

氯化钠浸泡处理对微波辅助真空油炸和真空油炸杏鲍菇效率及品质的影响

赵迪青¹, 张 慜^{*1}, 孙晓明², 王玉川¹

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122; 2. 南京野生植物综合利用研究院, 江苏 南京 210042)

摘要: 以水分质量分数、脂肪质量分数、脆度、L 值、a 值和 b 值为指标, 研究了不同浓度氯化钠溶液浸泡处理对微波辅助真空油炸和真空油炸杏鲍菇干燥效率以及产品品质的影响。实验表明, 微波辅助真空油炸比真空油炸得到的产品含油率更低, 脆度更好, 色泽也较理想, 而氯化钠溶液浓度的增加主要是能够更好地降低含油率, 得到更加健康的油炸食品。

关键词: 杏鲍菇; 水分; 脂肪; 氯化钠溶液; 油炸

中图分类号: TS 254 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2015)11—1192—06

Effect of NaCl Soaking on the Efficiency and Quality of *Pleurotus eryngii* Using Microwave-Assisted Vacuum Frying and Vacuum Frying

ZHAO Diqing¹, ZHANG Min^{*1}, SUN Xiaoming², WANG Yuchuan¹

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Nanjing Academy of Comprehensive Utilization of Wild Plants, Nanjing 210042, China)

Abstract: The water content, oil content, crispness, the values of L, a and b were used as indexes to study the effect of NaCl soaking treatment at different concentrations on the drying efficiency and quality of the *Pleurotus eryngii* using microwave-assisted vacuum frying and vacuum frying in this study. The results showed that the product using microwave-assisted vacuum frying had a lower oil content, a better crispness and a desirable color as compared to that using vacuum frying. Moreover, higher NaCl concentration significantly reduced the oil content, which helps to get the healthier frying food.

Keywords: *Pleurotus eryngii*, water, fat, NaCl solution, frying

杏鲍菇, 俗称刺芹侧耳, 是集食用、药用、食疗于一体的珍稀食用菌新品种。杏鲍菇菇体具有杏仁香味, 肉质肥厚, 口感鲜嫩, 味道清香, 营养丰富, 还具有降血脂、降胆固醇、促进胃肠消化、增强机体免

疫能力、防止心血管病等功效, 极受人们喜爱^[1]。目前市场上的杏鲍菇产品主要是: 杏鲍菇提取物、即食调味杏鲍菇等。果蔬脆片属于脱水果蔬食品的一种, 是目前最新的果蔬深加工产品之一。

收稿日期: 2014-06-07

基金项目: 广东省—教育部产学研结合项目(2012B091000125)。

* 通信作者: 张 慜(1962—), 男, 浙江平湖人, 工学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事农产品加工与贮藏方面的研究。

E-mail: min@jiangnan.edu.cn

真空低温脱水技术是在 20 世纪中叶发展起来的一项新的食品加工技术,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^[2]。真空低温脱水技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。目前有关杏鲍菇的深加工产品研究报道较少。

微波辅助真空油炸结合了微波加热和真空干燥的优点,微波加热将内部加热和微波辐射结合起来,食品得到的能量不仅来源于热油也来源于微波,微波的使用可以加速传热传质过程,缩短油炸时间,也减少了能量损耗^[3]。有文献报道,微波真空油炸与真空油炸相比,增加了水分蒸发速率和油吸收速率,降低含油量,增加松脆性。

为了进一步研究微波辅助真空油炸和真空油炸对产品品质的影响,作者以杏鲍菇为原料,研究了不同质量浓度的盐溶液浸渍对这两种油炸方式下的脆片品质的差异。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

杏鲍菇:购于无锡市雪浪菜市场;益海嘉里海皇牌棕榈油:购于郑州市安嘉食品原料商行;柠檬酸,抗坏血酸,EDTA-2Na,氯化钠;均为分析纯。微波真空油炸设备:江南大学自制;101-1-BS 电热恒温鼓风干燥箱:上海跃进医疗器械厂生产;SZC-B 脂肪测定仪:上海纤检仪器有限公司生产;WSC-S 色差仪:上海精密科学仪器有限公司生产;TA—XT2i 型物性测定仪:英国莱斯特郡稳定微生态系统有限公司;PL203 型电子分析天平:梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;海尔冰王子冰柜:青岛海尔股份有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程 原料挑选→清洗→切片→护色→热烫→冷却→浸渍→沥干→冷冻→微波真空油炸或真空油炸→真空脱油→冷却→包装→成品

1.2.2 操作要点

1)原料挑选:挑选长度在 12~15 cm 左右,有特

殊的淡淡的杏仁味的,菌肉肥厚、新鲜的杏鲍菇。

2)切片:将清洗后的杏鲍菇切成 1~2 mm 厚度均匀的片状。

3)热烫:将杏鲍菇片放入 95 ℃热水中,然后开始计时,漂烫 2~3 min,热烫后立即捞起用流动水冷却 1~2 min,以防止余热对杏鲍菇组织结构破坏^[4]。

4)护色:采用的复合护色液为:0.2 g/dL 柠檬酸,0.3 g/dL 抗坏血酸,0.15 g/dL EDTA-2Na,浸泡时间为 30 min^[5]。

5)浸渍:将杏鲍菇片于室温下浸渍在质量浓度为 3、4、5 g/dL 的氯化钠溶液中,浸渍时间为 30 min,浸渍的目的是为了改变杏鲍菇片的介电特性,更好地吸收微波,同时进行渗透脱水,降低杏鲍菇的初始含水率,减少油炸时间,降低含油率,改善质构^[6]。

6)冷冻:将杏鲍菇置于-18 ℃下冷冻 12 h。

7)微波辅助真空油炸:在真空腔体中放入 4 L 油,在微波功率 1 000 W,真空度 0.09 MPa 下对油进行加热,加热至 100 ℃,关掉真空泵,破真空,打开盖子,放入 80 g 物料,关闭盖子,打开真空泵,真空度 0.09 MPa,在给定的温度和功率下进行油炸,油炸时间分别为 5、10、15、20 min,油炸完毕后把油放入储油桶,离心脱油 10 min,真空脱油转速为 300 r/min,最后关闭真空泵,破真空,打开盖子,取出物料,开启循环泵进行下一轮的油炸。

8)真空油炸:首先在真空油炸机油釜中放入棕榈油 4 L,开启真空油炸加热装置,加热至 100 ℃,然后将 80 g 杏鲍菇加入油炸篮中,关闭油炸釜的盖子,开启真空泵抽真空,当真空度表显示釜内真空度达到要求 0.09 MPa,放下油炸篮,进行油炸,油炸时间分别为 5、10、15、20 min。油炸结束后,进行真空脱油,脱油转速 300 r/min,脱油时间 10 min。

9)包装:用充氮铝箔包装。

1.3 测定方法

1.3.1 色泽的测定 采用全自动测色色差计定量测定杏鲍菇油炸后的颜色。工作条件:测色光斑直径为 10 mm,以标准白板为标准样。采用亨特均匀表色系统测定 L、a、b 值来表示杏鲍菇脆片的颜色,重复测量 5 次,取平均值。其中 L 表示白度,a 表示色泽红/绿,b 值表示色泽黄/蓝^[7]。

1.3.2 水分质量分数和脂肪质量分数的测定 水分质量分数测定参照 GB/T14769-1993《食品中水分

的测定方法》进行；脂肪质量分数测定参照 GB/T14772-1993《食品中粗脂肪的测定方法》进行。

1.3.3 脆度的测定 采用杏鲍菇的脆度值来反映质构变化,并用破碎力(g)来表征其脆度,破碎力越小,表明其脆度越大。具体步骤为:采用 TA-XT2i 物性测试仪,P/0.25s 不锈钢圆球进行破碎力测试,不锈钢圆球以 8 mm/s 的速度向下运动与样品表面接触,距离 5 mm 时,再以 5 mm/s 的速度破碎样品,最后以 8 mm/s 的速度向上返回^[8]。

2 结果与分析

2.1 不同质量浓度氯化钠溶液浸泡下杏鲍菇的实际含盐量

脱水产品的品质不仅取决于脱水工艺本身,而且极大程度上受到各种预处理技术的影响。渗透处理是果蔬脆片加工过程中常用的一种预处理方法,主要作用有如下几点:1)利用浸渍液与果蔬片内部含水之间的浓度差来置换果蔬片内部的部分水分;2)用一些大分子物质渗入果蔬片以提高组织固形物含量、增加组织强度,防止油炸时出现果蔬片变形现象,并能增加产品出率;3)可以使原料主要成分均匀化,提高油炸产品的一致性^[9]。本实验设计三组不同的预渗透条件,渗透液为氯化钠溶液,渗透时间为 30 min,质量浓度分别为 3、4、5 g/dL。表 1 体现了浸泡液的质量浓度和杏鲍菇的实际含盐质量分数之间的关系。

表 1 不同浸泡液质量浓度下的含盐质量分数

Table 1 Salt content in *Pleurotus eryngii* when soaking in NaCl solutions at different concentration

浸泡的氯化钠质量浓度/(g/dL)	杏鲍菇的含盐质量分数/%
3	0.20
4	0.40
5	1.20

2.2 不同质量浓度氯化钠溶液浸泡对杏鲍菇介电特性的影响

物料在微波加热过程中,吸收微波能力的大小主要取决于介电特性。因此,了解物料的介电特性对于了解微波辅助真空油炸的干燥速率、控制油炸过程是非常重要的。有文献报道,在预处理过程中合理调控食盐、蔗糖、味精等调味成分的添加量,可显著缩短干燥时间,并保证产品品质^[10]。果蔬是介于导体和绝缘体之间的介电物质,在外电场的作用下

呈现出一定的介电特性。通常,物质的介电常数反映了物质储存电场能量的能力,而介电损耗因子反映物质消耗电场能量的能力。作者研究了 3 种不同质量浓度的盐溶液对物料介电特性的影响,结果见图 1。

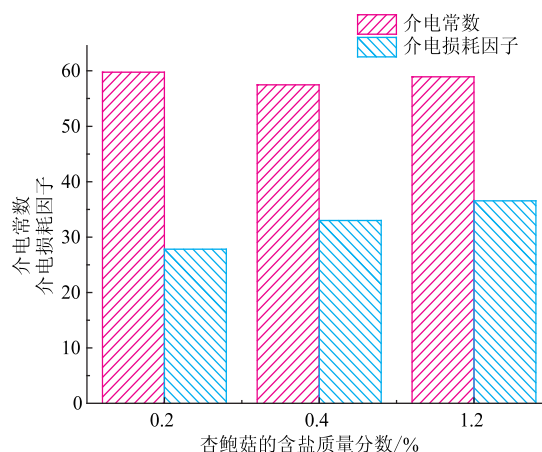


图 1 杏鲍菇含盐量对介电特性的影响

Fig. 1 Effect of salt content in *pleurotus eryngii* on the dielectric property

由图 1 可以看出,随着杏鲍菇含盐质量分数的增加,介电常数的变化不大,而介电损耗因子呈现逐渐上升趋势,因为氯化钠本身具有高介电损耗,通过添加量的增加,会改变杏鲍菇的介电特性,增加介电损耗因子,从而可能会影响之后的微波辅助真空油炸的干燥特性和产品的品质特性。

2.3 不同质量浓度氯化钠溶液浸泡对油炸过程中杏鲍菇水分质量分数的影响

为了研究氯化钠溶液浸泡对微波辅助真空油炸干燥速率的影响,采用真空油炸进行对照,结果见图 2。

由图 2 可知,油炸时间是影响水分含量的主要因素,随着油炸时间的增加,两种油炸方式下的水分质量分数都有明显的下降,同时,微波辅助真空油炸下的干燥速率大于真空油炸,微波辅助真空油炸在 5 min 时已经达到干燥终点,这是因为微波加热热量传递快,加热时间短,微波穿透食品物料内部直接作用于水分子,使得物料内部瞬间加热,导致物料内部水分迅速汽化和迁移,干燥速率加快,而且前期的干燥速率均大于后期。原因是在干燥前期大量的水分迅速蒸发,而在后期,由于多分子吸附和毛细管聚合现象,水分子保留在物料内部,同时由于脆壳的形成,也阻碍了水分的蒸发。另外,

随着氯化钠质量浓度增加,水分质量分数基本呈现递减趋势,这是因为氯化钠的渗透作用,使得大量的水从物料中脱出。

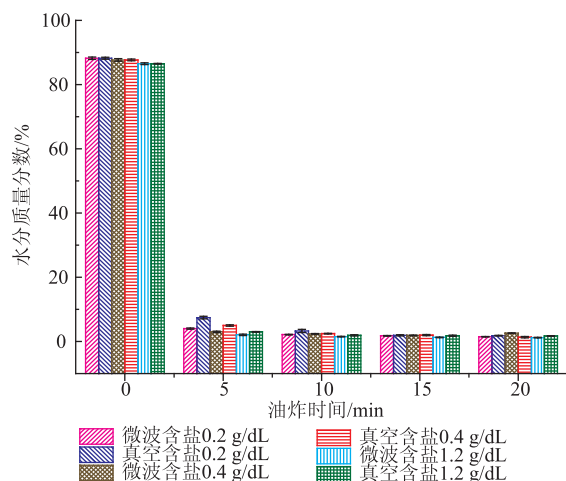


图2 微波辅助真空油炸和真空油炸过程中含盐质量分数对水分质量分数的影响

Fig. 2 Effect of salt content on the water content in the process using microwave-assisted vacuum frying and vacuum frying

2.4 不同质量浓度氯化钠溶液浸泡对油炸过程中杏鲍菇脂肪质量分数的影响

脂肪吸收过程是一个很复杂的过程,吸收的脂肪受油炸条件的影响。据研究报道,脂肪的吸收速率会随着油炸温度的升高和真空度的增加而增加,脂肪进入脆片的量和脱除的水分成一定比例关系^[11]。不同预处理方式对油含量也有显著影响,如漂烫、预干燥、浸渍等。图3显示了不同质量浓度氯化钠浸泡对杏鲍菇油炸过程中含油率的影响。

由图3可知,油炸时间是影响脂肪吸收的主要因素,随着油炸时间的增加,脂肪质量分数呈上升趋势,微波辅助真空油炸的脂肪质量分数低于真空油炸,特别是在含盐质量分数为1.2%的杏鲍菇油炸的最初阶段($p < 0.01$),可能是因为微波的作用加速了水分蒸发,而脂肪吸收被限制在有高残留水的区域内,脆片内部越干燥,越不容易进行脂肪吸收。此外,随着氯化钠质量浓度的增加,脂肪质量分数呈下降趋势,特别是在微波辅助真空油炸过程中,这一方面可能是因为氯化钠增加了物料的介电损耗因子,能更快地吸收微波,内部干燥更快;另一方面可能是因为氯化钠的渗透脱水作用降低了初始水分质量分数,从而降低了脂肪质量分数。

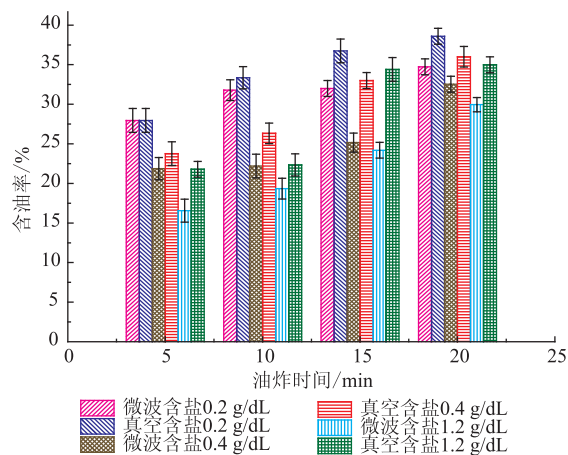


图3 微波辅助真空油炸和真空油炸过程中含盐质量分数对含油率的影响

Fig. 3 Effect of salt content on the oil content in the process using microwave-assisted vacuum frying and vacuum frying

2.5 不同质量浓度氯化钠溶液浸泡对油炸过程中杏鲍菇脆度的影响

杏鲍菇脆片作为休闲食品可以直接食用,可用脆度来描述产品品质特征,脆度是样品的脆度点出现在下压探头第一次冲向样品过程中坐标图上的第一个明显压力峰值处,峰值越小表示越脆。实验结果见图4。

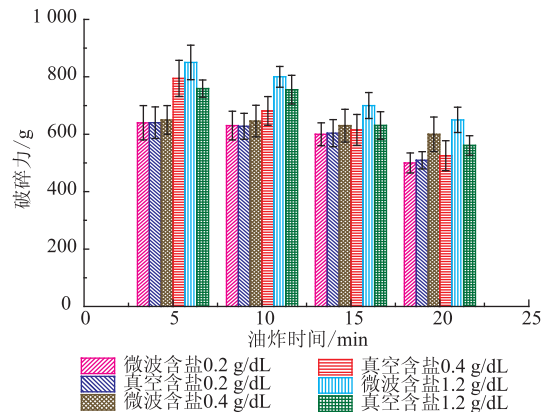


图4 微波辅助真空油炸和真空油炸过程中含盐质量分数对脆度的影响

Fig. 4 Effect of salt content on the crispness in the process using microwave-assisted vacuum frying and vacuum frying

由图4可知,微波辅助真空油炸下杏鲍菇脆片的脆度比真空油炸的好,但差异不显著($p > 0.05$),原因可能是因为微波条件下,水分蒸发速率加快,更容易形成微孔状的结构,阻止产品的干缩,加大产品的脆性。同时,可以看出随着油炸时间的延长,产

品的脆性提高。此外,氯化钠质量浓度对产品的脆度有一定影响,随着氯化钠质量浓度的增加,产品的脆度减小,可能的原因是由于氯化钠的作用,杏鲍菇脆片表面形成一层坚硬的壳,组织抵抗力增加,并且氯化钠对微波辅助真空油炸的影响较真空油炸稍大。

2.6 不同质量浓度氯化钠溶液浸泡对油炸过程中杏鲍菇色泽的影响

油炸食品的颜色取决于吸收的油和非酶褐变反应的程度。L值经常被用来作为油炸食品的质量控制参数,L值越大,表示白度值越大,越容易被接受。氯化钠溶液浸泡对杏鲍菇脆片颜色的影响见图5-7所示。

由图5-7可知,氯化钠质量浓度对产品的颜色影响不大,说明氯化钠溶液(实验浓度范围内)在油炸过程中没有影响褐变反应,这与文献[12]报道结果相符。油炸时间是影响产品色泽的主要因素。对L值来说,可以看到,随着油炸时间的增长,杏鲍菇脆片的L值减小,这跟油炸过程中非酶褐变反应有关,比如说美拉德反应,焦糖化反应等。对a值来说,随着油炸时间的增加,a值呈现上升趋势,而对b值来说,同样地也是随着油炸时间的增加呈现上升趋势,黄度值增加。此外,微波辅助真空油炸得到的产品的亮度稍高于真空油炸($p>0.01$),而两者的黄度值有显著性差异($p<0.01$),微波辅助真空油炸得到的产品的黄度值更好。

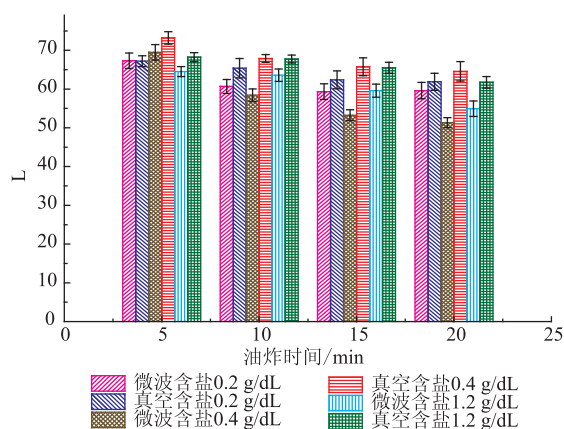


图5 微波辅助真空油炸过程和真空油炸过程中含盐质量分数对白度的影响

Fig. 5 Effect of salt content on the lightness in the process using microwave -assisted vacuum frying and vacuum frying

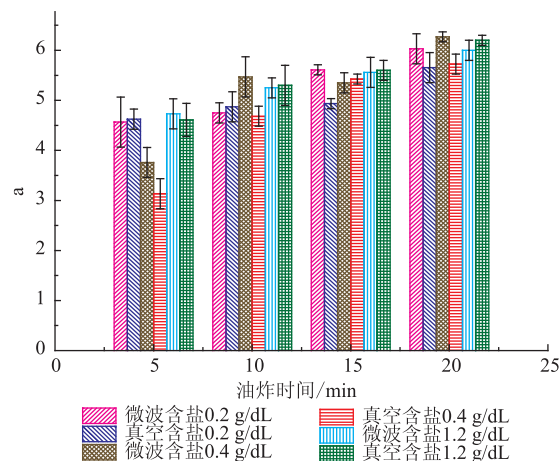


图6 微波辅助真空油炸过程和真空油炸过程中含盐质量分数对a值的影响

Fig. 6 Effect of salt content on the a value in the process using microwave -assisted vacuum frying and vacuum frying

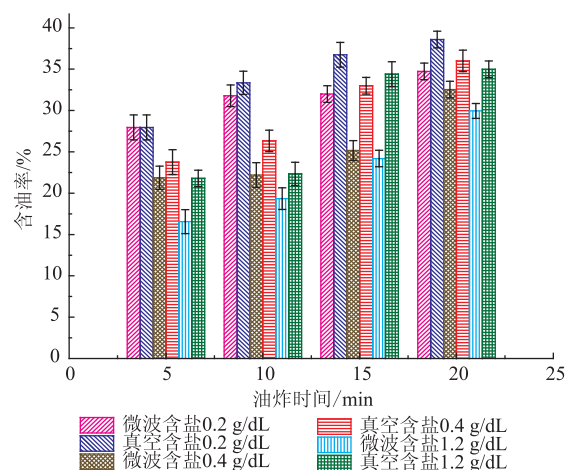


图7 微波真空油炸过程和真空油炸过程中含盐质量分数对b值的影响

Fig. 7 Effect of salt content on the b value in the process using microwave -assisted vacuum frying and vacuum frying

3 结 语

实验结果表明,微波辅助真空油炸较真空油炸更有优势,因为微波加热是依靠物体吸收微波能,将其转化为热能,使自身整体同时升温,具有加热均匀、快速、热效率高,穿透性强,热惯性小等优点,生产出的产品脂肪含量更低,感官特性好,酥脆性更好,色泽也较理想。

此外,氯化钠处理也可以改善产品的一系列特性,由实验可知,随着氯化钠质量浓度的增加,杏鲍菇脆片的初始水分质量分数降低,含油率降低,增加咀嚼性,对色泽没什么显著影响。

综上所述,微波辅助真空油炸结合适当质量浓度的氯化钠预处理可以提高油炸效率,降低含油率,得到脆度适宜和色泽理想的杏鲍菇脆片,有很大的应用前景。

参考文献:

- [1] 李波,芦菲,王东玲. 杏鲍菇干制的非硫护色方法研究[J]. 农业工程学报,2008,24(5):258-260.
LI Bo,LU Fei,WANG Dongling. Method for non-sulfite color protection of *Pleurotus eryngii* during drying process [J]. **Transactions of the CSAE**,2008,24(5):258-260.(in Chinese)
- [2] 纽福祥,王红杰,徐飞,等. 果蔬真空油炸脱水技术研究及果蔬脆片产业发展概况[J]. 中国食物与营养,2012,18(2):24-29.
NIU Fuxiang,WANG Hongjie,XI Fei. Research progress of vacuum-frying technology and industry development situation of crispy chips of fruits and vegetables[J]. **Food and Nutrition in China**,2012,18(2):24-29.(in Chinese)
- [3] 张慙,祝银银,郑正足,等. 一种微波辅助高效真空油炸制备调味牛蒡脆片的方法[P]. 中国专利:103238801,2013-08-14.
- [4] 裴斐,王敏,刘凌岱,等. 即食杏鲍菇片真空低温脱水工艺[J]. 食品科学,2011,32(8):167-171.
PEI Fei,WANG Min,LIU Lingdai. Optimization of production process for ready-to-eat *Pleurotus eryngii* chips by vacuum low-temperature dehydration[J]. **Food Science**,2011,32(8):167-171.(in Chinese)
- [5] 李莎莎,贾冬英,姚开. 食用菌护色方法研究进展[J]. 安徽农业科学,2010,38(36):20756-20758.
LI Shasha,JIA Dongying,YAO Kai. Research progress of color-protection methods of domestic fungus[J]. **Journal of Anhui Agri Sci**,2010,38(36):20756-20758.(in Chinese)
- [6] 严启梅,牛丽影,袁春新,等. 预处理对杏鲍菇脆片品质的影响[J]. 食品科学,2012,33(6):74-77.
YAN Qimei,NIU Liying,YUAN Chunxin. Effect of pretreatments on the quality of *Pleurotus eryngii* chips[J]. **Food Science**,2012,33(6):74-77.(in Chinese)
- [7] 范柳萍,王维琴,孙金才,等. 蚕豆真空油炸试验研究[J]. 干燥技术与设备,2008,6(1):29-31.
FAN Liuping,WANG Weiqin,SUN Jincai. The experimental research of vacuum frying broad bean [J]. **Dryingtechnology and Equipment**,2008,6(1):29-31.(in Chinese)
- [8] 张颖,肖颜林,徐德琼,等. 杏鲍菇预处理工艺及真空油炸技术的影响研究[J]. 食品与发酵科技,2012,48(2):49-53.
ZANG Ying,XIAO Yanlin,XU Deqiong. The effect of pretreatment craftwork and vacuum frying technology on *Pleurotus Eryngii*[J]. **Food and Fermentation Technology**,2012,48(2):49-53.(in Chinese)
- [9] 张群. 马铃薯脆片真空油炸前预处理工艺研究[D]. 无锡:江南大学,2007.
- [10] 王玉川. 莴苣颗粒负压微波高效节能均匀干燥机理及工艺研究[D]. 无锡:江南大学,2013.
- [11] Fan L P,Zhang M,Mujumdar A. Effect of various pretreatments on the quality of vacuum-fried carrot chips [J]. **Drying Technology**,2006,1481-1486.
- [12] Bungera A, Moyanob P,Riosecob V. NaCl soaking treatment for improving the quality of french-fried potatoes [J]. **Food Research International**,2003,161-166.