

即食杏鲍菇片真空低温脱水工艺

裴斐¹, 王敏¹, 刘凌岱¹, 安辛欣¹, 赵立艳¹, 辛志宏¹, 方勇²,
马宁², 闫晓明³, 程江华³, 胡秋辉^{1,*}

(1.南京农业大学食品科技学院, 江苏 南京 210095; 2.南京财经大学食品科学与工程学院, 江苏 南京 210046;
3.安徽省农业科学院农产品加工研究所, 安徽 合肥 230031)

摘要:为得到产品品质高、含油率低的即食杏鲍菇脆片生产工艺,选取杏鲍菇作为研究对象,研究杏鲍菇真空低温脱水前预处理以及真空油炸温度、时间和脱油时间对菇片含油率及产品品质的影响,并得出即食杏鲍菇片的最优真空低温脱水工艺。结果表明:当1.5mm厚的杏鲍菇片经80℃烫漂90s后,在料液比为1:15(g/mL)的15%麦芽糊精溶液中超声辅助浸渍15min、60℃热风预干燥20min处理后80~90℃真空油炸10min,并旋转脱油10min,其产品具有相对较低的含油率及较好的感官品质。该工艺可制得的产品感官良好、含油率低,可在实际生产中应用。

关键词:即食杏鲍菇片;真空低温脱水;含油率;感官品质;工艺条件

Optimization of Production Process for Ready-to-eat *Pleurotus eryngii* Chips by Vacuum Low-temperature Dehydration

PEI Fei¹, WANG Min¹, LIU Ling-dai¹, AN Xin-xin¹, ZHAO Li-yan¹, XIN Zhi-hong¹, FANG Yong²,
MA Ning², YAN Xiao-ming³, CHENG Jiang-hua³, HU Qiu-hui^{1,*}

(1. College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;
2. College of Food Science and Engineering, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210046, China;
3. Institute of Agro-food Science and Technology, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: In order to establish a production process of ready-to-eat *Pleurotus eryngii* chips with high sensory quality and low oil content by vacuum low-temperature dehydration, operation parameters in dipping with aqueous maltodextrin solution, predrying, vacuum low-temperature dehydration and vacuum rotary deoiling were optimized based on oil content and sensory evaluation. The results showed that the optimal production process of ready-to-eat *Pleurotus eryngii* chips consisted of 90 s blanching of 1.5 mm thick *Pleurotus eryngii* slices at 80 °C, ultrasonic-assisted dipping in 15-fold volume of 15% aqueous maltodextrin solution, predrying for 20 min under 60 °C hot air, vacuum deep-frying at 80—90 °C for 10 min and rotary deoiling for 10 min, and that the resultant product exhibited low oil content and excellent sensory quality. This process proved to be applicable for practical production.

Key words: ready-to-eat *Pleurotus eryngii* chips; vacuum low-temperature dehydration; oil content; sensory quality; technological condition

中图分类号: TS255.36

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)08-0167-05

杏鲍菇又名刺芹侧耳,是伞菌目侧耳科侧耳属菌类^[1],其肉质肥厚、质地脆嫩、味道鲜美,兼有杏仁的香味及鲍鱼的口感,是一种很受消费者欢迎的食用菌^[2]。杏鲍菇营养丰富,经常食用能够预防高血脂、高胆固醇,具有预防心血管疾病、增强机体免疫等功效。

真空低温脱水是在20世纪中叶发展起来的一项新的

食品加工技术^[3-6],该技术主要以食用油为介质,利用负压状态下食品中的水分沸点降低的原理,实现在低温状态下的脱水油炸。与传统常压油炸相比,真空低温脱水技术可以较好地保存食物原有的色泽和香味,使食物形成疏松多孔的结构和松脆的口感,并且真空低温脱水过程可以有效降低油脂劣变程度^[7]。真空低温脱水技

收稿日期: 2011-03-28

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-24)

作者简介: 裴斐(1987—),男,硕士研究生,研究方向为农产品加工工程。E-mail: ppflying1987@gmail.com

*通信作者: 胡秋辉(1964—),男,教授,博士,研究方向为食品科学与工程。E-mail: qiuhiu@njau.edu.cn

术在国内外食品加工中有着较为广泛的应用,对各种谷物及果蔬脆片均有大量的报道^[8-15]。目前有关杏鲍菇的深加工产品研究报道较少。采用真空低温脱水技术对杏鲍菇片进行加工,可以保持原有的色泽和风味,提高产品的附加值,因此在实际生产中具有较为广阔的应用前景。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

杏鲍菇 合肥市购。

麦芽糊精(食品级);无水乙醇、无水乙醚(均为AR级)。

1.2 仪器与设备

VF2I型真空低温油炸机(工作真空度维持在0.085MPa左右,脱油转速恒定在300r/min) 烟台海瑞食品设备有限公司;TP-220D电子天平 湘仪天平仪器有限公司;SZT-06A脂肪测定仪 苏州市天威仪器有限公司;KQ-50B型超声波清洗器 昆山市超声仪器有限公司;101-2型干燥箱 上海市实验仪器厂;HH-S恒温油浴锅 江苏金坛环宇科学仪器厂。

1.3 方法

1.3.1 即食杏鲍菇片生产工艺流程

拣选清洗→切片(1.5mm)→烫漂(80℃、90s)→浸渍→预干燥→真空低温脱水→脱油→冷却→充氮包装→成品

1.3.2 浸渍工艺条件的确定

采用超声辅助浸渍法对经烫漂后菇片进行麦芽糊精浸渍。选取麦芽糊精质量分数、料液比和浸渍时间3个因素对菇片固形物含量的变化进行研究。采取质量差法测定浸渍后的菇片固形物含量。并按照下式计算出固形物提高的比率,确定最终的浸渍工艺^[16]。

$$\text{固形物提升比率}/\% = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100$$

式中: m_0 为浸渍前杏鲍菇片质量/g; m_1 为浸渍前杏鲍菇片干质量/g; m_2 为浸渍后杏鲍菇片干质量/g。

1.3.3 真空低温脱水工艺条件的确定

选取真空低温脱水前预干燥条件、真空油炸温度、

油炸时间、脱油时间为考察因素,每次选取经预处理的菇片100g,以脱水后菇片含油率、含水率及感官品质为指标进行试验。

1.3.4 感官评分标准与方法

按照表1的内容和方法进行感官评定。

1.3.5 菇片水分含量及脂肪含量测定

水分含量测定参照GB/T 14769—1993《食品中水分的测定方法》进行;脂肪含量测定参照GB/T 14772—1993《食品中粗脂肪的测定方法》进行。

2 结果与分析

2.1 浸渍工艺对脱水前菇片固形物含量提升的影响

2.1.1 浸渍时间的影响

在脱水前对菇片进行麦芽糊精浸渍不仅可以提高菇片的固形物含量,降低脱水前水分含量,通过减少水相来达到降低含油率的目的,同时也可增加菇片的酥脆感,获得更好的感官品质。选择经预处理后切片(1.5mm, 80℃烫漂90s的菇片),浸渍条件为料液比为1:5、质量分数为15%的麦芽糊精,杏鲍菇片固形物随浸渍时间延长的固形物含量如图1所示。

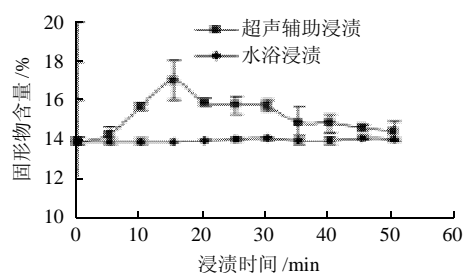


图1 浸渍时间对菇片固形物含量提升的影响

Fig.1 Effect of maltodextrin dipping time on total solid content in *Pleurotus eryngii* chips

由图1可知,在0~15min内,超声辅助浸渍对固形物含量提升明显,15min后固形物含量缓慢下降,故选择最佳浸渍时间为15min。且与普通水浴浸渍相比,超声辅助浸渍能够大大提高浸渍效率。

2.1.2 麦芽糊精质量分数的影响

表1 真空低温脱水实验感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation standards of *Pleurotus eryngii* chips

得分	色泽	酥脆度	油腻感	风味特征	形状	总体接受度
0~2	黄褐色,褐变严重	较硬或较软	含油量高,口感油腻	无菇味或菇味很难以接受	整体卷曲,破碎严重,焦糊现象严重	很差
3~4	黄色,边缘褐变严重	一般	含油较高,表面有油腻感	菇味不明显	菇片变形较严重,微焦糊	差
5~6	黄色,略有褐变	酥脆	含油量稍高	一般	菇片四周卷曲	一般
7~8	淡黄色	比较酥脆	含油量适中	菇味明显	菇片轻微卷曲	好
9~10	淡黄色,颜色均匀一致	非常酥脆	含油量较低,无油腻感	菇味明显且适中,易被接受	菇片完好,无卷曲	很好

选择经预处理后的菇片, 浸渍条件为料液比为 1:5、浸渍时间为 15min。杏鲍菇片固形物含量随浸渍液质量分数的变化情况如图 2 所示。

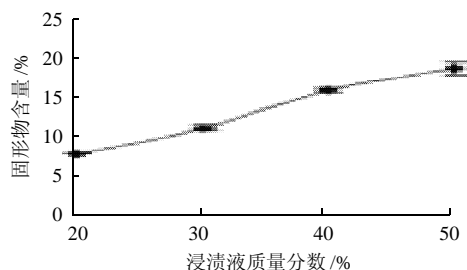


图 2 浸渍液质量分数对菇片固形物含量提升的影响

Fig.2 Effect of maltodextrin concentration on total solid content in *Pleurotus eryngii* chips

由图 2 可知, 麦芽糊精质量分数对固形物含量提升明显, 浸渍溶液质量分数越高, 固形物增加越多, 但在浸渍液的质量分数大于 15% 时, 麦芽糊精的香甜味较重, 掩盖了杏鲍菇原有的风味, 故选取质量分数为 15% 的麦芽糊精作浸渍溶液比较理想。

2.1.3 料液比的影响

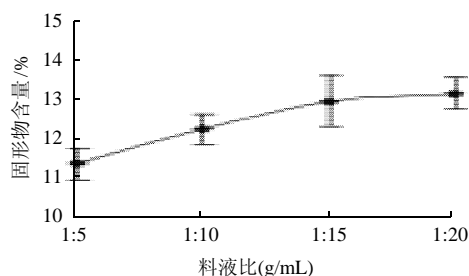


图 3 料液比对菇片固形物增加的影响

Fig.3 Effect of amount of maltodextrin solution on total solid content in *Pleurotus eryngii* chips

选择经预处理后的菇片, 浸渍条件为浸渍液为质量分数 15% 的麦芽糊精、浸渍时间 15min。杏鲍菇片固形物含量随料液比变化的关系如图 3 所示。由图 3 可知, 当料液比小于 1:15 后, 固形物含量增加缓慢, 故选用最终料液比为 1:15。

根据上述试验结果, 本研究确定的最终浸渍工艺为质量分数为 15% 的麦芽糊精溶液、料液比为 1:15、超声辅助浸渍 15min。

2.2 不同工艺参数对脱水前杏鲍菇片品质的影响

2.2.1 预干燥工艺的影响

杏鲍菇片在脱水前经过一定的预干燥, 可适当降低菇片的水分含量, 降低脱水过程中水相和油相的取代, 能有效降低真空低温脱水菇片的含油率。取浸渍后杏鲍菇片在 60、70、80℃ 分别热风干燥 10、20、30、40min, 以含水率、颜色和形变为指标进行评测, 其结果如表 2 所示。

由表 2 可知, 经 60℃ 热风预干燥的菇片, 在保证脱水速率的同时, 有效地延缓了菇片在预干燥过程中发生的形变与焦糊色变现象, 可以最大限度的减少脱水过程中菇片发生严重形变和硬化的现象。在 60℃ 干燥 10、20、30min 后没有明显的皱缩变化, 预干燥效果较好。

2.2.2 油炸温度的影响

表 3 油炸温度对杏鲍菇片感官的影响

Table 3 Effect of frying temperature on sensory evaluation of *Pleurotus eryngii* chips

温度 /℃	色泽	酥脆度	油腻感	风味特征	外形	总体接受度	总分
70	8	4	7	5	8	5	37
80	9	8	8	7	8	8	48
90	7	8	7	7	7	8	44
100	7	8	7	7	7	8	44
110	6	8	6	6	7	7	40

取 1.5mm 厚度的杏鲍菇片, 经上述前处理后, 预干燥 20min, 然后分别选择 70、80、90、100、110℃ 的油炸温度, 真空度设置为 0.080~0.090MPa、油炸时间 10min, 进行真空低温油炸, 油炸后脱油 10min, 分别对每一样品进行含油率, 含水率及感官评分的测定。其感官评分及含油含水率结果如表 3 和图 4 所示。

由图 4 可知, 在预干燥时间和油炸时间相同的条件下, 油炸温度对含水率和含油率均有影响。油炸温度越高, 含水率则越低, 含油率则越高, 两者呈负相关。

表 2 不同干燥温度和时间对杏鲍菇片含水率和外观的影响

Table 2 Effect of predrying temperature and time on moisture content and appearance of *Pleurotus eryngii* chips

干燥时间 /min	干燥温度 /℃					
	60		70		80	
	含水率 /%	外观	含水率 /%	外观	含水率 /%	外观
10	80.9	无颜色变化, 无皱缩	79.2	无颜色变化, 无皱缩	79.0	无颜色变化, 无皱缩
20	77.9	无颜色变化, 无皱缩	77.2	无颜色变化, 轻微皱缩	75.4	无颜色变化, 皱缩
30	72.7	颜色变化小, 轻微皱缩	68.0	颜色变化小, 皱缩	64.5	部分颜色变化, 皱缩较严重
40		颜色变化小, 皱缩		部分颜色变化, 皱缩		颜色变化较大, 皱缩严重

注: 由于干燥 40min 时菇型颜色均有明显变化, 不宜适于真空低温脱水, 故未测其水分含量。

当油炸温度高于 100℃ 时, 产品的含油率无明显变化。由表 3 可知, 菇片感官品质在 80~100℃ 表现较好。

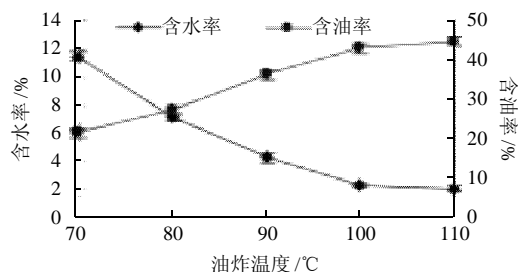


图 4 油炸温度对杏鲍菇片含水率、含油率的影响

Fig.4 Effect of frying temperature on moisture content and oil content of *Pleurotus eryngii* chips

2.2.3 油炸时间的影响

经预处理的杏鲍菇片, 预干燥 20min, 选择 90℃ 的油炸温度, 真空度设置为 0.080~0.090MPa, 油炸时间分别为 5、10、15、20、25min 进行真空油炸。油炸后脱油 10min, 分别对每一样品进行含油率, 含水率及感官评分的测定。其感官评分及含油含水率结果如表 4 和图 5 所示。

表 4 油炸时间对杏鲍菇片感官的影响

Table 4 Effect of frying time on sensory evaluation of *Pleurotus eryngii* chips

油炸时间/min	色泽	酥脆度	油质感	风味特征	外形	总体接受度	总分
5	8	2	8	3	8	3	32
10	7	8	7	7	7	8	44
15	7	8	7	7	7	8	44
20	6	9	6	8	6	7	42
25	4	9	4	6	4	5	32

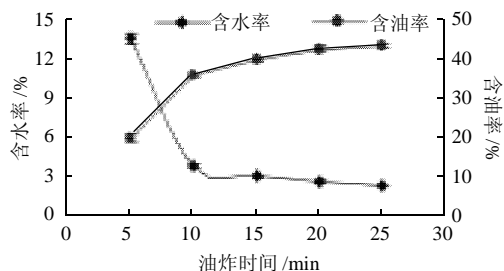


图 5 油炸时间对杏鲍菇片含水率和含油率的影响

Fig.5 Effect of frying time on moisture content and oil content of *Pleurotus eryngii* chips

由图 5 可以看出: 在 10min 之前含水率下降较快, 而在 10min 之后则下降比较缓慢; 含油率在 15min 之前上升较快, 在 15min 之后含油率上升则比较缓慢。由表 5 可知, 菇片感官品质在油炸时间为 10~20min 表现较好。

2.3 真空低温脱水工艺的优化

2.3.1 因素和水平的选择

根据影响真空低温脱水杏鲍菇片品质的 60℃ 预干燥时间、油炸温度和油炸时间这 3 个因素设计 $L_9(3^4)$ 正交试验, 真空低温脱水正交试验选取的水平如表 5 所示。

表 5 真空低温脱水工艺条件的因素水平

Table 5 Coded factors and levels in orthogonal array design to optimize vacuum low-temperature dehydration parameters

水平	因素		
	60℃干燥时间/min	油炸温度/℃	油炸时间/min
1	10	80	10
0	20	90	15
-1	30	100	20

2.3.2 脱水后感官评定和含油率的极差分析

杏鲍菇片的含油率和感官品质关系到消费者对真空低温脱水杏鲍菇片产品的接受度, 根据感官评分标准对设计的各组正交试验进行打分, 并测定每组样品的含油率, 对评分结果和含油率进行极差分析, 其结果如表 6 所示。

表 6 真空低温脱水工艺条件正交试验设计

Table 6 Experimental design and results of orthogonal arrays to optimize vacuum low-temperature dehydration parameters

试验号	A空列	B60℃干燥时间	C油炸温度	D油炸时间	感官评分	含油率/%
1	1	1	1	1	43	45.2
2	1	2	2	2	47	43.8
3	1	3	3	3	37	40.1
4	2	1	2	3	42	46.6
5	2	2	3	1	40	34.8
6	2	3	1	2	39	24.5
7	3	1	3	2	41	53.5
8	3	2	1	3	44	45.3
9	3	3	2	1	45	30.6
$K_{分1}$	42.3	42.0	42.0	42.7		
$K_{分2}$	40.3	43.7	44.7	42.3		
$K_{分3}$	43.3	40.3	39.3	41.0		
$R_{分}$	3.0	3.3	5.3	1.7		
$K_{油1}$	43.0	48.4	38.3	36.9		
$K_{油2}$	35.3	41.3	40.3	40.6		
$K_{油3}$	43.1	31.7	42.8	44.0		
$R_{油}$	7.833	16.700	4.467	7.133		

由表 6 可知, 从感官评定的结果分析表明, 影响感官评定因素的主次顺序为油炸温度>预干燥时间>油炸时间, 在预干燥 20min、油炸温度 90℃ 的条件下油炸 10min, 产品可获得最佳的感官品质。含油率评定的结果分析表明, 影响含油率因素的主次顺序为预干燥时间>油炸时间>油炸温度, 当预干燥时间 30min、油炸温度 80℃ 条件下油炸 10min, 产品可获得最低的含油率。但

当预干燥时间 30min 时, 菇片在脱水过程中变形较严重, 感官评价较差。综合考虑, 得出最优工艺为预干燥时间 20min、油炸温度 80~90℃、油炸时间 10min。

2.4 真空旋转脱油工艺的优化

菇片经 2.3 节试验得出的优化后的脱水工艺进行油炸, 对菇片脱水后进行旋转脱油。脱油时间对菇片含油率的影响如图 6 所示。

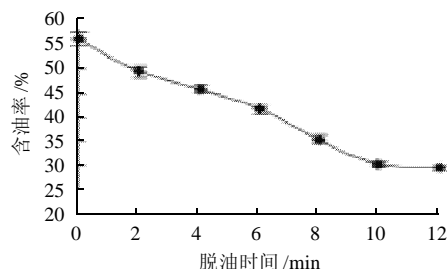


图 6 脱油时间对杏鲍菇片含油率的影响

Fig.6 Effect of deoiling time on oil content of *Pleurotus eryngii* chips

由图 6 可知, 当脱油时间在 0~10min 时, 含油率随脱油时间的增加而降低, 10min 后含油率趋于平缓。故选择脱油时间 10min 作为最终脱油工艺。

3 结 论

3.1 确定杏鲍菇片脱水前最佳预处理工艺为: 1.5mm 厚的杏鲍菇片经 80℃ 烫漂 90s 后, 在质量分数为 15%、料液比为 1:15 (g/mL) 的麦芽糊精溶液中超声辅助浸渍 15min, 浸渍后菇片置于热风烘箱中 60℃ 干燥 20min。

3.2 确定最佳真空低温脱水工艺为油炸温度 80~90℃、油炸时间 10min、旋转脱油时间为 10min。通过该优化工艺得到的产品具有相对较低的含油率及较好的感官品质。

参考文献:

- [1] 杜敏华, 田龙. 微波辅助法提取杏鲍菇多糖研究[J]. 食品科技, 2007 (3): 117-119.
- [2] 颜明娟, 江枝和, 蔡顺香. 杏鲍菇营养成分的分析[J]. 食用菌, 2002 (2): 11-12.
- [3] 叶其蓝. 我国果蔬脆片加工产业的发展概况和对策[J]. 食品工业科技, 2008, 29(7): 300-303.
- [4] 阳雨. 国内外果蔬脆片生产技术的发展概况[J]. 食品与机械, 1995(5): 4-6.
- [5] 祁芳斌, 陈发兴. 果蔬脆片加工真空低温油炸技术的应用与发展[J]. 福建广播电视大学学报, 2008(1): 76-78.
- [6] 张炳文, 郝真红, 杜红霞. 低温真空油炸技术综述[J]. 粮油食品科技, 1997(5): 10-11.
- [7] 宋聚贤. 低含油率马铃薯脆片加工过程研究[D]. 无锡: 江南大学, 2008.
- [8] ROSANA G J. Moreira vacuum frying of potato chips[J]. Journal of Food Engineering, 2002, 55(2): 181-191.
- [9] 宋聚贤, 张慇, 范柳平. 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): 297-302.
- [10] MOREIRA R G, Da SILVA P F, GOMES C. The effect of a de-oiling mechanism on the production of high quality vacuum fried potato chips [J]. Journal of Food Engineering, 2009, 92(3): 297-304.
- [11] Da SILVA P F, MOREIRA R G. Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks[J]. LWT-Food Science and Technology, 2008, 41(10): 1758-1767.
- [12] MARISCAL M, BOUCHON P. Comparison between atmospheric and vacuum frying of apple slices[J]. Food Chemistry, 2008, 107(4): 1561-1569.
- [13] DUEIK V, ROBERT P, BOUCHON P. Vacuum frying reduces oil uptake and improves the quality parameters of carrot crisps[J]. Food Chemistry, 2010, 119(3): 1143-1149.
- [14] 祁芳斌, 陈发兴. 低温真空油炸甘薯脆片的研究[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31(3): 549-553.
- [15] 范柳萍, 张慇, 韩娟, 等. 不同处理工艺对真空油炸毛豆品质的影响 [J]. 食品与生物技术学报, 2005(3): 31-33.
- [16] 阮宏伟. 真空油炸海芦笋工艺的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2008.