

红薯葛根复合糊的工艺优化研究

何胜生

(龙岩市农业科学研究所, 福建 龙岩 364000)

摘要: 以红薯和葛根粉为主要原料制作红薯葛根复合糊产品,通过正交实验对相关工艺参数进行优化。结果表明,红薯块采用柠檬酸质量分数 0.2%,植酸质量分数 0.1%复合护色,护色处理 2.5 h,可使 BD 值最低,护色效果显著;干燥条件的适宜工艺参数为三段式温度干燥 10 h;复合糊配方为红薯超微粉加入量 100 g,葛根粉加入量 50 g,大豆粉加入量 8 g,白糖粉加入量 35 g,植脂末加入量 8 g 品质最佳。

关键词: 红薯;葛根粉;复合糊;工艺优化

中图分类号: S 53 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2016)04—0443—05

Optimization for the Production of a Mixed Paste of Sweet Potato and Kudzu Root

HE Shengsheng

(Agricultural Research Institute of Longyan City, Longyan 364000, China)

Abstract: The processing parameters for a mixed paste of sweet potato and kudzu root were optimized through orthogonal experiments. Results showed that the sweet potato pieces treated with 0.2% citric acid and 0.1% phytic acid for 2.5 h for color protection possessed the lowest BD value. The total drying time for three sections of different temperatures was 10 h. The optimal paste formulations were 100 g sweet potato ultra fine powder, 50 g kudzu root powder, 8 g soybean powder, 35 g sugar powder and 8 g cream.

Keywords: sweet potato, kudzu root, mixed paste, optimization

红薯营养丰富,含有大量淀粉、可溶性糖、多种维生素和多种氨基酸外,还含有食物纤维以及钙、铁等矿物质,是非常好的天然营养食品。我国红薯每年产量高达 1.5 亿,占世界产量的 80%^[1],同样,现代科学研究表明,葛根是一种营养独特、药食兼优的绿色保健食品,富含人体必需的氨基酸和钙、铁、硒、锌等微量元素,富含葛根素、黄豆甙、黄豆甙元

等异黄酮类物质,具有清心明目、降血压、抗癌等作用^[2]。随着现代加工研究日益广泛与深入,寻求将不同原料的营养、保健成分相结合成为研究的热点^[3]。

采用气流旋涡式超微粉碎技术,以红薯和葛根粉为主要原料,制成一种营养均衡、一冲即糊、低热量高膳食纤维的即食健康食品。我国农村地区大量种植甘薯及葛根,所以该产品原料来源极为丰富^[1,4]。

收稿日期: 2014-12-30

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-11-C-07);福建省龙岩市重点科技项目(2014LY22)。

作者简介: 何胜生(1969—),男,福建武平人,农学硕士,副研究员,主要从事甘薯育种及加工研究。E-mail: hecai04@sina.com

重点探讨红薯葛根复合糊生产中无硫复合护色剂的选用、干燥条件的选择、产品配方等关键工艺参数,为红薯葛根复合糊的工业化生产奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

红薯:“岩薯5号”品种,龙岩市农科所提供,该品种可溶性糖质量分数5.79%,淀粉质量分数11.7%。(其中可溶性糖含量采用直接滴定法;淀粉含量测定采用GB/T 5009.9-2008食品中淀粉的测定方法)。

“泉水叮当”牌葛根粉:福建龙岩闽西好食品有限公司提供;大豆粉:黑龙江省完达山乳业股份有限公司提供;白糖粉:市售;植脂末:食品级。

TGL-16G型离心机:上海安亭科学仪器厂产品;WFJUV-2000型紫外-可见分光光度计:龙尼柯(仪器)有限公司产品;HK-230多用粉碎机:杭州赛旭食品机械有限公司产品;FCW-400超微粉碎机:即墨超微粉碎机厂产品;SDJ-300夹层锅:诸城市商鼎机械有限公司产品;冷却槽:福建龙岩闽西好食品有限公司自行研制;全自动搅拌机:昆山好用食品机械有限公司产品;DXDK80C全自动包装机:江苏南京星火全自动包装机械厂产品;恒温蒸汽烤房:上海试欣仪器设备有限公司产品。

1.2 生产工艺流程

红薯→清洗→去皮→切块→护色→烫漂→冷却→干燥→粉碎→甘薯全粉→超微粉碎→配比混合→包装→成品

1.3 操作要点

1.3.1 原料选择 选用新鲜红薯。收购装运过程做到通风透气,产地到加工运输时间掌握在10 t内。原料要求新鲜良好,薯块大小均匀、光滑,无病虫害、无霉烂发芽现象。原料运输途中必须用编织袋包装,尽量避免原料在装袋、运输过程中出现破皮现象。

1.3.2 去皮 清水洗净红薯表面泥沙,用刀除去红薯两端,削去表面薯皮或采用机械摩擦去皮方式。

1.3.3 切块 将护色好的红薯原料切块,厚度1~2 mm之间。

1.3.4 护色 将清洗的红薯放入柠檬酸质量分数0.2%,植酸质量分数0.1%复合护色液中护色处理1.5 h,护色液漫过红薯即可。

1.3.5 烫漂及冷却 切块后的红薯放入约95℃的温水中烫漂2~3 min后放入冷水中冷却。

1.3.6 干燥 将冷却后红薯块放入烤房干燥,烘制水分质量分数6%~8%。烤房干燥条件选择为三段式干燥10 h。

1.3.7 粉碎 将干燥后的红薯块放入多用粉碎机中进行粉碎,得红薯全粉。

1.3.8 超微粉碎 将粉碎好的甘薯全粉放入超微粉碎机中进行超微粉碎。

1.3.9 配料混合 红薯粉、葛根粉、白糖粉、植脂末、大豆粉等几种配料放入全自动拌料机中混合均匀,应注意控制混合机的速度与混合时间,以便使物料充分混匀。

1.4 试验方法

1.4.1 无硫护色剂的选择 褐变是甘薯产品加工中常出现的不良现象,护色是其加工中防止褐变的重要工序。亚硫酸氢钠价格低廉,护色效果良好,食品行业应用广泛。但考虑到亚硫酸氢钠在护色的过程中释放的SO₂对人体健康存在危害,为保证食品中的SO₂残留量不超标,作者进行无硫护色剂护色。使用单一护色剂时,护色效果均欠佳,应选配适合的复合护色剂^[5-6]。在参考大量文献基础上,选择柠檬酸、植酸以一定比例混合为互补^[7-8]。考虑到护色时间对红薯色泽的影响,作者选取护色液质量分数(A)、质量配比(柠檬酸:植酸)(B)和护色时间(C)为影响护色效果的主要因素。在单因素实验基础上,进行正交实验。以褐变度为主要考察指标,以期优化出最佳复合护色剂的护色工艺参数。正交因素水平见表1。

表1 因素水平表

Table 1 Factors and Levels

水平	因素		
	护色液质量分数 A/%	柠檬酸:植酸质量比 B	时间 C/h
1	0.2	3:1	1.5
2	0.3	2:1	2.0
3	0.4	1:1	2.5

1.4.2 干燥温度的选择 以“岩薯5号”红薯干率25%计算^[9],根据产品要求,薯块在含水率6%~8%、即薯块失重率在67%~69%之间工艺达到要求。烘干温度过高,会导致薯块水分散失过快,颜色加深而且表面干硬,外观皱缩;温度太低,内部水分不容

易出来,干燥所需的时间长,能耗大,不适宜现代化生产。为此,我们进行试验选择3段温度(起初60℃烘烤,2 h后70℃烘烤,最后在60℃定型)、70℃、60℃3阶段温度的对比实验,测定失重率变化情况,并根据感官品质进行综合评定。

1.4.3 配方正交实验设计 作者以红薯超微粉为主要原料,选用葛根粉、大豆粉、白糖粉、植脂末的配方不同,直接影响产品的综合品质。在单因素实验的基础上,取红薯超微粉100 g,以葛根粉添加量、大豆粉添加量、白糖粉添加量、植脂末添加量作为实验因素,进行葛根粉、大豆粉、白糖粉、植脂末4因素3水平实验,以产品冲调性、冲调后的色泽、冲调后滋味综合品质评分,通过级差与方差分析确定最优工艺条件。正交因素水平见表2。

表2 因素水平表

Table 2 Factors and levels

水平	因素			
	葛根 A/g	大豆 B/g	白糖 C/g	植脂末 D/g
1	45	8	25	8
2	50	10	30	10
3	55	12	35	12

1.5 指标检测和感官评价

1.5.1 褐变度(BD值)的测定 取样品3 g快速碾磨,加10倍体积的冰蒸馏水,在3 500 r/min的离心机中离心15 min,进行过滤,用分光光度计在420 nm处测定吸光值 $A_{420\text{ nm}}$,BD值以 $A_{420\text{ nm}} \times 10$ 表示^[10-11]。

1.5.2 失重率的测定 失重率= $((\text{烘干前薯块质量} - \text{烘干中薯块质量}) / \text{烘干前薯块质量}) \times 100\%$ 。

1.5.3 感官评定方法 采用100分制,由5位食品行业专业人员和20位食品企业人员组成感官评价小组,通过感官对产品冲调性、冲调后的色泽、冲调后滋味的进行综合评分,取平均值。具体评分标准包括3方面:一是冲调性的品评,总分40分,以温水润湿调匀后,用90℃以上沸水冲调,1 min内均匀溶胀糊化,不接团,为30~40分;以温水润湿调匀后,用90℃以上沸水冲调,1 min内溶胀糊化,略有接团,为24~29分;以温水润湿调匀后,用90℃以上沸水冲调,1 min内溶胀糊化,接团多,为0~25分;二是滋味的品评,总分40分,具有红薯、葛根天然复合香气和滋味,爽口润滑、清甜可口,无异味,为30~40分;略有红薯、葛根天然复合的香气和滋味,口感一般,无异味,为24~29分;无红薯、葛根天

然复合的香气和滋味,有轻微异味、为0~23分;三是冲调后的色泽品评,总分20分,半透明粘胶状,稠度均匀,色泽均匀呈微红玉色,有光泽,为15~20分;半透明粘胶状,稠度一般,色泽无光泽为10~14分;无透明,稠度一般,色泽差,为0~9分。

1.5.4 数据处理分析 采用SAS分析软件进行数据统计分析,运用方差分析法(analysis of variance, ANOVA)进行显著性分析。

2 结果与分析

2.1 无硫复合护色剂最佳复配方案的确定

无硫复合护色剂配方正交实验见表3,方差分析见表4。

表3 正交实验表

Table 3 Orthogonal experiments

实验号	护色液 质量分数 A/%	柠檬酸:植酸 质量比 B	护色时间 C/h	BD 值
1	1(0.2)	1(3:1)	1(1.5)	0.82
2	1	2(2:1)	2(2.0)	0.85
3	1	3(1:1)	3(2.5)	0.83
4	2	1	2	0.59
5	2	2	3	0.63
6	2(0.3)	3	1	0.8
7	3	1	3	0.82
8	3	2	1	0.66
9	3(0.4)	3	2	0.75
K_1	2.49	2.22	2.28	
K_2	2.01	2.13	2.28	
K_3	2.22	2.37	2.19	
k_1	0.83	0.74	0.76	
k_2	0.67	0.71	0.76	
k_3	0.74	0.79	0.73	
R	0.16	0.08	0.03	

表4 方差分析

Table 4 ANOVA

方差来源	自由度	偏差平方和	均方和	F 值	显著性水平
A	2	0.119 162 36	0.059 581 48	15.03	0.000 1
B	2	0.032 829 63	0.016 414 81	4.14	0.031 3
C	2	0.005 807 41	0.002 903 70	0.74	0.493 2

由直观分析图可看出,影响得分的各因素主次顺序为 $A > B > C$,即护色液质量分数对薯块的褐变度(BD值)影响最大,其次为柠檬酸/植酸,最后为护色时间。实验得出无硫复合护色剂最优组合是 $A_2B_2C_3$ 。

在护色液质量分数对 0.3 %、复合护色液的质量配比(柠檬酸/植酸)为 2:1,即复合护色液中柠檬酸质量分数 0.2%,植酸质量分数 0.1%时,护色处理 2.5 h,可使 BD 值最低,由此配比得到的薯块透明、颜色金黄。

由上表 5 可以看出,因素 A(护色液质量分数)是极显著因素,B(柠檬酸:植酸质量比)是显著因素,C(护色时间)是不显著因素。在实际生产中,为了节省时间成本,护色时间可以选择 1.5 h。

2.2 干燥条件的选择

不同干燥温度下薯块质量随时间的变化见图 1。由图 1 可知,在起初 2 h 内,60 ℃与 3 段温度干燥失重速度略快于 70 ℃干燥,3 种干燥处理下薯块失重率变化都是随着时间的延长而逐渐变缓。但就产品质量来说,薯块 70 ℃条件下经 8 h 烘干后失重率 67%~69%之间,达到工艺参数要求,但表面完全干硬,颜色已偏深,为暗黄色;薯块在 3 段温度烘烤条件下经 10 h 烘干后,失重率达到工艺参数要求,薯块为鲜艳的金黄色颜色;薯块 60 ℃条件下经 15 h 烘干后,失重率也达到工艺参数要求,薯块为鲜艳的金黄色颜色;考虑到脱水速度和产品质量,认为三段式温度烘干 10 h 更适宜产品的生产。

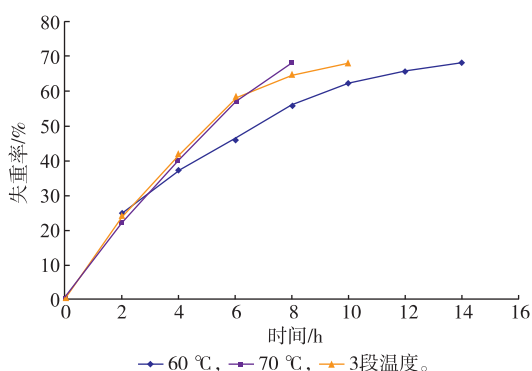


图 1 不同干燥温度下薯块失重率随时间的变化

Fig. 1 Time course of weight loss rates of potato tubers at different drying temperatures

2.3 配方的选择

正交实验结果见表 5,方差分析见表 6,最佳配比因素重复实验结果见表 10。

影响得分的各因素主次顺序为 $A > B > D > C$ 。由表 7 得出最佳配比是 $A_2B_1C_3D_1$,即在红薯超微粉 100 g 中,葛根粉的添加量 50 g,大豆粉的添加量 8 g,白糖粉的添加量 35 g,植脂末的添加量 8 g。在此工

艺条件下所得产品用 90 ℃以上沸水冲调,1 min 内均匀溶胀糊化,不接团,色泽均匀呈微红玉色,具有红薯、葛根天然复合香气和滋味,爽口润滑、清甜可口。

表 5 正交实验表

Table 5 Orthogonal experiments

实验号	A/g	B/g	C/g	D/g	指标(得分)
1	1(45)	1(8)	1(25)	1(8)	79.65
2	1	2(10)	2(30)	2(10)	64.81
3	1	3(12)	3(35)	3(12)	69.84
4	2	1	2	3	82.94
5	2	2	3	1	86.25
6	2(50)	3	1	2	86.55
7	3	1	3	2	91.63
8	3	2	1	3	72.15
9	3(55)	3	2	1	82.85
K_1	214.3	254.22	238.35	248.75	
K_2	255.74	223.21	230.6	242.99	
K_3	246.63	239.24	247.72	224.93	
k_1	71.43	84.74	79.45	82.92	
k_2	85.25	74.4	76.87	81	
k_3	82.21	79.75	82.57	74.98	
R	13.81	10.34	5.71	7.94	

表 6 方差分析

Table 6 ANOVA

方差来源	自由度	偏差平方和	均方	F 值	显著性水平
A	2	348.282 688 9	474.141 344 4	4 087.82	<0.001
B	2	480.787 088 9	240.393 544 4	2 072.56	<0.001
C	2	147.036 288 9	73.518 144 4	633.84	<0.001
D	2	308.911 200 0	154.455 600 0	1 331.64	<0.001

由表 6 可以看出,因素 A、B、C、D 都是极显著因素。按照上述分析所选的最佳配方 $A_2B_1C_3D_1$,进行重复实验,所得结果与正交实验一致。

2.4 产品质量标准

2.4.1 感官指标 形态与色泽半透明粘胶状,稠度均匀,色泽均匀呈微红玉色,有光泽。滋味和气味具有红薯、葛根天然复合香气和滋味,爽口润滑、不涩口,不得有异味。

2.4.2 理化指标 水分(质量分数) $\leq 12.0\%$,总糖(以葡萄糖计) $\leq 50.0\%$,淀粉(以葡萄糖计) $\geq 40.0\%$,蛋白质 $\geq 2.5\%$ (均以质量分数计)。

2.4.3 卫生指标 黄曲霉毒素 B1(质量分数) $\leq 5 \mu\text{g/kg}$,铅(以 Pb 计) $\leq 0.2 \text{ mg/kg}$,无机砷(以 As 计) $\leq 0.2 \text{ mg/kg}$,汞(以 Hg 计) $\leq 0.02 \text{ mg/kg}$,铬(以

Cr 计) ≤ 1.0 mg/kg。二氧化硫残留量(以 SO_2 计) ≤ 30.0 mg/kg。

2.4.4 微生物指标 菌落总数 $\leq 10\ 000$ cfu/g, 大肠菌群 ≤ 40 MPN/hg, 霉菌 ≤ 50 cfu/g, 致病菌(指肠道致病菌和致病性球菌)不得检出。

3 结 语

红薯切块后采用柠檬酸质量分数 0.2%, 植酸质量分数 0.1% 无硫复合护色, 护色处理 2.5 h 时其

BD 值最低, 护色效果显著; 采用三段式温度烘干 10 h 后, 含水量达到工艺参数要求, 薯块为鲜艳的金黄色颜色; 通过正交实验, 最佳工艺参数为红薯超微粉的添加量 100 g, 葛根粉的添加量 50 g, 大豆粉的添加量 8 g, 白糖粉的添加量 35 g, 植脂末的添加量 8 g。在上述工艺下所得产品用开水冲调后马上糊化, 具有红薯、葛根天然复合风味, 爽口润滑、清甜可口。

参考文献:

- [1] 马代夫, 刘庆昌. 中国甘薯育种与产业化[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2005.
- [2] 杨明毅, 史劲松, 孙晓明. 葛根的综合利用及深加工[J]. 常德师范学院学报, 2001, 13(1): 74-77.
YANG Mingyi, SHI Jingsong, SUN Xiaoming. Further process and utilization of the root of kudzn vine [J]. **Journal of Changde Teachers University**, 2001, 13(1): 74-77. (in Chinese)
- [3] 祝美云, 魏征, 邵建峰, 等. 甘薯柑橘复合果脯加工工艺研究[J]. 河南农业大学学报, 2009, 43(3): 323-326.
ZHU Meiyun, WEI Zheng, SHAO Jianfeng, et al. Research on processing technology of composite preserved citrus and sweet potato[J]. **Journal of Henan Agricultural University**, 2009, 43(3): 323-326. (in Chinese)
- [4] 王琦, 王弘. 即食营养葛根粉的生产工艺研究[J]. 昆明医学院学报, 1999, 20(3): 103-106.
WANG Qi, WANG Hong. Study on the production process of instant nutrient pueraria powder [J]. **Academic Journal of Kunming Medical College**, 1999, 20(3): 103-106. (in Chinese)
- [5] 何继文, 程力, 洪雁, 等. 甘薯全粉加工中无硫复合护色工艺优化[J]. 农业工程学报, 2013, 29(9): 275-284.
HE Jiwen, CHENG Li, HONG Yan, et al. Optimization of compound color fixative without sulfur during sweet potato flour processing[J]. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, 2013, 29(9): 275-284. (in Chinese)
- [6] 刘军波, 张慙, 任志灿. 莲藕汁防褐变预处理工艺的研究[J]. 食品与生物技术学报, 2010, 29(6): 829-835.
LIU Junbo, ZHANG Min, REN Zhican. Study of pretreatment technology against browning in lotus root juice [J]. **Journal of Food Science And Biotechnology**, 2010, 29(6): 829-835. (in Chinese)
- [7] 秦波, 路海霞, 陈绍军, 等. 紫薯干制品无硫护色工艺的研究[J]. 莆田学院学报, 2013, 20(5): 84-88.
QIN Bo, LU Haixia, CHEN Shaojun, et al. Study on the sulfur-free color protection technology of purple sweet potato products [J]. **Journal of Putian University**, 2013, 20(5): 84-88. (in Chinese)
- [8] 杨金英, 王剑平. 甘薯果脯护色的试验研究[J]. 农机化研究, 2004(1): 177-179.
YANG Jinying, WANG Jianping. Research of color protection of preserved sweetpotato [J]. **Journal of Agricultural Mechanization Research**, 2004(1): 177-179. (in Chinese)
- [9] 杨立明, 陈赐明, 黄昌礼, 等. 岩薯 5 号的主要特征特性及其栽培技术研究[J]. 江西农业大学学报, 2004, 26(2): 21-24.
YANG Liming, CHEN Ci, HUANG Changli, et al. Studies on the main characters of yanshu 5 and its cultivation technique[J]. **Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis**, 2004, 26(2): 21-24. (in Chinese)
- [10] Coseteng M Y, Lee C Y. Changes in apple polyphenol oxidase and polyphenol concentration in relation to degree of browning[J]. **Food Sci**, 2007(52): 985-989.
- [11] MG Roig, JF Bello, ZS Rivera, et al. Studies on the occurrence of non-enzymatic browning during storage of citrus juice[J]. **Food Research International**, 1999, 32(9): 609-619.