

# 罗汉果甜苷提取工艺优化及天然利咽喉保健糖果的开发

闫家玮, 姜晓坤\*

(吉林农业科技学院, 吉林 吉林 132101)

**摘要:**以罗汉果为原料,乙醇为溶剂,在乙醇溶液浓度、提取温度、提取时间、提取次数、液料比五个单因素试验结果的基础上,以罗汉果甜苷提取率为考察指标,进行乙醇浓度、提取温度、液料比三个因素的响应面分析实验对工艺进行优化。结果表明:50%乙醇作为提取溶剂,将罗汉果在60℃的温度下,振荡提取100 min,反复提取3次,液料比为20:1最佳工艺条件下提取率为5.9%。在所提取罗汉果甜苷的基础上,添加麦芽糖浆、白梨、淀粉、奶粉、薄荷、钙、海藻酸钠作为辅料,通过麦芽糖浆、罗汉果甜苷浸提混合液以及奶粉和淀粉混合物(1:1)的正交试验,筛选出利咽喉保健糖果最佳配方为50%麦芽糖浆、30%罗汉果甜苷浸提液、5%(奶粉:淀粉=1:1)、10%薄荷、0.5%钙、0.3%海藻酸钠。

**关键词:**罗汉果甜苷;响应面分析法;正交试验;保健糖果

中图分类号:TS218;TS246

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2019)05-0116-07

## Optimization of Extraction Technology of Mogroside and Development of Natural Throat Healthy Candy

YAN Jiawei, JIANG Xiaokun\*

(Jilin Agricultural Science and Technology College, Jilin 132101, China)

**Abstract:** *Siraitia grosvenorii* was used as raw material, ethanol as solvent, on the basis of results of five single-factor test of ethanol concentration, extraction temperature, extraction time, extraction times and liquid-to-material ratio, this experiment was carried out to optimize the process with the extraction rate of mogroside as the index, response surface analysis of three factors, ethanol concentration, extraction temperature and liquid / material ratio. The results showed that 50% ethanol was used as extracting solvent, mogroside was extracted at 60℃ for 100 minutes and repeated for three times, the ratio of liquid to material was 20:1, and the extraction rate was 5.9%. On the basis of mogroside, maltose syrup, white pear, starch, milk powder, mint, calcium and sodium alginate were added as excipients. Orthogonal experiments were carried out on maltose syrup, mogroside extract mixture and milk powder: starch (1:1). The optimum formula for making healthy candy is 50% maltose syrup, 30% mogroside extract, 5% (milk powder: starch =1:1), 10% menthol, 0.5% calcium, and 0.3% sodium alginate.

**Key words:** Mogroside; Response Surface Analysis; Orthogonal test; Healthy candy

罗汉果(*Siraitia grosvenorii*),富含大量的甜苷和维生素C,具有祛痰、润喉,抗衰老及美容等功效,是我国名贵的药食同源的中药材,被誉为“神仙果”。它含有高甜度的糖苷,但该物质不是糖,也不产生热量,对于糖尿病患者、肥胖者以及高血脂病人等不适合吃糖的人群是一个很好的替代饮品<sup>[1]</sup>。

罗汉果甜苷又称罗汉果甜,是一种高甜度、实用性较高的甜味剂。目前,在国际上从植物中寻求安全、优质的甜味剂已成为一种潮流,而罗汉果是一种非常有潜力的天然甜味物质<sup>[1]</sup>。

本研究以罗汉果为原料,乙醇为溶剂,在乙醇溶液浓度、提取温度、提取时间、提取次数、液料比五个单因素试验的基础上,以罗汉果甜苷提取率为考察指标,进行乙醇浓度、提取温度、液料比三个因素的响应面分析实验对工艺进行优化;同时通过麦芽糖浆、罗汉果甜苷浸提混合液以及奶粉和淀粉混合物(1:1)不同配比的正交试验,筛选出糖果制作的最佳配方,以期罗汉果甜苷产

收稿日期:2019-01-31

基金项目:大学生科技创新项目:吉农院合字[2018]第112号

作者简介:闫家玮(1997-),女,在读本科,研究方向:食品质量与安全。

通讯作者:姜晓坤,女,硕士,高级实验师,E-mail:602269329@qq.com

品的开发利用提供理论基础和科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与试剂

罗汉果甜苷标准品,纯度 $\geq 97\%$ (上海乔羽生物科技有限公司);D101大孔树脂(天津市光复精细化学研究所);辅料:白梨、麦芽糖浆、淀粉、奶粉、薄荷、钙、海藻酸钠。所用试剂均为分析纯。

罗汉果,产地为广西桂林。

### 1.2 仪器与设备

DHG-9240A型电热恒温鼓风干燥箱(上海精宏实验设备有限公司);ALLEGRA X-15R离心机(贝克曼库尔特商贸(中国)有限公司);Cary60型紫外可见分光光度计(安捷伦科技公司);AL104电子天平(梅特勒-托利多仪器上海有限公司)。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 罗汉果甜苷的提取

罗汉果甜苷的提取工艺采用乙醇提取、树脂分离的方法,具体工艺流程如下:

罗汉果 $\rightarrow$ 干燥(干燥温度 $65^{\circ}\text{C}$ 、干燥6h) $\rightarrow$ 粉碎(粒度为 $0.425\text{ mm}$ ) $\rightarrow$ 提取(乙醇浓度为 $50\%$ 、料液比为 $20:1$ 、提取温度 $60^{\circ}\text{C}$ 、提取时间 $100\text{ min}$ ,重复三次) $\rightarrow$ 合并浸提液 $\rightarrow$ 离心(转速 $5\ 000\text{ r/min}$ 、离心时间 $5\text{ min}$ ) $\rightarrow$ 树脂洗脱分离纯化

#### 1.3.2 罗汉果甜苷提取率的测定

##### 1.3.2.1 标准储备液的制备

准确称取罗汉果甜苷对照品 $30.0\text{ mg}$ 于 $10\text{ mL}$ 容量瓶中,加入甲醇溶解,稀释至刻度,摇匀,作为标准储备液。

##### 1.3.2.2 标准曲线的绘制

精密吸取标准储备液 $0.02\text{ mL}$ 、 $0.04\text{ mL}$ 、 $0.06\text{ mL}$ 、 $0.08\text{ mL}$ 、 $0.10\text{ mL}$ 、 $0.12\text{ mL}$ 分别加入 $10\text{ mL}$ 具塞试管中,挥干溶剂,加入香草醛-冰醋酸 $0.5\text{ mL}$ ,浓硫酸 $1\text{ mL}$ ,于 $60^{\circ}\text{C}$ 水浴中加热 $20\text{ min}$ ,取出,立即冰水冷却,加入冰醋酸 $6.5\text{ mL}$ ,摇匀,静置 $10\text{ min}$ 后,于 $590\text{ nm}$ 处测定吸光度<sup>[2]</sup>,以标准罗汉果甜苷浓度为横坐标( $x$ ),吸光度为纵坐标( $y$ )绘

制标准曲线,如图1所示。

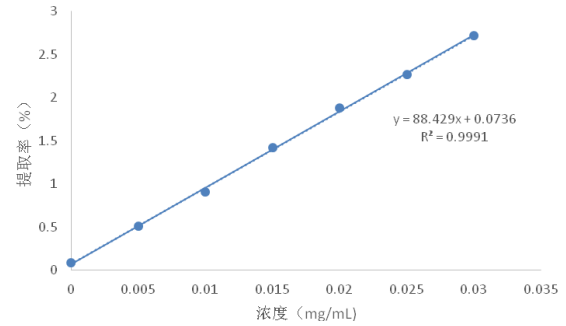


图1 罗汉果甜苷标准曲线

回归方程为:  $y=88.429x + 0.0736$ ,  $r = 0.9995$ ,二者的线性关系较好。

#### 1.3.2.3 罗汉果甜苷含量的测定

取 $1\text{ mL}$ 罗汉果甜苷粗提液于 $10\text{ mL}$ 容量瓶中,稀释至刻度,摇匀。吸取 $30\mu\text{L}$ 于 $10\text{ mL}$ 具塞试管中,按照“1.3.2.2”方法显色,于 $590\text{ nm}$ 处测定吸光度,由回归方程计算其浓度。

#### 1.3.2.4 罗汉果甜苷提取率计算

罗汉果甜苷的提取率按下式计算:

$$Q = \frac{C \times V}{W} \times 100$$

式中:Q—罗汉果甜苷提取率(%);C—溶液浓度( $\text{g/mL}$ );V—溶液体积( $\text{mL}$ );W—投料总质量( $\text{g}$ )。

### 1.3.3 糖果的制作

#### 1.3.3.1 糖果制作工艺流程

经过前期的预试验,糖果的基础配方为:薄荷 $10\%$ 、钙 $0.5\%$ 、海藻酸钠 $0.3\%$ ,将对糖果影响较大的麦芽糖浆、罗汉果甜苷混合液、奶粉:淀粉( $1:1$ )进行正交试验确定糖最佳配方。其工艺流程为:

混合原料 $\rightarrow$ 浓缩 $\rightarrow$ 熬糖 $\rightarrow$ 加浓缩液 $\rightarrow$ 加辅料 $\rightarrow$ 调和 $\rightarrow$ 冷却 $\rightarrow$ 倒模具 $\rightarrow$ 成型

#### 1.3.3.2 感官评价

请10位专业人士对糖果的颜色色泽、外观、口感、味道四个方面进行评分,满分为100分,感官评分标准如表1所示<sup>[3]</sup>。

表1 感官评价标准

项目	评分标准	得分
颜色色泽 (20分)	鲜明均匀,有光泽,无斑点	15~20
	颜色较暗,有少量斑点	8~14
	颜色灰暗,颜色差	0~7

续表 1

项目	评分标准	得分
外观 (20分)	外形端正,表面光滑,大小薄厚均匀	15~20
	外形端正,表面有凹凸,薄厚较为均匀	8~14
	外形不端正,表面凹凸,薄厚不均匀	0~7
口感 (30分)	入口细滑,不粘牙	24~30
	较为细滑,粘牙	13~23
	不够细化,口感差	0~12
味道 (30分)	入口清凉,甜味适中,无其他异味	24~30
	入口清凉,偏甜,有焦苦味	13~23
	无润喉作用,过甜或过酸,有焦苦味	0~12

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素试验

#### 2.1.1 乙醇溶液浓度的确定

分别选取浓度为30%、40%、50%、60%、70%的乙醇作为提取溶剂,在60℃的温度下,提取100 min,反复提取3次,液料比为20:1根据罗汉果甜苷的提取率,确定最适合的提取溶剂浓度,结果见图2。

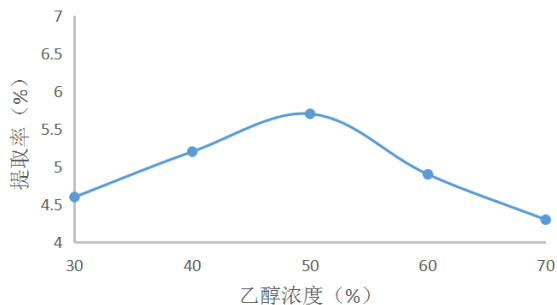


图2 乙醇浓度对罗汉果甜苷提取率的影响

由图2可知,罗汉果甜苷提取率随着乙醇溶液的浓度增加呈现先上升后下降的趋势,当乙醇溶液浓度为50%时,甜苷提取率达到最大值。

#### 2.1.2 提取温度的确定

分别在45℃、50℃、55℃、60℃、65℃的温度下进行提取,以50%乙醇作为提取溶剂,提取100 min,反复提取3次,液料比为20:1根据罗汉果甜苷的提取率,确定最适合的提取温度,结果见图3。

由图3可知,甜苷提取率随着提取温度的升高不断增加,当温度达到60℃提取率最高,之后提取率开始下降,因此,确定60℃为最终提取温度。

#### 2.1.3 提取次数的确定

分别对罗汉果进行1次、2次、3次、4次、5次的提取,在60℃的温度下,以50%的乙醇作为提取溶剂,提取100 min,液料比为20:1根据罗汉果甜苷的

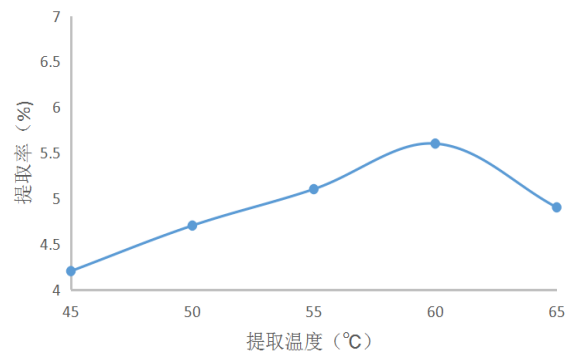


图3 提取温度对罗汉果甜苷提取率的影响

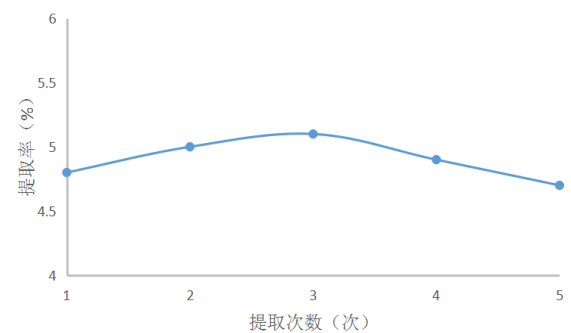


图4 提取次数对罗汉果甜苷提取率的影响

提取率,确定最适合的提取次数,结果见图4。

由图4可以看出,甜苷提取率随着提取次数的增加,呈现先上升后下降的趋势,当提取3次后,提取率不再增加。

#### 2.1.4 提取时间的确定

分别选取提取时间为40 min、60 min、80 min、100 min、120 min进行提取,在60℃的温度下,以50%浓度的乙醇作为提取溶剂,反复提取3次,液料比为20:1根据罗汉果甜苷的提取率,确定最适合的提取时间,结果见图5。

由图5可以看出,甜苷提取率随着提取时间的增加不断增加,当提取时间达到100 min时提取率最高,之后提取率开始下降,因此,确定100 min为最终的提取时间。

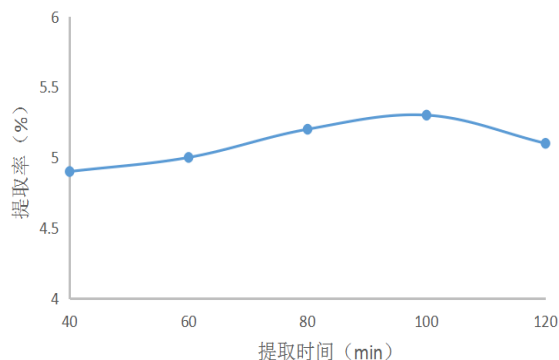


图5 提取时间对罗汉果甜苷提取率的影响

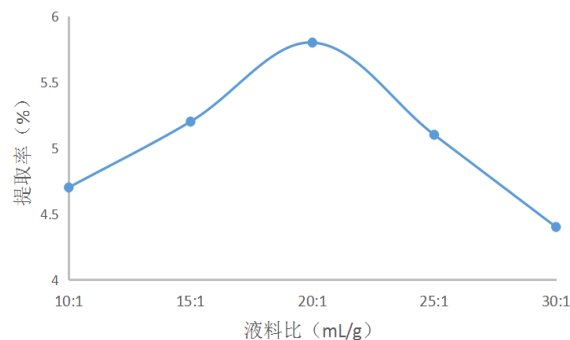


图6 液料比对罗汉果甜苷提取率的影响

### 2.1.5 液料比的确定

分别选取液料比 10:1、15:1、20:1、25:1、30:1 进行提取,在 60℃ 的温度下,以 50% 浓度的乙醇作为提取溶剂,提取 100 min,反复提取 3 次,根据罗汉果甜苷的提取率,确定最适合的液料比,结果见图 6。

由图 6 可以看出,甜苷提取率随着料液比的增加呈现先上升后下降的趋势,当料液比为 20:1

时提取率最高,之后提取率开始下降。

### 2.2 响应面分析试验

在单因素试验的基础上,确定响应面试验的因素和水平进行响应面分析试验<sup>[4]</sup>。每个因素水平选取如表 2,响应面实验设计与结果见表 3。

根据表 3 的设计与结果进行方差分析,结果如表 4 所示。

表 2 响应面因素水平表

水平	A. 乙醇浓度 (%)	B. 提取温度 (°C)	C. 液料比 (mL/g)
-1	40	55	15:1
0	50	60	20:1
1	60	65	25:1

由表 4 可以得到数学回归模型:  $Y=5.74+0.16A-0.31B+0.28C+0.20AB-0.17AC-0.025BC+0.33A^2-0.087B^2-0.90C^2$ ,经实际检验证明该模型合理可靠,可以较好地预测出罗汉果甜苷的提取率,并且与实际值相比其误差较小。模型的  $F=34.36$ ,  $p<0.0001$  且  $p<0.001$ ,说明实验所采用的

模型为极显著,  $R^2=0.9779$  大于 0.9,与  $R^2_{Adj}=0.9494$  接近,模型相关度很好;模型与实验拟合程度,其中  $p$  为 0.1104,不显著,实验误差小,可以用此模型对罗汉果甜苷进行提取。

根据因素 A、B、C 及二次项的  $p$  值可以看出对提取率的影响皆为极显著的,根据各因素的  $F$  值,

表 3 响应面试验设计与结果

实验号	A 乙醇浓度 (%)	B 提取温度 (°C)	C 液料比 (mL/g)	提取率 (g/100 g)
1	0	0	0	5.9
2	-1	0	-1	4.7
3	0	-1	1	4.6
4	1	0	-1	5.1
5	0	0	0	5.7
6	1	1	0	5.4
7	0	-1	-1	4.0
8	0	1	-1	3.4
9	-1	-1	0	5.4
10	-1	1	0	4.4
11	0	0	0	5.8
12	-1	0	1	5.6

续表 3

实验号	A 乙醇浓度 (%)	B 提取温度(°C)	C 液料比 (mL/g)	提取率 (g/100g)
13	0	0	0	5.6
14	1	-1	0	5.6
15	1	0	1	5.3
16	0	0	0	5.7
17	0	1	1	3.9

各因素对提取率的影响程度依次为:提取温度 > 液料比 > 乙醇浓度, 两因素之间相互作用对提取率的影响程度依次为: AB > AC > BC, 因素之间的

交互作用见图 7 ~ 图 9。

由响应面实验的分析可知, 得到最佳工艺参数为: 以 50% 乙醇作为提取溶剂, 将罗汉果在

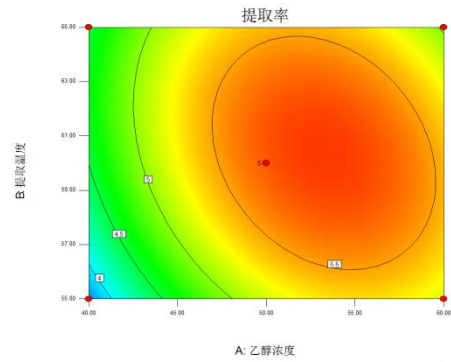
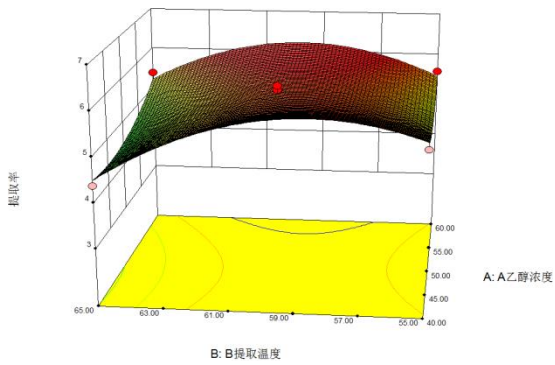


图 7 乙醇浓度和提取温度的交互作用响应曲面

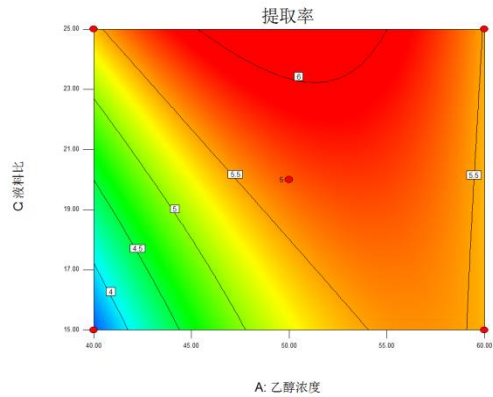
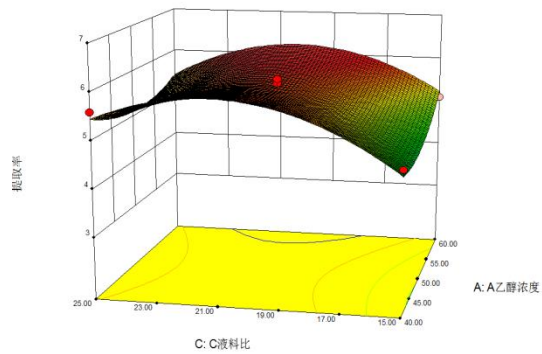


图 8 乙醇浓度和液料比的交互作用响应曲面

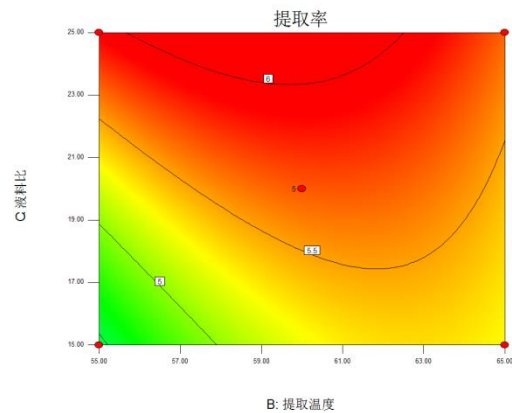
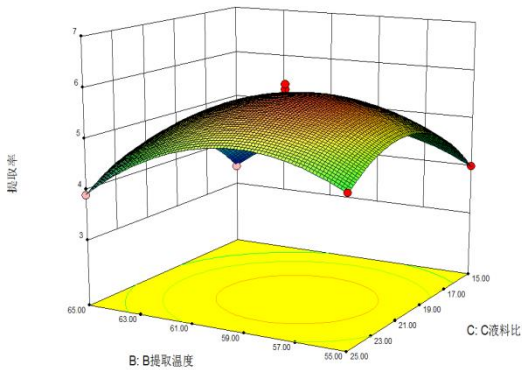


图 9 提取温度和液料比的交互作用响应曲面

59.6℃的温度下提取 100 min,反复提取 3 次,液料比为 20.3:1,理论上提取率为 6.2% 为最佳;因考虑到实际操作条件及准确性,将工艺修正为:以 50% 乙醇作为提取溶剂,将罗汉果在 60℃ 的温度下,提取 100 min,反复提取 3 次,液料比为 20:1,提取率为 5.9% 为最佳;与理论值相比其误差为 0.3%,说明模型可以较好地反映出最佳条件,得

到的提取工艺参数准确、可靠,具有实用价值。

## 2.3 糖果成分配比正交试验

### 2.3.1 正交试验因素水平表

本次正交试验是以 A(麦芽糖浆)、B(罗汉果甜苷混合液)、C(奶粉:淀粉=1:1)三因素三水平进行的,并对正交结果进行分析确定利咽喉保健糖果的最佳配方,具体因素水平见表 5。

表 4 实验结果方差分析

项目	平方和	自由度	均方	F 值	p 值	显著性
模型	9.03	9	1.00	34.36	<0.0001	**
A	0.21	1	0.21	7.23	0.0311	*
B	0.78	1	0.78	26.74	0.0013	*
C	0.61	1	0.61	20.71	0.0026	*
AB	0.16	1	0.16	5.48	0.0518	
AC	0.12	1	0.12	4.19	0.0798	
BC	0.0025	1	0.0025	0.086	0.7784	
A <sup>2</sup>	0.46	1	0.46	15.70	0.0054	*
B <sup>2</sup>	3.19	1	3.19	109.09	< 0.0001	**
C <sup>2</sup>	3.37	1	3.37	115.45	< 0.0001	**
残差	0.20	7	0.029			
失拟项	0.15	3	0.015	3.91	0.1104	
净误差	0.052	4	0.013			
总离差	9.24	16				

$R^2=0.9779$ ,  $R^2_{Adj}=0.9494$

注:\*\*表示差异极显著( $p<0.01$ ),\*表示差异显著( $0.01<p<0.05$ )

表 5 糖果配方正交试验因素水平表

水平	因素		
	A 麦芽糖浆 (%)	B 罗汉果甜苷混合液 (%)	C 奶粉:淀粉=1:1 (%)
1	50	25	3
2	55	30	5
3	60	35	8

表 6 正交试验结果

实验号	A	B	C	平均评分	实验号	A	B	C	平均评分
1	1	1	1	87	K <sub>1</sub>	265	245	232	
2	1	2	2	90	K <sub>2</sub>	235	246	251	
3	1	3	3	88	K <sub>3</sub>	232	241	249	
4	2	1	2	80	K <sub>1</sub>	88	82	77	
5	2	2	3	83	K <sub>2</sub>	78	82	84	
6	2	3	1	72	K <sub>3</sub>	77	80	83	
7	3	1	3	78	R	11	2	7	
8	3	2	1	73	K <sub>1</sub>	265	245	232	
9	3	3	2	81					

### 2.3.2 正交试验结果

正交试验结果如表 6 所示。

从正交试验结果可以看出:最好水平为

A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>, 麦芽糖浆 50%、罗汉果甜苷混合液 30%、(奶粉:淀粉=1:1)为 5%, 得出最高平均得分为 90 分。根据极差 R 可以得出各因素的主次顺序为 A

>C>B,即对糖果口感影响最大的是麦芽糖浆。

### 3 结 论

以罗汉果为原料,在单因素的基础上采用响应面分析方法对罗汉果甜苷提取工艺进行优化,最终确定50%乙醇作为提取溶剂,将罗汉果在60℃的温度下提取100 min,反复提取3次,液料比为20:1,在此工艺下罗汉果甜苷的提取率为5.9%。

以罗汉果甜苷为原料通过正交试验确定天然利咽喉保健糖果的最佳制作配方为:50%麦芽糖浆、30%罗汉果甜苷浸提液、5%(奶粉:淀粉=1:1)、10%薄荷、0.5%钙、0.3%海藻酸钠,此法制作

出的糖果颜色均匀有光泽,口感细化且不粘牙,味道清凉甜味适中,不添加任何香精、色素且具有保健功能,可满足消费者对保健食品日益增长的需要。

### 参考文献:

- [ 1 ] 张庆莲,黄娟,吴智慧,等.罗汉果的药理及开发应用的研究概况[J].药学研究,2017,36(3):164-165,186.
- [ 2 ] 付红军,彭湘莲.枇杷叶中超声辅助提取熊果酸的工艺研究[J].中南林业科技大学学报,2011,31(6):144-147.
- [ 3 ] 施源德,欧阳锐,苏羽航,等.一种气凝胶型夹心鱼糜糖果的研制[J].宁德师范学院学报(自然科学版),2018,30(3):317-323.
- [ 4 ] 王喜萍,李长生.响应面法优化菝葜中活性成分提取工艺[J].食品科技,2014,39(2):205-209.
- [ 5 ] 赵楠.东北红松松仁蛋白的分离及其体外模拟消化研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2017.
- [ 6 ] 方琳娜,陈印军,刘时东.东北地区中低产田时空分布特征及其改良措施[J].吉林农业科学,2015,40(2):57-61.
- [ 7 ] 赵起越,程晓强,徐红艳.红松松仁膜衣营养成分的测定[J].吉林农业,2016(16):65.
- [ 8 ] 熊娟,龚玉杰,程志强,等.三种不同天然木质纤维材料降解过程中物种种类、组成和多样性的对比分析[J].东北农业科学,2018,43(5):27-33.
- [ 9 ] Zhang Ning, Huang Caihuan, Ou Shiyi. In vitro binding capacities of three dietary fibers and their mixture for four toxic elements, cholesterol, and bile acid[J]. Journal of Hazardous Materials, 2010, 186(1): 236-239.
- [ 10 ] Ge Xiaolong, Tian Hongliang, Ding Chao, et al. Fecal Microbiota Transplantation in Combination with Soluble Dietary Fiber for Treatment of Slow Transit Constipation: A Pilot Study[J]. Archives of Medical Research, 2016, 47(3): 236-242.
- [ 11 ] S Ou, Y Li, L Fu, et al. In-vitro study of possible role of dietary fiber in lowering postprandial serum glucose[J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 2001, 49(2): 1026-1029.
- [ 12 ] Elke Theuwissen, Ronald P Mensink. Water-soluble dietary fibers and cardiovascular disease[J]. Physiology & Behavior, 2008, 94(2): 285-292.
- [ 13 ] Małgorzata Moczowska, Sabina Karp, Yuge Niu, et al. Enzymatic, enzymatic-ultrasonic and alkaline extraction of soluble dietary fibre from flaxseed—A physicochemical approach[J]. Food Hydrocolloids, 2019, (90) 105-112.
- [ 14 ] Tem ThiDang, ThavaVasanthan. Modification of rice bran dietary fiber concentrates using enzyme and extrusion cooking[J]. Food Hydrocolloids, 2019(89): 773-782.
- [ 15 ] 杨开,杨振寰,吴伟杰,等.雷笋膳食纤维酶法改性及其理化性能和结构变化[J].食品与发酵工业,2019,45(4):36-41.
- [ 16 ] 易甜,崔文文,王明锐,等.锦橙皮渣膳食纤维微粉化及其功能特性研究[J/OL].食品科学.<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20181029.1711.056.html>.
- [ 17 ] 皮双双,王静祎,陈亚淑,等.黑糯玉米芯可溶性膳食纤维的提取、结构表征及抗氧化活性研究[J].食品工业科技,2018,39(11):219-224+231.
- [ 18 ] Luo Xianliang, Wang Qi, Fang Dongya, et al. Modification of insoluble dietary fibers from bamboo shoot shell: Structural characterization and functional properties[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2018(120): 1461-1467.
- [ 19 ] 张馨月,刘海棠,刘忠,等.咖啡渣膳食纤维超高压改性吸水润胀性能的研究[J].食品工业,2018,39(3):134-137.
- [ 20 ] 周丽珍,孙海燕,刘冬,等.改性方法对豆渣膳食纤维的结构影响研究[J].食品科技,2011,36(1):143-147.
- [ 21 ] 樊红秀.高品质人参膳食纤维制取工艺优化及其功能特性的研究[D].长春:吉林农业大学,2013.

(上接第115页)

### 参考文献: