

# 烘烤型雪莲果薯片加工工艺研究

戢得蓉, 王守琴, 乔明锋\*, 范文教, 陈云川

(四川旅游学院食品学院, 四川 成都 610100)

**摘要:**以雪莲果为原料,将果汁加入到马铃薯全粉中,制作烘烤型雪莲果薯片,考察雪莲果汁替代水用量百分比、糖添加量、油添加量、盐添加量、烘烤时间、烘烤温度对烘烤型薯片品质的影响。通过响应面试验优化得到烘烤型雪莲果薯片的最佳工艺条件为:马铃薯全粉 30 g,白砂糖 10 g,油 2 g,食盐 0.6 g,雪莲果汁 36 mL,水 4 mL,烘烤温度 120 ℃,烘烤时间 16 min。采用该工艺制得的薯片色泽金黄、口感酥脆、咸味与甜味比例适中,具有较高的营养和保健价值。

**关键词:**雪莲果;马铃薯全粉;薯片;响应面优化;加工工艺

## Study on Processing Technology of Oven Baked *Smallanthus sonchifolius* Potato Chips

Ji De-rong, WANG Shou-qin, QIAO Ming-feng\*, FAN Wen-jiao, CHEN Yun-chuan  
(College of Food Science and Technology, Sichuan Tourism University, Chengdu 610100, China)

**Abstract:** *Saussurea involucrata* was crushed into juice and added to whole potato powder to prepare oven baked *Smallanthus sonchifolius* potato chips. The effects of the percentage of *Saussurea involucrata* juice instead of water, sugar addition, oil addition, salt addition, baking time and baking temperature on the quality of baked potato chips were investigated. The optimum processing technology conditions of baked snow lotus fruit potato chips by response surface experiment were: potato powder 30 g, sugar 10 g, oil 2 g, salt 0.6 g, snow lotus fruit juice 36 mL, water 4 mL, and baking temperature 120 ℃, baking time 16 min. The prepared potato chips had golden yellow color, crispy mouth feel, moderate salty and sweet taste, which had high nutritional and health value.

**Key words:** *Saussurea involucrata*; whole potato powder; potato chip; response surface optimization; processing technology

中图分类号:TS205.1

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1009-6221.2021.05.010

雪莲果(*Smallanthus sonchifolius*)别名菊薯、地参果、雪莲薯,其根茎不含淀粉,果肉剔透,清脆爽口,甘甜多汁,含有大量的水溶性植物纤维及丰富的果寡糖(低聚糖)<sup>[1]</sup>,其中果寡糖含量在所有植物中排第一,属于低热量食品,具有清热解毒、通肠润道、消炎利尿等

特点,对于糖尿病人和肥胖病人来说特别适用<sup>[2]</sup>。雪莲果主要用于鲜食,近年来,对其相关产品研发已成为研究热点,如果酒、果醋、果脯、饮料、冰淇淋等<sup>[3-5]</sup>。

马铃薯别名土豆、洋芋,为多年生草本植物,多为块茎繁殖<sup>[6]</sup>,属茄科植物<sup>[7]</sup>。马铃薯是世界排名第四的

**基金项目:**四川省教育厅自然科学基金项目(18CZ0037);四川旅游学院科研创新团队基金项目(2018SCTUTD05);马铃薯主粮化战略研究中心项目(MLS1904)

**作者简介:**戢得蓉(1989—),女,汉族,硕士,讲师,主要从事食品加工与贮藏方面的研究工作。

**通信作者:**乔明锋,博士,副研究员,主要从事食品化学方面的研究工作。  
(C)1994-2022 China Academic Electronic Journal Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

重要农作物<sup>[8]</sup>,具有分布广、早熟、高产、用途多的优点。马铃薯营养丰富,含蛋白质、氨基酸、碳水化合物、矿质元素、脂肪、苷酸、粗纤维及维生素<sup>[9]</sup>。近年,我国提出了“马铃薯主粮化战略”,使得马铃薯获得了更多的关注<sup>[10]</sup>。薯片是常见的马铃薯加工产品之一<sup>[11]</sup>。前人已对油炸复合马铃薯片工艺<sup>[12-14]</sup>进行了研究报道,但采用烘烤工艺制作薯片的研究未见报道。

马铃薯和雪莲果都是营养丰富的优良食品,本试验在制作薯片时用雪莲果汁替代部分水,从感官评定、水分、色差、质构方面研究对薯片品质的影响,从而确定雪莲果薯片的最佳加工工艺,得到相关产品,以期为高端薯片的研制提供参考,同时为雪莲果在食品行业的广泛应用开拓思路。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设备

#### 1.1.1 材料与试剂

雪莲果:云南天山红心雪莲果;马铃薯全粉:正阳马铃薯雪花全粉;白砂糖、油、食盐:市售。柠檬酸:食品级;乙醇,分析纯:成都市科龙化工试剂厂。

#### 1.1.2 仪器与设备

KWS1530X-H7R 型电烤箱,广东格兰仕微波生活电器制造有限公司;Scout SE 型电子天平,奥豪斯仪器(常州)有限公司;DFY-1000 型摇摆式高速万能粉碎机,温岭市林大机械有限公司;101 型鼓风干燥箱,北京中兴伟业仪器有限公司;DC-P3 型色差计,北京市兴光测色仪器公司;TMS-Pro 型 FTC-质构仪,北京盈盛恒泰科技有限公司;JYL-C012 型料理机,九阳股份有限公司。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 薯片的制备工艺

##### 1.2.1.1 基础配方

马铃薯粉 30 g、水 40 mL、白砂糖 10 g、油 1 g、食盐 1 g。

##### 1.2.1.2 工艺流程

雪莲果→清洗、去皮→捣碎、护色→加辅料调配→揉成面团→切分→压面→成型→刷油→烘焙→冷却→包装→成品

##### 1.2.1.3 工艺要点

将雪莲果用柠檬酸进行护色处理,然后用料理机打碎,与马铃薯全粉、水、白砂糖、油、食盐混合均匀,揉成面团。将揉制好的面团切分成小份,用压面机反复多次压制,使其成为质地均匀的面片,再用模具成型为圆形面坯。在成型好的面片表面薄薄地刷一层油

后放入烤箱中,进入烤箱前先将烤箱预热,上下火温度一致。薯片温度冷却到 35 ℃以下,塑封包装。

#### 1.2.2 单因素试验设计

在基础配方的基础上分别以雪莲果汁替代水的用量百分比(V/V)、烘烤时间、烘烤温度、白砂糖添加量、食盐添加量、油添加量作为单因素,以感官评分、质构(破裂力及硬度)为主,以水分、色差等指标为辅,讨论各因素对薯片品质的影响,各因素选取水平见表1。

表1 薯片单因素试验设计表

Table 1 Single factor test design for potato chips

| 因素        | 水平  |     |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
|           | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 烘烤时间/min  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  |
| 烘烤温度/℃    | 90  | 105 | 120 | 135 | 150 |
| 白砂糖添加量/g  | 6   | 8   | 10  | 12  | 14  |
| 食盐添加量/g   | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 1.4 |
| 油添加量/g    | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
| 雪莲果汁替代量/% | 0   | 25  | 50  | 75  | 100 |

#### 1.2.3 响应面优化试验设计

利用 Design Expert 8.0.6, 根据中心组合设计原理,在单因素试验基础上,优化雪莲果薯片的配方,设计响应面试验<sup>[15]</sup>,响应值为感官评分以及破裂力<sup>[16]</sup>。

#### 1.2.4 感官评定

筛选 10 名具有感官品评经验的专业人士组成感官评定小组,分别从色泽、形态、香味、脆性对薯片进行评分,结果取其平均分,满分为 60 分<sup>[17]</sup>。评分标准如表 2 所示。

表2 薯片感官评分标准

Table 2 Sensory evaluation criteria of potato chips

| 项目          | 评分标准                 | 分值/分  |
|-------------|----------------------|-------|
| 色泽<br>(20分) | 表面色泽为黄色,均匀一致         | 16~20 |
|             | 表面色泽为淡黄色或黄褐色         | 12~15 |
|             | 表面色泽为褐色或乳白色          | 4~11  |
| 形态<br>(20分) | 表面平整,无裂纹无气泡,表面光滑、无破损 | 16~20 |
|             | 表面较平整,略有小裂纹或气泡       | 12~15 |
|             | 表面弯曲或严重裂纹有大气泡        | 4~11  |
| 香味<br>(10分) | 具有浓郁的土豆香气,或伴有雪莲果的清香味 | 8~10  |
|             | 不浓郁,无异味              | 5~7   |
|             | 出现焦糊味或带有异味           | 0~4   |
| 脆性<br>(10分) | 在咀嚼过程中,伴随着较大的嘎嘣响声    | 8~10  |
|             | 在咀嚼过程中,伴随着较小的嘎嘣响声    | 5~7   |
|             | 在咀嚼过程中,不易破碎或很难破碎     | 0~4   |

### 1.2.5 色差测定

采用全自动测色色差仪测定,将样品用万能粉碎机粉碎,将其反复压平压实,保证样品表面在测定时无气泡,填充均匀一致,光源采用 D65。

### 1.2.6 质构测定

参考张秋会等<sup>[18]</sup>的方法,采用斜口探头,测定条件为:测前速度 2 mm/s,测中速度 1 mm/s,测后速度 1 mm/s,压缩时间 5 s,压缩百分比 60%。测定样品的硬度和破裂力。

### 1.2.7 水分含量测定

参考 GB 5009.3—2016<sup>[19]</sup>中的直接干燥法进行测定。

### 1.2.8 数据处理

试验数据由 Design Expert 8.0.6、Excel 和 IBM SPSS Statistics 处理完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素试验结果

#### 2.1.1 雪莲果汁替代量对薯片品质的影响

在基础配方下,选择烘烤温度 120 ℃,烘烤时间 15 min,探究雪莲果汁替代量对薯片品质的影响,结果见图 1。随着雪莲果汁替代量的增加,产品的水分含量逐渐下降,与硬度及破裂力整体呈上升趋势后有所波动相对应。同时,薯片的黄色度增加,色泽逐渐加深,感官品质提升。当雪莲果汁替代水用量的 75%

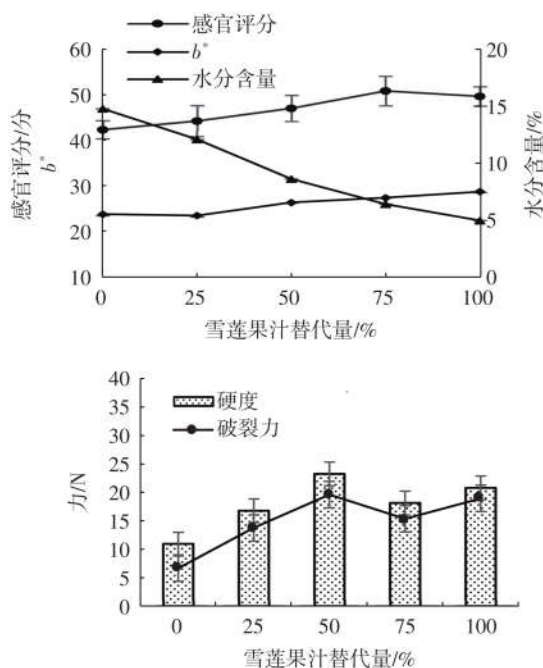


图 1 雪莲果汁替代量对薯片品质的影响

Fig.1 Effect of addition of snow lotus fruit juice on

potato chips quality

时,所得产品的感官品质最佳,薯片松脆可口,表面稍带细纹,色度良好,硬度适中。

#### 2.1.2 烘烤时间、烘烤温度对薯片品质的影响

在基础配方下,探究关键工艺烘烤时间和烘烤温度对雪莲果薯片品质的影响。结果如图 2 及图 3 所示,随着烘烤温度上升及时间的增加,水分含量均不断降低,薯片的硬度及测试的破裂力逐渐上升,而黄

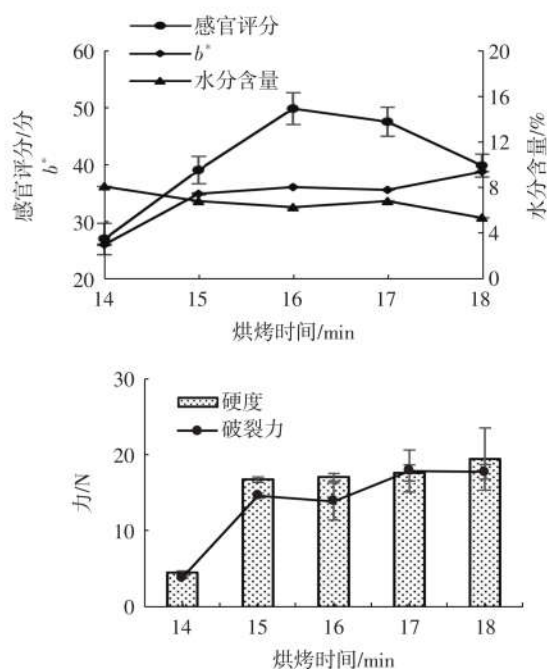


图 2 烘烤时间对薯片品质的影响

Fig.2 Effect of baking time on potato chips quality

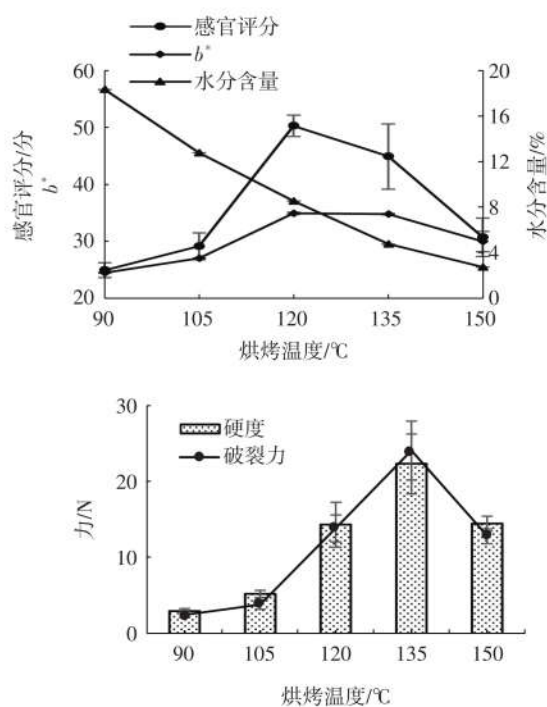


图 3 烘烤温度对薯片品质的影响

Fig.3 Effect of baking temperature on potato chips quality

蓝色度  $b^*$  值逐渐上升。感官评分均呈现先上升后下降的趋势,在烘烤时间为 16 min 以及烘烤温度为 120 ℃时产品的感官评分最高,此时所得薯片外形完整,规则且厚薄一致,香气浓郁,色泽均匀,呈现金黄色,口感酥脆。过高的温度和过长的时间会使薯片结构扭曲并变焦,薯片原有的香味被掩盖,风味急剧下降。综合考虑,选择最佳烘烤温度为 120 ℃,最佳烘烤时间 16 min 进行进一步的试验。

### 2.1.3 盐、糖、油添加量对雪莲果薯片品质的影响

进一步探究盐、糖、油添加量对雪莲果薯片品质的影响,结果如图 4、5、6 所示。盐与糖主要对于薯片风味形成方面产生影响,对水分含量及  $b^*$  值的影响不大,而硬度与破裂力呈现波动变化。盐添加过少时

产品甜味突出,口感腻;糖添加过少时,产品平淡无味。在盐添加 0.8 g、糖添加 10 g 时产品酥脆度良好。油用量的增加促使薯片水分含量降低而  $b^*$  值有一定的上升,色泽逐渐偏金黄;油添加量增加对感官品质有促进作用,在 2 g 油添加量情况下,产品的感官得分较高,外形完整,起酥效果好,酥脆性佳。继续添加油,产品结构组织产生变化,薯片发生膨胀,气孔变大,油腻感重,酥脆感过重,口感变差。

## 2.2 响应面试验结果

### 2.2.1 模型的建立

根据单因素试验结果,就各单因素与感官品质和破裂力两个主要指标之间进行相关性分析,结果如表 3 所示。雪莲果汁的替代量与两个指标的相关性均较

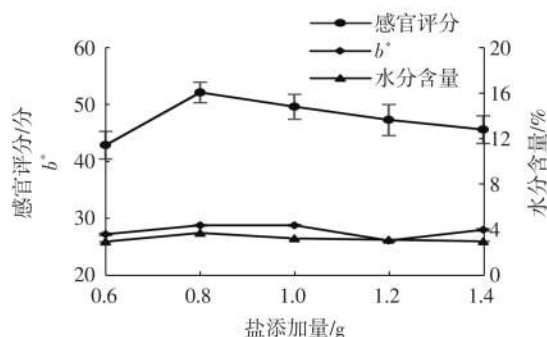


图 4 盐添加量对薯片品质的影响

Fig.4 Effect of salt addition on potato chips quality

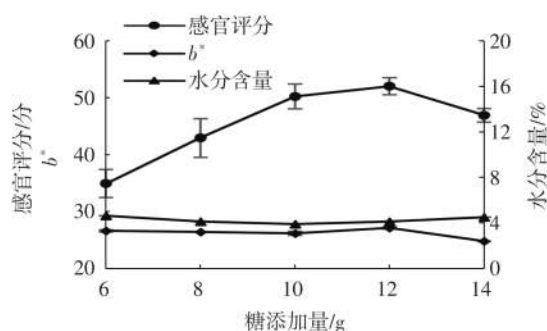
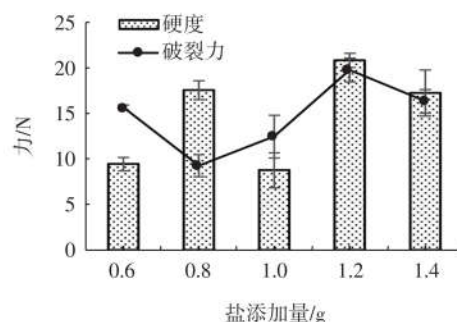


图 5 糖添加量对薯片品质的影响

Fig.5 Effect of sugar addition on potato chips quality

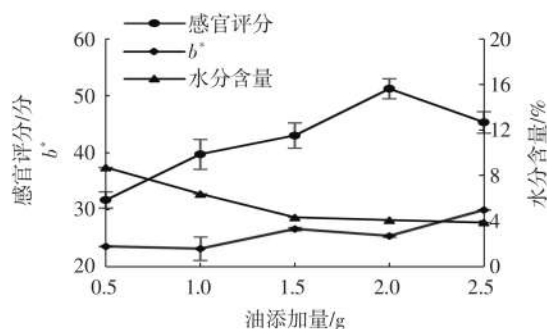
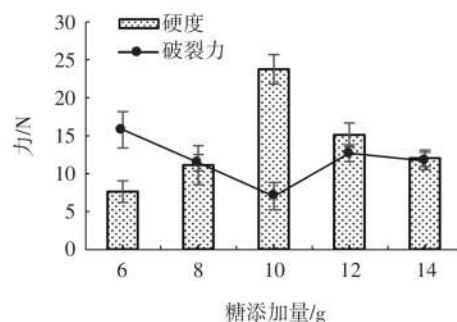


图 6 油添加量对薯片品质的影响

Fig.6 Effect of oil addition on potato chips quality

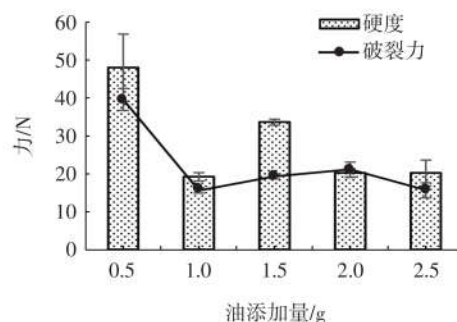


表 3 各单因素与薯片感官评分及破裂力的相关性分析  
Table 3 Correlation analysis of single factors with sensory score and breaking force of potato chips

| 项目   | 因素      |         |        |         |        |        |
|------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|
|      | 雪莲果汁替代量 | 烘烤时间    | 烘烤温度   | 盐       | 糖      | 油      |
| 感官评分 | 0.828*  | 0.655*  | 0.525  | -0.644* | 0.574  | 0.546  |
| 破裂力  | 0.742*  | 0.829** | 0.731* | 0.736*  | -0.252 | -0.480 |

注:\*\* 为极显著相关,\* 为显著相关。

高,关键工艺烘烤时间相对于烘烤温度与两个主要指标的相关性更高;盐、糖及油与两个指标的相关性结果显示,盐添加量与两者间显著相关。

根据中心组合设计原理,在单因素试验的基础上,优化雪莲果薯片的配方,以烘烤时间(A)、食盐添加量(B)、雪莲果汁替代量(C)为特征值,选取感官评分(Y<sub>1</sub>)和破裂力(Y<sub>2</sub>)为响应值,进行三因素三水平的响应面试验,试验设计与水平见表 4,结果见表 5。

表 4 响应面试验设计与水平  
Table 4 Response surface experiment design and level

| 因素          | 水平  |     |     |
|-------------|-----|-----|-----|
|             | -1  | 0   | 1   |
| A 烘烤时间/min  | 15  | 16  | 17  |
| B 食盐添加量/g   | 0.6 | 0.8 | 1.0 |
| C 雪莲果汁替代量/% | 50  | 75  | 100 |

2.2.2 响应面试验结果分析

对表 5 中的数据进行回归拟合,得到多元线性回归方程如下:

$$Y_1=58.40-1.50A+0.57B+1.25C-1.00AB-0.50AC-1.50BC-4.20A^2-2.70B^2-2.70C^2$$

$$Y_2=13.55-1.68A+2.46B+1.61C-1.10AB-0.15AC+8.27BC-1.02A^2-2.03B^2+5.47C^2$$

对以上回归模型进行方差分析,结果见表 6。

表 5 响应面试验结果  
Table 5 Response surface experiment results

| 试验号 | 因素 |    |    | Y <sub>1</sub> 感官评分/分 | Y <sub>2</sub> 破裂力/N |
|-----|----|----|----|-----------------------|----------------------|
|     | A  | B  | C  |                       |                      |
| 1   | -1 | 1  | 0  | 55                    | 16.86±0.71           |
| 2   | 0  | 0  | 0  | 58                    | 10.38±1.49           |
| 3   | 1  | -1 | 0  | 50                    | 6.34±0.32            |
| 4   | 1  | 1  | 0  | 49                    | 9.94±0.92            |
| 5   | -1 | 0  | -1 | 51                    | 16.55±0.39           |
| 6   | -1 | -1 | 0  | 52                    | 8.86±0.41            |
| 7   | 0  | 1  | -1 | 54                    | 9.80±1.00            |
| 8   | 0  | 0  | 0  | 59                    | 15.25±0.20           |
| 9   | 1  | 0  | -1 | 50                    | 14.87±0.57           |
| 10  | 0  | 0  | 0  | 58                    | 17.23±1.19           |
| 11  | 1  | 0  | 1  | 51                    | 19.16±0.13           |
| 12  | -1 | 0  | 1  | 54                    | 21.45±1.32           |
| 13  | 0  | -1 | -1 | 49                    | 22.33±0.34           |
| 14  | 0  | 0  | 0  | 58                    | 13.72±1.90           |
| 15  | 0  | 0  | 0  | 59                    | 15.16±1.24           |
| 16  | 0  | 1  | 1  | 54                    | 28.20±0.26           |
| 17  | 0  | -1 | 1  | 55                    | 7.63±0.05            |

表 6 回归方程的显著性检验及方差分析结果  
Table 6 Results of significance test and variance analysis of regression equations

| 项目                                                            | 自由度            |                | 平方和            |                | 均方             |                | F 值            |                | P 值            |                |
|---------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                                               | Y <sub>1</sub> | Y <sub>2</sub> | Y <sub>1</sub> | Y <sub>2</sub> | Y <sub>1</sub> | Y <sub>2</sub> | Y <sub>1</sub> | Y <sub>2</sub> | Y <sub>1</sub> | Y <sub>2</sub> |
| 模型                                                            | 9              | 9              | 199.56         | 512.2          | 22.17          | 56.91          | 336.96         | 16.13          | <0.000 1       | 0.000 7        |
| 失拟项                                                           | 7              | 7              | 4.2            | 24.69          | 0.6            | 3.53           | 3.33           | 0.78           | 0.137 6        | 0.564 8        |
| 残差                                                            | 3              | 3              | 3              | 9.09           | 1              | 3.03           |                |                |                |                |
| 纯误差                                                           | 4              | 4              | 1.2            | 15.6           | 0.3            | 3.9            |                |                |                |                |
| 总和                                                            | 16             | 16             | 203.76         | 536.9          |                |                |                |                |                |                |
| $R^2(Y_1)=0.979\ 4;R_{adj}^2(Y_1)=0.952\ 9;C.V.(Y_1)=1.44\%$  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| $R^2(Y_2)=0.954\ 0;R_{adj}^2(Y_2)=0.894\ 9;C.V.(Y_2)=12.78\%$ |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |

根据  $F$  分布检验显著性, 显著性越好对应特征值  $P$  值越小<sup>[20-21]</sup>。表 6 结果显示, 感官评分及破裂力模型总回归项均为极显著 ( $P < 0.01$ ), 失拟项  $P(Y_1) = 0.137\ 6 > 0.05$ ,  $P(Y_2) = 0.564\ 8 > 0.05$ , 表示差异性不显著, 说明回归模型均选择适宜, 试验误差小。 $R^2(Y_1) = 0.979\ 4$  及  $R^2(Y_2) = 0.954\ 0$  表示模型中感官评分及破裂力试验的真实值与预测值之间的相关性分别为 97.94% 及 95.40%。两个回归方程的  $C.V.$  值分别为 1.44% 及 12.78%, 表明两个回归模型的数据具有较高的精确度, 并且误差较小。综上所述, 预测雪莲果薯片的感官品质及破裂力可以使用该模型。

### 2.2.3 各因素交互作用的响应面分析

利用 Design Expert 8.0.6 软件进行数据统计, 分析各自变量对雪莲果薯片的感官评分和破裂力交互

影响的响应曲面图, 该图形为感官评分和破裂力对各试验因素所构成的三维曲面图, 各参数间的相互作用可以从图 7 中看出, 并且各因素的最优取值范围能在各添加范围内确定。从图 7(a~c)中可以看出, 雪莲果汁替代量与食盐添加量、食盐添加量与烘烤时间、雪莲果汁添加量与烘烤时间的响应曲面图的坡度都较为陡峭, 说明交互作用明显, 其等高线呈现椭圆形, 表明感官评分在两两因素的影响下变化较大。以破裂力作为响应值的图 7(d~f)中可知, 烘烤时间与食盐添加量, 烘烤时间与雪莲果汁替代量的等高线较密集且烘烤时间与食盐添加量的等高线呈现椭圆形, 表明两者对破裂力的影响较大; 食盐添加量与雪莲果汁替代量的等高线较稀疏, 表明两者对破裂力的影响较小。烘烤时间对破裂力影响最大, 其次是雪莲果汁替代量, 食盐添加量影响最小。

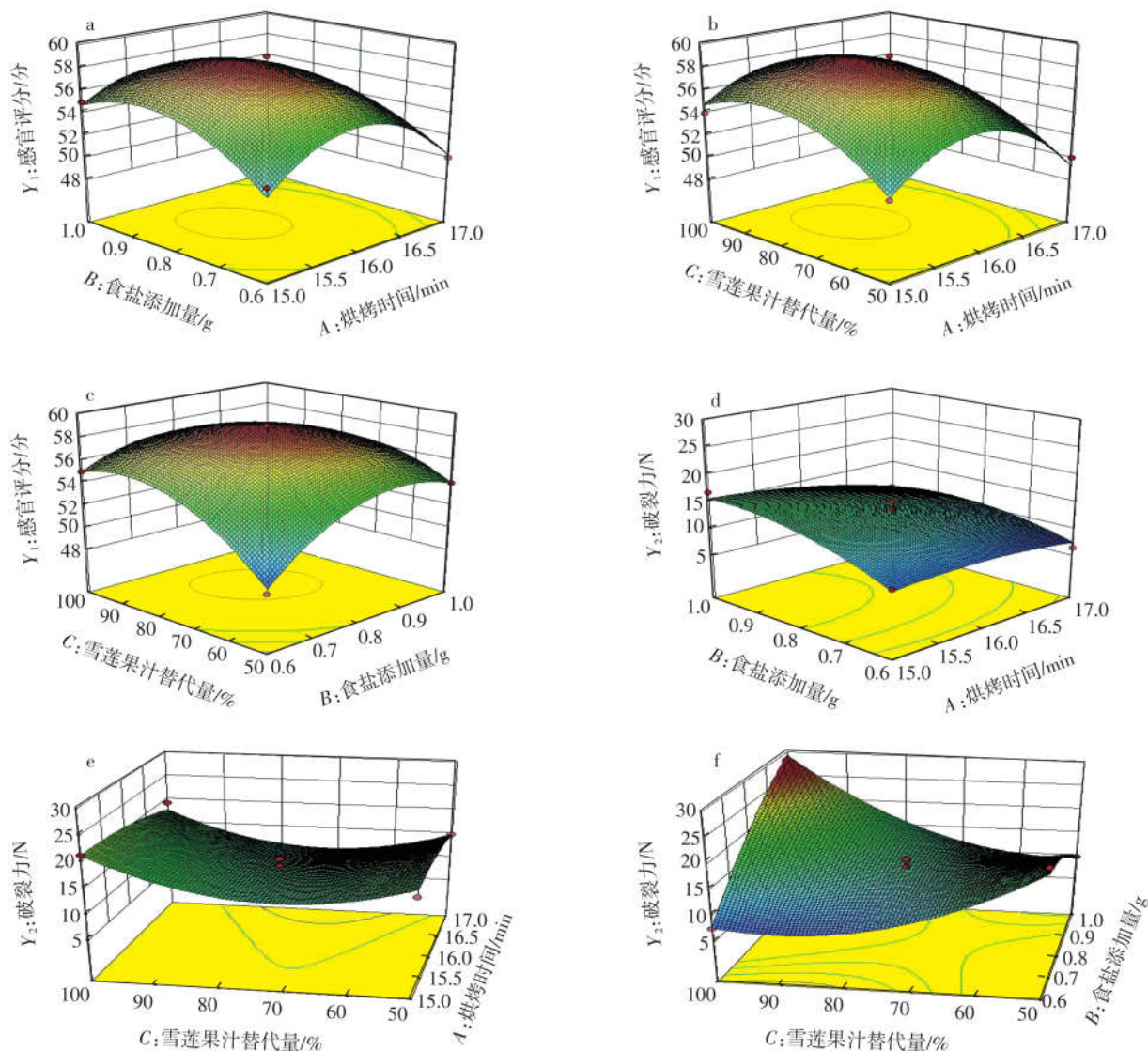


图 7 各因素之间的交互作用

Fig. 7. Interaction among reaction factors

### 2.2.4 验证性试验结果

利用响应面试验设计得出的最优条件为:雪莲果汁替代量 89.8%,食盐添加量 0.6 g,烘烤时间 16 min,该条件下制得的产品感官评分预测值为 55 分,破裂力预测值为 6.75 N。由此可得最优工艺为:在 30 g 马铃薯全粉中加入雪莲果汁 36 mL,水 4 mL,糖 10 g,油 2 g,食盐 0.6 g,在烘烤温度 120 ℃条件下烘烤 16 min,此时的感官评分平均值为 56 分,测定的破裂力平均值为 6.81 N,与模型预测值接近,试验结果与模型拟合良好,方法可行有效。

## 3 结论

本研究通过单因素试验结合响应面优化试验,确定了雪莲果薯片的最佳加工工艺为:马铃薯全粉 30 g 雪莲果汁替代量 90%,食盐添加量 0.6 g,白砂糖添加量 10 g,油添加量 2 g,在烤箱底火、面火温度为 120 ℃条件下烘烤 16 min,制得的烘烤型雪莲果薯片色泽金黄、口感酥脆、咸味与甜味比例适中,感官评分最佳,保留了马铃薯原有的香味,带有雪莲果的清爽,口感易于接受。雪莲果汁替代部分水,有效地提高了薯片的感官品质和质构特性。本研究不仅为雪莲果的加工利用提供了新的途径,也增加了薯片的种类,为雪莲果产品的开发提供了参考。后期有望在雪莲果休闲副食、脆片、全粉、减肥产品、保健产品等方面进行深入研究,开发出新的产品,优化工艺,保存营养。

### 参考文献:

- [1] CAMPO D, BETALLELUZ PI, CHIRINOS R, et al. Prebiotic effects of yacon(*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity[J]. Food Chemistry, 2012, 135(3): 1592–1599.DOI:10.1016/j.foodchem.2012.05.088.
- [2] 蔡莉. 响应面法优化酶-超临界 CO<sub>2</sub> 萃取联用提取雪莲果菊糖工艺[J]. 保鲜与加工, 2018, 18(5): 72–78.DOI: 10.3969/j.issn.1009-6221.2018.05.013.
- [3] 陈华丽, 吴继军, 邹波, 等. 雪莲果汁的乳酸菌发酵特性的研究[J]. 食品科技, 2018, 43(11): 104–110.DOI: 10.13684/j.cnki.spkj.2018.11.018.
- [4] 孙亚利, 周文美, 刘丰, 等. 苦荞-雪莲果酸奶的研制[J]. 中国酿造, 2018, 37(11): 186–190.DOI: 10.11882/j.issn.0254-5071.2018.11.037.
- [5] 杜秀虹, 岳艳玲, 李竹英. 雪莲果果浆护色配方的研究[J]. 保鲜与加工, 2010, 10(1): 32–34.DOI: 10.3969/j.issn.1009-6221.2010.01.011.
- [6] 田三德, 张宏. 复合马铃薯食品加工的配方与加工工艺研究[J]. 食品科技, 2005(5): 22–24.DOI: 10.3969/j.issn.1005-9989.2005.05.007.
- [7] 马莺, 顾瑞霞. 马铃薯深加工技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003(1): 1–3.
- [8] 卫萍, 游向荣, 张雅媛, 等. 马铃薯薯泥米粉营养分析及品质评价[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(8): 142–148.DOI: 10.12161/j.issn.1005-6521.2020.08.023.
- [9] 卫萍, 游向荣, 张雅媛, 等. 马铃薯薯泥添加量对马铃薯干米粉品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(23): 77–81.DOI: 10.12161/j.issn.1005-6521.2019.23.013.
- [10] 赵赛楠, 马艺超, 高若婉, 等. 国内外马铃薯贮藏保鲜技术研究现状[J]. 保鲜与加工, 2019, 19(1): 153–158.DOI: 10.3969/j.issn.1009-6221.2019.01.026.
- [11] 刘婷婷, 谭兴和, 邓洁红, 等. 正交试验优化马铃薯片真空低温油炸工艺[J]. 食品科学, 2013, 34(2): 11–16.
- [12] 王娟, 马海乐, 潘忠礼, 等. 低油马铃薯片的加工技术研究进展[J]. 食品工业, 2014, 35(4): 136–139.
- [13] 刘婷婷, 谭兴和, 邓洁红, 等. 马铃薯片常压油炸工艺优化研究[J]. 食品科技, 2012, 37(3): 117–121.DOI: 10.13684/j.cnki.spkj.2012.03.052.
- [14] 李军, 邓洁红, 谭兴和, 等. 复合马铃薯片油炸工艺研究[J]. 粮油食品科技, 2012, 20(4): 11–15.DOI: 10.3969/j.issn.1007-7561.2012.04.003.
- [15] 陈中爱, 李俊, 吕都, 等. 响应面法优化马铃薯面包的制作工艺及品质分析[J]. 食品科技, 2018, 43(10): 212–218.DOI: 10.13684/j.cnki.spkj.2018.10.036.
- [16] 林璐, 孙伟峰, 车振明, 等. 响应面法优化真空油炸红薯脆片的工艺研究[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(1): 68–73.DOI: 10.3969/j.issn.1008-9578.2017.01.018.
- [17] 张喻, 谭兴和, 熊兴耀, 等. 常压油炸马铃薯脆片加工工艺参数的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(7): 132–135.DOI: 10.3321/j.issn.1002-6630.2006.07.027.
- [18] 张秋会, 宋莲军, 黄现青, 等. 质构仪在食品分析与检测中的应用[J]. 农产品加工, 2017(12): 52–56.DOI: 10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2017.12.042.
- [19] 食品安全国家标准 食品中水分的测定: GB 5009.3—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [20] 徐海祥, 姚芳, 黄灵, 等. 响应面法优化白果发酵乳的工艺研究[J]. 保鲜与加工, 2020, 20(3): 127–136.DOI: 10.3969/j.issn.1009-6221.2020.03.020.
- [21] KARAOLAN A D, OCAKTAN D G, ORAL A, et al. Design optimization of magnetic flux distribution for PMG by using response surface methodology[J]. IEEE Transactions on Magnetics, 2020, 56(6): 1–9. DOI: 10.1109/TMAG.2020.2986187.

收稿日期: 2020-06-30