

婴幼儿谷物辅助食品紫色谷薯糊 工艺及配方研究

孔欣欣, 游新侠, 张娜

(郑州科技学院 食品科学与工程系, 河南 郑州 450064)

摘要:以大米、紫米、紫薯、山药为主要原料,研究一种婴幼儿谷物辅助食品——紫色谷薯糊,通过单因素试验及正交试验确定了其主要工艺参数和最佳配方.结果表明,山药先微波后化学护色的最佳工艺参数为:微波输出功率1 200 W,时间60 s,护色液配方为维生素C 0.5%,氯化钠1.0%,柠檬酸0.6%,护色时间5 min;紫米、紫薯最佳熟化工艺:紫米常压水煮20 min,紫薯于100℃汽蒸10 min.紫色谷薯糊的主要配方:大米、紫米、山药生料质量比为5:2:2.以原料湿基质量总和100计,紫薯、牛奶、蔗糖、食盐的添加量分别为30%,30%,6%,0.2%,DHA藻油添加量为2.0 mg/g.制成品适合8个月以上的婴幼儿食用.

关键词:婴幼儿谷物辅助食品;紫色谷薯糊;山药;紫米;紫薯;大米

中图分类号:TS213 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2015.01.004

The process and formula of purple cereal-potato mixed paste for infants

KONG Xin-xin, YOU Xin-xia, ZHANG Na

(Department of Food Science and Engineering, Zhengzhou University of Science and Technology, Zhengzhou 450064, China)

Abstract: The best formula and the main process parameters of purple cereal-potato mixed paste (a kind of cereal-based complementary food for infants) using rice, purple rice, purple sweet potato and Chinese yam as materials were studied. By single and orthogonal experiment, the best process parameters of Chinese yam microwave heating and color protecting were obtained: the microwave output power 1 200 W, microwave heating time 60 s; the formula of color protecting was as following: Vc 0.5%, sodium chloride 1.0%, citric acid 0.6%, color protection time 5 min. The method of maturing for purple rice and purple sweet potato was studied by single factor test: purple rice was boiled 20 min in atmospheric pressure, purple sweet potato was steamed 10 min at 100℃. Using orthogonal test to determine the main formula as follow rice: purple rice: yam = 5:2:2 (mass ratio), the amount of purple sweet potato, milk, sugar, salt was respectively 30%, 30%, 6%, 0.2% (the sum of the main wet raw material was 100). The amount of DHA algae oil was 2.0 mg/g. The product was suitable for eight-month-or-more infants.

Key words: cereal-based complementary foods for infants; purple cereal-potato mixed paste; Chinese yam; purple rice; purple sweet potato; rice

收稿日期:2014-10-09

基金项目:河南省教育厅科学技术研究重点项目(12B550015)

作者简介:孔欣欣(1975—),女,辽宁省葫芦岛市人,郑州科技学院讲师、工程师,硕士,主要研究方向为现代饮料、谷物食品工程制造及检测技术.

0 引言

婴儿出生1~4个月期间为纯母乳喂养阶段,其后,随着月龄的增加,乳类所含热能、蛋白质及其他营养素已不能满足其生长发育所需,必须及时给婴幼儿补充其他辅助食品.婴幼儿谷类辅助食品是以一种或多种谷物为主要原料、可添加适量的营养强化剂或其他辅料、适合6个月以上婴幼儿食用的辅助食品^[1].这类食品易消化、价格低,是很多国家6~12个月婴幼儿的首选辅助食品.6个月以上婴幼儿在添加辅食时,应从流态逐步过渡到半固态、固态,食物种类也应由少至多,此阶段婴幼儿体格发育速度开始放慢,但脑部发育加快,在膳食中必须有足够的热量和各种营养素,且营养素之间应保持平衡关系.

大米的主要成分是淀粉和蛋白质,其氨基酸组成较平衡合理,且大米蛋白质具有低抗原性、安全可靠的优点^[2],故广泛用于生产婴幼儿辅助食品.紫米与大米相比,蛋白质含量更高,氨基酸种类更为全面,其中赖氨酸含量约为普通大米的2倍,铁、钙、锌含量也明显高于普通大米^[3].紫薯是甘薯的一种,较一般甘薯含有更多的花青素、硒元素、铁元素,可以提高婴幼儿机体免疫力,预防贫血,它还含有一定量的粗纤维,有润肠通便的作用.山药质地细腻,风味鲜美,营养丰富,并具有健脾祛湿等食疗功能.牛奶是全营养食品且易消化,其蛋白属于优质蛋白,能与谷类蛋白质发生营养互补作用^[2].DHA(二十二碳六烯酸)藻油自藻类植物中提取,富含DHA,是大脑细胞膜和视网膜的重要组成部分,可促进婴幼儿脑功能和视功能发育^[4].我国卫生部于2010年发布第3号公告,将DHA藻油列入新资源食品,并允许在婴幼儿食品中添加.

我国大陆市场生产、销售的婴幼儿谷类辅食主要是以大米为主要原料的粉状米粉类制品,原料取材较单一,因而营养成分也单一.本文拟研制婴幼儿谷类辅助食品——紫色谷薯糊,以大米、紫米、紫

薯、山药为原料,并添加DHA藻油,从而使该产品营养成分全面、合理,且风味优美、易消化,并具有一定的保健功能.同类产品目前尚未见报道,表明其具有一定的市场潜力.

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

材料:大米(黄金晴品种),河南省原阳县产;紫米(香紫米品种),云南省产;紫薯(紫薯王品种),郑州市产;山药(普通品种),河南省温县产;纯牛奶,内蒙古伊利实业集团股份有限公司产;蔗糖(优级),广西贵糖(集团)股份有限公司产;DHA藻油(粉剂Ⅱ型),广东润科生物工程有限公司产;普通食盐(食品级),河南省卫群多品种盐有限公司产;一水柠檬酸(食品级),安徽丰原生物化学股份有限公司产;维生素C(食品级),华北制药集团有限责任公司产.

仪器:VYS-6HM型试验室微波设备,广州威雅斯微波设备有限公司产;SZM-20型多功能搅拌机,广州旭众食品机械有限公司产;DB-150型多功能磨浆机,广州德帮机械设备有限公司产;JMS-80型立式胶体磨,廊坊市廊通机械有限公司产;HH-W600型恒温水浴锅,金坛市晶玻实验仪器厂产;JYC-21GS02型电磁炉,九阳股份有限公司产;YXQ-LS-100A型高压灭菌锅,常州诺基仪器有限公司产;AB104-S型电子天平,瑞士梅特勒-托利多常州公司产;UV-2800型紫外-可见分光光度计,尤尼柯(上海)仪器有限公司产.

1.2 工艺流程

工艺流程见图1.

1.3 工艺要点

1.3.1 原料预处理 选择肉质洁白肥厚,粗壮均匀,无病虫害及机械损伤,直径在4~5 cm的圆山药;选择具有特征色泽、气味清香、无病虫害的大米、紫米,用净水清洗1~2次,沥水备用;选择无黑腐病、虫咬及机械损伤的紫薯,清洗去皮,切成2 cm厚

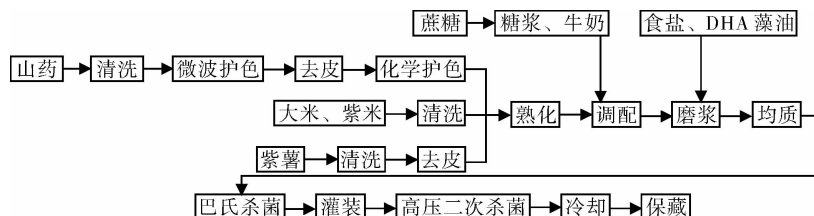


图1 紫色谷薯糊工艺流程

的紫薯片,备用。

1.3.2 山药护色 山药在加工过程中容易发生褐变,原因大致分为三类,即酶促褐变、美拉德反应和抗坏血酸的氧化作用^[5]。酶促褐变是山药褐变的主要原因,其反应非常迅速,山药中与酶促褐变密切相关的酶主要是多酚氧化酶(PPO)和过氧化物酶(POD)^[6]。山药最常见的护色方法是热烫和化学护色。热烫护色工艺成熟,但批量生产时卫生状况不好,能量消耗大。化学护色效果明显,但护色剂消耗量大,对于婴幼儿食品,护色剂的种类选择也受到较大限制。

本文研究微波护色和化学护色相结合的护色效果。微波护色的原理是加热钝化引起山药酶促褐变的酶类。微波传热的特点是自内向外,加热均匀且时间短,热惯性低^[7]。本试验选择微波输出功率和护色时间为研究因素,进行正交试验,以未经微波处理的山药作对照。用透光率判断试验结果,其检测方法是:将样品去皮,迅速捣碎,用等质量蒸馏水稀释降低黏度,取 10 mL 稀释后的山药浆和 10 mL 乙醇混合均匀,提取 6 h,用定性滤纸过滤,取滤液置于 1 cm 比色皿中,用分光光度计在 430 nm 下测定其透光率^[8]。山药微波护色并不能让引起山药酶促褐变的酶类完全钝化失活,在后期的加工过程中,还需对山药去皮、切片、加热熟化,所以需要进一步护色。将经微波护色的山药去皮并切成约 2 cm 厚的山药片,浸泡在允许在婴幼儿食品中使用的维生素 C、氯化钠和柠檬酸组成的复合护色液里,通过正交试验确定它们的用量及护色时间,以未经化学护色处理的山药作对照,用透光率判断试验结果,检测方法同上所述。

1.3.3 熟化 山药:常压汽蒸 6 min 熟化;大米:在大米中按 1:5 料水比加入沸水(98~100℃),恒温熟化 12 min,将水沥去,煮米水冷却至 20℃以下,密闭保存用于配料;紫米:紫米较大米质地更为坚硬,磨浆前,需加入一定比例的热水进行预煮熟化,一方面通过加热吸水使米粒软化,方便制浆,另一方

面使米粒糊化,提高消化吸收率,节约能源。在紫米中按 1:7 料水比加入沸水,恒温熟化,将水沥去,煮米水按大米水处理,用于配料;紫薯:紫薯在打浆前,也需要进行熟化处理,一方面使薯体软化易去皮易破碎,另一方面达到一定的糊化度,缩短后期完全糊化所需时间,节约能源,紫薯常压汽蒸熟化,紫米和紫薯熟化时间用单因素试验确定。

1.3.4 调配 蔗糖用煮米水(大米、紫米)配制为 50% 的浓糖浆,加热至 90℃,保温 5 min 杀菌,然后速冷至 25℃左右。将熟化后的谷薯原料,按比例与糖浆、牛奶在搅拌机中混合均匀。紫薯、牛奶、蔗糖、食盐的用量用正交试验确定。

1.3.5 磨浆 将混合料送入磨浆机制成匀浆,为减小颗粒粒度,需磨浆两次,第二次磨浆时,加入预先干混好的食盐、DHA 藻油混合物。

1.3.6 均质 将料糊升温至 75~80℃,用胶体磨均质两次,第一次磨盘间隙 20 μm,循环 5 min,第二次磨盘间隙 10 μm,循环 3 min。

1.3.7 杀菌、灌装、二次杀菌、冷却 将均质后的料糊升温至 90℃,保温 3 min,趁热装入经杀菌的玻璃瓶中,121℃杀菌 5 min,分段冷却至 25℃以下。

1.4 紫色谷薯糊感官指标评定标准

在选用的天然谷薯原料中,大米、紫米及山药特征风味均不突出,根据婴幼儿营养需要和消化吸收特点,大米、紫米、山药以生料计,质量比设计为 5:2:2。DHA 藻油按 GB 10765—2010《食品安全国家标准·婴儿配方食品》规定适当添加。本产品的特有滋味主要取决于紫薯、牛奶、蔗糖和食盐,其中食盐起到调和风味和防腐的作用。紫薯、牛奶、蔗糖和食盐的添加量用正交试验确定,通过感官评定对制成的试验样品进行综合评分,评定标准见表 1。

2 结果与分析

2.1 山药微波护色工艺

表 2 为山药微波护色工艺参数正交试验结果。

表 1 紫色谷薯糊感官指标评定标准

分

指标	等级一	等级二	等级三
香气 (满分 4 分)	香气宜人浓郁,无异味 (2.8~4.0)	香气较宜人浓郁,无明显异味 (1.4~2.7)	香味淡,有异味 (0.0~1.3)
滋味口感 (满分 6 分)	香甜鲜美,浓郁丰满,风味宜人,无异 味,入口细腻柔滑(4.1~6.0)	滋味较协调浓郁,无明显异味, 入口较粗糙(2.1~4.0)	滋味不协调,单薄寡淡,有异味, 入口粗糙有颗粒感(0.0~2.0)
总分 10	6.8~10.0	3.4~6.7	0.0~3.3

表2 山药微波护色工艺参数正交试验结果

试验号	微波输出功率 <i>A</i>	护色时间 <i>B</i>	透光率/%
1	1(800 W)	1(30 s)	68.14±0.40
2	1	2(60 s)	78.22±0.46
3	1	3(90 s)	78.42±0.47
4	2(1 000 W)	1	69.77±0.41
5	2	2	79.85±0.47
6	2	3	80.12±0.48
7	3(1 200 W)	1	70.92±0.42
8	3	2	82.61±0.49
9	3	3	80.42±0.48
<i>K</i> ₁	224.8	208.8	
<i>K</i> ₂	234.0	239.0	
<i>K</i> ₃	229.7	240.7	
<i>k</i> ₁	74.9	69.6	
<i>k</i> ₂	76.6	80.2	
<i>k</i> ₃	78.0	79.7	
极差 <i>R</i>	3.1	10.6	

未经微波处理的山药样品透光率为 50.44%，对比表 2 中经微波处理的各山药样品透光率可知，经微波处理后，山药褐变程度降低。通过极差分析可知，护色时间对护色效果的影响更为明显，但微波处理时间过长，会引起山药严重失水。因此，本试验最佳方案为 *A*₃*B*₂（试验 8），即当微波输出功率为 1 200 W，护色时间为 60 s 时，山药护色效果较好，且易剥皮，外观形态未发生明显变化。

2.2 山药化学护色工艺

山药经微波护色后，去皮、切片并浸泡在护色液里，对 3 种护色剂的用量及护色时间作正交试验，试验结果见表 3。

经检测，已经微波护色但未经化学护色的山药样品透光率为 74.38%，说明去皮、切片后，山药仍会发生褐变。由表 3 可知，经化学护色，山药的褐变程度变小，影响山药化学护色效果的因素顺序为：*A* > *C* > *B* > *D*，即维生素 C 的影响最显著。山药化学护色最佳工艺组合为 *A*₂*B*₂*C*₃*D*₁，与试验结论一致（试验 5），即维生素 C 0.5%，氯化钠 1.0%，柠檬酸 0.6%，护色时间 5 min。所选用的护色剂安全性好，具有提升营养价值，改善风味的作用。

2.3 紫米熟化工艺

紫米熟化时间用单因素试验确定，用感官指标及糊化度对水煮后的紫米进行评价，糊化度的检测采用葡萄糖淀粉酶法^[9]，单因素试验结果见表 4。

由表 4 可知，随着水煮时间的延长，紫米的糊化度不断提高，在水煮时间为 20 min 时，紫米米香味

表3 山药化学护色工艺参数正交试验结果

试验号	维生素 C <i>A</i>	氯化钠 <i>B</i>	柠檬酸 <i>C</i>	护色时间 <i>D</i>	透光率/%
1	1(0.3%)	1(0.8%)	1(0.2%)	1(5 min)	79.40±0.49
2	1	2(1.0%)	2(0.4%)	2(10 min)	80.12±0.49
3	1	3(1.2%)	3(0.6%)	3(15 min)	81.66±0.50
4	2(0.5%)	1	2	3	85.53±0.51
5	2	2	3	1	88.49±0.52
6	2	3	1	2	86.61±0.51
7	3(0.7%)	1	3	2	86.34±0.51
8	3	2	1	3	86.02±0.51
9	3	3	2	1	86.32±0.51
<i>K</i> ₁	241.2	251.3	252.0	254.2	
<i>K</i> ₂	260.6	254.6	251.9	253.1	
<i>K</i> ₃	258.7	254.5	256.5	253.2	
<i>k</i> ₁	80.4	83.8	84.0	84.7	
<i>k</i> ₂	86.9	84.9	84.0	84.4	
<i>k</i> ₃	86.2	84.8	85.5	84.4	
极差 <i>R</i>	6.5	1.1	1.5	0.3	

表4 紫米熟化工艺单因素试验结果

水煮时间/min	感官评价结果	糊化度/%
5	煮米水呈淡紫色，米粒基本处于全生状态，手搓坚硬	7.2
10	煮米水颜色加深，米粒体积增大，用力手搓可碎，有米香味和生米味	24.5
15	煮米水呈现黑红色，米粒体积继续增大，手搓可碎，但米粒中心有少许夹生，米香味增加，生米味消失	44.3
20	煮米水呈黑红色，米粒表面有开裂，体积增大不明显，米粒基本保持完整，手搓即碎，米香味浓郁，无夹生	58.7
25	煮米水呈现黑红色，米粒开始碎烂，吸水严重，米香味降低	72.4
30	煮米水与部分米粒混合呈现粥糊状，颜色呈现黑红色，黏度较大，米香味降低	89.4

较突出，米粒质量增加至原来的 2.7 倍左右，手搓即碎，但外形仍保持基本完整，色泽未发生明显变化，糊化度为 58.7%，达到预期工艺要求。

2.4 紫薯熟化工艺

紫薯采用 100℃ 水蒸汽熟化方式，熟化时间用单因素试验确定，用感官指标对汽蒸后的紫薯进行评价，单因素试验结果见表 5。

由表 5 可知，紫薯 100℃ 汽蒸 10 min 时综合感官指标最好，且易于加工处理。

2.5 主原料配方的研究

感官评定采用分类检验法，评价员由 10 人组成，均为受过一定感官检验训练的人员。正交试验

结果见表 6.

表 5 紫薯熟化工艺单因素试验结果

汽蒸时间/min	感官评价结果
5	颜色呈暗紫色,表层熟化,内部仍脆硬
10	颜色呈暗紫色,中心已熟化,外形保持完整,受压易成泥,入口有软糯和起沙感
15	颜色呈暗紫色,完全熟化,表面水润,有变形塌陷现象,薯体水分回升,易碎,口感及特有滋气味变差
20	颜色呈暗紫色,水分含量继续增加,基本成泥状,特有滋气味降低
25	颜色呈黑紫色,外观成泥状,特有滋气味寡淡

表 6 紫色谷薯糊主原料配比正交试验结果

试验号	紫薯 A	牛奶 B	蔗糖 C	食盐 D	感官评价/分
1	1(20%)	1(20%)	1(6%)	1(0.10%)	6.2
2	1	2(30%)	2(7%)	2(0.15%)	7.0
3	1	3(40%)	3(8%)	3(0.20%)	7.1
4	2(25%)	1	2	3	6.9
5	2	2	3	1	8.0
6	2	3	1	2	7.9
7	3(30%)	1	3	2	8.2
8	3	2	1	3	9.2
9	3	3	2	1	8.7
K_1	20.3	21.3	23.3	22.9	
K_2	22.8	24.2	22.6	23.1	
K_3	26.1	23.7	23.3	23.2	
k_1	6.8	7.1	7.8	7.6	
k_2	7.6	8.1	7.5	7.7	
k_3	8.7	7.9	7.8	7.8	
极差 R	1.9	1.0	0.3	0.2	

注:以大米、紫米、山药湿基原料的质量总和为 100,其余原料以其质量百分比计量.

由表 6 中极差值分析可知,影响试验结果的因素主次顺序为 $A > B > C > D$,即紫薯添加量对产品风味影响最大. 正交试验优选出的方案为 $A_3B_2C_1D_3$,与直观结果一致(试验 8),即以大米、紫米、山药湿基原料质量总和 100 计,紫薯、牛奶、蔗糖、食盐的添加量分别为 30%,30%,6%,0.2%.

3 结论

本文以大米、紫米、紫薯、山药为主要原料,研究

一种婴幼儿谷物辅助食品——紫色谷薯糊,通过单因素试验及正交试验确定了其主要工艺参数和最佳配方. 试验结果表明,山药先采用微波护色加化学护色效果较好,微波护色的最佳工艺参数为输出功率 1 200 W,时间 60 s;化学护色的最佳工艺组合为维生素 C 0.5%,氯化钠 1.0%,柠檬酸 0.6%,护色时间 5 min. 紫米最佳熟化工艺为 100 ℃水煮 20 min,紫薯最佳熟化工艺为 100 ℃汽蒸 10 min. 紫色谷薯糊的最优配方为大米、紫米、山药生料质量比为 5:2:2,如以上原料湿基质量总和以 100 计,则紫薯、牛奶、蔗糖、食盐的添加量分别为 30%,30%,6%,0.2%,DHA 藻油按 GB 10765—2010 添加量为 2.0 mg/g. 采用最佳工艺及配方研制出的紫色谷薯糊呈暗紫色细腻均匀糊状,无肉眼可见颗粒及异物,香气宜人,乳香及甘薯香气较突出,具有特有宜人滋味,浓郁、香甜适口,柔滑细腻,黏度适口,可直接食用或用牛奶等稀释后食用. 成品蛋白质含量较高,且属优质蛋白质,此外富含钙,铁,硒,维生素 B1,DHA 及花青素等有益微量成分,具有健脑、益气健脾、润肠通便等食疗功能. 该产品适合 8 个月以上的婴幼儿食用,具有较好的市场前景.

参考文献:

[1] GB 10769—2010, 食品安全国家标准·婴幼儿谷类辅助食品[S].

[2] 孙远明. 食品营养学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2010:215—216.

[3] 王丽华,叶小英,李杰勤,等. 黑米、红米的营养保健功效及其色素遗传机制的研究进展[J]. 种子,2006,25(5):50.

[4] 张义明. DHA 的来源及合理应用[J]. 食品工业科技,2003,24(8):98.

[5] 李红涛,袁书林. 山药加工褐变抑制方法的研究[J]. 农产品加工学刊,2009(9):23.

[6] 谢兴源. 山药的主要成分及其应用价值[J]. 现代农业科技,2009(6):76.

[7] 徐文通. 食品工程原理[M]. 北京:高等教育出版社,2005:141—142.

[8] 孔欣欣,王莹莹,朱叶. 苹果、决明子、怀菊花复合保健饮料的研制[J]. 食品与发酵科技,2010,46(3):104.

[9] 付中华,薛晓金,田素芳. 糊化度的测定方法[J]. 粮食流通技术,2004(03):27.