齐鲁工业大学学报 第40卷 第5期 2026年10月出版
JOURNAL OF QILU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY Vol.40 No.5 Oct.2026
DOI:10.16442/j.cnki.qlgydxxb.2026.05.005 【食品与生物工程】

保鲜方式对鲜切甘蔗贮藏期间品质的影响

张楠楠,张永芳,张 杰
郑州科技学院 郑州市食品安全快速检测重点实验室,河南 郑州 450064

摘要:本文以黑皮甘蔗为研究对象,通过测定感官、L^*值、a^*值、水分含量、pH、相对电导率等指标,评价PET塑料盒和真空包装(VP)的鲜切甘蔗分别在4和20 ℃下贮藏过程中的保鲜效果。结果表明,随贮藏时间延长,鲜切甘蔗的感官得分、L^*值、水分含量、pH、可溶性固形物含量、还原糖、蔗糖以及总酚含量均呈现下降趋势;与此同时,其a^*值、相对电导率值、菌落总数等呈现逐渐上升趋势。20 ℃ PET包装组货架期为4 d,4 ℃ PET和20 ℃ VP组的货架期为6和8 d,4 ℃ VP组的货架期可延长至12 d。4 ℃真空包装有效减缓了鲜切甘蔗的腐败进程,较好地保持鲜切甘蔗的营养价值,并延长贮藏期。相关性分析表明,4组各指标之间具有显著相关性,pH、水分含量、多酚含量、色差、还原糖、蔗糖和菌落总数均能作为反映鲜切甘蔗腐败指标判定的主要参数。文章针对鲜切甘蔗包装方式及产品形式保鲜效果的研究,将对鲜切甘蔗的加工及销售具有一定实际意义。

关键词:真空包装;4 ℃冷藏;鲜切甘蔗;保鲜效果
中图分类号:TS255.3 **文献标志码**:A **文章编号**:2097-2792(2026)05-39-10

Effect of preservation methods on the quality of fresh-cut sugarcane during storage

ZHANG Nannan, ZHANG Yongfang, ZHANG Jie
Zhengzhou University of Science and Technology, Key Laboratory of Food Safety Rapid Detection in Zhengzhou City, Zhengzhou 450064, China

Abstract: Black-skinned sugarcane were taken as the research object. The preservation effects of fresh-cut sugarcane under PET packaging and vacuum packaging (VP) were evaluated during storage at 4 ℃ and 20 ℃ respectively. Parameters such as the sensory score, L^* value, moisture content, pH value, soluble solid content, reducing sugar, sucrose and total phenol content were measured. The results showed that with the extension of storage time, the sensory score, L^* value, moisture content, pH value, soluble solid content, reducing sugar, sucrose and total phenol content of fresh-cut sugarcane all showed a downward trend. Meanwhile, its a^* value, relative conductivity value, total number of colonies, etc. showed a gradually upward trend. The shelf life of the 20 ℃ PET group was 4 d, while that of the 4 ℃ PET and 20 ℃ VP groups was 6 and 8 d, respectively. The shelf life of the 4 ℃ VP group could be extended to 12 d. 4 ℃ vacuum packaging effectively decreased the spoilage process of fresh-cut sugarcane, and could better maintain the nutritional value of fresh-cut sugarcane, and extend the storage period. Correlation analysis indicated that there was a significant correlation among the four groups of indicators. pH value, moisture content, polyphenol content, color difference, reducing sugar, sucrose and total bacterial count could all be used as the main parameters for determining the spoilage index of fresh-cut sugarcane. The research on the packaging methods and

收稿日期:2025-11-14 **网络出版时间**:2026-10-31
基金项目:河南省高等学校重点科研项目(25B550023)
作者简介:张楠楠,硕士、讲师;研究方向:食品保鲜技术研究及货架期预测;1253214783@qq.com

product forms of fresh-cut sugarcane in this article would have certain practical significance for the processing and sales of fresh-cut sugarcane.

Key words: vacuum packaging; 4 ℃ refrigeration; fresh-cut sugarcane; freshness preservation effect

甘蔗,作为温带与热带地区的重要经济作物,是制造蔗糖的主要原材料来源[1]。甘蔗糖分和含水量较高,易受微生物污染,因此甘蔗采后容易发霉和变干[2]。长期以来,甘蔗因连根带梢不易变质,在市场上流通售卖。许多人喜食甘蔗,但也会因削皮麻烦废弃物多、携带不便等原因而不愿再食用[3]。因此甘蔗去皮后销售是解决上述问题的有效途径。但去皮甘蔗保鲜难,去皮 3 d 后就会出现干燥失水、色泽改变、发霉以及风味变质等一系列质量问题[4]。因此,如何有效地延长其贮藏期和保持其品质是一个非常重要的问题。

目前对鲜切甘蔗的研究主要集中于保鲜剂保鲜,如尹琳琳等[3]采用短波紫外照射协同壳聚糖涂膜处理鲜切甘蔗,可使鲜切甘蔗的真空冷藏保质期从 6 d 延长至 30 d。大东[5]采用 300 mL/L 乙醇溶液处理鲜切甘蔗,显著抑制了多酚氧化酶的活性,降低了总酚和醌含量,抑制了微生物的生长。杨福馨等[6]研究表明 0.4% 盐溶液,0.3%的糖溶液和 0.1%的酸溶液对鲜切去皮甘蔗的保鲜起到了一定的效果,有效延长了去皮甘蔗的货架期。然而温度是影响鲜切果蔬贮藏品质的重要因素之一,不同贮藏温度对鲜切果蔬贮藏期间的各项指标的影响不同。如涂明梅等[7]研究表明,与 15 ℃处理相比,5 ℃低温显著抑制了鲜切甜瓜呼吸速率,降低了鲜切甜瓜贮藏期间的活性氧水平,保持了鲜切甜瓜较高的品质。真空包装是通过去除空气中的大部分氧气,减少氧化反应和微生物的生长,使食品货架期延长的一种保鲜方式[8],具有简单易用、包装成本低、安全性高等优点[9]。如王兵等[10]研究表明真空包装的鲜切荸荠在贮藏期间的失重率显著降低,多酚氧化酶、过氧化物酶的活性被抑制,多酚和类黄酮物质的合成累积也明显减少。因此,将真空处理引入鲜切甘蔗的贮藏过程中,探究其对鲜切甘蔗贮藏期间营养品质的影响具有一定的实践意义。

目前鲜切甘蔗在市场流通时,主要采用低温常压包装,这种方法在贮藏过程中,难以有效维持甘蔗的色泽和口感。本文将对比不同温度、不同包装方式对鲜切甘蔗在贮藏期间外观(感官、色差)、腐败指标(菌落总数、相对电导率、pH)及营养指标(还原糖、蔗糖、可溶性固形物、多酚)的变化情况,并在此基础上对各指标进行相关性分析,以揭示各指标之间的内在联系与相互作用机制。

1 材料与方法

1.1 试验材料与处理

本实验采用蔗茎粗细均匀、节间距适中、表皮色泽鲜亮且未受病虫害侵扰的新鲜黑皮甘蔗作为试验材料,购买于新乡市平原新区甘蔗种植园。将购买的甘蔗进行去梢、去根、去皮并切成小段(约 10 cm),然后分装并贴上标签。实验材料共分为 4 组,分别为 20 ℃ 真空贮藏(20 ℃ VP)、20 ℃ PET 盒贮藏(20 ℃PET)、4 ℃ PET 盒贮藏(4 ℃ PET)、4 ℃ 真空贮藏(4 ℃ VP)。原料购买日记为第 0 天,采取样品测定的时间分别为 0、2 、4、6、8、10、12、14、16 d。在加工甘蔗的过程中,为避免鲜切甘蔗受到微生物的侵害,严格对所用切分工具,如刀具和案板进行 75%乙醇消毒处理,严格的消毒措施能够降低微生物污染的风险,从而确保鲜切甘蔗的品质和食用安全。

1.2 试剂与设备

无水乙醇等,分析纯,天津市风船化学试剂科技有限公司;焦性没食子酸,天津市科密欧化学试剂有限公司。平板计数琼脂,北京陆桥技术有限公司。

BCD-169CM 冰箱,合肥美的电冰箱有限公司;ZKFK-0012 家用真空封口机,宿迁烁德信息科技有限公司;JZ-300 色差仪,深圳市金准仪器设备有限公司;pHS-3C pH 计,上海仪电科学仪器股份有限公司;DDS-307A 电导率仪,上海仪电科学仪器股份有限公司;BM-2WAJ 阿贝折光仪,上海叶拓科技有限公司;UV-4802H 分光光度计,尤尼柯有限公司;LDZX-50KBS 立式压力蒸汽灭菌器,上海申安医疗器械厂;SW-CJ-1D 超净工作台,苏州净化设备有限公司;BS224-S 天平,赛多利斯(北京)有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 感官评价

选择 8 人按照表 1 进行感官评价,平均分作为最终的感官评价结果,用于评价鲜切甘蔗的感官品质。

表 1　感官评价标准

感官指标	评价标准	评分
外观(30 分)	颜色鲜艳,光泽度好,无变红、霉斑现象	21~30
	颜色较淡,表面稍干,有轻微变红、霉斑现象	11~20
	颜色暗淡,表面干燥,有变红、霉斑现象	1~10
气味(30 分)	具有特有的清香味,无异味	21~30
	清香味较淡,有较淡的异味	11~20
	无清香味且有明显的异味	1~10
质地(20 分)	质地坚硬,较为清脆	14~20
	质地较软,纤维较多	7~13
	质地软塌,易弯曲,纤维增多	1~6
口感(20 分)	口感脆嫩香甜,汁水丰富,无酸味	14~20
	口感较细腻,水分较少,有淡淡的酸味	7~13
	口感粗糙,水分少,有明显的酸味	1~6

1.3.2　理化指标的测定

(1)色差

将甘蔗切成 1 cm 左右的厚度,用色差仪测定并记录 L^* 和 a^* 值。

(2)水分含量

用粉碎机将甘蔗粉碎成均匀的细粒样品,取 4 g 样品置于快速水分测定仪上进行水分含量的测定。

(3)pH

使用压榨机对甘蔗进行压榨,甘蔗汁以 3 500 r/min 离心 15 min,过滤,取上清液,进行 pH 测定。

(4)相对电导率

用粉碎机将甘蔗粉碎成均匀的细粒样品,去离子水清洗后,置于玻璃杯中,加 100 mL 去离子水,30 ℃水浴保温 60 min,测定初始电导率(P_1);再将样品沸水浴 30 min,冷却至室温后测定终电导率(P_2),按公式(1)计算相对电导率(%)。

$$相对电导率=\frac{P_1}{P_2}\times 100\%。\tag{1}$$

(5)可溶性固形物

使用压榨机对甘蔗进行压榨,甘蔗汁以 3 500 r/min 离心 15 min,过滤,取上清液,用阿贝折光仪测定。

(6)还原糖含量

用 3,5-二硝基水杨酸(DNS)法测定还原糖[11]。称取 1.000 g 已干燥恒重的甘蔗样品于离心管中,加入 10 mL 蒸馏水,80 ℃水浴 30 min,使还原糖浸出,离心后,取 0.2 mL 浸出液加入 2.0 mL DNS 溶液,经沸水浴 5 min后,立即放入冷水中冷却至室温,然后用蒸馏水定容至 10.0 mL,于 540 nm 测定吸光度。以 0~1.0 mg/mL 葡萄糖溶液做标准曲线,得回归方程为 $Y=12.19\ 4X-0.015\ 4$,$R^2=0.999\ 2$,其中 X 为葡萄糖质量浓度(mg/mL),Y 为吸光度。按公式(2)计算每 100 g 甘蔗中含还原糖的质量(g),以干基计。

$$还原糖质量=\frac{C\times V\times D}{m}\times 10,\tag{2}$$

式中:C 为标准曲线求得样液质量浓度,mg/mL;V 为样液定容体积,mL;D 为样液稀释倍数;m 为样品质量,g;10 为单位换算。

(7)蔗糖含量

取 1.000 g 已干燥恒重的甘蔗样品于 50 mL 容量瓶中,加入 5.0 mL 蒸馏水和 1.0 mL 的 6.0 mol/L HCl 溶液,盖上保鲜膜,70 ℃恒温水浴 20 min,取出后立即冷却至室温,加入 1 滴酚酞指示剂,用 6.0 mol/L NaOH 溶液中和至溶液呈微红色,用蒸馏水定容至刻度线,过滤,即得蔗糖水解液,用 DNS 法进行测定,并按照公式(3)计算得到每 100g 甘蔗中含总糖的质量(g),以干基计。。按照公式(4)进行每 100 g 甘蔗中含蔗糖的质量(g)的测定,以干基计。

$$m_{总糖}=\frac{C\times V}{m}\times 10, \tag{3}$$

$$蔗糖质量(以葡萄糖计)=(m_{总糖}-m_{还原糖})\times 0.95, \tag{4}$$

其中,0.95 为葡萄糖换算成蔗糖含量系数。

1.3.3 多酚含量

多酚测定采用福林酚比色法[12]。称取 1.000 g 已干燥恒重的甘蔗样品,用 80%的乙醇溶液定容至 10 mL离心管里,60 ℃水浴 30 min 后,离心(3 500 r/min,15 min),取上清液 0.5 mL,加 0.2 mL 福林酚、0.2 mL 0.15%的碳酸钠溶液,用蒸馏水定容 5 mL,避光反应 1 h 后在 765 nm 测吸光度;以 0~5.2 mg/L 没食子酸标液做标准曲线,得回归方程为 $Y=0.187\ 9X-0.032\ 9$,$R^2=0.991\ 6$,其中 X 为没食子酸浓度(mg/L),Y 为吸光度。按公式(5)计算每 100 g 甘蔗中含多酚的质量(g),以干基计。

$$多酚质量=\frac{C\times V\times D}{m}\times 10, \tag{5}$$

式中:C 为标准曲线求得样液质量浓度,mg/L;V 为样液定容体积,mL;D 为样液稀释倍数;m 为样品质量,g;10 为单位换算。

1.3.4 菌落总数的测定

参照 GB4789.2-2022[13]的方法测定菌落总数。称取 25 g 粉碎后的甘蔗样品置于盛有 225 mL 无菌生理盐水的均质袋中,用拍击式均质器拍打 2 min,制成 1∶10 的样液。用 1 mL 移液器吸取 1:10 样液 1 mL,沿管壁缓慢注于盛有 9 mL 生理盐水的无菌试管中,振荡混匀,制成 1∶100 的样液,按此操作继续进行稀释。选择 1~3 个适宜稀释度的样液,吸取 1 mL 样液于无菌培养皿内,每个稀释度做两个培养皿。及时将 15~20 mL 冷却至 45 ℃的平板计数琼脂培养基倾注培养皿,并转动培养皿使其混合均匀。水平放置待琼脂凝固后,将平板翻转,(36±1)℃培养(48±2)h。可用肉眼观察,记录稀释倍数和相应的菌落数量,按公式(6)计算菌落总数。

$$N=\frac{\sum C}{(n_1+0.1\,n_2)d}, \tag{6}$$

式中:N 为样品中菌落数,CFU/g;$\sum C$ 为平板(含适宜范围菌落数的平板)菌落数之和;n_1 为第一稀释度平板个数;n_2 为第二稀释度平板个数;d 为稀释因子(第一稀释度)。

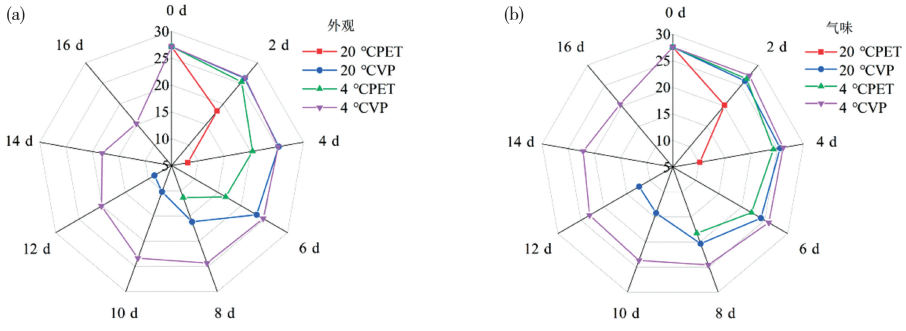
1.4 数据分析

实验均平行操作 3 次,Origin 2021 软件对处理后的数据进行绘图,利用 SPSS 软件进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理方式对感官的影响

感官评价是衡量鲜切甘蔗品质最为直观且重要的指标。由图 1 可知,从外观、气味、质地、口感 4 个方面评价不同处理方式对鲜切甘蔗的影响,随着贮藏时间的延长,鲜切甘蔗的感官各指标分值下降趋势有所差异。外观分值随贮藏时间延长变化程度最为明显。4 个处理组中,20 ℃ PET 组的感官分值下降速度最快。



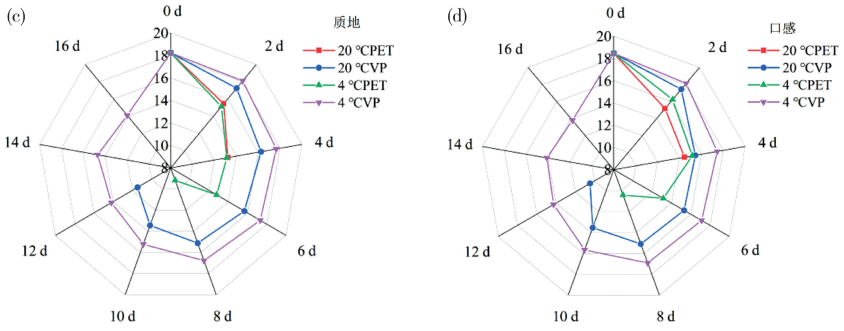


图 1　不同处理方式对鲜切甘蔗感官评分的影响

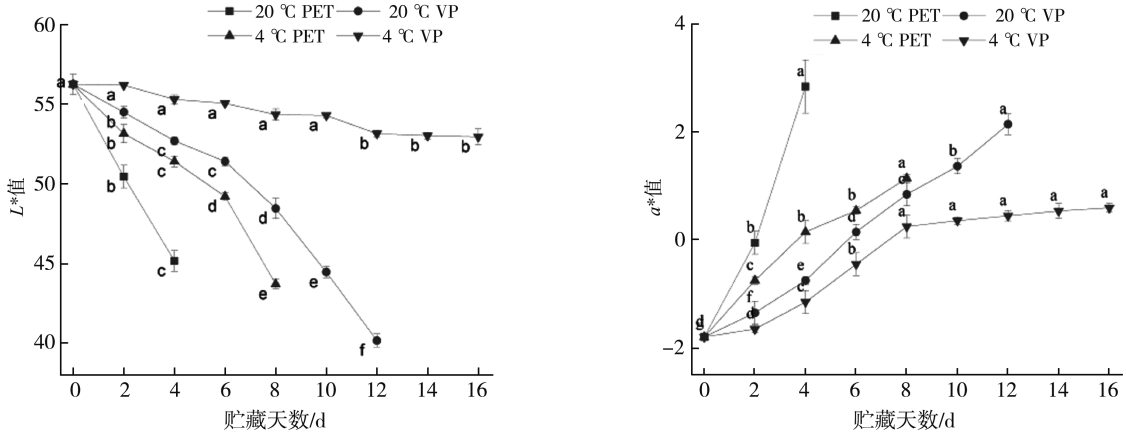
由表 2 可知,20 ℃ PET 组在第 4 天出现严重发霉发红现象,失去食用价值。4 ℃ PET 组在第 8 天时表面失水明显且出现发霉变红现象。鉴于甘蔗已经出现了明显的质量变化,决定不再继续进行后续的试验。真空包装的鲜切甘蔗感官评分下降较慢,但在第 8 天 20 ℃真空袋内出现水汽且有胀袋现象,在第 12 天发红,而 4 ℃真空组在第 16 天时有红色斑点出现,视为货架期终点。综上,当真空包装和 4 ℃冷藏结合时,能很好的锁住甘蔗水分,抑制鲜切甘蔗的呼吸作用,有效地保持鲜切甘蔗的感官品质,从而延长其贮藏期。

表 2　不同处理方式对鲜切甘蔗的感官变化

组别	贮藏天数/d								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
20 ℃ PET									
20 ℃ VP									
4 ℃ PET									
4 ℃ VP									

2.2　不同处理方式对 L^* 和 a^* 的影响

色泽在反映鲜切甘蔗品质方面至关重要,消费者可通过颜色来判断果蔬的品质好坏[14]。新鲜的甘蔗呈淡黄色,在贮藏过程中,由于霉变或氧化变质,导致变红变暗,影响其品质和降低其经济价值[15]。L^* 值代表颜色的亮度(0 代表黑色,100 代表白色),由图 2 可知,鲜切甘蔗的 L^* 值随贮藏时间的延长呈下降趋势。贮藏期间 4 ℃ VP 组鲜切甘蔗的 L^* 值无明显变化这是由于真空包装可以隔绝甘蔗与空气中氧气的接触,同时低温能有效降低酶活性,抑制氧化变质。a^* 值表示红绿色(红色在+方向时表示增加,绿色在-方向时表示增加),由表 2 可知,随着贮藏时间的延长,PET 包装的甘蔗逐渐变红,a^* 值呈上升趋势,而真空处理组的 a^* 值变化不明显,说明真空包装能较好的保持鲜切甘蔗的色泽,维持其新鲜度。

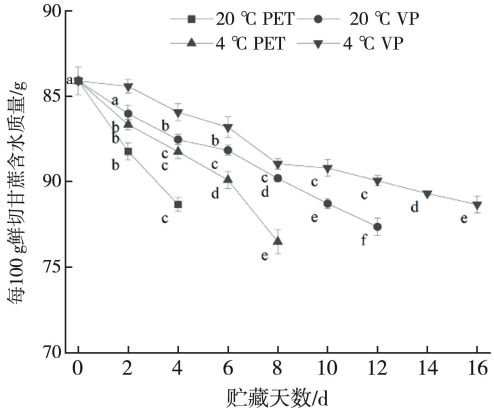


注:不同小写字母表示同一处理组不同贮藏天数差异显著(P<0.05)。

图 2　不同处理方式对鲜切甘蔗 L^* 和 a^* 值的影响

2.3 不同处理方式对水分含量的影响

水分含量与甘蔗的食用品质有直接关系。随着贮藏时间的延长,鲜切甘蔗的水分含量逐渐减少,这是由于当甘蔗被切断后,失去了外皮的保护,物理蒸发所致。同时甘蔗在被切割后,在一定时间内会继续进行呼吸作用等生理活动,导致水分消耗过快[16]。由图 3 可知,20 ℃ PET 组下降最为明显,4 ℃低温贮藏和真空包装均能有效的抑制鲜切甘蔗的呼吸作用和水分蒸发速率,更好地维持其新鲜度。

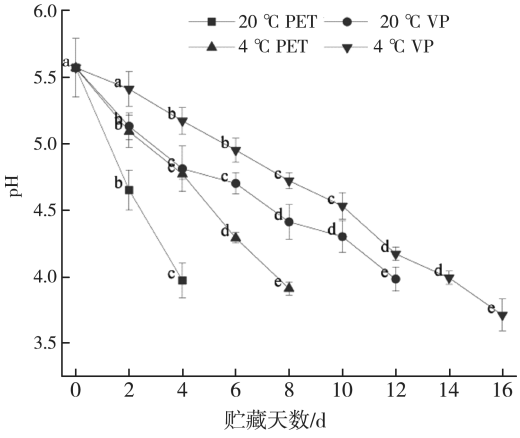


注:不同小写字母表示同一处理组不同贮藏天数差异显著(P<0.05)。

图 3 不同处理方式对鲜切甘蔗水分含量的影响

2.4 不同处理方式对 pH 的影响

pH 是衡量酸含量的一个重要指标,其波动不但会对水果的口感产生直接影响,还会影响货架期[17]。由图 4 可知,新鲜甘蔗的 pH 为 5.57,随着贮藏时间的延长,各组 pH 均呈下降趋势。相比于 4 ℃,20 ℃贮藏的鲜切甘蔗的 pH 下降速度较快,这可能是由于鲜切甘蔗的 pH 会受蒸腾作用和贮藏温度的影响,较高的温度会加速鲜切甘蔗的新陈代谢,进而使有机酸含量升高,同时鲜切甘蔗因蒸腾作用而失去水分,导致甘蔗中有机酸含量增加,同时鲜切甘蔗富含蔗糖等可发酵糖,许多腐败微生物能够利用这些糖分进行发酵代谢,产生大量的有机酸,从而使 pH 降低。结果表明,4 ℃真空处理能够有效地延缓 pH 的下降速率,延长其贮藏期。

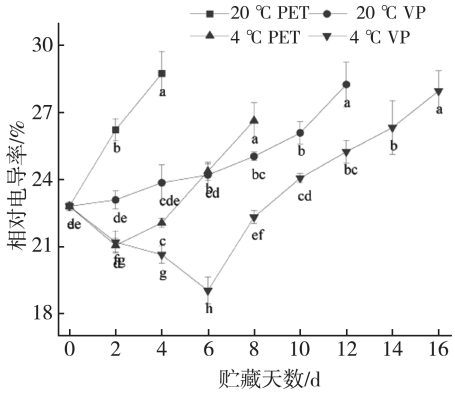


注:不同小写字母表示同一处理组不同贮藏天数差异显著(P<0.05)。

图 4 不同处理方式对鲜切甘蔗 pH 的影响

2.5 不同处理方式对相对电导率的影响

当细胞膜受到损害时,膜的通透性增大,使得细胞内电解质外渗,致使相对电导率值增大[18]。因此,测定相对电导率值可以评估其新鲜度和贮藏品质[19]。如图 5 所示,贮藏期间鲜切甘蔗的相对电导率整体呈上升趋势,这是由于鲜切甘蔗在切割时受机械损伤,细胞膜结构受损、通透性增加,电解质外泄,电导率增加。而 4 ℃冷藏时鲜切甘蔗的相对电导率出现先下降后上升的趋势,是由于贮藏初期低温能够保护细胞膜不受破坏,但随着贮藏时间的延长,甘蔗逐渐衰老和腐败,细胞膜受损严重,致使相对电导率值增加[20]。4 ℃ VP 组的相对电导率低于其他组,表明 4 ℃真空包装能够有效地减缓相对电导率的上升,有利于保护并维持细胞膜的完整性。这一结果与朱万慧等[21]关于在真空包装下不同温度对鲜切皇冠梨的电导率的测定结果一致。

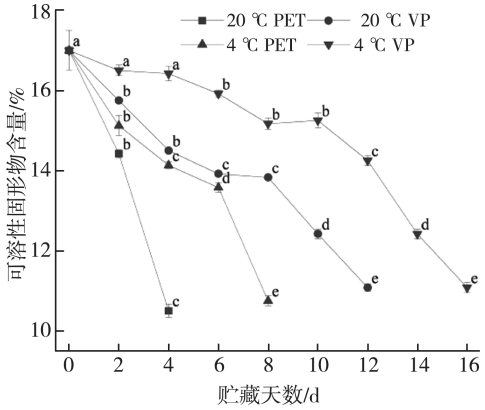


注:不同小写字母表示同一处理组不同贮藏天数差异显著(P<0.05)。

图 5　不同处理方式对鲜切甘蔗相对电导率的影响

2.6　不同处理方式对可溶性固形物含量的影响

鲜切甘蔗中可溶性固形物含量是衡量其耐贮藏性的重要指标,含量越高则表明甘蔗越能够抵御贮藏过程中的各种不利因素,其耐贮藏性也就越强[22]。由图 6 可知,随着贮藏时间的延长,各组鲜切甘蔗的可溶性固形物含量呈下降趋势。贮藏初期,除 20 ℃ PET 组外,各组的可溶性固形物含量下降速率均较慢,这是由于鲜切甘蔗经过真空包装和低温处理,减少了空气与甘蔗的接触,呼吸作用减弱,减少了糖类物质的消耗,减缓了可溶性固形物含量的下降速度[19],较好的维持鲜切甘蔗的品质。

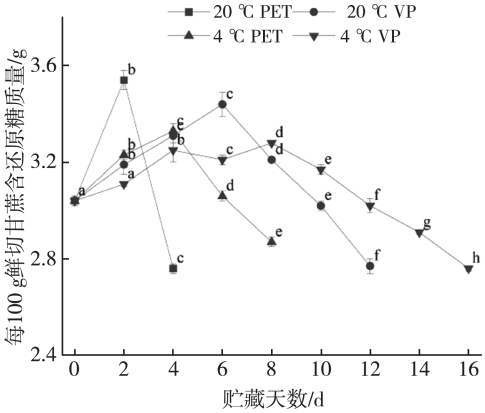


注:不同小写字母表示同一处理组不同贮藏天数差异显著(P<0.05)。

图 6　不同处理方式对鲜切甘蔗可溶性固形物含量的影响

2.7　不同处理方式对还原糖含量的影响

还原糖是果蔬中主要的营养物质,还是影响果蔬的风味和品质[17]。由图 7 可知,贮藏期间,各组鲜切甘蔗的还原糖含量呈先缓慢上升后下降趋势。相对于 4 ℃,20 ℃贮藏的鲜切甘蔗还原糖含量上升的速度相对较快,这是由于低温抑制蔗糖转化酶活性,使蔗糖的分解速度减慢,减缓了还原糖的增加[17]。随着贮藏时间的延长,呼吸作用导致还原糖被分解和消耗,从而呈现出还原糖含量下降的趋势[17]。相较于 PET 组,真空包装组还原糖含量下降的速度较缓慢。表明真空处理可以减缓还原糖的分解速度,从而有效地保持鲜切甘蔗的营养价值和口感。

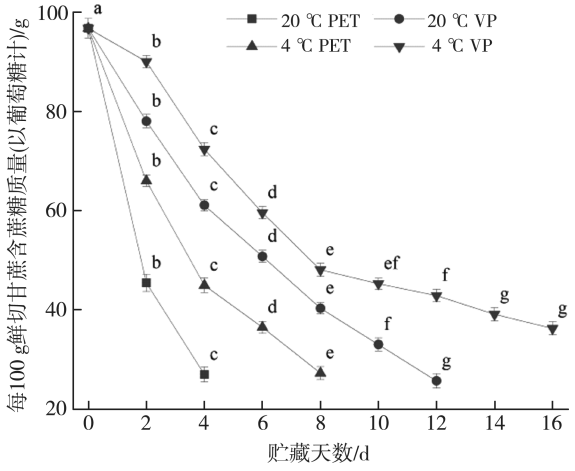


注:不同小写字母表示同一处理组不同贮藏天数差异显著(P<0.05)。样品以干基计。

图 7　不同处理方式对鲜切甘蔗还原糖含量的影响

2.8 不同处理方式对蔗糖含量的影响

蔗糖是评价甘蔗新鲜度的重要指标,随着贮藏时间的延长,甘蔗的糖分会发生降解和转化,导致糖分下降[15]。由图 8 可知,各组鲜切甘蔗的蔗糖含量在贮藏期间均呈现下降趋势。蔗糖含量的降低与植物组织的自然生理过程息息相关。在整个贮藏过程中,蔗糖转化酶促进蔗糖的转化,为呼吸作用提供了必要的底物[17]。相较于 4 ℃,20 ℃组的蔗糖含量下降速度较快,说明 4 ℃冷藏能抑制蔗糖转化酶的活性,减缓蔗糖含量的降低。与 PET 组相比,VP 组的蔗糖含量降低速度较慢,且 4 ℃真空处理对蔗糖含量的影响最为显著,说明 4 ℃真空贮藏能够较好保持蔗糖含量,维持鲜切甘蔗的营养品质。

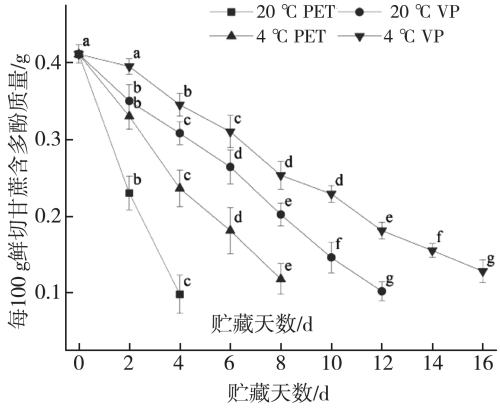


注:不同小写字母表示同一处理组不同贮藏天数差异显著(P<0.05)。样品以干基计。

图 8 不同处理方式对鲜切甘蔗蔗糖含量的影响

2.9 不同处理方式对多酚含量的影响

多酚类物质是甘蔗中重要的生理功能物质成分,其可在多酚氧化酶的作用下发生褐变,影响产品的风味与外观[21]。由图 9 可知,随着贮藏时间的延长,多酚含量呈下降趋势。这可能是由于多酚化合物在氧气的作用下逐渐氧化,或者是由于微生物的繁殖产生酸性物质,进而抑制了酚类物质的生成。相比于其他组,4 ℃真空包装的鲜切甘蔗中的多酚含量下降缓慢,这可能是由于 4 ℃冷藏抑制了酶的活性,而真空包装又很大程度地隔绝氧气,酶促褐变和氧化反应被抑制到最低程度。

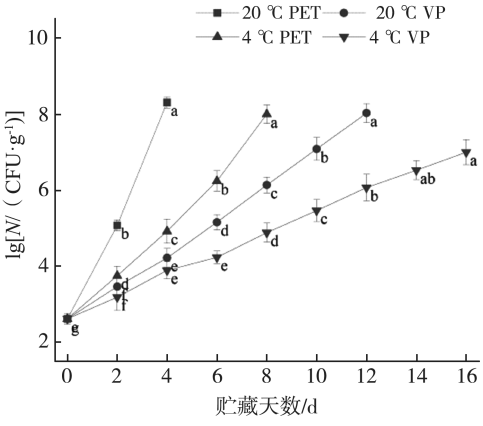


注:不同小写字母表示同一处理组不同贮藏天数差异显著(P<0.05)。样品以干基计。

图 9 不同处理方式对鲜切甘蔗多酚含量的影响

2.10 不同处理方式对菌落总数的影响

微生物是导致食品腐败的关键因素,通过测定贮藏过程中菌落总数的变化,能更直接地判断甘蔗品质的好坏。我们对菌落数取对数(图 10),由图可知,随着贮藏时间的延长,鲜切甘蔗的菌落总数对数均呈现上升的趋势。尹琳琳等[4]研究表明鲜切甘蔗菌落总数对数高于 6,即不可再食用。在贮藏第 4 天时,20 ℃PET 组的菌落总数对数达到6.36。20 ℃ VP 组和 4 ℃ PET 组,贮藏在第 8 天和第 6 天时的菌落总数对数分别为 6.13 和 5.93。4 ℃ VP 组则在第 12 天菌落总数对数达到 6.06,这说明真空包装和低温能够显著地抑制微生物的生长和繁殖,更好地延长其贮藏期并保持食品的新鲜度。

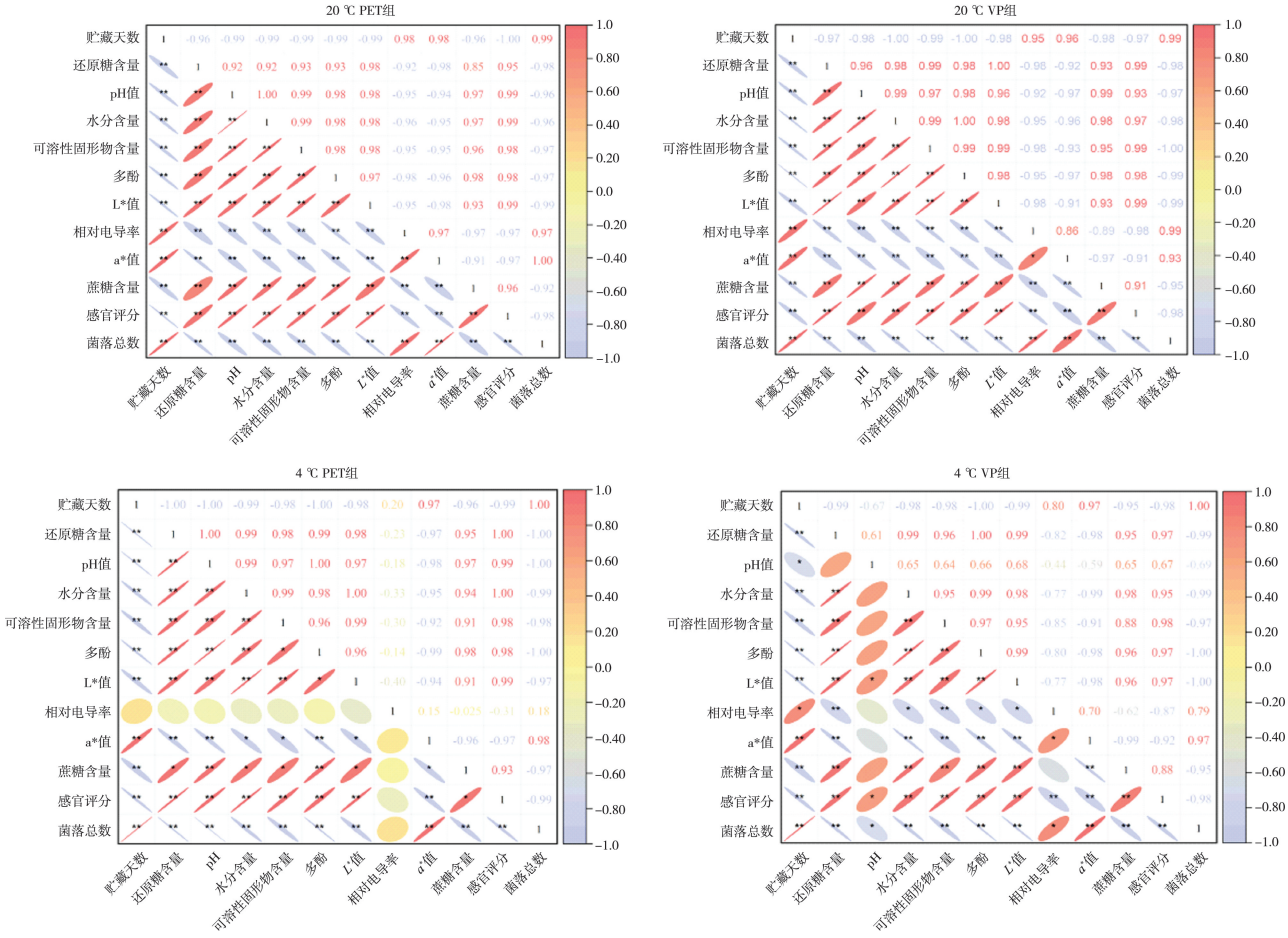


注:不同小写字母表示同一处理组不同贮藏天数差异显著(P<0.05)。

图 10　不同处理方式对鲜切甘蔗菌落总数的影响

2.11　鲜切甘蔗贮藏期间各指标间的相关性分析

4 组鲜切甘蔗的各品质指标之间的相关性结果如图 11 所示。由图 11 可知,20 ℃ PET 组和 20 ℃ VP 组,各指标之间呈极显著相关(P<0.01)。4 ℃ PET 组,除相对电导率值,其他各指标之间呈显著相关(P<0.05)。4 ℃ VP 组,贮藏天数与所有指标间有显著差异(P<0.05)。菌落总数与还原糖含量、pH、水分含量、可溶性固形物含量、L^*、多酚、总糖、感官评分呈显著负相关(P<0.05),与贮藏天数、a^*值、相对电导率呈显著正相关(P<0.05)。这主要是由于随着贮藏时间的延长,微生物通过消耗糖分与可溶性物质以满足其生长需求,同时通过产酸代谢导致体系 pH 下降,并可能通过酶解作用降解酚类物质。上述结果表明,pH、水分含量、多酚含量、色差、还原糖、蔗糖和菌落总数均能作为反映鲜切甘蔗腐败指标判定的主要参数。



注:** 在 0.01 水平(双尾)相关性极显著;* 在 0.05 水平(双尾)相关性显著。

图 11　鲜切甘蔗贮藏期间各指标之间的相关性分析

3 结 论

本研究采用多因素实验方法进行设计,对比 20 ℃ VP、20 ℃ PET、4 ℃ PET、4 ℃ VP4 个实验组随着贮藏时间各指标的变化情况。结果表明 4 ℃真空包装有效减缓了鲜切甘蔗感官得分、pH、水分含量等的下降速度,抑制了可溶性固形物、还原糖、总糖、多酚等营养成分的流失。20 ℃ PET 包装组货架期为 4 d,4 ℃ PET 和 20 ℃ VP 组的货架期为 6 和 8 d,4 ℃ VP 组的货架期可延长至 12 d。4 ℃真空包装较好地保持鲜切甘蔗的营养价值和延长货架期。相关性分析显示,4 组各指标之间具有显著相关性,pH、水分含量、多酚含量、色差、还原糖、蔗糖和菌落总数均能作为反映鲜切甘蔗腐败指标判定的主要参数。文章针对鲜切甘蔗包装方式及产品形式保鲜效果的研究,将对鲜切甘蔗的加工及销售具有一定实际意义。

参考文献:

[1] 吴多广,吴建涛,谢静,等.中国甘蔗生产发展趋势分析[J].广东农业科学,2017,44(7):154-160.

[2] 任二芳,刘功德,牛德宝,等.鲜切果蔗贮藏保鲜技术研究[J].食品工业,2017,38(4):30-32.

[3] 陈霞霞,余雪芬,叶仁凤,等.真空纳米抗菌包装对鲜切去皮甘蔗的保鲜效果研究[J].食品工业科技,2014(2):304-307.

[4] 尹琳琳,张雪,卢世凤,等.短波紫外照射协同壳聚糖涂膜处理对鲜切甘蔗的保鲜效果[J].食品与发酵工业,2022,48(6):218-224.

[5] 大东 MAMOUN ADAM HOMAIDA DALDOUM.鲜切甘蔗和芋头抗褐变剂筛选及其抗褐变机理研究[D].武汉:华中农业大学,2019.

[6] 杨福馨,程龙,吴思雨,等.去皮鲜甘蔗的护色保鲜包装研究[J].包装学报,2017,9(5):21-27.

[7] 涂明梅,武张飞,梅映雪,等.贮藏温度对鲜切甜瓜品质和活性氧代谢的影响[J].中国瓜菜,2025,38(11):99-104.

[8] 李曼宁,彭丽莹,王嘉琪,等.真空包装和冷藏保鲜对水果玉米贮藏品质的影响研究[J].食品安全质量检测学报,2024,15(7):184-191.

[9] 徐冬颖,周福慧,蒋海峰,等.真空包装结合避光处理对鲜切马铃薯的品质影响[J].食品科学,2020,41(13):184-192.

[10] 王兵,王艳颖,王兰琴,等.真空包装结合低温对鲜切荸荠贮藏品质的影响[J].现代园艺,2025,48(9):34-36.

[11] 陆兵,李秀萍,彭春芳,等.手持式折光仪间接测定甘蔗中总糖含量及其不确定度评估[J].广西糖业,2025,45(1):8-12.

[12] 黄齐齐,房韬文,罗怡雯,等.甘蔗多酚提取、纯化及生物活性研究进展[J].食品工业科技,2024,45(9):389-398.

[13] GB 4789.2—2022 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定[S].

[14] 宋晓燕,张婉竹,刘宝林.真空冷却对鲜切芒果冷冻贮藏品质变化的影响[J].制冷技术,2023,43(5):17-23.

[15] 方宗壮,段宙位,窦志浩,等.真空包装结合低温处理对鲜切菠萝贮藏品质的影响[J].食品工业科技,2018,39(6):259-264.

[16] 姚满芳,骆荣贞.甘蔗新鲜度对制糖生产的影响及保持新鲜度措施[J].广西糖业,2024,44(3):183-186.

[17] Sujeetha A P,Meenatchi R,Patricia P,et al.Effect of vacuum packaging on quality of pomegranate arils during storage[J].Current Journal of Applied Science and Technology,2020.:40-46.

[18] 王海丹,普红梅,付坚,等.切分方式对鲜切黄瓜贮藏品质与微生物的影响[J].北方园艺,2022(10):82-88.

[19] 胡丽莎,王艳颖,蒋元元,等.不同温度下真空包装对鲜切马铃薯贮藏品质的影响[J].现代园艺,2018,41(21):24-26.

[20] 索慧敏.鲜切马铃薯保鲜技术研究及货架期预测模型的建立[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2021.

[21] 朱万慧,王艳颖,马堃,等.真空包装下不同温度对鲜切皇冠梨生理生化的影响[J].现代园艺,2018,41(19):11-14.

[22] 孟祥春,黄泽鹏,凡超,等.贮藏温度对无核黄皮保鲜期和品质的影响[J].食品安全质量检测学报,2021,12(21):8530-8535.

(责任编辑:王亚宾;校 对:徐学友)