

香酥罗非鱼骨片的研制

姜素英, 过世东*, 刘海英

(食品科学与技术国家重点实验室, 江南大学, 江苏 无锡 214122)

摘要: 试验对采片后的罗非鱼骨架(包括鱼头、鱼排和鱼鳍)进行加工,通过粉碎、配料调制、干燥、油炸等一系列工艺,生产出营养价值高且美味可口的香酥油炸骨片。针对骨泥熟化的几个关键工艺的参数进行了优化,通过单因素试验,确定糯米粉与玉米淀粉的适宜的复配比例为6:4;通过正交试验,确定干燥时间为50 min,油炸温度为180℃,油炸时间为50s为最佳工艺参数。

关键词: 罗非鱼;骨泥;预干燥;油炸

中图分类号: TS 254.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1689(2012)06-0661-06

Study on Crisp *Tilapia* Bone Chips

JIANG Su-ying, GUO Shi-dong*, LIU Hai-ying

(State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Crisp tilapia bone chips is high nutritional value and good flavour, made from the tilapia bone. The protocol for producing Crisp Tilapia Bone Chips was include shattered, add ed ingredients ,dried and fried. In this study, the optimum process conditions of the fishbone leisure food was determined by the a single factor experiment and orthogonal test and listed as follows: the ratio of Glutinous rice starch and corn starch 6:4, the feasible pre-drying time 50 min, cooked under 180℃ for 50s. followed by the above conditons, an optimal crispness and color of Crisp Tilapia Bone Chips was achieved.

Key words: *Tilapia*, bone paste, pre-drying ,fried processing

罗非鱼(*Tilapia*)为一种中小形鱼,原产于非洲,属热带、亚热带暖水性鱼类,含有多不饱和脂肪酸和丰富的蛋白质,被誉为人类动物蛋白质重要来源的“奇迹鱼”。是联合国粮农组织向世界推广的优良养殖鱼类一。

中国罗非鱼养殖近十年来发展迅速,成为世界最大的罗非鱼养殖生产国,产量占世界的55%以上,广东、海南、广西和福建4省罗非鱼的总产量(99.8万吨)占全国总产量的90%,是我国罗非鱼养殖的主产区^[1]。中国的罗非鱼主要出口欧美市

场,以生鲜冷冻切片和整尾冷冻为主要形式,加工水平低,产品单一^[2],产品的附加值很低。近年来随着罗非鱼鱼片加工业的蓬勃发展,其加工废弃物越来越多。罗非鱼体型较扁,鱼片利用率只占整条鱼的46%(质量分数),而鱼片加工废弃物却占54%,其中鱼头占26.5%,内脏占6.8%,鱼排占16.5%,鱼鳞占2.2%,鱼皮占4.0%^[3]。这些加工下脚料中含有大量的蛋白质、脂肪、矿物质等物质,均有较高的利用价值。目前国内外对罗非鱼下脚料的综合利用率较低,仅单一的从鱼骨中提取

收稿日期: 2011-08-31

* 通信作者: 过世东(1953-),男,江苏无锡人,工学博士,教授,博士研究生导师,主要从事水产品加工与综合利用、水产饲料加工技术与营养。E-mail: guosd@jiangnan.edu.cn

钙^[4],利用鱼碎肉制备鱼味香精^[5],鱼皮或鱼鳞中提取明胶^[6-7],以及利用下脚料提取鱼油^[8]及酿造鱼露^[9],或者将下脚料作为鱼粉的替代物,生产鱼类饲料^[10]。

本文旨在开发一种更高效全面利用罗非鱼骨的方法——香酥罗非鱼骨泥休闲食品。传统意义上的骨泥是利用畜禽的肋骨、脊椎骨等含骨髓较丰富、骨质较柔软的部分加工制成的。骨泥因为营养丰富,富含蛋白质,多种氨基酸、骨胶原、软骨素、矿物质(钙、磷、锌、铁等)、维生素 A、B1、B2 等微量元素^[11],正越来越受到国际市场的欢迎,但是因为疯牛病、禽流感、口蹄疫等疾病的存在,使畜禽骨的利用存在一定的安全隐患,且畜禽骨一般较大、较硬,粉碎困难。另外因为宗教因素,部分畜禽骨在推广上存在一定的局限。而鱼骨较畜禽骨柔软,易粉碎,并且罗非鱼骨上附带的碎肉富含蛋白质、不饱和脂肪酸、维生素及微量元素等,更增加了其营养价值。鲜制骨泥因含水量极高,达 70~80%(质量分数),极容易腐败,需要在-18℃保存,且需要冷链运输,成本较高,特别是罗非鱼骨架(包括鱼头、鱼排和鱼鳍)因富含不饱和脂肪酸而更易腐败,这是目前很少有人涉足罗非鱼骨泥的研究的重要原因。本文研制的香酥骨泥休闲食品则解决了此问题,可以在常温下保存,且工艺流程较简易,生产成本低廉,具有较高的实用推广价值。

1 材料与方法

1.1 主要试验材料与试剂

1.1.1 原料 冷冻罗非鱼骨架是经过去皮去肉片去内脏后的剩余部分,包括鱼头、鱼排和鱼鳍,由广西百洋集团有限公司提供,市售糯米粉、玉米淀粉,食盐,味精,葱姜蒜粉,花椒粉,食用棕榈油。

1.1.2 主要试剂 特丁基对苯二酚:广州泰邦食品添加剂有限公司产品;柠檬酸:分析纯;碳酸氢钠:分析纯;无水乙醚:分析纯;硫酸:分析纯。

1.1.3 主要仪器 原子吸收光谱分析仪:美国 Varian 公司产品;安捷伦液相色谱仪:型号 Ag1100 美国安捷伦公司产品;SX2 箱式电阻炉:上海实验仪器厂有限公司产品;电子油炸锅:浙江瑞安市食品机械总厂产品;GZX-9140 MBE 数显鼓风干燥箱:上海博讯实业有限公司医疗设备厂产品;TA-

XT2i 物性测试仪:STABLE MICROSYSTEMS 产品;CR-400 色彩色差计:ONICA MINOLTA 产品;MAP-H360 气调保鲜包装机,苏州森瑞保鲜设备有限公司产品;胶体磨:上海华滨电机有限公司产品;高精密湿法超细粉碎机:无锡轻大食品装备有限公司产品。

1.2 工艺过程

冷冻罗非鱼骨架(包括鱼头、鱼排和鱼鳍)→解冻→冲洗→沥干→切段→粗粉碎→细磨→精磨→添加复配淀粉及调味料等→制坯→预干燥→油炸→包装、封口→灭菌→成品

1.3 操作要点

1.3.1 解冻 将鱼骨在室温下解冻 40 min,或用少量自来水冲洗加速解冻。

1.3.2 冲洗 将鱼骨在自来水中冲洗,去掉血污、内脏及腹腔黑膜,头骨中去掉鱼鳃,并除去头骨和腹部的残余鳞片。

1.3.3 细磨 采用胶体磨对骨泥进行细粉碎。在使用胶体磨时,通过调节动静磨片来控制粒度大小,因骨泥粘性较大,在粉碎过程中要加冰水,加冰水的量与骨泥质量比为 1:1。

1.3.4 精磨 采用高精密湿法超细粉碎机进行精粉碎,粒径达到 100 目,粒径约为 150 μm,粒径越小,越有利于人体对钙磷等营养物质的吸收,有利于获得最终产品的良好口感。

1.3.5 制坯 将调味好的骨糊平铺成厚 1.5~2 mm 的薄层,小于 1.5 mm,在后续的油炸过程中成品的含油率太高,大于 2 mm,坯层太厚在油炸时不易炸透,成品的含水量较高,颜色不均匀,且油炸时间延长。

1.3.6 预干燥 湿坯的含水量较高,直接油炸会造成成品表面形成大量气泡,影响外观。实验采取 65℃条件下鼓风干燥 50、60、70 min,除去部分水分,降低成品含油量。

1.3.7 油炸 坯料均匀进入油锅,油温 170~190℃,油温过低,制品不易炸透,且含油量过高,油温过高,制品容易炸焦,影响成品的色泽和口感。油炸时间控制在 1 min 内。

1.3.8 包装 制品脱油后晾至室温,称量,分装至铝塑复合袋真空充氮包装。

1.4 方法

1.4.1 基本成分测定 水分:按照 GB/T5009.3-2003 测定;灰分:按 GB5009.4-85 测定;粗脂肪:索氏

抽提法;粗蛋白:按 GB/T5009.5-2003 测定;钙磷:原子吸收光谱法;氨基酸:OPA FMOC 柱前衍生化。

1.4.2 硬度测定 本实验采用断裂力来表示硬度的大小,并进而评价油炸骨片酥脆度,结合预实验硬度测定结果和感官评定分析,发现骨片硬度值越小,其酥脆度越好。选择大小及形状尽可能一致的样品进行硬度测试,以减小误差,每个条件的样品选择 5 个平行样。采用 TA-XT2i 物性测试仪测定,测定条件为球形探头:P/0.255,上行速度为 2 mm/s,测试速度 1.5 mm/s,下行速度 5.0 mm/s,形变量 40%,每个批次采取 10 个样品进行平行测定,取其平均值为最终硬度值。

1.4.3 色差测定 采用 CR-400 色彩色差计测定色差。

$$\Delta E = [(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2]^{1/2}$$

其中 L 值表示亮度,其值越大亮度越大; a 值表示有色物质的红绿偏向,正值越大越偏向红色,而负值越小则越偏向绿色; b 值表示有色物质的黄蓝偏向,正值越大越偏向黄色,负值越小则越偏向蓝色^[12], ΔE 表示测试物品的颜色总变化。 L_0 、 a_0 、 b_0 分别是参照品的亮度值、红绿偏向值、黄蓝偏向值, L 、 a 、 b 分别是样品的亮度值、红绿偏向值、黄蓝偏向值^[13]。

1.4.4 感官评定方法 油炸试验的感官评定选取色泽(占总分值 30%)、组织形态(占总分值 30%)、口感(占总分值 40%)3 个感官指标进行感官评定,并对其进行感官加权,满分为 10 分。

1.4.5 香酥骨片含油量及含水量测定 采用万能粉碎机将香酥骨片打碎,用电子天平称取 1g 左右粉碎后样品,样品含油量采用索氏抽提法测定,样品含水量根据 GB/T5009.3-2003 测定,每项测定设定 3 个平行试验。

1.4.6 骨泥和淀粉的配比单因素试验 骨泥与淀粉的比例为 8:2(按湿重计),其中糯米粉与玉米淀粉的比例分别为 2:8、3:7、4:6、5:5、6:4、7:3、8:2,实验其他条件采用湿坯厚度为 1~1.5 mm,预干燥温度为 65℃,预干燥时间为 50 min,油炸温度为 170℃,油炸时间为 1min 来进行。

2 结果与分析

2.1 罗非鱼骨架的基本营养成分

罗非鱼骨架经过逐级粉碎后形成微细骨泥,对该

微细骨泥进行基本营养成分检测,其实测值见表 1。

表 1 罗非鱼骨泥基本营养成分(干基)

Tab. 1 Basic nutrition of Tilapia bone paste (dry base)

成分	质量分数/%
粗脂肪	47.16
粗蛋白	38.47
灰分	15.70
磷含量	2.71
钙含量	11.30

由表 1 知其粗蛋白质量分数近 40%,进一步的测定表明罗非鱼骨架中含有多种氨基酸,其中人体必需氨基酸占水解氨基酸总量的 39.34%,且含量较高,比例均衡(见表 2);其钙磷含量较高,再加上本文对骨泥的加工采用的是微细粉碎,较小的颗粒更利用钙磷在人体中的利用,特别适合作为容易缺钙的老人和儿童群体的保健休闲食品。

表 2 罗非鱼骨泥中氨基酸种类及含量(干基)

Tab. 2 Kinds and content of Amino acid in Tilapia bone paste (dry base)

氨基酸种类	质量分数(mg/100g)	氨基酸种类	质量分数(mg/100g)
天冬氨酸	1 572.68	酪氨酸	911.97
谷氨酸	3 096.88	半胱氨酸	230.37
丝氨酸	1 488.97	缬氨酸	1 524.76
组氨酸	608.55	蛋氨酸	844.94
甘氨酸	4 167.52	苯丙氨酸	1 163.78
苏氨酸	1 341.18	异亮氨酸	1 318.02
精氨酸	2 600.71	亮氨酸	2 408.42
丙氨酸	2 784.45	赖氨酸	2 649.51
脯氨酸	2 622.43		

2.2 淀粉与骨泥配比的确定

选择糯米粉、玉米淀粉复配粉作为添加粉,通过单因素实验确定糯米粉和玉米淀粉的合适配比。确定骨泥的添加质量分量为 80%(湿重),复配粉的比例为 20%,其中糯米粉与玉米淀粉的质量比例分别为 2:8、3:7、4:6、5:5、6:4、7:3、8:2,实验结果见图 1,其中糯米粉与玉米淀粉的比例分别对应图中 1、2、3、4、5、6、7。

从图 1 的结果可以看出,当复配的淀粉中玉米淀粉的含量较高时,如糯米粉与玉米淀粉的比例为 3:7 时,其油炸后的产品的结构性较强,油炸时原料水分大量蒸发,炸后水分含量较低,而水分的蒸发伴随

的是炸油大量进入水分蒸发后形成的孔状结构,使得炸后含油量较高,油炸制品的色差测定结果更偏向红黄色,但是硬度较小,质地较酥脆。随着复配粉中糯米粉含量的增加,其油炸后产品的膨化程度明显提高,产生疏松多孔的复杂结构锁住部分水分,使炸后产品的含水量不至过低,约4%(质量分数)左右,相应的制品的含油量也有所降低, α 值逐渐增大,产品由浅黄色变为红褐色,且硬度较之前者有些降低,韧性增大,但是由于其膨化度增加,总体口感蓬松酥脆,感官值较高。当糯米粉与玉米淀粉的配比为6:4时,湿坯炸后的含油量和含油量较低,且硬度值适中,口感酥脆,颜色金黄,色泽较好。随着糯米粉比例的进一步加大,由于糯米的粘度较大,湿坯的成型困难,且炸后膨化度过大,致使产品形状不佳,且韧性较大,口感较差。综合以上结果,选择糯米粉与玉米淀粉的最佳比例为6:4。

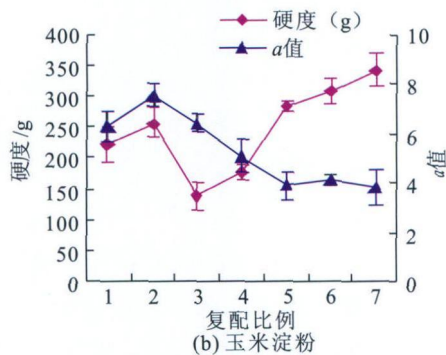
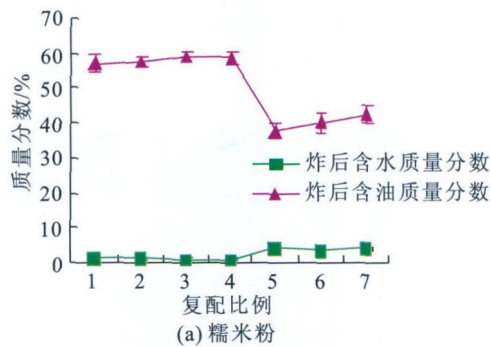


图1 糯米粉与玉米淀粉比例单因素实验结果

Fig. 1 Single factor experiment results of proportion of Glutinous rice powder with corn starch

2.3 骨片的熟化

2.3.1 预干燥不同时间样品含水量测试结果 湿坯预干燥后的特性较符合典型的干燥曲线,见图2。干燥前期含水量下降较快,干燥至50 min后,含水量下降较缓慢,趋于平衡。预干燥时间越长,湿坯

的颜色也越深,趋于黄褐色,且质地较硬。选择预干燥后湿坯水分相近的3个时间50、60、70 min,结合油炸温度和油炸时间进行正交时间,进一步确定骨片的熟制参数。

预干燥时间直接影响干坯的含水量,而干坯含水量对产品的膨化度的影响很大。原料的干物质含量越高其成品的含油率越低,因为原料的干物质含量越高,其组织越致密,原料含水率越低,油炸脱水时间越短,但是干坯含水量过高和过低均不利于产品膨化度的提高。这是因为当干坯含水量过多时,油炸膨化时很难在短时间内迅速将坯料中水分充分气化排出,造成产品膨化度低,口感发软,不酥脆;而当干坯中水分含量过低时,油炸膨化时则难以形成足够的喷射蒸汽,将食品组织膨胀起来。因此,为保证产品的膨化效果,干坯应有适宜的含水量^[11]。

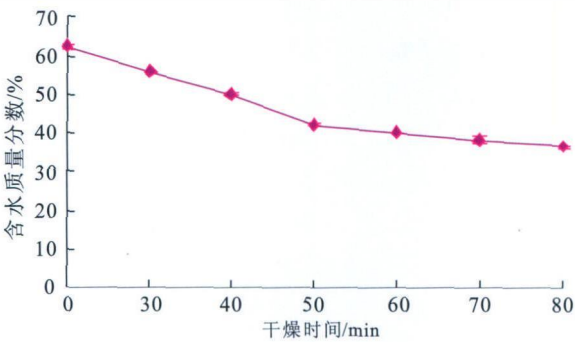


图2 预干燥不同时间后样品的含水量

Fig. 2 Moisture content of samples with different pre-drying time

2.3.2 正交试验结果及分析 根据本实验原料的特点,选择预干燥的温度为65℃,骨泥与淀粉的比例为8:2(按湿重计),糯米粉与玉米淀粉的比例为6:4,选择预干燥时间、油炸温度、油炸时间3个因素进行正交试验,以确定骨片熟化的最佳工艺条件。正交试验表见表3。

表3 骨泥熟化正交试验因素水平表

Tab. 3 Factors and levels of the orthogonal experiment of *Tilapia* Bone Chips

水平	因素		
	A 预干燥时间/ min	B 油炸温度/ ℃	C 油炸时间/ s
1	50	170	40
2	60	180	50
3	70	190	60

正交试验样品通过质构和色差的测定,结合感官评定,最终结果如下表4所示。

表4 油炸骨泥片正交试验 $L_9(3^3)$ 设计及结果表

Tab. 4 Table of Orthogonal test design on Tilapia Bone Chips $L_9(3^3)$

试验号	A 预干燥 时间/min	B 油炸 温度/℃	C 油炸 时间/s	硬度/ g	α 值	感官 评定值
1	1	1	1	369.5	5.44	6.6
2	1	2	2	321.8	5.50	8.7
3	1	3	3	368.4	5.65	8.0
4	2	1	2	535.6	4.75	6.6
5	2	2	3	531.0	5.64	7.3
6	2	3	1	514.1	5.77	7.0
7	3	1	3	521.0	5.69	5.6
8	3	2	1	523.0	6.30	5.3
9	3	3	2	525.5	7.65	4.6
K_1	1 059.7	1 426.1	1 406.6			
K_2	1 580.7	1 375.7	1 382.9			
K_3	1 569.4	1 408.0	1 420.3			
R	521.0	50.4	37.5			
K_1	16.59	15.88	17.51			
K_2	16.16	17.44	17.90			
K_3	19.64	19.07	16.98			
R	3.48	3.19	0.92			
K_1	23.3	18.8	18.9			
K_2	20.9	21.3	19.9			
K_3	15.5	19.6	20.9			
R	7.8	2.5	2.0			

对硬度、 α 值、感官评定值进行极差分析,其极差分析结果均为 $A > B > C$,即预干燥时间对产品的最终品质影响最大(见图2)。由硬度及感官的极差分析结果知,最佳预干燥时间为 A_1 ,即干燥 50 min 作为最佳条件;其次是油炸温度,油炸温度低,物料油炸时间长,水分散失慢,成品的含油量增加,但油温不易超过 200 ℃,因为油温过高会加速脂肪分解,产生的脂肪酸会溶解金属离子,成为分解油脂的催化剂,造成油脂酸败,缩短油脂的使用期^[15]。另外,高温会使油炸制品中的美拉德反应过度,严重影响产品的色泽,由3个指标的极差分析结果知,最佳油炸温度均为 180 ℃;再次为油炸时间,油炸时间过长,导致美拉德反应和焦糖化反应过度,产品出现焦褐色,且口感较苦,时间过短,水分来不及蒸发,骨泥片绵软,形状及口感较差,采用高温短时油炸效果较好,3个评定指标的极差结果各不相同,Amudha Senthil 等认为油炸食品的品质主要取

决于油脂食品的质构^[16],选择硬度最佳相对的油炸时间作为最优结果,即油炸时间 50 s。

综上,最优方案为 $A_1B_2C_2$,即预干燥时间为 50 min,油炸温度为 180 ℃,油炸时间为 50 s。

3 结 语

试验对采片后的罗非鱼骨架进行加工,通过粗磨、细磨、精磨、配料调制、油炸等一系列工艺,生产出营养价值高且美味可口的香酥油炸骨片。本文针对骨片熟化的几个关键工艺的参数进行了优化,其中选择糯米粉和玉米淀粉进行复配,通过单因素试验,确定糯米粉与玉米淀粉的适宜的复配比例为 6:4;湿坯预干燥的温度为 65 ℃,通过正交试验确定干燥时间为 50 min,油炸温度为 180 ℃,油炸时间为 50 s 为最佳工艺参数。

致谢:由衷感谢广西百洋集团有限公司为本研究提供原料,感谢无锡轻大食品装备有限公司为本

研究提供精密粉碎设备!

参考文献(References):

- [1] 崔和. 中国罗非鱼产业现状[J]. 海洋渔业. 2008(1):3-5.
CUI He. The status of China tilapia industry[J]. **Ocean and Fishery**. 2008(1):3-5. (in Chinese)
- [2] 段振华, 尚军, 徐松等. 罗非鱼的热风干燥特性及其主要成分含量变化研究[J]. 食品科学. 2006, 27(12):479-481.
DUAN Zhen-hua, SHANG Jun, XU Song, et al. Study on characteristics of hot-air drying of tilapia and its main components changes[J]. **Food Science**. 2006, 27(12):479-481. (in Chinese)
- [3] 张锋, 谭竹钧, 胡华平等. 利用罗非鱼头与骨制备鱼香风味物的研究[J]. 食品科技. 2008(8):111-114.
ZHANG Feng, TAN Zhu-jun, HU Hua-ping, et al. Study on preparing fish flavors using tilapia's head and bones[J]. **Food Science and Technology**. 2008(8):111-114. (in Chinese)
- [4] 李晓莉, 李萍, 林春燕等. 由罗非鱼排制备活性钙的研究[J]. 广东化工. 2004(6):5-7.
LI Xiao-li, LI Ping, LIN Chun-yan, et al. Preparation of activated calcium from tilapia bone[J]. **Guangdong Chemical Industry**. 2004(6):5-7. (in Chinese)
- [5] 赵谋明, 崔春, 刘珊. 低值鱼蛋白酶解产物制备不同肉香型热反应物[J]. 食品与生物技术学报. 2006, 25(3):1-7.
ZHAO Mou-ming, Cui Chun, LIU Shan. Study on different meat flavor synthesis by Maillard reaction from low-valued fish hydrolysates[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**. 2006, 25(3):1-7. (in Chinese)
- [6] 于洋, 方旭波. 罗非鱼皮明胶的制备及性质研究[J]. 中国食物与营养. 2009(1):26-29.
YU Yang, FANG Xu-bo. Research on preparation and the properties of gelatin made by tilapia skin[J]. **Food and Nutrition in China**. 2009(1):26-29. (in Chinese)
- [7] Akkasit Jongjareonrak, Saroot Rawdkuen, Manat Chaijan, et al. Chemical compositions and characterisation of skin gelatin from farmed giant catfish(Pangasianodon)[J]. **Food Science and Technology**. 2010(43):161-165. (in Chinese)
- [8] 郝记明, 刘书成, 张静等. 利用罗非鱼下脚料提取鱼油的工艺研究[J]. 食品工业科技. 2009, 30(7):207-211.
HAO Ji-ming, LIU Shu-cheng, ZHANG Jing, et al. Research on extraction of fish oil from tilapia byproduct[J]. **Science and Technology of Food Industry**. 2009, 30(7):207-211. (in Chinese)
- [9] 朱莉霞, 宁喜斌. 盐度和加曲量对罗非鱼片加工废弃物速酿鱼露的影响[J]. 食品与生物技术学报. 2005, 24(5):47-54.
ZHU Li-xia, NING Xi-bin. Effect of salinity and the percentages of Koji on fish sauce fermentation with wastes after sliced tilapia production[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**. 2005, 24(5):47-54. (in Chinese)
- [10] Jogeir Toppe, Anders Aksnes, Britt Hope, et al. Inclusion of fish bone and crab by-products in diets for Atlantic cod, *Gadus morhua*[J]. **Aquaculture**. 2006(253):636-645.
- [11] 张昕. 超微猪骨泥工艺及产品特性和应用的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2008.
- [12] 李娟, 袁信华, 过世东. 鱼骨休闲食品贮藏研究及货架寿命预测[J]. 食品与发酵工业. 2008, 34(6):155-159.
LI Juan, YUAN Xin-hua, GUO Shi-dong. Studies on the storage experiment and prediction of shelf-life of fishbone snack food[J]. **Food and Fermentation Industries**. 2008, 34(6):155-159. (in Chinese)
- [13] Nourian F, Ramaswamy H S. Kinetics of quality change during cooking and frying of potatoes[J]. **Journal of Food Process Engineering**. 2003, 26:395-411.
- [14] Amudha Senthil, R Ravi, K K Bhat, et al. Studies on the quality of fried snacks based on blends of wheat flour and soya flour[J]. **Food Quality and Preference**. 2002(13):267-273.
- [15] 张国治. 油炸食品生产技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005. 23-27.
- [16] Wilkinson C, Dijksterhuis G B, Minekus M. From food structure to texture[J]. **Trends in Food Science & Technology**. 2000(11):442-450.