

# 龙香芋西米饮料加工工艺研究

瞿桂香,李志方,施帅,蒲丽丽,刘文婧 (江苏农牧科技职业学院,江苏泰州 225300)

**摘要** [目的]探索龙香芋西米饮料的最佳配方。[方法]以兴化地方特色产品龙香芋为原料,加入西米和牛奶制得龙香芋西米饮料,经正交试验后应用模糊数学评价得到最佳工艺配方。[结果]龙香芋西米饮料的最佳配方为每500 g龙香芋,加水1 500 g、牛奶250 g、白砂糖150 g、稳定剂1 g、西米适量。所得产品色泽呈乳白色,稳定性好,入口细腻,具有明显的香芋味道。[结论]该研究丰富了饮料的品种,也为兴化地区特产龙香芋的开发应用提供了参考。

**关键词** 龙香芋;西米;模糊数学评价;兴化  
**中图分类号** TS275.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)31-0040-02

**Research on Processing Technology of Dragon Taro and Sago Juice Beverage**  
**QU Gui-xiang, LI Zhi-fang, SHI Shuai et al** (Jiangsu Animal Husbandry & Veterinary College, Taizhou, Jiangsu 225300)  
**Abstract** [Objective] To discuss the optimal formula of dragon taro and sago juice beverage. [Method] With local characteristic product dragon taro in Xinghua as the raw materials, sago and milk were added to prepare dragon taro and sago juice beverage. After orthogonal test, fuzzy math evaluation was used to obtain the optimal technical formula. [Result] The technical formula of dragon taro and sago juice beverage was as follows: 500 g dragon taro, 1 500 g water, 250 g milk, 150 g white sugar, 1 g stabilizer, and proper amount of sago. The color of obtained products was milky white with good stability, exquisite entrance and obvious taro flavor. [Conclusion] This research enriches the variety of drinks, and provides references for the development and application of dragon taro.  
**Key words** Dragon taro; Sago; Fuzzy math evaluation; Xinghua

龙香芋,江苏兴化地方品种,生长在垛田中,株高1.2~1.5 m,叶片深绿色,叶柄绿色,叶柄长,叶片与叶柄相连处有紫晕,母芋近圆球形,肉白色,粉而香,子芋少,椭圆形,肉质黏,是垛田镇的特色传统无公害农产品<sup>[1-3]</sup>。龙香芋营养丰富,富含淀粉、脂肪、蛋白质、纤维素、B族维生素、维生素C以及钙、铁等矿物质,具有益胃、宽肠、通便散结、补中益肝肾、添精益髓等功效,对治疗大便干结、乳腺炎、关节炎以及癌症等具有辅助疗效<sup>[4-5]</sup>。西米又叫西谷米,在我国广东沿海地区,也叫做谷米、沙弧米<sup>[6]</sup>,白净滑糯,营养颇丰,主要成分是淀粉,有温中健脾、治脾胃虚弱和消化不良的功效,还有使皮肤恢复天然润泽的功能。在世界各地,西米主要用来制作布丁或酱汁增稠剂<sup>[7-8]</sup>。龙香芋具有独特的食疗保健功效,但目前市场上的产品却很少,有关芋头商业食品开发加工的研究报道主要集中在芋头泥<sup>[9]</sup>、芋头冰淇淋<sup>[10]</sup>、芋头谷片面包<sup>[11]</sup>、芋头乳酸菌发酵酸奶<sup>[12]</sup>等方面。

饮料制作工艺简单,也是广大群众不可或缺的休闲食品之一。笔者以龙香芋为主要原料,加入西米和牛奶,制备营养价值更高、口感更优的龙香芋饮料,旨在为丰富饮料品种、龙香芋的深加工以及提高兴化地区芋农收入提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 兴化龙香芋、西米、牛奶、白砂糖,均为市售;羧甲基纤维素钠,南京松冠生物科技有限公司。

蒸锅、电磁炉,浙江苏泊尔股份有限公司;ACS-30型电子秤,上海皖衡电子仪器有限公司;DS-1型组织捣碎机,上海右一仪器有限公司;实验型胶体磨,上海东华高压均质

机厂。  
**1.2 方法**  
**1.2.1 配方设计。**通过单因素试验探索出基本配方,结果表明影响龙香芋西米饮料质量的因素主要是水、牛奶、白砂糖、稳定剂。每个因素取3个水平(表1),采用 $L_9(3^4)$ 因素水平正交试验的方法,以色泽、气味、滋味、组织状态等感官为指标确定龙香芋西米饮料的最佳配方。

表1 龙香芋西米饮料研制试验的因素水平设计  
Table1 Design of factors and levels for dragon taro and sago juice beverage development experiment g

| 水平<br>Level | 因素 Factor      |                  |                        |                       |
|-------------|----------------|------------------|------------------------|-----------------------|
|             | 水 (A)<br>Water | 牛奶 (B)<br>Milk/g | 白砂糖 (C)<br>White sugar | 稳定剂 (D)<br>Stabilizer |
| 1           | 1 000          | 125              | 100                    | 1                     |
| 2           | 1 500          | 250              | 125                    | 2                     |
| 3           | 2 000          | 375              | 150                    | 3                     |

注:表中各因素添加量均以500 g龙香芋为基础。  
Note: Adding amount in each factor was on the basis of 500 g dragon taro.

**1.2.2 感官质量模糊数学评价<sup>[13-15]</sup>。**研究龙香芋西米饮料的加工工艺是以感官评价为主,因感官指标评价标准的本身是模糊的,这些感官特性的评价很难用准确的数值来表达,针对这一特点,通过应用比较严密的、客观而科学的模糊数学评价法来评价龙香芋西米饮料感官质量就显得更为科学和客观。

应用模糊数学评价法来评价龙香芋西米饮料的感官质量。评定小组由10名专业人员组成,设定对产品的色泽、滋味、质地、气味4个指标进行感官评价,即 $A=(\text{色泽,组织状态,滋味,气味})$ 。对每个因素的评价按好、中等、差3个等级进行评定, $Y=(V_1,V_2,V_3)=(\text{好,中等,差})$ 。

根据其在食品感官评价中的作用,采用强制决定法确定各质量因素的权重,分别为色泽0.1、滋味0.3、组织状态0.3、

气味 0.3, 记为  $A = (a_1, a_2, a_3, a_4) = (0.10, 0.30, 0.30, 0.30)$ , 用模糊数学评价结果来判定样品的品质优劣<sup>[16-17]</sup>。

**1.2.3 操作步骤。** 龙香芋的预处理: 选取无病虫害且拥有纯正颜色与香味的兴化龙香芋, 洗净除去表皮, 切成 5 mm 厚的芋头片, 蒸熟。打浆、细化: 蒸熟的龙香芋按设计比例加水经高速组织捣碎机搅打成均匀的浆状。西米的处理: 将西米用热水煮沸 30 min, 捞出过冷水, 再煮至白芯消失即可。调配: 将白砂糖和稳定剂混匀, 在牛奶中溶解, 再加入龙香芋浆

液搅拌均匀, 经胶体磨细化, 按体积的 5% 加入处理好的西米混匀。常压沸水杀菌: 100 ℃, 30 min 杀菌。冷却: 杀菌后迅速冷却至室温。

**2 结果与分析**

**2.1 模糊数学感官评价结果统计** 由 10 人组成的评议组, 在专门的试验环境中对 9 个样品按色泽、滋味、组织状态、气味 4 个指标进行逐一评价, 最后将评定人员的评定结果收集起来, 进行统计, 结果如表 2。

表 2  $L_9(3^4)$  正交试验感官评价试验结果统计  
Table 2 Statistics of sensory evaluation results of  $L_9(3^4)$  orthogonal test

| 试验样品号<br>Test sample code | 色泽 Color |       |       | 滋味 Taste |       |       | 组织状态 Texture |       |       | 气味 Odor |       |       |
|---------------------------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|--------------|-------|-------|---------|-------|-------|
|                           | $V_1$    | $V_2$ | $V_3$ | $V_1$    | $V_2$ | $V_3$ | $V_1$        | $V_2$ | $V_3$ | $V_1$   | $V_2$ | $V_3$ |
| 1                         | 5        | 3     | 2     | 4        | 4     | 2     | 6            | 3     | 1     | 5       | 2     | 3     |
| 2                         | 4        | 4     | 2     | 7        | 2     | 1     | 7            | 2     | 1     | 6       | 3     | 1     |
| 3                         | 5        | 2     | 3     | 4        | 4     | 2     | 5            | 4     | 1     | 6       | 2     | 2     |
| 4                         | 5        | 2     | 3     | 7        | 2     | 1     | 6            | 2     | 2     | 5       | 3     | 2     |
| 5                         | 8        | 2     | 0     | 7        | 2     | 1     | 8            | 2     | 0     | 7       | 1     | 2     |
| 6                         | 6        | 3     | 1     | 5        | 1     | 4     | 5            | 2     | 3     | 6       | 2     | 2     |
| 7                         | 4        | 3     | 3     | 5        | 1     | 4     | 6            | 3     | 1     | 6       | 1     | 3     |
| 8                         | 6        | 2     | 2     | 5        | 2     | 3     | 4            | 4     | 2     | 5       | 2     | 3     |
| 9                         | 7        | 2     | 1     | 7        | 3     | 0     | 5            | 2     | 3     | 6       | 2     | 2     |

**2.2 数据处理** 将表 2 中各个样品的质量因素各等级所得票数折算成比率, 联合各个样品所有因素的评价结果, 得到模糊矩阵  $K_j$ :

$$K_j = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ R_{i1} & R_{i2} & R_{i3} \end{bmatrix}$$

其中  $j=1, 2, 3, \dots, 9$  为样品编号,  $i=1, 2, 3, 4$  为质量评价因素,  $R_{i1}$ 、 $R_{i2}$ 、 $R_{i3}$  分别为第  $i$  个评价因素各评价等级所得票数的赞成比率。以 1 号样品为例:

$$K_1 = \begin{bmatrix} 0.50 & 0.30 & 0.20 \\ 0.40 & 0.40 & 0.20 \\ 0.60 & 0.30 & 0.10 \\ 0.50 & 0.20 & 0.30 \end{bmatrix}$$

根据模糊矩阵变换原理:  $Y=A \times K$ , 则对第  $i$  号样品评价结果  $Y_i=A \times K_j$ , 所以 1 号样品的综合评价结果为:

$$\begin{aligned} Y_1 &= A \times K_1 \\ &= (0.10, 0.30, 0.30, 0.30) \times \begin{bmatrix} 0.50 & 0.30 & 0.20 \\ 0.40 & 0.40 & 0.20 \\ 0.60 & 0.30 & 0.10 \\ 0.50 & 0.20 & 0.30 \end{bmatrix} \\ &= (0.50, 0.36, 0.20) \end{aligned}$$

同理可得其他样品的综合评价结果:  $Y_2 = (0.64, 0.25, 0.11)$ ,  $Y_3 = (0.50, 0.32, 0.18)$ ,  $Y_4 = (0.59, 0.23, 0.18)$ ,  $Y_5 = (0.74, 0.17, 0.09)$ ,  $Y_6 = (0.54, 0.18, 0.28)$ ,  $Y_7 = (0.55, 0.18, 0.27)$ ,  $Y_8 = (0.48, 0.26, 0.26)$ ,  $Y_9 = (0.61, 0.23,$

$0.16)$ 。

**2.3 模糊数学评价结论** 将各样品所得综合评价结果进行归一化处理后综合排序, 见表 3。

表 3 归一化法综合排序  
Table 3 Comprehensive ranking of normalization method

| 序号<br>Rank | $Y_i$ | 试验样品号<br>Test sample code | 序号<br>Rank | $Y_i$ | 试验样品号<br>Test sample code |
|------------|-------|---------------------------|------------|-------|---------------------------|
| 1          | $Y_5$ | 5                         | 6          | $Y_6$ | 6                         |
| 2          | $Y_2$ | 2                         | 7          | $Y_1$ | 1                         |
| 3          | $Y_9$ | 9                         | 8          | $Y_3$ | 3                         |
| 4          | $Y_4$ | 4                         | 9          | $Y_8$ | 8                         |
| 5          | $Y_7$ | 7                         |            |       |                           |

由表 3 可知, 5 号样品是龙香芋西米饮料的最佳配方。经综合评价, 最佳配方为  $A_2B_2C_3D_1$ , 即每 500 g 龙香芋中加水 1 500 g、牛奶 250 g、白砂糖 150 g、稳定剂 1 g、西米适量。

**3 结论**

该研究采用单因素和正交试验, 并应用模糊综合评价对获得产品进行评价, 确定了龙香芋西米饮料的最佳工艺配方为每 500 g 龙香芋, 加水 1 500 g、牛奶 250 g、白砂糖 125 g、稳定剂 1 g、西米适量, 制成的饮料色泽呈乳白色, 稳定性好, 入口细腻, 具有明显的香芋味。应用模糊综合评价可以综合考虑各因素对整体效果的影响, 能从更深层次上作出准确、客观的评价。同时, 该试验制得的产品食用携带方便, 营养元素符合现代人群的健康理念, 增加了龙香芋产品品种, 为龙香芋的市场开发提供了新的途径。

- [3] 李昌龙. 各种氨基酸的作用[C]//2013 年国际氨基酸产业发展高峰论坛. 上海:中国生物发酵产业协会,2013.
- [4] 陈贵堂,赵霖. 植物蛋白的营养生理功能及开发利用[J]. 食品工业科技,2004(9):137-140.
- [5] 陈智慧,史梅,王秋香,等. 用凯氏定氮法测定食品中的蛋白质含量[J]. 新疆畜牧业,2008(5):22-24.
- [6] 宗留香,肖青苗,康怀彬. 半微量凯氏定氮法测定蛋白质消化工艺的改进[J]. 食品工业科技,2007(5):232-234.
- [7] 陈智慧,史梅,王秋香,等. 用凯氏定氮法测定食品中的蛋白质含量[C]//高光,朱明文. 首届中国兽药大会暨中国畜牧兽医学动物药品学分会 2008 年学术年会. 天津:中国畜牧兽医学学会,2008:22-24.
- [8] 史玮,孙莹,徐振斌. 凯氏定氮法测定粮食蛋白质含量方法研究[J]. 粮食科技与经济,2013,38(5):31-32.
- [9] 向长萍,吴昌银,汪李平. 苦瓜营养成分分析及利用评价[J]. 华中农业大学学报,2000(4):388-390.
- [10] 贾丽艳,王丽丽. 对微量凯氏定氮法测定蛋白质含量的改进[J]. 农产品加工·学刊,2010(1):64-65.
- [11] 邵金良,黎其万,董宝生,等. 茛三酮比色法测定茶叶中游离氨基酸总量[J]. 中国食品添加剂,2008(2):162-165.
- [12] 王昂,王丽丽,仪宏,等. 茛三酮比色法测定谷氨酸含量的研究[J]. 中国调味品,2005(8):50-52.
- [13] 刘飞飞,李群,于岚. 茛三酮比色法定量检测赖氨酸条件的研究[J]. 中国食品添加剂,2010(5):223-225.
- [14] 王文平. 植物样品中游离氨基酸总量测定方法的改进[J]. 北京农学院学报,1998(3):9-13.
- [15] 程涛,孙艳波,李健. 双缩脲法测定乳中酪蛋白含量[J]. 中国乳品工业,2000,28(3):33-35.
- [16] 张立娟,姜瞻梅,姚雪琳,等. 双缩脲法检测大豆分离蛋白中蛋白质的研究[J]. 食品工业科技,2008,29(7):241-242.
- [17] 李英. 利用一定实验材料和器具设计实验[J]. 中学生物学,2005,21(3):38.
- [18] 刘邻渭,陶健,毕磊. 双缩脲法测定荞麦蛋白质[J]. 食品科学,2004,25(10):258-261.
- [19] 陈宁清,郑司雨. 双缩脲试剂在检测蛋白质上的应用研究[J]. 中国医疗器械杂志,2014,38(6):458-460.
- [20] 邓丽莉,潘晓倩,生吉萍,等. 考马斯亮蓝法测定苹果组织微量可溶性蛋白含量的条件优化[J]. 食品科学,2012(24):185-189.
- [21] 王孝平,邢树礼. 考马斯亮蓝法测定蛋白含量的研究[J]. 天津化工,2009,23(3):40-42.
- [22] 罗群. 考马斯亮蓝法快速测定菜籽粕中可溶性蛋白质的含量[J]. 成都大学学报(自然科学版),2014,33(2):125-126.
- [23] 安志强,孙新顺,乔文庆. 考马斯亮蓝法测定青霉素发酵液中可溶性蛋白质含量[J]. 河北化工,2010,33(9):60-61.
- [24] 赵英永,戴云,崔秀明,等. 考马斯亮蓝 G-250 染色法测定草乌中可溶性蛋白质含量[J]. 云南民族大学学报(自然科学版),2006,15(3):235-237.
- [25] 柳荫,吴凤智,陈龙,等. 考马斯亮蓝法测定核桃水溶性蛋白含量的研究[J]. 中国酿造,2013,32(12):131-133.
- [26] 王文平,郭沁远,李琳,等. 考马斯亮蓝法测定野木瓜多糖中蛋白质的含量[J]. 食品研究与开发,2008,29(1):115-117.
- [27] 刘俊,吉晓佳. 检测植物组织中多胺含量的高效液相色谱法[J]. 植物生理学学报,2002,38(6):596-598.
- [28] 万丹晶,陈妙芬,翟咏虹. 用 HPLC 法和氨基酸分析仪测定多维氨基酸片中 18 种氨基酸[J]. 药学服务与研究,2006(3):212.
- [29] 王艳. 高效液相色谱法的发展和应用探究[J]. 中国化工贸易,2013(12):313.
- [30] 张玉. 液相色谱法的发展及应用[J]. 中国科技博览,2015(27):349.
- [31] 吴少辉,张成桂,刘光明. 高效液相色谱法在蛋白质分离检测中的应用[J]. 畜牧与饲料科学,2011(8):63-65.
- [32] 王梅,戴军,谷文英. 高效凝胶过滤色谱法测定玉米蛋白酶解产物寡肽的分子量分布[J]. 食品与发酵工业,1998,5(5):25-27.
- [33] 唐玲玲,夏明. 高效液相色谱法在蛋白质分离检测中的应用[J]. 农产品加工·学刊,2009(1):89-92.
- [34] 唐辉,姚新成,田晨煦,等. HPLC 法测定食用棉籽蛋白中棉酚含量[J]. 农垦医学,2004,26(1):1-2.
- [35] 付金娥,韦树根,冀晓雯,等. 微波消解-紫外分光光度法测定三叶青总游离氨基酸[J]. 南方农业学报,2015(2):303-307.
- [36] 车兰兰,李卫华,林勤保. 氨基酸分析检测方法的研究进展[J]. 氨基酸和生物资源,2011,33(2):39-42.
- [37] 曹红琴. 紫外分光光度法测定蛋白质的含量[J]. 广东化工,2007,34(8):93-94.
- [38] 徐澜,安伟. 紫外分光光度法同时测定色氨酸和酪氨酸[J]. 光谱实验室,2011,28(5):2320-2323.
- [39] 董欣,王丽燕. 氨基酸紫外光谱的再测定[J]. 德州学院学报,2015(2):44-46.
- [40] 黄艳. 常见果蔬中游离氨基酸含量的测定[J]. 安徽农业科学,2013,41(9):4088-4089.

(上接第 41 页)

## 参考文献

- [1] 梁庆华,邱德生. 充分利用芋头原料资源 推动我国芋头产业发展[N]. 中国食品报,2013-6-03(006).
- [2] 徐东旭,张友才,徐永忠. 无公害龙香芋高产栽培技术[J]. 农业科技通讯,2004(1):6-7.
- [3] 施师,李志方,瞿桂香,等. 泰州芋头营养成分及其淀粉性质的研究[J]. 食品工业科技,2016,37(5):82-83.
- [4] 顾贤永,徐东旭,高文道,等. 兴化龙香芋优质高产栽培技术[J]. 上海蔬菜,2013(3):36-38.
- [5] 吴家浩,薛玉峰,刘翔,等. 兴化龙香芋高效栽培技术[J]. 现代园艺,2014(2):35.
- [6] 王保鱼. 蜂蜜西米露的家庭做法[J]. 中国蜂业,2013(3):58.
- [7] AHMAD F B, WILLIAMS P A, DOUBLIER J L, et al. Physico-chemical characterization of sago starch [J]. Carbohydrate polymers, 1998, 38: 361-362.
- [8] 陈福泉,钟碧疆,吴正双,等. 西米淀粉颗粒性质的研究[J]. 食品科技,2009,34(12):193-196.
- [9] 姜绍通,程元珍,汪洪普,等. 红枣芋泥的配方优化及产品特性研究[J]. 中国食物与营养,2013,19(5):43-47.
- [10] 陈运中,刘章武. 甘薯(芋头)冰激凌工艺和配方研究[J]. 武汉食品工业学院学报,1994(2):7-10.
- [11] 蒋高松, LAWRENCE RAMSDEN, HAROLD CORKE. 芋头在加工食品中的应用[J]. 中国食品工业,1998,5(12):14.
- [12] 檀子贞,王红育,吴雅静. 芋头乳酸菌发酵酸奶的研究[J]. 食品研究与开发,1999,20(3):19-20.
- [13] 吕志俭,姜汝燕. 应用模糊数学评价食品的感官质量[J]. 食品科学,1986(3):1-3.
- [14] 余疾风. 在食品感官质量的模糊综合评价中如何正确的制定权重分配方案[J]. 食品科学,1990(1):15-16.
- [15] 刘安军,刘有志,史建超. 模糊数学评价法在鹅肝酱研制中的应用[J]. 食品研究与开发,2006,27(11):82-83.
- [16] 花旭斌,李正涛,林巧. 模糊数学综合评价方法在苦荞麦食品研究中的应用[J]. 西昌农业高等专科学校学报,2004,18(3):41-42.
- [17] 姬良英. 感官模糊综合评价中权重分配的正确制定[J]. 食品科学,1991(3):9-10.