

火龙果色素唇膏的制备及工艺优化

宋盈萱, 尹馨一, 梁淑蕾, 张馨予, 郑振佳*

(山东农业大学食品科学与工程学院 山东省高等学校食品营养与健康重点实验室, 山东 泰安 271018)

摘要:以火龙果色素为主要原料制备天然色素唇膏。选取蜂蜡、椰子油、可可脂和火龙果色素添加量4个因素,以综合感官品质评价为指标,进行单因素和响应面试验,确定火龙果色素唇膏最优配比并进行质构分析。各组分配比(质量分数)分别为:蜂蜡22.14%、椰子油67.02%、可可脂5.56%、火龙果色素5.28%。在此工艺条件下进行验证实验,得到火龙果色素唇膏的感官评分为 95.07 ± 1.08 ,与理论预测值接近。制备的唇膏质地丝滑,膏体软硬适中,色泽性质稳定,对皮肤无敏感刺激。此研究为火龙果副产品的产品开发提供参考,满足消费者对于唇膏产品天然性和安全性的要求。

关键词:火龙果色素;唇膏;感官评价;质构分析

中图分类号:TS202.1

文献标志码:A

文章编号:1002-4026(2025)06-0052-08

开放科学(资源服务)标志码(OSID):



Preparation and process optimization of pitaya pigment lipstick

SONG Yingxuan, YIN Xinyi, LIANG Shulei, ZHANG Xinyu, ZHENG Zhenjia*

(Key Laboratory of Food Nutrition and Healthy in Universities of Shandong, College of Food Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

Abstract: A natural pigment lipstick was developed using pitaya pigment as the primary ingredient. Four factors—the amounts of beeswax, coconut oil, cocoa butter, and pitaya pigment—were selected. Single-factor and response surface tests were conducted, with comprehensive sensory evaluation as the assessment criterion, to determine the optimal formulation for the pitaya pigment lipstick and to conduct texture analysis. The results showed that the optimal formulation for the pitaya pigment lipstick comprised 22.14% beeswax, 67.02% coconut oil, 5.56% cocoa butter, and 5.28% pitaya pigment. Under these conditions, the validation test yielded a sensory evaluation score of 95.07 ± 1.08 , which closely matched the predicted value. The resulting lipstick had a smooth texture, moderate hardness, stable color, and caused no sensitive irritation to the skin. This study provides a reference for the development of pitaya byproducts and meets consumer demand for natural and safe products.

Key words: pitaya pigment; lipstick; sensory evaluation; texture analysis

火龙果色素是从火龙果的果肉和果皮中提取的天然色素,主要包括甜菜红色素和花青素^[1]。该色素是

收稿日期:2025-03-13 修回日期:2025-05-07

基金项目:山东省科技型中小企业创新能力提升工程(编号:2024TSGC0483)

作者简介:宋盈萱(2004—),女,本科在读。E-mail:13153850669@163.com

*通信作者:郑振佳(1985—),男,副教授,研究方向:农产品精深加工与质量控制。E-mail:zhengzhenjia@sdau.edu.cn

一种天然水溶性物质,色泽自然鲜艳,是一种天然着色剂^[2],同时具有抗肿瘤^[3]、抑菌^[4]、抗炎^[5]、抗氧化^[6]、降脂^[7]和抗动脉粥样硬化^[8]等作用。通过合理的提取方法和应用方式,可以充分发挥其优良的着色性能和安全性特点,在食品、化妆品以及医药等多个领域进行广泛应用^[9-12]。

随着生活水平的提高以及消费者对自然健康理念的深化,消费者在追求美丽和健康的同时,对于产品的安全性愈发重视。唇膏作为日常生活中不可缺少的化妆品,其安全性对广大消费者来说至关重要。天然色素具有安全性高和色泽自然的特点,同时具备多种生物活性和丰富的营养价值^[13-14],使其在化妆品中的应用越来越广泛。Saraf等^[15]研制的含有姜黄素的面霜对皮肤的弹性、紧致度等有30%~50%的提升。唐一诺等^[16]使用胭脂虫红色素制备的口红色泽自然艳丽,具有较好的延展性和稳定性,且对皮肤无刺激作用。以天然色素为主要原料的唇膏产品,提升了消费者购买和使用天然色素产品的意愿,满足消费者对天然成分化妆品的需求。

本研究以火龙果色素为主要原料,通过单因素实验和响应面试验,优化并确定唇膏产品的最佳工艺,并对唇膏产品进行质构分析,为天然唇膏产品的开发提供技术参考和理论支持。

1 仪器与材料

1.1 实验材料

火龙果色素(食品级,西安贝欧泰克生物技术有限公司);椰子油(化妆品级,星辰美化妆品有限公司);可可脂(食品级,兴化华东可可食品有限公司);蜂蜡(食品级,东光县永盛腊制品厂)。

1.2 实验仪器

CN-LPC10002型电子天平(昆山优科维特电子科技有限公司);便携式电灶(永康市极晟电器有限公司);DHG-9070A型电热恒温鼓风干燥箱(上海一恒科技有限公司);冰箱(青岛海尔股份有限公司);TA XTC-20型质构仪(上海保圣实业发展有限公司)。

2 实验方法

2.1 火龙果色素唇膏制备工艺实验

称取适量蜂蜡、椰子油、可可脂、火龙果色素于烧杯中,在80℃水浴锅中融化后搅拌均匀,倒入模具,置于4℃冰箱中使其凝固,取出脱模。为了减少单次样品损耗,提高物料衡算的准确性,以4支唇膏所需物料为一批(约19g),进行实验。

2.2 单因素实验

2.2.1 蜂蜡添加量对感官评分的影响

椰子油添加量为12g,可可脂添加量为1g,火龙果色素添加量为1g,考察不同蜂蜡添加量(3.0、3.5、4.0、4.5、5.0g)对唇膏感官评分的影响。

2.2.2 椰子油添加量对感官评分的影响

蜂蜡添加量为4g,可可脂添加量为1g,火龙果色素添加量为1g,考察不同椰子油添加量(10、11、12、13、14g)对唇膏感官评分的影响。

2.2.3 可可脂添加量对感官评分的影响

蜂蜡添加量为4g,椰子油添加量为12g,火龙果色素添加量为1g,考察不同可可脂添加量(0.8、0.9、1.0、1.1、1.2g)对唇膏感官评分的影响。

2.2.4 火龙果色素添加量对感官评分的影响

蜂蜡添加量为4g,椰子油添加量为12g,可可脂添加量为1g,考察不同火龙果色素添加量(0.8、0.9、1.0、1.1、1.2g)对唇膏感官评分的影响。

2.3 响应面试验

在单因素实验的基础上,以唇膏的感官评价结果为响应值,蜂蜡、椰子油、可可脂、火龙果色素添加量为自变量,进行响应面试验。响应面试验设计因素与水平见表1。

表1 响应面试验因素与水平

Table 1 Factors of levels of the response surface test

水平	因素			
	A 蜂蜡添加量/g	B 椰子油添加量/g	C 可可脂添加量/g	D 火龙果色素添加量/g
-1	3.5	11.0	0.9	0.9
0	4.0	12.0	1.0	1.0
1	4.5	13.0	1.1	1.1

2.4 感官评价

筛选8名人员组成感官评价小组(8名受试员年龄均为18~22岁的女性),分别对单因素实验和响应面试验制备出的唇膏进行感官评价,结果取平均值作为最终得分。评分标准参考邓丽莎^[17]对唇膏外形和质地的描述,并在陈志华^[18]、申慧如^[19]感官评价标准的基础上,稍作设计修改。评分标准见表2。

表2 火龙果色素唇膏的综合感官评分标准

Table 2 Comprehensive sensory evaluation criteria for the pitaya pigment lipstick

项目	评分标准	分值
涂展性(20分)	涂展性好,膏体涂展距离长,且涂展连续	15~20
	涂展性较好,膏体涂展距离较长,且涂展较连续	5~<15
	涂展性差,膏体涂展距离短,且涂展不连续、间断	0~<5
软硬度(20分)	膏体软硬适中,不易折断	15~20
	膏体偏软或偏硬,但整体上不影响唇膏的使用	5~<15
	膏体较软,易折断	0~<5
色泽(20分)	颜色鲜明,色泽均匀	15~20
	颜色较鲜明,色泽较均匀	5~<15
	颜色不均匀,色泽不均匀	0~<5
耐热性(20分)	常温下放置无弯曲、软化、渗油现象	15~20
	常温下放置有轻微弯曲、软化、渗油现象	5~<15
	常温下放置难以保持原有形状,弯曲变形、渗油现象明显	0~<5
质地(20分)	表面光滑,质地均匀,无气孔	15~20
	表面光滑,质地较均匀,有少量气孔	5~<15
	表面粗糙,质地不均匀,有大量气孔	0~<5

2.5 质构分析

参考米红波等^[20]的方法并稍加修改。采用2 mm针状探头,测试距离为5 mm,触发力为0.005千克力(1千克力=9.8 N),测试前速度1.0 mm/s,测试速度为1.0 mm/s,测试后速度为1.0 mm/s,分析样品的硬度、弹性、胶着性和内聚性。

2.6 数据处理

每组实验均重复测定3次,数据结果以(平均值±标准差)表示,采用Design Expert13软件进行响应面试验设计及其数据分析;采用Origin2018软件对实验结果进行绘图,通过SPSS 22.0软件进行方差数据分析。

3 结果与讨论

3.1 单因素实验结果

3.1.1 蜂蜡添加量对唇膏感官评分的影响

蜂蜡的添加量直接影响唇膏的质地和软硬度^[21-22]。蜂蜡添加量对唇膏感官评分的影响如图1所示。感官评分随着蜂蜡的添加呈现出先上升后下降的趋势。当蜂蜡添加量为4.0 g时,感官评分最高,为82.53分。当蜂蜡添加量过低时,唇膏会变得软糯,缺乏支撑力,容易断裂;当蜂蜡添加量过高时,唇膏的膏体过于坚硬,导致延展性和滋润度降低。因此,选择蜂蜡添加量3.5~4.5 g进行后续响应面试验。

3.1.2 椰子油添加量对唇膏感官评分的影响

椰子油含有丰富的脂肪酸、月桂酸以及抗氧化成分,能够提高唇膏的滋润度和安全性^[23-24]。椰子油添加量对唇膏感官评分的影响见图2。随着椰子油添加量的增加,感官评分呈现出先上升后下降的趋势。当椰子油添加量为12 g时,感官评分最高,为90.33分。当椰子油添加量较低时,唇膏的滋润度相对较低,使唇部感觉不佳;当椰子油添加量较高时,唇膏的膏体发黏且不易成形,同时在温度升高的情况下,容易出现渗油和变形现象。因此,选择椰子油添加量11~13 g进行后续响应面试验。

3.1.3 可可脂添加量对唇膏感官评分的影响

唇膏中添加可可脂可以降低凝固点,并增加涂抹时的顺滑度。同时作为一种优良的润滑剂和光泽剂,对唇膏的质地、使用感和效果具有显著影响^[22]。随着可可脂添加量的增加,感官评分呈现先上升后下降的趋势(见图3)。其中,当可可脂添加量为1.0 g时,感官评分最高,为94.25分。当可可脂添加量过低时,唇膏的滋润度和延展性降低,膏体的光泽较暗;当可可脂添加量过高时,唇膏膏体质地变得柔软,放置一段时间后会出出现渗油现象。此外,过多的可可脂会导致唇膏出现粉末状,影响其光泽性,甚至可能出现凹凸不平的情况。因此,选择可可脂添加量0.9~1.1 g进行后续响应面试验。

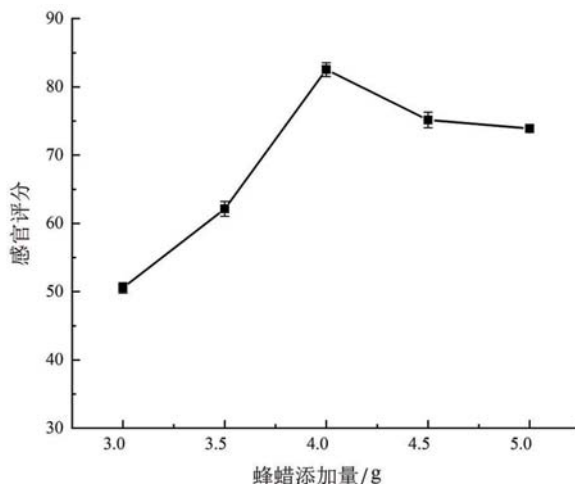


图1 蜂蜡添加量对唇膏感官评分的影响

Fig.1 Impact of the amount of beeswax on the sensory evaluation score of the lipstick

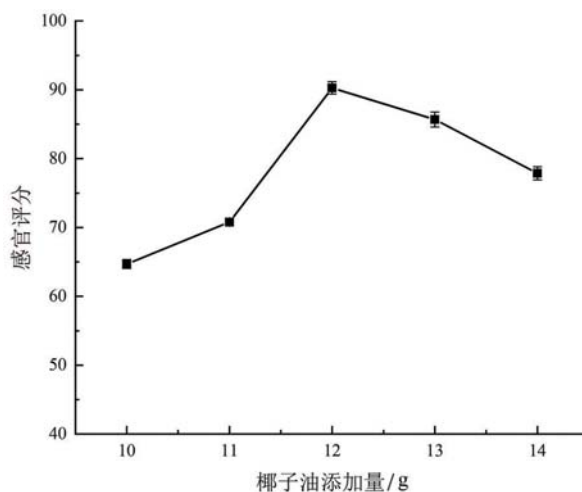


图2 椰子油添加量对唇膏感官评分的影响

Fig.2 Impact of the amount of coconut oil on the sensory evaluation score of the lipstick

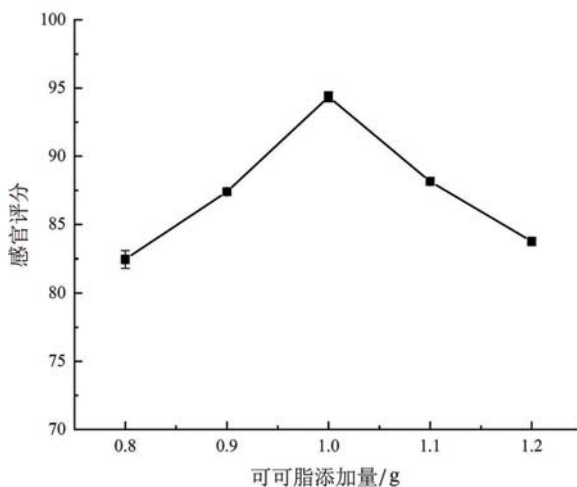


图3 可可脂添加量对唇膏感官评分的影响

Fig.3 Impact of the amount of cocoa butter on the sensory evaluation score of the lipstick

3.1.4 火龙果色素添加量对唇膏感官评分的影响

火龙果色素是一种天然着色剂^[25],影响膏体的颜色,其显色度与色素的添加量呈正相关。火龙果色素的添加量对唇膏感官评分的影响如图4所示。随着色素添加量的增加,感官评分呈现先上升后下降的趋势。当火龙果色素添加量为1.0 g时,感官评分最高,为91.08分。当色素添加量较低时,唇膏的膏体颜色较浅;而当添加量较高时,膏体颜色过深,不符合消费者对色泽的需求。因此,选择火龙果色素添加量0.9~1.1 g进行后续响应面实验。

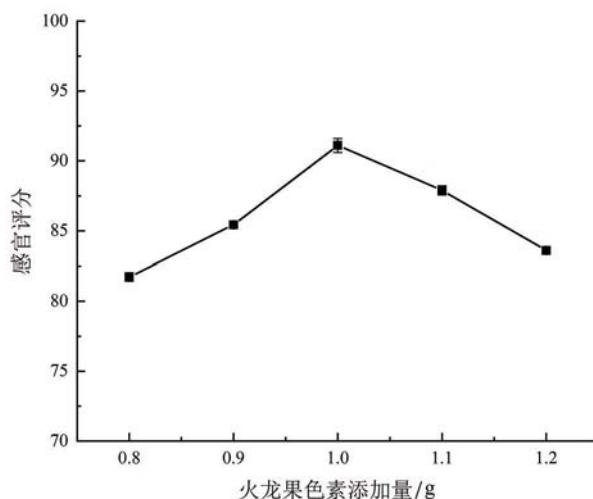


图4 火龙果色素添加量对唇膏感官评分的影响

Fig.4 Impact of the amount of pitaya pigment on the sensory evaluation score of the lipstick

3.2 响应面优化实验

3.2.1 响应面实验设计

根据上述单因素实验结果,利用 Design Expert 软件进行响应面优化试验,选取蜂蜡添加量(A)、椰子油添加量(B)、可可脂添加量(C)和火龙果色素添加量(D)作为自变量,以感官评分为响应值,完成火龙果色素唇膏的制备工艺优化。试验设计及结果详见 OSID 科学数据与内容附1。

3.2.2 响应面实验结果与回归分析

利用 Design Expert 软件对响应面实验结果进行四元二次回归分析方程拟合和方差分析,得到感官评分与各因素之间的回归方程为:

$$Y = 94.91 - 0.2374A + 1.67B + 0.2206C - 2.39D - 1.86AB + 3.29AC + 0.8683AD - 0.0388BC + 2.34BD - 1.42CD - 5.99A^2 - 7.19B^2 - 4.23C^2 - 2.68D^2$$

响应面模型方差分析见表3。由表3分析可知,该感官评分模型的 $P < 0.0001$,极显著;失拟项的 $P = 0.1720 > 0.05$,不显著,表明该模型可较好地反应各因素与感官评分的关系,可用于试验拟合。该模型的相关系数 $R^2 = 0.9389$,表明模型与实际有较好的拟合性。由表中可得,一次项 B 和 D,二次项 A^2 、 B^2 、 C^2 、 D^2 ,交互项 AC 和 BD 对于唇膏的感官评价的影响均为极显著和显著;其他项均为不显著,可将其从回归模型中删除。最终确定回归模型: $Y = 94.91 + 1.67B - 2.39D + 3.29AC + 2.34BD - 5.99A^2 - 7.19B^2 - 4.23C^2 - 2.68D^2$ 。

此外 F 值越大,表明该因素对于结果的影响越大,根据 F 值的判断结论与 P 值判断结论一致。

表3 回归模型方差分析

Table 3 Analysis of variance of the regression model

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
模型	704.53	14	50.32	15.38	<0.000 1	* *
A	0.676 5	1	0.676 5	0.206 7	0.656 3	
B	33.49	1	33.49	10.23	0.006 4	* *
C	0.584 1	1	0.584 1	0.178 5	0.679 1	
D	68.63	1	68.63	20.97	0.000 4	* *
AB	13.85	1	13.85	4.23	0.058 8	
AC	43.23	1	43.23	13.21	0.002 7	* *
AD	3.02	1	3.02	0.921 5	0.353 4	

表3(续)

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
BC	0.006 0	1	0.006 0	0.001 8	0.966 4	
BD	21.84	1	21.84	6.67	0.021 7	*
CD	8.09	1	8.09	2.47	0.138 3	
A ²	232.63	1	232.63	71.08	<0.000 1	**
B ²	335.08	1	335.08	102.38	<0.000 1	**
C ²	115.87	1	115.87	35.40	<0.000 1	**
D ²	46.48	1	46.48	14.20	0.002 1	**
残差	45.82	14	3.27			
失拟项	39.98	10	4.00	2.74	0.172 0	不显著
纯误差	5.84	4	1.46			
总方差	750.35	28				

注:“**”表示差异极显著($P<0.01$);“*”表示差异显著($P<0.05$)。

3.2.3 各因素交互作用的响应面分析

各因素交互作用的响应面结果详见 OSID 科学数据与内容附 2。等高线若呈椭圆形,表示这两个因素之间的交互作用极为显著;若呈圆形,则表示交互作用较不显著^[26]。响应面的陡峭程度反映了不同因素对火龙果色素唇膏感官评分的影响程度。坡度越陡峭,表明该因素对结果的影响越大;反之,则说明影响较小^[27]。由图可见,蜂蜡与椰子油、蜂蜡与火龙果色素、椰子油与可可脂,以及可可脂与火龙果色素的响应面曲面坡度较为平缓,且等高线近似圆形,说明这两种交互作用对感官评分的影响较弱。蜂蜡与可可脂、椰子油与火龙果色素的响应面曲面坡度陡峭,等高线图呈椭圆形,说明这两种交互作用对感官评分的影响显著。响应面分析结果与表 3 中的模型方差分析结果一致。

3.2.4 验证试验

通过 Design Expert 软件分析计算,得到火龙果色素唇膏的最佳工艺条件为蜂蜡添加量 3.982 g,椰子油添加量 12.046 g,可可脂添加量 1.009 g,火龙果色素添加量 0.954 g。在此优化条件下,唇膏的感官评分达到了 95.51。

根据实际操作的可行性,将加工工艺条件调整为蜂蜡添加量 3.98 g、椰子油添加量 12.05 g、可可脂添加量 1.00 g、火龙果色素添加量 0.95 g。在此工艺条件下进行验证实验,得到火龙果色素唇膏的感官评分为 95.07,与预测值接近,具有一定的实际应用价值。

3.3 唇膏品质构分析

硬度反映了唇膏的坚实程度,并影响唇膏涂抹的顺滑度,弹性高的唇膏不易断裂,内聚性高的唇膏在涂抹后不易破裂或脱落,胶着性好的唇膏能够长时间保持在嘴唇上且不易被水或食物擦掉。在最优工艺条件下制备的火龙果色素唇膏硬度为 1.03 N,弹性为 0.54,胶着性为 0.16 N,内聚性为 0.16(见表 4)。这款唇膏的硬度适中,弹性较好,胶着性和内聚性表现良好,具有较好的涂抹体验和持久性。结合李珊珊等^[28]和赵洪运等^[29]等前期文献,质构分析未在唇膏评价中进行应用。本研究创新性的采用该指标评价唇膏,为唇膏的综合评价提供方法参考。

表 4 火龙果色素唇膏质构数据

Table 4 Texture data of the pitaya pigment lipstick

硬度/N	弹性	胶着性/N	内聚性
1.030±0.023	0.540±0.021	0.160±0.009	0.160±0.015

4 结论

本研究以火龙果色素为原料制备唇膏。通过单因素实验及响应面试验,优化得唇膏的最佳制备工艺。以 19 g 唇膏计,各组分质量分数配比为:蜂蜡 22.14%,椰子油 67.02%,可可脂 5.56%,火龙果色素 5.28%。在该条件下制备的唇膏质地丝滑,膏体软硬适中,色泽性质稳定,对皮肤无不良影响。将天然来源的火龙果色素应用于唇膏产品中,符合当代人对健康、绿色和天然的追求。本研究对拓展火龙果果皮的利用途径、提高产品附加值具有重要的参考价值。

参考文献:

- [1]王博,汪子涵,叶敏,等. 火龙果色素提取工艺及其稳定性研究[J]. 山东化工, 2024, 53(14): 29-32. DOI: 10.19319/j.cnki.issn.1008-021x.2024.14.069.
- [2]FERRERES F, GROSSO C, GIL-IZQUIERDO A, et al. Optimization of the recovery of high-value compounds from pitaya fruit by-products using microwave-assisted extraction[J]. Food Chemistry, 2017, 230: 463-474. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.03.061.
- [3]EL-NASHAR H A S, AL-AZZAWI M A, AL-KAZZAZ H H, et al. HPLC-ESI/MS-MS metabolic profiling of white pitaya fruit and cytotoxic potential against cervical cancer: Comparative studies, synergistic effects, and molecular mechanistic approaches[J]. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2024, 244: 116121. DOI: 10.1016/j.jpba.2024.116121.
- [4]林润婷,梁家嘉,莫雨杏,等. 火龙果果皮红色素抑菌活性及对鲮鱼肉新鲜度的指示效应[J]. 食品工业科技, 2024, 45(11): 64-71. DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2023060305.
- [5]NUR M A, UDDIN M R, MEGHLA N S, et al. *In vitro* anti-oxidant, anti-inflammatory, anti-bacterial, and cytotoxic effects of extracted colorants from two species of dragon fruit (*Hylocereus* spp.)[J]. Food Chemistry Advances, 2023, 2: 100318. DOI: 10.1016/j.focha.2023.100318.
- [6]胡元庆,王建芸,李凤霞. 微波辅助法提取火龙果果皮色素及其功能活性研究[J]. 食品工业科技, 2020, 41(23): 182-188. DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2020040095.
- [7]宋海昭. 火龙果甜菜红素提取物对肥胖的干预作用及相关机理研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
- [8]陈冠林. 红肉火龙果色素提取、纯化及其抗氧化、降血脂作用的研究[D]. 广州: 广东药学院, 2013.
- [9]SHIAU S Y, LI G-H, PAN W-C, et al. Effect of pitaya peel powder addition on the phytochemical and textural properties and sensory acceptability of dried and cooked noodles[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2020, 44(7): e14491. DOI: 10.1111/jfpp.14491.
- [10]CUNHA L C M, MONTEIRO M L G, COSTA-LIMA B R C, et al. Effect of microencapsulated extract of pitaya (*Hylocereus costaricensis*) peel on oxidative quality parameters of refrigerated ground pork patties subjected to UV-C radiation[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2021, 45. DOI: 10.1111/jfpp.15272.
- [11]VIJAYAKUMAR R, ABD GANI S S, ZAIDAN U H, et al. Exploring the potential use of *Hylocereus polyrhizus* peels as a source of cosmeceutical sunscreen agent for its antioxidant and photoprotective properties [J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2020, 2020: 7520736. DOI: 10.1155/2020/7520736.
- [12]NISHIKITO D F, BORGES A C A, LAURINDO L F, et al. Anti-inflammatory, antioxidant, and other health effects of dragon fruit and potential delivery systems for its bioactive compounds [J]. Pharmaceutics, 2023, 15(1): 159. DOI: 10.3390/pharmaceutics15010159.
- [13]蒋边. 火龙果色素研究进展[J]. 食品工程, 2015(4): 6-10. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6044.2015.04.003.
- [14]JIANG H T, ZHANG W L, LI X X, et al. Nutrition, phytochemical profile, bioactivities and applications in food industry of pitaya (*Hylocereus* spp.) peels: A comprehensive review[J]. Trends in Food Science & Technology, 2021, 116: 199-217. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.06.040.
- [15]SARAF S, JESWANI G, KAUR C D, et al. Development of novel herbal cosmetic cream with *Curcuma longa* extract loaded

- transfersomes for antiwrinkle effect[J]. *Afr J Pharm Pharmacol*, 2011, 5(8): 1054-1062. DOI:10.5897/AJPP11.226
- [16]唐一诺,章肖肖,宋文文,等.胭脂虫红色素口红制备工艺优化及品质分析[J]. *中国食品添加剂*, 2024, 35(8): 139-147. DOI: 10.19804/j.issn1006-2513.2024.8.018.
- [17]邓丽莎,韩梅芳,任江陵,等.杜鹃花中色素的提取及应用初探[J]. *轻工科技*, 2022, 38(2): 5-8.
- [18]陈志华,杜晶.变色口红研究[J]. *香料香精化妆品*, 2021(2): 40-44. DOI: 10.3969/j.issn.1000-4475.2021.02.007.
- [19]申慧如,刘亚星,杨丽霞,等.番茄色素的提取及口红的研制[J]. *天津农学院学报*, 2020, 27(2): 66-71. DOI: 10.19640/j.cnki.jtau.2020.02.015.
- [20]米红波,王聪,赵博,等.大豆油、亚麻籽油和紫苏籽油对草鱼鱼糜品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2017, 38(18): 60-64. DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2017.18.012.
- [21]NONG Y, MALOH J, NATARELLI N, et al. A review of the use of beeswax in skincare[J]. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 2023, 22(8): 2166-2173. DOI: 10.1111/jocd.15718.
- [22]KASPARAVICIENE G, SAVICKAS A, KALVENIENE Z, et al. Evaluation of beeswax influence on physical properties of lipstick using instrumental and sensory methods[J]. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016, 2016: 3816460. DOI: 10.1155/2016/3816460.
- [23]MOHAMMAD AZMIN S N H, YOSRI N A, SULAIMAN N S, et al. Sensory evaluation of appearance and texture of carrot lip balms containing virgin coconut oil[J]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, 549(1): 012071. DOI: 10.1088/1755-1315/549/1/012071.
- [24]陈莉纯,刘敬科,贾艳菊,等.响应面法优化橄榄油/椰子油微胶囊纳米乳液配方[J]. *粮食与油脂*, 2024, 37(10): 48-54.
- [25]吕亚文,朱文娴,廖红梅.火龙果来源甜菜红素的研究及应用进展[J]. *食品与发酵工业*, 2024, 50(4): 356-364. DOI: 10.13995/j.cnki.11-1802/ts.034586.
- [26]李云崧,杨曦,刘江,等.超声波辅助碱法提取美藤果分离蛋白及其加工性质研究[J]. *食品与发酵工业*, 2021, 47(9): 128-135. DOI: 10.13995/j.cnki.11-1802/ts.025990.
- [27]王悦,王亚倩,丁银,等.Box-Behnken响应面法优化大籽蒿膏的炮制工艺及其质量控制研究[J]. *中国新药杂志*, 2025, 34(1): 94-101. DOI: 10.20251/j.cnki.1003-3734.2025.01.014.
- [28]李姗姗,侯刚强,支云龙,等.玫瑰抗氧化纯天然植物口红制备工艺研究[J]. *广州化工*, 2024, 52(19): 35-37.
- [29]赵洪运,耿立,柳丹彤,等.菌物口红的制备工艺探索[J]. *食药用菌*, 2024, 32(6): 402-407.

