

茶叶精油微乳液的制备及其性能研究

彭江宁, 朱仔宁, 周雨儿, 褚祚晨
湖北生态工程职业技术学院 旅游管理学院, 湖北 武汉 430000
DOI:10.61369/ECE.2025060019

摘 要 : 茶是药食同源作物, 其提取物挥发油有优异抗菌抗氧化活性, 植物精油存在水溶性差, 挥发性强, 对光、热和氧气敏感的缺点, 而微乳技术可以有效地解决植物精油的上述问题。因此本研究将制备茶叶精油微乳液, 通过绘制拟三元相图, 结合微乳区面积、最小可稀释比 DR、粒径和多分散指数等考察指标结果发现: 选取吐温 80 为表面活性剂、无水乙醇为助表面活性剂, Km 值 3、S/O 值 12:1、含水量 80%, 在此条件下可制备得到均一稳定的水包油 (O/W) 型茶叶精油微乳。制备的微乳粒径 11.22 nm, PDI 为 0.237, 密度 0.9959 g/mL, pH 约 6.75。

关 键 词 : 茶; 植物精油; 微乳

Preparation and Properties of Tea Essential Oil Microemulsion

Peng Jiangning, Zhu Zaining, Zhou Yu'er, Chu Zuochen
School of Tourism Management, Hubei Ecology Polytechnic College, Wuhan, Hubei 430000

Abstract : Tea is a crop with both medicinal and edible values, and its extracted volatile oil exhibits excellent antibacterial and antioxidant activities. However, plant essential oils have drawbacks such as poor water solubility, high volatility, and sensitivity to light, heat, and oxygen. Microemulsion technology can effectively address these issues. Therefore, this study aimed to prepare tea essential oil microemulsion. By drawing pseudo-ternary phase diagrams and analyzing indicators including the area of the microemulsion region, minimum dilution ratio (DR), particle size, and polydispersity index (PDI), the results showed that a uniform and stable oil-in-water (O/W) tea essential oil microemulsion could be prepared under the following conditions: Tween 80 as the surfactant, absolute ethanol as the co-surfactant, a Km value of 3, an S/O ratio of 12:1, and a water content of 80%. The prepared microemulsion had a particle size of 11.22 nm, a PDI of 0.237, a density of 0.9959 g/mL, and a pH of approximately 6.75.

Keywords : tea; plant essential oil; microemulsion

一、实验部分

(一) 主要材料、试剂与仪器

材料: 茶叶超临界萃取茶叶精油, 购置于江西海麟香料有限公司。

试剂: 吐温 80、吐温 20、司盘 80, 购置于上海易恩化学技术有限公司;

无水乙醇、1, 2- 丙二醇、甘油, 购置于西陇科学股份有限公司。

仪器: BSA224S 万分之一电子天平, 德国赛多利斯集团;
Zetasizer Nano S90 激光粒度分析仪, 马尔文仪器有限公司。
UV-3900 紫外可见分光光度计, 日本日立集团。
CR22N 落地式高速冷冻离心机, 日本日立集团。
HB-10 水浴锅, 德国 IKA 集团。

(二) 实验方法

1. 表面活性剂的筛选

采用滴加表面活性剂法制备茶叶精油微乳液。按 9:1~1:9 油

水比例称取 5g 混合物于 50mL 离心管中, 滴加混合表面活性剂至溶液澄清, 记录临界点各相百分含量。用 Origin 2017 绘制拟三元相图, 计算最小可稀释比 (DR), 并用 AutoCAD 2022 计算微乳区域面积占比。

以吐温 20、吐温 80、司盘 80、吐温 80+ 司盘 80 与无水乙醇按 3:1 混合, 制备混合表面活性剂, 通过滴加表面活性剂法绘制拟三相图, 计算微乳区面积比例及最小可稀释比 (DR), 筛选出微乳面积大且 DR 小的表面活性剂组合^[1]。

2. 助表面活性剂的筛选

助表面活性剂可降低液面张力, 利于油相分子渗入表面活性剂疏水链间。选用无水乙醇、1, 2- 丙二醇、甘油为候选助表面活性剂, 以吐温 80 为表面活性剂 (Km=3), 采用滴加表面活性剂法绘制拟三相图, 计算微乳区面积比及 DR, 筛选出微乳面积大且 DR 小的助表面活性剂^[2]。

3. Km 值的筛选

以无水乙醇为助表面活性剂, 吐温 80 为表面活性剂, Km 值设为 1、2、3、4, 按滴加表面活性剂法绘制拟三元相图, 计算微

作者简介: 褚祚晨, 讲师, 硕士。

乳区面积比及 DR。

4.S/O 值的筛选

S/O 为混合表面活性剂（吐温 80 与无水乙醇按 3:1 混合）与茶叶精油的比值，设为 4:1~15:1。按不同 S/O 配制 1g 混合表面活性剂与茶叶精油样品，加 9g 去离子水，边滴加边搅拌，用马尔文激光粒度分析仪在 25℃、90° 散射角下测粒径和 PDI^[3]。

5. 含水量的筛选

以吐温 80 为表面活性剂、无水乙醇为助表面活性剂， $K_m=3$ ，S/O=12:1，制备 10%~90% 含水量微乳。25℃、90° 散射角下测粒径和 PDI^[4]。测定电导率（0.01 mol/L KCl 校正，25℃）

6. 微乳的稳定性

（1）离心稳定性

取茶叶精油微乳，4000、6000、8000 r/min 离心 30 min，观察是否分层。不分层时，以去离子水为空白，测离心前后 315nm 吸光度。按公式（1）计算透光率：

$$T/\% = \frac{A_0}{A_1} \times 100 \quad (1)$$

其中：T 为透光率； A_0 为离心前吸光度； A_1 为离心后吸光度。

二、结果与分析

（一）表面活性剂的筛选

由图 2-1 可知，5 种表面活性剂微乳区面积比排序为：吐温 80 > 吐温 80+ 司盘 80（HLB=14）> 吐温 80+ 司盘 80（HLB=12）> 吐温 20 > 司盘 80；DR 排序为：吐温 80 < 吐温 80+ 司盘 80（HLB=14）< 吐温 20 < 吐温 80+ 司盘 80（HLB=12）< 司盘 80。研究表明，吐温 80 形成的微乳区面积最大、DR 最小，包埋等量茶叶精油所需剂量最少，故确定吐温 80 为最优表面活性剂^[5]。

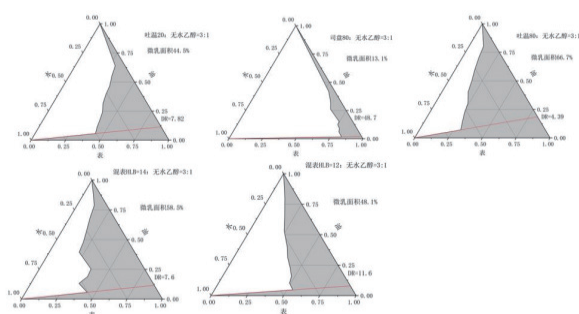


图 2-1 不同表面活性剂的拟三元相图

（二）助表面活性剂的筛选

由图 2-2 可知，助表面活性剂微乳区面积大小为：无水乙醇 > 1,2-丙二醇 > 甘油，DR 排序为：无水乙醇 < 1,2-丙二醇 < 甘油。闫圣坤等（2020）指出，助表面活性剂可增加油水界面膜流动性、缩小微乳粒径、提高包埋率^[6]。满妍妍等（2015）研究表明，无水乙醇分子量小，更易促进微乳自发形成，而甘油和 1,2-丙二醇黏度高，易出现液晶或凝胶现象，导致微乳面积小。因

此，选择无水乙醇作为最优助表面活性剂。

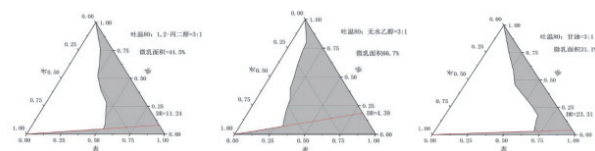


图 2-2 不同助表面活性剂的拟三元相图

（三） K_m 值的筛选

1996 年，Trotta 首次提出 K_m 值概念，即表面活性剂与助表面活性剂的含量比值。陈志胜等（2011）指出，助表面活性剂能削弱表面张力、减小界面刚性。本研究发现， K_m 值在 1~3 范围内，微乳区面积比随 K_m 值增大而增大，DR 随其增大而减小； $K_m=4$ 时，DR 进一步缩小，但微乳区面积比开始降低，可能是表面活性剂含量增加，降低了助表面活性剂的助乳功能。因此，选定 K_m 值=3 作为最优值^[7]。

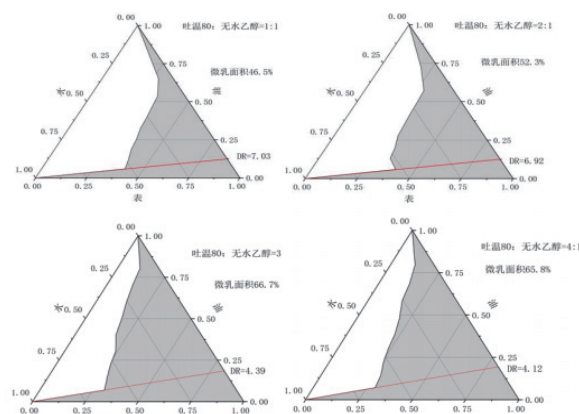


图 2-3 不同 K_m 值的拟三元相图

（四）S/O 值的筛选

S/O 值指混合表面活性剂（吐温 80：无水乙醇=3:1）与茶叶精油的比值。由图 2-4 可知，S/O 值增大时，微乳粒径和 PDI 先增大后减小。S/O 值较低时，表面活性剂比例小、油相比例大，单位表面活性剂需包埋更多油相，导致粒径较大。PDI 越小，粒径分布越均匀， $0.1 < PDI < 0.3$ 时为单分散体系。图中显示，S/O 值从 9:1 起粒径变化不大，但 PDI 仍高，直至 S/O 值 $\geq 12:1$ 时， $PDI < 0.3$ 。因此，为减少表面活性剂用量并保证体系稳定性，选定最佳 S/O 值为 12:1^[8]。

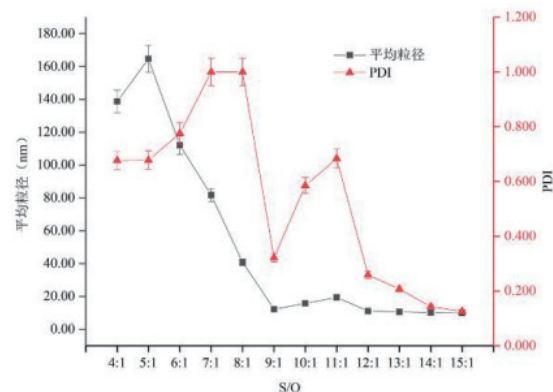


图 2-4 S/O 值对微乳粒径和 PDI 的影响

（五）含水量的筛选

由图2-5至图2-6可知：含水量10%–30%时，平均粒径降低，电导率上升，体系为W/O型；40%–50%时，平均粒径达峰值，体系为B/C型，呈双连续状态；70%起，电导率下降，体系转为O/W型，粒径和黏度趋于平稳。结合PDI值，最终选定含水量为80%

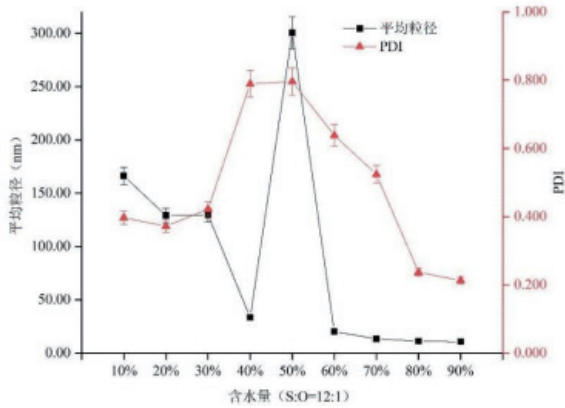


图 2-5 不同含水量对微乳粒径和 PDI 的影响

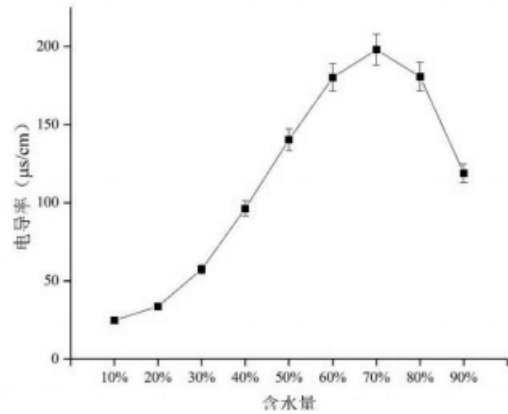


图 2-6 体系电导率随含水量的变化

（六）离心稳定性

参考刘欣（2017）的方法，草豆蔻精油微乳液在4000、6000、8000 r/min 离心 30 min 后未分层、不浑浊，透光率接近100%，离心稳定性良好^[9]。

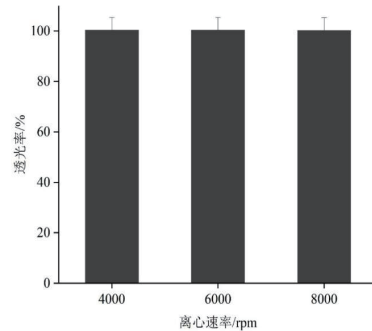


图 2-7 不同离心速率茶叶精油微乳的透光率

三、结论

（1）本研究制备的茶叶精油微乳密度为0.9959g/mL，pH 值约为6.75，为水包油型微乳（O/W 型）。

（2）本研究制备的茶叶精油微乳具有良好的稳定性^[10]。

参考文献

- [1] 危婷, 邓爱华, 王云, 等. 响应面法优化油茶茶叶精油提取工艺 [J]. 农产品加工, 2023, (15): 29–31+41.
- [2] 谭伟文. 喀斯特背景下茶园小绿叶蝉发生动态及植物精油对其生物活性的影响研究 [D]. 贵州师范大学, 2023.
- [3] 万宇鹤. 茶树炭疽菌的分离鉴定及苍术精油的抑菌作用研究 [D]. 西南大学, 2023.
- [4] 谢志新, 庄梅琳, 陈琳琳, 等. 茶多酚-橘皮精油复合抗菌液对阳光玫瑰葡萄保鲜效果的研究 [J]. 中国食品添加剂, 2023, 34(04): 304–312.
- [5] 张杨波. 茉莉花释香与精油管制花茶工艺及花茶防抑郁作用研究 [D]. 湖南农业大学, 2022.
- [6] 薛婉茹. 基于生物技术的铁观音杀青物增香工艺研究 [D]. 福州大学, 2022.
- [7] 谢李玲. 酶协同微生物发酵提高武夷岩茶香气物质的工艺研究 [D]. 福州大学, 2022.
- [8] 李永莲, 游宗霖, 鄢嘉炜, 等. 陈皮精油和茶叶精油协同抑制 α -葡萄糖苷酶作用研究 [J]. 广东轻工职业技术学院学报, 2021, 20(04): 1–5.
- [9] 徐丽丽. 茉莉精油-蛋白纳米复合物管制花香茶叶研究 [D]. 浙江农林大学, 2021.
- [10] 闫圣坤, 万文瑜, 王庆惠, 杨莉玲, 刘佳. 核桃油微乳液的制备及其稳定性研究 [J]. 保鲜与加工, 2020, 20: 100–106.