

# 微波沸水结合灭菌 在软罐头甜玉米穗加工中的应用

(华南农业大学食品学院, 广州 510642) 黄 菁 李远志 龙亚波  
(广州铭瑞企业有限公司, 广州 510075) 梁 瑛

**摘 要:** 对微波沸水结合灭菌和高温灭菌在软罐头甜玉米穗加工中的应用效果进行比较, 结果表明, 软罐头甜玉米穗采用微波沸水结合灭菌, 其色泽比 121℃ 高温灭菌的好, 明亮度 L 和色度 b 与高温灭菌的相比, 差异均达到显著水平, 但两种灭菌方式在还原型抗坏血酸的保存方面无显著差异; 两种灭菌方式的甜玉米穗在常温贮藏过程中, 其明亮度 L、色度 b、总糖、还原型抗坏血酸都呈下降趋势, 还原糖略微上升; 甜玉米穗的烫漂液和调味液中加入 EDTA-2Na 对保持甜玉米的色度 b 有显著作用; 优选甜玉米穗的护色配方为: 0.04% EDTA-2Na, 0.20% 柠檬酸, 0.1% 六聚磷酸钠。

**关键词:** 甜玉米穗, 微波沸水结合灭菌, 高温灭菌

**Abstract:** Use of the microwave, boiling water and high temperature sterilization in the processing of retort pouch sweet corn cobs was studied in this paper, and the results indicates: Firstly, the retort pouch sweet corn cobs, processed with sterilization of microwave and boiling water, has a better tinct than those processed with high temperature sterilization at 121℃; and the difference in the brightness value L and chromaticity value b were remarkable. But there was no notable difference between the two methods of sterilization in the reservation of reducing ascorbic acid. Secondly, during the storage of sweet corn cobs processed by the two methods of sterilization in normal temperature, the brightness value L, chromaticity value b, total sugar, and reducing ascorbic acid tended to decrease, while the reducing sugar increased slightly. Thirdly, the blanching water and seasoning water containing EDTA-2Na of the sweet corn cobs made notable difference in preserving the chromaticity value b of the sweet corn. The optimal formula for color protection of sweet corn cobs were: 0.04% EDTA-2Na, 0.20% citric acid, and 0.1% SHMP.

**Key words:** sweet corn cob; sterilization of microwave and boiling water; high temperature sterilization

中图分类号: TS294.3 文献标识码: A  
文章编号: 1002-0306(2003)10-0086-04

近年我国甜玉米种植业发展迅速, 但甜玉米鲜穗采收后品质劣变迅速, 常温保鲜困难。软罐头甜玉

收稿日期: 2003-07-28

作者简介: 黄菁(1967-), 女, 硕士, 讲师, 研究方向: 食品加工新工艺  
基金项目: 广东省科技厅星火计划项目资助。

米穗可以解决甜玉米整穗常温保藏的问题。传统工艺一般采用高温灭菌、反压冷却的方式<sup>[1,2]</sup>。因甜玉米氨基酸和可溶性糖含量丰富<sup>[3,4]</sup>, 该工艺生产的软罐头甜玉米穗颜色褐黄、品质较差, 能耗较高。微波灭菌具有时间短、能耗低、操作简便的优点<sup>[5,6]</sup>。本实验对微波沸水结合灭菌在软罐头甜玉米穗加工中的应用效果进行研究, 期望对传统工艺的改造提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

甜玉米 台湾“华珍”甜玉米; 酒石酸钾钠、氢氧化钠、2,6-二氯酚 分析纯; 草酸、浓盐酸 化学纯; 包装材料 NY/PP 高温蒸煮袋。

TC-PIIG 全自动测色色差计, 家用型格兰仕微波炉, 真空包装机, 手提式灭菌锅。

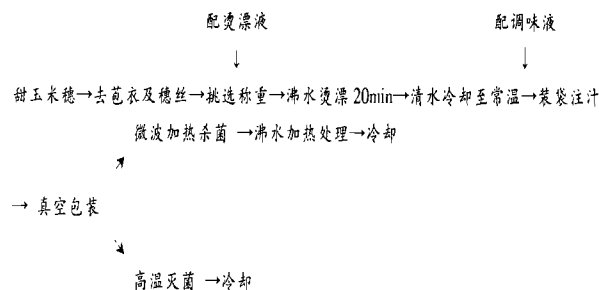
### 1.2 试验方法

1.2.1 甜玉米色泽的测定 根据 Judd-Hunter 体系, 采用 TC-PIIG 全自动测色色差计测定甜玉米的 L 值和 b 值。

1.2.2 总糖、还原糖的测定 斐林氏容量法。

1.2.3 抗坏血酸的测定 2,6-二氯酚滴定法。

1.2.4 甜玉米穗软罐头包装灭菌工艺流程



## 2 结果与讨论

### 2.1 灭菌条件筛选

软罐头甜玉米穗仅通过微波来完全灭菌比较困

表1 不同灭菌处理对甜玉米穗品质的影响

沸水加热时间(min)	36℃培养 7d	色度 b	明亮度 L	还原糖(%)	还原型抗坏血酸(mg/100g)
20	2穗正常,4穗涨袋或有异味	61.64 <sup>a</sup> ±0.26	66.60 <sup>a</sup> ±0.29	0.61 <sup>a</sup> ±0.05	26.49 <sup>a</sup> ±3.92
30	4穗正常,2穗有异味	60.11 <sup>ab</sup> ±0.93	66.93 <sup>a</sup> ±1.03	0.63 <sup>a</sup> ±0.03	4.12 <sup>b</sup> ±1.10
40	正常	57.54 <sup>ab</sup> ±0.54	64.60 <sup>a</sup> ±0.26	0.68 <sup>a</sup> ±0.01	4.31 <sup>b</sup> ±0.23
50	正常	54.26 <sup>b</sup> ±3.93	59.75 <sup>b</sup> ±0.10	0.66 <sup>a</sup> ±0.07	3.53 <sup>b</sup> ±1.55
对照	正常	53.06 <sup>b</sup> ±1.25	58.57 <sup>b</sup> ±1.57	0.56 <sup>a</sup> ±0.00	4.47 <sup>b</sup> ±1.44

注:1 同列进行 Duncan's 多重比较,平均值后字母相同的表示差异不显著( $\alpha=0.05$ );

2 甜玉米的色泽以明亮度 L 和色度 b 表示。明亮度 L 越大,表示颜色的亮度越高;+b 表示黄色,绝对值越大颜色越偏向黄色,-b 表示蓝色,绝对值越大颜色越偏向蓝色。

表2 正交试验结果及直观分析表

试验号	因素			测定指标	
	A 柠檬酸(%)	B EDTA-2Na(%)	C 六聚磷酸钠(%)	色度 b	明亮度 L
1	1(0.05)	1(0.01)	1(0.10)	62.05	64.76
2	1	2(0.02)	2(0.20)	62.50	65.00
3	1	3(0.04)	3(0.40)	63.23	63.46
4	2(0.10)	1	2	61.79	63.99
5	2	2	3	62.85	63.85
6	2	3	1	63.95	65.91
7	3(0.20)	1	3	62.30	64.11
8	3	2	1	64.79	65.50
9	3	3	2	64.52	65.83
色度 b	K <sub>1</sub>	62.59	62.05	63.60	
	K <sub>2</sub>	62.86	63.38	62.94	
	K <sub>3</sub>	63.87	63.90	62.79	
	R	1.28	1.85	0.81	
明亮度 L	k <sub>1</sub>	64.41	64.29	65.39	
	k <sub>2</sub>	64.58	64.78	64.94	
	k <sub>3</sub>	65.15	65.07	63.81	
	R	0.74	0.78	1.58	

难。微波加热时间短,灭菌不充分;时间长,则水蒸气和残留空气受热膨胀导致包装袋破裂。本实验尝试将真空包装后的甜玉米穗先微波加热至包装袋开始鼓胀,再投入到沸水中继续加热达到软罐头商业无菌的目的。

装载量为 175g×2 的甜玉米穗,经 640w 微波加热 4min5s 后投入沸水继续加热,加热时间分别为 20、30、40、50min。以高温 121℃、30min 灭菌处理为对照,每处理各 6 穗,灭菌后于 36℃恒温培养 7d,随机取感官指标正常、无异味的玉米两穗供各指标的测定用。

表 1 显示,各处理中对照的品质最差,其色度 b 和明亮度 L 均为最小,与微波 4 min 5s-沸水 20、30、40min 组差异达到显著水平,但与微波 4min 5s-沸水 50min 组差异不显著,说明 121℃高温或沸水长时间的灭菌均会对甜玉米色素造成严重破坏。高温灭菌组的还原糖含量略低,但各组间差异未达到显著水平。还原型抗坏血酸受温度及加热时间的影响极显著,微波加热后沸水处理超过 20min,则其含量急剧下降。综合灭菌效果、色泽和营养素的保存效果,选择 640w 微波 4min 5s-沸水 40min 为微波-沸水灭菌的条件。

## 2.2 甜玉米护色配方的筛选

烫漂液及调味液中添加护色剂能够保护甜玉米的色泽。以柠檬酸、乙二胺四乙酸二钠(EDTA-2Na)、六聚磷酸钠(SHMP)为因素,参照甜玉米的口味及各添加剂的使用限量设置各因素的水平值,选用 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>)正交表进行试验。装载量 175g×2 的甜玉米穗,经 640w 微波 4min 5s-沸水 40min 灭菌后测定明亮度 L 及色度 b。

表3 色度 b 方差分析表

方差来源	自由度	平方和	均方	F	P
柠檬酸	2	2.7162	1.3581	14.17	0.0659
EDTA-2Na	2	5.4830	2.7415	28.61	0.0338
六聚磷酸钠	2	1.0149	0.5507	5.75	0.1482
误差	2	0.1916	0.0958		
总和	8	9.4923			

由表 3 可知,EDTA-2Na 对保持玉米的色度 b 作用显著。据报道,EDTA-2Na 在板栗护色中也同样表现出良好的效果<sup>[7]</sup>。

由表 4 可知,三个因素在本实验设置的水平上,对保持甜玉米的明亮度 L 的作用均不显著。

玉米的主要色素是叶黄素<sup>[8]</sup>,属于共轭双键的长链化合物,化学性质极不稳定,金属离子会促进色素

表4 明亮度L方差分析表

方差来源	自由度	平方和	均方	F	P
柠檬酸	2	0.8961	0.4481	1.18	0.4589
EDTA-2Na	2	0.9353	0.4677	1.23	0.4483
六聚磷酸钠	2	3.9938	1.9969	5.25	0.1599
误差	2	0.7602	0.3801		
总和	8	6.5856			

的氧化,加速叶黄素的降解。玉米烫漂时通常使用自来水,EDTA-2Na作为螯合剂,能与其中的金属离子形成稳定的水溶性络合物,减轻了甜玉米叶黄素的降解。有研究表明,甜玉米穗预煮使用蒸馏水比自来水能更好地保持黄色<sup>[1]</sup>,其原因也源于金属离子的影响。

根据表2,优选出0.04%EDTA-2Na、0.2%柠檬酸、0.1%六聚磷酸钠为甜玉米穗的护色配方,在烫漂液和调味液中添加。

### 2.3 灭菌对甜玉米色泽和营养成分的影响

添加护色剂的软包装甜玉米穗经121℃、30min高温和640w微波4min 5s-沸水40min灭菌处理后,立即测定色泽和营养指标,以经烫漂但未灭菌的为对照。

结果如表5显示,灭菌处理对色度b影响显著,烫漂、微波-沸水灭菌、高温灭菌三者间差异均达到显著水平,121℃、30min的高温灭菌导致色度b由对照的67.56下降到59.59,说明高温会严重破坏玉米的色素。对明亮度L而言,虽然高温灭菌组的L值比微波-沸水灭菌组低,但未达显著水平。

灭菌处理对还原型抗坏血酸破坏严重,与对照相比,两种灭菌方式都损失约75%;总糖在灭菌之后含量下降,还原糖增高。美拉德反应消耗掉部分还原糖,导致总糖减少,同时甜玉米中大量蔗糖(占其可溶性糖的62%~77%<sup>[3]</sup>) 在酸性条件下经加热转化为还原糖,当其转化量大于消耗量时,出现还原糖灭菌后不降反升的情况。

两种灭菌方式相比较,微波沸水结合灭菌能较好地保持玉米的黄色素,但对重要的营养素还原型抗坏血酸的保存无优势。叶黄素对热敏感<sup>[9-11]</sup>,微波通过使自由水分子偶极子旋转、快速摩擦而生热,微波处理甜玉米穗能使其内外迅速、一致受热,升温快,微波还同时具有非热效应,微生物致死温度较低。受热时间短及温度较低都有利于保持玉米的黄色。

表5 两种灭菌方法的效果比较

处理	测定指标				
	明亮度L	色度b	还原糖(%)	总糖(%)	还原型抗坏血酸(mg/100g)
烫漂(对照)	64.05±0.06	67.56±0.65	0.49±0.01	6.24±0.01	43.18±1.50
微波-沸水灭菌	64.69±1.23	65.25±0.25	0.56±0.03	6.08±0.02	10.56±1.29
高温灭菌	61.94±0.57	59.59±0.56	0.59±0.01	5.98±0.08	10.99±2.78

注:同列进行Duncan's多重比较,平均值后字母相同的表示差异不显著(α=0.05)。

### 2.4 不同灭菌方式的甜玉米在贮藏过程中色泽和营养成分的变化

经121℃、30min高温和640w微波4min 5s-沸水40min灭菌后的甜玉米在常温下贮藏,每隔15d每处理随机取两穗进行各指标的测定。

2.4.1 色泽的变化 图1和图2显示,甜玉米明亮度L与色度b均随贮藏时间延长而下降,121℃、30min高温灭菌的b值下降速度更快。明亮度L在贮藏过程中的降低主要是由美拉德反应引起;b值的下降原因可能是叶黄素受氧气和光照破坏所致<sup>[11]</sup>。本实验采用的包装材料是NY/PP复合高温蒸煮袋,该材料透明并对氧气有一定的透过性。选择对氧气阻隔性更好的PET/PVDC/PP等复合软包装材料,并在贮藏过程中注意避光将有助于延长甜玉米的货架期。

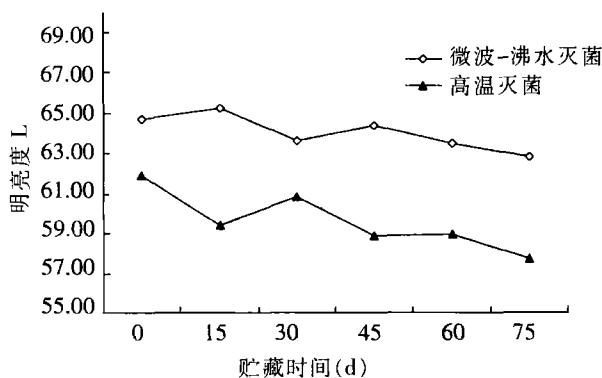


图1 甜玉米明亮度L在贮藏过程中的变化

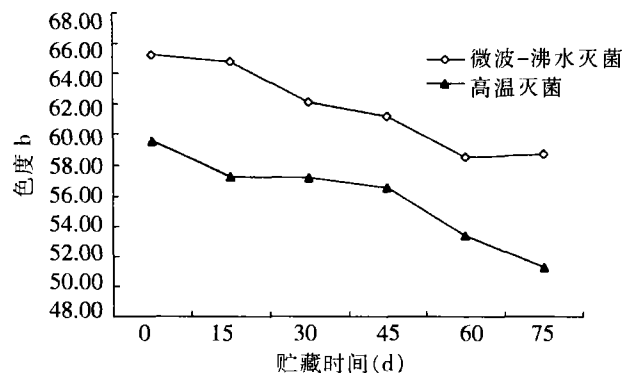


图2 甜玉米色度b在贮藏过程中的变化

2.4.2 总糖、还原糖的变化 图3、图4显示,两种灭菌方式的甜玉米,其总糖在贮藏过程中都随时间的延长而下降,还原糖含量则在贮藏初期略上升,以后

基本保持平稳。总糖下降是由于其中的还原糖在美拉德反应中消耗所致；而还原糖的略微上升原因估计是甜玉米中蔗糖含量高<sup>[1]</sup>，其在酸性条件下(烫漂液及调味液中均含柠檬酸)不断水解出还原糖，新增还原糖的量大于美拉德反应消耗掉的量，造成还原糖随贮藏时间的延长略为上升。

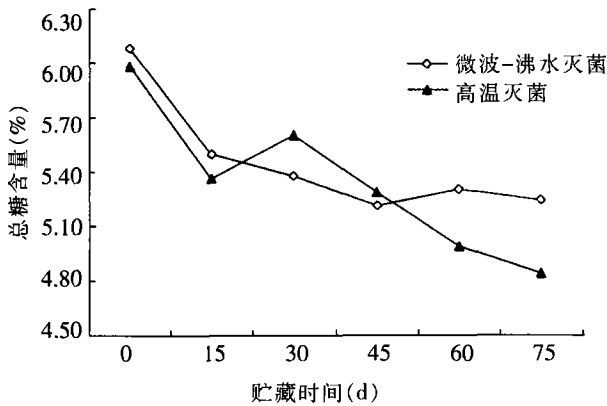


图3 甜玉米总糖在贮藏过程中的变化

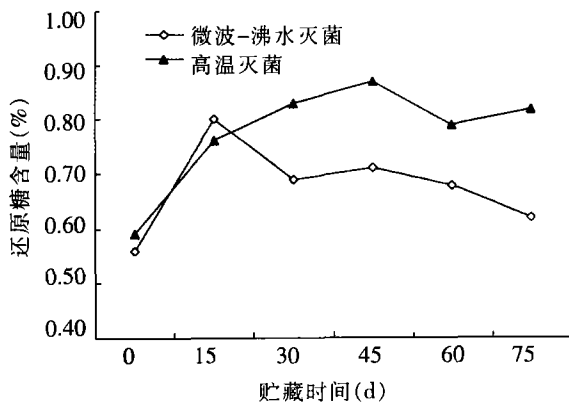


图4 甜玉米还原糖在贮藏过程中的变化

2.4.3 还原型抗坏血酸的变化 表6显示，不论微波-沸水灭菌，还是高温灭菌组，甜玉米穗中的还原型抗坏血酸随贮藏时间的延长，含量均在前15d内急剧下降，30d已含量甚微。原因可能是NY/PP蒸煮袋对光线和氧气的阻隔性不够。

表6 贮藏过程中还原型抗坏血酸的变化(mg/100g)

处理方法	贮藏时间(d)		
	0	15	30
微波-沸水灭菌	10.56±1.29	1.24±0.10	0.23±0.08
高温灭菌	10.99±2.78	0.98±0.30	0.52±0.27

### 3 结论

3.1 装载量为175g×2的甜玉米穗软罐头，采用640w微波4min 5s-沸水40min结合灭菌，能较好地保持甜玉米的色泽，其明亮度L和色度b均比

121℃、30min灭菌的高，且差异均达到显著水平；但两种灭菌方式在还原型抗坏血酸的保存方面无显著差异。

3.2 常温贮藏过程中，两种灭菌方式的甜玉米穗，其明亮度L、色度b、总糖、还原型抗坏血酸都呈明显下降趋势，还原糖则略微上升。玉米的主要色素叶黄素、还原型抗坏血酸对氧气和光照敏感，采用对氧气阻隔性更好的软包装材料，并在贮藏过程中注意避光将有助于延长甜玉米的货架期。

3.3 正交实验表明，甜玉米穗烫漂液及调味液中加入EDTA-2Na能有效地络合金属离子，防止玉米中的叶黄素受到破坏，对保持甜玉米的色度b有显著作用，但对保持玉米的明亮度L无显著作用。六聚磷酸钠、柠檬酸在本实验设置的水平下对保护甜玉米的色度b和明亮度L作用均不显著。通过正交实验优选的甜玉米穗护色配方为：0.04% EDTA-2Na、0.20%柠檬酸、0.1%六聚磷酸钠。

利用微波对甜玉米穗软罐头进行灭菌处理时，对玉米穗大小的均匀性要求较高，重量和体积差异过大会导致微波加热过程中玉米穗升温速度不一致，影响灭菌效果，如何克服该缺陷尚须进一步的研究。

#### 参考文献：

- [1] 范三红,任石涛.甜玉米穗软罐头制作方法探讨[J].山西农业大学学报,1998,18(1):58~60.
- [2] 冯凤琴,王世恒,徐仁政.热处理条件对真空包装甜玉米品质和储藏期影响的研究[J].农业工程学报,1999,15(4):216~220.
- [3] 崔彦宏,周海,李伯航.甜玉米籽粒的营养品质及影响因素[J].河北农业大学学报,1996,19(4):99~103.
- [4] 白宝璋.甜玉米籽粒氨基酸含量变化的研究[J].辽宁农业科学,1990(2):13~15.
- [5] 唐地元,陈材林,余燕三.无防腐剂塑料袋方便榨菜-微波杀菌保鲜工艺的研究[J].食品科学,1991(9):41~43.
- [6] 吴晖,高孔荣.微波灭菌在食品工业中的应用[J].广州食品工业科技,1996,12(2):24~26.
- [7] 陈璧州.板栗加工过程中的护色研究[J].北京农学院学报,1998,13(3):58~61.
- [8] 王威,王春利,闫炳宗.天然食用玉米黄色素的研究[J].食品与发酵工业,1994(2):36~40.
- [9] 梁超.玉米叶黄素的特性与夏季肉鸡着色欠佳的关系[J].广东饲料,1998(4):14~17.
- [10] 蒲英远,卢小良,谢渭彬.矮象草天然色素的研究[J].草业科学,2000,17(4):29~38.
- [11] 卢小良,蒲英远,陈荣珍,等.干燥和贮存对柱花草叶黄素和胡萝卜素的影响[J].草地学报,2001,9(1):40~41.