

青稞微波蛋糕预拌粉研制

丁捷¹, 何江红^{1*}, 黄益前¹, 肖猛¹, 杨开俊², 安攀宇¹, 何莲¹

(1.四川旅游学院食品科学系, 四川成都 610100;

2.甘孜州农科所, 四川甘孜 626000)

摘要:实验以青稞作为主要原料, 采用正交实验方法优选出青稞微波蛋糕预拌粉最佳配方。所得最佳配方为: 以1000g中筋粉计, 青稞粉添加量为20%, 糖粉添加量为35%, 蛋清粉添加量为10%, 全脂奶粉添加量为6%, 分子蒸馏单甘脂添加量为0.4%、黄原胶添加量为0.1%、泡打粉添加量为0.3%、粉末油脂添加量为1%。此配方条件下, 青稞微波蛋糕表面油润, 色泽鲜艳, 富有光泽; 外形饱满, 切面呈细密的蜂窝状; 口感松软香甜, 有弹性且具备适宜的青稞特有风味。

关键词:青稞微波蛋糕, 预拌粉, 配方优化

Processing the technique for microwave cake premixed flour of highland barley

DING Jie¹, HE Jiang-hong^{1*}, HUANG Yi-qian¹, XIAO Meng¹, YANG Kai-jun², An Pan-yu¹, HE Lian¹

(1.Sichuan Tourism University Department of Food Science, Chengdu 610100, China;

2.Ganzi Prefecture Agricultural Science Institute, Ganzi 626000, China)

Abstract: Highland barley as material, orthogonal experimental method was used to optimize the best formula of microwave cake premixed flour. In 1000 grams AP-flour, the optimal formula was highland barley powder (20%), powdered sugar (35%), hens egg white power (10%), cream milk powder (6%), monoglycerides (0.4%), xanthan gum (0.1%), baking powder (0.3%), powder oil (1%). Under above conditions, the highland barley microwave cake was bright in color. This cake had the right highland barley flavor and good mouth feel. Its appearance was specification and normally uplift and even microstructure.

Key words: highland barley microwave cake; cake premixed flour; the optimum formula

中图分类号: TS213.2+3

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2015)10-0301-06

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.10.055

青稞是大麦的变种, 是生长在我国西部地区特别是西藏、青海、甘肃等地的一种高产量高原谷类作物; 因其符合高蛋白、高纤维、高维生素和低脂肪、低糖的饮食结构, 同时富含微量元素、多糖等, 具有抗癌、降血脂、降血糖等功效^[1]。近年来, 随着青稞丰富的营养价值和突出的医药保健作用得到现代医学的证实^[2], 青稞这种最具高原特色的谷类作物越来越受到人们的青睐。但长期以来青稞主产区主要将青稞加工成青稞酒、青稞糌粑等藏区特色食品, 市场接受度较差。而目前研发热点如青稞麦芽产品、青稞β-葡聚糖、麦绿素、膳食纤维等系列保健产品, 由于市场空间较小等因素, 也没充分发挥其营养保健作用。因此, 青稞作为一种特色的杂粮作物, 其加工前景还在于日常大众化食品的研究与开发。何李等利用青稞粉和面粉作为主要原料, 加入奶油、鸡蛋等辅料研究开发了风味较佳的青稞饼干^[3]。刘新红等通过考察加

水量、蛋糕油、木糖醇、谷氨酰胺转氨酶的添加对青稞蛋糕品质的影响, 优化了青稞蛋糕的配方, 确定了青稞蛋糕加工工艺参数^[4]。本课题重点研究青稞粉在家庭方便微波食品中的应用, 运用家庭普及率较高的微波炉, 研发以青稞粉为主要原料的微波蛋糕预拌粉, 使消费者通过简单操作即可方便地制作出高品质的青稞蛋糕, 降低制作难度和失败率。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

实验室自制40目青稞粉 原料康青4号, 四川省阿坝甘孜州; 风筝牌中筋面粉 山东潍坊; 雀巢全脂奶粉 黑龙江双城; 舒克曼特细糖粉 广东广州; 九州天瑞科技巴氏杀菌烘焙蛋清粉 北京; 中盐深井碘盐 四川自贡; 贝奥BZ-100蛋糕杯(杯口直径4.5cm×4.0cm) 浙江温州; 纯净水 实验室自制; 分子蒸馏单甘酯 美晨集团股份公司, 食品级; 黄原

收稿日期: 2014-08-04

作者简介: 丁捷(1985-), 女, 硕士, 讲师, 研究方向: 食品加工与贮藏。

* 通讯作者: 何江红(1964-), 女, 本科, 教授, 研究方向: 食品工艺。

基金项目: 四川省科技厅应用基础研究计划项目(2013JY0084); 烹饪科学四川省高校重点实验室重点项目(13LA01)。

胶 淄博中轩生化有限公司, 食品级; 泡打粉 广西桂林市兴安食化厂, 食品级; 粉末油脂 武汉和力兴经贸有限公司, 食品级。

MM721NH1-PW型旋转式玻璃托盘家用微波炉 美的集团股份有限公司; YP-N型电子天平 上海精密仪器仪表有限公司; JMTY型面包体积测定仪 杭州大吉光电仪器有限公司。

1.2 青稞微波蛋糕加工工艺

本实验所采用的蛋糕基本原辅料配比^[2]如下: 预拌粉: 纯净水=5:1 (质量/体积)。蛋糕预拌粉分为AB两包, 将蛋清粉、糖粉、食盐、分子蒸馏单甘酯、黄原胶、泡打粉混合均匀后密封包装, 形成A包; 将青稞粉、中筋粉、粉末油脂、全脂奶粉混合均匀后密封包装, 形成B包。在蛋糕制作过程中只需将A包粉加水后慢速搅拌10~15min, 至待糖全部溶化后, 再全速搅拌10min; 之后将B包粉加入其中搅拌调制成面糊; 再将面糊迅速灌模至一次性蛋糕纸杯后放入家用微波炉微波中火 (即只输出额定功率的50%~60%) 烘烤2~3min后冷却, 即得到成品。

工艺流程如下所示:

A包加水搅拌→混合B包→调制面糊→灌模 (入模量占模体积2/3即可)→微波烘烤→冷却→成品

1.3 预拌粉产品配方的确定

1.3.1 基础配方 以1000g中筋粉计, 选择预拌粉基础配方中青稞粉、糖粉、蛋清粉和全脂奶粉添加量四个因素^[5-6]进行 $L_9(3^4)$ 正交实验 (见表1), 考察打发体积、打发时间、蛋糕比容、蛋糕感官品质4个指标, 通过综合平衡法^[7-8]对其正交实验结果进行分析, 确定最佳预拌粉产品配方。每组处理做三次平行实验, 每次平行实验均同时放置4杯蛋糕面糊进入700W旋转式托盘微波炉中火 (微波功率700W, 微波频率2450MHz) 烘焙2.5min。

表1 预拌粉基础配方 $L_9(3^4)$ 实验因素与水平

Table 1 Code factors and their coded levels of the $L_9(3^4)$ orthogonal test for the basic prescription

水平	因素			
	A 青稞粉 (%)	B 糖粉 (%)	C 蛋清粉 (%)	D 全脂奶粉 (%)
1	40	30	5	4
2	30	35	10	6
3	20	40	15	8

1.3.2 添加剂配方 在确定预拌粉基础配方的条件

下, 改变分子蒸馏单甘酯、黄原胶、泡打粉、粉末油脂添加量^[9-10]进行 $L_9(3^4)$ 正交实验 (见表2), 考察蛋糕比容、蛋糕感官品质2个指标, 进行方差分析, 确定最佳预拌粉添加剂配方。每组处理做三次平行实验, 每次平行实验均同时放置4杯蛋糕面糊进入700W旋转式托盘微波炉中火 (微波功率700W, 微波频率2450MHz) 烘焙2.5min。

表2 预拌粉添加剂配方 $L_9(3^4)$ 实验因素与水平

Table 2 Code factors and their coded levels of the $L_9(3^4)$ orthogonal test for the compound additives

水平	因素			
	A 分子蒸馏单甘酯 (%)	B 黄原胶 (%)	C 泡打粉 (%)	D 粉末油脂 (%)
1	0.2	0.05	0.25	1
2	0.4	0.10	0.30	2
3	0.6	0.15	0.35	3

1.4 指标测定方法

1.4.1 打发体积 用比重法测定浆料打发的最大体积, 即浆料比重最小时的体积 (cm^3)。

浆料比重=一定体积浆料的重量/同体积水的重量。

1.4.2 打发时间 浆料从快速打发开始至打发到最大体积为止所需要的时间 (min)。

1.4.3 蛋糕比容 采用面包体积测定仪测定。其计算公式: 蛋糕比容 (cm^3/g) = 成品蛋糕体积/成品蛋糕重量。

1.4.4 蛋糕的感官品质 蛋糕的感官品质包括外观、弹性、截面组织和风味。采用十分制评分, 由10位经验丰富的专业人员对每次实验产品逐项品尝打分, 各感官指标得分均取10人评分的平均值, 4项指标的和为蛋糕感官品质评分。具体评分标准见表3^[11-12]。

1.5 数据处理与分析

实验各处理均重复3次, 采用Excel软件求其平均值和标准差, 正交实验极差与方差分析采用DPS 7.55数据处理系统完成。

2 结果与分析

2.1 预拌粉基础配方

青稞具有很高的营养价值和保健功能, 但青稞粉中面筋蛋白含量低、支链淀粉含量高的特点导致加工过程中物料粘度高, 保持气体性能差, 烘焙工艺性能受到极大的限制^[13-15]。因此青稞粉在整个预拌粉配方中的比例大小直接影响最终产品品质。糖粉是

表3 蛋糕感官品质评分标准

Table 3 The grading system about the organoleptic quality of cake

项目	满分	评分标准
外观	10	表面油润, 顶部和墙部呈金黄色, 底部呈红棕色, 色泽鲜艳, 富有光泽, 无焦糊, 杯形饱满, 表面有细密的小麻点, 不黏边, 无破碎, 无崩塌为8~10分。中等为4~8分; 色泽发暗、发灰、表面粗糙、变形严重1~4分。
弹性	10	口感松软, 发起均匀糅合, 弹性不硬为8~10分, 一般为4~8分; 较差为1~4分。
截面组织	10	切面呈细密的蜂窝状, 无大空洞, 无硬块为8~10分。中等为4~7分; 气孔大而均匀1~4分。
风味	10	有适宜的青稞特有风味, 香甜爽口为8~10分; 青稞风味过浓或过淡, 较爽口为4~8分; 异味, 不爽口为1~4分。
总分	40	

制作蛋糕的主要原料,对蛋糕的色香味形均有较大影响,用量不足时,烘烤蛋糕时体积膨胀较慢,且成品表面色泽较浅、香气和风味较差;而用量过多,在烘烤时体积会过度膨胀导致蛋糕组织过于蓬松,在冷却时顶面易向下塌陷,体积缩小,组织粗糙,且色泽较深、风味甜腻^[7]。蛋清粉在微波蛋糕中主要工艺性能是蛋清的胶体性质经物理搅打裹进大量空气与其他原料一起形成蛋泡糊^[8]。全脂奶粉可提高蛋糕的营养价值,改善蛋糕的组织 and 风味,延缓其老化,是良好的着色剂。本实验旨在研究一种加水即可制作微波蛋糕的预拌粉,因此必须通过添加糖粉、蛋清粉、全脂奶粉来替代常规蛋糕制作过程中的配料过程。实验中将以上原料进行复配添加到中筋面粉中,按L₉(3⁴)正交设计进行实验,实验结果如表4所示。

计算各因素各水平下每项实验指标的数据和K以及平均值,并计算极差R,分别得出各因素的主次和最优组合条件。由表4可以看出,由于4个指标单独分析得到的优化条件不一致,必须根据因素的影响主次顺序综合考虑,确定出最优组合。对于因素A青稞粉添加量,其对所有考察指标影响大小均排第一位,是影响产品质量的关键因素,因此可取A₁或A₃。但取A₁时,打发时间比取A₃延长了57.63%,而打发体积、蛋糕比容分别下降了64.75%、57.22%;从蛋糕感官品质评分指标看,取A₃比A₁得分高,故A因素取A₃。对因素B糖粉添加量而言,其对感官品质和打发体积的影响排在第二位,均取B₂较好;其对打发时间和蛋糕比容的影响排在第四位为次要;因此应以感官品质和打发体积这两个指标进行考虑,选取B₂。对因素

表4 预拌粉基础配方L₉(3⁴)正交实验结果分析
Table 4 Analysis of the L₉(3⁴) orthogonal test for the basic prescription

实验号	因素				指标				
	A 青稞粉 (%)	B 糖粉 (%)	C 蛋清粉 (%)	D 全脂奶粉 (%)	打发体积 (cm ³)	打发时间 (min)	蛋糕比容 (cm ³ /g)	蛋糕感官品质	
1	1	1	1	1	69.03	20	2.61	26.60	
2	1	2	2	2	68.12	17	3.14	28.07	
3	1	3	3	3	70.12	22	3.25	26.58	
4	2	3	2	3	90.32	11	3.82	30.78	
5	2	2	3	1	96.12	13	3.55	31.74	
6	2	1	1	2	93.23	9	4.11	30.45	
7	3	3	3	2	100.11	7	4.92	31.61	
8	3	2	1	3	129.22	8	4.88	35.09	
9	3	1	2	1	112.14	10	4.35	35.10	
打发体积	K ₁	69.09	86.49	97.16	92.43				
	K ₂	93.22	97.82	90.19	87.15				
	K ₃	113.82	91.83	88.78	96.55				
	R	40.29	10.21	7.54	8.47				
	因素主→次			A>B>D>C					
最优组合条件			A ₃ B ₂ C ₁ D ₃						
打发时间	K ₁	19.67	12.67	12.33	14.33				
	K ₂	11	12.67	12.67	11				
	K ₃	8.33	13.67	14	13.67				
	R	10.21	0.9	1.5	3				
	因素主→次			A>D>C>B					
最优组合条件			A ₁ B ₃ C ₃ D ₁						
蛋糕比容	K ₁	3	3.78	3.87	3.5				
	K ₂	3.83	3.86	3.77	4.06				
	K ₃	4.72	3.9	3.91	3.98				
	R	1.55	0.11	0.12	0.5				
	因素主→次			A>D>C>B					
最优组合条件			A ₃ B ₃ C ₃ D ₂						
蛋糕感官品质	K ₁	27.08	29.66	30.71	31.15				
	K ₂	30.99	31.63	31.32	30.04				
	K ₃	33.93	30.71	29.98	30.82				
	R	6.17	1.77	1.21	0.99				
	因素主→次			A>B>C>D					
最优组合条件			A ₃ B ₂ C ₂ D ₁						

C蛋清粉添加量而言,其对感官品质、蛋糕比容和打发时间的影响排在第三位,其对打发体积的影响排在第四位为次要,可不予考虑,故可取C₂或C₃;但进一步分析发现,C取C₃时,虽然蛋糕比容最大且打发时间最短,但蛋糕感官质量评分最低,综合考虑C因素取C₂。对D因素全脂奶粉添加量而言,其对蛋糕感官品质和打发时间的影响较小;但其对打发时间和蛋糕比容的影响排在第二位,因此可取D₁或D₂;取D₁时,打发时间比取D₂延长了23.26%,但蛋糕比容下降了15.79%,故D因素取D₂。

因此本实验的优化组合为A₃B₂C₂D₂,即青稞粉添加量为20%,糖粉添加量选择35%,蛋清粉添加量为10%,全脂奶粉添加量为6%。由于此优化组合不在9次实验中,故选取正交实验中各项指标较佳的3个组合与组合A₃B₂C₂D₂一起进行对比验证实验(见表5),实验结果表明优化组合A₃B₂C₂D₂产品品质优于正交实验中产品品质较佳的组合。

表5 预拌粉基础配方验证实验结果

Table 5 Experiment result of the verification test for the basic prescription

组合条件	实验结果			
	打发体积 (cm ³)	打发时间 (min)	蛋糕比容 (cm ³ /g)	蛋糕感官品质
A ₃ B ₃ C ₃ D ₂	100.11	7	4.92	31.61
A ₃ B ₂ C ₁ D ₃	129.22	8	4.88	35.09
A ₃ B ₁ C ₂ D ₁	112.14	10	4.35	35.10
A ₃ B ₂ C ₂ D ₂	129.55	7	4.75	36.10

2.2 预拌粉复合添加剂配方

微波蛋糕虽然具有加工简便迅速的特点,但其

产品质量受到原料质量、烘焙容易、蛋糕大小、形状、摆放位置等多方面的影响,单纯依靠在蛋糕基本配方或工艺调整,往往容易出现体积小、口感干硬、组织粗糙、风味不平衡等问题。因此需要添加一些能保持水分和稳定蛋糕结构的添加剂^[19-20]。分子蒸馏单甘酯可渗透入淀粉颗粒内与直链淀粉结合成螺旋状组织,保持水分的同时扩大蛋糕浆中油脂的表面积,增加淀粉的润滑作用;作为乳化剂,还可增强蛋清粉起泡能力,增加蛋糕体积^[21-22]。黄原胶可在冷水中快速水化,形成高粘度和高稳定性的胶体,可帮助A包中其他成分有效均匀分散,形成稳定结构,使蛋糕的表面较光滑^[23-24]。泡打粉作为化学膨松剂,可有效增加蛋糕体积,使其结构松软,组织内部气孔细小均匀^[25]。粉末油脂可以使面筋蛋白和淀粉颗粒润滑柔软,改善蛋糕口感,增加风味。已有研究表明,将上述添加剂复配后加入预拌粉中,使蛋糕组织更蓬松,有效改善了微波蛋糕容易体积小、口感干硬、组织粗糙、风味不平衡等缺点^[26-27]。

本实验将对以上添加剂进行复配添加,其正交实验结果见表6。由此可知各因素对蛋糕比容影响的主次顺序为C>A>B>D,即泡打粉添加量对青稞微波蛋糕的比容影响最大,其次是分子蒸馏单甘酯和黄原胶添加量,粉末油脂的用量影响最小。各因素的优水平组合为A₂B₂C₂D₂,即分子蒸馏单甘酯添加量为0.4%、黄原胶添加量为0.1%、泡打粉添加量为0.3%、粉末油脂添加量为2%,青稞微波蛋糕比容较大。方差分析结果(表7)表明,各因素对蛋糕比容影响均未达到显著水平。

以青稞微波蛋糕感官品质评分为指标,由极差值可知,各因素对蛋糕的感官品质评分影响的主次顺序为A>C>B>D,即分子蒸馏单甘酯添加量对青稞

表6 预拌粉复合添加剂配方L₉(3⁴)正交实验结果分析Table 6 Analysis of the L₉(3⁴) orthogonal test for the compound additives

实验号	因素				实验结果	
	A 分子蒸馏单甘酯 (%)	B 黄原胶 (%)	C 泡打粉 (%)	D 粉末油脂 (%)	蛋糕比容 (cm ³ /g)	蛋糕感官品质
1	1	1	1	1	3.61	24.23
2	1	2	2	2	4.34	28.98
3	1	3	3	3	3.25	24.86
4	2	3	2	3	4.82	33.77
5	2	2	3	1	3.95	34.73
6	2	1	1	2	4.21	31.49
7	3	3	3	2	3.92	31.11
8	3	2	1	3	4.18	33.10
9	3	1	2	1	4.25	34.06
蛋糕比容	K ₁	3.73	4.12	4.00	3.94	
	K ₂	4.33	4.16	4.47	4.16	
	K ₃	4.12	3.90	3.71	4.08	
	R	0.59	0.25	0.76	0.22	
蛋糕感官品质	K ₁	26.02	29.71	29.61	31.01	
	K ₂	33.33	32.27	32.27	30.53	
	K ₃	32.76	30.13	30.23	30.58	
	R	7.31	2.57	2.66	0.48	

表7 预拌粉复合添加剂配方蛋糕比容方差分析表(完全随机模型)

Table 7 Variance analysis of the cake volume for the compound additives (Completely random model)

变异来源	平方和	自由度	均方	F值
A 分子蒸馏单甘脂	0.54	2	0.27	7.22
B 黄原胶	0.11	2	0.06	1.48
C 泡打粉	0.89	2	0.44	11.83
D 粉末油脂	0.08	2	0.04	
总和	1.62	8		

注:因因素D影响小,故作方差分析的误差处理;*表示因素影响显著,**表示因素影响极显著。

微波蛋糕的感官品质影响最大,其次是泡打粉和黄原胶添加量,粉末油脂用量的影响最小。各因素的最优水平组合为A₂B₂C₂D₁,即分子蒸馏单甘脂添加量为0.4%、黄原胶添加量为0.1%、泡打粉添加量为0.3%、粉末油脂添加量为1%,青稞微波蛋糕感官品质较佳。方差分析结果(表8)表明,分子蒸馏单甘脂对蛋糕感官品质的影响达到极显著水平,黄原胶和泡打粉添加量对蛋糕感官品质的影响大豆显著水平,粉末油脂用量对蛋糕感官品质影响不显著。即分子蒸馏单甘脂添加量、黄原胶添加量、泡打粉添加量是影响青稞微波蛋糕感官品质的关键因子。综合考虑各因素对青稞微波蛋糕比容和感官品质的影响,从节约成本角度出发,最终确定青稞微波蛋糕预拌粉复合添加剂配方为A₂B₂C₂D₁。

3 结论

通过实验得到青稞微波蛋糕预拌粉的最佳配方:以1000g中筋粉计,青稞粉添加量为20%,糖粉添加量为35%,蛋清粉添加量为10%,全脂奶粉添加量为6%,分子蒸馏单甘脂添加量为0.4%、黄原胶添加量为0.1%、泡打粉添加量为0.3%、粉末油脂添加量为1%。按此配方加工预拌粉,进行青稞微波蛋糕制作,其产品表面油润,色泽鲜艳,富有光泽;外形饱满,切面呈细密的蜂窝状;产品口感松软香甜,有弹性且具备适宜的青稞特有风味。

目前大众消费型青稞食品的制作工艺研究相对薄弱,产品种类单一,口感差,市场接受度低。本课题所研发的青稞微波蛋糕预拌粉在使用过程中只需加水即可制作品质较佳的微波蛋糕,在食品企业、连锁快餐、熟食店、超市也有着较广阔的市场前景,为青稞深加工开拓了一种新的探索途径。

表8 预拌粉复合添加剂配方蛋糕感官品质方差分析表(完全随机模型)

Table 8 Variance analysis of the organoleptic quality for the compound additives (Completely random model)

变异来源	平方和	自由度	均方	F值	临界F _α	显著性
A 分子蒸馏单甘脂	99.03	2	49.52	235.91	F _{0.05} (2, 2)=19.00	**
B 黄原胶	11.34	2	5.67	27.01	F _{0.01} (2, 2)=99.00	*
C 泡打粉	11.65	2	5.83	27.76		*
D 粉末油脂	0.42	2	0.21			
总和	122.45	8				

注:因因素D影响小,故作方差分析的误差处理;*表示因素影响显著,**表示因素影响极显著。

参考文献

- [1] 吴昆仑. 青稞功能元素与食品加工利用简述[J]. 作物杂志, 2008(2): 15-17.
- [2] 文一. 青稞β-葡聚糖的降血脂功能研究[D]. 重庆:西南农业大学, 2005.
- [3] 何李, 王超. 青稞饼干工艺的研究[J]. 粮食加工, 2008, 33(1): 46-48.
- [4] 刘新红, 杨希娟, 党斌, 等. 青稞蛋糕加工配方的优化研究[J]. 食品工业, 2013, 34(11): 123-126.
- [5] 钟志惠. 西式蛋糕技法借鉴[J]. 四川烹饪高等专科学校学报, 2003(3): 24-25.
- [6] 汪磊. 蛋糕预混合粉的研制[D]. 武汉:武汉工业学院, 2009.
- [7] 潘丽军, 陈锦权. 实验设计与数据处理[M]. 南京:东南大学出版社, 2008: 115-120.
- [8] 李志西, 杜双奎. 实验优化设计与统计分析[M]. 北京:科学出版社, 2012: 172-174.
- [9] 姜培彦, 马晓军, 余斌, 等. 乳化剂与直链淀粉相互作用及其对蛋糕品质影响的研究[J]. 食品工业技术, 2008, 29(2): 247-249.
- [10] 王春艳, 钟耕. 海绵蛋糕复合乳化剂研究[J]. 粮食与油脂, 2006(5): 9-11.
- [11] 叶明芬. 原料配比对乳化海绵蛋糕生产工艺及品质影响的研究[J]. 食品工业技术, 2002(7): 42-44.
- [12] 惠丽娟. 荞麦杂豆蛋糕的加工技术及影响其品质的因素的研究[D]. 武汉:华中农业大学, 2008.
- [13] 郑学玲, 张玉玉, 张杰. 青稞淀粉和小麦淀粉的理化性质比较研究[J]. 中国粮油学报, 2010, 25(10): 52-56.
- [14] 邹弈星, 潘志芬, 邓光兵, 等. 青藏高原青稞的淀粉特性[J]. 麦类作物学报, 2008, 28(1): 74-79.
- [15] 王婷, 李文钊, 张强. 青稞粉主要成分及其面团质构特性的研究[J]. 粮食与饲料工业, 2012(7): 41-43.
- [16] Skendi A, Papageorgiou M, Biliaderis CG. Effect of barley-glucan molecular size and level on wheat dough rheological properties[J]. J Food Eng, 2009(91): 594-601.
- [17] 钟志惠. 面点工艺学[M]. 成都:四川人民出版社, 2003: 288.
- [18] 薛效贤. 蛋糕加工技术及工艺配方[M]. 北京:科学技术文献出版社: 24-25.
- [19] 郭桦. 蛋糕微波制作技术问题的探讨[J]. 食品工业技术, 2002, 23(7): 81-82.
- [20] 付晓如, 万小保, 徐焱, 等. 微波蛋糕预拌粉的生产技术[J]. 粮食加工, 2006(1): 38-39.

- [21] 时宏. 分子蒸馏单甘脂的近况与发展(一)[J]. 粮油食品科技, 1998, 6: 5-7.
- [22] 罗志刚, 胡乐孙. 分子蒸馏单甘脂在食品工业中的发展前景[J]. 粮油食品, 2003(2): 40-42.
- [23] 聂凌鸿, 周如金, 宁正详. 黄原胶的特性、发展状况、生产及其应用[J]. 中国食品添加剂, 2003(3): 82-85.
- [24] 赵兴春. 黄原胶的应用与发展前景[J]. 食品工业科技, 1996, 5: 72-76.
- [25] 余蕾. 新型复合膨松剂[J]. 中国食品添加剂, 2006, 3: 128-129.
- [26] Robert J Whitehurst. Emulsifier in food technology[M]. Oxford: Blackwell Pub, 2004: 26-27.
- [27] 熊华, 郑为完. 粉末油脂的特点与在食品工业中的应用[J]. 食品科学, 2002, 23(5): 154-157.

(上接第300页)

- medium components by response surface methodology to enhance phytase production by *pichia anomala*[J]. Process Biochemistry, 2002, 37(9): 999-1004.
- [16] Cui F J, Li Y, Xu HY, et al. Optimization of the medium composition for production of mycelial biomass and exo-polymer by *Grifola frondosa* GF9801 using response surface methodology [J]. Bioresource Technol, 2006, 97(10): 1209-1216.
- [17] 吴发萍, 郝萍萍, 张楷正, 等. 紫薯与紫薯清酒中花青素的测定及稳定性研究[J]. 酿酒科技, 2012(11): 108-110.
- [18] Lee J, Durst R W, Wrolstad R E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative Study[J]. Journal of AOAC international, 2005, 88(5): 1269-1278.
- [19] 孙婧超. 蓝莓酒酿造过程中花色苷变化规律的研究[D]. 烟台: 烟台大学, 2012.
- [20] 沈昌. 优良果酒酵母筛选与紫甘薯酒发酵工艺研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
- [21] 刘振春, 刘春萌, 苏彤. 响应面优化超声波辅助提取大麦 β -葡聚糖工艺[J]. 食品科学, 2013, 34(14): 113-117.
- [22] Shaileshkumar D S, Lele S S. Statistical optimization of media for dextran production by *Leuconostoc* sp., isolated from fermented Idli batter[J]. Food Sci Biotechnol, 2010, 19(2): 471-478.

因本刊已被《中国知网》(包括“中国知网”优先数字出版库)独家全文收录,所以所付稿酬中已包含该网站及光盘应付的稿酬。