

不同预冷方式 对采后黄秋葵保鲜效果的影响

许俊齐¹ 童斌^{1*} 王瑞² 谢春芹¹ 曹淼¹

(1.江苏农林职业技术学院 生物与工程系,江苏句容 212400;

2.福建农林大学园林与艺术学院,福建福州 350000)

摘要:以黄秋葵为实验材料,对黄秋葵进行真空预冷、冰水预冷及冷库预冷处理,研究不同预冷方式对黄秋葵降温速率及保鲜效果的影响。结果表明,真空预冷方式30min内即将黄秋葵原料从25℃降至6℃,极显著地优于冰水预冷与冷库预冷($p < 0.01$)。结合保鲜效果表明,相比其他预冷方式,真空预冷能明显降低黄秋葵失重率及推迟呼吸高峰出现,延缓可溶性糖含量下降。贮藏12d时真空预冷实验组黄秋葵原料仍能保持其 V_c 原有含量的50%以上,商品率达到95%。结果表明黄秋葵的适宜预冷方式为真空预冷。

关键词:黄秋葵,预冷方式,保鲜

Effect of different pre-cooling ways on freshness retaining of postharvest okra

XU Jun-qi¹, TONG bin^{1*}, WANG Rui², XIE Chun-qin¹, CAO Miao¹

(1.Jiangsu Polytechnic College of Agriculture and Forestry, Biological and Engineering, Jurong 212400, China;

2.Fujian Agriculture and Forestry University, Garden and Art, Fuzhou 350000, China)

Abstract: The experiment selected okra as experimental material. In order to investigate the effect of different pre-cooling on the hypothermal rate and freshness of retaining of okra, the okra was treated by vacuum cooling, ice water pre-cooling and cold storage pre-cooling. The results showed that: the group of vacuum cooling way could reduce the temperature from 25℃ to 6℃ in 30min, and it was significantly better than other ways. Compared with other ways, the weight loss rate was evidently reduced, the respiration peak was significantly postponed and the soluble sugar was delayed. With 12d storage, the V_c content of vacuum group could maintain 50% of its original level, the commodity rate was in that of 95%. Therefore, the optimal pre-cooling method was vacuum cooling.

Key words: okra; pre-cooling method; preservation

中图分类号: TS255.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)09-0312-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.09.059

黄秋葵 [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] 又名秋葵和羊角豆等,原产非洲热带地区,为锦葵科秋葵属一年生草本植物。嫩果中含有丰富的蛋白质、不饱和脂肪酸、维生素、多糖、黄酮类化合物等,其果胶和多糖组成的粘性物质,可促进人体胃肠蠕动,适当多食可增强人体耐力;此外,王君耀、金忠尧等实验证明,黄秋葵不仅具有抗疲劳^[1-2]、还具有治疗皮肤癌^[3]的功能,是一种新型营养保健蔬菜^[4],具有很高的开发价值和潜力。

预冷作为果蔬采后商品化处理的重要工序,是指将采摘的新鲜果蔬在运输、贮藏及加工前迅速的除去田间热和减少呼吸热,降低果蔬呼吸作用,防止

因其而导致的品质下降,以保持其新鲜度和营养价值。目前果蔬采后预冷的方式包括:冷风预冷、冷水预冷、冰预冷及真空预冷,其中真空预冷因其冷却速度快^[5]、冷却温度均匀、保鲜效果好^[6]、清洁、操作方便等优点,被认为是当前最有发展前景的预冷技术之一。黄秋葵采后代谢旺盛,呼吸作用及其它生理活动继续进行,加速了衰老、萎蔫及黄化。因此,如何降低黄秋葵的呼吸强度,延缓其衰老,延长货架期成为黄秋葵采后保鲜贮藏亟待解决的问题。

本研究以黄秋葵为实验材料,在比较真空预冷、冰水预冷与冷库预冷对黄秋葵原料预冷效果的基础上,对三种预冷工艺结合冷藏的保鲜效果进行比较,为采后黄秋葵提供新的预冷途径,并为真空预冷的应用提供理论参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

黄秋葵采自江苏农林职业技术学院农博园,黄

收稿日期: 2013-09-22 * 通讯联系人

作者简介: 许俊齐(1986-),男,助理实验员,硕士,主要从事食用农产品贮藏保鲜与加工技术方向的研究。

基金项目: 江苏农林职业技术学院食用资源开发科技团队(2013~td02)。

秋葵采收后,在产地尽快进行初步分选后,采取措施控制初始品温 $\leq 25^{\circ}\text{C}$,迅速运至实验室;立即选取大小一致,色泽均匀,无机械损伤和病虫害的黄秋葵作为实验材料,要求在采收4h内进行预冷处理。

VCE-10 真空预冷实验机 上海锦立保鲜科技有限公司; BS-201 分析天平 北京赛多利斯天平有限公司; HH-2 数显恒温水浴锅 江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司; WSC-S 测色色差计 上海精密科学仪器有限公司; UV-2550 型 紫外可见分光光度计 日本岛津公司; JA2003 型电子天平 上海天平仪器厂。

草酸、酚酞、丙酮、盐酸、碘酸钾、碘化钾、乙酸锌、亚铁氰化钾、萘酚、硫酸、95%乙醇 均为分析纯(AR),国药集团化学试剂有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 黄秋葵采收后预冷工艺的选择与确定 实验设 A、B、C3 组,分别采用 0°C 左右冰水预冷(重量体积比为1:10)、真空预冷及冷库预冷(库温为 $0\sim 3^{\circ}\text{C}$),设定预冷终温为 6°C ,各组处理量为3000g,每隔10min测定一次黄秋葵的品温。待真空预冷完成后,另两实验组每隔60min测定一次黄秋葵品温。计算黄秋葵在不同预冷条件下的降温速率,实验重复三次取其平均值,绘制降温速率曲线。

1.2.2 黄秋葵采收后三种预冷工艺保鲜效果比较 实验共分4组进行处理(见表1),其中实验组 A、B、C 分别为冰水预冷(预冷结束后需彻底除去表面水分)、真空预冷、冷库预冷(冷库温度 $0\sim 3^{\circ}\text{C}$),冷却至中心温度 6°C 左右;对照组 D 的黄秋葵未经预冷,四组样品均用 PE 薄膜包装后,置于 $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、RH90% $\pm 3\%$ 的冷库中贮藏。每隔2d测定一次黄秋葵样品的呼吸强度、失重率、 V_c 含量、可溶性糖含量、商品率,实验重复三次取其平均值。

表1 黄秋葵预冷处理实验方案

Table 1 The experimental program of treatment of pre-cooling of okra

处理组	A 组 (实验组)	B 组 (实验组)	C 组 (实验组)	D 组 (对照组)
处理方式	冰水预冷	真空预冷	冷库预冷	无预冷处理

1.2.3 测定指标与方法

1.2.3.1 失重率测定 采用称量法。即用原始重量减去每次称得的重量,用两者之差与原始重量相除即得失重率。计算公式为:

$$\text{失重率}(\%) = \frac{W_1 - W_i}{W_1} \times 100$$

式中: W_1 -样品原始重量(g); W_i -不同保鲜时间的样品重量(g)。

1.2.3.2 呼吸强度测定 参照冯双庆^[7]的静置法加以改进,将已知重量的黄秋葵净菜置于干燥器中,干燥器底部放一盛有0.4mol/L的NaOH溶液的培养皿以吸收 CO_2 。密闭1h后,将黄秋葵净菜和培养皿小心取出,把碱液移入250mL三角瓶中,用蒸馏水冲洗

培养皿4至5次并加入三角瓶,加入5mL饱和 BaCl_2 溶液2滴酚酞指示剂,用0.1mol/L草酸滴定至红色消失,同时设空白对照,每个处理重复3次。呼吸强度计算公式如下:

$$\text{呼吸强度} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 44}{W \times h} [\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})]$$

式中: V_1 -空白对照滴定所消耗草酸的体积(mL); V_2 -滴定黄秋葵净菜样品吸收液所消耗草酸的体积(mL); N -草酸的浓度(mol/L); 44- CO_2 的分子量; W -黄秋葵净菜样品重量(kg); h -测定时间(h)。

1.2.3.3 抗坏血酸(V_c)测定 参照王学奎^[8]的方法,采用2,6-二氯酚靛酚染料滴定法测定。

称取黄秋葵净菜样品10g,加5mL2%草酸溶液研碎,转入50mL离心管中,用15mL2%草酸溶液冲洗研钵一并转入离心管中,摇匀,静置约5min,冷冻离心机上3000r/min,离心15min;取上清液移至50mL容量瓶中,以2%草酸定容,摇匀备用。吸取样品液20mL于三角瓶中,用已标定的2,6-二氯酚靛酚溶液滴定至出现粉红色,且15s内不褪色为止,记下染料用量,同时以20mL2%草酸作为空白按以上方法进行滴定,重复3次。 V_c 含量计算公式:

$$w(\text{mg}/100\text{mg}) = (v - v_1) \times A \times b \times 100 / (B \times a)$$

式中: w -100g黄秋葵净菜样品中含有的抗坏血酸(mg); v -空白滴定消耗的2,6-二氯酚靛酚染料(mL); v_1 -黄秋葵净菜样品液滴定所消耗2,6-二氯酚靛酚染料的毫升数(mL); A -1mL染料溶液相当于抗坏血酸的(mg); B -滴定时吸取的黄秋葵净菜样品液(mL); b -黄秋葵净菜样品液的定容毫升数(mL); a -黄秋葵净菜样品的质量(g)。

1.2.3.4 可溶性糖含量测定 参照郭晓蕾^[9]的方法,采用萘酚法进行测定。

取6支试管,以 $10\mu\text{g}/\text{mL}$ 的浓度间隔配制 $0\sim 50\mu\text{g}/\text{mL}$ 的葡萄糖溶液,在每支试管中加入萘酚试剂4.0mL,迅速浸于冰水浴中冷却,各管加完后管口加盖,一起沸水浴10min,取出立即冰水浴冷却至室温,在620nm波长下以第一试管为空白,迅速测其余各管吸光值。以标准葡萄糖含量(μg)为横坐标,以吸光值为纵坐标,作标准曲线。

精确称取黄秋葵净菜样品1.0g,研磨后,置于50mL三角瓶中,加入沸水15mL、盐酸10mL,沸水浴提取20min,过滤,收集提取液于100mL容量瓶中,定容得黄秋葵样品提取液。吸取黄秋葵样品提取液10mL,置于100mL容量瓶中,以蒸馏水稀释定容,摇匀。吸取1mL已稀释的黄秋葵样品提取液于试管中,加入4.0mL萘酚试剂,平行3份;空白管以等量蒸馏水取代提取液。以下操作同标准曲线制作。根据 A_{620} 平均值在标准曲线上查出葡萄糖的含量(μg)。

$$\text{黄秋葵样品含糖量}(\%) = \frac{C \times C_{\text{总}} \times D}{W \times V_{\text{测}} \times 10^6}$$

式中: C -在标准曲线上查出的糖含量(μg); $V_{\text{总}}$ -黄秋葵样品提取液的总体积(mL); $V_{\text{测}}$ -测定时取用的黄秋葵样品提取液体积(mL); D -稀释倍数; W -黄秋葵样品质量(g); 10^6 -样品重量单位由g换

算成 μg 的倍数。

1.2.3.5 商品率测定 0级:黄秋葵无萎缩,无褐变、霉变,色泽鲜绿、无水渍状斑点。1级:轻微褐变、无水渍状斑点。2级:褐变(失绿) $\leq \frac{1}{4}$,不鲜艳,有少许水渍状斑点。3级: $\frac{1}{4} \leq$ 褐变(失绿) $\leq \frac{1}{2}$,有少许霉斑、汁液流出、不鲜艳。4级:褐变(失绿) $\geq \frac{1}{2}$ 霉斑、汁液流出 $\geq \frac{1}{2}$,失去商品价值。

商品率(%) = [(0级黄秋葵数 + 1级黄秋葵数) / 总黄秋葵数] \times 100

1.2.4 统计分析 实验数据采用 DPS 数据处理系统和 Microsoft Excel 2003 软件进行分析,对各单因素用 Duncan 新复极差法进行均值差异性的相关分析,显著性界限以 $p < 0.01$ 为极显著, $p < 0.05$ 为显著, $p > 0.05$ 为不显著。

2 结果与分析

2.1 不同预冷方式对黄秋葵降温速率影响研究

从图1曲线可知,不同的预冷方式对黄秋葵降温速率的影响有显著性($p < 0.05$)差异。其中真空预冷的降温效果最佳,30min内即将黄秋葵原料从25℃降至6℃,极显著地优于冰水预冷与冷库预冷($p < 0.01$);采用冰水预冷将黄秋葵从25℃降至6℃需要2h,降温效果也比较明显;冷库自然预冷的降温速度最慢,预冷1.0h后,黄秋葵的品温仅降至17℃,而降至6℃时则需要4h左右,因此选择真空预冷为黄秋葵采后预冷的理想降温工艺。

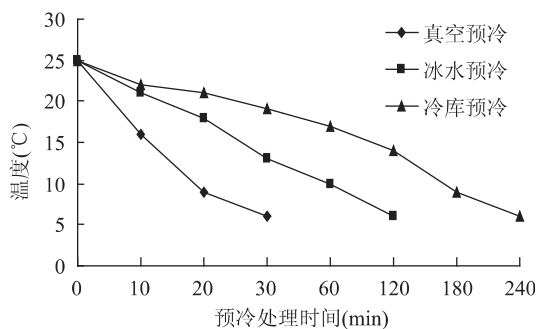


图1 预冷方式对黄秋葵降温速度的影响

Fig.1 Effect of pre-cooling mode on hypothermal rate of okra

2.2 不同预冷方式对黄秋葵失重率的影响

由图2分析得出,黄秋葵在贮藏过程中,各实验组黄秋葵失重率呈逐渐增加的趋势。贮藏0d时,真空预冷的黄秋葵样品质量减少了1.52%,这是由真空预冷的原理决定的,也是真空预冷技术的不足之处^[10]。从图2可以看出,真空预冷虽在预冷处理时使黄秋葵造成一定的质量损失,但在贮藏12d黄秋葵的失重率显著低于其他三组($p < 0.05$)。由于对照组未进行预冷处理,故该实验组条件下的失重率始终保持在较高水平,贮藏至12d时失重率已经达到3.58%。由此说明真空预冷处理能有效抑制贮藏过程中黄秋葵的呼吸作用,减少质量损失。

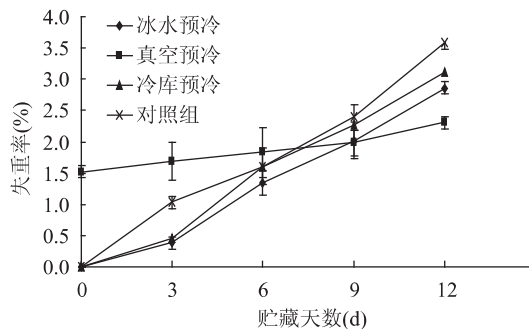


图2 预冷方式对黄秋葵贮藏期间失重率的影响

Fig.2 Effect of pre-cooling mode on weight loss of okra

2.3 不同预冷方式对黄秋葵呼吸强度的影响

呼吸强度是果蔬贮藏过程中反映贮藏效果的重要指标。呼吸强度越大说明呼吸作用越旺盛,营养物质消耗快,也会加速果蔬衰老,缩短寿命。许多研究者发现果蔬的呼吸强度与样品的质量损失之间有一定的关系,即呼吸强度越低,则样品损失越小^[11]。

图3数据显示,在预冷结束时,真空预冷处理B组的黄秋葵样品的呼吸强度保持在最低水平,此结果与刘芬关于比较青花菜三种不同预冷方式的研究结果相同^[12],并在此后的贮藏期间内,该组黄秋葵样品的呼吸强度始终显著低于其他三实验组($p < 0.05$),而冰水预冷A组与冷库预冷C组黄秋葵呼吸强度差异不显著($p > 0.05$);对照D组(未进行预冷处理)黄秋葵样品的呼吸强度最高。贮藏12d时,真空预冷组、冰水预冷、冷库预冷的黄秋葵样品的呼吸强度分别为36.0、48.4及46.3 $\text{mg}(\text{kg} \cdot \text{h})^{-1}$ 。结果表明真空预冷能明显抑制黄秋葵贮藏期间的生理活性,维持黄秋葵呼吸强度在较低水平,对黄秋葵良好品质的保持具有积极作用。

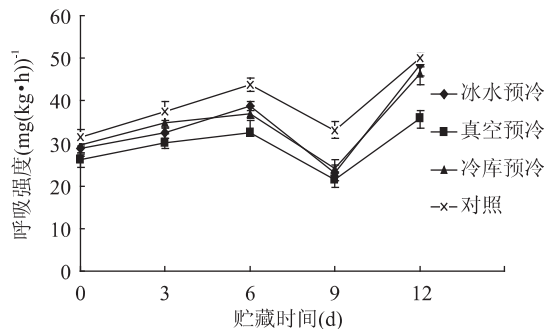


图3 预冷方式对黄秋葵呼吸强度的影响

Fig.3 Effect of pre-cooling mode on respiration rate of okra

2.4 不同预冷方式对黄秋葵 V_c 含量的影响

V_c 俗称抗坏血酸,不仅作为维持人体正常生理代谢不可缺少的主要维生素之一,并且在果蔬营养品质分析方面具有重要位置,常作为评价果蔬贮藏、流通、加工等方面的重要指标^[13]。

从图4直观看出,三种预冷方式相对于对照组均对黄秋葵样品的 V_c 含量的降低有一定的抑制作

用,且三种预冷方式之间存在显著差异($p < 0.05$) ,其中真空预冷方式对于保留黄秋葵 V_c 含量的优势明显,贮藏至 12d,该组黄秋葵样品的 V_c 含量仍然保持原有含量的 50% 左右。

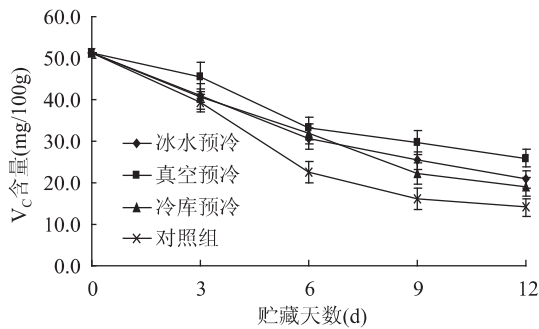


图4 预冷方式对黄秋葵 V_c 含量的影响

Fig.4 Effect of pre-cooling mode on Vitamin C content of okra

2.5 不同预冷方式对黄秋葵可溶性糖含量的影响

可溶性糖作为果蔬甜味的主要来源,包括果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖等。其含量及比例的变化,可影响果蔬的口感风味^[14]。此外可溶性糖也是果蔬组织中重要的能量贮藏物质,其总含量的高低与其品质、成熟度和贮藏性密切相关^[15]。

由图 5 可知,真空预冷 B 组黄秋葵样品可溶性糖的降低最为缓慢,并显著 ($p < 0.05$) 优于其他三实验组,而未经预冷处理的 D 组黄秋葵样品的可溶性糖含量下降最快。贮藏至 12d 时, D 组黄秋葵样品的可溶性糖含量仅为原有的 35%,而 B 组即真空预冷组,黄秋葵样品可溶性糖含量仍保留原有的 60% 以上,这与真空预冷可在较短时间内降低果蔬温度、抑制黄秋葵生理活性有关^[16]。

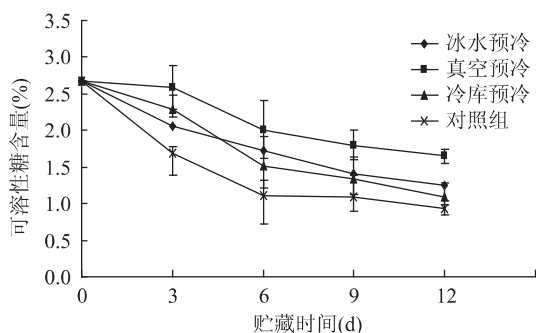


图5 预冷方式对黄秋葵可溶性糖的影响

Fig.5 Effect of pre-cooling mode on sugar content of okra

2.6 不同预冷方式对黄秋葵商品率的影响

图 6 数据表明,在贮藏前 6d,三种预冷处理实验组的黄秋葵样品的商品率无差异,但随着贮藏时间延长,真空预冷 B 组黄秋葵样品的商品率,显著高于其他三组($p < 0.05$)。贮藏至 12d,真空预冷 B 组黄秋葵样品的商品率仍达到 95%,其他两组(A 和 C 组)商品率都有所下降,即 82.5% 和 80.0%,未经预冷的 D 组黄秋葵个别样品出现霉斑、汁液流出,失去了食用价值,所以真空预冷可有效提高黄秋葵贮藏

的商品率。

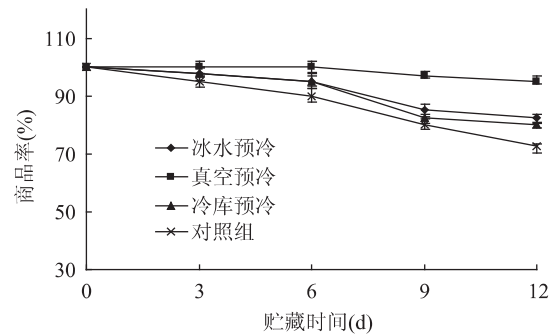


图6 预冷方式对黄秋葵商品率的影响

Fig.6 Effect of pre-cooling mode on commodity rate of okra

3 结论

实验结果表明,不同的预冷方式对采后黄秋葵的降温速率有显著差异,其中真空预冷处理 30min 内可将黄秋葵原料从室温(25℃)降至 6℃,降温速度最快,预冷效果理想。结合后期贮藏效果表明,真空预冷组比其他实验组可显著抑制呼吸强度的升高,降低 V_c 的分解,明显控制可溶性糖含量减少,并在贮藏至 12d 时,商品率仍保持在 95.0%,所以真空预冷是黄秋葵贮藏前的较佳预冷方式。

参考文献

- [1] 王君耀,周峻,汤谷平.黄秋葵抗疲劳作用的研究[J].中国现代应用药学杂志,2003,20(4):316-317.
- [2] 金忠尧,林建龙.治疗皮肤癌的苗头中草药:秋葵[J].中华实用中西医杂志,2001,29(10):2256.
- [3] 陈湘宁,艾启俊,黄漫青,等.HACCP 在净菜加工中的应用初探[J].粮油加工与食品机械,2003(4):59-62.
- [4] 任丹丹,陈谷.黄秋葵多糖组分对人体肿瘤细胞增殖的抑制作用[J].食品科学,2010,31(21):353-357.
- [5] Turk R, Celik E. The effects of vacuum cooling on the quality criteria of some vegetables [J]. Acta Hort, 1994, 368: 825-829.
- [6] Kim B S, Kim D C, Lee S E, et al. Freshness prolongation of crisphead lettuce by vacuum cooling [J]. Agricultural Chemistry and Biotechnology, 1995, 38(3): 239-247.
- [7] 冯双庆,赵玉梅.果蔬保鲜技术及常规测试方法[M].北京:化学工业出版社,2001.
- [8] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006:28-30.
- [9] 郭晓蕾,朱思潮,翟旭峰,等.硫酸蒽酮法与硫酸苯酚法测定灵芝多糖含量比较[J].中华中医药学刊,2010,28(9):2000-2002.
- [10] 刘芬,张爱萍,刘东红.真空预冷处理对青花菜贮藏期间生理活性的影响[J].农业机械学报,2009,40(10):106-109.
- [11] 胡晓亮,周国燕.四种天然保鲜剂对樱桃番茄贮藏的保鲜效果[J].食品科学,2012,33(10):287.
- [12] 刘芬.青花菜真空预冷工艺及保鲜效果的研究[D].杭州:浙江大学,2010:31-33.
- [13] 王建国,王瑞斌.高锰酸钾滴定法快速测定蔬菜中抗坏血酸含量[J].食品科学,2008,29(10):471.