

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.01.009

# 不同灭菌时间对鲜食甜玉米贮藏品质的影响

刘海东<sup>1</sup>, 李文瀚<sup>1</sup>, 李喜宏<sup>1,2</sup>, 刘紫韞<sup>1</sup>, 张彪<sup>1</sup>(1. 天津捷盛东辉保鲜科技有限公司, 天津 300399;  
2. 天津科技大学 食品工程与生物技术学院, 天津 300457)

**摘要:**以鲜食甜玉米为试材,以L\*值、水分含量、可溶性固形物含量、菌落总数、感官品质等指标为评判标准,结合充氮保鲜包装,研究121℃反压灭菌时间对鲜食甜玉米贮藏品质变化规律的影响。结果表明:经过反压灭菌充氮包装处理后所得甜玉米常温保藏60 d后,灭菌40 min处理组鲜食甜玉米菌落总数1.9 lg CFU/g,可溶性固形物含量11.3%,L\*值65.0,水分含量为63.8%,感官评分23.17分,综合考虑各项指标,该处理组贮藏效果最佳。40 min灭菌处理能有效抑制常温贮藏下鲜食甜玉米的微生物生长,保持鲜食甜玉米的原有品质特性,同时抑制籽粒褐变进程,减缓水分降低和可溶性固形物下降速率。

**关键词:**鲜食甜玉米; 灭菌时间; 充氮包装; 品质特性; 菌落总数

中图分类号: TS213.4 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2019)01-0046-04

## Effect of sterilization time on the quality of fresh sweet corn

LIU Hai-dong<sup>1</sup>, LI Wen-han<sup>1</sup>, LI Xi-hong<sup>1,2</sup>, LIU Zi-yun<sup>1</sup>, ZHANG Biao<sup>1</sup>

(1. Tianjin Gasin-brilliant Fresh Technology Co., Ltd., Tianjin 300399; 2. College of Food Engineering and Biotechnology, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457)

**Abstract:** The effect of 121°C back pressure sterilization time on changes of storage quality of fresh sweet corn was researched with fresh sweet corn as the test material, L\* value, moisture content, soluble solid content (TSS content), total number of bacterial colony and sensory quality as scores, with nitrogen-filled packing. The results showed that after 60 days storage at room temperature, for the group treated by back pressure sterilization for 40 min, the total number of bacterial colony was 1.9 lg CFU/g, the soluble solids content was 11.3%, the L\* value was 65.0, the moisture content was 63.8%, and the sensory score was 23.17, which had the best storage effect overall consideration of the indexes. Microbial growth in fresh sweet corn can be effectively inhibited after being sterilized for 40 min and stored at room temperature. The fresh sweet corn maintain the original quality characteristics, and at the same time the browning process of grain is inhibited, and the decrease of water content and TSS content is slow down.

**Key words:** fresh sweet corn; sterilization time; nitrogen-filled packing; quality characteristics; total number of bacterial colony

收稿日期: 2018-07-27

基金项目: 国家科技支撑计划(2015BAD16B00); 国家“十三五”重点研发计划项目(2017YFD0401305)

作者简介: 刘海东, 1971年出生, 男, 硕士.

通讯作者: 李喜宏, 1960年出生, 男, 博士.

甜玉米 (Sweet corn) 又称水果玉米, 原产于美洲, 于 20 世纪 80 年代引入中国。甜玉米具有鲜、甜、脆、嫩的独特风味, 经常食用能降低血压、血脂, 预防肠道疾病及癌症, 因而深受广大消费者喜爱<sup>[1-2]</sup>。但由于甜玉米含糖量含水量高、呼吸旺盛、生产季节性强, 导致甜玉米常温贮藏条件下易失水, 微生物易滋生, 贮藏品质及食用品质不断下降<sup>[3]</sup>。因此, 研发高效、经济的甜玉米保鲜处理技术, 有效延长其货架期, 成为了该领域的研究热点之一。

目前, 国内外的鲜食甜玉米长期贮藏保鲜方式主要为高温杀青灭酶真空包<sup>[4]</sup>和速冻冷<sup>[5]</sup>贮藏两种, 但这两种贮藏方式均有一定的弊端。真空包装在高温杀菌过程中传热快, 若控制不当易产生褐变。速冻方式保鲜, 国外研究比较广泛, 但因在冷冻、解冻及贮藏过程中易导致玉米组织结构破坏, 细胞破裂, 玉米黄质减少<sup>[6-7]</sup>, 品质特性下降, 对玉米感官品质影响较大<sup>[8-9]</sup>。有关反压灭菌对充氮包装鲜食甜玉米应用方面的研究相对较少。

本实验针对鲜食甜玉米高温反压灭菌易褐变的问题, 采用充氮包装方式, 研究不同灭菌时间对鲜食甜玉米常温贮藏保鲜 60 d 后品质特性的影响, 为今后充氮包装鲜食甜玉米的应用提供理论基础及技术支持。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

#### 1.1.1 材料与试剂

鲜食甜玉米: 购于天津市滨海新区农贸市场; 耐高温 PE 保鲜袋 (220 mm×80 mm×1 mm): 购于国家农产品保鲜技术研究中心; 无水乙醇 (分析纯): 天津市福晨化学试剂厂; 营养琼脂培养基

(分析纯): 济南市宝德利化有限公司; 无水乙醇 (分析纯): 天津市永晟精细化工有限公司。

#### 1.1.2 仪器与设备

FY 反压高温灭菌蒸煮锅: 上海三申医疗器械有限公司; QS-1000 自动充气包装机: 北京普析通用有限公司; JJ-1000 精密型电子天平: 常熟双杰测试仪器厂; PAL-1 手持折光仪: 日本 ATAGO 株式会社; HP-200 精密色差仪: 上海汉谱光电科技有限公司。

### 1.2 方法

工艺流程: 原料 皮丝分离 分级清洗 漂烫护色 充氮包装 封口 反压灭菌 常温避光贮藏 验损评价。

实验处理: 挑选成熟度一致、大小均匀、无病虫害及机械损伤甜玉米穗, 装入保鲜袋后充氮并进行封口。于 121 °C 条件下, 反压式高温灭菌, 灭菌时间分别为 0、10、20、30、40、50 min, 分别标记为 T0、T1、T2、T3、T4、T5。

### 1.3 测定指标

L\* 值测定: 参考曹建康<sup>[10]</sup>实验方法, 采用 HP-200 精密色差仪测定鲜食甜玉米色度变化。水分含量测定<sup>[11]</sup>采用 MB25 自动水分测定仪测定。

可溶性固形物含量测定: 参考曹建康<sup>[10]</sup>实验方法, 采用 PAL-1 手持折光仪测定可溶性固形物含量。

菌落总数测定: 根据 GB 4789.2—2010《食品微生物学检验: 菌落总数测定》进行测定和计算。

感官评分: 组织 10 名评判员进行感官评定的相关培训, 之后再对不同灭菌时间处理后贮藏 60 d 的鲜食甜玉米进行感官评价。贮藏 60 d 已超过一般鲜食甜玉米贮藏时间。评价指标如表 1 所示。

表 1 感官评分标准

指标	5~4 分	3~2 分	1~0 分
颜色	玉米表面光亮, 呈均匀的微黄色	玉米表面明亮度较差, 呈现黄色	玉米表面暗, 呈现深黄色
风味	玉米特有香味明显	玉米特有香味平淡	没有玉米特有香味
硬度	软硬适中, 口感良好	质地较软, 口感较好	质地很软, 口感差
黏性	黏性好	黏性一般	黏性差
弹性	籽粒弹性好	籽粒弹性一般	籽粒弹性差
耐咀嚼性	将样品咀嚼到浆状可吞咽状态时咀嚼次数大于 30 次	将样品咀嚼到浆状可吞咽状态时咀嚼次数介于 20~30 次	将样品咀嚼到浆状可吞咽状态时咀嚼次数小于 20 次

### 1.4 统计分析

每组实验设置 3 个重复,实验结果取其均值,应用 SPSS 17.0 软件对实验数据进行方差分析(显著水平 0.05),采用 Origin 9.0 进行数据处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同灭菌时间对贮藏 60 d 后鲜食甜玉米 L\* 值的影响

加工后的甜玉米表面褐变是影响其外观品质的重要因素之一<sup>[12]</sup>。L\* 值常用来表示产品褐变程度,通常采用色差仪测定。L\* 值代表亮度,L\* 减小,表示亮度减小,褐变程度加重。如图 1 所示,鲜食甜玉米贮藏 60 d 后,随着灭菌时间的延长,L\* 值逐渐降低。不同灭菌时间处理鲜食甜玉米导致玉米籽粒表面均发生了不同程度的褐变,其中 T1、T2、T3、T5 处理组防褐变效果与 T0 对照组相比存在差异性,T3 与 T4 处理组防褐变效果基本相同,表明 121 °C 下灭菌 30~40 min 为分界点,灭菌时间短导致甜玉米食用品质不佳、微生物数量超标,灭菌时间过长会导致甜玉米褐变严重,影响鲜食甜玉米外观品质。综上所述,灭菌时间 30~40 min 能有效抑制鲜食甜玉米褐变,保持鲜食甜玉米的外观品质。

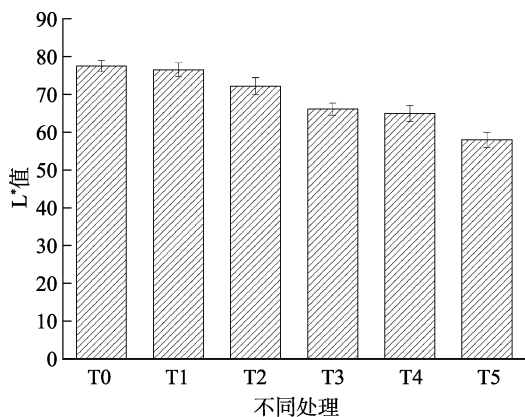


图 1 不同处理对贮藏 60 d 后鲜食甜玉米 L\* 值的影响

### 2.2 不同灭菌时间对贮藏 60 d 后鲜食甜玉米水分含量的影响

水分含量是衡量鲜食甜玉米感官品质的重要指标。如图 2 所示,充氮包装后经过 121 °C 反压灭菌,鲜食甜玉米贮藏 60 d 后,水分含量随灭菌时间的延长整体呈下降趋势。原因可能是随着灭菌时间延长,玉米籽粒细胞受外界温度与压力的

影响增大,导致细胞膜通透性增强,水分更易散失。不同灭菌时间处理,鲜食甜玉米常温贮藏 60 d 后,T0、T1、T2、T3、T4、T5 处理组水分散失均较少,水分散失最多的 T5 处理组与对照组 T0 相比仅下降了 5.97%。综上所述,不同灭菌时间对鲜食甜玉米水分含量影响不显著。

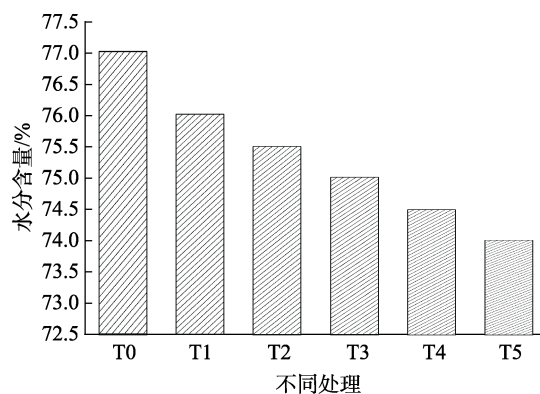


图 2 不同处理对贮藏 60 d 后鲜食甜玉米水分含量的影响

### 2.3 不同灭菌时间对贮藏 60 d 后鲜食甜玉米可溶性固形物含量的影响

可溶性固形物(TSS)是衡量果蔬品质特性的重要指标<sup>[13]</sup>。如图 3 所示,充氮包装后 121 °C 反压灭菌,鲜食甜玉米贮藏 60 d 后,TSS 含量随灭菌时间的延长整体呈逐渐下降趋势,可能是高温灭菌使鲜食甜玉米发生了美拉德反应,导致还原糖含量下降,进而使 TSS 含量降低。T1、T2、T3、T4、T5 处理组与 T0 组相比,TSS 含量分别下降 8.50%、14.28%、17.80%、19.29%、25.00%,T2、T3、T4 处理组较 T1 处理组 TSS 含量下降幅度大,T5 处理组由于高温高压灭菌时间过长,导致鲜食甜玉米中营养流失严重。综上所述,T1、

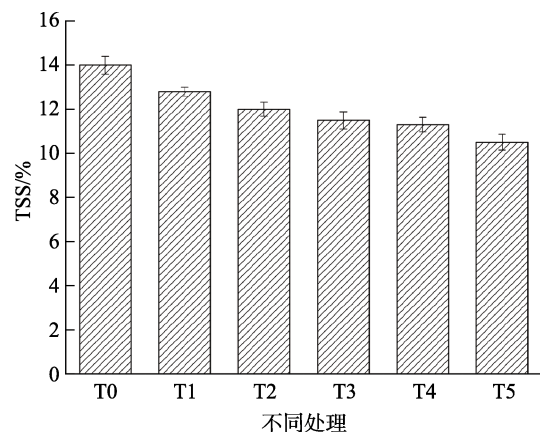


图 3 不同处理对贮藏 60 d 后鲜食甜玉米 TSS 含量的影响

T2、T3、T4 处理组均能较好保持鲜食甜玉米的食用品质与营养价值,且 T1 处理组的保持效果最佳。

### 2.4 不同处理对贮藏 60 d 后鲜食甜玉米菌落总数的影响

菌落总量是影响鲜食甜玉米营养品质及商业价值的主要因素<sup>[14]</sup>。如图 4 所示,充氮包装后经过 121 °C 反压灭菌,鲜食甜玉米贮藏 60 d 后,随着灭菌时间的延长,鲜食玉米菌落总数逐渐降低。可能是灭菌时间过短,玉米中心微生物孢子没完全杀死,贮藏 60 d 后,微生物生长繁殖,导致鲜食甜玉米菌落总数高于灭菌时间长的处理组。其中 T0 处理组菌落总数高达 7.9 lg CFU/g, T1、T2、T3、T4、T5 处理组分别为 7.5、6.9、4.5、1.9、1.7 lg CFU/g, T4、T5 处理组菌落总数含量最低,比 T0 处理组菌落总数降低了 5 个数量级。从微生物总数来看,反压灭菌 40、50 min 能抑制鲜食甜玉米微生物生长,延长鲜食甜玉米的保质期。

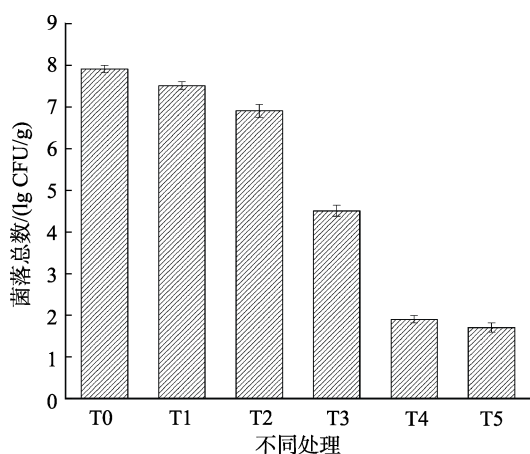


图 4 不同处理对贮藏 60 d 后鲜食甜玉米菌落总数的影响

### 2.5 不同灭菌时间对贮藏 60 d 后鲜食甜玉米感官评定的影响

感官评定主要通过评定小组成员按评定程序和评分标准进行评定,评定结果与样品的理化性质、质构特性密切相关,属于分析型感官评定。从表 2 可知,T4 处理组鲜食甜玉米的颜色、风味、硬度、黏性、弹性、耐咀嚼性、综合品质得分分别为 4.42、4.31、3.25、4.12、3.10、3.97、23.17 分,综合得分优于其他处理组;T3 处理组综合品质优于 T0、T1、T2 处理组,T0 处理组感官评价最差。由表可知,T4 处理组能较好保持鲜食甜玉米综合感官评价指标,T3 处理组次之,T0 处理组效果最差。

表 2 鲜食甜玉米感官评定结果

不同处理	颜色	风味	硬度	黏性	弹性	耐咀嚼性	综合品质
T0	2.01	1.21	3.50	3.89	4.02	1.20	15.83
T1	3.75	2.57	3.36	3.01	3.01	2.56	18.26
T2	4.24	4.5	2.31	3.21	2.98	2.54	19.78
T3	4.51	4.23	2.01	2.15	3.78	3.89	20.57
T4	4.42	4.31	3.25	4.12	3.10	3.97	23.17
T5	2.18	4.16	3.54	3.35	2.89	2.96	19.08

### 3 结论

比较充氮包装后经不同时间灭菌且在常温下贮藏 60 d 后的鲜食甜玉米品质的变化,灭菌 40 min 组甜玉米,菌落总数 1.9 lg CFU/g,可溶性固形物含量 11.3%,L\* 值 65.0,水分含量为 63.8%,感官评分 23.17 分,优于其他处理组。综合考虑褐变程度、微生物含量、营养价值、感官等指标,充氮保鲜包装灭菌 40 min 条件下能有效保持鲜食甜玉米的良好品质,有效抑制微生物生长,延缓籽粒褐变程度,抑制水分降低和可溶性固形物减少,从而最大程度保持鲜食甜玉米原有的食用品质和外观品质。

#### 参考文献:

- [1] 杨若明,李玉田. 玉米鲜食的功效和鲜食玉米的研究开发[J]. 北京农业科学,1997(5): 41-43.
- [2] 刘夫国,牛丽影,李大婧,等. 鲜食玉米加工利用研究进展[J]. 食品科学,2012(23): 375-379.
- [3] 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(2): 61-64.
- [4] 李惠生,董树亭,高荣岐,等. 两种保鲜技术对鲜食糯玉米品质的影响[J]. 山东农业科学,2007(4): 104-106.
- [5] ALFONZO B, CAMACHO C, ORTIZ de BERTORELLI L, et al. Super sweet corn hybrids adaptability for industrial processing. I freezing[J]. Arch Latinoam Nutr, 2002, 52(3): 294-300.
- [6] 徐秀红,卢华兵,吕桂华,等. 玉米黄质的研究进展及展望[J]. 中国农学通报,2011, 27(2): 333-339.
- [7] 肖亚冬,李大婧,刘春泉. 冻干甜玉米粒贮藏过程中玉米黄质稳定性分析[J]. 食品科学,2014, 35(6): 229-233.
- [8] XU S, KERR W L. Comparative study of physical and sensory properties of corn chips made by continuous vacuum drying and deep fat frying[J]. LWT-Food Science and Technology, 2012, 48(1): 96-101.
- [9] 高虹妮,田焕芹,何余堂,等. 我国鲜食玉米研究与开发进展[J]. 食品研究与开发,2013, 34(19): 122-124.
- [10] 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社,2007: 176.
- [11] 赵希雷. 谷物水分测定方法比较与分析[D]. 郑州:河南工业大学,2015.
- [12] 宋莲军,张红星,任红涛. 甜玉米常温保鲜技术研究[J]. 食品工业科技,2004(8): 131-132.
- [13] 胡位荣,孔维娜,庞学群,等. 2 种贮藏温度对沙田柚果实保鲜效果的影响[J]. 食品科技,2015, (08): 334-339.
- [14] 解慧,修琳,郑明珠,等. 玉米贮藏过程中营养成分的变化[J]. 食品工业,2014(12): 240-243.