

# 微波加热对苹果罐头品质的影响

芮汉明, 钱庆银, 张立彦

(华南理工大学轻工与食品学院, 广东广州 510640)

**摘要:** 首先测定不同加热方式样品的升温曲线, 对比了传统加热和微波加热对苹果罐头品质的影响, 其次研究了不同微波功率、加热时间和果块重量对苹果罐头品质的影响。样品品质的评判指标为样品的硬度、Vc 保存率、色泽和感官评价。数据表明: 微波加热升温速度快, 样品的硬度、Vc 保存率和感官评价较传统加热的高。微波功率为 500 W 时, 样品的硬度和感官评价最好, 加热时间为 3 min 时样品的硬度、Vc 保存率和感官评定较高。果块重量在 16 g 到 28 g 时对于苹果罐头的品质的影响不明显, 当果块重量为 34 g 时有较大的影响, 会发生局部加热不均匀。在 500 W 功率下, 加热时间 3 min 的样品硬度为 2.3 kg/cm<sup>2</sup>, Vc 保存率达到 20.87% 并且感官评价最好。因此微波加热应用于苹果罐头加工中能明显提高果肉的硬度, 保持其较高的营养价值。

**关键词:** 苹果罐头; 升温曲线; 硬度; 微波加热

**文章篇号:** 1673-9078(2013)7-1645-1650

## Effect of Microwave Heating on the Quality of Canned Apple

RUI Han-ming, QIAN Qing-yin, ZHANG Li-yan

(College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** The heating curves of canned apple by different heating methods was determined and the effects of traditional heating and microwave heating on the quality of canned apple was compared and the effects of microwave power, heating time and sample weight on the quality of canned apple were studied. The result showed that the heating speed of microwave heating was faster than that of traditional heating Method. The hardness, Vc preservation rate and sensory quality of the samples by microwave heating were better than that by traditional heating. Microwave power of 500 W showed to be the best for treatment of the samples. When heating time was 3 min, the samples showed better hardness, Vc preservation rate and sensory quality than others. It had no obvious effect on the quality of canned apple when the weight of sample ranged from 16 g to 28 g. However, canned apple was greatly affected by further increasing the weight of sample to 34 g, due to a un-uniform heating treatment. Under the optimum heating conditions, the hardness and Vc preservation rate of samples were 2.3 kg/cm<sup>2</sup> and 20.87%, respectively and sensory evaluation of samples were the highest..

**Key words:** canned apple; heating curves; hardness; microwave heating;

我国是世界苹果生产第一大国, 品种资源极其丰富。目前, 我国苹果大部分是靠鲜食消费, 易受到季节性消费限制, 在旺季时果品由于贮藏量及仓储能力的限制, 会造成大量的资源浪费。因此及时的将鲜果加工成易于储存的深加工产品能好好的解决资源浪费的问题。水果罐头能保持新鲜水果的风味, 又可长时间的保存, 一直以来都受到消费者的青睐<sup>[1]</sup>。苹果罐头的生产工艺相对成熟<sup>[2]</sup>, 传统的加热杀菌方法由于加热杀菌温度高, 处理时间长, 使果肉长时间处在高温作用下, 罐头果肉软烂, 口感单一, 营养成分受到很大的破坏<sup>[3]</sup>。

微波加热是一种新型的加热方式, 具有加热时间

收稿日期: 2013-03-07

作者简介: 芮汉明(1953-), 男, 副教授, 主要研究方向为食品科学, 食品加工与保藏

通讯作者: 钱庆银

短、升温速度快、能耗少、食品营养成分和风味物质破坏损失少等优点<sup>[4-5]</sup>。微波加热时产生的温度场热效应和电磁场非热效应都能起到杀菌作用<sup>[6]</sup>, 能在短时间内达到杀菌要求。与传统的加热方法相比, 微波加热升温速度快, 极大的缩短物料在高温下的作用时间, 减少热加工过程中食品营养成分、风味物质的损失, 提高产品的营养价值<sup>[7]</sup>。随着微波加热杀菌设备技术的成熟, 微波加热杀菌技术在食品工业中的应用较为广泛<sup>[8]</sup>。

本研究对传统加热和微波加热下样品的品质进行比较, 研究不同微波功率、加热时间和果块重量对于苹果罐头品质的影响, 以期将微波加热技术应用于苹果罐头加工生产。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料与仪器设备

市售新鲜苹果(嘎啦, 无机械性损害、无霉变、无虫害), 白糖(食用级), 购于好当家超市; 氯化钙(分析纯); 柠檬酸(分析纯); 玻璃罐, 市场常见罐型; 抗坏血酸(分析纯); 真空干燥箱 VC2, 瑞士 Salvis LAB 公司; 全自动便携式色差计 CR-400, 日本柯尼卡美能达公司; 微波工作站(配有 FISO Microwave Workstation Commander 软件), 加拿大 FISO 公司; 热电藕 center 309, 台湾群特公司; 紫外分光光度计, 上海现科分光仪器有限公司; 手持式糖度计, 泰光折光仪器有限公司; 电子天平, 常熟双杰测试仪器厂; GY-3 水果硬度计, 北京中西远大科技有限公司。

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 样品的制备

选择新鲜无机械损伤外观良好的嘎啦, 机械去皮去芯后放入 1%氯化钙和 0.5%柠檬酸混合溶液中进行保脆护色 5 min, 浸入 16%糖水中在真空干燥箱内抽气直至糖水完全渗入果块中。

### 1.2.2 升温曲线的测定

将样品置于微波工作站的加热腔内转盘中央, 并将光纤温度探头插入在样品中所定位置, 在微波加热过程中每隔 1.2 s 测定一次温度数据。传统加热过程

中, 用热电偶对样品温度进行测量, 每隔 30 s 记录一次温度数据, 精确度为 $\pm 0.5$  °C。

### 1.2.3 评判指标的测定

色差计测定样品的 L 值 a 值和 b 值、GY-3 水果硬度计测定硬度、根据 GB/T5009.159-2003 进行测定 Vc 的含量<sup>[9]</sup>。

### 1.2.4 微波功率的变化

在加热时间为 3 min 和果块重量为 16 g 时, 微波功率为 300 W、500 W、650 W、1000 W。

### 1.2.5 加热时间的变化

在微波功率为 500 W 和果块重量为 16 g 时, 加热时间为 1 min、2 min、3 min、4 min。

### 1.2.6 果块重量的变化

在微波功率为 500 W, 加热时间为 3 min 时, 果块大小为: 16 g、22 g、28 g、34 g。

### 1.2.7 样品的感官评定

根据苹果罐头轻工业标准 QB/T3612-1999 及相关文献进行评定<sup>[10]</sup>。在实验前, 对品评员进行针对性的培训。测试的每个样品呈送顺序和品评顺序随机, 感官评分数据为去掉最高和最低评分后其余数值的算术平均值。

表 1. 苹果罐头感官评价评分表

Table 1 Sensory evaluation standard for apple canned

指标	0~5 分	6~10 分	11~15 分	16~20 分
硬度	很软	较软	较硬	很硬
色泽	暗灰色、有明显褐变	有轻微褐变, 色泽不均匀	淡黄色或淡青色, 色泽较均匀	淡黄色、黄白色, 色泽较一致。
汤汁	糖水较浑浊, 有较多引起浑浊的果肉碎屑	糖水浑浊, 含有少量起浑浊的果肉碎屑	糖水较透明, 含有少量果肉碎屑	糖水透明, 有微量不引起浑浊的碎屑
滋味气味	香味较淡, 汁液较甜或不甜	香味清新, 汁液甜味较重或轻	香味较浓, 汁液酸甜可口	香味浓郁, 汁液酸甜可口
组织形态	组织形态不完整, 坏果率超过 20%	组织形态较完整, 坏果率超过 15%	组织形态完整, 坏果率在 10% 一下	组织形态完整, 没有坏果

## 2 结果与讨论

### 2.1 传统加热和微波加热苹果的升温及品质对比

从图 1 可知微波加热和传统加热果肉温度的变化, 微波加热果肉温度升的快, 能在 100 s 内温度升到 95 °C 以上, 而传统加热果肉的温度变化很慢, 9 min 后才过 85 °C, 样品长时间在高温作用下组织会软化, Vc 等营养物质会被破坏。在因此微波能有效的缩短加热的的时间, 提高热能的利用率, 防止果肉长时间在高温状态下的软化和营养物质的破坏。

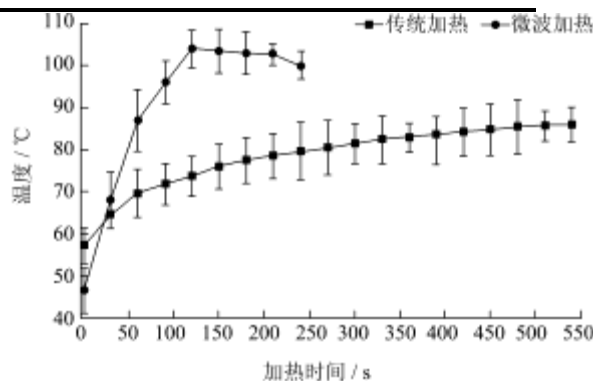


图 1 传统加热和微波加热的升温曲线

Fig.1 Heating curves of apples by traditional and microwave heating methods

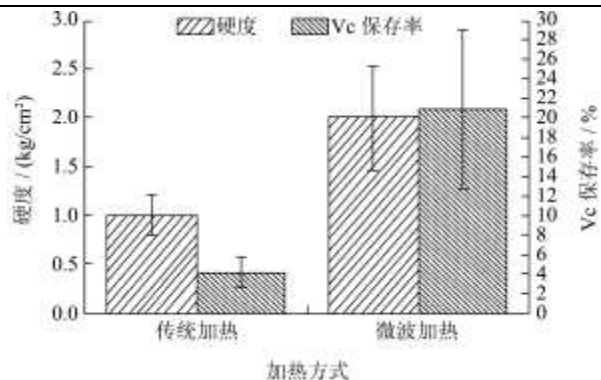


图2 传统加热和微波加热样品硬度、Vc 保存率的对比

Fig.2 Hardness and Vc preservation rate of the samples treated by traditional heating and microwave heating

由图2可知微波加热的样品硬度明显大于传统加热所得的样品。从Vc的保存率来看，传统加热的样品Vc基本都已经被破坏，微波加热得到的样品Vc的保存率较传统加热有明显的提高。

表2 传统加热和微波加热样品的色泽

Table 2 The color of samples with traditional heating and microwave heating

加热方法	传统	微波
L 值	46.63±2.95	43.21±1.27
a 值	0.68±0.03	-1.95±0.12
b 值	10.01±1.05	3.23±0.16

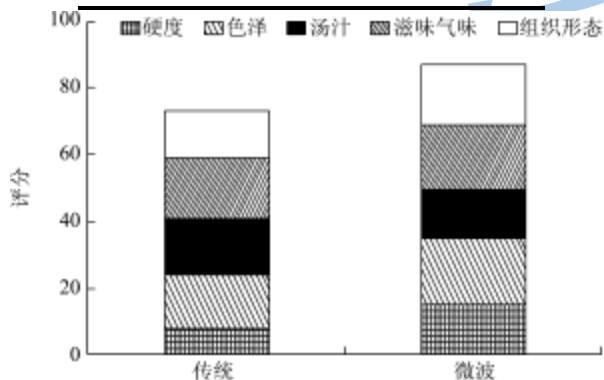


图3 传统加热和微波加热样品感官评定

Fig.3 Sensory evaluation of samples with traditional heating and microwave heating

传统加热和微波加热对于果肉的亮度没有明显的影响，从a值看传统加热的果肉为正即偏红，而微波加热的a值为负有点偏绿。从b值看传统加热的黄度比微波加热的更高<sup>[1]</sup>。

微波加热综合评分明显高于传统加热的总体评分。微波加热的硬度，色泽较传统加热的好。传统加热的汤汁的可口度较好。微波加热能在一定程度上提高苹果罐头的感官品质。

## 2.2 微波功率对于苹果罐头品质的影响

由图4可知，苹果的温度随着微波功率的加大，

苹果的升温越迅速。功率为300W时苹果的温度缓慢的升高，在3min后达到95℃以上，500W在100s左右苹果的温度就达到了近100℃。650W和1000W时苹果的升温最迅速，在80s就达到近100℃。

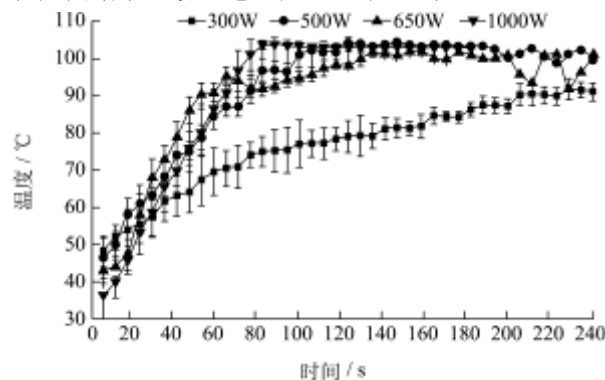


图4 不同功率微波加热的升温曲线

Fig.4 Heating curve of the samples with different microwave power

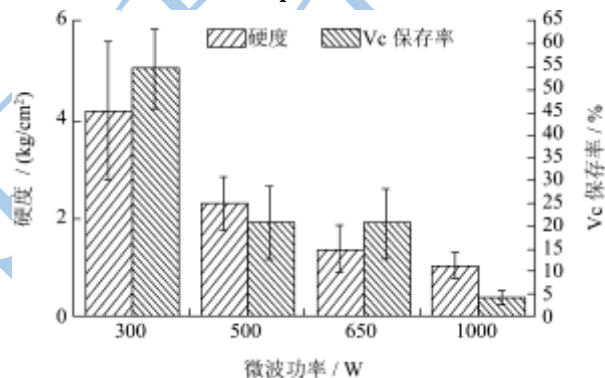


图5. 不同功率微波加热的硬度、Vc 保存率的变化

Fig.5 Hardness and Vc preservation rate of the samples with different microwave power

由图5可知苹果的硬度和Vc的保存率都随着微波功率的增大而减小，可能是因为加热时间为3min，对于功率300W而言，果肉温度刚到95℃以上，果肉还未开始软化，Vc的保存率也较高。当功率为500W时由于果肉的温度在近100℃下保持了近80s，使得果肉的硬度有所下降，Vc大部分已经被破坏，Vc的保存率有一个明显的下降。功率为650W时，由于处在高温下时间的延长，果肉的硬度和Vc保存率都有一定的下降。功率为1000W时，果肉在60s左右就升到100℃，使得果肉在高温状态下的时间大大的延长。果肉的硬度降低到1kg/cm²一下，果肉已经软烂。

由表3可知低功率时样品的亮度很高，当功率为500W时达到了最低点，但随着功率的增加又有一些上升。可能是因为果肉原有的一些结构在500W时被破坏，从而影响了亮度，但由于功率的增加，在相同的时间内果肉所受的热量更多，一些物质变白，从而

提高亮度。果肉有点偏绿色，但功率对其的影响不大。微波对于 b 值的影响也是先下降后略有上升。

表 3 不同功率微波加热样品的色泽

Table 3 The color of samples with different microwave power

功率/W	300	500	650	1000
L 值	51.95±2.21	39.55±1.86	41.97±2.04	42.38±1.28
a 值	-3.08±0.05	-2.36±0.09	-3.34±0.18	-3.25±0.07
b 值	6.23±1.16	3.51±0.29	6.09±0.41	7.86±0.50

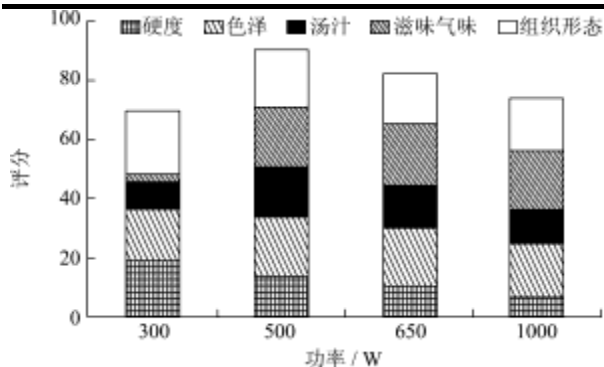


图 6 不同功率微波加热样品的感官评定

Fig.6 Sensory evaluation of the samples with different microwave power

感官评定小组对不同微波功率加热的苹果的评分结果如图 3 所示。每一个评判的指标为 20 分，总分为 100 分。由图中可知，综合考虑所有的因素，功率为 500 W 时样品的综合评分最高。从各个指标的评分变化趋势如图 6 所示，果肉的硬度有明显的下降，色泽除 300 W 的可能是由于高温状态下时间不够长，发生了败坏外，功率对于色泽的影响不大。滋味气味也是 300 W 的有酸败味，而其他的都有苹果特有的香味和口感。由于微波功率的加大使得果肉碎屑的增多，组织形态的评分有下降的趋势。

### 2.3 微波加热时间对于苹果罐头品质的影响

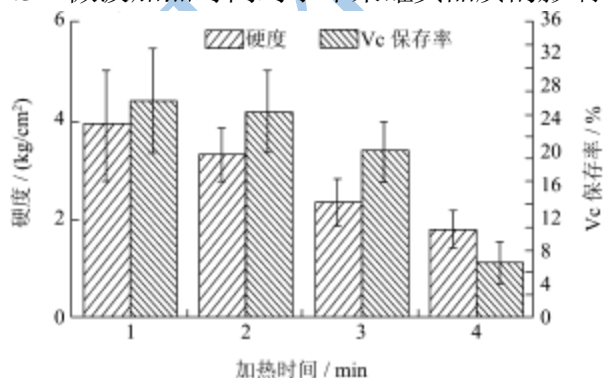


图 7 不同加热时间对于样品的硬度、Vc 保存率的影响

Fig.7 Hardness and Vc preservation rate of the samples with different heating time

由图 7 可知，微波功率为 500 W 时，微波加热 1 min 时温度未到 90 °C，果肉的硬度值较大，Vc 的破

坏也较少，加热 100 s 后果肉的温度达到 95 °C 以上，到 2 min 时果肉处在高温下 20 s，果肉硬度和 Vc 都受到一定程度的破坏有所下降。随着时间的延长，硬度下降幅度不大，但是在 3 min 到 4 min 中 Vc 迅速被破坏，使得 Vc 保存率有一个很大的下降。可能是因为 Vc 长时间在高温下，被氧化速度加快。

表 4 不同加热时间样品的色泽

Table 4 The color of samples with different heating time

时间/min	1	2	3	4
L 值	42.27±2.17	43.27±1.32	41.97±2.18	43.25±0.56
a 值	-3.63±0.15	-3.38±0.03	-3.34±0.06	-3.53±0.06
b 值	9.23±0.42	8.04±0.21	6.09±1.17	6.08±0.39

由表 4 可知，随着加热时间的延长，样品的亮度 L 值没有明显的改变。样品有点偏绿色，但是时间对于其的影响不大，样品的偏黄，随着加热时间的延长，样品的黄度越来越小。

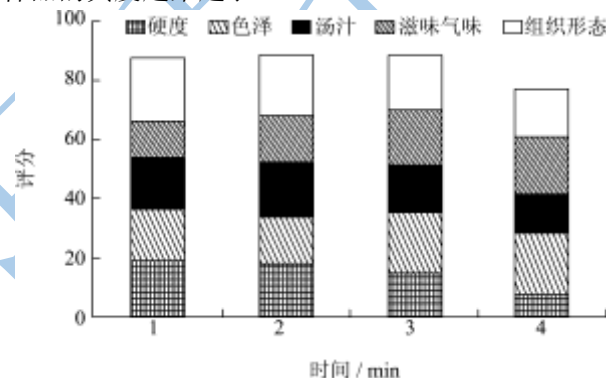


图 8 不同加热时间样品的感官评定

Fig.8 Sensory evaluation of samples with different heating time

由图 8 感官评定总分表可知微波加热时间对于样品综合评价影响不是很明显，相对而言 2 min 和 3 min 的样品感官品质较好。硬度呈下降趋势，与测定值相符。气味随着加热时间的延长，苹果特有的香味越浓，加热 1 min 左右苹果里的香味还未有散发出。色泽和组织形态均没有太大的影响。

### 2.4 果块质量大小对于苹果罐头品质的影响

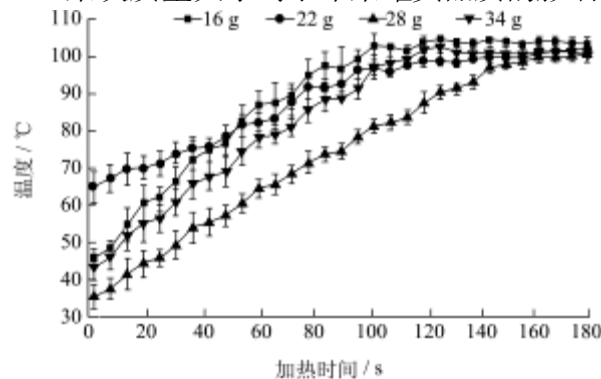


图 9 不同果块重量样品的升温曲线

Fig.9 Heating curves of samples with different weight

由图 9 可知各样品的升温曲线没有很明显的区别, 果块大小为 16 g 时果肉的升温较快, 28 g 样品的升温较慢, 所有样品在 180 s 后都达到近 100 °C, 没有明显的升温区别。

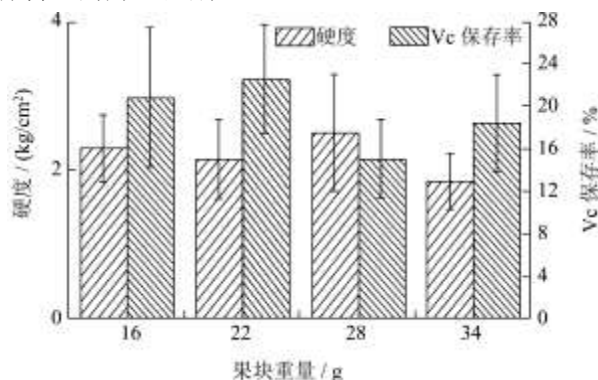


图 10 不同果块重量对于样品的硬度、Vc 保存率的影响  
Fig.10 Hardness and Vc preservation rate of samples with different weight

从图 10 可知果块的质量大小对于果肉的硬度的影响不大, 果肉的硬度都在 2 kg/cm<sup>2</sup> 左右。相对来说果块质量在 28 g 时果肉的硬度较大。果块质量增大到 34 g 时硬度有所下降, 可能是因为果块质量大使得加热后的热量很难传递出来, 使果肉在高温环境下的时间更长而引起的。对于 Vc 保存率的影响没有明显的规律, 综合考虑果块质量为 16 g 时果块的质量和 Vc 的保存率都在一个较好的范围内。

表 5 不同果块重量样品色泽

Table 5 The color of samples with different weight

果块质量/g	16	22	28	34
L 值	41.26±1.36	43.16±1.52	39.45±2.77	32.38±3.64
a 值	-3.35±0.09	-3.43±0.12	-3.12±0.08	-3.84±0.11
b 值	5.98±0.77	8.28±0.92	6.63±1.25	10.46±1.77

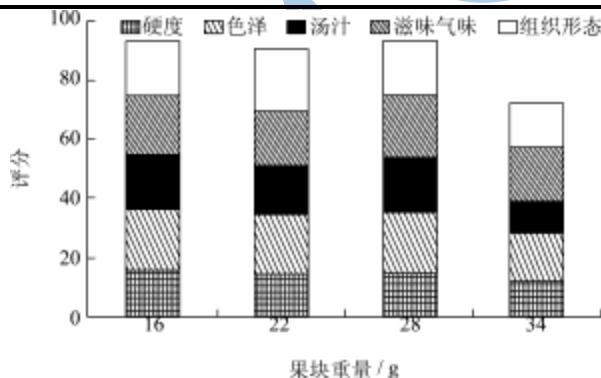


图 11 不同果块重量样品的感官评定

Fig.11 Sensory evaluation of samples with different weight

由表 5 可知前三个质量对于果肉的 L 值、a 值、b 值都没有特别明显的影响, 但是当质量为 34 g 时果肉的亮度 L 值有一个明显的下降, 样品变暗, b 值有一个上升样品变黄, 可能是由于果块太大加热不均匀而

引起的局部褐变<sup>[12-13]</sup>。

从图 11 可知, 前 16 g、22 g、28 g 综合评价没有很大的区别, 但质量为 34 g 的总分偏低。由各个指标的变化图可看出, 34 g 的硬度、色泽、汤汁以及组织形态都相对与果肉质量小的有一定的下降。可能是由于果块太大果肉的加热不均匀, 局部温度过高而使得果肉软烂, 色差较大。

### 3 结论

实验结果表明: 微波加热能迅速提高样品的温度, 升高到相同温度, 微波加热所用时间是传统加热的 1/5, 缩短了样品暴露在高温中的时间。微波加热较传统加热能够较好的提高样品的硬度、Vc 的保存率和综合的感官评定。微波功率越大, 加热速度越快, 但是当功率大于 500 W 时样品的硬度和 Vc 保存率有一定的下降。随着加热时间的延长样品的硬度和 Vc 保存率有一定的下降, 但时间不足 3 min 时, 样品容易变质, 影响口感。综合考虑微波功率 500 W 加热时间为 3 min 时, 样品的硬度、Vc 保存率和感官评定都在一个较高的水平范围。果块大小在 16 g 到 28 g 之间对于苹果罐头的的影响不大, 但果块质量较大时, 会出现局部加热不均匀从而导致样品的品质下降。因此微波加热应用于苹果罐头加工中能明显提高果肉的硬度, 保持其较高的营养价值。

### 参考文献

- [1] 李明利. 构建水果罐头优势品牌[J]. 农产品加工, 2011, 7: 42-43
- [2] 刘铁玲. 苹果罐头加工工艺探讨[J]. 食品科学, 2001, 22(12): 37-39
- [3] 赵晋府. 食品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006
- [4] 余凯, 胡卓炎, 黄智洵, 等. 微波杀菌研究进展及其在食品工业中的应用现状[J]. 食品工业科技, 2005, 7(26): 185-189
- [5] L A Campanone, N E Zaritzky. Mathematical analysis of microwave heating process [J]. Journal of Food Engineering,

- 2005, 69: 359-368
- [6] 王绍林.微波加热技术的应用干燥和杀菌[M].北京:机械工业出版社,2003  
Wang Shao-lin. Applaction of Microwave Heating Technology drying and sterilization [M]. Bei Jing: China Machine Press, 2003
- [7] Finot P A. Effect of microwave treatments on the nutritional quality of foods, *Cahiers de Nutrition et de Die A te A tique*, 31, 4: 239-246
- [8] Lau M H, Tang J. Pasteurization of pickled asparagus using 915 MHz microwaves [J]. *Journal of Food Engineering*, 2002, 51: 283-290
- [9] GB/T5009.159-2003 食品中还原性抗坏血酸的测定[S].北京:中国标准出版社,2003
- [10] 白沙沙,毕金峰,方芳,等.苹果品质评价技术研究现状及展望[J]. *食品科学*,2011,3(32):286-290  
Bai Sha-sha, Bi Jing-feng, Fang Fang, et al. Current Research Progress and Prospects of Technologies for Apple Quality Evaluation [J]. *Food Science*, 2011, 3(32): 286-290
- [11] 韩冬梅,舒肇,肖维强,等.微波杀菌对糖水罐头荔枝感官品质的影响[J]. *广东农业科学*,2006,2:59-61  
Hang Dong-mei, Shu Zhao, Xiao Wei Qiang, et al. Effects of microwave sterilizing on sense quality of canned Litchi pulp during storage [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2006, 2: 59-61
- [12] 李清明,谭兴河,何煜波,等.微波杀菌技术在食品工业中的应用[J]. *食品研究与开发*,2004,25(1):11-13  
Li Qing-ming, Tang Xin-he, He Yu-bo. Application of microwave pasteurization and sterilization in food industry [J]. *Food Research and Development*, 2004, 25(1): 11-13
- [13] Helmar Schubert, Regier m(德)著,徐树来,郑先哲译.食品微波加工技术[M].北京:中国轻工业出版社 2008  
Helmar Schubert, Regier m (GER), Xu Shu-lai, Zhe Xian-zhe translate, *The Microwave Processing of Foods* [M]. Bei Jing: China Light Industry Press, 2008