

玫瑰精油的提取工艺优化及其在精油窖制花茶中的应用研究

杨玮洁, 周易*, 李蝶妮#

浙江农林大学暨阳学院, 浙江 诸暨

收稿日期: 2025年5月12日; 录用日期: 2025年6月11日; 发布日期: 2025年6月23日

摘 要

为提高玫瑰精油提取效率并拓展其在花茶加工中的应用, 以墨红玫瑰为研究对象, 采用微波辅助水蒸气蒸馏法, 系统分析微波功率、微波时间、玫瑰原料和蒸馏水料液比及氯化钠浓度对精油提取率的影响。通过正交试验确定了最佳提取工艺为: 微波预处理功率300 w, 微波预处理时间90 s, 料液比1:7 (g/mL), 氯化钠6%。在此基础上, 以感官评分为指标, 在正交试验中确定精油窖制花茶最佳工艺为: 精油添加量2 mL、窖制时间10 h、温度40°C, 所得花茶香气层次丰富、口感清雅。本研究不仅提高了玫瑰精油的提取效率, 还为植物精油在食品工业中的应用开辟了新途径。为花茶窖制工艺的优化提供了科学依据, 具有重要的应用价值。

关键词

墨红玫瑰, 微波辅助, 玫瑰精油, 花茶窖制

Optimization of Rose Essential Oil Extraction Technology and Its Application in the Aromatization of Flower Tea through Essential Oil Scenting

Weijie Yang, Yi Zhou*, Diewei Li#

Jiyang College, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Zhuji Zhejiang

Received: May 12th, 2025; accepted: Jun. 11th, 2025; published: Jun. 23rd, 2025

*共同一作。

#通讯作者。

文章引用: 杨玮洁, 周易, 李蝶妮. 玫瑰精油的提取工艺优化及其在精油窖制花茶中的应用研究[J]. 微生物前沿, 2025, 14(2): 92-103. DOI: 10.12677/amb.2025.142012

Abstract

To improve rose essential oil extraction efficiency and explore its application in floral tea processing, microwave-assisted steam distillation was employed using Rosa “Crimson Glory”. The effects of microwave power, irradiation time, solid-liquid ratio, and sodium chloride concentration on extraction yield were systematically investigated. Orthogonal experiments determined the optimal extraction parameters as follows: microwave power 300 W, irradiation time 90 s, solid-liquid ratio 1:7 (g/mL), and NaCl concentration 6%. Subsequent orthogonal experiments with sensory evaluation optimized the scenting process, identifying key parameters: essential oil dosage 2 mL, aromatization time 10 h, and temperature 40°C. The resulting tea exhibited a multilayered floral aroma and refreshing palate, demonstrating superior sensory quality over traditional methods. The research findings demonstrated that this method not only enhances the extraction efficiency of rose essential oil but also paves a novel pathway for the utilization of plant essential oils in the food industry. Additionally, it offers a scientific foundation for optimizing the process of flower tea scenting, thereby holding significant application value.

Keywords

Rosa “Crimson Glory”, Microwave Assisted, Rose Essential Oil, Flower Tea Scenting

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

玫瑰具有重要的药用价值, 研究发现玫瑰中的活性成分对人体中枢神经系统、心血管系统以及内分泌系统具有保护和调节作用, 能够抗疲劳、抗抑郁、抗肿瘤并提高人体免疫力[1]。玫瑰精油富含多种生物活性成分, 具有显著的抗菌、抗氧化、杀虫等药理活性, 在食品保鲜领域也展现出良好的应用潜力[2]-[5]。墨红玫瑰因精油含量高、香气持久等特点, 是提取玫瑰精油的理想原料[6]。然而, 水蒸气蒸馏、溶剂萃取等传统提取方法存在提取时间长、效率低、精油成分挥发等问题[7]。为了提高精油提取效率, 超声-微波辅助萃取、固相萃取等新技术应运而生并得到广泛应用。周亚军[8]等人通过高压脉冲电场(PEF)协同酶法优化玫瑰精油提取工艺, 其提取率比水蒸气蒸馏和酶辅助水蒸气蒸馏提取法分别提高了约43.83%和20.48%, 不仅提取时间分别节省了25%和40%, 还使精油成分释放更充分。Fengping Yi [9]等研究了分子蒸馏(MD)对玫瑰精油得率的影响, 发现该方法可以得到较高抗氧化和抗菌活性的17个玫瑰精油组分, 有潜力将玫瑰精油加工成为新型天然抗氧化和抗菌药物。综合考虑生产成本和技术可行性, 决定采用微波辅助水蒸气蒸馏法, 改良传统提取工艺, 为高效生产玫瑰精油提供了技术参考。

花茶作为再加工茶类的重要品类, 通过窈制工艺将茶叶的鲜爽特性和鲜花的香气特征结合。目前, 我国花茶产业仍以茉莉花和桂花窈制绿茶、红茶为主, 存在产品同质化严重、风味缺少地域特色等问题[10][11]。玫瑰花茶具有清肝解毒、解郁安神以及护肤、美容等多种生理功效[12], 是近年来发展迅猛的新加工方向, 具有巨大的发展潜力。玫瑰窈制花茶工艺早在明代《茶谱》和《考槃馀事》等古籍中便有详细记载[13]。然而, 传统窈制工艺存在明显的局限: 新鲜花瓣未能及时处理或烘干方式不当, 会使鲜花中的风味物质损失[14], 使花茶香气保留不足、生产效率低下, 影响花茶的品质。目前已有研究者对此做出了改良:

孟鑫[15]等创新性地采用玫瑰细胞液赋香,提高了花茶中氨基酸、茶多酚的含量,在提高品质和香气中具有明显的优势。而玫瑰精油的香气成分更加稳定,也可以克服传统花茶工艺的缺点,为花茶窈制工艺的工业化提供了优化思路[16]。Longjie Xu 等人[17]开发茉莉精油-酪蛋白纳米颗粒(JEO-CS-NPs)用于茉莉花茶的窈制,FD-JEO-CS-NPs 能持续释放精油达 60 天。这些纳米颗粒和茶叶一起密封包装在室温下保存 50~60 天后,茶叶仍能有效吸附并保留芳香化合物,呈现良好的茉莉花香,改良了传统窈制技术。

2. 材料与方法

2.1. 主要材料与试剂

墨红玫瑰:云南;氯化钠:天津市众联化学试剂有限公司;石油醚:国产分析纯,广州市锦源化学有限公司;无水硫酸钠:天津市北辰方正试剂厂;正山小种红茶:湖南星火茶业有限公司;玫瑰精油(食品级):温州乾睿商贸有限公司。

2.2. 主要仪器与设备

JJ224BC 型电子分析天平:常熟市双杰测试仪器厂;JCS-Z1 型电子精准天平:永康市珠恒电子有限公司;DZTW500mL 型电热套:上海力辰邦西仪器科技有限公司;G70F20CN1L-DG 型微波炉:格兰仕微波炉电器有限公司;RE-52A 型旋转蒸发仪:上海亚荣生化仪器厂;SHZ-III型循环水真空泵:上海亚荣生化仪器厂;GZX-9076MBE 型电热鼓风干燥箱:上海博迅实业有限公司医疗设备厂;Φ15 cm 型定性滤纸:杭州富阳北木浆纸有限公司。

2.3. 试验条件

2.3.1. 提取玫瑰精油

取新鲜玫瑰,去除杂质和花萼,称取 50 g 花瓣,破碎后转移至陶瓷研钵中,加入一定量蒸馏水和氯化钠后进行微波加热预处理。将预处理后的样品转移至圆底烧瓶,连接蒸馏装置蒸馏 1.5 h。蒸馏完成后,使用有机溶剂对提取液进行萃取分离。在萃取液中加入无水硫酸钠,静置 2 h 后过滤。将滤液旋蒸浓缩,最后获得玫瑰精油样品。使用分析天平(精度 0.0001 g)对精油进行精密称量,并按以下公式计算提取率:

$$\text{精油提取率} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100\%$$

式中: m_1 为萃取前瓶子质量; m_2 为萃取后瓶子质量; m 为玫瑰样品的质量,以上单位均为 g。

2.3.2. 玫瑰精油提取单因素实验

(1) 微波功率对玫瑰精油提取率的影响测定方法如下:称取 50 g 玫瑰花瓣,按照 1:6 的料液比加入蒸馏水,添加氯化钠使浓度达到 6%。将微波功率分别设置为 100 w、200 w、300 w、400 w、500 w,预处理 120 s 后进行水蒸气蒸馏。按照 1.3.1 的处理方法得到玫瑰精油,计算提取率。(2) 微波时间对玫瑰精油提取率的影响测定方法如下:称取 50 g 玫瑰花瓣,按照 1:6 的料液比加入蒸馏水,添加氯化钠使浓度达到 6%。将微波功率设置为 300 w,处理时间分别为 30 s、60 s、90 s、120 s、150 s 后进行水蒸气蒸馏。按照 1.3.1 的处理方法得到玫瑰精油,计算提取率。(3) 料液比对玫瑰精油提取率的影响测定方法如下:称取 50 g 玫瑰花瓣,分别按照 1:4、1:5、1:6、1:7、1:8 的料液比加入蒸馏水,添加氯化钠使浓度达到 6%。将微波功率设置为 300 w,预处理 120 s 后进行水蒸气蒸馏。按照 1.3.1 的处理方法得到玫瑰精油,计算提取率。(4) 氯化钠浓度对玫瑰精油提取率的影响测定方法如下:称取 50 g 玫瑰花瓣,按照 1:6 的料液比加入蒸馏水,添加氯化钠使浓度分别达到 0%、1.5%、3%、4.5%、6%。将微波功率设置为 300 w,预处理 120 s 后进行水蒸气蒸馏。按照 1.3.1 的处理方法得到玫瑰精油,计算提取率。

2.3.3. 玫瑰精油提取正交实验

在单因素试验的基础上，确定微波预处理功率(A)、微波预处理时间(B)、料液比(C)、氯化钠浓度(D)条件在正交试验中的范围。以玫瑰精油的提取率为指标，通过正交试验确定提取玫瑰精油的最优提取工艺参数。选用正交表 $L_9(3^4)$ ，因素水平表，见表 1。

Table 1. Orthogonal test table for rose essential oil extraction
表 1. 玫瑰精油提取正交试验表

水平	微波预处理功率(w)	微波预处理时间(s)	料液比(g/mL)	氯化钠浓度(%)
1	300	90	1:6	3
2	400	120	1:7	4.5
3	500	150	1:8	6

2.3.4. 玫瑰精油窰制花茶单因素实验设计

(1) 窰制温度对窰制花茶品质的影响测定方法如下：称取 30 g 红茶茶叶，装入密封玻璃瓶中，将 2 mL 玫瑰精油滴加在滤纸上，与茶叶共同置于密封玻璃瓶中。将装有样品的玻璃瓶分别置于 25℃、30℃、35℃、40℃、45℃ 的恒温烘干箱中窰制 8 h。(2) 窰制时间对窰制花茶品质的影响测定方法如下：称取 30 g 红茶茶叶，装入密封玻璃瓶中，将 2 mL 玫瑰精油滴加在滤纸上，与茶叶共同置于密封玻璃瓶中。将装有样品的玻璃瓶置于 35℃ 恒温烘干箱中分别窰制 4 h、6 h、8 h、10 h、12 h。(3) 精油添加量对窰制花茶品质的影响测定方法如下：称取 30 g 红茶茶叶装入密封玻璃瓶中，分别取 0.5 mL、1 mL、1.5 mL、2 mL、2.5 mL 精油滴加在滤纸上，与茶叶共同置于密封玻璃瓶中。将装有样品的玻璃瓶置于 35℃ 恒温烘干箱中窰制 8 h。

2.3.5. 玫瑰精油窰制花茶正交实验

根据单因素结果筛选出窰制时间(A)、窰制温度(B)、以及精油添加量(C)的最佳范围，进行 $L_9(3^3)$ 正交试验，以确定最佳窰制工艺。以感官评定得分为最终指标，正交试验因素水平表见表 2。

Table 2. Orthogonal test table for scenting of rose flower tea
表 2. 玫瑰花茶窰制正交试验表

水平	窰制时间(h)	窰制温度(℃)	精油添加量(mL)
1	6	35	1.5
2	8	40	2
3	10	45	2.5

2.3.6. 感官评定

本研究依据 GB/T 23776-2018《茶叶感官审评方法》标准，结合玫瑰花茶的品质特征，制定了专门的感官评定表，见表 3。

Table 3. Sensory evaluation table
表 3. 感官评定表

评分指标	评分标准	分值
色泽(15)	茶汤红亮，清澈无杂质	12~15 分
	茶汤橙红，汤色较淡，略有杂质	6~11 分
	茶汤颜色过深或过淡，浑浊有杂质	0~5 分

续表

香气(40)	香气浓郁, 玫瑰香与茶香协调	30~40 分
	香气较淡, 玫瑰香和茶香融合一般	15~29 分
	香气微弱, 玫瑰香和茶香融合差	0~14 分
滋味(45)	茶味醇厚饱满, 玫瑰味充盈口腔	35~45 分
	茶味略涩口厚度适中, 稍带玫瑰香	20~34 分
	茶味酸涩, 花味淡薄	0~19 分

3. 结果与分析

3.1. 玫瑰精油提取单因素实验结果

3.1.1. 不同微波功率对玫瑰精油提取率的影响

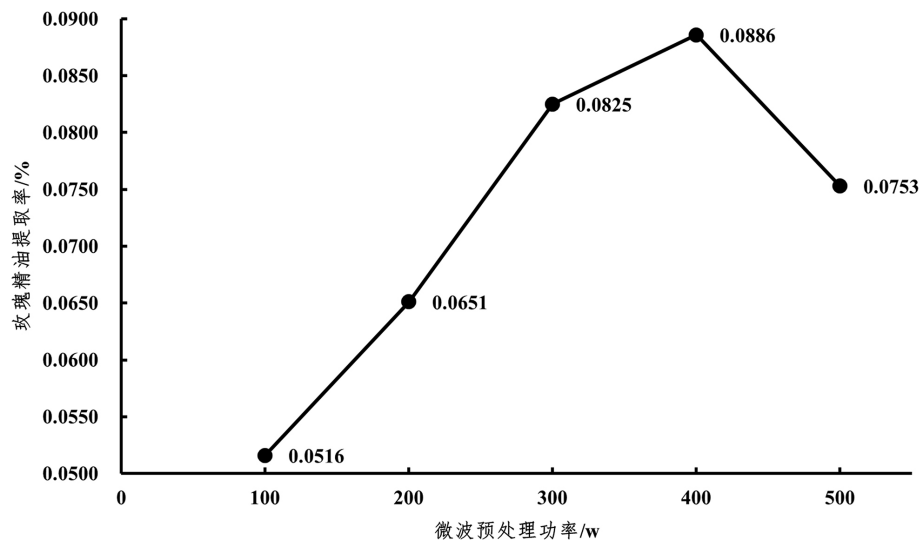


Figure 1. Effect of microwave pretreatment power on extraction rate of rose essential oil
图 1. 微波预处理功率对玫瑰精油提取率的影响

如图 1 所示, 在 100~300 W 功率范围内, 提取率呈现上升趋势, 这是因为微波的电磁场导致细胞中的极性分子高频振动, 产生介电热, 同时非热效应引起细胞膜脂质双分子层结构紊乱, 加速细胞壁果胶多糖的 β -1,4 糖苷键断裂。这些作用增加了细胞通透性, 促进精油成分的释放[18]。当微波预处理功率为 400 W 时, 精油提取率达到最大值 0.0886%。当功率为 500 W 后, 提取率小幅下降, 为 0.0753%, 这可能是由于过高的微波功率导致精油中的热敏性成分发生降解, 从而降低了有效提取量。综合考虑提取效率与生产成本, 本试验确定 400 w 为最佳微波预处理功率。

3.1.2. 不同微波时间对玫瑰精油提取率的影响

如图 2 所示, 微波处理时间在 30 s 到 120 s 玫瑰精油提取率呈上升曲线。这一结果可归因于微波持续介电加热使溶剂渗透与扩散的增强。同时造成果胶多糖降解、脂质分子层紊乱都促进精油分子的释放, 处理时间越长, 结构破坏越彻底[18]。处理时间为 120 s 时精油提取率最高为 0.0927%。但当微波处理时间超过 120 s 后, 提取率显著下降至 0.0772%, 这可能是由于过长的微波作用导致精油成分挥发损失, 从而降低了提取效率。综合考虑提取效率与生产成本, 本试验确定 120 s 为最佳微波预处理时间。

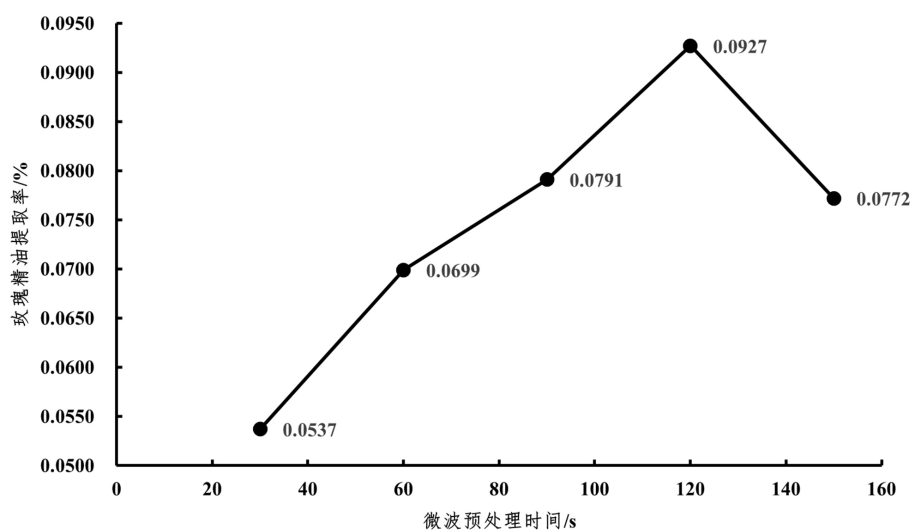


Figure 2. Effect of microwave pretreatment time on extraction rate of rose essential oil
图 2. 微波预处理时间对玫瑰精油提取率的影响

3.1.3. 不同料液比对玫瑰精油提取率的影响

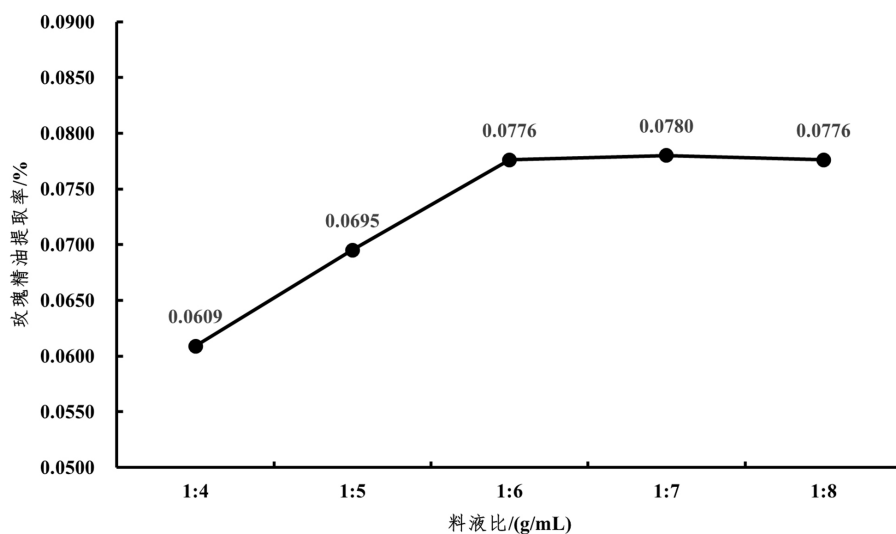


Figure 3. Effect of solid-liquid ratio on extraction rate of rose essential oil
图 3. 料液比对玫瑰精油提取率的影响

如图 3 所示, 玫瑰精油提取率会随着料液比的变化先上升后略微下降。这是因为当料液比的范围在 1:4 (g/mL) 到 1:7 (g/mL) 时, 水量不足, 原料与溶剂的接触面积较小, 导致精油释放不充分。随着料液比的增大, 物料与溶剂的接触面积增大使得浸润度增加, 促进了精油分子的充分释放。当料液比增至 1:7 (g/mL) 时精油完全溶出所以提取率达到峰值。当料液比超过临界值时, 蒸馏水量过大使得冷凝过程夹带的挥发性物质含量相对减少, 同时溶剂对精油的溶解能力趋于饱和, 传质效率显著下降, 所以提取率变化不大[19]。综合考虑提取效率与生产成本, 本试验确定 1:7 (g/mL) 为最佳料液比参数。

3.1.4. 不同氯化钠浓度对玫瑰精油提取率的影响

如图 4 所示, 对比未添加氯化钠的实验组和添加氯化钠的实验组的精油提取率, 可知适量添加氯化

钠能显著提高精油提取率。精油提取率随氯化钠浓度变化而上升，当氯化钠浓度在 4.5%时精油提取率最高。 Na^+ 和 Cl^- 通过渗透作用进入玫瑰细胞，破坏细胞膜同时降低细胞壁的水合能力使精油释出[20]。同时 Na^+ 与水分子的强结合减少游离水，降低非极性精油成分在水中的溶解度，显著提升油水两相分离效率[21]。氯化钠浓度超过 4.5%后精油提取率大幅度下降，因为氯化钠浓度过高时不仅抑制玫瑰的出油率，还提高料液沸点，最终导致提取效率下降[22]。

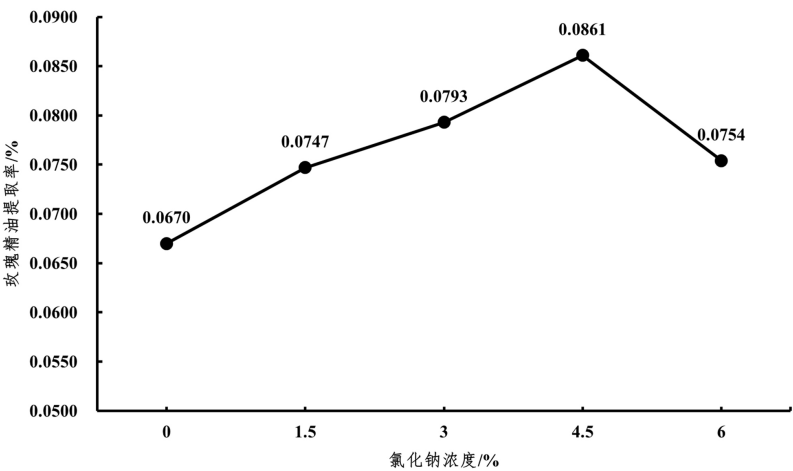


Figure 4. Effect of sodium chloride concentration on extraction rate of rose essential oil
图 4. 氯化钠浓度对玫瑰精油提取率的影响

3.2. 玫瑰精油提取正交试验结果分析

Table 4. Analysis table of orthogonal test results for rose essential oil extraction rate
表 4. 玫瑰精油提取率正交试验结果分析表

试验号	A	B	C	D	玫瑰精油提取率%
1	1	1	1	1	0.0815
2	1	2	2	2	0.0774
3	1	3	3	3	0.0836
4	2	1	2	3	0.0854
5	2	2	3	1	0.0708
6	2	3	1	2	0.0804
7	3	1	3	2	0.0746
8	3	2	1	3	0.0702
9	3	3	2	1	0.0715
K ₁	0.2425	0.2415	0.2321	0.2238	
K ₂	0.2366	0.2184	0.2343	0.2324	
K ₃	0.2163	0.2355	0.2290	0.2392	
$\bar{K}_1$	0.0810	0.0800	0.0770	0.0750	
$\bar{K}_2$	0.0790	0.0730	0.0780	0.0770	
$\bar{K}_3$	0.0720	0.0780	0.0760	0.0800	
R	0.0090	0.0070	0.0020	0.0050	
主次顺序	A > B > D > C				
最优组合	A ₁ B ₁ C ₂ D ₃				

根据表 4 所示, 精油提取率最高的是 $A_2B_1C_2D_3$ 。通过对极差 R 值的对比得到对玫瑰精油提取率的影响因素的顺序依次为 A (微波预处理功率) > B (微波预处理时间) > D (氯化钠浓度) > C (料液比)。通过对 K 值的对比得到最优组合为 $A_1B_1C_2D_3$, 由于正交试验表中未出现此组合试验, 因此追加验证试验见表 5。

Table 5. Analysis of validation test results for rose essential oil extraction

表 5. 玫瑰精油提取验证试验结果分析表

组号	组合	玫瑰精油提取率(%)
1	$A_2B_1C_2D_3$	0.0854
2	$A_1B_1C_2D_3$	0.0862

结果所示组合 $A_1B_1C_2D_3$ 得到的玫瑰精油提取率高于正交试验表中配比 $A_2B_1C_2D_3$ 。由此可得: 玫瑰精油提取的最佳工艺为: $A_1B_1C_2D_3$, 即微波预处理功率 300 w, 微波预处理时间为 90 s, 料液比为 1:7 (g/mL), 氯化钠浓度为 6%。

3.3. 玫瑰精油窰制花茶单因素实验结果

3.3.1. 窰制时间对花茶风味的影响

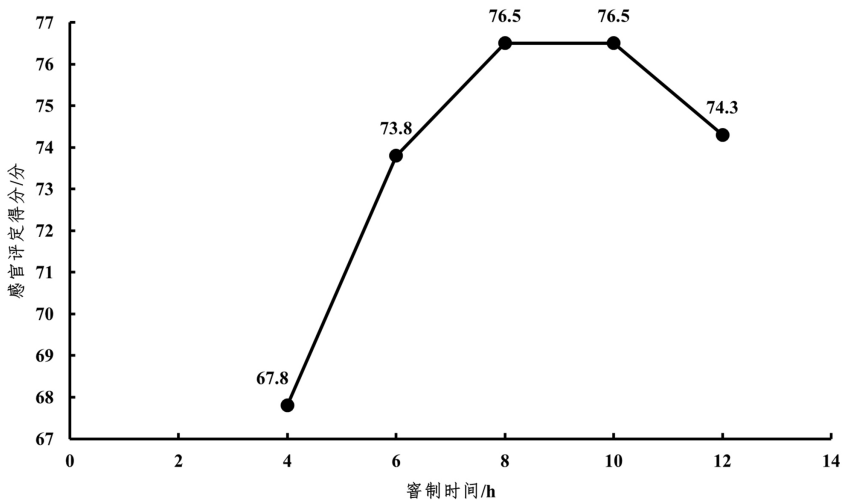


Figure 5. Effect of scenting time on sensory quality of rose flower tea

图 5. 窰制时间对玫瑰花茶感官品质的影响

结果如图 5 所示, 花茶感官评分呈先上升后下降的趋势。窰制工艺的核心是茶叶对玫瑰精油中挥发性香气成分的吸附与固定, 若时间过短, 则茶叶的吸附位点未完全暴露, 茶叶中多酚、氨基酸等呈味物质未与花香成分充分结合[12]。而窰制时间过长会导致精油中的挥发性香气成分过度挥发, 香气强度减弱, 同时茶叶中的氨基酸、可溶性糖等呈味物质在长时间窰制中可能被消耗或转化, 导致茶汤滋味淡薄、鲜爽感下降。窰制时间在 8 h 到 10 h 范围内, 茶叶的吸附速率与解吸速率趋于动态平衡, 香气成分的吸附量接近最大值。茶多酚与单萜醇类通过氢键或 $\pi-\pi$ 堆积形成稳定复合物, 减缓香气挥发。此时花茶品质趋于稳定[23]。窰制时间过短或过长都会导致感官评分降低, 因此确定 6 h、8 h、10 h 的窰制时间作为正交试验的三个水平。

3.3.2. 窰制温度对花茶风味的影响

结果如图 6 所示, 花茶感官评分的曲线趋势是先上升后平缓下降。窰制温度为 40℃ 时感官评分最高,

30℃~35℃和 40℃~45℃区间温度变化都比较平缓。温度是窈制过程中一个关键因素，窈制温度低，香气分子的扩散速率受限，茶叶吸附速率不足，导致香气仅附着于表面，未能深入茶叶孔隙。此时，范德华力作用的物理吸附占主导，但吸附量未达饱和，花香表现淡薄，滋味层次单一[24]。而窈制温度过高会导致香气分子的挥发茶叶吸附不足，花香淡薄。茶叶在高温中多酚氧化酶活性增强加速茶多酚转化为茶黄素、茶红素，茶汤苦涩味加重，影响口感[25]。综上所述，因此确定 35℃、40℃、45℃的窈制时间作为正交试验的三个水平。

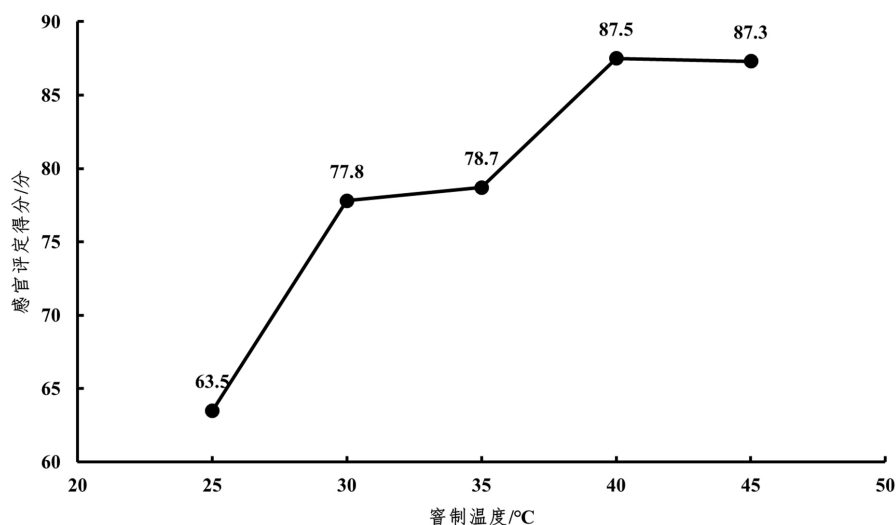


Figure 6. Effect of scented temperature on sensory quality of rose flower tea
图 6. 窈制温度对玫瑰花茶感官品质的影响

3.3.3. 精油添加量对花茶风味的影响

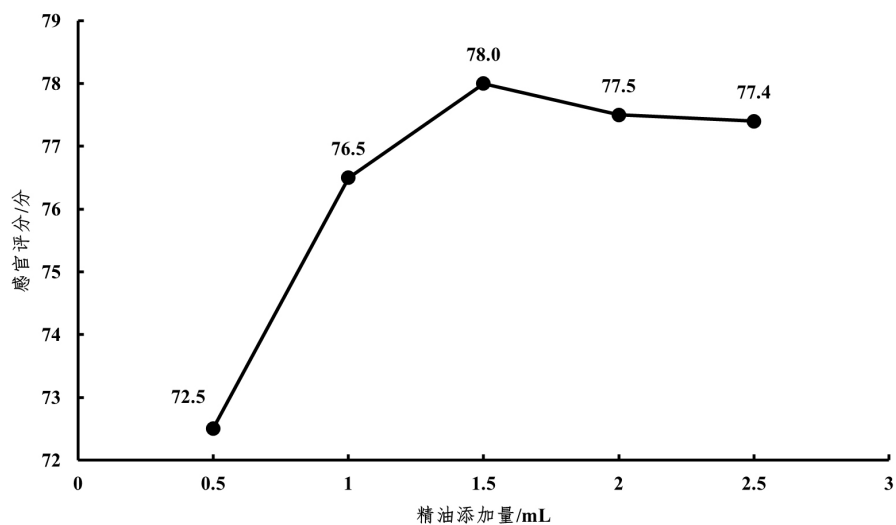


Figure 7. Effect of essential oil additive amount on sensory quality of rose flower tea
图 7. 精油添加量对玫瑰花茶感官品质的影响

结果如图 7 所示，花茶感官评分呈先上升后降低的趋势。添加适量的玫瑰精油可以赋予红茶独特的风味，所以感官评分上升，最高感官评分为精油添加量为 1.5 mL 时。但随着精油浓度的增加，花茶香气

浓度过高，覆盖茶叶本身的天然香气，破坏花香和茶香的层次感，同时高浓度香气会引起嗅觉疲劳，降低愉悦度。在口感上过高的精油添加量可能改变茶汤的口感，加剧茶多酚的涩感，掩盖茶汤原先鲜爽滋味。因此确定 1 mL、1.5 mL、2 mL 的玫瑰精油添加量作为正交试验的三个水平。

3.4. 精油窰制花茶正交试验结果分析

Table 6. Orthogonal test result for scenting flower tea with essential oil
表 6. 精油窰制花茶正交试验结果表

试验号	A	B	C	感官评定分数
1	1	1	1	69.6
2	1	2	2	79.5
3	1	3	3	68.3
4	2	1	2	71
5	2	2	3	74.8
6	2	3	1	71.5
7	3	1	3	75.2
8	3	2	1	83
9	3	3	2	74.8
K ₁	217.4	215.8	224.1	
K ₂	217.3	237.3	225.3	
K ₃	233	214.6	218.3	
$\bar{K}_1$	72.467	71.933	74.700	
$\bar{K}_2$	72.433	79.100	75.100	
$\bar{K}_3$	77.667	71.533	72.767	
R	5.234	7.567	2.333	
主次顺序		B > A > C		
最优组合		A ₃ B ₂ C ₂		

根据表 6 结果所示，感官评分最高的是 A₃B₂C₁。通过对极差 R 值的对比得到对窰制花茶口感和风味的影响因素的顺序依次为 B (窰制温度) > A (窰制时间) > C (玫瑰精油添加量)。通过对 K 值的对比得到最优组合为 A₃B₂C₂，由于正交试验表中未出现此组合试验，因此追加验证试验见表 7。

Table 7. Analysis of validation test results for scenting of rose flower tea
表 7. 玫瑰花茶窰制验证试验结果分析表

组号	组合	感官评定得分
1	A ₃ B ₂ C ₁	83
2	A ₃ B ₂ C ₂	85.8

根据感官评定结果所示组合 A₃B₂C₂ 窰制得到的玫瑰花茶感官评分高于正交试验表中配比 A₃B₂C₁。由此可得：窰制玫瑰花茶的最佳工艺为：A₃B₂C₂，即窰制时间 10 h，窰制温度 40℃，玫瑰精油添加量 2 mL。

4. 结论

本研究以新鲜的云南墨红玫瑰为原料, 采用微波辅助水蒸馏法优化了玫瑰精油提取工艺, 确定最佳工艺组合为微波预处理功率 300 W, 微波预处理时间 90 s, 料液比 1:7 (g/mL), 氯化钠浓度 6%。该条件下玫瑰精油提取率达 0.0862%。大于试验所测的所有试验组的精油提取率, 提高提取效率的同时还兼顾了成本可控性, 为规模化生产提供了技术参考。不过研究仅以提取率为单一指标, 后续还需通过 GC-MS 分析不同工艺下精油组分变化。微波可能促使酯类水解为游离醇, 影响香气品质[26], 此类化学转化需在后续研究中重点探究。

玫瑰精油除气味芳香, 还具有舒缓、镇痛、抗痉挛、抗炎等功效。这些多样化的功能特性使其在医药、食品和化妆品等多个领域都具有重要的应用价值[27]。因此在精油窰制花茶的应用研究中, 创新性地将玫瑰精油与传统花茶窰制工艺结合, 筛选出最佳窰制玫瑰花茶的工艺: 窰制时间 10 h, 窰制温度 40℃, 玫瑰精油添加量 2 mL。该工艺下的玫瑰花茶香气有层次, 口感清雅。虽然有效解决了传统鲜花窰制中香气逸散率高、品质不稳定的技术瓶颈, 但是长期储存中的稳定性如何、香气分子存留时间还需进行加速老化测试。未来研究可针对生产时香气稳定性调控进行深入探讨, 并进一步探究不同植物精油复合窰制对花茶风味协同增效的影响。

基金项目

浙江省教育厅一般科研项目(Y202352649)。

参考文献

- [1] 蔡岩, 苗志伟. 玫瑰红景天药用历史及功能简介[J]. 化学通报, 2021, 84(10): 1108-1113+1119.
- [2] Katekar, V.P., Rao, A.B. and Sardeshpande, V.R. (2022) Review of the Rose Essential Oil Extraction by Hydrodistillation: An Investigation for the Optimum Operating Condition for Maximum Yield. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, **29**, Article 100783. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100783>
- [3] Venkatesha, K.T., Gupta, A., Rai, A.N., Jambhulkar, S.J., Bisht, R. and Padalia, R.C. (2022) Recent Developments, Challenges, and Opportunities in Genetic Improvement of Essential Oil-Bearing Rose (*Rosa damascena*): A Review. *Industrial Crops and Products*, **184**, Article 114984. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114984>
- [4] Chen, K., Zhang, M., Bhandari, B. and Mujumdar, A.S. (2021) Edible Flower Essential Oils: A Review of Chemical Compositions, Bioactivities, Safety and Applications in Food Preservation. *Food Research International*, **139**, Article 109809. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109809>
- [5] Isman, M.B. (2019) Commercial Development of Plant Essential Oils and Their Constituents as Active Ingredients in Bioinsecticides. *Phytochemistry Reviews*, **19**, 235-241. <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09653-9>
- [6] 宋佳, 孟庆华, 潘仙华. 玫瑰精油化学成分与香型特征的相关性研究[J]. 香料香精化妆品, 2018(1): 5-12+19.
- [7] Mohamadi, M., Shamspur, T. and Mostafavi, A. (2013) Comparison of Microwave-Assisted Distillation and Conventional Hydrodistillation in the Essential Oil Extraction of Flowers *Rosa damascena* Mill. *Journal of Essential Oil Research*, **25**, 55-61. <https://doi.org/10.1080/10412905.2012.751555>
- [8] 周亚军, 李圣桡, 王淑杰, 等. 高压脉冲电场协同酶法辅助提取玫瑰精油工艺优化[J]. 食品科学, 2020, 41(6): 270-277.
- [9] Yi, F., Sun, J., Bao, X., Ma, B. and Sun, M. (2019) Influence of Molecular Distillation on Antioxidant and Antimicrobial Activities of Rose Essential Oils. *LWT*, **102**, 310-316. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.051>
- [10] 李脉泉, 董云霞, 张灿, 等. 常见花茶的功能成分与生物活性研究进展[J]. 现代食品科技, 2022, 38(9): 361-373.
- [11] 唐晏, 吴雪飞, 刘骏锋, 等. “土特产”视域下茶产业的发展路径——以键为茉莉花茶为例[J]. 中国茶叶, 2024, 46(9): 77-82.
- [12] 王海燕, 吴普侠, 王海鹰, 等. 大马士革有机玫瑰红茶的窰制研究[J]. 中国农业文摘-农业工程, 2021, 33(2): 33-35.
- [13] 高歌. 中国古代花卉饮食研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 郑州大学, 2006.

- [14] 刘真, 汤晓娟, 王彬, 等. 基于风味成分分析的不同干燥方式玫瑰花茶鉴别技术研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(12): 3842-3849.
- [15] 孟鑫, 朱艳, 汪芳, 等. 窠制方式对玫瑰红茶品质的影响[J]. 中国食品学报, 2024, 24(4): 266-277.
- [16] 陈辽原, 王善甫, 章玉丽, 等. 苦水玫瑰精油分析及其色素的提取[J]. 化学世界, 2025, 66(3): 1-6.
- [17] Xu, L., Li, K., Xv, L., Zhang, H., Zhang, Y., Liu, X., *et al.* (2021) Preparation of Scented Teas by Sustained-Release of Aroma from Essential Oils-Casein Nanocomposites. *LWT*, **146**, Article 111410. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111410>
- [18] Routray, W. and Orsat, V. (2011) Microwave-Assisted Extraction of Flavonoids: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, **5**, 409-424. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0573-z>
- [19] 姚光明. 玫瑰精油的高效提取与抗氧化性及微胶囊化研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2016.
- [20] Zhong, W., Chang, Y., Lin, Y. and Zhang, A. (2020) Synthesis and Antifungal Activities of Hydrophilic Cationic Polymers against *Rhizoctonia Solani*. *Fungal Biology*, **124**, 735-741. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2020.04.007>
- [21] 张盈铖. 脂肪酸甘油酯基油凝胶的构建及其对油包水高内相乳液形成与性能的调控[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2023.
- [22] Shamspur, T., Mohamadi, M. and Mostafavi, A. (2012) The Effects of Onion and Salt Treatments on Essential Oil Content and Composition of *Rosa Damascena* Mill. *Industrial Crops and Products*, **37**, 451-456. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.07.019>
- [23] 田金木. 红茶提取物影响米粉品质形成的作用机理[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州大学, 2023.
- [24] 董燕灵. 花茶加工茶花适配性及花香利用率的感官定量评价[D]: [硕士学位论文]. 雅安: 四川农业大学, 2015.
- [25] 卢健. 茉莉花茶窠制过程中主要挥发性物质变化及工艺改进研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2015.
- [26] Dong, L., Huang, X., Wei, Z., Zhao, B. and Yang, H. (2022) Dual-Cooled Microwave Extraction of *foeniculum Vulgare* Essential Oil and Its Chemical Composition and Antibacterial Activity: Comparison with Hydrodistillation and Conventional Microwave. *Flavour and Fragrance Journal*, **37**, 154-162. <https://doi.org/10.1002/ffj.3691>
- [27] Ulusoy, S., Boşgelmez-Tınaz, G. and Seçilmiş-Canbay, H. (2009) Tocopherol, Carotene, Phenolic Contents and Antibacterial Properties of Rose Essential Oil, Hydrosol and Absolute. *Current Microbiology*, **59**, 554-558. <https://doi.org/10.1007/s00284-009-9475-y>