

# 香菇脆片真空油炸-热风联合干燥工艺研究

任爱清, 李伟荣, 陈国宝

(丽水市农业科学研究院, 浙江 丽水 323000)

**摘要:**传统真空油炸果蔬脆片含油率偏高,品质有待改善.对真空油炸香菇脆片加工的干燥工艺进行了研究,以热风风速、分阶段干燥的水分转换点、热风干燥阶段温度和真空油炸温度为影响因素,进行了正交优化试验.以含油率结合产品感官为评价指标,得出香菇脆片真空油炸-热风联合干燥最佳工艺条件为:风速1.0 m/s、水分转换点35%、热风温度65℃、真空油炸温度90℃.该工艺加工的香菇比传统真空油炸香菇脆片含油率降低1.78%,产品感官品质也有所提高.

**关键词:**香菇脆片;联合干燥;真空油炸

中图分类号:TS254 文献标志码:A DOI:10.3969/j.issn.2095-476X.2013.04.011

## Study on the vacuum-fried and hot air combined drying of mushroom chip

REN Ai-qing, LI Wei-rong, CHEN Guo-bao

(Lishui Academy of Agricultural Sciences, Lishui 323000, China)

**Abstract:** The traditional vacuum fried fruit and vegetable chips have high oil content and the quality needs to be improved. The process of vacuum fried mushroom chips was studied. Hot air speed, moisture conversion point, hot air drying temperature and vacuum frying temperature were used as factors, orthogonal experiment was made. With oil content and sensory index as indicator, the optimum parameters of the vacuum-fried and hot air combined drying of mushroom chip were obtained as follows: hot air speed 1.0 m/s, moisture conversion point 35%, hot air drying temperature 65℃, vacuum frying temperature 90℃. The oil content of combined drying mushroom chips was 1.78% less than traditional vacuum fried, and the product sensory quality had been improved.

**Key words:** mushrooms chip; combined drying; vacuum-fried

## 0 引言

香菇原产于中国,是世界第二大菇,由于它营养丰富、香气沁脾、滋味鲜美,素有“菇中之王”,“蔬

菜之魁”的美称.目前香菇加工仍然以脱水香菇、盐渍香菇等初加工为主<sup>[1]</sup>.近年来随着人民生活水平的提高以及工作节奏的加快,加大香菇即食方便食品的开发力度、推出更多的即食方便食品,以满足

收稿日期:2013-03-22

基金项目:浙江省重大科技专项(2010C12012-1)

作者简介:任爱清(1984—),男,湖北省赤壁市人,丽水市农业科学研究院助理研究员,主要研究方向为农产品加工与贮藏工程.

通信作者:李伟荣(1977—),女,浙江省缙云市人,丽水市农业科学研究院高级工程师,主要研究方向为农产品加工与保鲜.

不同层次消费者的需求,是市场的迫切需求。

真空油炸生产果蔬脆片是一项1970年代初兴起的果蔬加工技术<sup>[2-3]</sup>。关于果蔬脆片加工的研究较多,有真空油炸蜜桃、土豆、毛豆、苹果、甘薯等产品的研究报告<sup>[4-5]</sup>,其中有部分研究成果利用速冻、分阶段联合干燥降低产品的含油率<sup>[6]</sup>。但是,关于香菇真空油炸方面的研究还鲜见报道。本文拟借鉴分阶段联合干燥原理,将果蔬脆片干燥工艺中的单一真空油炸脱水改为真空油炸-热风联合脱水,以期降低香菇脆片产品含油率,提高产品品质。

## 1 实验

### 1.1 材料与设备

香菇,购买于浙江省丽水市府前菜场;棕榈油,益海嘉里海皇牌棕榈油(24度棕榈油);真空油炸设备(VF21型),烟台海瑞食品设备有限公司产。

### 1.2 工艺流程

新鲜香菇→预处理→真空油炸→热风干燥→包装→成品

预处理过程:

新鲜香菇→挑选、去脚→切片(7 mm)→清洗→漂烫(漂烫液为0.1%氯化钙+30%质量分数的填充剂(麦芽糖:糊精=1:2),漂烫温度95℃,漂烫时间6 min)→冷却。

### 1.3 实验方法

**1.3.1 单因素试验** 选择水分转换点30%、热风温度60℃、真空油炸温度85℃,风速分别为:0.5 m/s,1.0 m/s,1.5 m/s;选择风速1.0 m/s、热风温度60℃、真空油炸温度85℃,水分转换点分别为:20%,30%,40%;选择风速1.0 m/s、水分转换点30%、真空油炸温度85℃,热风温度分别为:50℃,60℃,70℃;选择风速1.0 m/s、水分转换点30%、热风温度60℃,真空油炸温度分别为:75℃,85℃,95℃。

**1.3.2 正交试验** 采用 $L_9(3^4)$ 正交表进行试验,以含油率为考查指标,因素水平见表1。

表1 正交试验因素水平表

水平	A(热风风速)/( $m \cdot s^{-1}$ )	B(水分转换点)/%	C(热风温度)/℃	D(油炸温度)/℃
1	0.5	25	55	80
2	1.0	30	60	85
3	1.5	35	65	90

**1.3.3 实验指标测定** 含水率测定:按照GB 5009.3进行测定。真空油炸后,香菇脆片用研钵磨

碎。称取3 g左右研碎的香菇脆片,在烘箱中, $102 \pm 3$ ℃的条件下烘至恒重。重复3次试验取平均值。

脂肪含量测定:按照GB 5009.6进行测定。香菇脆片用研钵磨碎,利用酸水解法测定香菇脆片中的脂肪含量。重复3次试验取平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素实验分析

风速和热风温度单因素试验结果分析主要以产品感官品质为指标,虽然后期的热风干燥减少了产品的油炸时间,降低了含油率、含水率,但感官品质可能有所下降。风速和热风温度对产品感官品质的影响分别见表2和表3。从表中可以看出,风速1.0 m/s、热风温度60℃产品感官品质较好。因为后期干燥速度过快、过慢都会对产品的形状产生影响,需要选择合适的风速和温度;温度超过60℃可能产生褐变现象。

表2 风速单因素分析表

风速/( $m \cdot s^{-1}$ )	色泽	香气	外形	酥脆度
0.5	切面褐变	有香菇脆片特有香气	少许变形	不够酥脆
1.0	切面少许褐变	有香菇脆片特有香气	形状保持较好	口感酥脆
1.5	切面褐变	有香菇脆片特有香气	少许变形	口感酥脆

表3 热风单因素分析表

热风温度/℃	色泽	香气	外形	酥脆度
50	切面基本无褐变	有香菇脆片特有香气	变形严重	口感基本酥脆
60	切面少许褐变	有香菇脆片特有香气	形状保持较好	口感酥脆
70	切面褐变较严重	有香菇脆片特有香气	少许变形	口感酥脆

水分转换点和真空油炸温度单因素试验结果分析主要以产品含油率为指标,因为采用分阶段干燥目的就是降低含油率,保持产品的感官品质。图1和图2分别给出水分转换点和真空油炸温度对产品含油率的影响。从图1可以看出,含油率随着水分转换点的降低而升高,因为水分转换点越低物料油炸的时间越长,所以含油率越高;从图2看出,产品含油率随真空油炸温度降低而升高,因为油炸温度越低达到所需含水率的时间越长,含油率也就升高。但是结合感官品质分析,并非是水分转换点越高、油炸温度越高越好,因为水分转换点越高产品酥脆度等感官品质越差,而过高的油炸温度会导致产品变形和褐变。

表4 正交试验结果分析表

处理	A/(m·s <sup>-1</sup> )	B/%	C/℃	D/℃	含油率/%
1	1	1	1	1	17.85
2	1	2	2	2	19.20
3	1	3	3	3	15.35
4	2	1	2	3	16.25
5	2	2	3	1	17.35
6	2	3	1	2	18.26
7	3	1	3	2	18.64
8	3	2	1	3	19.54
9	3	3	2	1	16.55
K <sub>1</sub>	17.467	17.580	18.550	17.250	
K <sub>2</sub>	17.287	18.697	17.333	18.700	
K <sub>3</sub>	18.243	16.720	17.113	17.047	
R	0.956	1.977	1.437	1.653	

表5 不同工艺制备的产品对比分析表

工艺	含油率/%	色泽	香气	外形	酥脆度
联合脱水	14.65	切面呈现新鲜香菇原色	有香菇特有香气	基本保持新鲜香菇后的形状	口感酥脆
真空油炸	16.43	切面呈现金黄色	有香菇特有香气	少许变形	口感酥脆

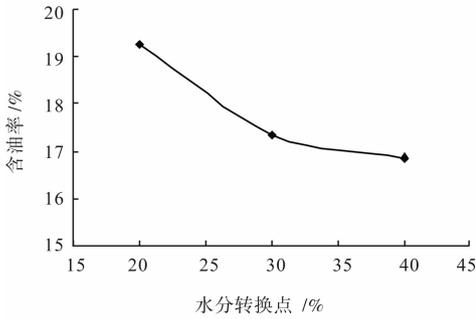


图1 水分转换点单因素试验

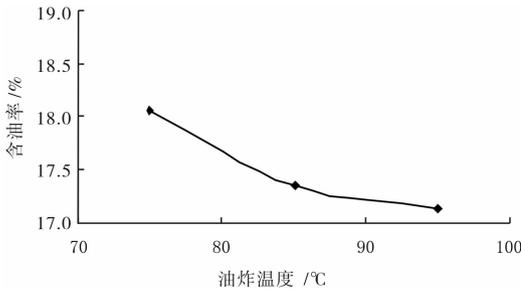


图2 真空油炸温度单因素试验

综合上述分析,选择风速 1.0 m/s、热风温度 60 ℃、水分转换点 30%、真空油炸温度 85 ℃进行正交试验。

### 2.2 正交优化分析

正交试验结果见表4。从表中可以看出,影响香菇脆片真空油炸-热风联合干燥工艺因素的主次顺序为 BDCA,即水分转换点 > 真空油炸温度 > 热风温度 > 热风风速。联合干燥最佳工艺条件为 A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>3</sub>D<sub>3</sub>,即风速1.0 m/s、水分转换点 35%、热风温度 65 ℃、真空油炸温度 90 ℃。

### 2.3 联合脱水与单一真空油炸产品比较

通过上述正交优化试验,获得了香菇脆片真空油炸-热风联合干燥最佳工艺参数,对该条件下生产出的香菇脆片进行了品质分析,并与单一真空油炸(85 ℃)产品进行了比较,结果见表5。从表5可以看出,联合脱水加工的香菇脆片较单一真空油炸产品含油率低 1.78%,色泽和外形也较好。

采用联合干燥降低香菇脆片含油率、提高产品品质的主要原因有2个:首先,该工艺缩短了真空油炸时间,降低了含油率,减少褐变;其次,预处理工序中采用了填充和硬化处理,能够减少组织塌陷,保持产品酥脆口感。

## 3 结论

本文对真空油炸香菇脆片加工过程中的干燥工艺进行了系统研究,得出香菇脆片真空油炸-热风联合干燥最佳工艺条件为:风速 1.0 m/s、水分转换点 35%、热风温度 65 ℃、真空油炸温度 90 ℃。该工艺加工的香菇比传统真空油炸香菇脆片含油率降低 1.78%,产品感官品质也有提高。

### 参考文献:

- [1] 苏扬,郭晓强,邹晓勇,等.即食香菇方便食品生产工艺研究[J].食品科学,2008,29(11):203.
- [2] 范友丙,张懿,周祥,等.富硒海芦笋的真空油炸工艺研究[J].食品科学,2009,30(12):82.
- [3] 李伟荣,任爱清,陈国宝.果蔬真空炸脱水技术研究及展望[J].保鲜与加工,2010,10(4):5.
- [4] 李伟荣,任爱清,陈国宝.响应面法优化真空油炸-热风联合干燥桃脆片工艺[J].食品科学,2011,32(4):117.
- [5] 范柳萍,张懿,邵爱芳.胡萝卜脆片真空油炸脱水工艺的优化[J].无锡轻工大学学报,2004,23(1):40.
- [6] 宋贤聚,张懿,范柳萍.真空微波-真空油炸-真空微波三阶段联合脱水工艺生产低含油率马铃薯脆片[J].食品科学,2009,30(8):297.