

风味普洱茶膏的研制

龚娜¹, 肖蓉¹, 陆文萍¹, 曹慧¹, 侯艳^{2*}

(1. 云南农业大学食品科学技术学院, 昆明 650201; 2. 云南农业大学龙润普洱茶学院, 昆明 650201)

摘要: **目的** 开发普洱茶系列产品, 研制一种风味独特、携带方便的半固态速溶风味茶膏。**方法** 以云南普洱茶为研究对象, 通过浸提、浓缩、干燥等工序进行加工, 在单因素试验的基础上, 采用响应曲面法分析白砂糖、羧甲基纤维素钠和柠檬香精加入量对茶膏感官分数的影响, 测定了样品的理化指标及微生物指标, 筛选出最佳制作工艺。**结果** 最佳提取工艺条件为茶水比 1:20 g/mL、白砂糖 18%、羧甲基纤维素钠 1.5%、柠檬香精 2.0%; 干燥厚度 2 cm、干燥时间 18 h。**结论** 筛选出的优化组合将为开发普洱茶系列产品提供一定理论依据和技术基础。**关键词:** 普洱茶膏; 响应面法; 工艺流程

The development of flavor Pu-erh tea ointment

GONG Na¹, XIAO Rong¹, LU Wen-Ping¹, CAO Hui¹, HOU Yan^{2*}

(1. College of Food Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;
2. College of Long Run Pu-erh Tea, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

ABSTRACT: Objective To develop the serial products of Pu-erh tea and one kind of semisolid Pu-erh tea ointment with special flavor and convenient trait. **Methods** The Yunnan Pu-erh tea was selected as research object, which after extraction, concentration, drying and so on. Based on the single factor test, the affect of white granulated sugar, carboxymethylcellulose sodium (CMC) and lemon essence addition on the sensory scores of the tea ointment was analyzed by response surface methodology. The physical and chemical indexes and microbial indexes of samples were detected and the best processing technology was obtained. **Results** The optimal extraction condition was that: tea-water ratio was 1:20 g/mL, the additive amount of white granulated sugar, CMC, and lemon essence was 18%, 1.5%, and 2.0%, respectively. The parameter was 2 cm depth on drying process and 18 h of drying time. **Conclusion** This research will provide theoretical basis and technological foundation for the development of serial products of Pu-erh tea.

KEY WORDS: Pu-erh tea ointment; response surface methodology; technological process

1 引言

普洱茶是以地理标志保护范围内的云南大叶种晒青茶为原料, 采用特定的加工工艺制成, 具有独特

品质特征的茶叶^[1], 普洱茶携带和饮用不方便的缺陷极大地制约了普洱茶发展。历史上普洱茶包括团茶、饼茶、沱茶、砖茶和茶膏五大系列^[2], 可见茶膏也是普洱茶家族的一员, 而且在封建社会, 茶膏是权力和

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-23)、云南农业大学学生科技创新创业行动基金项目(2013KFX005)

Fund: Supported by the Modern Agricultural Industry Technology System Construction under Special Funding Project (CARS-23) and the Yunnan Agricultural University Students Technology Innovation and Entrepreneurship Action Fund Project (2013KFX005)

*通讯作者: 侯艳, 硕士, 讲师, 主要研究方向为普洱茶保健功效。E-mail: zgynndhy@163.com

*Corresponding author: HOU Yan, Master, Lecturer, College of Long Run Pu-erh Tea, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China. E-mail: zgynndhy@163.com

地位的象征。普洱茶膏是从普洱茶中萃取的精华,既保留了普洱茶的主要营养成分,具有较强的保健功能,又易于携带和饮用。茶膏使普洱茶深加工产品品种多样化,形成一个具有自主知识产权的普洱茶新产品,进而形成普洱茶产业的一个新的经济增长点。近年来引起了广泛的关注,有学者开始对其工艺进行了研究^[3]。

响应面法(response surface methodology, RSM)^[4-6]采用多元二次回归方程拟合各因素与响应值之间的函数关系,通过回归方程的分析寻求最优工艺参数,是解决多变量问题的一种统计方法,目前已广泛应用于农业科学、生物学及化学等领域。

茶膏的雏形始于唐朝,史称“茶兴于唐”,其形成是在宋代,采用榨取的工艺,将茶蒸熟再淋洗数次,先入小榨去水,又入大榨出其膏,成功地将茶膏从茶叶中分离,使其成为独立的产品。而真正形成是在清代,虽然明朝废止龙团凤饼,但处在边疆地带的云南,借助“茶马古道”的交易继续着团茶与饼茶的生产。茶膏的制作再次悄然出现,它最初是由云南土司采取大锅熬制方法,初创另一种制膏工艺。

现在市场上已有的普洱茶膏味较苦,很多人难以接受。为扩大普洱茶膏的消费群体,提升普洱茶的附加值,本研究打破大锅熬制的方法,在加工过程中,加入白砂糖、羧甲基纤维素钠(CMC)、柠檬香精,采用响应曲面法对普洱茶膏的制作工艺进行优化,以得到口感较好的浸出茶膏,为普洱茶膏的开发利用提供一定的理论基础,让更多的消费者接受,同时,可为普洱茶深加工产品的研发提供一些技术参数。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

云南龙润普洱茶熟茶,云南农业大学龙润普洱

茶学院提供;白砂糖、柠檬香精、羧甲基纤维素钠,云南农业大学食品加工实验室提供;硫酸亚铁、酒石酸钾钠、咖啡碱标准品等(分析纯,昆明添志利科教器材有限公司)。

2.2 仪器与设备

CP313 数显电子天平(上海奥豪斯仪器有限公司); HH-4 数显恒温水浴锅(国华电器有限公司); RE-2000 旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂); DHG-9140 电热恒温鼓风干燥箱(上海中育仪器设备有限公司); TU-1810 紫外可见分光光度计(上海菁华科技有限公司); SHZ-D(III)循环水式真空泵(上海亚荣生化仪器厂); SPX-150B-Z 生化培养箱(北京商得通科技有限公司)。

2.3 实验方法

2.3.1 工艺流程

普洱茶→粉碎过筛(80目)→水浴浸提(90℃)→纱布粗滤→减压抽滤→旋转蒸发(0.068 MPa, 60℃, 65 r/min)→装瓶(25 mL 带盖玻璃瓶)→加料→烘干(终水分 2.2 mg/100 mg)→灭菌(加盖, 121℃, 15 min)→半固态茶膏。

2.3.2 感官评定

根据《普洱茶茶膏感官评定标准》,采用5分制评分法,再乘以权重因子。选择10位鉴评员在饭后1~2 h,根据各项目的品质要求,打分后再乘以权重因子^[7],见表1。

2.3.3 理化测定指标

(1)水分的测定参照 GB/T 8304-2013^[8]。

(2)茶多酚的测定参照 GB/T 8313-2008^[9]。

(3)总糖的测定采用蒽酮-硫酸比色法。根据葡萄糖含量的标准曲线,由茶膏溶液吸光度值计算茶膏中糖的浓度,公式为 $Y=0.0041X+0.0033$, $r^2=0.9993$ 。

(4)咖啡碱的测定参照 GB/T 8312-2013^[10]。根据咖啡碱标准曲线,由茶膏溶液吸光度值计算茶膏中咖啡碱的浓度,公式为 $Y=0.07X-0.0116$, $r^2=0.9997$ 。

表1 普洱茶茶膏感官评定标准

Table 1 The sensory evaluation standards of Pu-erh tea ointment

项目	应具指标	评分	权重因子	权重值
色泽	茶膏为深褐色,冲泡后茶汤为红褐色,均匀,清亮自然	5, 4, 3, 2, 1, 0	×5	
滋味、气味	口感柔和,具有普洱茶特有的香味,无苦涩味,无异味	5, 4, 3, 2, 1, 0	×7	
性状	茶膏表面光滑,质地均匀,硬度适中,有韧性	5, 4, 3, 2, 1, 0	×3	
杂质	冲调性好,溶解性好,澄清,无沉淀	5, 4, 3, 2, 1, 0	×5	

2.3.4 微生物指标的测定

(1) 菌落总数的测定参照 GB 4789.2-2010^[11]。

(2) 大肠菌群的测定参照 GB 4789.3-2010^[12]。

2.3.5 稳定性试验

参照《保健食品评审技术规程》^[13]第四章第二十一条(三)规定: 稳定性试验是将定型包装的产品置于温度 37~40 °C 和相对湿度 75% 的条件下, 选择能代表产品内在质量的指标, 每月检测一次, 连续 3 个月, 如指标稳定, 则相当于样品可保存两年。有条件的申请者, 还可选择常温条件下进行稳定性试验, 周期一年半, 此法较前者更可靠。

2.3.6 单因素实验

(1) 茶水比对普洱茶浸提茶膏质量的影响: 分别以 1:10、1:20、1:30 g/mL 于 90 °C 水浴中分别浸提 20、20、10 min 后减压过滤, 旋转蒸发再干燥(终水分 2.2 mg/100 mg), 计算普洱茶膏质量。

(2) 白砂糖添加量对普洱茶膏感官的影响: 以浓缩后的茶汤量计算, 分别添加 5%、20%、35%、50%、65%, CMC 添加量为 1.5%, 柠檬香精添加量为 2%。测定方法同 2.3.2~2.3.3 中所述, 绘制折线图。

(3) CMC 添加量对普洱茶膏感官的影响: 以浓缩后的茶汤量计算, 分别添加 0.5%、1.5%、2.5%、3.5%、4.5%, 白砂糖添加量为 20%, 柠檬香精添加量为 2%。测定方法同 2.3.2~2.3.3 中所述, 绘制折线图。

(4) 柠檬香精添加量对普洱茶膏感官的影响: 以浓缩后的茶汤量计算, 分别添加 0.5%、2%、3.5%、5%、6.5%, 白砂糖添加量为 20%, CMC 添加量为 1.5%。测定方法同 2.3.2~2.3.3 中所述, 绘制折线图。

(5) 干燥厚度对普洱茶膏感官的影响: 烘摊厚度分别为 1、2、3、4、5 cm, 用 60 °C 恒温烘箱干燥。测定方法同 2.3.2 中所述, 绘制折线图。

(6) 干燥时间对普洱茶膏感官的影响: 在 60 °C 恒温烘箱干燥, 分别设定 12、15、18、21、24 h。测定方法同 2.3.2 中所述, 绘制折线图。

2.3.7 响应面试验设计

根据 6 组单因素实验, 确定 3 组对风味茶膏影响较小的因素, 最终把响应面试验茶水比确定为 1:20 g/mL、干燥厚度为 2 cm、干燥时间为 18 h。根据 Box-Behnken 中心组合试验设计原理, 选定白砂糖(A)、CMC(B)、柠檬香精(C)添加量为因素, 采用响应面法对普洱茶膏的工艺参数进行优化, 见表 2。

表 2 响应面法分析因素及水平
Table 2 Analytical factors and levels of response surface methodology

水平及编号	A 白砂糖/%	B CMC/%	C 柠檬香精/%
-1	10	1	1
0	20	1.5	2
1	30	2	3

2.4 数据分析

每组试验均重复 3 次, 试验结果采用 Design Expert 8.0 进行数据分析。

3 结果与分析

3.1 单因素实验各个因素对普洱茶膏品质的影响

3.1.1 茶水比对普洱茶茶膏质量的影响

从表 3 看出, 浓缩前茶汤量均为 600 mL, 茶水比为 1:10 时, 浓缩耗时短, 但茶膏平均质量仅 8.47 g, 浸出率低; 茶水比为 1:20 时, 浓缩时间约 1 h, 茶膏平均质量最高 13.15 g; 茶水比为 1:30 时, 耗时比 1:20 的增加了 30 min, 且茶膏平均质量偏低。因此茶水比选择 1:20。

表 3 茶水比实验相关数据表
Table 3 Statistical data of single factor experiments

茶水比/(g/mL)	浓缩前量/mL	浓缩后量/mL	耗时/min	茶膏质量/g	平均质量/g
1:10	600.00	105.00	40	7.08	8.47
	600.00	110.00	45	9.85	
1:20	600.00	95.00	53	12.57	13.15
	600.00	100.00	60	13.73	
1:30	600.00	85.00	85	9.00	10.05
	600.00	70.00	92	11.10	

3.1.2 白砂糖对茶膏品质的影响

由图1看出,当白砂糖添加量为5%时,感官评定值低;添加量为20%时,茶膏苦涩味不明显,甜度适中;随着添加量的增大,感官评定趋于下降。因此,白砂糖最适添加量为20%。

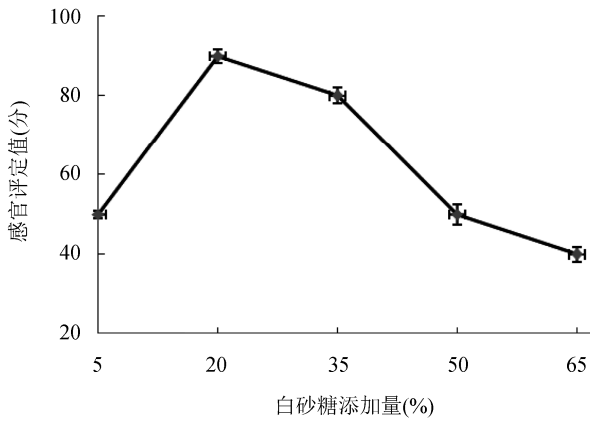


图1 白砂糖与茶膏品质的关系

Fig. 1 The relationship between white granulated sugar and tea ointment quality

3.1.3 CMC添加量对茶膏品质的影响

由图2看出,CMC添加量为1.5%时,感官评定值较高,符合半固态茶膏;随着添加量的增大,流动性减小,到4.5%时,茶膏坚硬。因此,CMC最适添加量为1.5%。

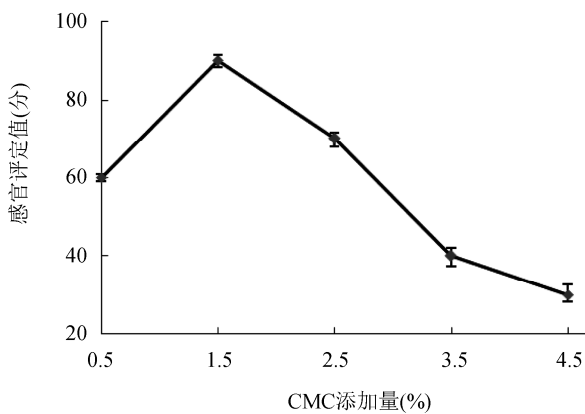


图2 CMC与茶膏品质的关系

Fig. 2 The relationship between CMC and tea ointment quality

3.1.4 柠檬香精添加量对茶膏品质的影响

由图3看出,柠檬香精添加量为0.5%时,没有柠檬味;添加量为2%时,感官评定值较高,不仅有普

洱茶特有的香味,还伴有柠檬的香气;随着添加量的增大,感官评定值趋于下降,茶膏失去了固有的风味。因此,柠檬香精最适添加量为2%。

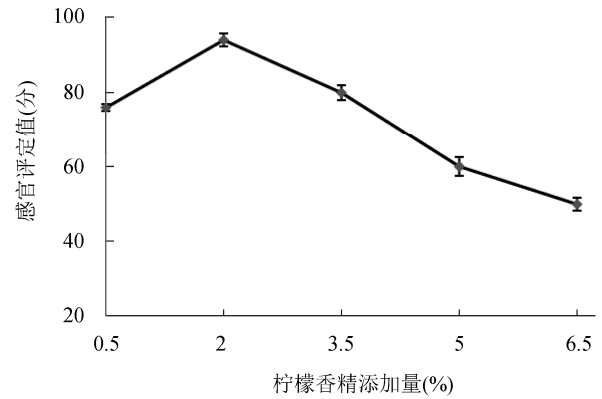


图3 柠檬香精与茶膏品质的关系

Fig. 3 The relationship between lemon essence and tea ointment quality

3.1.5 干燥厚度对茶膏品质的影响

由图4看出,干燥厚度为2 cm时,感官评定值较高;太薄容易干,太厚形状不稳定。因此,最佳干燥厚度为2 cm。

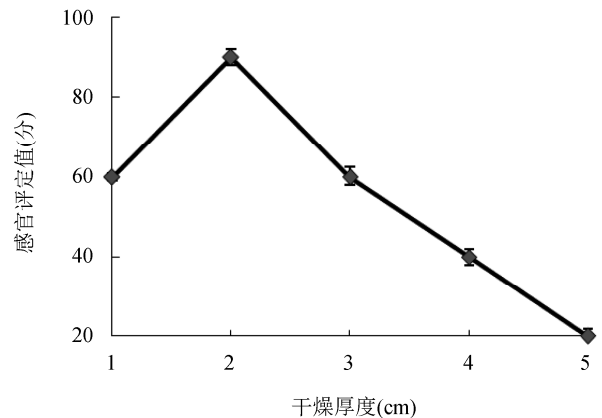


图4 干燥厚度对茶膏品质的影响

Fig. 4 The effect of drying deepness on the quality of tea ointment

3.1.6 干燥时间对茶膏品质的影响

由图5看出,干燥时间增加,感官评分也增加,当干燥时间为18 h时,感官评定值较高,符合半固态茶膏。随着干燥时间的延长,感官评分下降。因此,最佳干燥时间为18 h。

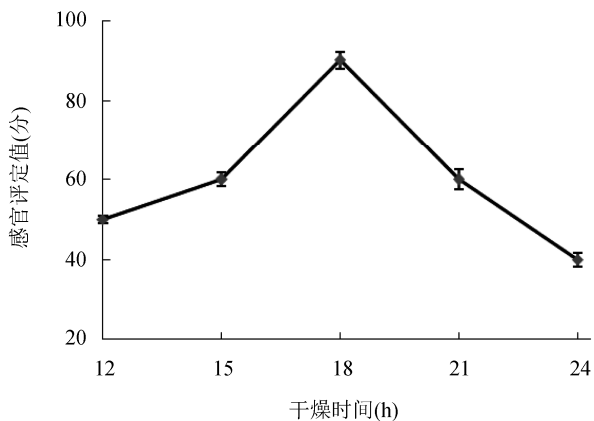


图 5 干燥时间对茶膏品质的影响

Fig. 5 The effect of drying time on the quality of tea ointment

3.2 响应面分析法对普洱茶膏风味条件的优化

3.2.1 响应面试验结果与分析

根据单因素试验对 6 组因素进行筛选, 最终选择白砂糖(A)、CMC(B)、柠檬香精(C)为主要考察因素, 以感官评定值作为响应值, 采用 Box-Behnken 的中心组合设计原理^[14], 设计了 3 因素 3 水平(17 个试验点, 5 个中心点)的响应面分析试验, 每组试验重复 3 次, 设计及结果, 见表 4, 方差分析^[15]及结果, 见表 5。

表 4 响应面分析试验设计与结果

Table 4 Experimental design and result of response surface method

试验号	A 白砂糖/%	B CMC/%	C 柠檬香精/%	感官评定值(分)
1	-1	1	0	53.69
2	0	0	0	88.56
3	0	-1	-1	83.13
4	0	0	0	85.61
5	1	0	-1	82.25
6	0	0	0	83.75
7	-1	0	1	72.25
8	1	0	1	84.50
9	-1	-1	0	76.00
10	0	0	0	85.75
11	0	-1	1	92.01
12	0	1	1	80.19
13	1	-1	0	74.45
14	0	0	0	89.78
15	0	1	-1	69.53
16	1	1	0	69.00
17	-1	0	-1	70.10

表 5 响应面二次模型的方差分析

Table 5 ANOVA for response surface quadratic model

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
A	65.55	1	65.55	61.71	0.0001	**
B	6.32	1	6.32	5.95	0.0448	*
C	4.08	1	4.08	3.84	0.0910	
AB	6.71	1	6.71	6.31	0.0402	*
AC	1.6	1	1.6	1.5	0.9701	
BC	1.13	1	1.13	1.07	0.3358	
A ²	13.25	1	13.25	12.48	0.0096	**
B ²	61.18	1	61.18	57.59	0.0001	**
C ²	40.25	1	40.25	37.89	0.0005	**
模型	210.45	9	23.38	22.01	0.0002	**
残差	7.44	7	1.06			
失拟项	4.96	3	1.65	2.66	0.1838	
纯误差	2.48	4	0.62			
总和	217.89	16				

注: *表示显著, **表示极显著。

采用 SAS 软件对试验结果进行响应面分析, 经二次回归拟合, 得到回归方程: $Y = 91.44 + 2.86A - 0.89B + 0.71C - 1.30AB + 0.02AC - 0.53BC - 1.77A^2 - 3.81B^2 - 3.09C^2$ 。该回归模型 F 检验为极显著 ($P < 0.01$), 失拟项 $\alpha = 0.05$ 为极显著 ($P < 0.01$)^[16], 纯误差项不显著, 其决定系数 $R^2 = 0.9659$, 说明该拟合方程与实际情况相符, 且误差较小, 能充分反映出各因素与响应值之间的关系。

通过该方程发现, 各种因素之间存在着一定的交互作用, 其中 A、A²、B²、C² 均呈极显著影响 ($P < 0.01$), B、AB 呈显著影响 ($P < 0.05$), C、AC、BC 均呈不显著。由方差分析可知, A(白砂糖) > B(CMC) > C(柠檬香精)。有交互作用存在下, 对普洱茶膏质量的影响顺序为: AB > BC > AC。

3.2.2 响应面及等高线分析

利用 Design Expert 8.0 软件进行回归分析, 得到因素交互作用的响应曲面图。由图 6 看出, 每个响应面都具有各自的较优区域, 将其叠加可进一步缩小较优区域的范围^[17]。每个响应面分别代表着两个独立变量之间的相互作用, 白砂糖和 CMC 的交互作用较显著。等高线的形状可反映出交互效应的强弱大小。

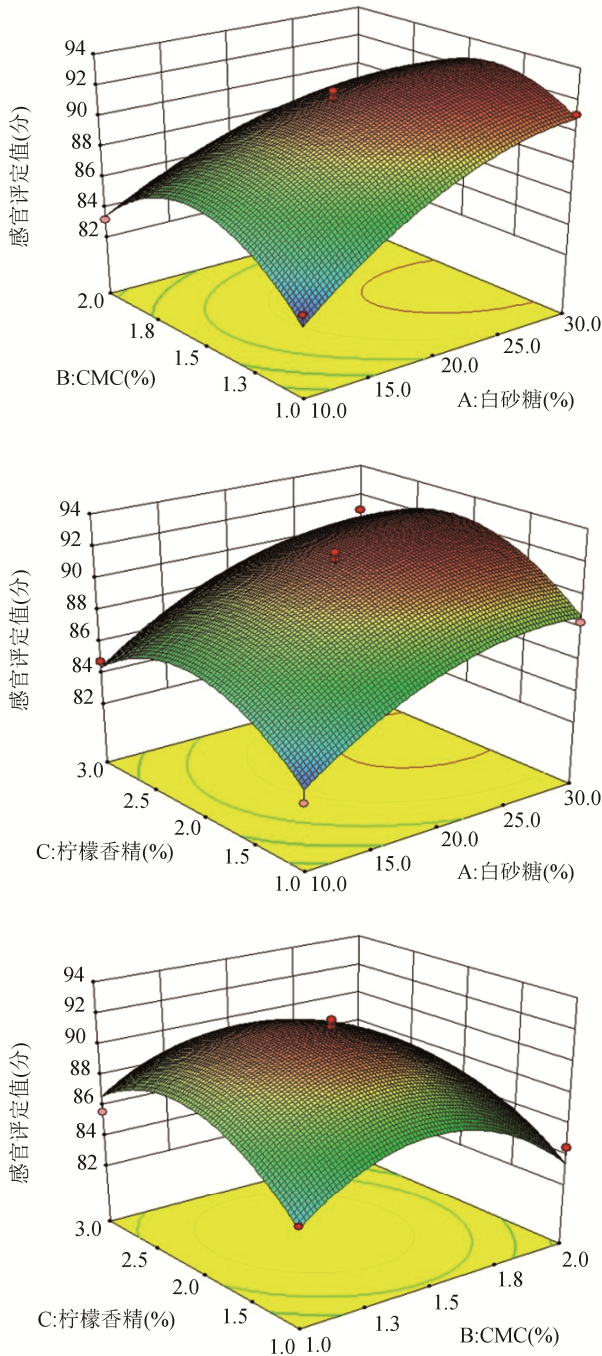


图 6 各因素之间的等高线图和响应面图

Fig. 6 The contour map and response surface graph between the various factors

3.2.3 优化验证

为了方便实际操作, 由回归模型得出的白砂糖 17.5%、CMC 1.45%、柠檬香精 1.95%, 修正为: 白砂糖 18%、CMC 1.5%、柠檬香精 2.0%。与理论预测值接近, 说明所建立模型可信度高。

3.3 理化指标

将高压灭菌好的密封瓶装普洱茶膏于生化培养箱(恒温 37 °C、相对湿度 75%)下保存, 测定恒温组和常温组(27 °C)在贮存期间第 0、1、2、3 月普洱茶膏的水分、茶多酚、咖啡碱含量, 结果见表 6~表 9。

表 6 普洱茶膏水分含量的变化

Table 6 Moisture content changes of Pu-erh tea ointment

贮存期/月	水分含量/(mg/100 mg)	
	恒温	常温
0	2.25 ± 1.11	2.25 ± 1.80
1	2.26 ± 1.55	2.25 ± 1.84
2	2.25 ± 3.27	2.27 ± 2.13
3	2.25 ± 2.39	2.38 ± 1.71
PANOVA	NS	NS

注: NS 为 $P > 0.05$ 差异不显著。

表 7 普洱茶膏总糖含量的变化

Table 7 Polysaccharide content changes of Pu-erh tea ointment

贮存期/月	总糖含量/(mg/100 mg)	
	恒温	常温
0	28.00 ± 0.43	28.00 ± 0.50
1	28.00 ± 0.95	28.05 ± 1.50
2	28.28 ± 1.52	28.35 ± 0.13
3	29.65 ± 1.64	29.74 ± 2.01
PANOVA	NS	NS

注: NS 为 $P > 0.05$ 差异不显著。

表 8 普洱茶膏茶多酚含量的变化

Table 8 Tea polyphenol content changes of Pu-erh tea ointment

贮存期/月	茶多酚含量/(mg/100 mg)	
	恒温	常温
0	38.86 ± 1.32	38.86 ± 2.04
1	38.86 ± 1.70	38.80 ± 2.55
2	38.87 ± 2.00	38.82 ± 0.36
3	38.86 ± 0.65	38.81 ± 1.77
PANOVA	NS	NS

注: NS 为 $P > 0.05$ 差异不显著。

表 9 普洱茶膏咖啡碱含量的变化
Table 9 Caffeine content changes of Pu-erh tea ointment

贮存期/月	咖啡碱含量/(mg/100 mg)	
	恒温	常温
0	5.44±1.26	5.44±1.26
1	5.44±1.80	5.41±2.00
2	5.62±1.16	5.48±2.54
3	5.54±0.90	5.51±1.59
PANOVA	NS	NS

注: NS 为 $P>0.05$ 差异不显著。

由表 6~表 9 可知, 对恒温组和常温组进行方差分析, 水分 2.25 mg/100 mg, 总糖 28 mg/100 mg, 茶多酚 38.8 mg/100 mg, 咖啡碱 5.5 mg/100 mg, 其结果均为差异不显著($P>0.05$)。在贮存期间普洱茶膏中的理化指标含量无明显变化, 符合产品质量标准。

3.4 微生物指标

由表 10 可知, 经恒温 37 °C、相对湿度 75% 的条件下培养 3 个月, 感官评价良好; 菌落总数均 1.0×10^1 CFU/mL, 大肠菌群 MPN 均 30, 致病菌未检出。符合产品质量标准, 相当于产品在常温下可贮存两年。

表 10 普洱茶膏微生物指标的变化
Table 10 Microbiological index changes of Pu-erh tea ointment

贮存期/月	批次	菌落总数 (cfu/mL)	大肠菌群 MPN (大肠杆菌最可能数)
0	恒温	3.0×10^0	30
	常温	3.2×10^0	
1	恒温	2.8×10^0	
	常温	3.2×10^0	
2	恒温	4.3×10^0	
	常温	4.9×10^0	
3	恒温	6.8×10^0	
	常温	7.3×10^0	

4 结论与讨论

使用响应面法试验设计, 克服了正交设计只能处理离散的水平值, 而无法找出整个区域上因素的

最佳组合和响应值的最优值的缺陷, 并能减少试验次数, 分析几种因素间的交互作用, 以达到较全面地反映各因素水平的效果^[18~20]。

研究了茶水比、白砂糖添加量、CMC 添加量、柠檬香精添加量、干燥厚度、干燥时间 6 组单因素水平对普洱茶膏的影响, 最终筛出 3 组主要因素进行响应面试验设计, 确定其最佳提取工艺条件为: 茶水比为 1:20, 以浓缩后的茶汤量来计算, 白砂糖添加量为 18%、CMC 添加量为 1.5%、柠檬香精添加量为 2.0%; 最佳工艺参数: 干燥厚度为 2 cm, 干燥时间为 18 h。所得茶膏表面光滑、完整, 其所冲泡的茶汤汤色纯正, 口感佳, 有普洱茶茶汤特有的香味。本研究产品加工工艺优化后, 研制出的半固态速溶风味茶膏风味独特、携带方便及外型美观, 将为普洱茶深加工产品的研发提供一定理论依据和技术基础。

参考文献

- [1] DB53/103-2006 普洱茶云南省地方标准[S].
DB53/103-2006 Local standards of Yunnan Pu-erh tea [S].
- [2] 杨崇仁, 陈可可, 张颖君. 茶叶的分类与普洱茶的定义[J]. 茶叶科学技术, 2006, 2: 37.
Yang CR, Chen KK, Zhang YJ. Definition of the classification of tea and Pu-erh tea [J]. Tea Sci Tech, 2006, 2: 37.
- [3] 陈继伟, 何昆萍. 普洱茶茶膏传统制作工艺探讨[J]. 茶叶科学技术, 2009, 3(3): 39-41.
Chen JW, He KP. Pu-erh tea paste of traditional production process [J]. Tea Sci Tech, 2009, 3(3): 39-41.
- [4] 黄璞, 谢明勇, 聂少平, 等. 响应曲面法优化微波辅助提取黑灵芝孢子多糖工艺研究[J]. 食品科学, 2007, 28(10): 200-203.
Huang P, Xie MY, Nie SP, et al. Study on microwave-assisted extraction of polysaccharides from spores of *Ganoderma atrum* with response surface analysis [J]. Food Sci, 2007, 28(10): 200-203.
- [5] Hou XJ, Chen W. Optimization of extraction process of crude polysaccharides from wild edible BaChu mushroom by response surface methodology [J]. Carbohydr Poly, 2008, 72(1): 67-74.
- [6] 熊昌云, 彭远菊, 王兴华, 等. 响应面法优化普洱茶膏的制作工艺[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(28): 13983-13984, 14131.
Xiong CY, Peng YJ, Wang XH, et al. Optimization of extraction of Pu-erh tea paste response surface methodology [J]. J Anhui Agric Sci, 2012, 40(28): 13983-13984, 14131.
- [7] 王星银. 云南普洱茶的品质特征及感官审评[C]. 中国普洱茶文化新探—第二、三届中国普洱茶国际学术讨论会论文集, 2003.

- Wang XY. Yunnan Pu-erh tea quality characteristics and sensory evaluation [C]. The New Exploration of China Pu-erh Tea Culture—The Second and Third Chinese Tea International Symposium Proceedings, 2003.
- [8] GB/T 8304-2013 茶 水分测定[S].
GB/T 8304-2013 Tea-Determination of moisture content [S].
- [9] GB/T 8313-2008 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法 [S].
GB/T 8313-2008 Determination of total polyphenols and catechin content in tea [S].
- [10] GB/T 8312-2013 茶 咖啡碱测定[S].
GB/T 8312-2013 Tea-Determination of caffeine content [S].
- [11] GB 4789.2-2010 食品卫生微生物学检验 菌落总数测定[S].
GB 4789.2-2010 Food microbiological examination: aerobic plate count [S].
- [12] GB 4789.3-2010 食品卫生微生物学检验 大肠菌群测定[S].
GB 4789.3-2010 Food microbiological examination: enumeration of coliforms [S].
- [13] 卫生部. 保健食品评审技术规程[Z]. 1996, 第38号.
Ministry of Health. Technical Specification for the assessment of health food [Z]. 1996, No. 38.
- [14] 海洪, 汪坤, 金文英, 等. Box-Behnken 响应面法优化超声波提取蚕沙中叶绿素的工艺研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(3): 207-211.
Hai H, Wang K, Jin WY, *et al.* Optimization of ultrasonic extraction technology chlorophyll from silkworm faeces by rsm of Box-Behnken [J]. Sci Tech Food Ind, 2009, 30(3): 207-211.
- [15] 赵强, 余四九, 王廷璞, 等. 响应面法优化秃疮花中生物碱提取工艺及抑菌活性研究[J]. 草业学报, 2012, 21(4): 206-214.
Zhao Q, Yu SJ, Wang TP, *et al.* Optimization of extraction of *Dicranostigma leptopodum* study on extraction and antimicrobial activity of alkaloids response surface methodology [J]. Acta Pratac Sinica, 2012, 21(4): 206-214.
- [16] 吴海健, 王建新, 黄建明, 等. 星点设计-效应面法优化柘树提取物片剂处方[J]. 复旦学报: 医学版, 2008, 35(3): 363-367.
Wu HJ, Wang JX, Huang JM, *et al.* Optimization of cudrania extractum tablets formulation by central composite design-response surface methodology [J]. Fudan Univ J Med Sci, 2008, 35(3): 363-367.
- [17] 费荣昌. 概率统计解题分析[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1984: 214-219.
Fei CR. Probabilistic analysis of problem solving [M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Publishing House, 1984: 214-219.
- [18] 浦绍柳, 伍岗. 普洱茶膏的制作工艺与评鉴[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2010(3): 34-35.
Pu SL, Wu G. Pu-erh tea paste production processes and evaluations [J]. Newslet Seric Tea, 2010(3): 34-35.
- [19] 王新雯, 海洪, 金文英, 等. 微波-超声波联合提取银杏叶黄酮工艺的响应面法分析[J]. 食品科技, 2010, 35(3): 189-193.
Wang XW, Hai H, Jin WY, *et al.* Optimization of microwave-ultrasound assisted extraction of flavonoids from ginkgo biloba leaves by response surface methodology [J]. Food Sci Tech, 2010, 35(3): 189-193.
- [20] 何庆元, 吴萍, 张晓红, 等. 不同休眠性苜蓿 SRAP 体系优化及遗传多样性分析[J]. 草业学报, 2011, 20(2): 201-209.
He QY, Wu P, Zhang XH, *et al.* Different fall dormancy alfalfa srap system optimization and analysis of genetic diversity [J]. Acta Pratac Sinica, 2011, 20(2): 201-209.

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



龚娜, 硕士研究生, 主要研究方向为食品科学与品质控制。
E-mail: 970557072@qq.com



侯艳, 硕士, 讲师, 主要研究方向为普洱茶保健功效。
E-mail: zgynndhy@163.com