

常温下功能集成包装袋在甜玉米保鲜中的应用

刘辉^{1,2}, 李东立², 许文才^{1,2}, 陈蕴智¹

(1.天津科技大学 轻工科学与工程学院, 天津 300222;

2.北京印刷学院 印刷包装材料与技术北京市重点实验室, 北京 102600)

摘要: **目的** 常温条件下延长新鲜甜玉米的保鲜时间, 为常温运输提供条件。 **方法** 使用面积比例不同的高透氧薄膜和高透水薄膜制作保鲜包装袋, 用其对甜玉米进行包装贮藏, 以裸放甜玉米为对照, 在温度为 $(25\pm 1)^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 $(60\pm 5)\%$ 的条件下进行保鲜实验。每天对包装袋内的氧气和二氧化碳含量变化、甜玉米质量损失率、玉米籽粒硬度、可溶固形物含量、总酸含量、Vc 含量以及感官品质进行测定和分析。 **结果** 裸放组样品失重迅速, 其可溶固形物含量明显降低, 实验进行到第 2 天时甜玉米就已经失去了商品价值。在实验组中, 由于 2 种薄膜自身的透气性能不同, 使得包装袋内氧气含量迅速降低、二氧化碳迅速升高。这样的贮藏环境有效抑制了甜玉米的呼吸等生理活动, 使玉米的营养物质、感官评价等指标保持在较好的水平。 **结论** 功能包装袋可以将甜玉米的货架期延长到 4~5 d。

关键词: 功能包装; 包装材料; 保鲜; 甜玉米

中图分类号: TB484 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)11-0053-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.11.008

Application of Functional Integrated Packaging Bag in Preservation of Sweet Corn at Normal Temperature

LIU Hui^{1,2}, LI Dong-li², XU Wen-cai^{1,2}, CHEN Yun-zhi¹

(1.College of Light Industry Science and Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China; 2.Beijing Key Laboratory of Printing and Packaging Materials and Technology, Beijing Institute of Graphic Communication, Beijing 102600, China)

ABSTRACT: The work aims to prolong the preservation time of fresh sweet corn at normal temperature, so as to provide conditions for normal temperature transportation. Made of high oxygen-permeable film and high permeable film with different area ratios, the fresh-keeping packaging bags were used for packaging and storage of sweet corn. The preservation experiment was carried out under the condition of $t=(26\pm 1)^{\circ}\text{C}$ and $\text{RH}=(60\pm 5)\%$, with naked sweet corn as the control group. The change in the concentration of oxygen and carbon dioxide in the packaging bag, the weight loss rate of sweet corn, the hardness of corn grain, the contents of soluble solids, total acid and VC and the sensory quality were measured and analyzed every day. In the naked group, the weight loss of sample was rapid and the content of soluble solids decreased significantly. By the second day of the experiment, the sweet corn had lost its commercial value. In the experimental group, due to different air permeability of the two films, the oxygen content in the packaging bag decreased rapidly

收稿日期: 2019-09-23

基金项目: 北京市自然科学基金 (2182018); 北京市教育委员会协同创新项目 (PXM2017_014223_000034)

作者简介: 刘辉 (1991—), 女, 天津科技大学博士生, 主要研究主向为功能包装材料、果蔬保鲜材料与技术等。

通信作者: 李东立 (1967—), 男, 博士, 北京印刷学院教授, 主要研究方向为功能包装材料、纳米改性包装材料、果蔬保鲜材料与技术等。

and the carbon dioxide increased rapidly. This kind of storage environment effectively inhibited the physiological activities of sweet corn, such as respiration. The indexes such as nutrients and sensory evaluation of sweet corn were kept at a better level. The shelf life of sweet corn with functional packaging bags can be extended to 4-5 days.

KEY WORDS: functional packaging; packaging material; preservation; sweet corn

甜玉米又称水果玉米,是一种果蔬兼具的作物^[1],属于甜质型玉米亚种,原产于美洲^[2]。甜玉米不仅外观姣好、品质上乘、风味独特^[3],而且富含可溶性糖、蛋白质、膳食纤维、氨基酸、维生素等营养物质^[4—6],深受消费者喜爱。其营养物质易被人体吸收,能够降低胆固醇^[7],同时具有营养和保健的作用。甜玉米最佳采摘期为乳熟期,此时玉米含糖量高,食用口感和风味俱佳^[3]。乳熟期甜玉米采后呼吸强度很大,玉米因此失重迅速、含糖量下降、营养物质含量出现较大程度的降低^[1],严重影响其风味和口感^[4,7]。加之玉米采摘季节性强,更加快了其腐败变质过程,所以不易储存和运输,货架期短^[8—9]。现阶段的保鲜方法主要有保鲜剂保鲜^[10—11]、低温保鲜^[5,12]、热烫处理保鲜^[13—14]、涂膜保鲜^[15—17]、气调保鲜^[18—19]、包装袋保鲜^[20—21]等。目前保鲜工艺仍存在烦琐复杂、需要专门的设备、成本较高、不便于运输等问题,因此急需寻求一种安全无毒、成本低廉、方便运输的延长玉米保鲜期的方法。

研究中发现,2种包装材料透气性能和使用面积的不同可使包装袋内部形成氧气含量低、二氧化碳含量高、湿度适中的环境,无需另外增加抗菌材料的使用。既能防止玉米发生无氧呼吸,又能抑制其他生理活动,并且可以抑制腐败的发生,减少甜玉米的营养成分的消耗,最终达到常温条件下延长甜玉米的货架期的目标。

1 实验

1.1 材料与仪器

主要实验材料:玉米,采摘于天津玉米种植基地,选择成熟度、颜色、大小均一且无机械损伤、无霉菌感染的新鲜甜玉米,采后直接运回实验室;根据自主专利方法制备的高水蒸气透过薄膜 W,氧气透过率小于 $10 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{MPa})$,水蒸气透过率为 $1200 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{MPa})$ ^[22];高氧气透过薄膜 O,氧气透过率为 $450 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{MPa})$,水蒸气透过率小于 $20 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{MPa})$ ^[23];草酸、2,6-二氯酚酚钠、氢氧化钠、酚酞,以上试剂均为分析纯。

主要实验仪器:SF350 包装封口机,苏州长荣包装科技有限公司;YP-10002 型电子天平,上海越平科学仪器(苏州)制造有限公司;PAC CHECK 450EC 顶空分析仪,美国膜康公司;GY-1 型果实硬度计,

宁波凯诺仪器有限公司;QSJ-B02Q1 榨汁机,佛山市小熊厨房电器有限公司;PAL- α 数显糖量仪,日本 Atago 公司。

1.2 实验设置

使用热封机将 2 种功能薄膜(W膜,O膜)按照不同面积比例制作成保鲜袋(尺寸为 $20 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$),W膜与O膜组合使用面积比分别为 $20:0$, $20:1$, $19:2$, $18:3$, $17:4$, $16:5$, $15:6$,分别对其命名为 A—G。将采摘后的甜玉米剥掉外皮后在常温条件(温度为 $(26 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(60 \pm 5)\%$)下放置 4 h,然后用自制的保鲜袋对其进行包装。使用薄膜包装的玉米为实验组,分别命名为 A—G 组,裸放组为对照组,命名为 CK 组,每组样品设置 3 个平行样。将样品放置在温度为 $(26 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(60 \pm 5)\%$ 的实验室中进行贮藏,每天进行 1 次取样测试,共测试 7 d。

1.3 保鲜测试项目及方法

1) 氧气和二氧化碳含量测试:使用顶空气体仪在每天固定时间段内对包装袋内部的氧气和二氧化碳含量进行测定,每组样品测试 3 次取平均值。

2) 甜玉米质量损失率:使用电子天平对甜玉米实验前后的质量进行称量,根据式(1)进行计算。

$$\text{质量损失率} = \frac{\text{初始质量} - \text{测量时质量}}{\text{初始质量}} \times 100\% \quad (1)$$

3) 玉米籽粒硬度测试:使用硬度计对甜玉米粒进行硬度测试,每组样品测试 3 次取平均值。

4) 可溶性固形物含量测试:使用榨汁机将玉米籽粒榨汁,取适量上清液用数字式 PAL- α 数显折光计进行测试,每组样品测试 3 次取平均值。

5) 可滴定酸含量测试:根据国标^[24]方法进行测定,测试结束后按照公式进行计算,每组样品测试 3 次取平均值。

6) 维生素 C 含量测试:根据国标^[25]方法进行测定,测试结束后按照公式进行计算,每组样品测试 3 次取平均值。

7) 感官及口感评价:感官与口感评价主要从色泽形态、口感滋味、异味霉变等方面进行记录。由 5 名经过培训的人员按照样品的实际状态对每组样品进行评分,100 分为最好,20 分为最差。

8) 数据处理:在 Excel 中对实验数据进行处理,使用 Origin8.0 软件进行作图,使用 SPSS 软件进行显著性分析。

表 1 甜玉米感官及口感评价标准
Tab.1 Sensory and taste evaluation criteria of sweet corn

色泽形态（50 分）	口感滋味（30 分）	异味霉变（20 分）
色泽均匀、颗粒饱满、表皮光滑 （40~50 分）	口感甜嫩、咀嚼性好、无皮渣 （25~30 分）	完全无霉变、无杂质、无异味 （15~20 分）
色泽较均匀、饱满度一般、表皮微褶皱 （25~40 分）	口感一般、咀嚼性一般、无皮渣 （15~25 分）	几乎无霉变、有轻微杂质、几乎无异味 （10~15 分）
色泽暗淡、颗粒不饱满、表皮褶皱 （10~25 分）	口感差、咀嚼性差、有皮渣 （5~15 分）	有霉变、有杂质、有异味 （5~10 分）

2 实验结果与分析

2.1 包装袋内氧气和二氧化碳含量变化分析

甜玉米的采摘期集中在夏季高温时节,加剧了其采后的呼吸强度。呼吸强度的大小直接影响甜玉米采后各项生理品质的好坏,呼吸作用旺盛,营养物质消耗快,使玉米的生理品质迅速下降;呼吸作用所产生的水汽等为细菌和霉菌等提供了生长条件,进而造成玉米腐败变质,缩短其货架期。玉米包装袋内顶空气体成分随贮藏时间的变化情况见图 1,包装袋内氧气的含量迅速降低,二氧化碳的含量迅速增加,贮藏 2 d 后气体成分含量基本逐渐趋于稳定。其中 A 组包装的气体含量变化幅度最大,从第 2 天开始氧气体积分数降低到 8%以下,二氧化碳体积分数上升到 20%以上。通过方差分析发现实验组 A 与其他各组之间差异显著 ($P<0.05$)。分析其主要原因是 A 组包装袋是使用 W 膜制作的,薄膜的氧气透过率低、水蒸气透过率高,使得包装袋内氧气含量达到较低的水平,同时又将包装袋内甜玉米各项生理活动所产生的过量的水蒸气排出,使袋内保持一个低湿度、低氧气含量、高二氧化碳含量的环境。这利于抑制甜玉米的呼吸作用、延长保鲜期。

2.2 甜玉米质量损失率与硬度变化分析

甜玉米的最佳采摘期为乳熟期^[3],此时的玉米籽粒含水量、含糖量较高,食用品质最佳,但是,其采摘后放置在常温条件下时,甜玉米的水分流失非常迅速,使得新鲜玉米的食用品质变差。甜玉米质量损失率随贮藏时间的变化情况见图 2。贮藏第 7 天时,A—G 组甜玉米的质量损失率分别为 11.36%,0.69%,2.82%,4.04%,3.29%,3.75%、4.6%,4.74%。贮藏第 4 天时,CK 组甜玉米的质量损失率下降了 19.37%。方差分析数据表明各实验组与对照组之间存在显著差异 ($P<0.05$),说明包装袋能够较好地阻止袋内玉米水分的流失,有效阻止甜玉米籽粒的萎蔫。

甜玉米的食用口感主要体现包括籽粒的风味和嫩度,而玉米籽粒的嫩度主要取决于籽粒表皮的硬度^[2]。贮藏期内,甜玉米水分及营养成分的流失会使

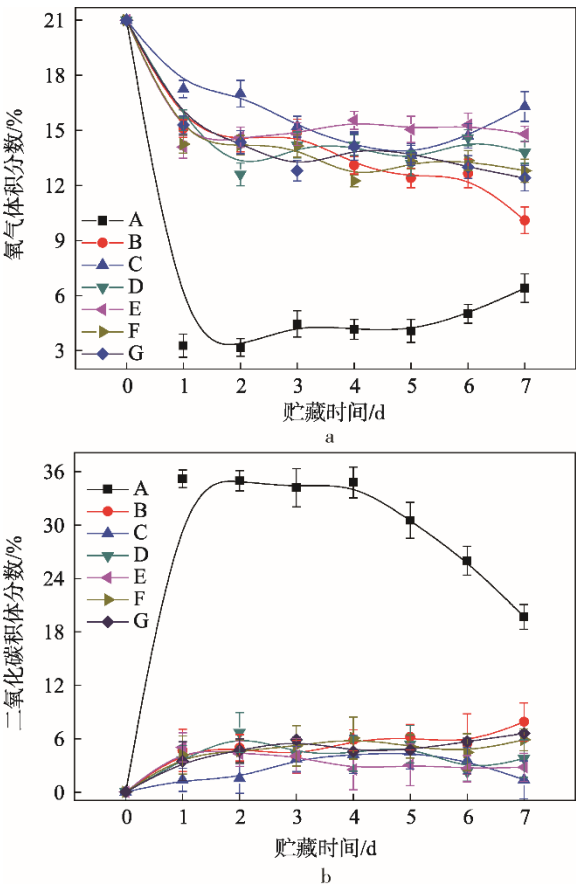


图 1 甜玉米包装袋内顶空气体成分随贮藏时间的变化
Fig.1 Changes of head air composition in sweet corn packaging bag with storage time

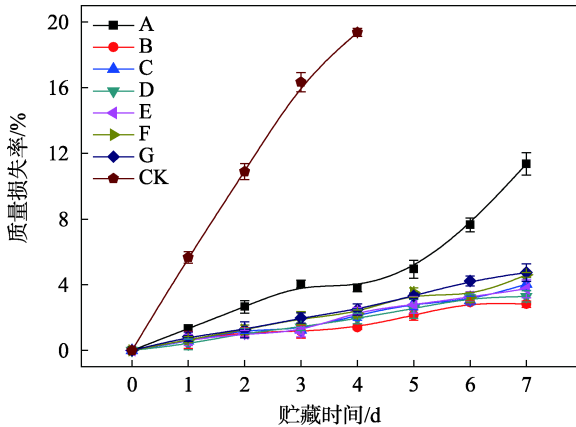


图 2 甜玉米质量损失率随贮藏时间的变化
Fig.2 Changes of weight loss rate of sweet corn with storage time

玉米籽粒表皮变厚变硬^[10],直接影响玉米的食用口感。甜玉米籽粒硬度随贮藏时间的变化情况见图3。由于个体差异性及实验误差的存在,所以样品的硬度变化规律性不强,但是从整体趋势可以看出随着贮藏时间的增加,玉米的硬度值呈增大趋势。对照组的硬度变化速度快,贮藏第4天时玉米硬度值达到 2.5 kg/cm^2 ,样品失去食用价值,无法再继续进行测量。实验组的玉米籽粒硬度变化范围较小;贮藏第7天时,A—G组样品的硬度值分别为2.2, 2.1, 2, 1.8, 1.8, 2.1, 2 kg/cm^2 ,玉米籽粒的嫩度得到了较好的保持。方差分析表明A组与B组与对照组之间存在显著差异($P < 0.05$)。

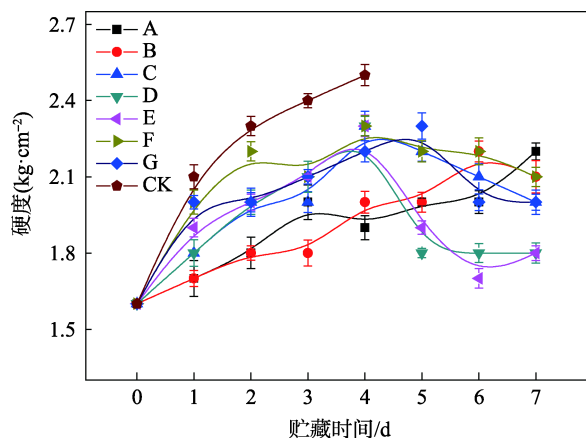


图3 甜玉米籽粒硬度随贮藏时间的变化
Fig.3 Changes of grain hardness of sweet corn with storage time

2.3 甜玉米可溶固形物含量变化分析

可溶固形物的主要成分是可溶性糖,其含量的变化是影响甜玉米食用口感的关键因素。刚采摘的甜玉米含糖量高,采摘后玉米籽粒的可溶固形物的含量迅速下降,使得甜玉米的甜度明显降低^[1]。甜玉米可溶固形物含量随贮藏时间的变化情况见图4。实验结果表明,甜玉米的可溶固形物含量整体呈下降趋势。贮藏第4天时,A—G组甜玉米的可溶固形物含量(质量分数)分别降低了22.15%, 33.56%, 32.21%, 40.94%, 40.94%, 29.53%, 41.61%,对照组甜玉米的可溶固形物含量降低了62.42%。实验组样品的可溶固形物含量的下降速度和幅度较小,甜度得到了有效保持,这与感官评价过程中的口感评价结果是一致的。其中,实验组A的效果较好,在实验的前半程中可溶固形物含量没有出现大幅度下降,在实验结束时又使其含量保持在一定高度。

2.4 甜玉米总酸含量变化分析

果蔬中的有机酸具有较好的抗氧化作用,对微生物具有抑制作用,对果蔬贮藏品质的保持具有重要意义^[26]。有机酸对温度和湿度非常敏感,因此能够为其

提供一个温度、湿度和气体含量都合适的环境氛围较为重要。甜玉米采摘后其籽粒中所含的酸在各项生理活动的影响下不断被消耗。甜玉米总酸含量随贮藏时间的变化情况见图5,甜玉米中的总酸的含量呈先下降后趋于稳定的趋势。第7天时,A—G组甜玉米总酸含量分别下降了21.18%, 31.94%, 28.47%, 23.44%, 26.22%, 28.99%, 26.74%。第4天时,CK组甜玉米的总酸含量下降了38.02%。其中,A组的总酸含量在整个贮藏期内的下降趋势较平稳且玉米籽粒的总酸含量较高,与对照组之间差异显著($P < 0.05$)。

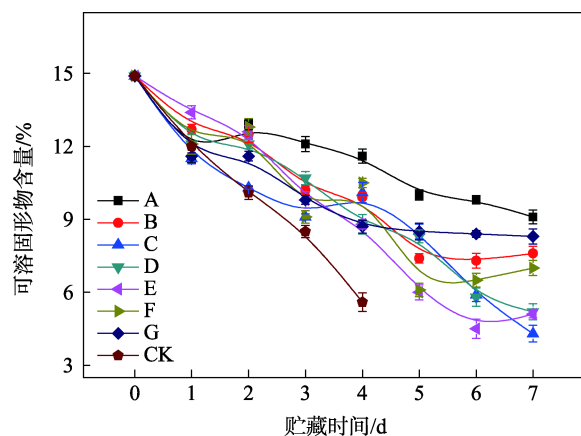


图4 甜玉米可溶固形物含量随贮藏时间的变化
Fig.4 Changes of TSS in sweet corn with storage time

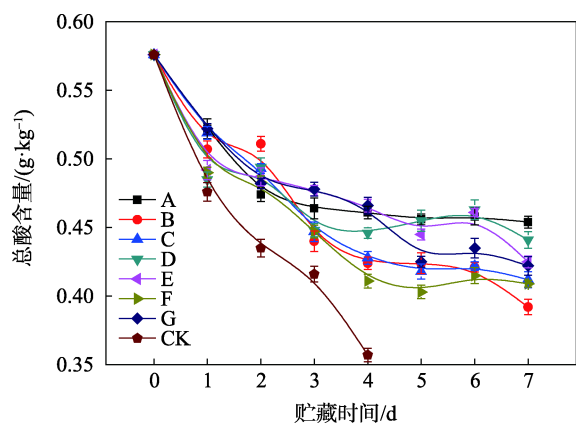


图5 甜玉米总酸含量随贮藏时间的变化
Fig.5 Changes of total acid content of sweet corn with storage time

2.5 甜玉米维生素C含量变化分析

维生素C是甜玉米中所含有的一种重要的营养物质。采摘后的甜玉米贮藏在高温环境中时,在氧气供应充足的条件下其呼吸作用等生理活动旺盛,籽粒中的维生素C在氧气的作用下不断被分解。甜玉米维生素C含量随贮藏时间的变化情况见图6。其中,A组玉米样品的维生素C含量较高,第4天时其含量为 279.7 mg/kg ,与对照组之间的差异显著($P < 0.05$)。其他实验组样品的维生素C含量的下降程度和趋势

较大，与对照组之间的差异未达到显著水平 ($P>0.05$)。A 组包装袋内的氧气含量低，在控制甜玉米呼吸作用的基础上抑制了玉米中维生素 C 与氧气的结合，减弱了维生素 C 的分解作用。

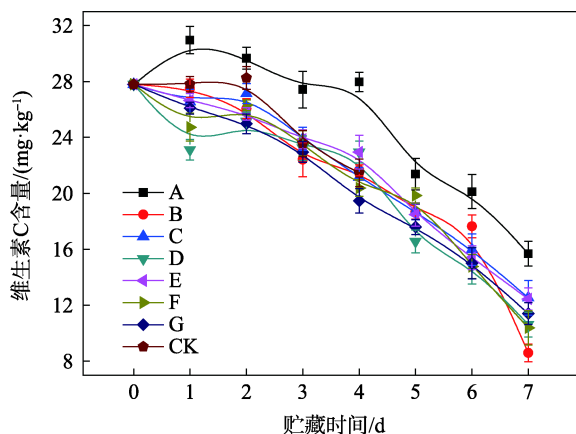


图 6 甜玉米 Vc 含量随贮藏时间的变化

Fig.6 Changes of Vc content in sweet corn with storage time

2.6 甜玉米感官品质分析

感官品质评价是鉴定保鲜效果好坏最直接的环节。按照表 1 感官评价标准 (包括色泽形态、口感滋味、异味霉变) 对实验样品进行评分, 评分结果见图 7。实验第 4 天时, 实验组样品的感官评分均保持在 80 分以上, 而对照组样品的得分仅为 20 分。方差分析结果表明实验组 A 与对照组之间差异显著 ($P<0.05$), 其他实验组与对照组之间的差异未达到显著水平 ($P>0.05$)。与文中实验结果综合分析, 实验组 A 的保鲜效果较好, 其外观、口感、营养物质含量均保持在较好的水平。功能薄膜 W 在甜玉米保鲜过程中发挥出较为有效的作用, 为玉米提供了一个氧气含量低、二氧化碳含量高、过量水蒸气能够正常排出的贮藏条件, 利于保护甜玉米的食用品质、营养品质、商用品质。

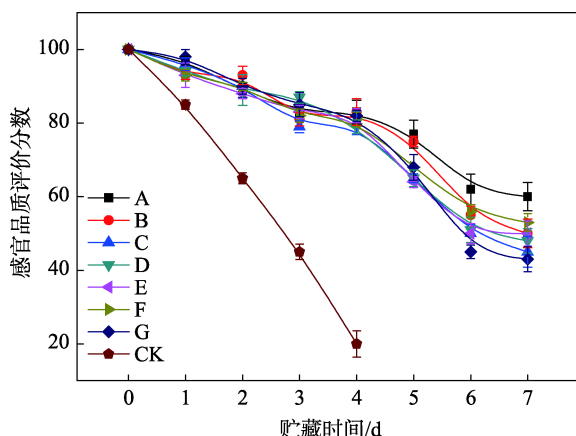


图 7 甜玉米感官品质随贮藏时间的变化

Fig.7 Changes of sensory quality of sweet corn with storage time

3 结语

该研究使用实验室制备的保鲜包装薄膜对新鲜甜玉米进行包装保鲜实验, 并对各项指标进行测试。通过分析甜玉米保鲜测试数据, 发现功能薄膜 W 对玉米的保鲜具有较好的作用, 能够有效控制玉米各项生理指标的下降, 保持较好的品质。在常温条件下, 使用保鲜袋包装的新鲜甜玉米的货架期为 4~5 d, 而对照组玉米的货架期只有 2 d。该实验所采用的保鲜包装方法简便易用、无毒无害、成本较低、效果明显, 且为常温运输提供了便利条件, 能够有效延长新鲜甜玉米在常温条件下的保质期, 对果蔬保鲜研究及食品安全具有重要意义。

参考文献:

- [1] 李朝森, 张婷, 蒋晓红, 等. 不同贮藏方式对甜玉米可溶性糖含量的影响[J]. 上海蔬菜, 2018(1): 69—71. LI Chao-sen, ZHANG Ting, JIANG Xiao-hong, et al. Effects of Different Storage Methods on Soluble Sugar Content of Sweet Corn[J]. Shanghai Vegetables, 2018(1): 69—71.
- [2] 单秀峰, 徐方旭. 低温贮藏对甜玉米采后生理品质的影响[J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 2015, 33(4): 507—510. SHAN Xiu-feng, XU Fang-xu. Effects of Low Temperature Storage on Postharvest Physiological Quality of Sweet Corn[J]. Journal of Shenyang Normal University (Natural Science Edition), 2015, 33(4): 507—510.
- [3] 韦强, 武冬雪. 不同配方保鲜液处理对真空软包装甜玉米保鲜效果的影响[J]. 蔬菜, 2017(9): 68—71. WEI Qiang, WU Dong-xue. Effects of Different Formulations of Fresh-keeping Liquid on the Fresh-keeping Effect of Vacuum Soft-packaged Sweet Corn[J]. Vegetables, 2017(9): 68—71.
- [4] 张晓莉, 何余堂, 解玉梅, 等. 复合生物保鲜剂对鲜食玉米贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(10): 249—253. ZHANG Xiao-li, HE Yu-tang, XIE Yu-mei et al. Effects of Compound Biological Preservatives on Storage Quality of Fresh-eating Maize[J]. Food Science, 2015, 36(10): 249—253.
- [5] ISAAC B O, MATTHEW K B, OLUSOLA S J, et al. Influence of Postharvest Treatments on the Proximate Composition and Sugar Contents of Fresh Maize[J]. Journal of Stored Products and Postharvest Research, 2018, 9(5): 54—57.
- [6] APINYA C, CHOWLADDA T, CHOMDAO S, et al. Effects of Ultraviolet C, Controlled Atmosphere, and Ultrasound Pretreatment on Free Ferulic Acid in Canned Sweet Corn Kernels[J]. Journal of Food Science and Technology-mysore, 2018, 55(10): 4167—4173.
- [7] 司婉芳, 杨福馨, 王金鑫. 鲜食玉米常温保鲜工艺研究[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(6): 159—164. SI Wan-fang, YANG Fu-xin, WANG Jin-xin. Preserva-

- tion Technology of Fresh Corn at Room Temperature[J]. Food and Fermentation Industry, 2019, 45(6): 159—164.
- [8] 张鹏, 鲁晓翔, 陈绍慧, 等. 国内外甜玉米保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2013, 13(2): 61—64.
ZHANG Peng, LU Xiao-xiang, CHEN Shao-hui, et al. Research Progress of Sweet Corn Preservation Technology at Home and Abroad[J]. Preservation and Processing, 2013, 13(2): 61—64.
- [9] 刘晨霞, 乔勇进, 黄宇斐, 等. 不同贮藏温度对甜玉米品质的影响[J]. 农产品加工, 2017(6): 1—4.
LIU Chen-xia, QIAO Yong-jin, HUANG Yu-fei, et al. Effects of Different Storage Temperatures on the Quality of Sweet Corn[J]. Processing of Agricultural Products, 2017(6): 1—4.
- [10] 尹天罡, 何余堂, 解玉梅, 等. 复合生物保鲜剂的研制及对鲜食玉米保鲜的初步研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(9): 57—60.
YIN Tian-gang, HE Yu-tang, XIE Yu-mei, et al. Development of Compound Biological Preservative and Preliminary Study on Fresh-eating Corn[J]. Food Industry Science and Technology, 2015, 36(9): 57—60.
- [11] 赵奇, 郭运宏, 齐红志, 等. 油用牡丹皮提取液对鲜食玉米的保鲜效果[J]. 河南农业科学, 2018, 47(12): 143—148.
ZHAO Qi, GUO Yun-hong, QI Hong-zhi, et al. Fresh-keeping Effect of Peony Bark Extract for Oil on Fresh-eating Corn[J]. Henan Agricultural Science, 2018, 47(12): 143—148.
- [12] 郑远荣. 甜玉米的冰温贮藏保鲜研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2009: 17—34.
ZHENG Yuan-rong. Ice-temperature Storage and Fresh-keeping of Sweet Corn[D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2009: 17—34.
- [13] 马玉芯, 何余堂, 袁丹丹, 等. 热烫前处理对鲜食玉米贮藏过程中保鲜品质的影响[J]. 食品工业科技, 2018, 39(12): 279—283.
MA Yu-xin, HE Yu-tang, YUAN Dan-dan, et al. Effects of Hot Blanching Pretreatment on Fresh-keeping Quality of Fresh-eating Corn During Storage[J]. Food Industry Science and Technology, 2018, 39(12): 279—283.
- [14] KUMAR S, GAUTAM S, SHARMA A. Hurdle Technology Including Chlorination, Blanching, Packaging and Irradiation to Ensure Safety and Extend Shelf Life of Shelled Sweet Corn Kernels[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2015, 39(6): 2340—2347.
- [15] 何余堂, 何婉莹, 刘贺, 等. 壳聚糖涂膜对鲜食玉米保鲜的技术研究[J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 2015, 33(4): 498—501.
HE Yu-tang, HE Wan-ying, LIU He, et al. Technical Study on Chitosan Coating for Fresh Corn[J]. Journal of Shenyang Normal University(Natural Science Edition), 2015, 33(4): 498—501.
- [16] 单秀峰, 刘诗扬, 徐方旭. 壳聚糖涂膜处理对甜玉米贮藏期生理及品质的影响[J]. 河南农业, 2017(1): 50—52.
SHAN Xiu-feng, LIU Shi-yang, XU Fang-xu. Effects of Chitosan Coating on the Physiology and Quality of Sweet Corn during Storage[J]. Henan Agriculture, 2017(1): 50—52.
- [17] 龚魁杰, 陈利容, 祁国栋, 等. ClO₂ 杀菌复合壳寡糖涂膜对鲜食糯玉米的保鲜效果[J]. 食品科学, 2018, 39(21): 286—291.
GONG Kui-jie, CHEN Li-rong, QI Guo-dong, et al. Fresh-keeping Effect of ClO₂ Bactericidal Compound Chitosan Oligosaccharide Coating on Fresh-eating Waxy Corn [J]. Food Science, 2018, 39(21): 286—291.
- [18] 李家政, 李晓旭, 王晓芸. 甜玉米微孔自发气调包装应用研究[J]. 包装工程, 2015, 36(3): 31—35.
LI Jia-zheng, LI Xiao-xu, WANG Xiao-yun. Applied Research on Microporous Spontaneous Modified Atmospheric Packaging of Sweet Corn[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(3): 31—35.
- [19] FLORENCE A B, ADEBANJO A B. Combined Effects of Packaging Film and Temperatures on the Nutritional Composition of Stored Fresh Maize (*Zea mays*) on the Cob[J]. American Journal of Food Science and Technology, 2017, 5(1): 23—30.
- [20] 李崇高, 黄建初, 薛海波, 等. 改性葡甘聚糖/壳聚糖共混膜在甜玉米保鲜中的应用[J]. 食品与机械, 2013, 29(3): 202—205.
LI Chong-gao, HUANG Jian-chu, XUE Hai-bo, et al. Application of Modified Glucomanan/Chitosan Blend Film in Sweet Corn Preservation[J]. Food and Machinery, 2013, 29(3): 202—205.
- [21] 谢玉花, 宋洪波, 刘升, 等. 贮藏温度和薄膜包装对甜玉米呼吸强度及品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(2): 282—286.
XIE Yu-hua, SONG Hong-bo, LIU Sheng, et al. Effects of Storage Temperature and Film Packaging on Respiratory Intensity and Quality of Sweet Corn[J]. Food Science, 2014, 35(2): 282—286.
- [22] 李东立, 许文才, 付亚波, 等. 一种基于天然纤维素的完全降解的抗菌保鲜包装材料及其制备方法: 中国, 201410222609.59[P]. 2017-01-04.
LI Dong-li, XU Wen-cai, FU Ya-bo, et al. A Completely Degradable Antimicrobial Packaging Material Based on Natural Cellulose and Its Preparation Method: China, 201410222609.59[P]. 2017-01-04.
- [23] 许文才, 李东立, 付亚波, 等. 一种番茄保鲜包装材料: 中国, 201210363822.7[P]. 2013-01-09.
XU Wen-cai, LI Dong-li, FU Ya-bo, et al. A Packaging Material for Tomato Preservation: Chinese, 201210363822.7[P]. 2013-01-09.
- [24] GB/T 12456—2008, 食品中总酸的测定[S].
GB/T 12456—2008, Determination of Total Acids in Food[S].
- [25] GB/T 6195—1986, 水果、蔬菜维生素 C 含量测定法(2,6-二氯酚滴定法)[S].
GB/T 6195—1986, Determination of Vitamin C in Fruits and Vegetables (2,6-Dichloroindophenol Titration) [S].
- [26] 刘辉, 许文才, 李东立, 等. 功能型包装薄膜材料在芒果保鲜中的应用[J]. 包装工程, 2016, 37(23): 34—38.
LIU Hui, XU Wen-cai, LI Dong-li, et al. Application of Functional Packaging Film Materials in Mango Preservation[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(23): 34—38.