

# 微波对苹果脆片干燥特性的影响

郑素霞<sup>1,2</sup>, 李远志<sup>1</sup>, 罗树灿<sup>1</sup>, 黄 菁<sup>1</sup>

(1 华南农业大学 食品学院, 广东 广州 510642; 2 仲恺农业技术学院 食品系, 广东 广州 510225)

**摘要:**研究了微波以及真空微波干燥条件下苹果脆片的干燥特性。干燥过程分为恒速和降速过程。微波功率越强则失水速率越大,其恒速期相对较短,整个干燥过程失水基本在降速期进行。真空微波处理可以得到膨化、孔洞细小致密的苹果脆片。在苹果片初始水的质量分数为7.67%时有最大的膨化效果。

**关键词:**微波; 真空微波; 干燥特性; 苹果脆片

**中图分类号:**TS255; Q684

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-411X(2004)03-0109-03

## Effect of microwave on the dehydration feature of apple crispy chips

ZHENG Su-xia<sup>1,2</sup>, LI Yuan-zhi<sup>1</sup>, LUO Shu-can<sup>1</sup>, HUANG Wei<sup>1</sup>

(1 College of Food, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 Department of Food Science, Zhongkai Agrotechnical College, Guangzhou 510225, China)

**Abstract:** The dehydration features of apple crispy chips under microwave and vacuum in combination with microwave were studied. The drying progress could be divided into constant speed phase and decreasing speed phase. The stronger the microwave power the more rapid the loss of water from the apple chips would be, and shorter the constant speed phase would become. During the whole drying progress, the loss of water mostly occurred in the decreasing speed phase. By vacuum microwave treatment, well expanded apple crispy chips with densely distributed micro-pores could be achieved. Regulating the apple chips to have a water content of 7.67% before processing by microwave drying could result in the optimal expanding effect.

**Key words:** microwave; vacuum microwave; dehydration feature; apple crispy chip

果蔬脆片是当今风行于世的高品位食品。我国大陆果蔬资源十分丰富,发展果蔬脆片生产有极大优势<sup>[1]</sup>,但是传统的果蔬脆片是将水果、蔬菜经过油炸后生产的食品,油炸方法不仅要耗费大量食油,而且使果蔬脆片油的质量分数高达20%以上,给长期食用的人们健康带来问题。另外,油炸处理使产品的长期保存变得困难<sup>[2]</sup>。微波干燥主要是利用了微波的加热和穿透特性。微波可以把能量直接传给食品表面和内部,使食品内部的水分能够在极短的时间内达到沸点,并猛烈汽化,不仅能大大加快干燥的速度,而且对有些食品还能达到特有的膨化效果<sup>[3]</sup>。真空微波可以改变食品原料的质地,可以膨胀产品的结构,产生的结构和质地是其他设备所不能获得的,在某种情况下产生类似煎炸产品的质地<sup>[4]</sup>。因此,用微波和真空微波对果蔬进行脱水膨化处理来

加工果蔬脆片是合理的选择。本试验的目的是通过对微波加工苹果脆片的工艺特性的深入研究,为微波加工脆片工业化生产提供理论依据,且具有较大的现实意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验用苹果购于华南农业大学农贸市场,挑选新鲜、饱满、无病虫害或机械损伤的苹果作为试验材料。

### 1.2 主要仪器与设备

MG-5530S型微波炉(乐金电子电器有限公司); MC450型多功能切削机(法国Moulinex公司); 101系列电热鼓风恒温干燥箱(上海沪南科学仪器联营厂); TC-P II G型全自动测色色差计(北京光学仪器

收稿日期:2003-07-01

作者简介:郑素霞(1968-),女,讲师,硕士。

基金项目:广东省农业攻关资助项目(2002C20408);广州市科技攻关重点项目(2003Z1-E0072)

厂);ZXZ-4型旋片式真空泵(浙江黄岩医疗器械厂);OLYMPAS显微镜照相设备.

### 1.3 真空微波试验装置

真空微波试验装置见图1. 真空泵抽气速率:4 L/s;真空容器体积:500 mL.

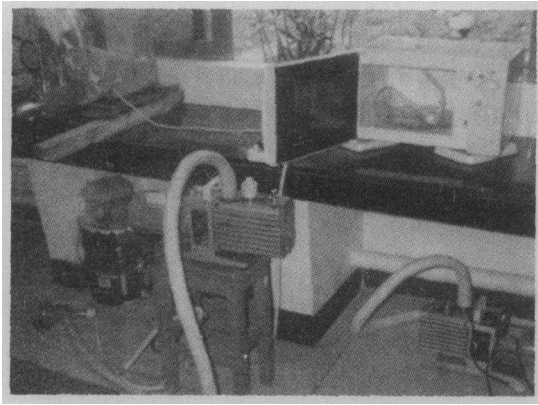


图1 真空微波试验装置

Fig. 1 Experiment equipment for microwave drying under vacuum

### 1.4 试验指标的测定方法

1.4.1 水分测定 水的质量分数 = [(干燥前物料质量 - 恒质量时的物料质量) / 干燥前物料质量] × 100%.

1.4.2 脆片色泽测定<sup>[5]</sup> 采用 TC-P II G 型全自动测色色差计.

1.4.3 脆片横切面组织结构观察 用刀片切下脆片横切面的一小片,在显微镜下观察脆片横切面的孔洞大小和孔洞数量,并拍照.

1.4.4 体积的测定<sup>[6]</sup> 采用小米排除法.

物料的体积 = 小米加物料的体积 - 小米的体积.

1.4.5 膨化率的计算<sup>[6]</sup> 膨化率 = 膨化后体积 / 膨化前体积.

1.4.6 微波干燥失水率的计算<sup>[7]</sup>

失水率 = [(干燥前物料质量 - 每次湿基称出质量) / (干燥前物料质量 - 物料恒干质量)] × 100%.

### 1.5 试验方法

1.5.1 预处理工艺流程 原料挑选 → 清洗 → 去皮(核) → 切片(厚度 5 mm) → 护色处理.

1.5.2 微波干燥曲线的绘制 将一定量处理好的苹果片置于微波炉内悬挂于电子天平的下拉挂钩的塑料筐中干燥,定时记录干燥过程中物料质量,直至物料焦糊.绘制失水曲线,探讨微波干燥过程中苹果片的失水规律,选择较佳的微波功率和微波处理时间.

1.5.3 真空微波加工脆片试验 称取一定质量物料放入微波炉内的容器中,开启真空泵,启动微波进行加热干燥,得到真空微波加工的脆片.

## 2 结果与分析

### 2.1 苹果脆片微波干燥特性的研究

图2是苹果片在不同微波功率条件下的失水率随干燥时间变化的曲线.

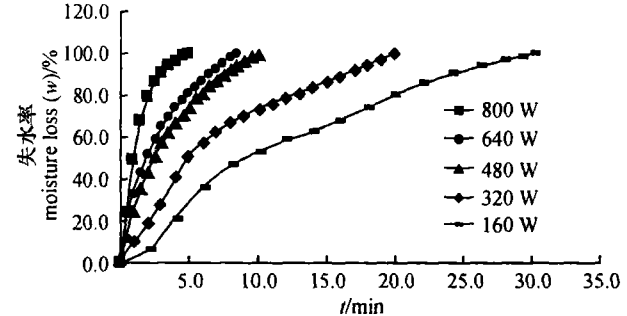


图2 不同微波功率下苹果片微波干燥的失水曲线

Fig. 2 Dehydration curve of microwave drying for apple crispy chip under different microwave power

从图2可见,微波功率越强则失水时间越短,微波功率是800 W时,整个失水过程只有5 min,而微波功率是160 W时要30 min;在干燥初期物料失水很快,这是由于初期物料含水较多,因而可较多的吸收微波能的缘故.相对于热风干燥,微波干燥的时间大大缩短,从热风干燥的几个小时降到几分钟和几十分钟.

图3是苹果片在不同微波功率条件下的失水速率随失水率变化的曲线.图3中显示:微波功率越强,失水速率越大,以800 W功率为突出,其最大失水速率是其他微波功率失水速率的4倍左右.微波干燥苹果片的失水过程分为恒速期和降速期,恒速期相对较短,整个干燥过程失水基本在降速期.由于苹果片是水的质量分数高、多汁而含淀粉相对少的物料,所以干燥前期失水剧烈,是造成苹果片软烂的主要原因,尤其在微波高功率情况下更加明显.

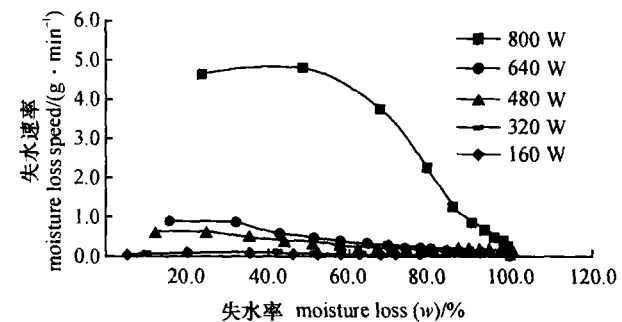


图3 苹果片在不同微波功率下微波干燥的干燥速率曲线

Fig. 3 The dehydration speed curve of apple crispy chip under different microwave power

### 2.2 真空微波膨化苹果片的试验

图4示真空微波条件下不同初始水的质量分数(6.50%、7.67%、9.70%、13.25%)的苹果片的膨化

率和色差值,试验条件为:热风干燥温度 70 ℃,真空度 0.08 MPa,微波功率700 W. 从图 4 中可知,不同初始水的质量分数的苹果片的膨化率不同,当初始水的质量分数在 7.67%时,达到最大的膨化率 3.4,在其他的初始水的质量分数条件下也有一定的膨化效果,膨化率分别是 2.1、1.5、2.3. 图 4 中还反映了不同水的质量分数的脆片的色泽差别不大. 图 5 显示了苹果脆片的横切面组织结构,膨化的苹果脆片孔洞细小致密均匀.

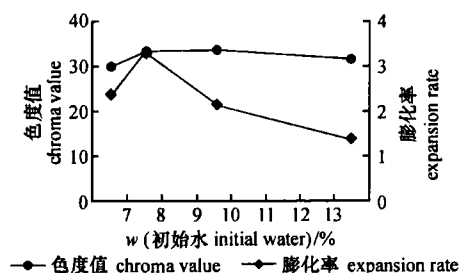


图 4 真空微波不同初始水的质量分数苹果脆片的膨化率和色差值

Fig. 4 The expansion rate and chroma value of apple crispy chip with different initial moisture content during dehydration under microwave and vacuum

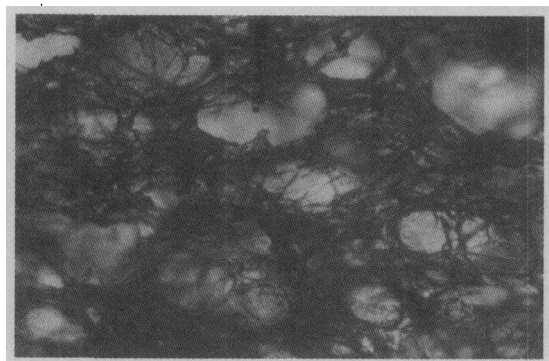


图 5 真空微波加工的苹果脆片(25×, d = 300 μm)

Fig. 5 The apple crispy chip dried by microwave with vacuum (25×, d = 300 μm)

### 3 讨论与结论

#### 3.1 苹果脆片微波干燥特性

传统的果蔬脆片是利用油炸使果蔬细胞间隙中的水分急剧汽化,使其组织间隙扩大,体积迅速膨胀,能够在短时间迅速脱水,得到酥脆质地的脆片,但是在生产过程中,产品虽经脱油,仍有 20% 的含油率,口感具油腻味,影响产品的风味和长期保存,也不利于长期食用的人们的身心健康. 而微波是内外同时加热,使物料内部形成较高的压力,因此可形成终产品多孔疏松的结构,可对果蔬进行脱水膨化处理,得到含油量低,营养成分保存多的非油炸果蔬脆片.

苹果是水的质量分数高的果蔬,维持其形状的

刚性效果较差. 当微波功率高时,其失水相对剧烈,致使苹果组织软烂,且当苹果水的质量分数高时,微波加热的受热不均现象明显,在未干时即出现部分焦糊现象,认为苹果微波干燥不适合在水的质量分数高时进行. 本试验采用了先用热风干燥除去苹果片部分水分,再用微波处理,得到具有一定膨化率的产品.

#### 3.2 果蔬脆片真空微波干燥特性

真空微波干燥是把微波干燥和真空干燥结合的综合干燥技术. 真空微波干燥中随着工作压强的降低,水分扩散速率加快,物料的沸点温度也降低,因而可使物料处在低温状态下进行脱水,较好地保护了物料中成分. 在加工过程中,终产品质量随温度、真空度及微波照射水平不同而不同. 由于微波加热时,热是在食品内部产生,使食品内部蒸气迅速转移向外,在产品内部和表面之间产生蒸气压力. 高的内部蒸气压力和由真空状态提供的低的空间压力使果蔬脆片产生膨胀和膨化的结构,口感酥脆,其质量优于普通微波加工的产品.

从物质结构来看,苹果片由纤维素、果胶等组成,其中含有大量水分( $w = 80\%$  以上)和糖分( $w = 8.62\% \sim 14.61\%$ ). 利用微波对物料加热所产生的巨大蒸气内压力,完全可以迅速驱出内部游离水、膨胀纤维组织结构,保持膨化特征,因此使用真空微波膨化,可以达到使具一定初始水的质量分数的苹果片膨化的目的. 水的质量分数 7.67% 的苹果片有最大的微波膨化率(3.4),真空微波可以获得有较好脆度的膨化苹果脆片.

#### 参考文献:

- [1] 阳 雨. 国内外果蔬脆片生产技术发展概况[J]. 食品与机械, 1995, (5): 4-6.
- [2] 孙丽娜. 微波膨化营养马铃薯片的研制[J]. 食品科学, 1996, 17(6): 71.
- [3] 李里特. 微波在食品加工中应用的原理和特点[J]. 食品工业科技, 1991, (6): 3-7.
- [4] TEIN M L, TIMOTHY D D. Christine regression approach to the combined microwave and air drying process[J]. Journal of Food Engineering, 1998, 43: 243-250.
- [5] SCAMAN H. Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices[J]. Food Research International, 1998, 31(2): 111-117.
- [6] 李共国, 孙 健. 微波膨化年糕脆片的研究[J]. 粮油食品科技, 2002, 10(2): 19-20.
- [7] 马惠玲, 弓 弼. 果蔬微波干制的研究[J]. 西北林学院学报, 1998, 13(2): 79-82.
- [8] 刘敦华, 徐桂花. 真空低温膨化苹果脆片的研制[J]. 宁夏农学院学报, 2000, 21(2): 85-87.

【责任编辑 李晓卉】