

# 温度对南瓜采后贮藏特性的影响

梁 莉<sup>1</sup>, 程 晨<sup>1</sup>, 张 柳 茵<sup>1</sup>, 谢 学 文<sup>2</sup>, 陈 信 友<sup>3</sup>, 李 全 宏<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学 食品科学与营养工程学院, 北京 100083; 2. 中国农业科学院 蔬菜花卉研究所, 北京 100081; 3. 北京市南口农场, 北京 102202)

**摘 要:**以“东升”南瓜(印度南瓜)为试材,将南瓜果实分组并分别置于 5、10、15℃及常温(21~23℃)条件下贮藏并定期取样检测,研究常温和低温贮藏条件下印度南瓜的外观、营养、生理指标的变化规律。结果表明:低温贮藏可延缓南瓜采后贮藏品质劣变的进程。在南瓜采后的同一时期,低温贮藏可以显著降低果实失重率、腐烂指数、呼吸强度、细胞膜透性(相对电导率)及丙二醛含量,并延缓果实硬度、含水量、可溶性固形物等指标的下降速度。但贮藏温度也并非越低越好,在 5℃贮藏条件下 20 d 出现冷害现象,且冷害程度随着贮藏期的延长加速增长。综合比较各指标的变化规律可以看出,10℃是南瓜贮藏最适宜的温度。

**关键词:**南瓜;低温贮藏;贮藏特性;最适温度

**中图分类号:**S 642.109<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)24-0131-04

南瓜(*Cucurbita moschata*)属葫芦科南瓜属一年生双子叶蔓性草本植物,别名番瓜、中国南瓜、印度南瓜、美洲南瓜,是目前较为常见的南瓜栽培品种<sup>[1]</sup>。南瓜原产于北美洲,后由欧洲的探险者带出并传至亚洲等地区进行大量种植<sup>[2]</sup>。时至今日,南瓜在世界范围内被广泛种植,根据 2008 年联合国粮农组织(FAO)统计显示,全世界南瓜总产量 2 023 万 t,在各类蔬菜作物产值中位列第 9。日常生活中,南瓜是我国居民喜食的一种蔬菜,因为南瓜不仅风味良好、营养丰富且有一定的食疗保健功能。南瓜的营养成分较全,除了基本的糖类、蛋白质、脂肪、维生素、常量元素、微量元素外,还含有一些瓜氨酸、精氨酸、葫芦巴碱、南瓜子碱、可溶性纤维等营养成分。此外,南瓜中含有的一些功能性成分有调节血脂、辅助降血糖、保护视力、预防癌症等功效<sup>[3-4]</sup>。

近年来,南瓜的食用和保健价值不断被人们认识,针对南瓜开展的深加工项目也逐年增多,在南瓜品种选育、种植技术及相关产品开发和综合利用方面的研究较多,而对南瓜保藏技术的研究少有报道<sup>[5]</sup>。我国是南瓜的主产国之一,但是鲜南瓜水分含量较高不易储存,销

售加工不及时、储运条件不当都会造成南瓜的腐烂和损耗。另外,南瓜加工企业为了调节生产和控制成本也需要延长南瓜的保藏期。因此,对南瓜储藏特性及适宜的保藏条件进行研究有重大意义<sup>[6]</sup>。该试验以“东升”南瓜为试材,检测 and 对比了贮藏于不同温度的南瓜外观、营养、生理等指标,总结出温度对南瓜采后贮藏特性的影响规律,并确定了“东升”南瓜最佳采后贮藏温度。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

“东升”南瓜(印度南瓜),购于清河小营批发市场,挑选大小均匀,成熟度一致,无病虫害、无机械损伤的南瓜。

仪器设备主要有 YC-1 型层析实验冷柜(北京德天佑科技发展有限公司);BCD-649WDCE 电子天平(上海精天电子仪器有限公司);GY-4 果实硬度计(浙江托普仪器有限公司);Pal-1 糖度计(ATAGO);DHG-9053A 电热恒温鼓风干燥箱(上海精宏实验设备有限公司);GC7890F 气相色谱仪(上海天普分析仪器有限公司);FE30 电导率仪(Mettler Toledo);WFZ UV-2802H 型紫外可见分光光度计(Unic)。

### 1.2 试验方法

将“东升”南瓜每 15 个分为 1 组,分别贮藏于 5、10、15℃和常温条件下,每隔 10 d 取样,并对外观品质指标、营养指标和生理指标进行检测,得出“东升”南瓜在不同温度下的贮藏特性并选择最适宜的贮藏温度。

**第一作者简介:**梁莉(1991-),女,硕士研究生,研究方向为农产品加工与贮藏。E-mail:gcfl@126.com.

**责任作者:**李全宏(1966-),男,博士,教授,现主要从事天然产物化学等研究工作。E-mail:quanhong\_li@hotmail.com.

**基金项目:**公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(201303112)。

**收稿日期:**2015-10-13

### 1.3 项目测定

**1.3.1 外观品质指标 硬度:**在南瓜的赤道部位上对应的两面(等间距的4个点)削去直径1 cm左右且较薄的一块果皮,使用果实硬度计测定果肉硬度。着色不均时要在颜色最浓和最淡的一侧分别测定<sup>[7]</sup>。**冷害指数:**观察记录各试验组南瓜的冷害级别,取5个果实并重复3次。按照冷害发生程度分成5级<sup>[8]</sup>:0级,果实无冷害现象出现;1级,果实偶见冷害,对商品性影响较小,表面冷害面积 $X \leq 10\%$ ;2级,果实冷害较轻,商品性开始下降,表面冷害面积 $10\% < X \leq 30\%$ ;3级,果实冷害程度中等,失去商品性,表面冷害面积 $30\% < X \leq 50\%$ ;4级,果实冷害程度严重,影响食用性,表面冷害面积 $> 50\%$ 。**冷害指数(%)** =  $[\sum(\text{冷害级数} \times \text{该级个数}) / (\text{最高冷害级数} \times \text{总个数})] \times 100$ 。**腐烂指数:**由于南瓜单个体积较大,用传统的腐烂率不能很好的反映出其品质变化情况,因此采用类似冷害的评价方法,测定南瓜果实的腐烂指数。

**1.3.2 营养品质指标 失重率**使用电子天平对不同贮藏时期的南瓜进行称重,按照以下公式计算失重率。失重率(%) =  $(\text{原始单果重} - \text{贮藏后单果重}) / \text{原始单果重} \times 100$ 。水分含量采用直接干燥法测定南瓜样品含水量<sup>[7]</sup>。使用Pal-1糖度计对南瓜样品可溶性固形物含量进行测定。

**1.3.3 生理指标 呼吸强度**参照曹健康等<sup>[9]</sup>的方法测定,取南瓜果实称重后置于具塞玻璃容器中,密闭1 h后顶空抽取1 mL气体,用气相色谱仪测定CO<sub>2</sub>含量。另需制作CO<sub>2</sub>标准曲线,并根据标准曲线计算呼吸强度,单位为 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。气相色谱(GC7890F,上海天美科学仪器有限公司),载气N<sub>2</sub>,进样温度120℃,柱温60℃,检测温度360℃。细胞膜透性参照王鸿飞等<sup>[7]</sup>的方法测定。丙二醛(MDA)含量参照曹健康等<sup>[9]</sup>的方法测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 贮藏温度对“东升”南瓜硬度的影响

图1表明,各处理组在贮藏期间硬度大致呈现先上升后下降的趋势,其中硬度的上升可能与贮藏中果实水分的散失有关。常温组和5℃处理组硬度的最大值出现在第30天,而10℃处理组和15℃处理组最大硬度出现在第40天,说明低温推迟了南瓜果实衰老及品质劣变的过程。5℃组硬度在30 d后出现下降可能是由于出现冷害症状影响其组织状态。而常温组在后期硬度迅速下降则是由于腐烂及病害加速了衰老及品质劣变。

### 2.2 贮藏温度对“东升”南瓜腐烂指数的影响

腐烂对“东升”南瓜商品价值影响最大,从图2可以

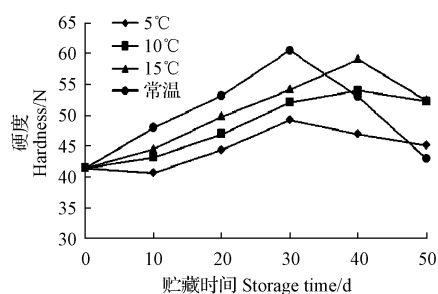


图1 “东升”南瓜贮藏过程中温度对硬度的影响

Fig.1 Effect of different temperatures on hardness

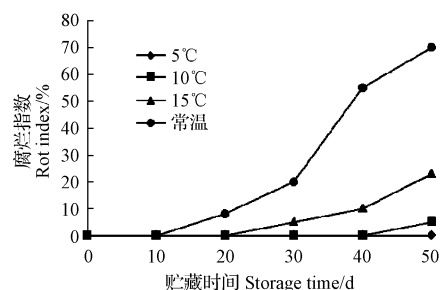


图2 “东升”南瓜贮藏过程中温度对腐烂指数的影响

Fig.2 Effect of different temperatures on rot index

看出,常温贮藏20 d就开始出现腐烂或病斑,腐烂指数随着贮藏时间的延长逐步升高,50 d时达到70%。而3个低温处理组很好地控制了腐烂现象,50 d腐烂指数都在25%以下,说明低温对推迟南瓜腐烂并保持其商品价值有重要作用。

### 2.3 贮藏温度对“东升”南瓜冷害指数的影响

图3可知,试验仅有5℃和10℃2组出现冷害现象。10℃处理组仅在50 d时出现冷害现象,且冷害指数不超过5%。5℃处理组冷害较为严重,20 d时就有冷害症状出现,发生范围小且程度较轻;30 d后冷害症状大范围发生,出现水渍状凹陷斑,斑点处颜色加深、质地松软;之后冷害面积进一步增大,严重影响南瓜的商品品质。

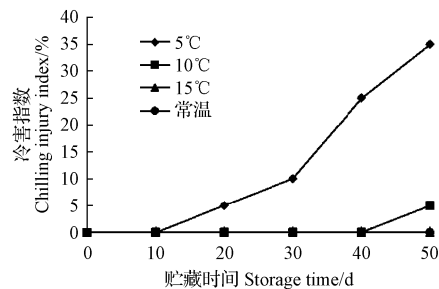


图3 “东升”南瓜贮藏过程中温度对冷害指数的影响

Fig.3 Effect of different temperatures on chilling injury index

## 2.4 贮藏温度对“东升”南瓜失重率的影响

从图 4 可知,在贮藏期间,各处理组南瓜的失重率均呈上升趋势,总体来看,常温>15℃>10℃>5℃。30~50 d 期间,5℃处理组失重率有明显上升,这可能是由于南瓜发生冷害,组织结构被破坏,加速了有机物分解和水分散失。

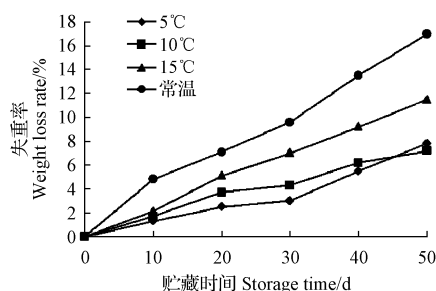


图 4 “东升”南瓜贮藏过程中温度对失重率的影响

Fig. 4 Effect of different temperatures on weight loss rate

## 2.5 贮藏温度对“东升”南瓜水分含量的影响

如图 5 所示,南瓜采后 0~50 d 期间,各处理组南瓜水分含量均不断下降,且在采后 0~20 d 间,各组水分仍保持在较高水平。在 30~50 d 期间,15℃和常温 2 组水分含量下降较快,这可能是由于腐烂导致南瓜表面的组织结构被破坏,表皮的保护功能下降,水分流失严重。

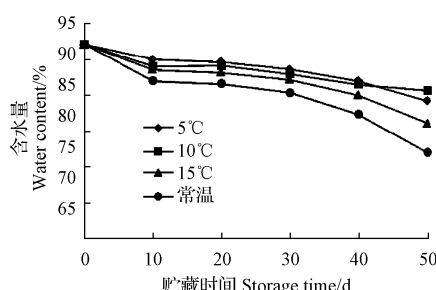


图 5 “东升”南瓜贮藏过程中温度对含水量的影响

Fig. 5 Effect of different temperatures on water content

## 2.6 贮藏温度对“东升”南瓜可溶性固形物含量的影响

图 6 表明,常温条件下“东升”南瓜中可溶性固形物含量基本呈现先上升后下降的趋势,峰值出现在 30 d。其它 3 组总体呈上升趋势,在 0~30 d 期间上升较快,此后趋于平缓,但 15℃组出现下降趋势。可溶性固形物的升高主要是由于南瓜贮藏过程中水分的散失,而随后出现下降可能是因为病害或呼吸作用等消耗部分有机物。

## 2.7 贮藏温度对“东升”南瓜呼吸强度的影响

常温、15℃、10℃ 3 个处理组的呼吸强度先上升后下降,峰值出现在 20 d。5℃处理组的呼吸强度一直保持在较低水平,且未出现高峰。这说明低温对采后南瓜的

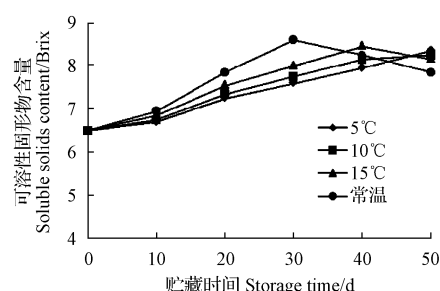


图 6 “东升”南瓜贮藏过程中温度对可溶性固形物含量的影响

Fig. 6 Effect of different temperatures on soluble solids content

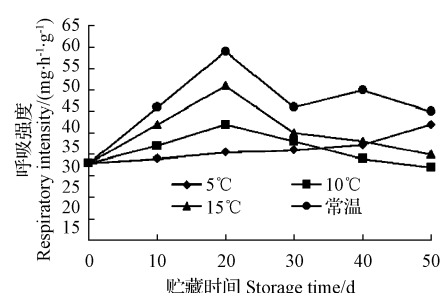


图 7 “东升”南瓜贮藏过程中温度对呼吸强度的影响

Fig. 7 Effect of different temperatures on respiratory intensity  
呼吸有明显的抑制作用。5℃贮藏到 30 d 之后,呼吸强度上升幅度增大,这可能是由于冷害现象诱发反常呼吸。

## 2.8 贮藏温度对“东升”南瓜相对电导率的影响

图 8 表明,贮藏期间各处理组的相对电导率均呈上升趋势。20 d 之后,常温及 5℃处理组的相对电导率上升幅度明显高于其它 2 组,虽然低温可以延缓果蔬的衰老进程,但过低的温度会导致冷害发生,破坏果实的组织状态并影响其品质。常温下引起相对电导率显著上升的原因则是腐烂及萎蔫衰老等过程。

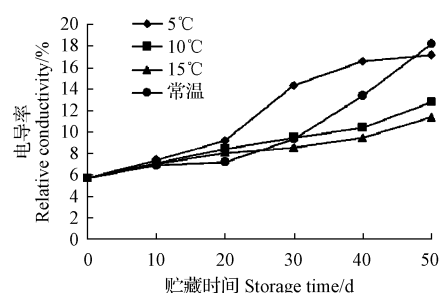


图 8 “东升”南瓜贮藏过程中温度对相对电导率的影响

Fig. 8 Effect of different temperatures on relative conductivity

## 2.9 贮藏温度对“东升”南瓜丙二醛(MDA)含量的影响

由图 9 可知,各处理组 MDA 值均表现出逐步上升的趋势,说明在整个贮藏过程中,随着时间的延长膜脂过

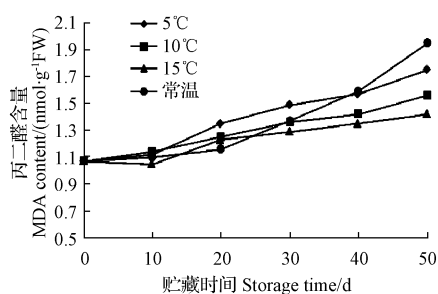


图9 “东升”南瓜贮藏过程中温度对丙二醛含量的影响

Fig. 9 Effect of different temperatures on MDA content

氧化作用加强,细胞膜的伤害程度加剧。常温处理组的上升最为明显,因为储藏后期腐烂及衰老症状大量出现,果实内部结构被破坏。冷害现象则导致5°C组的MDA值远高于其它2个低温组。

### 3 结论

与常温贮藏相比,低温条件可以有效延缓“东升”南瓜各项品质指标的劣变进程。采后贮藏过程中南瓜果实的硬度和可溶性固形物均呈现先上升后下降的趋势,且10°C及15°C处理组的下降过程明显晚于常温组和5°C处理组,这2个品质指标在前期出现上升趋势可能受到果实水分含量下降的影响。5°C处理组的硬度值在30 d后出现下降,主要是由于出现冷害症状影响其组织状态,而常温组在后期硬度迅速下降则是腐烂及病害加速了果实衰老及品质劣变。可溶性固形物的下降则可能是由于病害或呼吸、代谢过程消耗了部分有机物。腐烂对南瓜食用价值的破坏性最大,试验中常温贮藏20 d

出现腐烂症状,50 d时腐烂指数高达70%,而低温处理组50 d腐烂指数都在25%以下。从呼吸强度、相对电导率和丙二醛(MDA)这3个生理指标的检测结果可以看出,低温对南瓜采后贮藏过程中的呼吸强度、细胞膜透性和丙二醛积累有明显的抑制作用。5°C处理组贮藏到30 d时呼吸强度上升幅度增大,这可能是由于冷害诱发了南瓜果实的反常呼吸,虽然低温可以延缓果蔬的衰老进程,但过低的温度会导致冷害,进而破坏果实的组织结构并加速劣变。而且过低的温度会造成贮藏过程中能源的浪费,增加不必要的贮藏成本。因此,在该研究设定的3个低温条件中,10°C是南瓜贮藏最适宜的温度。

### 参考文献

- [1] 中国农业科学院蔬菜研究所. 中国蔬菜栽培学[M]. 北京:农业出版社,1987:572-580.
- [2] 林德佩. 南瓜植物的起源和分类[J]. 中国西瓜甜瓜,2000(1):36-38.
- [3] 赵玉安,王慧瑜,曹辉. 南瓜的营养价值和功能特性[J]. 食品研究与开发,2004(2):95-97.
- [4] 黄黎慧,黄群,于美娟,等. 南瓜的营养价值与保健功能[J]. 中国食物与营养,2005(3):45-47.
- [5] 安静林,张兆国. 南瓜加工利用的研究进展[C]. 2007年中国农业工程学会学术年会论文摘要集,2007.
- [6] 王志艳. 南瓜加工技术研究进展[J]. 包装与食品机械,2012,30(5):35.
- [7] 王鸿飞,邵兴锋. 果品蔬菜贮藏与加工实验指导[M]. 北京:北京科学出版社,2012.
- [8] 赵迎丽,王春生,郝利平. 青椒果实低温贮藏及冷害生理的研究[J]. 山西农业大学学报,2003(2):129-132.
- [9] 曹健康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化试验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社,2007:154-155.

## Effect of Different Temperatures on the Changes of Pumpkin Storage Characteristics

LIANG Li<sup>1</sup>, CHENG Chen<sup>1</sup>, ZHANG Liuyin<sup>1</sup>, XIE Xuewen<sup>2</sup>, CHEN Xinyou<sup>3</sup>, LI Quanhong<sup>1</sup>

(1. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083; 2. The Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100081; 3. Beijing Nankou Farm, Beijing 102202)

**Abstract:** In order to study the effect of storage temperature on appearance quality, nutrient characters and physiological index of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch. ex. Lam.), one cultivar of winter squash ‘Dongsheng’ was taken as experimental material. The fruits were stored at 5°C, 10°C, 15°C and room temperature (about 21—23°C) separately. The results showed that low temperature storage condition could prolong the storage period. In different storage period, low temperature could significantly reduce the weightloss rate, rot index, the respiration index, cell membrane permeability, MDA content and delay the reduction of hardness, water content, soluble solid content. But it would appear chilling injury when fruits were stored at 5°C. According to the results, 10°C was the most favorable storage temperature.

**Keywords:** winter squash; low temperature storage condition; storage characteristic; favorable storage temperature