见图 1。

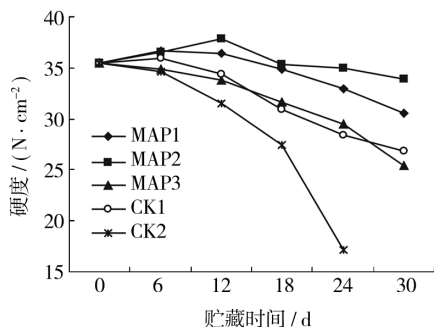


图 1 黄藤笋贮藏期间硬度的变化

Fig. 1 Change of hardness in daemonorops margaritae shoots during storage

由图 1 可知, 黄藤笋在贮藏期间, 其硬度均呈下降趋势。CK2 的硬度在第 6 d 后急剧下降, 贮藏 25 d

后, 几乎完全褐变、腐烂而失去食用价值。MAP1, MAP2 和 CK1 的硬度先小幅上升, 再呈下降趋势, 但下降幅度明显小于 CK2。MAP2 的硬度变化较平缓, 整个贮藏期间只下降了 4%。贮藏末期, 黄藤笋的硬度大小顺序为: CK2 < MAP3 < CK1 < MAP1 < MAP2, 说明气调包装和低温贮藏能较好保持果蔬的硬度, 3 种气调包装中, 3% O₂ + 5% CO₂ + 92% N₂ 组的保鲜效果最好。

2.2 气调包装对黄藤笋细胞膜透性的影响

果蔬的衰老和外部环境的改变, 可破坏细胞膜系统, 使细胞膜渗透性增加, 细胞液外渗, 细胞失去膨压, 导致果蔬萎蔫。细胞膜透性可用相对电导率来衡量。黄藤笋贮藏期间相对电导率的变化见图 2。

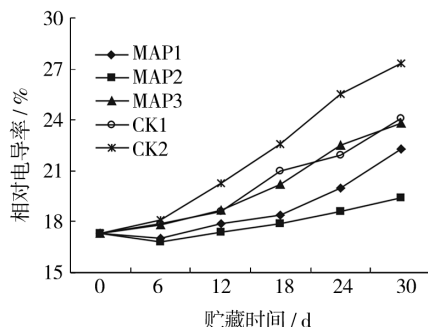


图 2 黄藤笋贮藏期间相对电导率的变化

Fig. 2 Change of relative electric conductivity of daemonorops margaritae shoots during storage

从图 2 可以看出, 黄藤笋在贮藏期内细胞膜透性均呈上升趋势; 贮藏前期各组的膜透性差异较小, 第 6 d 后 CK2 的相对电导率急剧增大, 且明显高于其它组; MAP2 的膜透性在前 6 d 小幅下降, 之后平缓上升, 且始终保持最低; MAP3 和 CK1 的差异不大, 明显高于 MAP1 和 MAP2。表明气调包装和低温贮藏可以抑制细胞膜透性的升高, 延缓果蔬的衰老; 3% O₂ + 5% CO₂ + 92% N₂ 组的保鲜效果最好, 1% O₂ + 0% CO₂ + 99% N₂ 组次之。

2.3 气调包装对黄藤笋 TSS 含量的影响

不同气体组成条件下, 黄藤笋中 TSS 量的变化见图 3。

由图 3 可知, 黄藤笋的 TSS 量都呈先下降再上升的趋势。在贮藏初期和中期, 果蔬因呼吸作用分解糖类、消耗营养物质, 导致 TSS 量持续下降, 其中, CK2 的呼吸作用比较旺盛, TSS 量下降速度最快, MAP2 下降速度最慢。表明气调包装和低温能抑制

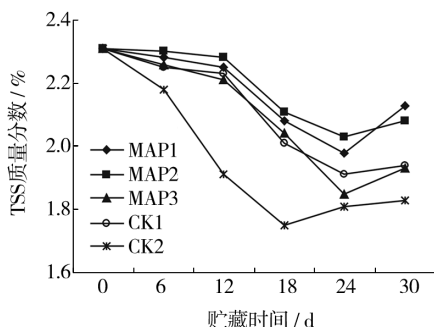


图3 黄藤笋贮藏期间 TSS 含量的变化

Fig. 3 Change of TSS content in *daemonorops margaritae* shoots during storage

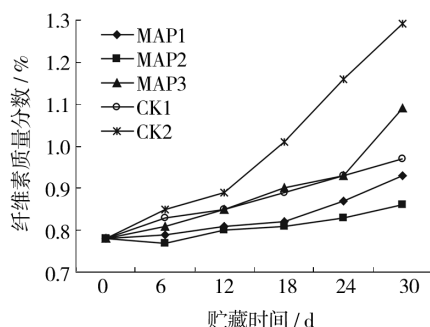


图5 黄藤笋贮藏期间纤维素含量的变化

Fig. 5 Change of cellulose content in *daemonorops margaritae* shoots during storage

呼吸作用,延缓 TSS 量的降低;3% O₂ + 5% CO₂ + 92% N₂ 组的贮藏效果最好。贮藏后期 TSS 量的上升可能是水分的蒸发或纤维素等多糖的水解导致的。

2.4 气调包装对黄藤笋 VC 含量的影响

VC 是一种抗氧化剂,能清除果蔬衰老过程中所产生的自由基,因此 VC 对延缓衰老有一定的效果。VC 含量变化见图 4,各组黄藤笋的 VC 含量均逐渐

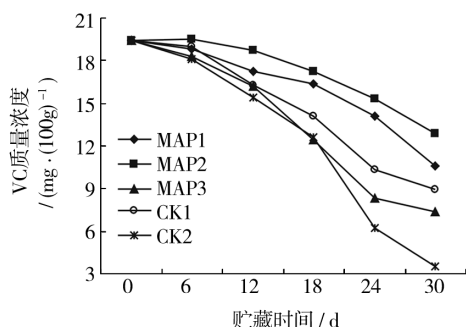


图4 黄藤笋贮藏期间 Vc 含量的变化

Fig. 4 Change of Vc content in *Daemonorops margaritae* shoots during storage

下降,但下降的幅度和速度存在差异,CK2 的 VC 含量下降幅度最大,其它组的下降速度比较缓慢;贮藏结束时,各组 VC 含量高低顺序为:MAP2>MAP1>CK1>MAP3>CK2。说明气调包装和低温能延缓 VC 含量的下降,原因是低温、低 O₂ 和高 CO₂ 的环境,减弱了果蔬的呼吸作用,抑制了氧化酶的活性,从而延缓了贮藏过程中 VC 的损失。

2.5 气调包装对黄藤笋纤维素含量的影响

纤维素含量是衡量果蔬品质与老化程度的重要指标,黄藤笋在贮藏过程中纤维素含量的变化见图 5。

由图 5 可以看出,纤维素含量随着贮藏时间的延长而不断增加;各处理组的呼吸作用受到抑制,因而纤维素含量增加速度比较缓慢;CK2 的纤维素含量在贮藏第 12 d 后急剧增加,到贮藏结束时,其含量是 MAP2 的 1.5 倍,其原因是 O₂ 含量高,黄藤笋的呼吸旺盛,激活了纤维素酶的活性,促进了纤维素的合成;整个贮藏期间,MAP2 的纤维素含量增加比较平缓,只增加了 10%。说明气调包装可延缓纤维素含量的上升,有利于保持黄藤笋的嫩度与口感。

2.6 气调包装对总酚含量的影响

气调包装对黄藤笋总酚的影响见图 6。

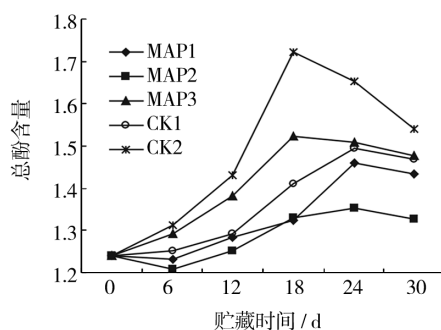


图6 黄藤笋贮藏期间总酚含量的变化

Fig. 6 Change of total phenols content in *daemonorops margaritae* shoots during storage

从图 6 可以看出,在贮藏的前 6 d,各组总酚含量变化不明显,6 d 后大致呈现先升后降的趋势。CK2 的总酚含量在 6 d 后急剧升高,18 d 时达到峰值,之后持续下降,其含量明显高于其它组。气调组中,MAP2 的总酚含量变化幅度最小,MAP3 变化幅度最大,MAP1 和 CK1 组接近。随着贮藏过程中果蔬的衰老,细胞膜遭受损伤,酚类物质逐渐外渗,因而总酚

含量逐渐升高;多酚氧化酶 PPO 氧化酚类物质,产生褐变;随着褐变程度的加剧,总酚的含量逐渐降低。结果表明气调包装、低温能延缓果蔬衰老,抑制酚类物质的外渗,延缓黄藤笋的褐变。

2.7 气调包装对黄藤笋丙二醛(MDA)含量的影响

果蔬贮藏过程中积累的活性氧,能促进膜脂不饱和脂肪酸的过氧化作用,最终产生 MDA,MDA 破坏细胞膜系统,导致膜透性增加,细胞胞内物质外渗,引起果蔬衰老,因此,MDA 含量的高低可以反映黄藤笋的衰老情况。MDA 含量变化情况见图 7,可知各组

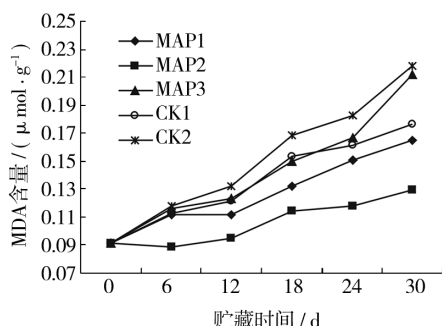


图 7 黄藤笋贮藏期间 MDA 含量的变化

Fig. 7 Change of MDA content in daemonorops margaritae shoots during storage

MDA 含量都呈上升的趋势。贮藏前 12 d,MDA 含量的上升速度都比较缓慢,12 d 后,CK2 的上升速度明显加快,MAP2 仍较为平缓;贮藏结束时,MDA 含量高低顺序为:CK2 > MAP3 > CK1 > MAP1 > MAP2。表明气调包装和低温能抑制膜脂过氧化反应的程度,保持果蔬良好的贮藏品质。

3 讨论与结论

果蔬在气调贮藏中,降低 O_2 含量与提高 CO_2 含量对呼吸作用的抑制效应是可以叠加的,气体的最适配比因果蔬种类而异^[11]。黄藤笋属于冷敏性蔬菜^[2],温度低于 7℃ 时易发生冷害,由此,采用 3 种不同配比的混合气体处理,研究 8℃ 贮藏条件下黄藤笋的保鲜效果。

黄藤笋在贮藏过程中硬度逐渐下降,主要原因是细胞中的原果胶发生水解,CK2 后期硬度的急剧下降还与微生物的感染有关。30 d 后,常温非气调贮藏的黄藤笋已完全腐烂,气调贮藏组的硬度仍得以保持,MAP2 组的硬度只下降了 4%,MAP1 和 MAP3 组的

硬度分别下降了 14% 和 28%。尽管纤维素含量在贮藏期间不断增加,但低 O_2 和低温对纤维素合成关键酶的活性有抑制作用^[12],因此,各处理组的纤维素含量均低于 CK2,MAP2 最低,其次是 MAP1 和 CK1。果蔬褐变的主要原因是酚类物质的氧化,而正常生长的果蔬组织不会发生褐变,其原因是酚类物质在生物膜系统内呈区域性分布,不直接与 PPO 接触。贮藏中后期果蔬不断衰老,膜结构遭到破坏,酚类物质逐渐外渗,因此总酚含量增大;酚与 PPO 接触被氧化成醌造成褐变。在试验中发现,CK2 组第 12 d 后呈现明显褐变,18 d 后大面积褐变,25 d 后几乎完全褐变、腐烂;MAP2 组整个贮藏期间只发生轻微的褐变。表明气调和低温有利于延缓果蔬衰老,保护细胞结构,阻止酚类物质渗透。

正常生长的果蔬细胞内自由基处于产生与清除的动态平衡中,贮藏过程中的逆境胁迫破坏了自由基的代谢平衡,导致自由基积累,诱发膜脂的过氧化反应,促使 MDA 含量上升,引起果蔬衰老、软化、腐烂。CK2 组的呼吸作用旺盛,在贮藏中期开始腐烂,细胞结构被破坏,加剧了膜脂的过氧化反应,因此 MDA 含量急剧上升,后期加速了黄藤笋的腐烂;MAP2 组的 MDA 含量最低,是 CK2 的 59%。说明气调包装和低温能抑制活性氧的积累,减弱膜脂的过氧化作用,延缓果蔬的衰老。

气调包装结合低温贮藏对维持黄藤笋的品质有较好的效果。3 种气体配比中,以 3% O_2 + 5% CO_2 + 92% N_2 配比的保鲜效果最好。

参考文献:

- [1] 赵霞,黄世能,冼光勇,等. 森林蔬菜黄藤笋的营养成分分析及评价[J]. 经济林研究,2007(1):46—48.
- [2] 郑谊,赵霞,黄雪梅,等. 低温贮藏对黄藤笋主要营养物质的影响[J]. 广东农业科学,2009(8):150—153.
- [3] 刘晓蓉,谭才邓. 壳聚糖降解液对黄藤笋的保鲜效果[J]. 食品研究与开发,2010,31(10):209—212.
- [4] 黄俊彦,韩春阳,姜浩. 气调保鲜包装技术的应用[J]. 包装工程,2007,28(1):44—48.
- [5] 李瑜,乔明武. 黄原胶单一膜及复合膜涂膜保鲜蒜米效果研究[J]. 食品与发酵工业,2008,34(10):92—94.
- [6] 张昭其,段学武,庞学群,等. 冷激对采后香蕉几个与耐热性有关的生理指标的影响[J]. 植物生理学通讯,2002,38(4):333—335.

多,自发气调最有效的是蒜薹,富士苹果的效果也较明显。绝大多数情况下,使用保鲜膜是为了保湿及其他作用,主要原因是绝大多数果蔬(如鸭梨、柑橘)的气调作用不太明显。

8 自发气调保鲜应用中应注意的问题

在果蔬的自发气调保鲜应用中,应注意的关键问题是要保持保鲜袋内气体成分的稳定,而稳定气体成分的关键是尽量保持果蔬呼吸强度的稳定。应注意的问题主要有:(1)施用拉长剂、膨大剂等植物激素过多的果蔬呼吸强度高,不宜选用;(2)含水量高的果蔬呼吸强度高,果蔬采前不宜浇水,选择上午果蔬不带露水或傍晚时采收;(3)有病虫害或机械损伤的果蔬呼吸强度高,包装前应挑选;(4)成熟度不一致的果蔬呼吸强度有差异,包装前应挑选;(5)库内温度变化直接影响果蔬呼吸强度,应尽量保持库温的恒定;(6)应经常检测保鲜袋内气体成分和包装果蔬的品质变化,一旦出现分异常应及时寻找原因,并做好出库准备。

参考文献:

- [1] 卢立新. 果蔬气调包装理论研究进展[J]. 农业工程学报, 2005, 21(7): 175—180.
- [2] KADER A A, ZAGORY D, KERBAL E L. Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables [J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1989, 28(1): 1—30.
- [3] KADER A A, CHRISTOPHER B W. Modified Atmosphere Packaging-toward 2000 and Beyond [J]. Hort Technology, 2000, 10(3): 483—486.
- [4] EVELO R G, BOERRIGTER H A M. Integral Approach for Optimizing Modified Atmosphere Packages for El-

star Apples: A Combination of Product and Packaging Constrains[J]. Packaging Technology and Science, 1994, 7: 195—204.

- [5] 康明丽, 张平, 马岩松, 等. 气体成分对冬枣细胞膜及贮藏品质的影响[J]. 果树学报, 2003, 20(2): 112—115.
- [6] 陈昆松, 于樑, 周山涛. 鸭梨果实气调贮藏过程 CO_2 伤害机理初探[J]. 中国农业科学, 1991, 24(5): 83—88.
- [7] 曹慧娟, 农绍庄, 张平, 等. 不同包装方式及气调贮藏对绿芦笋保鲜效果的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2007, 38(6): 860—863.
- [8] NICHOLS R, HAMMOND J. Storage of Mushrooms in Pre-packs: the Effects of Changes in Carbon Dioxide and Oxygen on Quality [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1973, 24(11): 1371—1381.
- [9] 李家政, 毕大鹏, 李江阔. 一种保鲜膜透气性测定装置: 中国, ZL200920221974. 7[P]. 2009—11—06.
- [10] GB/T 1038—2000, 塑料薄膜和薄片气体透过性试验方法(压差法)[S].
- [11] 袁光谱, 李彩云, 谢征校, 等. 涂膜工艺与硅橡胶气调窗膜性能关系的研究[J]. 合成橡胶工业, 1989, 12(2): 81—84.
- [12] 杨水彬, 傅和青, 邹桂梅. 高阻隔性塑料包装膜及其应用[J]. 包装工程, 2005, 26(1): 54—56.
- [13] 庞然, 汪仁煌, 龚雄文, 等. 薄膜材料透气量系数拟合的研究与实现[J]. 广东工业大学学报, 2007, 24(2): 47—49.
- [14] 李家政, 毕大鹏, 李杨. 温度对保鲜膜透气和透湿性能的影响[J]. 包装工程, 2010, 31(10): 8—10.
- [15] 李家政, 张平. 影响果蔬自发气调贮藏效果的若干因素分析[J]. 保鲜与加工, 2007, 7(5): 32—35.
- [16] 李家政. 果蔬保鲜膜及其应用技术[M]. 天津: 天津科技翻译出版公司, 2010.
- [17] 徐文达. 新鲜果蔬气调保鲜包装[J]. 食品工业, 1999(3): 35—37.

(上接第 13 页)

- [7] 徐根娣, 李方, 张淑娜, 等. 天然保鲜剂壳聚糖对白桃的保鲜效果[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(3): 135—138.
- [8] 吴俊明. 食品化学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [9] 刘程惠, 胡文忠, 姜爱丽, 等. 不同贮藏温度下鲜切马铃薯的生理生化变化[J]. 食品与机械, 2008, 24(2): 38—42.
- [10] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.

- [11] OMS-OLIU G, SOLIVA-FORTUNY R, MARTIN-BELLOSO O. Modeling Changes of Headspace Gas Concentrations to Describe the Respiration of Fresh-cut Melon under Low or Super-atmospheric Oxygen Atmospheres [J]. Journal of Food Engineering, 2008, 85: 401—409.
- [12] 李春秀, 齐力旺, 王建华, 等. 植物纤维素合成酶基因和纤维素的生物合成[J]. 生物技术通报, 2005(4): 5—11.