

# 柚子皮玫瑰复合果冻的工艺优化

严晶丹<sup>1</sup>, 运立媛<sup>1,2\*</sup>, 张民<sup>1,2,3\*</sup>, 张金鹏<sup>1</sup>, 徐锦川<sup>1,2</sup>

(1. 天津农学院 食品科学与生物工程学院, 天津 300392; 2. 天津农学院 农产品加工中外联合研究中心, 天津 300392; 3. 天津科技大学 省部共建食品营养与安全国家重点实验室, 天津 300457)

**摘要:** 以金边玫瑰花所冲泡的茶汤为主要原料, 魔芋胶与卡拉胶的复配胶为凝固剂, 研究柚子皮玫瑰复合果冻的最佳制作配方。以感官评分为评定标准, 采用单因素试验及响应面试验对玫瑰花茶冲泡参数进行优化, 再使用最佳参数冲泡所得茶汤制备果冻。在单因素试验的基础上, 通过响应面试验优化柚子皮玫瑰复合果冻的配方工艺。结果表明, 最佳茶汤冲泡参数为茶汤液料比 20:1 (mL/g)、冲泡温度 66 °C、冲泡时间 17 min; 果冻制备最佳工艺参数为柚子皮酱添加量 13%、木糖醇添加量 5.4%、复配胶添加量(魔芋胶与卡拉胶质量比 2:5) 1.7%。在此条件下, 制备的柚子皮玫瑰复合果冻外形美观, 质地均匀且光滑, 酸甜可口, 有明显且恰当的玫瑰芬香及柚子清香, 口感爽滑细腻、弹性适中。

**关键词:** 玫瑰; 柚子皮; 果冻; 魔芋胶; 卡拉胶; 木糖醇

## Process Optimization of Pomelo Peel and Rose Compound Jelly

YAN Jingdan<sup>1</sup>, YUN Liyuan<sup>1,2\*</sup>, ZHANG Min<sup>1,2,3\*</sup>, ZHANG Jinpeng<sup>1</sup>, XU Jinchuan<sup>1,2</sup>

(1. School of Food Science and Biological Engineering, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300392, China; 2. China and Foreign Countries Agricultural Processing Joint Laboratory, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300392, China; 3. State Key Laboratory of Food Nutrition and Safety, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China)

**Abstract:** To develop the optimum formula of pomelo peel and rose compound jelly with the tea soup made from Phnom Penh Rose as the main raw material and the compound gum composed of konjac gum and carrageenan as the coagulant. Using sensory scores as evaluation criteria, single-factor experiment and response surface experiment were used to optimize the brewing parameters of rose tea. The jelly was then prepared by the tea brewed with the optimal parameters. Based on the single-factor experiment, the formula of pomelo peel and rose compound jelly was optimized by response surface experiment. The results showed that the tea brewing parameters were optimal with a liquid-solid ratio in tea soup of 20:1 (mL/g), brewing temperature of 66 °C, and brewing time of 17 min. The preparation parameters for the jelly were optimal with 13% of pomelo peel sauce, 5.4% of xylitol, 1.7% of compound gum (2:5 mass ratio of konjac gum to carrageenan). The jelly prepared under these conditions was beautiful in appearance, uniform and smooth in texture, sweet and sour in taste, with an obvious and appropriate rose fragrance and pomelo aroma. Its mouthfeel was smooth, delicate, and moderately elastic.

**Key words:** rose; pomelo peel; jelly; konjac gum; carrageenan; xylitol

引文格式:

严晶丹, 运立媛, 张民, 等. 柚子皮玫瑰复合果冻的工艺优化[J]. 食品研究与开发, 2025, 46(5): 122-131.

YAN Jingdan, YUN Liyuan, ZHANG Min, et al. Process Optimization of Pomelo Peel and Rose Compound Jelly[J]. Food Research and Development, 2025, 46(5): 122-131.

基金项目: 天津市级大学生创新创业训练计划项目 (202210061099)

作者简介: 严晶丹(2002—), 女(汉), 本科, 研究方向: 食品科学与工程。

\*通信作者: 运立媛(1989—), 女(汉), 讲师, 研究方向: 食品化学与营养; 张民(1972—), 男(汉), 教授, 博士, 研究方向: 农副产品高值化加工与利用、食品化学与营养。



表1 玫瑰花茶汤响应面试验因素与水平

Table 1 Factors and levels of rose tea soup response surface test

水平	因素		
	A 茶汤液料比/ (mL/g)	B 冲泡温度/°C	C 冲泡时间/min
-1	15:1	50	10
0	20:1	60	15
1	25:1	70	20

味,因此在后续的果冻加工制作中,玫瑰酱添加量为固定为5%。通过预试验,确定魔芋胶与卡拉胶质量比为2:5时,果冻的成型效果最好,弹性适宜,质地均匀,因此在后续的果冻加工制作中,魔芋胶:卡拉胶=2:5(质量比)作为复配胶使用。

#### 1.3.4.1 柚子皮酱添加量对果冻的影响

以柚子皮酱添加量为单因素变量,木糖醇添加量、复配胶添加量固定为4.50%、1.6%,柚子皮酱添加量分别为2%、6%、10%、14%、18%,通过对果冻进行感官评价得到最适柚子皮酱添加量。

#### 1.3.4.2 木糖醇添加量对果冻的影响

以木糖醇添加量为单因素变量,柚子皮酱添加量、复配胶添加量固定为10%、1.6%,木糖醇添加量分别为0.00%、2.25%、4.50%、6.75%、9.00%,通过对果冻进行感官评价确定最适木糖醇添加量。

#### 1.3.4.3 复配胶添加量对果冻的影响

以复配胶添加量为单因素变量,柚子皮酱添加量、木糖醇添加量固定为10%、4.50%,复配胶添加量分别为0.8%、1.2%、1.6%、2.0%、2.4%,通过对果冻进行感官评价确定最适复配胶添加量。

#### 1.3.5 柚子皮玫瑰复合果冻配方响应面试验设计

根据预试验情况,并结合单因素试验结果,选择柚子皮酱添加量(A')、木糖醇添加量(B')、复配胶添加量(C')设计三因素三水平响应面试验,以果冻的感官评分(Y')为指标,采用Box-Behnken模型进行响应面试验设计,以优化柚子皮玫瑰复合果冻配方,果冻响应面试验因素水平见表2<sup>[20-21]</sup>。

表2 果冻响应面试验因素水平

Table 2 Factors and levels of jelly response surface test

水平	因素		
	A' 柚子皮酱添加量/%	B' 木糖醇添加量/%	C' 复配胶添加量/%
-1	6	2.25	1.2
0	10	4.50	1.6
1	14	6.75	2.0

#### 1.3.6 茶汤及果冻评分方法

对玫瑰花茶冲泡参数的优化以茶汤的感官评分为指标<sup>[19]</sup>,茶汤感官评分=汤色评分+香气评分+滋味评分,茶汤感官评定标准见表3<sup>[22]</sup>。对柚子皮玫瑰复合果冻配方的优化以果冻的感官评分为指标,果冻感官评分=状态评分+色泽评分+气味评分+滋味评分,果冻感官评定标准见表4。

表3 茶汤感官评定标准

Table 3 Tea soup sensory evaluation standards

项目	评定标准	评分
汤色 (30分)	茶汤清澈鲜艳,亮丽显油光	21~30
	茶汤色泽清澈但缺亮丽	11~<21
	茶汤颜色过浓或过淡	0~<11
香气 (30分)	有明显玫瑰花茶特有香气,香气浓郁且持久	21~30
	气味清香,香气较薄,不够持久	11~<21
	气味清淡且薄,不够持久	0~<11
滋味 (40分)	浓淡适中,滋味醇厚鲜美,有明显玫瑰香气	28~40
	浓淡适中,滋味醇厚,较为钝涩	14~<28
	过浓或过淡,滋味较薄,涩味较浓	0~<14

表4 果冻感官评定标准

Table 4 Jelly sensory evaluation standards

项目	评定标准	评分
状态 (25分)	质地紧实均匀,表面光滑,结构无裂纹或气泡	21~25
	质地较均匀,表面较光滑,有少量裂纹或气泡	16~<21
	质地不均匀,表面不光滑,有大量裂纹或气泡	0~<16
色泽 (25分)	颜色艳丽,色泽均匀一致,整体澄清透亮	21~25
	颜色较艳丽,色泽基本均匀,整体不够清透	16~<21
	颜色较深或较浅,色泽不均匀,整体不清透	0~<16
气味 (25分)	玫瑰芬香及柚子清香味明显,无其他异味	21~25
	玫瑰芬香及柚子清香味较为明显,有较轻微异味	16~<21
	玫瑰芬香及柚子清香味较淡,有明显其他异味	0~<16
滋味 (25分)	口感爽滑细腻,弹性适中,甜度适中	21~25
	口感较细腻,弹性偏大或偏小,偏甜或偏淡	16~<21
	口感粗糙,弹性过大或过小,过甜或过淡	0~<16

#### 1.4 果冻相关指标测定

##### 1.4.1 理化指标

依照GB 19299—2015《食品安全国家标准 果冻》中的方法检测果冻的理化指标,使用折光仪测定可溶性固形物含量。

##### 1.4.2 微生物指标

依照GB 19299—2015《食品安全国家标准 果冻》中的方法检测果冻的微生物指标;依照GB 4789.2—2022《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》中的方法测定果冻的菌落总数;依照GB 4789.15—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 霉菌和酵母计数》中的方法测定果冻的霉菌和酵母数量,依



照 GB 4789.3—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》中的方法测定果冻的大肠菌群数量。

#### 1.4.3 质构指标

使用 P/75 探头的物性测试仪测定果冻成品的硬度、弹性、黏聚性等指标。测试参数为测前速率 1 mm/s、测试速率 1 mm/s、测后速率 1 mm/s、应变率 50%、停留时间 5 s、触发力 1 g。

#### 1.5 数据处理

采用 Design-Expert 13.0 优化玫瑰花茶冲泡参数、柚子皮玫瑰复合果冻配方,设计响应面试验,进行数据分析及建立模型,通过分析回归方程、观察响应曲面和等高线以得到最佳变量水平。使用 SPSS Statistics 20.0 进行组内数据分析及多组样本间差异显著性分析 (Tukey 法,  $P < 0.05$ ), 利用 Origin 2022 处理试验数据及作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 玫瑰花茶冲泡参数优化试验结果

#### 2.1.1 玫瑰花茶冲泡参数单因素试验结果

##### 2.1.1.1 最佳茶汤液料比的确定

不同茶汤液料比对玫瑰花茶汤感官评分的影响如图 1 所示。

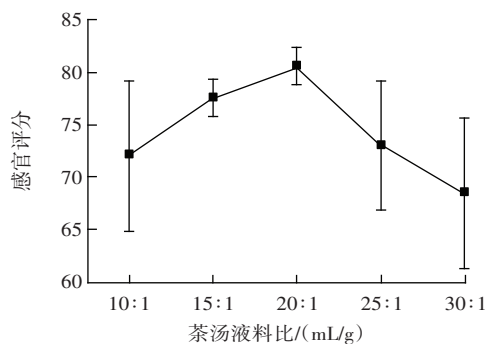


图 1 不同茶汤液料比的茶汤感官评分

Fig.1 Sensory scores of tea soup with different water-tea volume-to-mass ratios

由图 1 可知,当茶汤液料比小于 20:1 (mL/g) 时,感官评分随茶汤液料比的增大而升高,且茶汤液料比为 15:1 (mL/g) 与 20:1 (mL/g) 的茶汤感官评分差距较小;当茶汤液料比大于 20:1 (mL/g) 时,感官评分随茶汤液料比的增大而降低,且变化较明显。这是因为玫瑰茶叶的叶、茎味涩,当茶汤液料比较低时味道过浓,茶汤苦味明显;但茶汤液料比太高会导致茶汤味道过淡,汤色过浅,同样会使茶汤的感官效果变差。因此,选择茶汤液料比为 15:1、20:1、25:1 (mL/g) 进行后续试验。

##### 2.1.1.2 最佳冲泡温度的确定

不同冲泡温度对玫瑰花茶汤感官评分的影响如

图 2 所示。

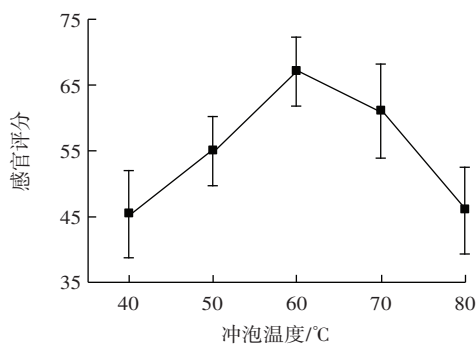


图 2 不同冲泡温度的茶汤感官评分

Fig.2 Sensory scores of tea soup brewing at different temperatures

由图 2 可知,当冲泡温度小于 60 °C 时,感官评分随冲泡温度的升高而增大;当冲泡温度大于 60 °C 时,评分随冲泡温度的升高而减小。这是因为当冲泡温度较低时,酚类物质释放得少,苦涩味较淡,香气也会过淡且薄,不够持久;但过高的冲泡温度会过度激发玫瑰茶叶、茎的苦涩味,茶汤苦味明显,同样会使茶汤的感官效果变差。因此,选择冲泡温度为 50、60、70 °C 进行后续试验。

##### 2.1.1.3 最佳冲泡时间的确定

不同冲泡时间对玫瑰花茶汤感官评分的影响如图 3 所示。

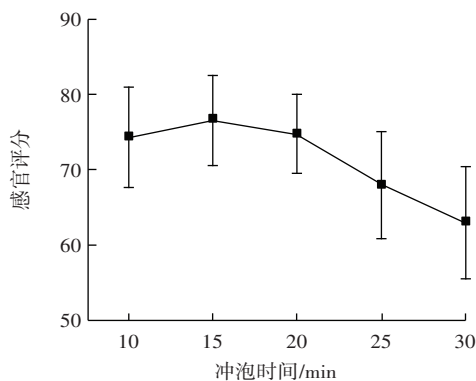


图 3 不同冲泡时间的茶汤感官评分

Fig.3 Sensory scores of tea soup brewing with different time

由图 3 可知,当冲泡时间短于 15 min 时,感官评分随冲泡时间的延长而增加;当冲泡时间长于 15 min 时,感官评分随冲泡时间的延长而降低。但是冲泡时间在 10~20 min 之间时茶汤感官评分差距并不明显,冲泡时间超过 25 min,茶汤感官评分明显随冲泡时间的延长而大幅降低。这是因为玫瑰茶叶、茎的苦涩味会随时间的延长愈发明显,当冲泡时间过长时,茶汤苦味明显,感官效果变差。因此,选择冲泡时间为 10、15、20 min 进行后续试验。

2.1.2 玫瑰花茶冲泡参数响应面试验结果

玫瑰花茶冲泡参数响应面试验设计及结果见表5。

表5 Box-Behnken 响应面试验设计及结果

Table 5 Design and results of Box-Behnken response surface test

试验号	A	B	C	Y 感官评分
1	-1	-1	0	34.40
2	0	0	0	70.80
3	-1	0	1	69.20
4	0	0	0	67.00
5	0	0	0	64.50
6	-1	1	0	42.50
7	0	1	-1	49.25
8	1	-1	0	32.25
9	1	1	0	60.75
10	0	-1	1	33.80
11	-1	0	-1	51.00
12	1	0	1	54.25
13	1	0	-1	31.75
14	0	0	0	56.50
15	0	-1	-1	30.00
16	0	0	0	64.25
17	0	1	1	54.50

各因素与茶汤感官评分之间的二次多元回归方程为  $Y=64.61-2.26A+9.57B+6.22C+5.10AB+1.07AC+0.3625BC-6.24A^2-15.90B^2-6.82C^2$ 。

该模型的方差分析见表6。

由表6可知,该模型  $P=0.0444 < 0.05$ ,表明此试验模型显著,同时失拟项不显著,表明此模型方程高度拟合试验数据,可以用于研究玫瑰花茶汤感官评分和各影响因素之间关系<sup>[18]</sup>,判断玫瑰花茶汤冲泡工艺的最佳参数<sup>[19]</sup>。 $R^2=0.8467$ ,表明此模型二次多项式能够较准确地预估玫瑰花茶汤实际感官评分。 $R^2_{Adj}=0.6497$ ,即此方程可以解释64.97%的响应值变化。由P值可

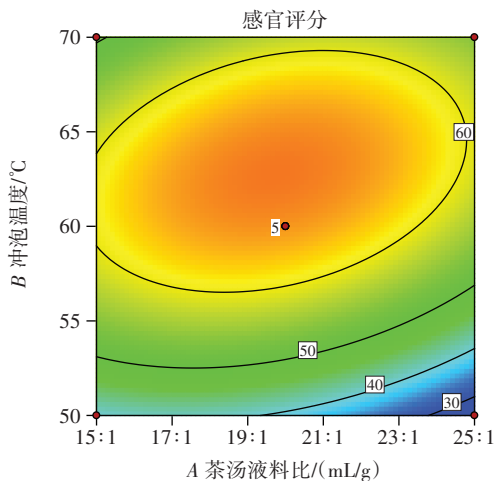


表6 回归方程的方差分析

Table 6 Analysis of variance for regression equations

差异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
模型	2 742.23	9	304.69	3.86	0.044 4	*
A	40.95	1	40.95	0.518 5	0.494 8	
B	732.49	1	732.49	9.27	0.018 7	*
C	309.38	1	309.38	3.92	0.088 3	
AB	104.04	1	104.04	1.32	0.288 8	
AC	4.62	1	4.62	0.058 5	0.815 8	
BC	0.525 6	1	0.525 6	0.006 7	0.937 3	
A <sup>2</sup>	163.75	1	163.75	2.07	0.193 1	
B <sup>2</sup>	1 064.30	1	1 064.30	13.48	0.008 0	**
C <sup>2</sup>	196.06	1	196.06	2.48	0.159 1	
残差	552.82	7	78.97			
失拟项	442.88	3	147.63	5.37	0.069 0	
纯误差	109.94	4	27.49			
总差	3 295.05	16				

注:\*表示影响显著( $P < 0.05$ );\*\*表示影响极显著( $P < 0.01$ )。

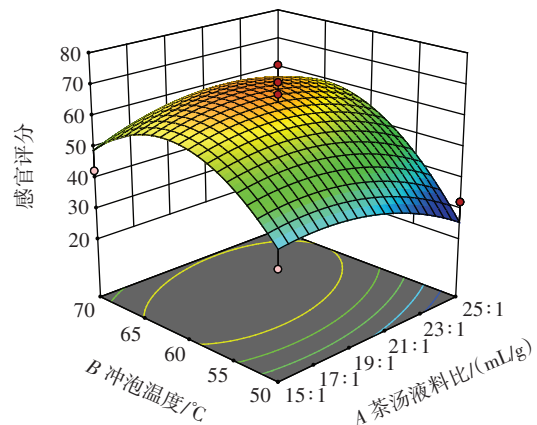
知,B影响显著( $P < 0.05$ ),B<sup>2</sup>影响极显著( $P < 0.01$ )。由F值可知,各影响因素对玫瑰花茶汤感官评分的影响主次顺序为冲泡温度(B)>冲泡时间(C)>茶汤液料比(A)。

根据回归方程建立的响应曲面与等高线见图4。

由图4可知,茶汤液料比和冲泡温度、冲泡时间和冲泡温度之间的交互作用对玫瑰花茶汤感官评分的影响明显。

2.1.3 验证试验

由响应面试验结果得到最佳茶汤冲泡参数为茶汤液料比 19.912 6:1 (mL/g)、冲泡温度 66.066 7 °C、冲泡时间 17.316 min,根据此参数冲泡所得的茶汤感官评分预测值为 67.518 9。为使实际操作方便可行,调整



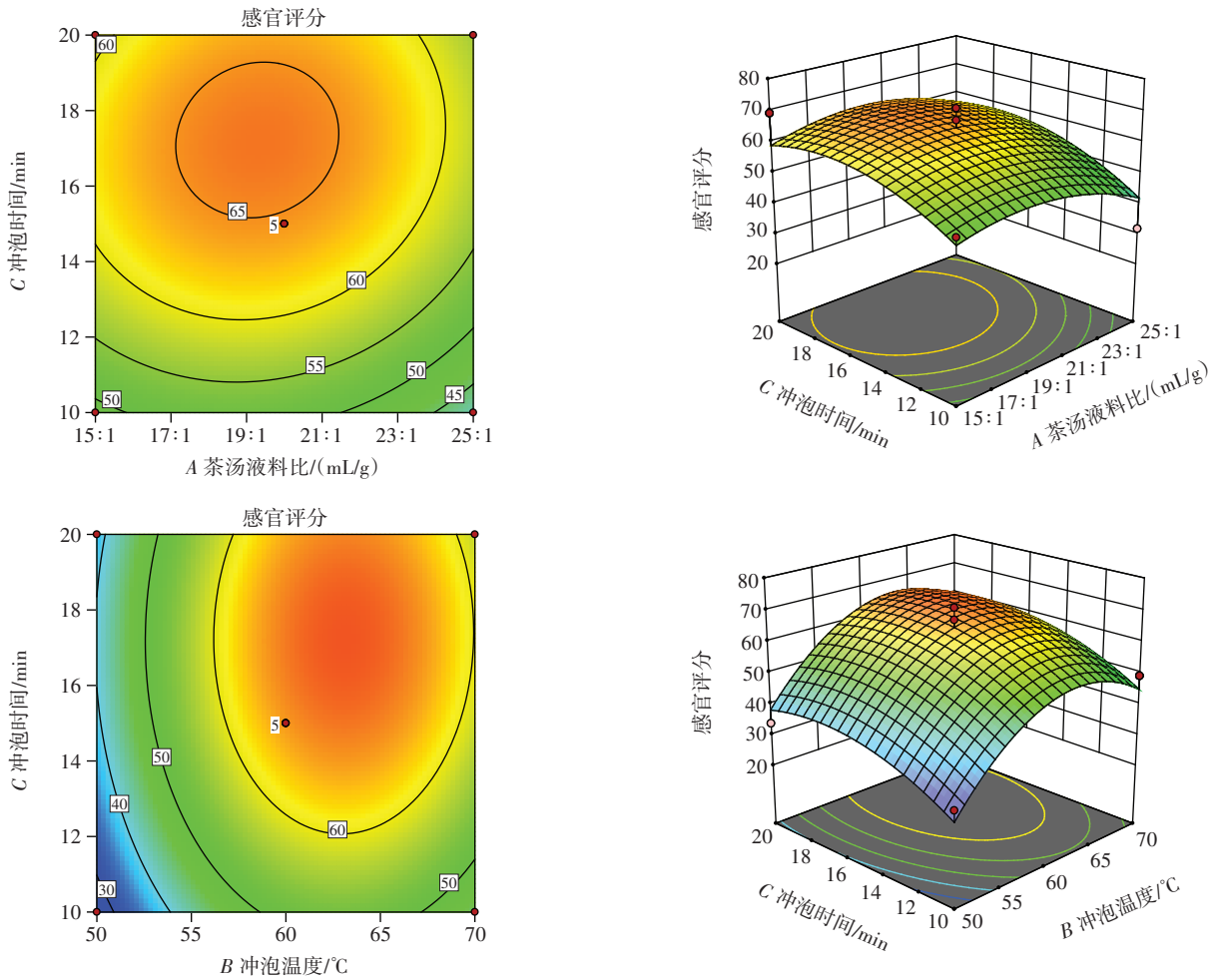


图4 两两因素交互作用对茶汤感官评分的等高线及响应曲面

Fig.4 Contours and response surfaces of two-two factor interactions on sensory scores of tea soup

最佳参数为茶汤液料比 20:1 (mL/g)、冲泡温度 66 °C、冲泡时间 17 min。根据优化的茶汤冲泡参数进行验证试验,检测响应面试验结果的可靠性。通过 3 次平行试验,得到玫瑰花茶汤的感官评分平均值为 66.92,与理论评分的相对误差为 0.89%,误差较小,说明此冲泡参数可行。

2.2 柚子皮玫瑰复合果冻配方优化试验结果

2.2.1 柚子皮玫瑰复合果冻配方单因素试验结果

2.2.1.1 最佳柚子皮酱添加量的确定

柚子皮酱添加量对柚子皮玫瑰复合果冻感官评分的影响如图 5 所示。

由图 5 可知,当柚子皮酱添加量小于 10% 时,果冻感官评分随柚子皮酱添加量的增加而升高,且变化较明显;当柚子皮酱添加量大于 10% 时,感官评分随柚子皮酱添加量的增加而降低。这是因为柚子皮酱本身含有蜂蜜,有一定甜度,当柚子皮酱添加量很少时味道过淡,果冻滋味及风味均较差;但柚子皮酱添加量太多会导致果冻味道过甜,同时由于柚子皮具有一定苦味,添加过多会导致果冻味道发苦,且柚子的风味及滋

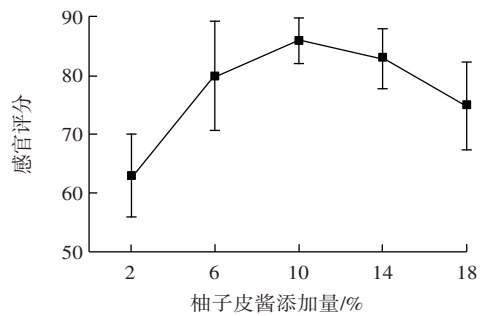


图5 不同柚子皮酱添加量的果冻感官评分  
Fig.5 Sensory scores of jelly with different pomelo peel sauce additions

味会过于突出,掩盖玫瑰茶的芬香。因此,选择柚子皮酱添加量为 6%、10%、14% 进行后续试验。

2.2.1.2 最佳木糖醇添加量的确定

木糖醇添加量对柚子皮玫瑰复合果冻感官评分的影响如图 6 所示。

由图 6 可知,添加木糖醇与否的感官评分差异十分明显,且木糖醇添加量为 4.50% 与 6.75% 的果冻感

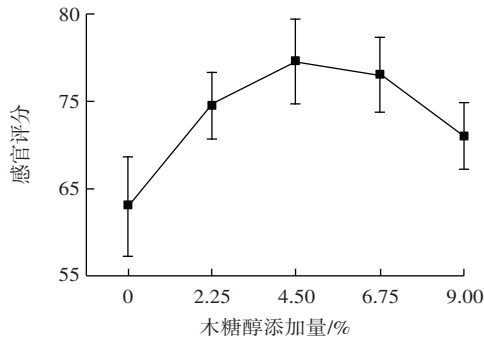


图6 不同木糖醇添加量的果冻感官评分

Fig.6 Sensory scores of jelly with different xylitol additions

官评分差距较小;当木糖醇添加量小于4.50%时,果冻感官评分随木糖醇添加量的增加而升高;当木糖醇添加量大于4.50%时,感官评分随木糖醇添加量的增加而降低。这是因为当木糖醇添加量很少时味道过淡,果冻滋味较差;但木糖醇添加量太多会导致果冻味道过甜。因此,选择木糖醇添加量为2.25%、4.50%、6.75%进行后续试验。

### 2.2.1.3 最佳复配胶添加量的确定

复配胶添加量对柚子皮玫瑰复合果冻感官评分的影响如图7所示。

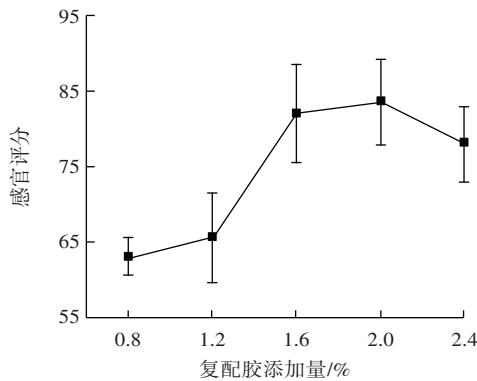


图7 不同复配胶添加量的果冻感官评分

Fig.7 Sensory scores of jelly with different compound gum additions

由图7可知,复配胶添加量为1.6%与2.0%的果冻感官评分差距较小;当复配胶添加量小于2.0%时,果冻感官评分随复配胶添加量的增加而升高;当复配胶添加量大于2.0%时,感官评分随复配胶添加量的增加而降低,且差距较为明显。这是因为当复配胶添加量较少时,果冻质地过软,成型效果差;但复配胶添加量太多会使果冻口感过厚,弹性下降。因此,选择复配胶添加量为1.2%、1.6%、2.0%进行后续试验。

### 2.2.2 柚子皮玫瑰复合果冻配方响应面试验结果

柚子皮玫瑰复合果冻配方响应面试验设计及结果见表7。

表7 Box-Behnken 响应面试验设计及结果

Table 7 Design and results of Box-Behnken response surface test

试验号	A'	B'	C'	Y'感官评分
1	-1	-1	0	57.75
2	0	0	0	75.80
3	1	0	-1	69.00
4	0	0	0	80.60
5	0	0	0	75.75
6	0	-1	-1	63.00
7	0	0	0	77.50
8	1	0	1	73.75
9	0	1	-1	73.00
10	0	-1	1	69.25
11	1	-1	0	75.40
12	1	1	0	71.00
13	0	1	1	74.00
14	-1	0	1	61.40
15	0	0	0	76.75
16	-1	1	0	62.00
17	-1	0	-1	47.80

各因素与果冻感官评分之间的二次多元回归方程为  $Y' = 77.28 + 7.53A' + 1.83B' + 3.20C' - 2.16A'B' - 2.21A'C' - 1.31B'C' - 8.78A'^2 - 1.96B'^2 - 5.51C'^2$ 。

方差分析见表8。

表8 回归方程的方差分析

Table 8 Analysis of variance for regression equations

差异来源	平方和	自由度	均方	F值	P值	显著性
模型	1114.24	9	123.80	13.34	0.0013	**
A'	453.01	1	453.01	48.80	0.0002	**
B'	26.64	1	26.64	2.87	0.1341	
C'	81.92	1	81.92	8.82	0.0208	*
A'B'	18.71	1	18.71	2.01	0.1987	
A'C'	19.58	1	19.58	2.11	0.1897	
B'C'	6.89	1	6.89	0.74	0.4175	
A'^2	324.86	1	324.86	34.99	0.0006	**
B'^2	16.15	1	16.15	1.74	0.2286	
C'^2	127.77	1	127.77	13.76	0.0076	**
残差	64.99	7	9.28			
失拟项	49.10	3	16.37	4.12	0.1024	
纯误差	15.88	4	3.97			
总差	1179.22	16				

注:\*表示影响显著( $P < 0.05$ );\*\*表示影响极显著( $P < 0.01$ )。

由表8可得,此模型  $P = 0.0013 < 0.01$ ,表明此试验模型极显著,同时失拟项不显著,表明此模型方程高度拟合试验数据,可以用于研究柚子皮玫瑰复合果冻感官评分和各影响因素之间关系<sup>[18]</sup>,对果冻配方参数进



行预测及分析<sup>[20]</sup>。R<sup>2</sup>=0.944 9,表明此模型二次多项式能够较准确地预估果冻实际感官评分。R<sup>2</sup><sub>Adj</sub>=0.874 0,即此方程可以解释 87.40% 的响应值变化。由 P 值可知,A'、A'<sup>2</sup>、C'<sup>2</sup>影响极显著(P<0.01),C'影响显著(P<

0.05)。由 F 值可知,各影响因素对果冻感官评分的影响主次顺序为柚子皮酱添加量(A')>复配胶添加量(C')>木糖醇添加量(B')。

根据回归方程建立的响应曲面与等高线见图 8。

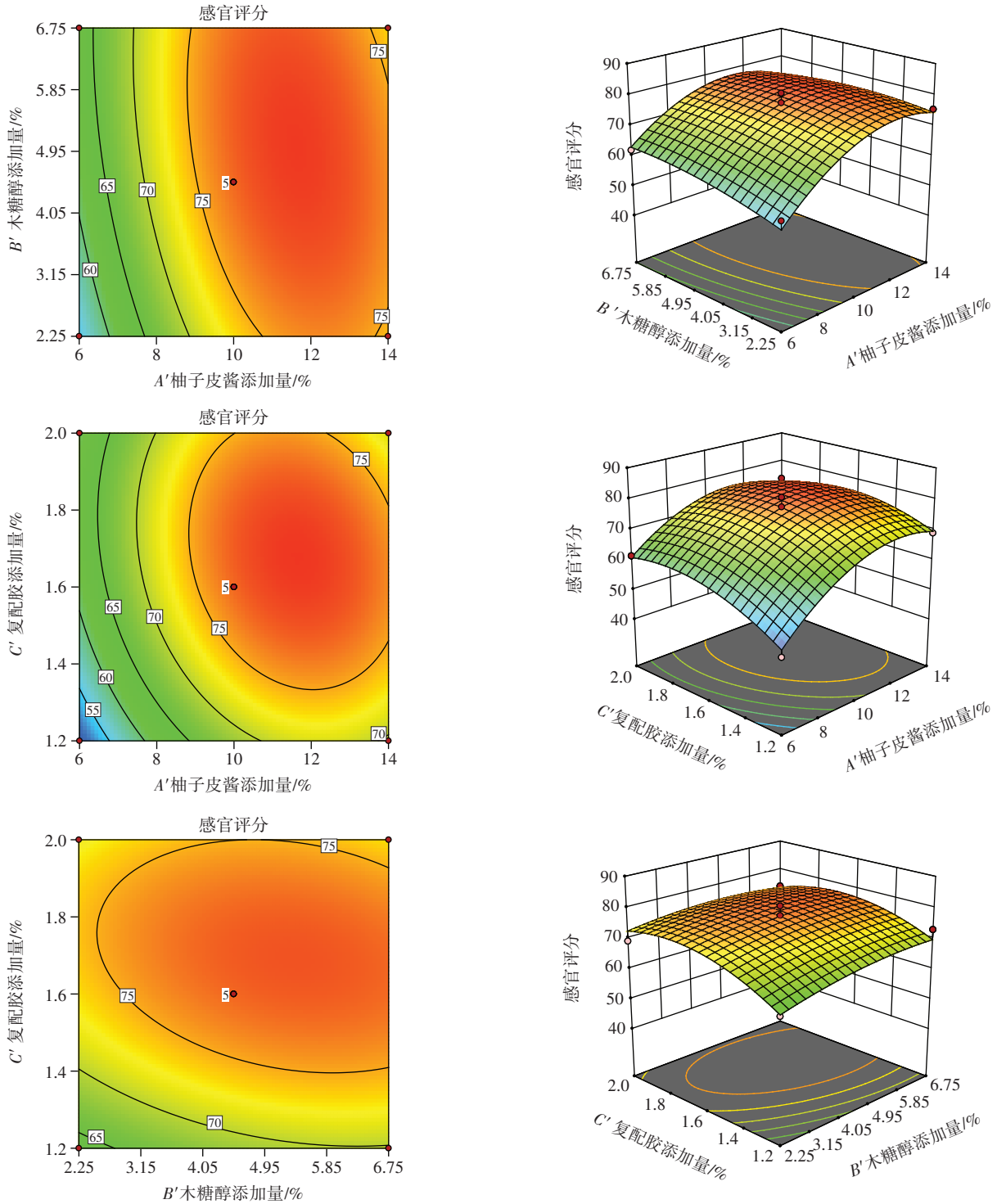


图 8 两两因素交互作用对果冻感官评分的响应曲面及等高线

Fig.8 Response surfaces and contours of two-two factor interactions on sensory scores of jelly

由图 8 可知,柚子皮酱添加量、木糖醇添加量和复配胶添加量三者之间的两两交互作用对柚子皮玫瑰复

合果冻的感官评分的影响均明显,其中柚子皮酱添加量和木糖醇添加量、复配胶添加量和木糖醇添加量之



间的交互作用对果冻的影响尤为明显。

### 2.2.3 验证试验

由响应面试验结果得到最佳柚子皮玫瑰复合果冻配方为柚子皮酱添加量 13.046%、木糖醇添加量 5.368%、复配胶添加量 1.677%，根据此配方工艺制作的果冻感官评分预测值为 79.20。为使实际操作方便可行，调整果冻最佳配方为柚子皮酱添加量 13%、木糖醇添加量 5.4%、复配胶添加量 1.7%，根据优化配方进行验证试验以检验响应面结果的可靠性。通过 3 次平行试验，得到感官评分平均值为 79.40，与理论值的相对误差为 0.26%，误差较小，说明此果冻配方参数可行。

### 2.3 产品指标

对优化后的柚子皮玫瑰复合果冻产品的各项指标进行检测，结果如表 9 所示。

表 9 果冻各项指标的检测结果  
Table 9 Test results of indexes of jelly

指标	检测结果
感官指标	状态:质地坚实均匀,表面光滑,结构无裂纹或气泡; 色泽:颜色艳丽,色泽均匀一致,整体澄清透亮; 气味:玫瑰芬香及柚子清香味明显,无其他异味; 滋味:口感爽滑细腻,弹性适中,甜度适中
理化指标	可溶性固形物含量为 16.45 g/100 g
微生物指标	菌落总数 10 CFU/g,大肠菌群及酵母未检出, 霉菌 5 CFU/g
质构指标	硬度为 358.887 g,弹性为 0.606 g,黏聚性为 0.387 g/s,胶着度为 140.323 g,咀嚼度为 73.646 N,回复性为 0.115

由表 9 可知,按照优化后的工艺参数所制作的柚子皮玫瑰复合果冻的理化指标、微生物指标均符合相关标准,且具有优良的品质。

### 3 结论

通过单因素试验和响应面优化试验对玫瑰花茶冲泡参数及柚子皮玫瑰复合果冻配方进行优化,以感官评分为评价指标。试验结果表明,当茶汤液料比为 20:1 (mL/g)、冲泡温度为 66 °C、冲泡时间为 17 min 时,所得的玫瑰花茶汤具有较好的感官,茶汤感官评分为 66.92,再利用此冲泡参数冲泡得到的茶汤制备果冻。通过果冻的响应面优化试验结果可知,当柚子皮酱添加量为 13%、木糖醇添加量为 5.4%、复配胶添加量为 1.7% 时,柚子皮玫瑰复合果冻具有最佳的状态、色泽、气味及滋味,感官评分为 79.40。根据最佳配方制得的柚子皮玫瑰复合果冻质地均匀、外形美观、色泽艳丽、酸甜可口、弹性适中,与市面上的果冻产品相比,不仅外观新颖,玫瑰的特殊芬香和柚子的水果清香混合融洽,同时也保留了玫瑰和柚子皮中的营养成分,丰富了果冻的口感和营养,市场前景广阔。本研究可为

玫瑰花及柚子皮绿色健康产品的开发与利用提供理论依据和新思路。

### 参考文献:

- [1] 陈大远,王金,孔欣欣,等.富含叶酸毛尖玫瑰奶茶的研制[J].食品工程,2022(4):33-40,43.  
CHEN Dayuan, WANG Jin, KONG Xinxin, et al. Development of Maojian rose milk tea rich in folic acid[J]. Food Engineering, 2022 (4): 33-40, 43.
- [2] 高嘉宁,张丹,龙伟,等.玫瑰花主要化学成分和药理作用研究进展[J].化学工程与装备,2021(3):205-206.  
GAO Jianing, ZHANG Dan, LONG Wei, et al. Research progress on main chemical constituents and pharmacological effects of roses[J]. Chemical Engineering & Equipment, 2021(3): 205-206.
- [3] BEDÊ T P, PASCOAL A C, FACÓ L H, et al. Effect of the intake of liquids rich in polyphenols on blood pressure and fat liver deposition in rats submitted to high-fat diet[J]. Nutricion Hospitalaria, 2015, 31(6): 2539-2545.
- [4] MATSUI T. Condensed catechins and their potential health-benefits[J]. European Journal of Pharmacology, 2015, 765: 495-502.
- [5] SAVDAN M, ÇAKIR M, VATANSEV H, et al. Preventing oxygen free radical damage by proanthocyanidin in obstructive jaundice[J]. Turkish Journal of Surgery, 2017, 33(2): 62-68.
- [6] LIAN L J, WANG F, ZHANG Y M, et al. Isolation, identification and expression patterns of RoLEAFY in non-recurrent and recurrent flowering roses[J]. European Journal of Horticultural Science, 2016, 81(2): 122-132.
- [7] 张月,周航,吴海军.玫瑰在食品中的应用及前景展望[J].现代食品,2021(11):25-27.  
ZHANG Yue, ZHOU Hang, WU Haijun. Application and prospect of *Rosa rugosa* in food[J]. Modern Food, 2021(11): 25-27.
- [8] 陈真永.昆明食用玫瑰产业发展路径研究[D].西安:长安大学,2020.  
CHEN Zhenyong. Study on the development path of edible rose industry in Kunming[D]. Xi'an: Chang'an University, 2020.
- [9] 宋莺丽,吴洁,郑红英,等.低糖芒果柚子皮复合果酱的研发[J].中国调味品,2022,47(4):128-132.  
SONG Yingli, WU Jie, ZHENG Hongying, et al. Research and development of low-sugar mango and grapefruit peel compound jam[J]. China Condiment, 2022, 47(4): 128-132.
- [10] TRIPATHI P K, SINGH J, GAURAV N, et al. In-silico and bio-physical investigation of biomolecular interaction between naringin and nsP2 of the chikungunya virus[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2020, 160: 1061-1066.
- [11] SYED A A, REZA M I, SHAFIQ M, et al. Naringin ameliorates type 2 diabetes mellitus - induced steatohepatitis by inhibiting RAGE/NF-κB mediated mitochondrial apoptosis[J]. Life Sciences, 2020, 257: 118118.
- [12] 张璐.柚子皮肉酱加工工艺研究[J].中国调味品,2020,45(12):106-111.  
ZHANG Lu. Research on processing technology of pomelo peel and meat sauce[J]. China Condiment, 2020, 45(12): 106-111.
- [13] JING L, FENG L, ZHOU Z G, et al. Limonoid compounds from *Xylocarpus granatum* and their anticancer activity against esophageal cancer cells[J]. Thoracic Cancer, 2020, 11(7): 1817-1826.
- [14] ZHOU J, XIA L, ZHANG Y. Naringin inhibits thyroid cancer cell proliferation and induces cell apoptosis through repressing PI3K/AKT pathway[J]. Pathology, Research and Practice, 2019, 215(12): 152707.

- [15] ZHANG X Y, QIU J Y, HUI Q L, et al. Systematic analysis of the basic/helix-loop-helix (bHLH) transcription factor family in pomelo (*Citrus grandis*) and identification of the key members involved in the response to iron deficiency[J]. BMC Genomics, 2020, 21(1): 233.
- [16] 任文彬, 杨榕琳, 郑文雄, 等. 柚皮功能性成分的应用研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(10): 3994-4000.  
REN Wenbin, YANG Ronglin, ZHENG Wenxiong, et al. Research progress on functional components of pomelo peel[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12(10): 3994-4000.
- [17] 任双, 王恩胜, 陈亚蓝, 等. 雪莲果柚子皮低糖保健果冻的研制[J]. 信阳农林学院学报, 2023, 33(2): 109-115.  
REN Shuang, WANG Ensheng, CHEN Yalan, et al. Preparation of sausenian fruit pomelo peel low sugar health care jelly[J]. Journal of Xinyang Agriculture and Forestry University, 2023, 33(2): 109-115.
- [18] 王小红, 向东山, 李文恒, 等. 响应面法优化沙棘葡萄果冻的制备工艺[J]. 湖北民族大学学报(自然科学版), 2023, 41(1): 33-39.  
WANG Xiaohong, XIANG Dongshan, LI Wenheng, et al. Optimization of sea buckthorn grape jelly process by response surface methodology[J]. Journal of Hubei Minzu University (Natural Science Edition), 2023, 41(1): 33-39.
- [19] 赵立春, 钟余特, 李俊秀, 等. 青钱柳无糖茶冻的研制[J]. 食品工业科技, 2020, 41(11): 234-239, 250.  
ZHAO Lichun, ZHONG Yute, LI Junxiu, et al. Preparation of *Cyclocarya paliurus* sugar-free jelly[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(11): 234-239, 250.
- [20] 郝佳, 刘玳瑶, 程冰晓, 等. 响应面优化玫瑰花茶菊粉果冻配方[J]. 粮食与油脂, 2020, 33(10): 67-70.  
HAO Jia, LIU Daiyao, CHENG Bingxiao, et al. Optimization of the formula of rose tea inulin jelly by response surface method[J]. Cereals & Oils, 2020, 33(10): 67-70.
- [21] 王晨昕, 张玉仙, 李宗浩, 等. 绣球菌风味果冻的研制[J]. 农产品加工, 2019(16): 10-12, 16.  
WANG Chenxin, ZHANG Yuxian, LI Zonghao, et al. Development of *Sparassis crispa* flavor jelly[J]. Farm Products Processing, 2019(16): 10-12, 16.
- [22] 李昌远, 王薇, 张丽芳, 等. 一种玫瑰香茶与其他茶类加工工艺比较[J]. 农产品加工, 2021(11): 41-42, 47.  
LI Changyuan, WANG Wei, ZHANG Lifang, et al. Comparison of a kind of rose tea and other teas processing research[J]. Farm Products Processing, 2021(11): 41-42, 47.

加工编辑: 刘艳美  
收稿日期: 2024-04-03