

# 低吸油面包糠的制备工艺研究

罗水忠, 沈晓喻, 陈萨萨, 潘利华, 郑志, 宋树芳, 姜绍通

(安徽省农产品精深加工重点实验室, 合肥工业大学食品科学与工程学院, 安徽合肥 230009)

**摘要** [目的]制备低吸油率面包糠,以有效利用挂面面头,并为改进油炸食品质量提供新原料。[方法]以挂面面头为主要原料,以吸油率为考察指标,在单因素试验的基础上,进行4因素3水平正交试验,优化低吸油率面包糠的制备工艺,并比较分析了不同原料制备的面包糠的感官、吸油率、微观特性。[结果]低吸油率面包糠的适宜制备工艺条件为发酵温度28℃,发酵时间2.5h,烘烤时间30min,烘烤温度190℃,此条件下面包糠的吸油率为20.41%。面包糠的显微结构致密度与其吸油率高低密切相关。[结论]以挂面面头和面粉为主要原料制备低吸油率面包糠不仅拓展了挂面面头的应用市场,而且为油炸食品提供了新型的涂膜材料。

**关键词** 挂面面头;面包糠;低吸油;工艺优化

中图分类号 TS239 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)36-0132-04

## Study on Preparation Technology of Breadcrumbs with Low Oil Absorption Rate

LUO Shui-zhong, SHEN Xiao-yu, CHEN Sa-sa et al (Anhui Key Laboratory of Intensive Processing of Agricultural Products, School of Food Science and Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

**Abstract** [Objective] The aim was to effectively use Chinese-style white salted noodle ends and prepare breadcrumbs with low oil absorption rate, to provide new material for improving fried food quality. [Method] With Chinese-style white salted noodle ends as main raw materials, oil absorption rate as indicator, based on the single factor test, the four factors and three levels orthogonal experiment design was used to optimize the preparation technology of breadcrumbs with low oil absorption rate. The organoleptic qualities, oil absorption rate and microscopic characteristics of breadcrumbs processed by the different materials were compared, too. [Result] The results showed that lowest oil absorption rate of 20.41% was obtained when the breadcrumbs was processed under the optimum conditions as following: fermentation temperature of 28℃, fermentation time of 2.5 h, baking temperature of 190℃ and baking time of 30 min. There was a close relationship between the microstructure dense of breadcrumbs and its oil absorption rate. [Conclusion] It would expand the application of noodle ends from Chinese-style white salted noodle and provide a new coating for fried foods when the noodle ends from Chinese-style white salted noodle were processed into breadcrumbs with low oil absorption rate.

**Key words** Chinese-style white salted noodle ends; Breadcrumbs; Low oil absorption; Process optimization

油炸食品是通过介质油脂的热交换作用,使食品中淀粉糊化、蛋白质变性、水分逸出,具有多孔、酥脆、味美等特点的方便食品,一直备受国内外广大消费者的青睐<sup>[1-3]</sup>。然而,在油炸过程中,食品会吸收大量的油脂,从而导致油炸食品的油脂含量超标,有些含量甚至高达食品总重的1/3<sup>[4]</sup>。摄入过多油炸食品,存在使人发胖、增加患心脑血管疾病甚至癌症的风险<sup>[5]</sup>。同时,高吸油率严重影响着油炸食品的品质和生产成本<sup>[2]</sup>。因此,如何降低油炸食品的吸油率,提高其食用安全性和产品质量,是油炸食品生产者与消费者迫切期待解决的问题。当前,降低油炸食品吸油率主要有涂膜、改变油炸介质、物理脱油等方法<sup>[6-7]</sup>。其中,涂膜是在食品表面包裹一层多糖、蛋白质等胶体可食膜材料,这些胶体可食膜材料在油炸时能形成一层油脂渗透障碍层,从而有效地阻止油脂渗入食品内部,降低油炸食品的吸油率<sup>[8]</sup>。

面包糠是常用的油炸食品涂膜材料之一,它是以前面粉、淀粉、调味品等原料通过发酵、挤压、微波等方法制作而成,具有防止食品吸油、失水等功效<sup>[9-10]</sup>。面包糠不仅能够降低油炸食品的吸油量,而且赋予油炸食品艳丽的外观性状、诱人的纯正香味及独特的酥脆口感,已成为油炸食物、各式面包、西式糕点的常用原辅料<sup>[11-12]</sup>。

挂面俗称卷面,是我国及日韩等亚洲国家和地区居民的

主食之一。据统计,中国、日本等国家约40%的小麦用于生产挂面。挂面是我国各类面条中产量最大的传统粮食制品,占全部面条制品的90%左右<sup>[13]</sup>。挂面生产过程中,包括切条、挂条、上架、烘面、切断、计量、包装等单元,操作中不可避免地会产生断条即面头,面头占挂面生产投料量的10%~15%<sup>[14]</sup>。可见,有效处理挂面面头对降低挂面生产企业的生产成本,提高经济效益具有重要的现实意义。笔者拟以挂面面头为主要原料,通过酵母发酵方法制备低吸油率面包糠,为挂面面头的有效利用提供新方法,亦为油炸食品的质量改进提供新原料。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 供试原辅料:面头,安徽双福粮油工贸集团有限公司;面粉,安徽丰大股份有限公司;酵母粉,湖北安琪酵母股份有限公司;大豆油,南京邦基粮油有限公司;面包糠,无锡圣伦特国际贸易有限公司。主要仪器设备:QSB-200粉碎机,永康市乐趣工贸有限公司;JF-16发酵箱,广州市白云区童心利机械厂;DFL-11烘烤箱,广州得宝厨房设备有限公司;扫描电子显微镜,日本三洋电器集团。

## 1.2 方法

**1.2.1 面包糠的制备。**参考步营等<sup>[15]</sup>的方法制备面包糠,并略有改动。称取100.0g面头,用60℃温水浸泡30min,再加入130.0g面粉和2.3g酵母粉,揉制20min得到面团;将面团放入发酵箱,发酵一定时间,得到发酵面团;将发酵面团放入烘烤箱,烘烤一定时间,取出,冷却、干燥、粉碎并过20目筛,得到面包糠。

**1.2.2 影响面包糠吸油率的单因素试验。**以发酵温度30

**基金项目** 安徽省自然科学基金项目(1408085MKL18);安徽省科技攻关项目(1301032165)。

**作者简介** 罗水忠(1975-),男,江西九江人,副教授,博士,从事农产品加工研究。

**收稿日期** 2016-11-04

℃、发酵时间 3.0 h、烘烤温度 190 ℃、烘烤时间 30 min 为基础,固定其中 3 个参数值,改变另一参数值,分别考察了发酵箱中的发酵温度、发酵时间,以及烘烤箱中的烘烤温度、烘烤时间对面包糠吸油率的影响。其中,烘烤温度为上火温度,且下火温度均比上火温度低 10 ℃。

表 1 低吸油率面包糠最佳制备工艺  $L_9(3^4)$  正交试验因素水平设计

Table 1 Factors and levels in the  $L_9(3^4)$  orthogonal array design for optimal preparation technique of breadcrumbs with low oil absorption rate

水平 Level	因素 Factor			
	发酵温度(A) Fermentation temperature/℃	发酵时间(B) Fermentation time/h	烘烤时间(C) Baking time min	烘烤温度(D) Baking temperature ℃
1	28	2.5	28	185
2	30	3.0	30	190
3	32	3.5	32	195

**1.2.4 不同面包糠的吸油率比较。**以“1.2.3”获得的最优工艺制备面头面粉面包糠,并参照“1.2.1”面包糠的制备过程,分别以纯面粉或纯面头制作纯面粉面包糠和纯面头面包糠,比较分析面头面粉面包糠、纯面粉面包糠、纯面头面包糠、市售面包糠的吸油率。

**1.2.5 面包糠的显微观察。**将面头面粉面包糠、纯面粉面包糠、纯面头面包糠、市售面包糠烘干至水分含量小于 10%,通过导电胶薄片粘贴在样品柱上,抽真空、溅射金膜,然后在 20 kV 高压的条件下用电子显微镜观察它们的微观结构<sup>[16]</sup>。

**1.2.6 吸油率的检测。**参考步营等<sup>[17]</sup>的方法测定面包糠的吸油率:分别称取各种面包糠样品,在 165 ℃大豆油中油炸 1.5 min,过滤除油,滤渣转移至吸油纸上,更换滤纸至不再有油吸出,测定滤渣的质量。

$$\text{吸油率} = (\text{滤渣质量} - \text{样品质量}) / \text{样品质量} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

### 2.1 影响面包糠吸油率的单因素分析

**2.1.1 发酵温度对面包糠吸油率的影响。**在发酵时间 3.0 h、烘烤温度 190 ℃、烘烤时间 30 min 条件下考察不同发酵温度对面包糠吸油率的影响。从图 1 可以看出,面包糠的吸油率随着发酵温度的增加,呈先下降后上升,最后趋于平缓的趋势;当发酵温度为 30 ℃时,吸油率降到最低值 19.58%;发酵温度高于或低于 30 ℃,面包糠的吸油率都增大。究其原因,30 ℃是被试酵母的适宜生长繁殖温度,此温度条件下面团生长快,产气能力强,有利于蓬松面团的形成<sup>[18]</sup>。

**2.1.2 发酵时间对面包糠吸油率的影响。**在发酵温度 30 ℃、烘烤温度 190 ℃、烘烤时间 30 min 条件下考察不同发酵时间对面包糠吸油率的影响。由图 2 可以看出,面包糠的吸油率随着发酵时间的延长,呈先下降后上升的趋势;当发酵时间为 3.0 h 时,吸油率降到最低值 18.32%,发酵时间大于或小于 3.0 h,面包糠的吸油率都更大。究其原因,发酵时间过短,面团未充分发酵成蓬松面团,制作出来的面团比较坚硬,而发酵时间过长,面团会产生湿黏、脆裂、鼓气等现象,从而导致面包糠的吸油率增大<sup>[19]</sup>。

**2.1.3 烘烤温度对面包糠吸油率的影响。**在发酵温度 30

**1.2.3 影响面包糠吸油率的正交试验优化。**在影响面包糠吸油率的单因素试验结果的基础上,以发酵温度、发酵时间、烘烤时间和烘烤温度为因素,以面包糠吸油率为评价指标,采用  $L_9(3^4)$  正交试验(表 1),优化低吸油率面包糠的最佳制备工艺参数。

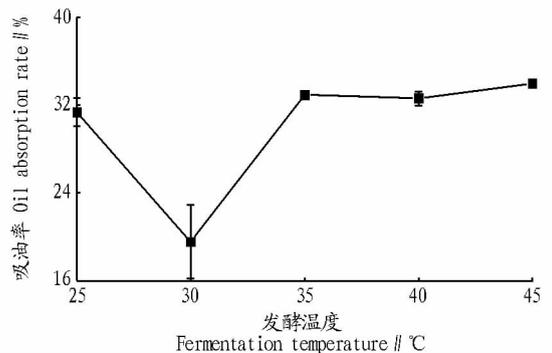


图 1 发酵温度对面包糠吸油率的影响

Fig. 1 Effect of fermentation temperature on breadcrumbs oil absorption rate

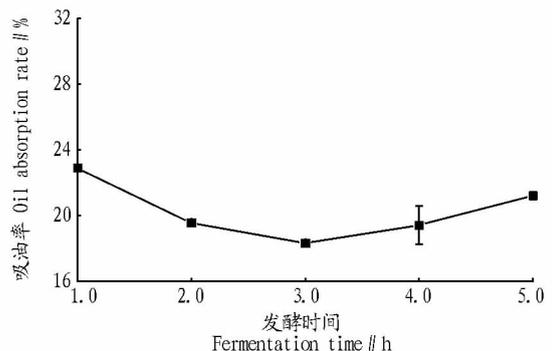


图 2 发酵时间对面包糠吸油率的影响

Fig. 2 Effect of fermentation time on breadcrumbs oil absorption rate

℃、发酵时间 3.0 h、烘烤时间 30 min 条件下考察不同烘烤温度对面包糠吸油率的影响。由图 3 可见,面包糠的吸油率随烘烤温度的增加,呈先上升后下降再上升的趋势;当烘烤温度为 190 ℃时,吸油率达到最低值 19.07%,电烤温度高于或低于 190 ℃,面包糠的吸油率都更大。究其原因,温度过低,面团烘烤不充分,而温度过高,面团容易烤焦,面团会产生湿黏、脆裂、鼓气等现象<sup>[19]</sup>,不利于面包糠的制备。

**2.1.4 烘烤时间对面包糠吸油率的影响。**在发酵温度 30 ℃、发酵时间 3.0 h、烘烤温度 190 ℃条件下考察不同烘烤时

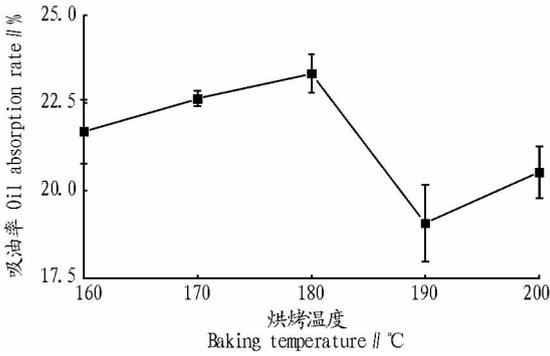


图3 烘烤温度对面包糠吸油率的影响

Fig.3 Effect of baking temperature on breadcrumbs oil absorption rate

间对面包糠吸油率的影响。由图4可以看出,面包糠的吸油率随着烘烤时间的增加,呈先下降后上升的趋势;当烘烤时间为30 min时,吸油率降到最低值18.85%,烘烤时间大于或小于30 min,面包糠的吸油率都更大。究其原因,烘烤时间过短,面团烘烤不充分,胶凝性弱;烘烤时间延长,面包糠本身失水过度<sup>[10]</sup>。

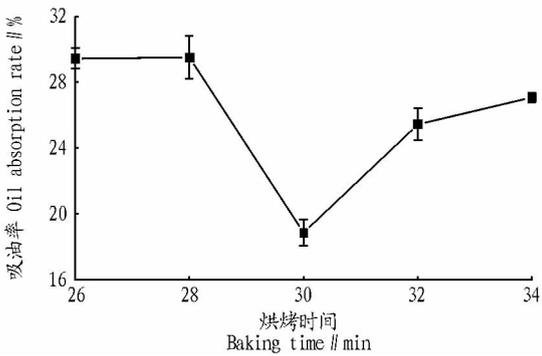


图4 烘烤时间对面包糠吸油率的影响

Fig.4 Effect of baking time on breadcrumbs oil absorption rate

2.2 影响面包糠吸油率的正交试验结果分析 表2的极差分析结果表明,影响面包糠吸油率的主次因素顺序依次为

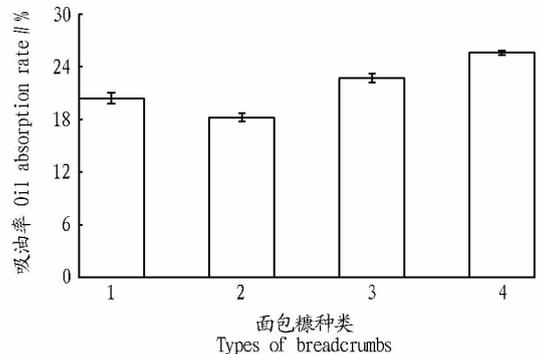
表2 低吸油率面包糠最佳制备工艺正交试验结果

Table 2 Experimental results of orthogonal array design for optimal preparation technique of breadcrumbs with low oil absorption rate

试验号 Test No	因素 Factors				吸油率 Oil absorption rate / %
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	32.29
2	1	2	2	2	33.27
3	1	3	3	3	31.25
4	2	1	2	3	26.60
5	2	2	3	1	21.39
6	2	3	1	2	25.29
7	3	1	3	2	25.45
8	3	2	1	3	22.45
9	3	3	2	1	24.16
$k_1$	32.27	28.11	26.68	25.95	
$k_2$	24.43	25.70	28.01	28.00	
$k_3$	24.02	26.90	26.03	26.77	
R	8.25	2.41	1.98	2.05	

发酵温度、发酵时间、烘烤温度、烘烤时间。以重复试验的平均偏差作为误差项<sup>[20]</sup>,对表2结果进行方差分析,结果可知,发酵时间、发酵温度、烘烤时间和烘烤温度均高度显著( $P < 0.01$ ),方差分析所得的最佳组合条件为 $A_1B_1C_2D_2$ ,而表2得出的最优组合为 $A_2B_2C_3D_1$ ,对这2组组合进行验证,吸油率分别为 $(20.41 \pm 0.08)\%$ 和 $(21.64 \pm 0.40)\%$ ,因此以挂面馒头和面粉为主要原料制备的面头面粉面包糠的最优组合条件为 $A_1B_1C_2D_2$ ,即发酵温度28℃,发酵时间2.5 h,烘烤时间30 min,烘烤温度190℃。

2.3 不同面包糠的特性比较 对面头面粉面包糠、纯面粉面包糠、纯面头面包糠以及市售面包糠的感官、吸油率、微观结构进行比较,结果发现,面头面粉面包糠呈金黄色,色泽均匀有光泽,具有浓郁的面包香味,无焦味和异味,颗粒状,大小均一,附着性较好;纯面粉面包糠呈金黄色,略显白色,具有浓郁的面包香味,无焦味和异味,颗粒状,大小均一,附着性较好;纯面头面包糠呈金黄色,焦香味,无异味,颗粒状,大小均一,附着性一般;市售面包糠呈橙黄色,无味,大小均一,片状,附着性一般。由图5可知,吸油率最大的是市售面包糠,高达25.60%;其次是纯面头面包糠,吸油率22.70%;再次是面头面粉面包糠,吸油率20.42%;而纯面粉面包糠的吸油率最小,为18.22%。尽管面头面粉面包糠的吸油率稍高于纯面粉面包糠的吸油率,但其制作成本远低于纯面粉面包糠的制作成本;与市售面包糠相比,面头面粉面包糠具有更低的吸油率优势。微观观察发现,面头面粉面包糠结构疏松,显微条索状结构,空腔较大且不太规则(图6A);纯面粉面包糠结构疏松,呈圆形空腔且稍小(图6B);纯面头面包糠结构致密,显微短棒状,空腔少见(图6C);市售面包糠结构更紧密,显微片状结构(图6D)。结合图5和图6的结果可以看出,面包糠的吸油率与其显微结构密切相关,显微结构越致密,其吸油率越高。

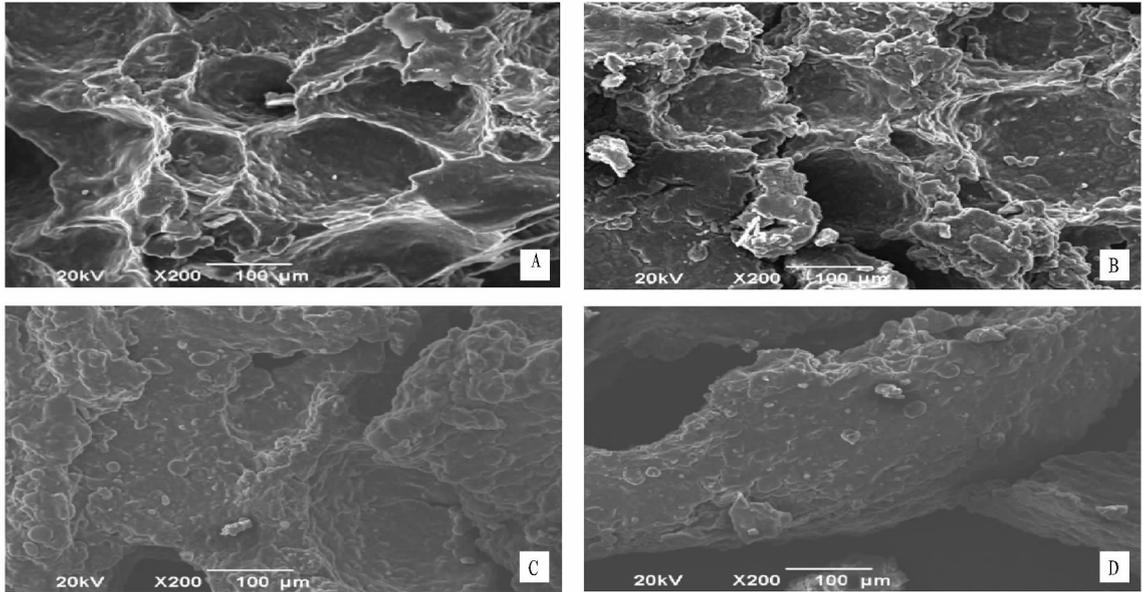


注:1,2,3,4 分别为面头面粉面包糠、纯面粉面包糠、纯面头面包糠及市售面包糠。

Note: 1,2,3,4 are breadcrumbs made from noodle end and flour, breadcrumbs made from flour only, breadcrumbs made from noodle end only, breadcrumbs purchased from the market respectively.

图5 不同面包糠的吸油率

Fig.5 Oil absorption rate of different types of breadcrumbs



注:A、B、C、D 分别为面头面粉面包糠、纯面粉面包糠、纯面头面包糠及市售面包糠。

Note: A, B, C, D are breadcrumbs made from noodle end and flour, breadcrumbs made from flour only, breadcrumbs made from noodle end only, breadcrumbs purchased from the market respectively.

图 6 不同面包糠的电子显微图

Fig. 6 Electron micrographs of different types of breadcrumbs

### 3 结论与讨论

该试验得出,发酵温度、发酵时间、烘烤温度、烘烤时间对低吸油面包糠的吸油率有显著影响,低吸油面头面粉面包糠的最优制备工艺条件为发酵温度 28 ℃,发酵时间 2.5 h,烘烤温度 190 ℃,烘烤时间 30 min,此条件下该面包糠的吸油率为 20.41%。显微结构越致密的面包糠,其吸油率越高。以挂面面头和面粉为主要原料,以酵母粉为发酵剂,通过烘烤制备的低吸油面头面粉面包糠不仅降低了面包糠本身的生产成本,而且拓展了挂面面头的应用领域,这有助于提高挂面生产企业的经济效益,并为油炸食品提供了新的健康涂膜材料。

### 参考文献

- [1] 盛占武, 鄯晋晓, 刘树立. 油炸食品含油率研究[J]. 粮油与油脂, 2007(1):18-20.
- [2] 杜冰冰, 徐振辉. 油炸食品的健康食用[J]. 肉类研究, 2008(9):50-52.
- [3] 何健. 降低油炸食品含油率的研究[J]. 食品科技, 2002(6):20-22.
- [4] MELEMA M. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods [J]. Trends in food science and technology, 2003, 14(9):364-373.
- [5] TAVERAS E M, BERKEY C S, RIFAS-SHIMAN S L, et al. Association of consumption of fried food away from home with body mass index and diet quality in older children and adolescents [J]. Pediatrics, 2005, 116(4):518-524.
- [6] 赵勇. 降低油炸食品含油量的研究[D]. 重庆:西南大学, 2008.

- [7] 孙克俭. 浅谈上浆和裹涂食品的配料[J]. 食品研究与开发, 2001, 22(6):34-36.
- [8] 张翠华. 降低油炸食品吸油率的有效方法[J]. 粮食流通技术, 2009(2):34-36.
- [9] SUDERMAN D R, CUNNINGHAM F E. Batter and breading technology [M]. Westport, Conn.: AVI Publishing Company, 1983.
- [10] TIREKI S, SUMNU G, ESIN A. Production of bread crumbs by infrared-assisted microwave drying [J]. European food research and technology, 2006, 222(1/2):8-14.
- [11] KULP K, LOEWE R. Batters and breadings in food processing [M]. St. Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists Inc., 1990:143-152.
- [12] 王淑珍, 李井军. 复酥脆性煎炸粉研制[J]. 食品科学, 1996, 18(8):54-59.
- [13] 申连芳, 陆启玉. 我国挂面行业的现状及发展趋势[J]. 粮食与食品工业, 2011, 18(1):4-5, 10.
- [14] 张建军, 刘秀茹, 晁素花. 挂面面头利用问题的研究[J]. 面粉通讯, 2007(4):33-38.
- [15] 步营, 于玲, 朱文慧, 等. 低吸油面包屑的研制[J]. 中国食品添加剂, 2010(4):247-250.
- [16] 郑大朋. 面包糠挤压膨化工艺研究[D]. 福州:福建农林大学, 2012.
- [17] 步营, 于玲, 朱文慧, 等. 小麦胚芽粉对面包屑品质影响的研究[J]. 粮食加工, 2010, 35(3):75-76.
- [18] 张磊, 梁团结, 张昭洋. 影响面团发酵的因素[J]. 面粉通讯, 2005(5):36-37.
- [19] 马勇. 面包发酵监控及品质检测研究[D]. 无锡:江南大学, 2013.
- [20] 潘丽军, 陈锦权. 试验设计与数据处理 [M]. 南京:东南大学出版社, 2008:156-158.

(上接第 131 页)

- [27] LYBERG A M, ADLERCREUTZ P. Lipase-catalysed enrichment of DHA and EPA in acylglycerols resulting from squid oil ethanolsis[J]. Eur. J Lipid Sci Technol, 2008, 110(4):873-877.
- [28] SATIO H, SAKAI M, WAKABAYASHI T. Characteristics of the lipid and fatty acid compositions of the Humboldt squid, *Dosidicus gigas*: The troph-

ic relationship between the squid and its prey[J]. Eur. J Lipid Sci Technol, 2014, 116(3):256-263.

- [29] 解军, 牛勃, 王惠珍, 等. 鲑鱼肝脏中大分子核酸的组成及分离纯化条件研究[J]. 中国药物与临床, 2002, 2(1):7-9.
- [30] 李丽, 朱亚珠. 鲑鱼内脏综合利用新工艺[J]. 浙江国际海运职业技术学院学报, 2010, 6(2):21-23.