

# 基于模糊数学的丝瓜叶复合饮料配方的优化

韩 卓, 李延红, 陈晓燕, 孙汉巨

(合肥工业大学 生物与食品工程学院, 安徽 合肥 230009)

**摘 要:**以丝瓜叶为原料,以蓝莓粉、茉莉花为辅料,利用单因素试验、模糊数学理论和正交实验开发一种方便饮用、口感良好的复合饮料并研究其最佳工艺。结果表明:最佳工艺条件为料液比为 1:12 g/mL、浸取温度 70℃、浸提时间 30 min。复合饮料的最佳配比为丝瓜叶提取液 40%、蓝莓粉 20%、茉莉花粉 5%、白砂糖 8%。

**关键词:**丝瓜叶;复合饮料;配比;模糊数学;工艺

**中图分类号:**TS 275.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0132-03

丝瓜(*Luffa cylindrical*)属葫芦科攀援草本植物,在国内外均有分布和栽培,在中国主要分布在广东、广西、海南等地<sup>[1]</sup>。丝瓜含较多的皂甙类物质、丝瓜苦味质、黏液质、木胶、瓜氨酸、木聚糖等各类营养物质和具有一定特殊作用的干扰素等特殊物质<sup>[2]</sup>。丝瓜可供药用,具有清凉、利尿、活血、通经、解毒等功效<sup>[3]</sup>。丝瓜叶通常在夏秋采集,叶片中富含三萜类及其皂甙<sup>[4]</sup>。丝瓜叶或全草的水提取物多用于中药,可清热解毒、治痈疽、疗肿、疮癣、蛇咬、汤火伤、止咳、祛痰<sup>[5-6]</sup>,民间有用丝瓜叶制酒及泡茶改善脑供血、清热解暑的记载<sup>[7]</sup>,但国内外研究中在食品及保健方面对丝瓜叶的利用尚鲜见报道。

该试验以丝瓜叶为基料,以蓝莓粉、茉莉花为辅料,将模糊数学和正交实验设计应用于丝瓜叶复合饮料配方的优化与筛选中,旨在研制一种口感良好的复

合型休闲保健饮料,为系统开发丝瓜叶在食品和保健产品领域的利用价值提供了依据。

## 1 材料与方法

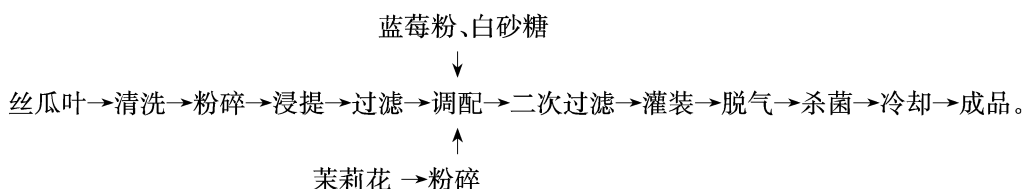
### 1.1 试验材料

供试无腐烂霉变的新鲜丝瓜叶由红峥生物科技有限公司提供;蓝莓粉、茉莉花为市售;白砂糖为食品级。

KD-B 型电子天平(福建电子有限公司)、HX-200 型高速中药粉碎机(浙江省永康市溪岸五金药具厂),离心机(上海安亭科学仪器厂),HH-S 型电热恒温水浴锅(江苏国胜试验仪器厂),DZF-6020 型真空干燥箱电热干燥箱(上海万锐实业有限公司)。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 工艺流程



**1.2.2 单因素试验** 取适量丝瓜叶放入 1 000 mL 烧杯中,加入适量水,在恒温水浴锅中浸提,分别对丝瓜叶质量与水体积的料液比、浸提温度、浸提时间进行考察,以提取液的气味(20 分)、色泽(20 分)、组织形态(30)、口感(30 分)作为综合评分的衡量标准,得出丝瓜叶提取液的最佳提取条件。浸提时间对丝瓜叶提取液的影响:料液

比为 1:10 g/mL,浸提温度为 80℃,分别在恒温水浴锅浸提 20、30、40、50 min。浸提温度对丝瓜叶提取液的影响:料液比为 1:10 g/mL,浸提时间保持 30 min,浸提温度分别设为 50、60、70、80℃。料液比对丝瓜叶提取液的影响:选取丝瓜叶浸提温度为 70℃,浸提时间为 30 min,分别配制料液比比例为 1:8、1:10、1:12、1:14 g/mL 进行试验。根据得到的丝瓜叶提取液体的色泽、滋味及澄清度进行评价。

**1.2.3 正交实验设计** 每份复合饮料样品总体积均定容为 100 mL,辅料以质量与体积百分比计量,复合饮料调配正交实验设计见表 1。

**1.2.4 丝瓜叶复合饮料评价方法** 对丝瓜叶复合饮料采用感官判定<sup>[8]</sup>及模糊数学综合评价<sup>[9-11]</sup>,评定标准见表 2。确定饮料的产品质量由气味、色泽、组织形态、口

**第一作者简介:**韩卓(1980-),女,辽宁锦州人,硕士研究生,中级工程师,研究方向为食品科学与工程。E-mail:kanahan80@163.com。  
**基金项目:**2012 年度安徽省科技计划资助项目(12030603020);2011-2012 学年合肥工业大学学生创新基金“百千百”专项“宣城市中良枣业”专项资助项目;2011 年国家自然科学基金资助项目(31171787)。

**收稿日期:**2013-06-19

表 1 正交实验因素与水平

Table 1 Factors and levels of orthogonal test

水平	因素			
	丝瓜叶提取液 A/%	蓝莓粉 B/%	茉莉花粉 C/%	白砂糖 D/%
1	20	20	3	4
2	40	25	5	6
3	60	30	10	8

感 4 个因素组成,即  $X$ =气味、色泽、香味、组织形态、口感。每个因素的评价按差、中等、好 3 个等级评定,即  $Y$ =差、中等、好。采用强制决定法确定各质量因素的权重,分别为气味(20 分)、色泽(20 分)、组织形态(30 分)、口感(30 分),即  $A=0.2, 0.2, 0.3, 0.3$ 。将结果中按不同配比调配得到的饮料样品所得评价票数折算成赞成票的比率,结合各样品的评价结果,得到形如  $R_j$  的模糊矩阵:

$$R_j = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ \dots & \dots & \dots \\ r_{i1} & r_{i2} & r_{i3} \end{bmatrix}。$$

式中: $j=1, 2, 3 \dots 9$ (试验号), $i=1, 2, 3$ (质量评价因素), $r_{i1}, r_{i2}, r_{i3}$  为第  $i$  个质量评价因素各评价等级所得票数折算成赞成票的比率。

根据模糊变换原理: $B=AR$ ,则对第  $j$  号饮料样品的综合评价结果为  $B_j=AR_j$ ,各种不同配比的饮料样品的综合评定结果。

表 2 丝瓜叶复合饮料感官评定标准

Table 2 Sensory evaluation standards of

*Luffa cylindrical* leaf compound beverage

指标	分值/分	标准	等级
气味	20	有淡淡的茉莉花香和茶香	好
		茶味稍重,茉莉花香较浓	中
		茶味重,无茉莉花香	差
色泽	20	翠绿,带淡黄色	好
		深绿色,带较深黄色	中
		深褐色,或土黄色	差
组织形态	30	颗粒细微,液体透明,无杂粒	好
		颗粒稍粗,有涩感,稍有浑浊	中
		颗粒粗糙,液体浑浊	差
口感	30	口味分明,无涩味,有淡香,无杂感	好
		有茶味和苦涩味,有香气,味道混杂	中
		有浓重的茶味和苦味,杂粒感重	差

### 1.3 项目测定

可溶性固形物含量使用阿贝折射仪在室温下测定<sup>[12]</sup>;总酸含量采用精密 pH 试纸测定;还原糖含量采用 3,5-二硝基水杨酸法测定<sup>[12]</sup>;细菌总数的检测采用平板计数法<sup>[12]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 丝瓜叶浸提单因素试验结果

2.1.1 浸提时间对丝瓜叶提取液的影响 由图 1 可知,当浸提时间为 30 min 时提取液颜色为绿色中带淡黄、有

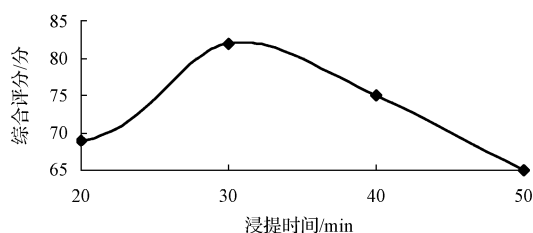


图 1 浸提时间对丝瓜叶提取液的影响

Fig. 1 Effect of extracting time on water extract of *Luffa cylindrical* leaf

明显的植物清香、澄清度良好,综合评分最高。

2.1.2 浸提温度对丝瓜叶提取液的影响 由图 2 可知,丝瓜叶在 70℃ 浸提时提取液为澄清的翠绿色、植物汁液的滋味适宜、无明显苦味,综合评分最高。

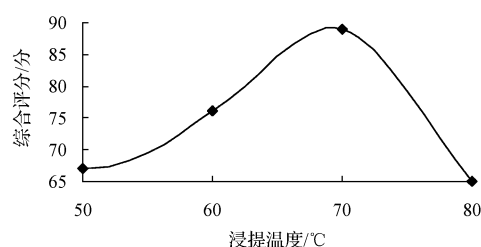


图 2 浸提温度对丝瓜叶提取液的影响

Fig. 2 Effect of temperature on water extract of *Luffa cylindrical* leaf

2.1.3 料液比对丝瓜叶提取液的影响 从图 3 可以看出,丝瓜叶的料液比为 1:12 g/mL 时得到的提取液为绿色微黄的澄清液、有明显的植物香气,综合评分最高。

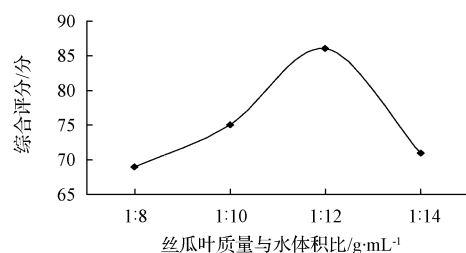


图 3 料液比对丝瓜叶提取液的影响

Fig. 3 Effect of solid-liquid ratio on water extract of *Luffa cylindrical* leaf

### 2.2 正交实验及评价结果

由 20 人组成评判小组,对每份调配出来的丝瓜叶饮料按质量特性逐一进行评价,对结果进行汇总,丝瓜叶复合饮料质量评定结果见表 3。采用模糊数学综合评价方法来对结果进行评价。

将评定结果归一化综合排序得到表 4。由表 4 可知,样品 4 号配方  $A_2B_1C_2D_3$  最佳,即丝瓜叶提取液用量为 40%、蓝莓粉用量为 20%、茉莉花粉用量为 5%、白砂糖用量为 8%。

表 3 丝瓜叶复合饮料质量评定结果

Table 3 Quality rating of *Luffa cylindrical* leaf compound beverage

试验 号	提取液 A	蓝莓粉 B	茉莉花粉 C	白砂糖 D	评定结果											
					气味				色泽				组织形态			
					(20分)		(20分)		(30分)		(30分)		(30分)		(30分)	
					差	中	好	差	中	好	差	中	好	差	中	好
1	1	1	1	1	6	8	6	5	8	7	5	7	8	6	7	7
2	1	2	2	2	3	7	10	2	9	9	4	8	8	3	8	9
3	1	3	3	3	4	8	8	3	8	9	5	8	7	2	8	10
4	2	1	2	3	2	8	10	3	6	11	2	4	14	2	2	16
5	2	2	3	1	4	7	9	2	8	10	4	8	8	3	8	9
6	2	3	1	2	3	8	9	4	9	7	5	8	7	2	8	10
7	3	1	3	2	2	4	14	3	5	12	4	8	8	3	8	9
8	3	2	1	3	7	8	5	8	8	4	7	6	7	6	8	6
9	3	3	2	1	8	7	5	7	8	5	6	8	6	6	9	5

注:评判小组共由 20 人组成,表中质量评定结果代表相应的票数。

表 4 各配方样品的综合评判结果( $B_j$ )Table 4 Each recipe sample synthesizing assess results( $B_j$ )

序号	编号	序号	编号
7	$B_1=(0.275,0.370,0.355)$	6	$B_6=(0.175,0.410,0.415)$
3	$B_2=(0.155,0.400,0.445)$	2	$B_7=(0.155,0.330,0.515)$
5	$B_3=(0.175,0.400,0.425)$	8	$B_8=(0.345,0.370,0.285)$
1	$B_4=(0.110,0.230,0.640)$	9	$B_9=(0.330,0.405,0.265)$
4	$B_5=(0.165,0.390,0.445)$		

## 2.3 产品质量要求

感官指标:色泽明亮的黄绿色、均匀一致;滋味酸甜适口,具有丝瓜叶特有的清香和滋味;组织形态汁液呈天然澄清半透明状、没有结晶析出、肉眼不可见其它杂质。

理化指标:可溶性固形物含量 $\geq 12\%$ ;还原糖含量 $\geq 7\%$ ;pH 值为 3.8~4.6。

卫生指标:细菌总数 $\leq 100$  个/mL;大肠菌群 $\leq 10$  个/mL;致病菌不得检出。

产品保质期:该产品在通风状态下放置无沉淀、褪色,保质期为 1 a。

## 3 结论

该试验研究为开发利用丝瓜叶等植物资源提供了初步的理论参考。经过单因素试验得到丝瓜叶最适浸提条件为:丝瓜叶质量和水体积的料液比为 1:12 g/mL,浸提温度 70℃,浸提时间 30 min。将正交实验与模糊数学评判综合应用于丝瓜叶复合饮料的配方筛选,得到的最佳复配比为:丝瓜叶提取液用量为 40%,蓝莓粉用量为 20%,茉莉花粉用量为 5%,白砂糖用量为 8%。在上述条件下开发的丝瓜叶复合饮料口感良好,适宜成为广大人群的休闲饮品,具有广阔的市场前景。

## 参考文献

- [1] 李程斌,李恩,郑艳,等. 丝瓜藤和叶营养成分分析[J]. 安徽师范大学学报,2009,32(1):69-71.
- [2] Du Q,Cui H. A new flavone glycoside from the fruits of *Luffa cylindrica*[J]. Fitoterapia,2007,78(7):609-610.
- [3] Politeo O, Jukic M, Milos M. Chemical composition and antioxidant capacity of free volatile aglycones from basil (*Ocimum basilicum* L.) compared with its essential oil[J]. Food Chemistry,2007,101(1):379-385.
- [4] Du Q Z,Xu Y J,Li L, et al. Antioxidant constituents in the fruits of *Luffa cylindrica* (L.) Roem[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,2006,54:4186-4190.
- [5] Li F, Yang X X, Xia H C, et al. Purification and characterization of Luffin P1, a ribosome-inactivating peptide from the seeds of *Luffa cylindrica* [J]. Peptides,2003(24):799-805.
- [6] 李培源,卢汝梅,霍丽妮,等. 丝瓜叶挥发性成分研究[J]. 亚太传统医药,2010,6(9):15-16.
- [7] Khajuria A, Gupta A, Garai S, et al. Immunomodulatory effects of two saponinins 1 and 2 isolated from *Luffa cylindrica* in Balb/C mice[J]. Bioorg Med Chem Lett,2007,17(6):1608-1612.
- [8] 祝美云. 食品感官评价[M]. 北京:化学工业出版社,2007:187-206.
- [9] 肖玫,鲍明皓,沈斌,等. 模糊数学在芦荟、花生、红豆复合保健饮料配方筛选优化中的应用[J]. 江苏农业科学,2009(5):260-263.
- [10] 张丽红,谢建华,吴劼. 模糊数学在蘑菇羹感官评价中的应用[J]. 河南工业大学学报(自然科学版),2010,31(3):59-62.
- [11] 杨伦标,高英仪. 模糊数学原理及其应用[M]. 南京:河海大学出版社,1993:130-158.
- [12] 黄伟坤,食品检验与分析[M]. 北京:中国轻工出版社,1997.

# Optimization of *Luffa cylindrical* Leaf Compound Beverage Based on Fuzzy Mathematics

HAN Zhuo, LI Yan-hong, CHEN Xiao-yan, SUN Han-ju

(School of Biotechnology and Food Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

**Abstract:** Taking *Luffa cylindrical* leaf as raw material, with blueberry powder, jasmine flower as supplementary material, a compound beverage convenient drinking and the optimal process were developed using single factor experiment, orthogonal experiment and fuzzy mathematics theory. The results showed that the optimum conditions for the liquid volume ratio was 1:12 g/mL, extraction temperature was 70℃, extraction time was 30 min. The best ratio of the compound beverage was *Luffa cylindrical* leaf extract 40%, blueberry powder 20%, jasmine pollen 5%, white sugar 8%.

**Key words:** *Luffa cylindrical* leaf; compound beverage; proportioning; fuzzy mathematics; technology