

# 青钱柳紫娟复合茶含片制备工艺优化及其品质评价

林东艺<sup>1</sup>, 王姗姗<sup>1</sup>, 林清娇<sup>2</sup>, 王未名<sup>1</sup>, 黄艳<sup>1</sup>, 向萍<sup>3</sup>

(1. 福建农林大学安溪茶学院(数字经济学院), 福建泉州 362400; 2. 福建省鼎艺科技有限公司, 福建泉州 362400; 3. 湖南文理学院生命与环境科学学院, 湖南常德 415006)

**摘要:** 为获得一种表面光洁、口感协调、硬脆适中的青钱柳紫娟复合茶含片及其最优制作工艺, 以青钱柳、紫娟茶为原料, 以青钱柳添加量、木糖醇添加量及麦芽糊精添加量为变量, 以感官评分为响应面考察指标, 通过单因素和响应面试验, 优化复合茶含片制备工艺, 并评价其体外抗氧化活性。试验结果表明, 青钱柳紫娟复合茶含片的最优制作配方为青钱柳添加量 13 g、木糖醇添加量 50 g、麦芽糊精添加量 90 g、紫娟茶 5 g、薄荷脑 2 g、硬脂酸镁 0.5%。该条件下制备的复合茶含片感官评分、硬度、崩解度、脆碎度、DPPH 自由基清除率、总抗氧化能力分别为 92.17、(15±2) N、(15.67±1.15) min、(12.67±1.53) min、(66.45±1.33)% 和 (0.014 4±0.000 3) mmol/g prot, 青钱柳紫娟复合茶含片硬度适中, 有一定脆性, 表面光滑, 口感协调, 兼有青钱柳和紫娟茶的风味, 且抗氧化能力佳, 可为青钱柳和紫娟茶在功能性食品中的深度开发和应用提供参考。

**关键词:** 青钱柳; 紫娟; 茶含片; 配方工艺; 抗氧化活性

## Optimization of Preparation Process and Quality Evaluation of *Cyclocarya paliurus* Leaf-‘Zijuan’ Compound Tea Buccal Tablets

LIN Dongyi<sup>1</sup>, WANG Shanshan<sup>1</sup>, LIN Qingjiao<sup>2</sup>, WANG Weiming<sup>1</sup>, HUANG Yan<sup>1</sup>, XIANG Ping<sup>3</sup>

(1. Anxi College of Tea Science(College of Digital Economy), Fujian Agriculture and Forestry University, Quanzhou 362400, Fujian, China; 2. Fujian Dingyi Technology Co., Ltd., Quanzhou 362400, Fujian, China; 3. College of Life and Environmental Sciences, Hunan University of Arts and Sciences, Changde 415006, Hunan, China)

**Abstract:** This study aimed to develop a kind of *Cyclocarya paliurus* leaf (CPL)-‘Zijuan’ compound tea buccal tablets with smooth surface, harmonious taste, moderate hardness, and crispness and explore the optimal production process. Specifically, with CPL and ‘Zijuan’ tea as raw materials, the optimal amount of CPL, xylitol, and maltodextrin for the preparation of the tea buccal tablets were investigated by the single-factor and response surface tests with sensory score as the evaluation index. Then, the *in vitro* antioxidant activity of the yielded tablets was assessed. The result showed that the best formula was 13 g CPL, 50 g xylitol, 90 g maltodextrin, 5 g ‘Zijuan’ tea, 2 g menthol, and 0.5% magnesium stearate. The sensory score, hardness, disintegration, friability, DPPH-scavenging rate, and total antioxidant capacity of the yielded tea buccal tablets were 92.17, (15±2) N, (15.67±1.15) min, (12.67±1.53) min, (66.45±1.33)% and (0.014 4±0.000 3) mmol/g prot, respectively. The product had moderate hardness, certain brittleness, smooth surface, harmonious taste, coordinated compound flavor of CPL and ‘Zijuan’ tea, and satisfactory antioxidant capacity. This study could provide a reference for the further development and application of CPL and ‘Zijuan’ tea in functional food.

**Key words:** *Cyclocarya paliurus*; ‘Zijuan’ tea; tea buccal tablet; formula process; antioxidant activity

基金项目: 福建农林大学科技创新专项基金项目(CXZX2020127B); 教育部产学研合作协同育人项目(202102366059); 福建农林大学安溪茶学院青年骨干培养基金项目(K1518124A); 福建农林大学茶产业链科技创新与服务体系项目(K1520011A07)

作者简介: 林东艺(1986—), 男(汉), 讲师, 硕士, 研究方向: 茶叶深加工与资源综合利用。

引文格式:

林东艺,王姗姗,林清娇,等.青钱柳紫娟复合茶含片制备工艺优化及其品质评价[J].食品研究与开发,2023,44(19):126-132.  
LIN Dongyi, WANG Shanshan, LIN Qingjiao, et al. Optimization of Preparation Process and Quality Evaluation of *Cyclocarya paliurus* Leaf-'Zijuan' Compound Tea Buccal Tablets[J]. Food Research and Development, 2023,44(19): 126-132.

青钱柳 [*Cyclocarya paliurus* (Batal) Iljinskaja], 胡桃科 (Juglandaceae) 青钱柳属 (*Cyclocarya*) 植物<sup>[1]</sup>, 是落叶速生乔木, 富含生物活性物质, 有天然植物胰岛素之称, 是我国特有药食两用植物之一。青钱柳富含三萜类、黄酮类、多糖类、苯丙酸类等化合物<sup>[2]</sup>, 具有降血压、血脂, 抗氧化等功效<sup>[3-4]</sup>。因此, 青钱柳在食品、保健品以及药物等方面应用广泛<sup>[5-6]</sup>。“紫娟”(Zijuan) 属云贵茶区大叶群体茶树品种中的一种普洱茶变种, 小乔木大叶类, 是一种特殊的红紫芽茶树<sup>[7]</sup>。“紫娟”富含花青素<sup>[8-9]</sup>, 具有良好的抗氧化活性和消除生物体内自由基的能力, 同时花青素还具有降血脂、血压, 养肝护胃, 延缓衰老, 缓解眼部疲劳和心脑血管疾病等功效<sup>[10-11]</sup>。

茶含片作为一种休闲保健类食品, 具有快捷、方便、营养等特点, 符合现代快节奏的消费需求, 已经成为茶叶深加工领域的研究热点<sup>[12-13]</sup>。在含片制作工艺中, 粉末直接压片法是将原料与辅料混合均匀后, 不经过制粒, 直接压片的做法<sup>[14-15]</sup>, 具有工艺简便、效率高、稳定性好等优点<sup>[16]</sup>。早期已对青钱柳和紫娟的活性成分和药理作用已进行了较为深入的研究, 但是其在休闲口含片中的开发应用研究鲜见, 市场上也尚无此类产品。若将两者适度拼合使用于功能性食品, 可协同发挥降血脂、血压、养肝护胃和延缓衰老的功效<sup>[17]</sup>。本研究以青钱柳和紫娟茶为主要原料, 采用单因素和响应面法, 考察青钱柳含量、木糖醇含量及麦芽糊精含量对青钱柳紫娟复合茶含片的感官品质的影响, 优化其工艺配方, 以期制备具有抗氧化活性的青钱柳紫娟复合茶含片提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

青钱柳茶(一级): 福建安溪桃源有机茶场; 紫娟茶(一级): 昆明市盘龙区勐河茶厂; 麦芽糊精、木糖醇、薄荷脑、硬脂酸镁(均为食品级): 河南万邦化工科技有限公司; 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH)(分析纯): 如吉生物科技有限公司; 总抗氧化能力(total antioxidant capacity, T-AOC)测试盒[铁离子还原/抗氧化能力法(ferric reducing ability of plasma, FRAP)]: 南京建成生物科技公司。

### 1.2 仪器与设备

AB104-N 电子天平: 上海第二天平仪器厂; P3100-

37 旋转式压片机: 上海老乐机械设备有限公司; ZPJ-4 片剂四用测试仪: 天津市瑞斯德科技有限公司; 800Y 多功能粉碎机: 永康市铂欧五金用品有限公司; REY-CC 电热恒温干燥箱: 绍兴市上虞区沪越仪器设备厂; V-1100D 可见分光光度计: 上海美谱达仪器公司; SC-3610 低速离心机: 安徽中科中佳科学仪器有限公司; QZ-600-1S 微振筛: 新乡市千振机械有限公司。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 工艺流程及操作要点

工艺流程如图 1 所示。

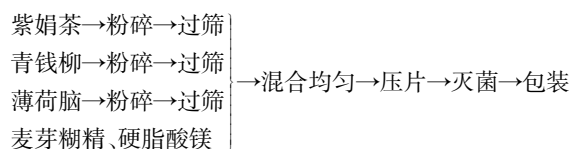


图 1 工艺流程

Fig.1 Production process

本研究所采用粉末直接压片法的操作要点如下。

1) 将青钱柳和紫娟茶分别放入多功能粉碎机打碎成粉末, 过 200 目筛得到青钱柳粉以及紫娟茶粉; 2) 称取定量的青钱柳粉、紫娟茶粉、薄荷脑(用研磨钵碾碎)、硬脂酸镁及麦芽糊精, 将上述原料混合并搅拌均匀; 3) 使用旋转式压片机在片剂厚度为 1.5 mm 的条件下进行压片, 得到表面光滑的茶含片颗粒<sup>[14]</sup>; 4) 使用微振筛除去多余的粉末, 即为青钱柳紫娟复合茶含片成品; 5) 紫外线照射青钱柳紫娟复合茶含片进行 30 min 灭菌, 包装后得成品。

#### 1.3.2 单因素试验

采用单因素法, 依次考察青钱柳添加量(9、11、13、15、17 g)、木糖醇添加量(40、45、50、55、60 g)以及麦芽糊精添加量(70、80、90、100、110 g)对青钱柳紫娟复合茶含片品质的影响。

#### 1.3.3 响应面法

在单因素试验基础上, 利用 Box-Behnken 响应面法设计三因素三水平试验, 优化茶含片的制作工艺, 因素与水平见表 1。

#### 1.3.4 感官评价

以青钱柳紫娟复合茶含片的风味、口感及组织形态为感官评价的指标, 邀请 15 名茶学专业师生, 对茶含片进行感官审评并记录评分, 感官评价标准见表 2<sup>[19]</sup>。

表1 因素与水平

Table 1 Factors and levels

水平	因素		
	A 青钱柳添加量/g	B 木糖醇添加量/g	C 麦芽糊精添加量/g
-1	11	45	80
0	13	50	90
1	15	55	100

表2 茶含片的感官评价标准

Table 2 Sensory evaluation standards of tea buccal tablet

评分项目	评分标准
风味(35)	具有青钱柳和紫娟茶的香味,香味十分醇正,滋味可口(30~35) 具有青钱柳和紫娟茶的香味,比较可口,甜度比较适中(25~<30) 具有较淡的青钱柳和紫娟茶的香味,口味比较正常(20~<25) 青钱柳和紫娟茶的香味淡,稍微夹杂着异味(16~<20)
口感(45)	爽口、细腻、入口无颗粒感(40~45) 入口比较滑顺、不糊口、无明显颗粒感(35~<40) 稍有糊口感觉,无明显颗粒感,有粗糙感(30~<35) 比较糊口,稍微有颗粒感,有明显粗糙感(26~<30)
组织形态(20)	造型非常完整,表面滑顺、有光泽,断截面组织比较紧密细腻(15~20) 造型非常完整,表面尚滑顺、有光泽,断截面组织基本紧密(10~<15) 造型比较完整,表面尚滑顺,断截面组织尚密实(5~<10) 表面粗糙,断面呈粉状(1~<5)

### 1.3.5 物理性状测定

参照《中华人民共和国药典》(2020年版)<sup>[18]</sup>和SB/T 10347—2017《糖果 压片糖果》<sup>[19]</sup>,使用片剂四用测试仪对茶含片的硬度、崩解度、脆碎度3个物性指标进行检测,设定条件为温度37.5℃、速度30 r/min,每组样品均重复测定3次。

### 1.3.6 体外抗氧化活性测定

#### 1.3.6.1 DPPH 自由基清除率的测定

参照符群等<sup>[20]</sup>的方法并稍作修改,将DPPH粉末用无水乙醇配制成0.04 mg/mL的DPPH醇溶液,避光保存备用。取0.2 g含片样品,磨碎后加入2 mL DPPH醇溶液,室温(25℃)反应30 min,5 000 r/min离心10 min后取上清液,517 nm处测其吸光度( $A_{\text{样品}}$ )。取0.2 g磨碎后的含片样品,加入到2 mL无水乙醇中,室温(25℃)反应30 min,5 000 r/min离心10 min后取上清液,测其吸光度( $A_{\text{对照}}$ )。取2 mL DPPH醇溶液与2 mL蒸馏水混合均匀后测其吸光度( $A_{\text{空白}}$ ),DPPH自由基清除率( $R, \%$ )的计算公式如下。

$$R = [1 - (A_{\text{样品}} - A_{\text{对照}}) / A_{\text{空白}}] \times 100$$

#### 1.3.6.2 总抗氧化能力(T-AOC)的测定

使用T-AOC试剂盒,配制FRAP工作液,避光37℃预温。称取27.8 mg  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,用1 mL蒸馏水溶解,此时浓度为100 mmol/L,再稀释至0.15、0.30、0.60、0.90、1.20 mmol/L和1.50 mmol/L。取1 g青钱柳紫娟复合茶含片粉末,按料液比1:4 (g/mL)加入4倍体积的生理盐水,冰浴条件下摇匀,以充分破碎细胞并释放其中的抗氧化物,12 000 r/min离心5 min,取上层澄清溶液。取0.15 mL样品溶液,加入FRAP工作液4.8 mL,测定602 nm处吸光度,以去离子水为空白对照组。每个样品重复测定3次。

### 1.4 数据处理

采用Origin 2018进行统计分析,采用Design-Expert 12.0进行响应面试验设计和分析,采用SPSS 23.0进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素试验结果

#### 2.1.1 青钱柳添加量对复合茶含片品质的影响

青钱柳添加量对复合茶含片各特征的影响如图2所示。

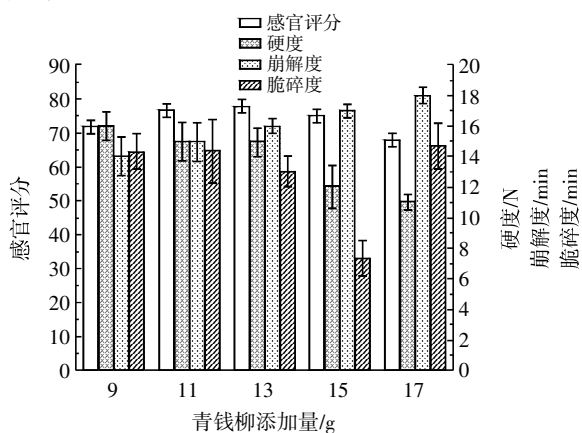


图2 青钱柳添加量对复合茶含片各特征的影响

Fig.2 Effect of additional amount of Cyclocarya paliurus on product characteristics

如图2所示,随着青钱柳添加量的增加,复合茶含片的感官评分呈先升高后降低的趋势,脆碎度呈先升高后降低再升高的趋势,硬度呈现降低的趋势,而崩解度则逐渐上升。当青钱柳添加量过少时,风味不够协调,含片内部组织较为紧密,造成含片硬且不易崩解。当青钱柳添加量过多时,植物粉体的三维松软网格纤维易使产品硬度降低,外观上呈墨绿色,外表不光滑,涩味显,青钱柳味浓,容易从压片机上脱粒<sup>[21]</sup>。当青钱柳添加量为13 g时,青钱柳紫娟复合茶含片的感官评分达到最高值77.83±2.08、硬度为(15.33±0.94) N、崩

解度为(15.67±0.47) min、脆碎度为(13.00±1.00) min, 硬度、脆碎度、崩解度三者均处于中等偏上的较优水平。研究发现,口含片的硬度、脆碎度应适中偏上,崩解度应不小于10 min<sup>[22-23]</sup>。此时制备的青钱柳紫娟复合茶含片口感爽口细腻、风味十分醇正,断面组织细腻紧密。因此,选择13 g为青钱柳添加量的最佳水平。

2.1.2 木糖醇添加量对复合茶含片品质的影响

木糖醇添加量对复合茶含片各特征的影响如图3所示。

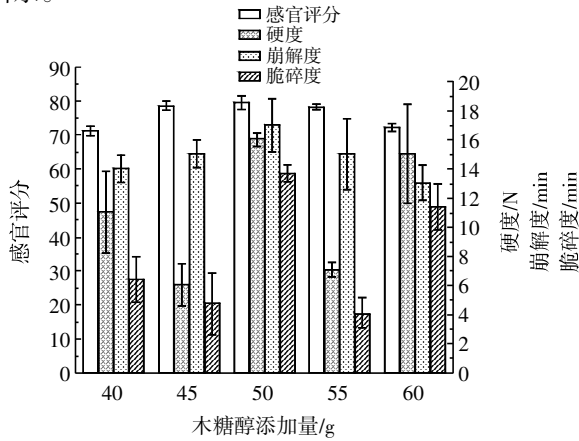


图3 木糖醇添加量对复合茶含片各特征的影响

Fig.3 Effect of additional amount of xylitol on product characteristics

如图3所示,随着木糖醇添加量的增加,茶含片的感官评分和崩解度先升高后降低,硬度和脆碎度则处于波动状态。木糖醇颗粒的流动性非常好,有助于促进成型<sup>[15,24]</sup>,便于茶含片压片,但木糖醇添加量过高会使复合茶含片变得十分松软、硬度不够等。当木糖醇添加量为50 g时,感官评分、硬度、脆碎度和崩解度均达到峰值水平,分别为79.33±2.14、(15.67±0.47) N、(13.67±0.58) min和(16.67±1.89) min;崩解度高于10 min,符合要求。此时制得的青钱柳紫娟复合茶含片质量稳定、甜度适中、入口顺滑、断面组织细腻紧密、不易松片破损。因此,选择50 g为木糖醇的最适添加量。

2.1.3 麦芽糊精添加量对青钱柳紫娟复合茶含片品质的影响

麦芽糊精添加量对复合茶含片各特征的影响如图4所示。

如图4所示,麦芽糊精有助于各成分相互黏合,起到黏合作用以提高含片的成型率,使含片的外观质地更细腻,口感评分更高<sup>[25-26]</sup>。麦芽糊精添加量过低会导致含片酥松、易崩解,而随着其添加量的增大,各成分相互黏合得过紧,使含片的硬度过大,含片不易溶解,影响其口感,从而降低含片的感官评分。由图4可知,随着麦芽糊精添加量的增加,复合茶含片的感官评分先升高后降低,崩解度呈上升趋势,硬度和脆碎度则

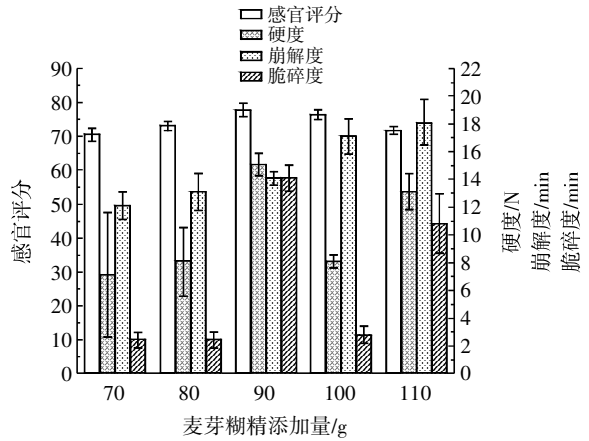


图4 麦芽糊精添加量对复合茶含片各特征的影响

Fig.4 Effect of additional amount of maltodextrin on product characteristic

处于波动上升状态。当麦芽糊精添加量为90 g时,复合茶含片的感官评分、硬度和脆碎度均达到最高水平,分别为77.33±2.06、(15.00±0.82) N、(14.00±1.00) min,此时的崩解度为(14.33±0.47) min,符合要求。此时制得的青钱柳紫娟复合茶含片质量良好、醇甜可口、入口无糊感、表面光滑、不易松片破损。因此,选择90 g为麦芽糊精的最适添加量。

2.2 响应面试验结果

在单因素试验的基础上,以青钱柳添加量(A)、木糖醇添加量(B)以及麦芽糊精添加量(C)为变量,以感官评分为指标,试验设计及结果见表3。

表3 响应面试验设计与结果

Table 3 Response surface test design and results

序号	A	B	C	感官评分 S
1	0	-1	-1	72.00
2	0	0	0	97.00
3	-1	0	-1	75.50
4	0	0	0	91.00
5	0	-1	1	64.00
6	0	1	-1	63.00
7	1	-1	0	72.83
8	0	0	0	92.00
9	1	1	0	63.00
10	0	0	0	92.00
11	-1	-1	0	63.00
12	1	0	1	72.83
13	-1	0	1	71.00
14	-1	1	0	62.00
15	1	0	-1	63.00
16	0	0	0	94.00
17	0	1	1	69.00

采用多元回归对表3中各因素进行拟合,得二次多项回归方程: $S=92.30+0.020\ 0A-1.85B+0.416\ 3C-2.21AB+3.58AC+3.50BC-12.21A^2-15.79B^2-10.41C^2$ 。

方差分析结果如表4所示。

表4 响应面试验结果方差分析

Table 4 Variance analysis of response surface experiments results

方差源	平方和	自由度	均方	F值	P值	显著性
模型	2 522.26	9	280.25	21.07	0.000 3	**
A	0.0032	1	0.003 2	0.000 2	0.988 1	
B	27.49	1	27.49	2.07	0.193 7	
C	1.39	1	1.39	0.104 2	0.756 3	
AB	19.49	1	19.49	1.47	0.265 4	
AC	51.34	1	51.34	3.86	0.090 2	
BC	49.00	1	49.00	3.68	0.096 5	
A <sup>2</sup>	627.21	1	627.21	47.14	0.000 2	**
B <sup>2</sup>	1 049.45	1	1 049.45	78.88	<0.000 1	**
C <sup>2</sup>	456.51	1	456.51	34.31	0.000 6	**
残差	93.13	7	13.30			
失拟项	70.33	3	23.44	4.11	0.102 7	不显著
净误差	22.80	4	5.70			
总变异	2 615.39	16				

注:\*\*表示对结果影响极显著, $P<0.01$ 。

由表4可知,模型 $F=21.07$ , $P<0.01$ ,表明所得方程极显著,该模型在回归区域拟合较佳;失拟项 $P>0.05$ ,差异不显著,表明回归方程对试验的拟合度较佳,误差小。模型 $R^2=0.964\ 4(>0.5)$ ,说明模型拟合有效,该模型对青钱柳紫娟复合茶含片感官评分的分析和预测准确。根据F值可以得出3个因素影响程度排序:木糖醇添加量(B)>麦芽糊精添加量(C)>青钱柳添加量(A)。

### 2.3 物理性状分析

响应面试验17组复合茶含片样品的物理性状检测结果如表5所示。

表5 产品物性测定和分析结果

Table 5 Test and analysis results of product physical property

序号	硬度/N	崩解度/min	脆碎度/min
1	14.00±3.61 <sup>abcd</sup>	8.67±1.53 <sup>f</sup>	10.33±2.52 <sup>efg</sup>
2	17.00±1.73 <sup>a</sup>	14.67±0.58 <sup>abc</sup>	14.00±1.00 <sup>abc</sup>
3	12.33±2.52 <sup>abcd</sup>	9.67±2.89 <sup>ef</sup>	15.00±1.73 <sup>a</sup>
4	15.67±3.06 <sup>abc</sup>	15.67±1.15 <sup>ab</sup>	12.33±1.15 <sup>abcde</sup>
5	9.67±1.15 <sup>d</sup>	11.67±1.53 <sup>cd</sup>	9.33±2.08 <sup>fg</sup>
6	13.00±3.00 <sup>abcd</sup>	12.00±2.65 <sup>cd</sup>	14.67±1.53 <sup>a</sup>
7	11.00±2.65 <sup>d</sup>	9.67±1.53 <sup>ef</sup>	11.33±2.52 <sup>cd</sup>
8	15.67±2.08 <sup>abc</sup>	15.67±0.58 <sup>ab</sup>	13.67±0.58 <sup>abcd</sup>
9	13.67±2.52 <sup>abcd</sup>	10.33±1.53 <sup>def</sup>	10.67±1.15 <sup>ef</sup>
10	16.00±1.73 <sup>abc</sup>	16.00±1.00 <sup>ab</sup>	13.67±1.53 <sup>abcd</sup>

续表5 产品物性测定和分析结果

Continue table 5 Test and analysis results of product physical property

序号	硬度/N	崩解度/min	脆碎度/min
11	11.67±1.15 <sup>cd</sup>	11.00±1.00 <sup>def</sup>	11.00±1.00 <sup>def</sup>
12	13.33±1.53 <sup>abcd</sup>	13.33±2.31 <sup>bcd</sup>	7.67±1.53 <sup>gh</sup>
13	12.67±2.08 <sup>abcd</sup>	12.33±2.52 <sup>cd</sup>	10.33±0.58 <sup>efg</sup>
14	15.67±1.53 <sup>abc</sup>	10.67±1.15 <sup>def</sup>	6.67±1.53 <sup>h</sup>
15	13.00±2.65 <sup>abcd</sup>	17.67±1.53 <sup>a</sup>	11.67±1.15 <sup>bcdef</sup>
16	16.33±2.08 <sup>ab</sup>	16.33±1.15 <sup>ab</sup>	12.33±0.58 <sup>abcde</sup>
17	9.67±2.08 <sup>d</sup>	10.33±2.52 <sup>def</sup>	14.33±1.53 <sup>ab</sup>

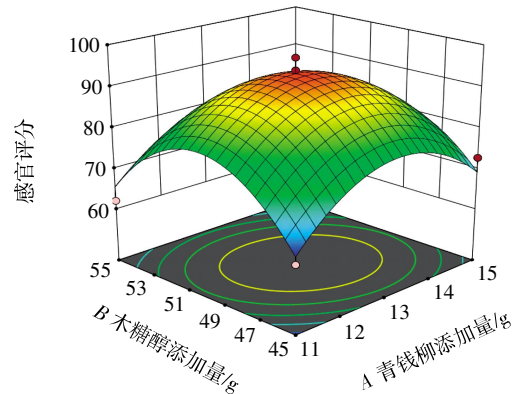
注:同列不同字母表示各试验组间差异显著, $P<0.05$ 。

由表5可知,随着配方工艺的不同,各样品间的物理性状具有明显差异,感官评分中的口感指标受含片物理性状的影响较大。其中,4号、8号、10号和16号试验组相对其他试验组的复合茶含片在硬度和脆碎度方面较为理想,崩解度也符合要求( $>10\ min$ ),这与其对应的感官评分较高的结果相一致。

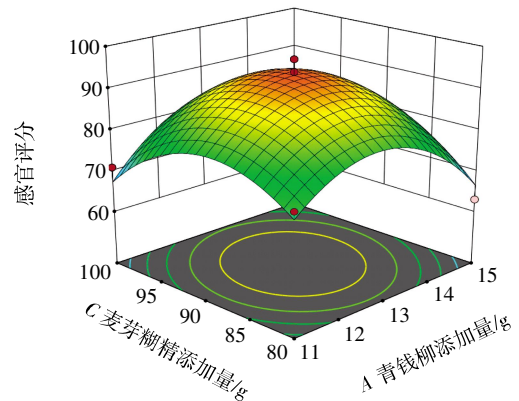
### 2.4 工艺参数响应面试验分析

各因素交互作用响应结果如图5所示。

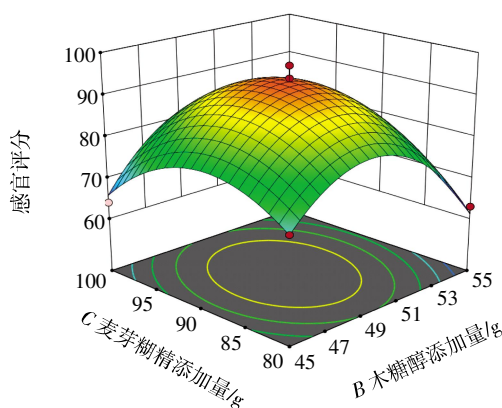
由图5可知,木糖醇添加量方向比青钱柳添加量和麦芽糊精添加量方向的响应面坡度更陡,等高线也更密集,说明木糖醇添加量比青钱柳添加量和麦芽糊



(a) 青钱柳添加量与木糖醇添加量



(b) 青钱柳添加量与麦芽糊精添加量



(c) 木糖醇添加量与麦芽糊精添加量

图5 各因素交互作用响应结果

Fig.5 Interaction response results of various factors

精添加量对复合茶含片感官评分影响更大,与方差分析结果一致。3个图的等高线均为椭圆形,说明3个因素均有明显的交互作用。青钱柳紫娟复合茶含片最佳制作条件为青钱柳添加量 13.017 g、木糖醇添加量 49.711 g、麦芽糊精添加量 90.117 g,此时复合茶含片的感官评分预测值为 93.256。为方便实际操作,将上述预测的最佳工艺参数修正为青钱柳添加量 13 g、木糖醇添加量 50 g、麦芽糊精添加量 90 g,此条件下制备的产品感官评分为 92.17,与预测值(93.256)较接近,验证了模型的可靠性。

### 2.5 体外抗氧化活性分析

进一步测定最佳工艺配方产品的抗氧化活性发现,复合茶含片的 DPPH 自由基清除率为  $(66.45 \pm 1.33)\%$ ,总抗氧化能力为  $(0.0144 \pm 0.0003)$  mmol/g prot,说明青钱柳和紫娟茶富含多种活性物质,使所制成的复合茶含片具备较好的清除 DPPH 自由基能力和抗氧化能力,产品具备一定的营养功效。

### 3 结论

以青钱柳和紫鹃茶为原料,开发风味协调、口感良好且营养价值高的休闲复合茶含片。通过单因素和响应面试验,优化出青钱柳紫娟复合茶含片最优配方为青钱柳添加量 13 g、木糖醇添加量 50 g、麦芽糊精添加量 90 g、紫娟茶 5 g、薄荷脑 2 g、硬脂酸镁 0.5%。此时,测定其物理性状为硬度  $(15 \pm 2)$  N、崩解度  $(15.67 \pm 1.15)$  min、脆碎度  $(12.67 \pm 1.53)$  min,总体相对理想。复合茶含片的色泽、口感均一,香味醇正,口感爽口顺滑、不粗糙,无颗粒感,质地比较稳定,表面顺滑有光泽,断截面组织细腻紧密。抗氧化活性试验结果发现,最佳条件下制备出的复合茶含片 DPPH 自由基清除率为  $(66.45 \pm 1.33)\%$ 、总抗氧化能力为  $(0.0144 \pm 0.0003)$  mmol/g prot,具有较佳的生理活性。本文所采

用的粉末直接压片法,制作工艺更简便,产品口感风味更丰富且具有良好的物理性状和生理活性。青钱柳具有良好的天然甜性,将其应用于复合茶含片的开发,丰富了休闲口含片的种类和市场。

### 参考文献:

- [1] 李俊,梁晓琴,常燕玲,等.青钱柳的化学成分及药理活性研究进展[J].广西师范大学学报(自然科学版),2022,40(5):227-252.  
LI Jun, LIANG Xiaoqin, CHANG Yanling, et al. Review on the constituents and pharmacological activities of *Cyclocarya paliurus*[J]. Journal of Guangxi Normal University (Natural Science Edition), 2022, 40(5): 227-252.
- [2] LIU Y, CHEN P, ZHOU M M, et al. Geographic variation in the chemical composition and antioxidant properties of phenolic compounds from *Cyclocarya paliurus* (Batal) iljinskaja leaves[J]. Molecules, 2018, 23(10): 2440.
- [3] LIANG L F, DU S N, HUANG K Y, et al. Preliminary study of terpenes from the leaves of *Cyclocarya paliurus*[J]. Chemistry of Natural Compounds, 2018, 54(2): 382-383.
- [4] ZHOU X L, LUO Q, HUANG S X, et al. New tetralone derivatives from the leaves of *Cyclocarya paliurus*[J]. Journal of Asian Natural Products Research, 2019, 21(2): 157-164.
- [5] 李东山,吕萌,谭开祥,等.富硒青钱柳虫草片降血糖、免疫调节的实验研究[J].中国医药指南,2019,17(18):29-31.  
LI Dongshan, LV Meng, TAN Kaixiang, et al. Experimental study on hypoglycemic and immunomodulation of selenium-enriched *Cyclocarya paliurus Cordyceps* tablets[J]. Guide of China Medicine, 2019, 17(18): 29-31.
- [6] 刘均,李强,谭蓉.青钱柳降血糖作用及其在辅助降血糖代用茶开发上的应用前景[J].茶叶通讯,2021,48(4):606-611,622.  
LIU Jun, LI Qiang, TAN Rong. Research progress on the effects of *Cyclocarya paliurus* on decreasing blood glucose and its application prospect in the development of auxiliary hypoglycemic substitute tea[J]. Journal of Tea Communication, 2021, 48(4): 606-611, 622.
- [7] 刘敏,王润贤,金洋洋,等.茶树品种紫娟茶鲜叶的染色特性研究[J].茶叶通讯,2022,49(1):49-53.  
LIU Min, WANG Runxian, JIN Yangyang, et al. Study on the dyeing characteristics of fresh leaves from 'Zijuan'[J]. Journal of Tea Communication, 2022, 49(1): 49-53.
- [8] 陈伟,吕晓杰,宋晓敏,等.'紫鹃'茶树紫叶和绿叶差异表达蛋白分析[J].福建农业学报,2016,31(3):230-235.  
CHEN Wei, LV Xiaojie, SONG Xiaomin, et al. Differentially expressed proteins in green and purple leaves of Zijuan tea[J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2016, 31(3): 230-235.
- [9] LV H P, DAI W D, TAN J F, et al. Identification of the anthocyanins from the purple leaf coloured tea cultivar Zijuan (*Camellia sinensis* var. *assamica*) and characterization of their antioxidant activities[J]. Journal of Functional Foods, 2015, 17: 449-458.
- [10] LI D T, WANG P P, LUO Y H, et al. Health benefits of anthocyanins and molecular mechanisms: Update from recent decade[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2017, 57(8): 1729-1741.
- [11] TIAN J L, SI X, SHU C, et al. Synergistic effects of combined anthocyanin and metformin treatment for hyperglycemia *in vitro* and *in vivo*[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2022, 70(4): 1182-1195.
- [12] 刘芳,陈慧玲,胡锦涛.福鼎白茶含片加工工艺研究[J].宁德师范学院学报(自然科学版),2019,31(3):292-296,312.

- LIU Fang, CHEN Huiling, HU Jinpeng. Optimization of processing technology of Fuding white tea buccal tablets[J]. Journal of Ningde Normal University (Natural Science), 2019, 31(3): 292–296, 312.
- [13] 黄云大, 朱泰运, 黄丽婷, 等. 凌云白毫茶刺梨含片的研制[J]. 现代食品, 2020(22): 116–117, 122.  
HUANG Yunda, ZHU Taiyun, HUANG Liting, et al. Development of Ling Yun pekoe tea–*Rosa roxburghii* tratt buccal tablets[J]. Modern Food, 2020(22): 116–117, 122.
- [14] 李金枝, 冯金瑞, 何恬, 等. 粉末直接压片技术及其辅料的应用与研究现状[J]. 中国新药杂志, 2015, 24(21): 2467–2470, 2498.  
LI Jinzhi, FENG Jinrui, HE Tian, et al. Application and research situation of direct powder tableting technology and excipients[J]. Chinese Journal of New Drugs, 2015, 24(21): 2467–2470, 2498.
- [15] 刘佳梦, 王梓涵, 林丽静, 等. 龙眼超微粉含片的配方优化及品质评价[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(21): 99–107.  
LIU Jiameng, WANG Zihan, LIN Lijing, et al. Formula optimization and quality evaluation of the buccal tablets of superfine longan powder[J]. Food Research and Development, 2022, 43(21): 99–107.
- [16] 韦慧鲜, 阮碧芳, 黄佳伟, 等. 参灵斛保健含片的制备工艺[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(21): 7844–7848.  
WEI Huixian, RUAN Bifang, HUANG Jiawei, et al. Preparation technology of health–care buccal tablets of *Ginseng–Ganoderma–Dendrobium*[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2020, 11(21): 7844–7848.
- [17] 冉飞, 张定堃, 慈志敏, 等. 高功能化复合辅料的研究现状[J]. 中国药学杂志, 2020, 55(10): 794–798.  
RAN Fei, ZHANG Dingkun, CI Zhimin, et al. Research status of high functional co–processed excipients[J]. Chinese Pharmaceutical Journal, 2020, 55(10): 794–798.
- [18] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典–三部: 2020年版[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.  
National Pharmacopoeia Commission. People’s republic of China (PRC) pharmacopoeia–part III: 2020 edition[M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2020.
- [19] 中华人民共和国商务部. 糖果 压片糖果: SB/T 10347—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.  
Ministry of Commerce of the People’s Republic of China. Pressed candy: SB/T 10347—2017[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [20] 符群, 吴桐, 王梦丽. 负压超声法提取刺玫果黄酮及其抗氧化性研究[J]. 现代食品科技, 2019, 35(1): 165–172.  
FU Qun, WU Tong, WANG Mengli. Study on extraction and antioxidant activity of flavonoids from *Rosa dawurica* pall. by negative pressure ultrasound[J]. Modern Food Science and Technology, 2019, 35(1): 165–172.
- [21] 胡涛, 黄凯丰, 黄小燕, 等. 金荞麦叶发酵茶咀嚼片制备工艺研究[J]. 安徽农业大学学报, 2017, 44(1): 27–32.  
HU Tao, HUANG Kaifeng, HUANG Xiaoyan, et al. Preparation process of chewable tablet of a fermented tea from golden buckwheat (*Fagopyrum cymosum*) complex leaves[J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2017, 44(1): 27–32.
- [22] 王如意, 刘怡, Durig Thomas. 干法制粒中黏合剂的比较[J]. 中国现代应用药学, 2016, 33(12): 1543–1547.  
WANG Ruyi, LIU Yi, DURIG T. Comparison of binder in roller compaction[J]. Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy, 2016, 33(12): 1543–1547.
- [23] 单红芳, 王妍雯. 甲硝唑口含片处方优化及其质量考察探究[J]. 海峡药学, 2021, 33(4): 4–7.  
SHAN Hongfang, WANG Yanwen. Prescription optimization and quality investigation of metronidazole oral tablet[J]. Strait Pharmaceutical Journal, 2021, 33(4): 4–7.
- [24] 严晓月, 刘星, 李永福, 等. 无籽刺梨酸奶含片工艺研究[J]. 食品与机械, 2015, 31(1): 226–230.  
YAN Xiaoyue, LIU Xing, LI Yongfu, et al. Processing technology of *Rosa sterilis* yoghurt buccal tablets[J]. Food & Machinery, 2015, 31(1): 226–230.
- [25] 朱振元, 王鹤颖, 张钊萌, 等. 蛹虫草口含片制备工艺及活性评价研究[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(3): 84–91.  
ZHU Zhenyuan, WANG Heying, ZHANG Zhaomeng, et al. Study on preparation technology and activity evaluation of *Cordyceps militaris*[J]. Food Research and Development, 2018, 39(3): 84–91.
- [26] 齐欣, 史得君, 崔清美, 等. 人参含片的工艺研究[J]. 食品工业, 2018, 39(3): 162–167.  
QI Xin, SHI Dejun, CUI Qingmei, et al. Study on the technology of ginseng tablets[J]. The Food Industry, 2018, 39(3): 162–167.

加工编辑:张昱  
收稿日期:2022–12–01