

正交试验优化真空低温油炸藕片加工工艺

吴翔¹, 尤逢惠¹, 汪德尚², 伍玉菡¹, 葛自兵², 杨松¹, 陈敏¹

(1. 安徽省农业科学院农产品加工研究所, 安徽合肥 230031; 2. 舒丰现代科技开发有限公司, 安徽舒城 231300)

摘要 [目的]优化真空低温油炸藕片的加工工艺,为莲藕深加工研究提供参考。[方法]以新鲜莲藕为原料,采用单因素试验和正交试验分析法对真空油炸藕片加工工艺进行优化。[结果]试验得出真空低温油炸藕片的最佳加工工艺为藕片切片厚度3 mm、油炸温度90℃、油炸时间40 min,该工艺条件下所得藕片感官评分92分,含油量10.8%。[结论]该加工工艺可用于莲藕深加工生产藕片。

关键词 藕片;真空低温油炸;正交试验;感官评分;含油量

中图分类号 TS255.36 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)32-0081-03

Orthogonal Test to Optimize Vacuum Low-temperature Frying Lotus Root Crisp Processing Technology

WU Xiang¹, YOU Feng-hui¹, WANG De-shang² et al (1. Institute of Agricultural Products Processing, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031; 2. Shufeng Modern Science and Technology Development Co., Ltd., Shucheng, Anhui 231300)

Abstract [Objective]The processing technology of vacuum low-temperature frying lotus root slices was studied to offer the reference for the research of the lotus root deep processing. [Method]The process craft of vacuum low-temperature frying lotus root were optimized by using orthogonal analysis and response surface analysis. [Result]Then the optimum craft were obtained as follow: The lotus root were cut into slices with the thickness of 3 mm, and were fried for 40 min under 90℃. The sensory score for obtained slices was 92 with oil content of 10.8%. [Conclusion]The proposed processing craft could be further applied to the deep processing of lotus root slices.

Key words Louts root crisp; Vacuum low-temperature frying; Orthogonal test; Sensory evaluation; Oil content

藕是莲肥大的地下茎,可作食用。莲藕属木兰亚纲山龙野目,喜温,不耐阴,不宜缺水,不耐大风。莲藕微甜而脆,药食两用,而且药用价值相当高。用莲藕制成粉,能消食止泻、开胃清热、滋补养性、预防内出血,是妇女儿童、体弱多病者上好的流质食品和滋补佳珍^[1]。

油炸食品因其独特的口感而受到人们的喜爱,因此油炸技术被广泛应用于农产品加工中。真空油炸技术因其在负压和低温下对物料进行油炸,避免了褐变、脂肪酸败等问题,同时最大程度上保持了原料的色、香、味和营养物质,被誉为是20世纪油炸休闲食品的“绿色革命”^[2-4]。

莲藕是我国特色的水生蔬菜,目前其消费方式主要是鲜食,加工品以藕粉、糖藕片、藕脯等初级加工品为主,经济附加值低。笔者以莲藕为原料,研究真空低温油炸藕片的加工工艺,旨在开发高品质、低成本的开袋即食莲藕脆片^[5-7],为莲藕产业链延伸和休闲食品产业化生产提供理论支持。

1 材料与方

1.1 材料 原料:莲藕为舒丰现代科技开发有限公司提供。主要试剂:棕榈油,海皇牌;无水乙醚(分析纯)、石油醚(沸程30~60℃,分析纯),国药集团化学试剂有限公司。

主要仪器设备:试验用真空低温油炸锅、果蔬切片器,海阳鑫锐食品设备有限公司。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程。真空低温油炸藕片的工艺流程:原料分拣→去皮→切片→烫漂→沥水→冷冻→真空油炸→脱油→包装→成品。

其操作要点如下:①分拣。将变质、虫蛀及藕心发黑的莲藕去除。②去皮:将莲藕的表皮去除干净。③切片。将去皮后的原料切成1.5~3.0 mm的薄片,切片后立即浸泡于水中20 min左右。④烫漂。将浸泡后的藕片放入90℃左右的热水中烫漂5 min左右,以达到护色的目的。⑤沥水。将烫漂后的藕片迅速放入清水中漂洗,然后再将其沥水。⑥冷冻。将沥干水的藕片放入冷冻库中冷冻至完全冻结。⑦真空油炸。先将油加热至90℃,将冷冻好的藕片装入物料框,关闭进料门,打开真空泵、液压站进行油炸,设定温度为90℃,真空度为-0.095 MPa,油炸时间为30~40 min。⑧脱油。达到预定油炸时间后,液压站将物料框升起后,开始旋转脱油,转速在300~400 r/min,时间为3~5 min。⑨包装。采用充氮包装或者塑料盒包装可较好地保存藕片,延长货架期。

1.2.2 单因素试验。固定其他试验条件,分别考察不同切片厚度(1、2、3、4、5 mm)、油炸温度(70、80、90、100、110℃)、油炸时间(20、30、40、50、60 min)对藕片感官评价和含油量的影响。

1.2.3 正交试验。根据单因素试验结果确定对藕片感官评价和含油量有显著影响的因素和水平,然后进行正交试验,通过结果分析得出低含油率且口感俱佳的真空低温油炸藕片的最佳加工工艺。

1.2.4 测定方法

1.2.4.1 感官评价。由有经验的食物专业人员10人,对不同加工工艺生产的藕片进行气味、色泽、口感、油腻度等方面的感官评定,根据评价标准进行打分,再通过加权平均值得出结果^[8]。评价标准见表1。

1.2.4.2 含油量的测定。参照GB 5009.6—2016《食品中脂肪的测定》第一法“索氏抽提法”进行试验。

基金项目 安徽省科技重大专项计划项目(15czz03097)。

作者简介 吴翔(1981—),男,安徽合肥人,研究实习员,从事农产品加工技术研究。

收稿日期 2017-09-20

表1 油炸藕片感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation standard of frying lotus root slices

评价指标 Evaluating indicator	特征 Feature	得分 Score
色泽 Color and lustre	金黄色,无其他颜色	16~20
	金黄色,有少许褐变点	11~15
	浅黄色,有少许褐变点	6~10
	浅黄色,有褐变	0~5
香味 Aroma	有棕榈油和莲藕的香味	16~20
	有棕榈油香味	11~15
	有香味,但不浓郁	6~10
	无香味或有异味	0~5
口感 Texture	酥脆,有油炸食品的风味,有莲藕的味道	16~20
	大部分酥脆,有油炸食品的风味	11~15
	大部分酥脆,油炸食品风味不突出	6~10
	不酥脆	0~5
形态 Form	保持原有藕片形状,无破损、变形	16~20
	大部分保持原有藕片形状,无破损、变形	11~15
	藕片变形严重,无破损	6~10
	藕片变形严重,破损严重	0~5
油腻度 Greasy degree	不油腻	16~20
	稍油腻	11~15
	油腻	6~10
	特别油腻	0~5

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 切片厚度对藕片品质的影响。由图1可以看出,在油炸温度为90℃、油炸时间为40min的条件下,随着切片厚度的增加,成品藕片的感官评分呈现先升高后降低的趋势,切片厚度在3mm时,感官得分达到最高的92分;藕片的含油量亦呈现先升高后降低的趋势,当切片厚度为4mm时,藕片含油量达到最高值11.5%。这是因为,在油炸温度和时间都相同的情况下,藕片越薄越容易被炸透,油炸的过程即是水分被脱离的过程,因此切片厚度越薄含油量越低。但太薄会炸过,使得藕片硬且发苦,影响口感;而切片太厚则会使原料内层的水分没有充分被脱离,使得藕片未达到酥脆的口感,甚至有生涩感。因此,切片厚度为3mm是比较适合的选择。

2.1.2 油炸温度对藕片品质的影响。由图2可以看出,将原料藕切片至3mm,油炸40min,随着油炸温度的升高,成品藕片的感官评分呈现先升高后降低的趋势,而含油量则呈现相反的趋势。在油炸温度为90℃时,感官评分达到最高,含油量达到最低,为10.8%。油炸出的产品色泽金黄、组织形态完整,且有油炸藕片独特的香味,口感酥脆不油腻。这说明其他条件固定的情况下,在一定的温度范围内提高油炸温度可以降低藕片的含水率,但其达到一定值以后反而会使物料自身再反过来吸油,使得产品含油量上升,从而影响口感。故选择90℃作为较优的油炸温度。

2.1.3 油炸时间对藕片品质的影响。由图3可知,将原料

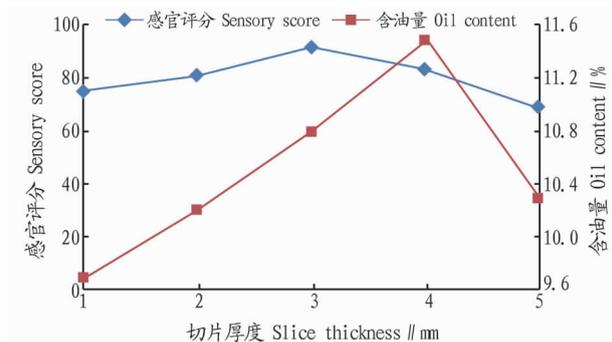


图1 切片厚度对藕片品质的影响

Fig. 1 Effect of different thicknesses on lotus root crisp qualities

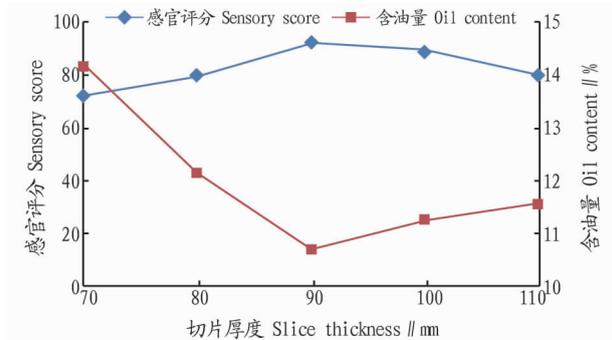


图2 油炸温度对藕片品质的影响

Fig. 2 Effect of different frying temperatures on lotus root crisp qualities

藕切片至3mm,置于90℃下油炸,随着油炸时间的增加,成品藕片的感官评分亦呈现先升高后降低的趋势,而含油量则呈现相反的趋势。当油炸时间为40min时,感官评分达到最高,为92分;当油炸时间为50min时,含油量最低,为9.9%。当油炸时间在30~40min时,制品的品质随着时间的增加越来越好,当达到40min时,色香味俱佳,随后品质逐渐下降;但含油量在40min后仍在下降,在50min时达到最低值,此后又继续升高。这说明适当的含油量有助于提高制品的品质,并非含油量越低产品口感越好。因此40min是最佳的油炸时间。

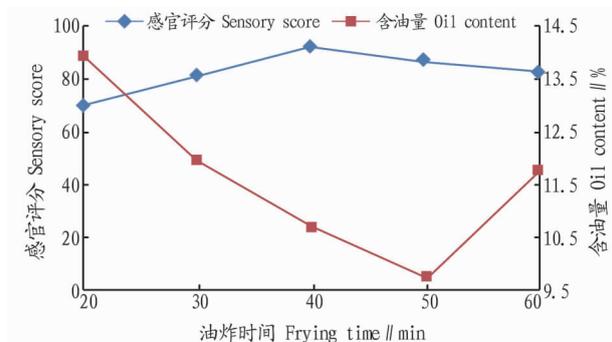


图3 油炸时间对藕片品质的影响

Fig. 3 Effect of different frying times on lotus root crisp qualities

2.2 正交试验

2.2.1 因素水平设计。根据单因素试验结果,选取影响真空低温油炸藕片生产的主要因素(切片厚度、油炸温度、油炸

时间)和水平进行正交试验,因素水平设计如表2所示。

表2 真空低温油炸藕片加工工艺正交试验因素水平

Table 2 The factors and levels of orthogonal test of vacuum low-temperature frying lotus root crisp processing technology

水平 Level	因素 Factor		
	切片厚度(A) Slice thickness mm	油炸温度(B) Frying temperature//℃	油炸时间(C) Frying time min
1	2	80	40
2	3	90	50
3	4	100	60

2.2.2 正交试验结果分析。由表3可以看出,油炸藕片感官评价的最优方案为 $A_2B_2C_1$,从极差 R 可分析出,各因素对真空油炸藕片感官影响的大小依次为油炸时间、油炸温度、切片厚度。最佳试验方案与优方案不重合,故对优方案进行试验,试验所得藕片感官评分为92分,含油量为10.8%,优于最佳试验方案。含油量的最优方案为 $A_1B_1C_1$,从极差 R 可分析出,各因素对真空油炸藕片含油量影响的影响大小为 $C > B > A$,与感官评价结果相同;最佳试验方案所得藕片感官评分76分,含油量为13.1%。综合以上试验结果,最终确定试验方案为 $A_2B_2C_1$,即切片厚度3 mm,油炸温度90℃,油炸时间40 min。

3 结论

综上所述,通过单因素试验和正交试验得出低温真空油炸藕片的最佳工艺为莲藕经过筛选、清洗去皮、切片至3 mm、烫漂、沥水、冷冻,在90℃下真空油炸40 min,脱油,包装成品。各因素对真空油炸藕片的影响大小依次为油炸时间、油炸温度、切片厚度。所得藕片产品色泽金黄、组织形态完整,且有油炸藕片独特的香味,口感酥脆不油腻,含油量为10.8%。

真空油炸过程中,除了切片厚度、油炸温度和油炸时间对藕片的品质有重要的影响,真空度、脱油转速和时间等也能影响藕片质量。由于该试验所用真空油炸机为小型试验机,不具备调节真空度和脱油转速的功能,因此不对此方面再做赘述。

表3 真空低温油炸藕片加工工艺正交试验结果分析

Table 3 Orthogonal test results of vacuum low-temperature frying lotus root crisp processing technology

试验号 Test No.	因素 Factor			感官评分(Y_1) Sensory score//分	含油量(Y_2) Oil content %
	切片厚度 (A) Slice thickness mm	油炸温度 (B) Frying temperature ℃	油炸时间 (C) Frying time min		
1	1	1	1	76	13.1
2	1	2	2	79	10.0
3	1	3	3	75	11.5
4	2	1	2	74	11.2
5	2	2	3	82	11.7
6	2	3	1	89	11.3
7	3	1	3	77	10.9
8	3	2	1	83	11.5
9	3	3	2	78	11.9
$K_{1(Y_1)}$	76.67	75.67	82.67		
$K_{2(Y_1)}$	81.67	81.33	77.00		
$K_{3(Y_1)}$	79.33	80.67	78.00		
$R_{(Y_1)}$	5.00	5.66	5.67		
$K_{1(Y_2)}$	11.53	11.73	11.97		
$K_{2(Y_2)}$	11.40	11.07	11.03		
$K_{3(Y_2)}$	11.43	11.57	11.37		
$R_{(Y_2)}$	0.13	0.67	0.93		

真空低温油炸技术生产藕片,是将原料莲藕置于真空负压和低温下进行油炸和脱水,这种加工技术既可以避免氧化作用,降低产品含油量,又可以有效地抑制油炸过程中产生丙烯酰胺等致癌物质,同时最大程度地保存了物料原有的色、香、味和营养物质,顺应了人们对营养、健康食品的需求。

参考文献

- [1] 朱定和,夏文水. 莲藕食品的加工现状与发展[J]. 食品工业科技,2002,23(8):99-100.
- [2] 钮福祥,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.
- [3] 张愨,范柳萍. 真空低温油炸技术原理及其特点[N]. 中国食品报,2003-06-25.
- [4] 钮福祥,徐飞,孙健,等. 真空低温油炸对果蔬营养成分的影响[J]. 中国食物与营养,2011,17(10):65-67.
- [5] 张文君,何慧,聂志奎,等. 油炸藕片加工工艺和质构特性研究[J]. 食品科学,2012,33(10):141-145.
- [6] 李洁,王清章,谭正林,等. 前处理改善油炸藕片质量的研究[J]. 食品科学,2007,28(6):138-141.
- [7] 何建军,张莉会,关键,等. 真空低温油炸藕片的工艺研究[J]. 食品研究与开发,2017,38(8):60-64.
- [8] 张晓鸣. 食品感官评定[M]. 北京:中国轻工业出版社,2010:112-113.
- [9] DUBREIL-CHÉNEAU E, BESSIRAL M, ROUDAUT B, et al. Validation of a multi-residue liquid chromatography-tandem mass spectrometry confirmatory method for 10 anticoccidials in eggs according to Commission Decision 2002/657/EC[J]. J Chromatogr A, 2009, 1216:8149-8157.
- [10] RAMSEY E D, REES A T, WEI G, et al. Direct aqueous supercritical fluid extraction coupled on-line with liquid chromatography-tandem mass spectrometry for the analysis of polyether ionophore antibiotics in water[J]. J Chromatogr A, 2010, 1217(20):3348-3356.
- [11] VINCENT U, CHEDIN M, YASAR S, et al. Determination of ionophore coccidiostats in feedingstuffs by liquid chromatography-tandem mass spectrometry Part I. Application to targeted feed[J]. J Pharm Biomed Anal, 2008, 47(4/5):750-757.
- [12] 毕言锋,徐倩,王树槐,等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定鸡肉中的4种聚醚类抗球虫药物残留[J]. 分析实验室,2009,28(7):17-21.
- [13] 梁春来,程林丽,沈建忠,等. 液相色谱-电喷雾串联质谱法检测鸡组织中5种聚醚类药物残留[J]. 色谱,2009,27(6):815-819.
- [14] 薄海波,雒丽丽,曹彦忠,等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定牛奶和奶粉中6种聚醚类抗生素残留量[J]. 分析化学,2009,37(8):1161-1166.
- [15] DUBOIS M, PIERRET G, DELAHAUT P. Efficient and sensitive detection of residues of nine coccidiostats in egg and muscle by liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry[J]. J. Chromatogr B, 2004, 813(1/2):181-189.
- [16] KINSELLA B, O'MAHONY J, MALONE E, et al. Current trends in sample preparation for growth promoter and veterinary drug residue analysis[J]. J Chromatogr A, 2009, 1216(46):7977-8015.
- [17] 国家质量监督检验检疫总局. 动物源产品中聚醚类药物残留量的测定:GB/T 20364-2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006.

(上接第76页)