

# 营养预制黄米豆包加工工艺研究

董小涵<sup>1</sup>, 周茜<sup>1</sup>, 牛佳卉<sup>1</sup>, 付梦琪<sup>1</sup>, 赵文阳<sup>1</sup>, 赵文<sup>1,2</sup>

(1. 河北农业大学食品科技学院, 河北保定 071001)(2. 河北省农产品加工工程技术研究中心, 河北保定 071001)

**摘要:** 为开发新型马铃薯食品, 拓宽马铃薯应用范围, 响应国家马铃薯主食化的号召, 同时推动预制食品的发展, 本文以马铃薯全粉部分替代大黄米粉, 以感官鉴评和质构分析作为评价指标, 通过单因素试验和正交试验研究各因素对营养预制黄米豆包品质的影响, 研究营养预制黄米豆包的加工工艺。结果表明: 影响营养预制黄米豆包品质的主次因素和最佳配方, 影响程度依次为加水量>马铃薯全粉比例>面粉细度>和面水温。最佳配方为马铃薯全粉替代量 10%、面粉细度 100 目、加水量 65%、和面水温 80 °C、汽蒸时间 10 min。最佳配方产品形状良好, 颜色鲜黄, 表皮光滑, 口感黏糯, 风味独特, 感官品质和重复性良好, 感官鉴评分数为 85 分, 物性分析各指标表现良好, 分别为: 硬度 33.82, 回复性 0.10, 粘附性 1.61, 内聚性 0.24, 弹性 2.23, 咀嚼性 11.81。

**关键词:** 杂粮; 预制食品; 大黄米; 杂粮主食化; 马铃薯主食化

文章编号: 1673-9078(2017)12-221-227

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.12.033

## Processing Technology of Nutritious-Prepared Millet Bun

DONG Xiao-han<sup>1</sup>, ZHOU Qian<sup>1</sup>, NIU Jia-hui<sup>1</sup>, FU Meng-qi<sup>1</sup>, ZHAO Wen-yang<sup>1</sup>, ZHAO Wen<sup>1,2</sup>

(1. College of Food Science and Technology Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China)

(2. Hebei Agricultural Products Processing Engineering Technology Research Center, Baoding 071001, China)

**Abstract:** In order to develop novel potato food and broaden its applications as well as respond to the nation call of staple potato and promote the development of prepared food, potato flour was used to replace a part of millet flour for the study of the effects of various factors on the quality and processing technology of nutritious-prepared millet bun by using sensory evaluation and texture analysis as the evaluation indexes based on single factor experiment and orthogonal experiment. The results showed that four factors including water volume, percentage of potato flour, flour fineness and water temperature had important influence. The optimal conditions were as follows: amount of potato flour-substitution, 10%, formula was potato powder 10.0%, flour fineness, 100 mesh, water content, 65.0%, water temperature, 80 °C, steaming time, 10 min. The product shape, color, skin, taste, flavor, sensory quality and repeatability were good under the condition of the optimum formula with a sensory score of 85. The indexes of physical properties were as follows: hardness, 33.82, recovery, 0.10, adhesion, 1.61, cohesion, 0.24, elasticity, 2.23, chewing, 11.81.

**Key words:** miscellaneous grains; prepared food; millet; staple miscellaneous grains; staple potato

新形势下马铃薯和杂粮主食化已成必然趋势<sup>[1]</sup>。近年来有关杂粮营养价值研究和我国居民营养与健康状况影响的调查报告显示, 杂粮对我国居民膳食结构和慢性病的防治来说是极为有利的, 作为中国粮食安全的重要补充和调剂居民饮食消费结构的主角, 杂粮的摄入, 既可提高膳食营养素摄入水平, 调整优化膳食结构<sup>[2]</sup>, 又有助我国慢性病防控渡过关键时期。另一方面, 虽然我国居民健康饮食意识已普遍建立, 但仍存在食物结构不合理的问题, 这主要是对健康饮食

收稿日期: 2017-07-19

基金项目: 河北省食品科学与工程学科“双一流”建设资金项目(2016SPGCA18); 河北省科技计划项目(17236405-5)

作者简介: 董小涵(1992-), 女, 硕士, 主要从事食品加工与安全研究

通讯作者: 赵文(1964-), 女, 教授, 硕士生导师, 主要从事食品营养与安全研究

概念了解不够深入、杂粮食品种类少风味不足引起的<sup>[3,4]</sup>, 由此可见, 大众餐桌对杂粮产品的需求已日趋迫切, 有必要对杂粮食品的开发、加工及贮藏运输工艺进行科技创新型研究<sup>[5-7]</sup>, 以有效推进和实现杂粮食品的主食化、多元化和工业化。

预制食品, 一般指在消费者购买以前经过充分的预处理, 消费者可直接食用或经过简单的热处理即可食用的食品。这种食品极大地满足了现代家庭对食品便利性的要求, 并且主要以冷冻冷藏食品的形式出现, 在国内外食品市场发展迅速, 前景广阔。

随着国家马铃薯主食化战略逐步进入落地实施阶段, 既要保留又要创新地传承传统中餐主食, 优化食物搭配结构, 提高营养的均衡性, 加快推进马铃薯主食化进程、促进粮食品种结构调整已经成为当今食品行业的首要任务<sup>[8-10]</sup>。马铃薯全粉可以尽可能地保留

鲜薯所含营养成分和鲜薯风味<sup>[11]</sup>, 在工业化生产上应用广泛, 因此本试验采用马铃薯全粉作为特色原料进行产品的研发。

大黄米是我国北方的小杂粮, 营养价值丰富, 赖氨酸含量较少, 适宜与豆类或玉米等结合食用以提高其营养价值。黄米豆包又名粘豆包, 是我国东北地区特有的传统美食之一, 主要原料即是大黄米。黄米豆包作为我国北方地区的传统杂粮食品, 其价值已不仅仅在于提供能量, 更重要的是风味、营养和文化<sup>[12,13]</sup>。完善传统杂粮食品的加工工艺是杂粮食品主食化、工业化路上的关键一步。目前来看, 传统杂粮制品的加工工艺研究仍存在部分空白, 其加工方式多以手工作坊的形式存在, 这严重影响了传统杂粮食品的安全性和可推广性, 因此有必要对传统杂粮食品的加工工艺进行研究, 填补该方向的空白, 使中华传统美食为更多人享用。本文将马铃薯与传统杂粮相结合, 开发适合现代人食用和消费的健康食品, 希望为马铃薯主食化和杂粮主食化在我国的推广贡献一份力量。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料

大黄米, 河北省兴隆县; 马铃薯全粉(马铃薯雪花粉), 承德富龙现代农业发展有限公司; 红豆馅, 大厂回族自治县春和食品有限。

### 1.2 主要仪器设备

和面机: SM-668 型, 深圳市亿贝斯特电器有限公司; 电磁炉: C21-SK2105 型, 美的集团股份有限公司; 质构仪: FTC, TMS-Pro 型, 北京盈盛恒泰科技有限责任公司。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 工艺流程

(1) 黄米用高速多功能粉碎机粉碎 1 min 后取出, 过 100 目筛, 对筛渣重复粉碎、过筛过程, 混合两次所得 100 目面粉, 备用;

(2) 过筛后的黄米面粉和马铃薯全粉按 90:10 的比例加入、混匀, 得到混合粉;

(4) 向 100 g 混合粉中加入 65 g、80 °C 水, 边单向搅拌边加水, 得到柔软且不粘手的面团;

(5) 取剂子 40 g, 加豆馅 20 g, 整形;

(6) 锅中水沸腾后, 码入黄米豆包, 常压汽蒸 10 min;

(7) 蒸制完毕后, 室温晾 2~5 min, 取出;

(8) 于 -45 °C 速冻 30 min (中心温度达到 -18 °C 以下), 取大小合适的塑封袋包装, 于 -25 °C 冷冻贮藏。

#### 1.3.2 感官评价标准

营养预制黄米豆包的品质主要由成品的生熟、外观、口感和风味四个因素决定, 因此将这四个因素作为此次试验的感官评定项目, 参照麻糬、包子、馒头<sup>[14-16]</sup>等的感官鉴评标准制定评分标准见表 1。感官评价时, 抽取 9 名味觉正常的人员进行感官评分, 每个测试样品的感官评分数据去掉最高和最低评分后取算术平均值, 最终取算数平均值作为最终评分。

#### 1.3.3 物性分析方法

按照不同配方及工艺制作面片, 蒸制后晾置 2 min 进行物性测试, 重复试验三次。物性分析仪参数为: 探头 P36/R, 测前速度 1 mm/s, 测试速度 2 mm/s, 压缩率 75%。

#### 1.3.4 单因素试验

选定试验对象为汽蒸时间、马铃薯全粉替代量、加水量、面粉细度和水温, 固定其他因素, 分析单一变量的变化对营养预制黄米豆包的影响, 除汽蒸时间外, 每个因素确定三个最优水平进行正交试验。

表 1 营养预制黄米豆包的感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation standard of nutritious-prepared millet bun

指标	满分	评分标准
扩展比	20	1.91~2.00, 1~4 分; 1.81~1.90, 5~8 分; 1.71~1.80, 9~12 分; 1.61~1.70, 13~16 分; 1.51~1.60, 17~20 分
色泽	20	暗黄色, 食欲减退 1~7; 黄色不鲜亮 8~14; 鲜黄, 引发食欲 15~20
表皮光滑度	10	表皮无光泽, 有褶皱 1~3; 无褶皱, 光泽度差 4~6; 表皮光亮, 无褶皱 7~10
粘性	10	无粘性或粘性较差 1~3; 粘性稍差 4~6; 粘性良好 7~10
咀嚼性	10	咀嚼费力或无弹性 1~3; 弹性稍强或稍弱 4~6; 弹性恰当, 咀嚼不费力 7~10
爽滑性	10	咀嚼时口感粗糙, 沙粒感强 1~3; 无沙粒感, 但口感不够细腻 4~6; 口感细腻无杂质 7~10
风味	20	有不良气味或黄米香味被掩盖 1~6; 黄米香味稍淡, 察觉率低 7~13; 气味清香, 风味醇正 13~20

表2 正交试验因素及各水平

Table 2 Factors and levels of orthogonal experiment

水平	A 面粉细度/目	B 马铃薯全粉替代量/%	C 和面水温/°C	D 加水量/%
1	80	0	60	55
2	100	10	70	60
3	120	20	90	65

蒸制时间范围为: 5 min、10 min、15 min、20 min 和 25 min;

面粉细度范围为: 80 目、100 目、120 目;

马铃薯全粉替代量(在混合粉中的占比)范围为: 0%、10%、20%和 30%;

和面水温范围为: 40 °C、60 °C、80 °C和 100 °C;

加水量(每 100 g 混合粉的添加量)范围为: 55%、60%、65%和 70%。

### 1.3.5 正交试验

在单因素试验的基础上,为 A 面粉细度、B 马铃薯全粉替代量、C 和面水温、D 加水量各选取了三个水平,正交试验因素及水平见表 2。

### 1.3.6 最佳工艺参数的检验

按照最佳工艺制作营养预制黄米豆包,对比传统工艺下的黄米豆包,再次进行感官评分和物性分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 单因素试验结果及分析

#### 2.1.1 汽蒸时间对产品品质的影响

汽蒸时间对营养预制黄米豆包的影响如表 3 所示,对比五组产品确定最适汽蒸时间为 10 min,此时

得到的产品已熟透、品质最好。

#### 2.1.2 面粉细度对产品感官品质的影响

面粉细度对营养预制黄米豆包的影响如表 4 所示,随面粉细度的增加,产品的感官评分逐渐增加,主要表现在外观和口感的提高上。80 目组不宜包制馅料,加工特性差,熟制品颗粒感最强,100 目组、120 目组口感顺滑几乎无沙粒感,且无明显差异,均明显优于 80 目组;各组样品表皮光滑度无明显差异;光泽度和爽滑性随着细度的增加逐渐增强,颜色随着细度的增加由鲜黄色向淡黄色转变,风味无明显差异,咀嚼性表现为 100 目 $\approx$ 120 目>80 目。综合分析,确定 100 目为最适面粉细度。

产品硬度、粘附性的测定结果直接或间接地影响着产品感官鉴评结果。结合感官鉴评标准,产品硬度在一定范围内与感官品质呈现正相关的关系,产品硬度数值越大,产品感官评分越高。从表 4 可以看出,面粉细度对各产品物性指标的影响程度较为显著。随着面粉细度的增大,产品硬度、内聚性、弹性和咀嚼性呈现先增大后减小的趋势,均在 100 目时达到最大值且变化显著( $p<0.05$ ),回复性、粘附性虽呈现逐渐减小的趋势,变化不明显,对产品品质影响较小,综合分析,产品品质在 100 目时最优。

表3 汽蒸时间对产品品质的影响

Table 3 Effect of steaming time on the product quality

汽蒸时间/min	产品描述
5	颜色鲜艳,表面光洁饱满,形状完好,包子皮内层夹生
10	颜色鲜艳,表面光洁饱满,形状完好,包子皮熟透,粘糯感好
15	颜色鲜艳,表面光洁饱满,形状完好,包子皮熟透,粘糯感十足,用筷子切断后出现褶皱
20	颜色鲜艳,表面光洁饱满,形状出现小幅度坍塌,包子皮熟透,粘糯感十足,筷子切断后易出现褶皱
25	整体上与 20 min 组无显著差异

表4 面粉细度对产品物性指标的影响

Table 4 Effect of flour fineness on the physical properties indexes of product

面粉细度/目	硬度/N	回复性/Rto	粘附性/mJ	内聚性/Rto	弹性/mm	咀嚼性/N	感官评分
80	51.95 $\pm$ 7.85 <sup>a</sup>	0.09 $\pm$ 0.01 <sup>A</sup>	6.96 $\pm$ 1.38	0.06 $\pm$ 0.00 <sup>A</sup>	4.97 $\pm$ 0.24 <sup>A</sup>	16.01 $\pm$ 0.78 <sup>A</sup>	74
100	82.15 $\pm$ 9.26 <sup>b</sup>	0.11 $\pm$ 0.00 <sup>B</sup>	4.96 $\pm$ 0.19	0.15 $\pm$ 0.01 <sup>B</sup>	7.57 $\pm$ 0.16 <sup>B</sup>	92.40 $\pm$ 19.33 <sup>AB</sup>	87
120	76.34 $\pm$ 3.25 <sup>b</sup>	0.12 $\pm$ 0.00 <sup>B</sup>	4.55 $\pm$ 1.00	0.14 $\pm$ 0.01 <sup>B</sup>	7.38 $\pm$ 0.12 <sup>B</sup>	76.16 $\pm$ 11.43 <sup>bb</sup>	89

注:标有不同小写字母(a、b、c)的表示组间差异显著( $p<0.05$ ),标有不同大写字母(A、B、C)的表示组间差异极显著( $p<0.01$ ),不标示表示差异不显著,下同。

### 2.1.3 马铃薯全粉替代量对产品感官品质的影响

马铃薯全粉替代量对营养预制黄米豆包的影响如表 5 所示,随着所占比例的增加,感官评分先增后减,在添加量为 10%时的分值最高。其中未添加马铃薯全粉的生面团可塑性较差,熟制品硬度不足,风味最优;添加 10%马铃薯全粉时与未添加相比,生面团可塑性增强,熟制品粘度有所降低,硬度适宜;随着马铃薯全粉替代量的增加,生面团的硬度逐渐增加,可塑性变差,易碎,易掉渣,不易成团,不适合包制馅料,这可能与马铃薯淀粉吸水率较高<sup>[17]</sup>有关。另外,熟制品逐渐出现马铃薯味,在马铃薯全粉替代量为 30%时黄米味被严重覆盖。总体看来,马铃薯全粉的添加对黄米风味有不利影响,但在一定添加范围内对产品加工特性有优化作用,确定 10%为马铃薯全粉的最适添加量。

由表 5 可以看出,马铃薯全粉替代量对硬度、粘附性和咀嚼性的影响较为显著。随着马铃薯全粉替代量的增加,产品硬度呈现整体增大的趋势,且 0%组与 30%组硬度值差异显著( $p<0.05$ ),10%组和 20%组硬度值差异不显著( $p>0.05$ );回复性、粘附性和胶黏性均呈现先减小后增大的趋势,Duncan 分析表明,回复性

和胶黏性各水平间差异不显著( $p>0.05$ ),马铃薯全粉替代量大于 10%时粘附性明显增加,差异显著( $p<0.05$ )。

### 2.1.4 和面水温对产品感官品质的影响

和面水温对营养预制黄米豆包的影响如表 6 所示,随着水温的增高感官评分逐渐增高。和面水温于 40℃时生面团最硬,粘性最差,可塑性最差,随着和面水温的升高生面团的硬度和可塑性变优,80℃组生面团粘性较 60℃组明显提高、可塑性增强,在 90℃时达到最优,这可能与大黄米淀粉糊化温度在 60℃~80℃之间<sup>[18,19]</sup>有关。随和面水温的升高面团持水能力逐渐增强,表现在表皮干皱和颜色加深上,这与张丽珍<sup>[20]</sup>等人的研究结论一致,说明大黄米淀粉持水能力受到和面水温的影响。在 100℃时产品感官评分为最高且与 80℃组差异不显著,为最佳和面水温。

由表 6 可以看出,和面水温对硬度、内聚性的影响程度较为显著( $p<0.05$ )。随着和面水温的升高,产品硬度和咀嚼性呈现增大趋势,内聚性呈现先减小后增大的趋势,当和面水温达到 60℃时各水平粘聚性差异不显著( $p>0.05$ )。80℃和 100℃感官评分得分差异不显著,且 100℃组得分高于前者,结合加工特性较优,因此判定 100℃为最优和面水温。

表 5 马铃薯全粉替代量对产品物性的影响

Table 5 Effect of amount of potato flour-substitution on the physical properties of product

添加量/%	硬度/N	回复性/Rto	粘附性/mJ	内聚性/Rto	弹性/mm	咀嚼性/N	感官评分
0	52.10±2.88 <sup>a</sup>	0.09±0.01	37.42±21.61 <sup>A</sup>	0.12±0.04	2.56±1.68	13.56±9.02 <sup>aA</sup>	66
10	60.33±9.01 <sup>ab</sup>	0.09±0.00	33.68±25.22 <sup>A</sup>	0.09±0.05	2.71±1.18	12.88±4.69 <sup>ab</sup>	87
20	60.30±2.97 <sup>ab</sup>	0.09±0.01	63.56±0.21 <sup>B</sup>	0.13±0.01	1.42±0.12	11.02±0.50 <sup>abAB</sup>	88
30	83.52±3.86 <sup>b</sup>	0.09±0.01	63.11±2.50 <sup>B</sup>	0.09±0.01	1.91±0.31	14.64±2.70 <sup>bcAB</sup>	61

表 6 和面水温对产品物性的影响

Table 6 Effect of water temperature on the physical properties of product

和面水温/℃	硬度/N	回复性/Rto	粘附性/mJ	内聚性/Rto	弹性/mm	咀嚼性/N	感官评分
40	52.45±0.42 <sup>a</sup>	0.09±0.00	4.64±1.95	0.05±0.01 <sup>a</sup>	6.26±0.97	17.54±9.07	50
60	55.42±5.37 <sup>a</sup>	0.09±0.00	4.94±1.27	0.06±0.01 <sup>ab</sup>	6.38±0.29	19.79±3.17	66
80	66.85±4.03 <sup>b</sup>	0.10±0.01	5.23±1.69	0.06±0.00 <sup>ab</sup>	6.68±0.35	26.24±0.10	90
100	67.85±1.06 <sup>b</sup>	0.10±0.01	5.52±2.35	0.08±0.01 <sup>b</sup>	6.56±0.29	33.34±6.14	93

表 7 加水量对产品物性的影响

Table 7 Effect of water content on the physical properties of product

加水量/%	硬度/N	回复性/Rto	粘附性/mJ	内聚性/Rto	弹性/mm	咀嚼性/N	感官评分
55	85.55±3.46 <sup>A</sup>	0.13±0.00 <sup>A</sup>	48.17±2.91 <sup>A</sup>	0.10±0.01 <sup>aA</sup>	5.99±0.42	69.81±5.19 <sup>aAB</sup>	47
60	93.27±1.32 <sup>B</sup>	0.14±0.01 <sup>B</sup>	48.16±3.81 <sup>A</sup>	0.10±0.01 <sup>aAB</sup>	6.22±0.72	57.29±2.40 <sup>bA</sup>	74
65	86.37±0.47 <sup>A</sup>	0.15±0.01 <sup>A</sup>	63.56±0.21 <sup>B</sup>	0.11±0.01 <sup>aAB</sup>	6.45±0.31	69.11±4.38 <sup>aAB</sup>	90
70	84.90±2.72 <sup>A</sup>	0.14±0.01 <sup>A</sup>	63.11±2.50 <sup>B</sup>	0.13±0.02 <sup>bb</sup>	6.15±0.21	81.77±3.46 <sup>bb</sup>	85

### 2.1.5 加水量对产品感官品质的影响

加水量对营养预制黄米豆包的影响如表 7 所示,随着加水量的增加,产品感官评分先升后降,加水量在 66%时达到最佳。加水量较少时生面团出现干裂、掉渣现象,失水迅速,不易成型。加水量较多时,出现生面团粘手现象,损失严重,可塑性差,且产品易蒸制变形。加水量为 55%时熟制品表面光滑度低,硬度较大,加水量为 70%时熟制品易变形,拓展比降低。最终确定最适加水量为 65%。

由表 7 可以看出,加水量对产品物性的影响较为显著( $p<0.05$ )。随着加水量的增加,产品硬度、回复性、粘附性、弹性和胶黏性均出现先增大后减小的趋势,其中,硬度、回复性和胶黏性在加水量为 60%时出现最大值,且 60%组与其他三组差异极显著( $p<0.01$ ),

粘附性和弹性在加水量为 65%时出现最大值,且 60%组与 65%组粘附性值改变明显,差异极显著( $p<0.01$ ),弹性值变化不显著( $p>0.05$ )。

### 2.2 正交试验结果及分析

各因素对营养预制黄米豆包感官评分的影响如表 8 所示,正交试验数据分析可知,影响程度依次为加水量>马铃薯全粉比例>面粉细度>和面水温,最优组合为  $A_2B_2C_2D_3$ ,即以面粉细度 100 目、马铃薯全粉替代量 10%、和面水温为 80 °C、加水量 65%为最佳配比。得到的产品具有清香怡人的气味,硬度适中,具有良好的弹性、光滑度、爽滑性和咀嚼性,营养丰富,老少皆宜。

表 8 正交试验数据分析

Table 8 Analysis of orthogonal experiment

列号	因素				感官评分
	A 面粉细度/目	B 马铃薯全粉替代量/%	C 和面水温/°C	D 加水量/%	
1	1	1	1	1	76.83
2	1	2	2	2	79.33
3	1	3	3	3	79.67
4	2	1	2	3	84.92
5	2	2	3	1	81.25
6	2	3	1	2	74.75
7	3	1	3	2	71.33
8	3	2	1	3	80.58
9	3	3	2	1	77.08
I j	233.08	235.83	232.16	235.16	
II j	241.16	240.92	241.33	225.41	
III j	231.5	228.99	232.25	245.17	
Kj	3	3	3	3	
I j/Kj	77.69	78.61	77.39	78.39	
II j/Kj	80.39	80.31	80.44	75.14	
III j/Kj	77.17	76.33	77.42	81.72	
极差(Dj)	3.22	3.98	3.06	6.59	
最优组合	$A_2B_2C_2D_3$ ,影响力分别为加水量>马铃薯全粉替代量>面粉细度>和面水温				

表 9 最佳配方产品感官评分

Table 9 Sensory evaluation of product under the optimum formula

扩展比	色泽	光滑度	粘性	咀嚼性	爽滑性	风味	总分
14	20	10	8	8	9	16	85

表 10 表皮物性分析

Table 10 Physical properties analysis of the epidermis

硬度/N	回复性/Rto	粘附性/mJ	内聚性/Rto	弹性/mm	咀嚼性/N
33.82±2.79	0.10±0.01	1.61±1.39	0.24±0.02	2.23±0.29	11.81±1.84

## 2.3 最佳配比产品感官评分、表皮物性分析及

### 表皮色差分析结果

按照最佳配比制作营养预制黄米豆包,得到的产品形状良好,颜色鲜黄,表皮光滑黏糯,风味独特,感官评分为85分。产品感官评分、表皮物性指标和表皮色差指标分别如表9和表10所示。

## 3 结论

3.1 本试验通过对单因素试验结果和正交试验结果的分析,确定了营养预制黄米豆包的最佳配方及加工工艺,具体为马铃薯全粉替代量占混合粉10%,加水量为混合粉65%,面粉细度100目,和面水温80℃,蒸制时间10min。

3.2 马铃薯全粉的添加和自然发酵过程的舍去为本试验中的创新点,简化了传统粘豆包的加工工艺,提高了产品生产效率,另外,本试验借助马铃薯全粉部分代替大黄米粉,在原料上对产品进行改革创新,丰富了粘豆包的品种和营养,助力杂粮主食化。

## 参考文献

- [1] 沙敏,武拉平.城镇居民杂粮消费意愿及影响因素分析-来自东中西部的实证分析[J].科技与经济,2016,29(1):47-51  
SHA Min, WU La-ping. Analysis on the consumption intention and influencing factors of urban households-an empirical analysis from the east, central and West China [J]. Science & Technology and Economy, 2016, 29(1): 47-51
- [2] 何宇纳,赵丽云,于冬梅,等.中国成年人粗杂粮摄入水平对膳食营养素的贡献[J].营养学报,2016,38(4):326-331  
HE Yu-na, ZHAO Li-yun, YU Dong-mei, et al. The coarse food intake and its impact on dietary nutrients in Chinese adults [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2016, 38(4): 326-331
- [3] 路子显,韩飞,李爱科.杂粮营养成分对模式动物和人类健康影响的研究进展[J].粮食科技与经济,2017,42(1):11-15  
LU Zi-xian, HAN Fei, LI Ai-ke. Research progress on the effects of crops nutrition on model animal and human health [J]. Grain Science and Technology and Economy, 2017, 42(1): 11-15
- [4] 吴巧敏.城市上班族午餐营养及生活质量评价[D].上海:复旦大学,2011  
WU Qiao-min. Evaluation of lunch nutrition and life quality for city office workers [D]. Shanghai: Fudan University, 2011
- [5] 韩葆颖,张兴宇.杂粮:从幕后走到台前的主食新宠-全国杂粮主食加工技术示范专题论坛报道[J].农产品加工,2013,12:10-11  
HAN Bao-ying, ZHANG Xing-yu. Cereals: From the back of the season to the staple food before the new darling - the national miscellaneous grains staple food processing technology demonstration forum report [J]. Farm Products Processing, 2013, 12: 10-11
- [6] 李沛文.加快推进马铃薯主食化战略对我国粮食安全的意义与建议[J].发展,2016,3:6-7  
LI Pei-wen. The significance and suggestion of speeding up the strategy of potato stapleization to China's food security [J]. Developing, 2016, 3: 6-7
- [7] 孙宝国.以科技创新实现马铃薯主食化[J].农业工程技术,2015,2:23  
SUN Bao-guo. Realization of potato staple food by technological innovation [J]. Agriculture Engineering Technology, 2015, 2: 23
- [8] 赵煜,彭涛,张小燕,等.马铃薯主食化面条新产品的研究[J].食品工业科技,2016,37(7):232-236,242  
ZHAO Yu, PENG Tao, ZHANG Xiao-yan, et al. Research of the new product of staple potato noodles [J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(7): 232-236, 242
- [9] 侯飞娜.马铃薯全粉营养特性分析及马铃薯-小麦复合馒头专用品种筛选研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2015  
HOU Fei-na. Study on nutritional characteristics of potato flours and special cultivars screening of potato-wheat compounds teamed bread [D]. Urumchi: Xinjiang Agricultural University, 2015
- [10] 崔朝辉,周琴,胡小琪,等.中国居民谷类及薯类消费现状分析[J].中国食物与营养,2008,3:33-36  
CUI Chao-hui, ZHOU Qin, HU Xiao-qi, et al. Analysis on the current situation of cereals and potato consumption in Chinese residents [J]. Food and Nutrition in China, 2008, 3: 33-36
- [11] 苏艳兰,韦茂新,刘功德,等.食用木薯艾糍粑加工工艺的研制[J].食品科技,2014,11:122-125  
SU Yan-lan, WEI Mao-xin, LIU Gong-de, et al. Development of processing technology of edible cassava [J]. Food Science and Technology, 2014, 11: 122-125
- [12] 周礼.莜面栲栳糕[J].农产品加工,2013,5:40  
ZHOU Li. Oat rolls [J]. Farm Products Processing, 2013, 5: 40
- [13] 张宁,王百姓,武永福.环县典型黄米风味食品制作工艺研究[J].中国食物与营养,2014,20(9):36-38  
ZHANG Ning, WANG Bai-xing, WU Yong-fu, et al. Study on the production technology of typical millet flavor food [J].

- Food and Nutrition in China, 2014, 20(9): 36-38
- [14] 周杨,郑建仙.感官评定及物性分析对不同糖源制作麻糬的品质研究[J].粮食与饲料工业,2013,12(9):31-34  
ZHOU Yang, ZHENG Jian-xian. Study on sensory evaluation and TPA texture analysis of mochi produced by different sugar [J]. Cereal & Feed Industry, 2013, 12(9): 31-34
- [15] Abayomi H T, Oresanya T O, Opeifa A O, et al. Quality evaluation of cookies produced from blends of sweet potato and fermented soybean flour [J]. International Science Index, Nutrition and Food Engineering, 2013, 7(7): 639-644
- [16] 何新益,汪姣,任小青,等.花色馒头的制备及质构特性主成分分析[J].中国粮油学报,2011,26(7):108-112  
HE Xin-yi, WANG Jiao, REN Xiao-qing, et al. Preparation and textural properties of the main component analysis of color bread [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2011, 26(7): 108-112
- [17] 于天峰,夏平.马铃薯淀粉特性及其利用研究[J].中国农学通报,2005,21(1):55-58  
YU Tian-feng, XIA Ping. Characteristic and use of potato starch [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2005, 21(1): 55-58
- [18] 周睿,曹龙奎,李丽.黄米淀粉的制备及流变学特性的研究[J].食品科技,2011,5:242-246,250  
ZHOU Rui, CAO Long-kui, LI Li. Rheological property and preparation of proso millet starch [J]. Food Science and Technology, 2011, 5: 242-246, 250
- [19] 孟祥艳.黄米淀粉理化特性的研究[D].重庆:西南大学,2008  
MENG Xiang-yan. Study on physical and chemical properties of millet starch [D]. Chongqing: Southwest University, 2008
- [20] 张丽珍,冀佩双,罗旭泉,等.糜黍淀粉理化性质及消化特性[J].食品科学,2016,37(19):76-81  
ZHANG Li-zhen, JI Pei-shuang, LUO Xu-xiao, et al. Physicochemical properties and digestibility of proso millet starch [J]. Food Science, 2016, 37(19): 76-81