

玫瑰精油微乳制备及性质研究

刘欣^{1,2}, 周志磊^{1,2}, 毛健^{*1,2}

(1. 江南大学 粮食发酵工艺与技术国家工程实验室, 江苏 无锡 214122; 2. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: 为改善玫瑰精油的水溶性和稳定性,采用转相乳化法制备玫瑰精油微乳,优化微乳制备工艺,优化静态顶空法测定微乳包封率,并对储藏稳定性进行研究。结果表明:玫瑰精油 HLB 值 ≥ 15.5 ,微乳的最佳制备工艺为:吐温 80 为表面活性剂,乙醇为助表面活性剂,最佳 K_m 值为 2, S/O 值为 9,选用磁力搅拌法,最佳制备温度为 40℃,当水分质量分数为 90%时,平均粒径为 10.43 nm,PDI 为 0.07,包封率达 89%。制备的可稀释微乳粒径稳定,溶液澄清透亮,储存稳定性好。

关键词: 玫瑰精油;微乳;伪三相图;粒径

中图分类号:Q 592.6 文章编号:1673-1689(2019)05-0079-07 DOI:10.3969/j.issn. 1673-1689.2019.05.012

Preparation and Characterization of Rose Essential Oil Microemulsion and Tested Its Characteristic

LIU Xin^{1,2}, ZHOU Zhilei^{1,2}, MAO Jian^{*1,2}

(1. National Engineering Laboratory for Cereal Fermentation Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. School of Food and Science Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: In order to improve the water solubility and stability of rose essential oil, the rose microemulsion was prepared by phase inversion emulsification. The microemulsion preparation process was optimized, the static headspace method had been optimised for obtaining the encapsulation efficiency of microemulsion, and the storage stability was also studied. The results showed that, the HLB value of rose essential oil was above 15.5, Tween 80 was chosen as the surfactant, ethanol was chosen as the cosurfactant, $K_m=2$, $S/O=9$, magnetic stir was selected as the preparation method, 40℃ was the suitable temperature. When 90 percent of water was present in the microemulsion, the average particle size was 10.43nm, PDI was 0.07 and encapsulation efficiency reached 89%, The microemulsion was clear and bright, and had good stability.

Keywords: rose essential oil, microemulsion, pseudo three phase diagram, particle size

玫瑰精油是一种从蔷薇科玫瑰花瓣中提炼出的天然名贵香料,其香气优雅浓郁、质地纯正。天然

玫瑰精油多用做高档食品、化妆品与日化产品的辅料,具有广阔的市场前景^[1-3]。

收稿日期: 2016-12-28

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31571823); 江苏省自然科学基金项目 (SBK2016020653); 国家“十二五”科技支撑计划 (2013AA102203-06)。

* 通信作者: 毛健(1970—),男,博士,教授,博士研究生导师,主要从事食品生物技术研究。E-mail:maojian@jiangnan.edu.cn

引用本文: 刘欣,周志磊,毛健. 玫瑰精油微乳制备及性质研究[J]. 食品与生物技术学报,2019,38(05):79-85.

玫瑰精油难溶于水,其使用时存在吸收利用率低、对胃肠有刺激等缺点^[4]。此外,玫瑰精油在生产及储运过程中很多成分容易损失和氧化,给其储藏和使用带来诸多不便。微包埋技术是解决这些问题的有效手段之一,微包埋技术主要包括微胶囊技术^[5]和微乳化技术^[6]。微胶囊技术将天然玫瑰精油固体化,对天然玫瑰精油起到较好的保护和控制释放作用,但传统的微胶囊通常以固体形式存在,固体粉末的物理形态制约了其在液体食品中的应用,并且微胶囊技术成本较高、操作繁琐,有时需要借助一些有机溶剂,限制了其应用^[7]。

微乳是由水相、油相、表面活性剂和助表面活性剂按适当的比例自发形成的一种透明或半透明的“低黏度”各向同性且热力学稳定,粒径在 10~100 nm 之间的溶液体系^[8]。微乳可以改善植物精油的水溶性,具有更高的稳定性和更卓越的体内吸收、控释和靶向性功能^[9-12]。在微乳中,可稀释 O/W 型微乳(即 U 型微乳)具有在不改变结构的前提下可被水无限稀释的特性,因而具有更高的实际应用价值^[11]。

目前尚未见有关天然玫瑰精油微乳包埋的相关报道。作者以玫瑰精油为原料,研究可无限稀释型微乳的制备工艺,为进一步探索玫瑰精油的应用与开发提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试剂 玫瑰精油、吐温 40(化学纯)、吐温 60(化学纯)、吐温 80(化学纯)、司班 80(化学纯)、1,2 丙二醇(分析纯)、甘油(分析纯)、聚乙二醇 PEG400(分析纯)、乙醇(分析纯):购自国药集团化学试剂有限公司。

1.1.2 仪器 Thermo Fisher Trace 气相色谱质谱联用仪:美国 Thermo 公司产品;AL204 电子天平:梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司产品;DF-101S 集热式恒温加热磁力搅拌器:巩义市予华仪器有限责任公司产品;多角度粒度与高灵敏度 Zeta 电位分析仪:美国布鲁克海文仪器公司产品;Discovery DHR-2 流变仪:美国 TA 仪器公司产品;XH-C 涡旋混合器:金坛市白塔新宝仪器厂产品;3240025T10 分散机:德国 IKA 集团产品。

1.2 方法

1.2.1 玫瑰精油微乳制备工艺优化

1)拟三相图的绘制 通过在玫瑰精油、水混合物中滴加混合表面活性剂的方法绘制拟三元相图,即加表面活性剂法^[13]。三相图能够有效的了解微乳的成分配比及成乳区域。混合表面活性剂为 V(吐温 80):V(乙醇)=2:1,玫瑰精油为油相,将玫瑰精油与水按照质量比 9:1,8:2,7:3,6:4,5:5,4:6,3:7,2:8,1:9,精密称取(具体质量数见表 1),混合均匀,装在试管里,用涡旋振荡器,边震荡边缓慢滴加混合表面活性剂,溶液由澄清变浑浊,再变澄清,最终记录临界点样品各成分的质量分数^[14]。按其临界含量的质量分数,分别以精油、混合表面活性剂以及水为顶点,利用 Origin8.0 软件绘制三相图,确定微乳区域,然后用 AutoCAD(2004)计算各微乳区域的面积占总面积的比例和最小稀释比^[14]。

2)玫瑰精油 HLB 测定 为了达到较好的微乳效果,表面活性剂的 HLB 值与被乳化药物的 HLB 值应当较接近^[15]。用吐温 40 和司班 80 复配成不同 HLB 的表面活性剂,再与乙醇以质量比 2:1 的比例混合均匀,作为混合表面活性剂,绘制拟三相图,计算微乳面积百分比及最小可稀释比。

3)表面活性剂对微乳体系的影响 表面活性剂分别选定为吐温 40、吐温 60、吐温 80、吐温 40+吐温 80(质量比 1:1)、吐温 60+吐温 80(质量比 1:1),混合表面活性剂(m (表面活性剂): m (乙醇)=2:1),绘制拟三相图,计算各微乳面积百分比及最小可稀释比。

4)助表面活性剂对微乳体系的影响 助表面活性剂分别选定为 1,2 丙二醇、甘油、聚乙二醇 PEG400、乙醇,混合表面活性剂(m (吐温 80): m (助表面活性剂)=2:1),绘制拟三相图,计算各微乳面积百分比及最小可稀释比。

5) K_m 值对微乳体系的影响 K_m 值为表面活性剂吐温 80 与助表面活性剂乙醇的质量比, K_m 值分别选定为 1,2,2.5,3,4,绘制拟三相图,计算各微乳面积百分比及最小可稀释比。

6) S/O 值对微乳粒径的影响 以 $K_m=2$ 精密称取吐温 80 和乙醇,混合均匀作为混合表面活性剂。以不同 S/O 值精密称取混合表面活性剂和玫瑰精油,在 40 °C 下混合均匀,得到油相混合样品。分别取 1 g 样品,滴加 40 °C 的 99 g 离子水,边滴加边磁力搅拌,得到质量分数为 1%的待测液。测定 O/W 型玫瑰精油微乳液粒径。

7) 水添加量对微乳粒径的影响 以 $K_m=2$ 精密称取吐温 80 和乙醇, 混合均匀作为混合表面活性剂, 制备不同水含量的微乳, 制备方法为磁力搅拌法, 水分质量分数分别为 10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%, 测定其粒径大小。

8) 加入顺序对微乳体系的影响 用绘制拟三元相图考察加入顺序对微乳体系的影响。恒温条件下, 在一定比例的玫瑰精油/表面活性剂、玫瑰精油/水、混合物中分别滴加水、混合表面活性剂($K_m=2$), 即加水法和加表面活性剂法^[6], 绘制拟三元相图, 然后用 AutoCAD(2004) 计算微乳区域的面积比例和最小可稀释比。

9) 制备温度对微乳体系及粒径的影响 采用加表面活性剂法考察温度对微乳体系形成的影响。在 30、40、50 ℃ 的恒温条件下, 绘制拟三相图, 计算各微乳面积百分比及最小可稀释比。并在不同温度下, 制备微乳, 测定粒径, 考察不同制备温度对粒径的影响。

10) 制备方法对微乳体系及粒径的影响 按优选的 $S/O=9$, 混合均匀, 制备好无水混合油相。分别用磁力搅拌法、涡旋振荡法、高速分散法测定微乳粒径。

1.2.2 玫瑰精油微乳性质表征研究

1) 激光光散射法测定玫瑰精油微乳粒径 采用配有 He/Ne 激光器($\lambda=633\text{ nm}$) 的 Nano-Zs90 马尔文粒径分析仪分析测定微乳的粒径, 散射角为 90°, 将准备好的待测样品装入聚苯乙烯比色皿中(折光指数 1.33), (25±0.1) 时保温 3 min 测定, 分别测定 3 次平均粒径(D_z) 取平均值^[6]。

2) 静态顶空气相色谱测定微乳包封率方法优化及测定 色谱柱为 HP-INNOWAX 毛细管色谱柱; 进样后, 柱温以 4 ℃/min 从 50 ℃ 升温至 200 ℃, 再以 8 ℃/min 的速率升温到 230 ℃, 并保持 20 min; 载气为 He, 流量为 1 mL/min, 分流比为 10:1; 进样量为 1 μL; 电离方式为电子轰击离子源(EI), 离子源温度为 230 ℃, 电离能量为 70 eV; 传输线温度为 250 ℃; 进样口温度为 240 ℃。

选择参照样品种为 2 μL 玫瑰精油, 分别取含有 2 μL 玫瑰精油的可稀释微乳, 置于 20 mL 的顶空瓶中, 在 50 ℃ 下平衡 50 min, 然后采用色谱方法检测香茅醇的峰面积。包封率的计算公式如下:

$$\text{包封率}(\%) = (1 - \frac{S_1}{S_2}) \times 100\%$$

式中: S_1 为微乳样品中香茅醇峰面积, S_2 为参照样品种中香茅醇峰面积。

按照以上优化方法制备玫瑰精油质量分数为 1% 的 O/W 型玫瑰精油微乳, 并采用多角度粒度与高灵敏度 Zeta 电位分析仪, 测定未经储存, 储存 7 天到 6 个月的玫瑰精油微乳粒径。

2 结果与讨论

2.1 玫瑰精油微乳制备工艺优化

2.1.1 玫瑰精油 HLB 测定 HLB 是表面活性剂的重要指标, 当表面活性剂的 HLB 值与玫瑰精油的 HLB 值较为接近时, 形成微乳效果更好。以下是吐温 40 和司班 80 复配成不同 HLB 的混表面活性剂, 绘制的拟三相图。图 1-2 显示, 随着表面活性剂 HLB 的增大, 微乳区域面积比增大, 最小可稀释比变小, 因此玫瑰精油的 $HLB \geq 15.5$ 。

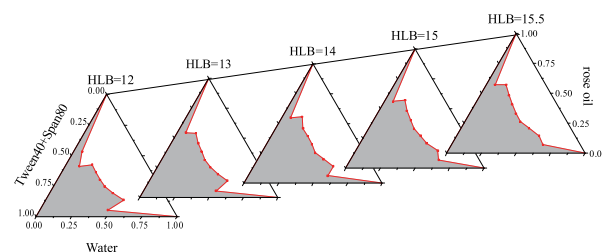


图 1 玫瑰精油 HLB 测定微乳拟三相图

Fig. 1 Pseudo-ternary phase diagrams determination of rose essential oil HLB

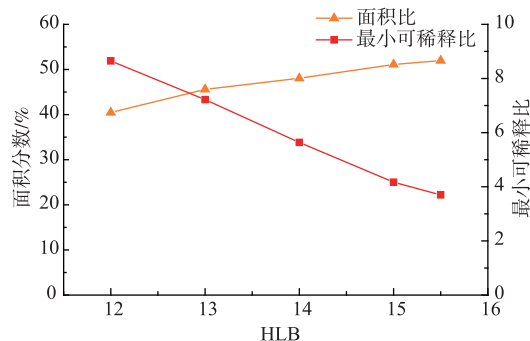


图 2 玫瑰精油 HLB 测定微乳拟三相图的相关信息

Fig. 2 Information of pseudo-ternary phase diagrams determination of rose essential oil HLB

2.1.2 表面活性剂对微乳体系的影响 测定玫瑰精油 HLB 后, 考察表面活性剂对微乳体系的影响, 优选出最佳表面活性剂, 并将效果较好的单一表面

活性剂吐温 80 与吐温 40、吐温 60 进行两两复配,作为复配表面活性剂,考察复配后的乳化效果。下面是用不同表面活性剂绘制的拟三相图。

图 3 和图 4 显示,不同种类表面活性剂形成的微乳区域面积比,大小顺序为吐温 80>吐温 60>吐温 40,最小可稀释比:吐温 80<吐温 40<吐温 60,因此吐温 80 乳化效果最好。但将吐温 80 与吐温 40、吐温 60 进行两两复配,复配后微乳区域的面积比单一表面活性剂的微乳面积都要小,可能是因为复配后的两种表面活性剂相互作用,形成的化学构象不利于表面活性剂的协同增溶作用^[16]。尽管有很多文献报道复配后的表面活性剂有协同作用,提高乳化效率,通过该实验发现并非所有的表面活性剂复配后都具有协同作用。因此选择吐温 80 为最佳表面活性剂。

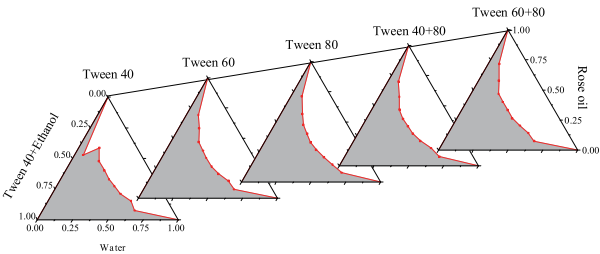
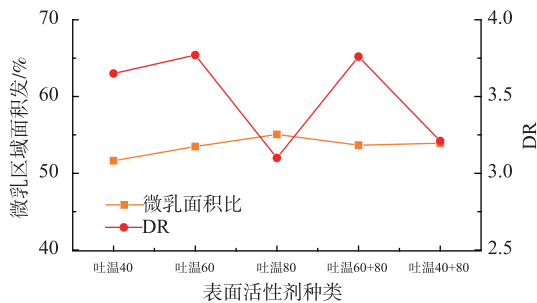


图 3 不同种类表面活性剂的玫瑰精油微乳相图
Fig. 3 Rose essential oil pseudo-ternary phase diagrams of different surfactants.



注:DR,指微乳相图中可稀释线对应的混合表面活性剂同玫瑰精油的质量比

图 4 不同种类表面活性剂的玫瑰精油微乳相图的相关信息
Fig. 4 Information of rose essential oil pseudo-ternary phase diagrams of different surfactants

2.1.3 助表面活性剂对微乳体系的影响 为提高乳化效率,需要助表面活性剂与表面活性剂一起制备微乳体系。最常见的助表面活性剂一般为短链醇。助表面活性剂主要作用在表面活性剂分子之

间,降低液面张力,降低粘度,提高界面流动性,增大微乳增容量^[17]。以下是常用的几种助表面活性剂:乙醇、甘油、1,2 丙二醇、聚乙二醇 PEG400,对微乳体系的影响。结果见图 5 与表 1。

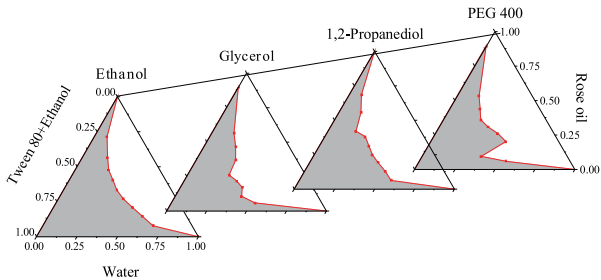


图 5 不同种类助表面活性剂的玫瑰精油微乳相图
Fig. 5 Rose essential oil pseudo-ternary phase diagrams of different cosurfactants

表 1 不同种类助表面活性剂的玫瑰精油微乳相图的相关信息
Table 1 Information of rose essential oil pseudo-ternary phase diagrams of different cosurfactants

助表面活性剂	面积分数/%	最小可稀释比	外观
1,2 丙二醇	46.76	5.63	澄清透亮,流动性差,放置出现分层
甘油	42.20	7.22	澄清透亮,流动性好,放置出现分层
聚乙二醇 PEG400	43.74	6.64	澄清透亮,流动性好,放置出现分层
乙醇	54.59	3.41	澄清透亮,流动性好,稳定性好

由上述实验可知乙醇作为助表面活性剂时,微乳区域的面积比最大,最小可稀释比最小,微乳最稳定。乙醇流动性较好,但 1,2 丙二醇、甘油、聚乙二醇 PEG400,较为粘稠,流动性较差,均出现微乳液粘稠现象,浊点不易判断,微乳液放置一段时间后,有分层现象,微乳稳定性差。因此选用乙醇为最佳助表面活性剂。

2.1.4 K_m 值对微乳体系的影响 表面活性剂与助表面活性剂的质量比即为 K_m 值。实验表明,当表面活性剂和助表面活性剂种类相同时,不同 K_m 值将会影响微乳区域大小,以下是以不同 K_m 值绘制的微乳拟三相图。

由图 6 与表 2 可以看出,随 K_m 值增大,微乳区域面积比增大,最小可稀释比 DR 也增大, S/O 也增

大。并对不同 K_m 值制备的微乳粒径进行测定,随 K_m 值增大,粒径先减小又变大,多分散指数也先变小后变大,可能是因为随 K_m 值增大,较高浓度的表面活性剂,由于缺少助表面活性剂的助乳化作用,粘度较高,表面张力较大,降低乳化能力,形成微乳粒径也较大。综合考虑最佳 K_m 值为 2。

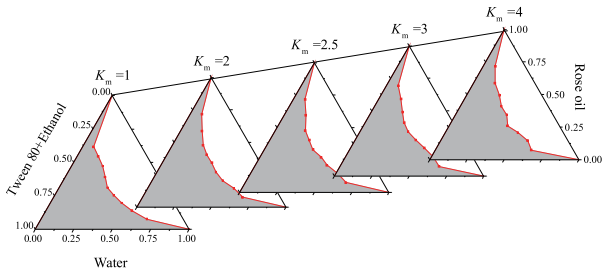


图 6 不同 K_m 值玫瑰精油微乳相图

Fig. 6 Rose essential oil pseudo-ternary phase diagrams of different K_m

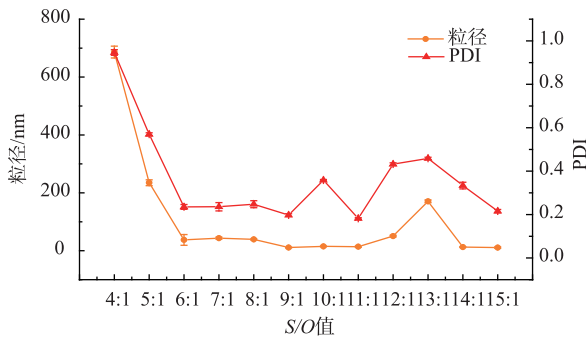
表 2 不同 K_m 值玫瑰精油微乳相图的相关信息

Table 2 Information of rose essential oil pseudo-ternary phase diagrams of different K_m

K_m	面积分数/%	DR	S/O	粒径	PDI
1	50.48	3.07	1.54	12.74	0.180
2	54.59	3.41	2.27	6.45	0.301
2.5	54.92	3.35	2.39	11.28	0.296
3	55.38	3.58	2.69	108.64	0.466
4	55.35	3.87	3.096	254.63	0.593

2.1.5 S/O 值对微乳粒径的影响 由于表面活性剂可以增加体系的熵值,降低相界面张力,有助于形成微乳。在水包油型的微乳中,表面活性剂非极性端与油相结合朝内,表面活性剂极性与水相结合端朝外,表面活性剂在油水两相间形成界面膜,形成小球状 O/W 型分子^[18]。由上图可知,随着表面活性剂比例增大,微乳粒径和多分散指数都呈现出先减小后增大的趋势。当表面活性剂含量较低时,单位质量的表面活性剂需要包埋较多的油相,微乳粒径便会增大^[15]。当 S/O 值 $\leq 5:1$ 时,粒径 ≥ 220 nm,超出微乳粒径范围,当 S/O 值为 6:1 时,微乳粒径骤然变小,表明表面活性剂含量达到临界值,为保证微乳的稳定性及可无限稀释性,选择最佳 S/O 值为 9:1。有研究表明油相分子的大小在微乳形成过程中有很大作用^[19],在之前 GC-MS 检测中发现玫瑰精油中长链烷烃含量较多,因此包埋需要较多的表面活性

剂。结果见图 7。



注: PDI: 多分散系数表示粒子直径的多分散性

图 7 S/O 值对微乳粒径和 PDI 的影响

Fig. 7 Effect of S/O on microemulsion particle size and PDI

2.1.6 水添加量对微乳粒径的影响 当水分低于质量分数 10% 时,体系并不存在严格意义的 W/O 球形液滴结构;当水分质量分数 30%、40%、50% 时,体系粘度超出了仪器的检测范围,未进行测定;当水分质量分数达到 60% 时,体系粒径已经大于 1 000 nm,体系此时应为双连续结构,随体系中水分质量分数的增加到 70%,体系仍为双连续结构。当水分质量分数为 80% 时,体系已经处于完全的 O/W 型微乳结构。随着水分质量分数的进一步增加 90%,体系的粒径分布不再发生较大变化。

2.1.7 加入顺序对微乳体系的影响 添加顺序会影响微乳制备的难易,由图 8 与表 3 可知加水法微乳区域面积更大,最小可稀释比更小,微乳粒径较小且分布均匀,因此选择加水法作为制备微乳的最佳方法。

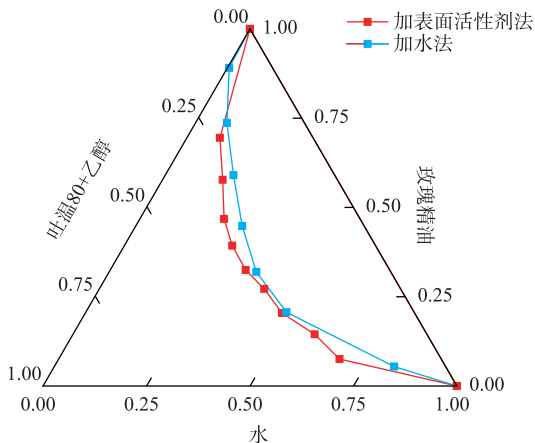


图 8 加入顺序对玫瑰精油微乳相图的影响

Fig. 8 Effect of adding order on rose essential oil pseudo-ternary phase diagram

表 3 不同加入顺序绘制的玫瑰精油微乳相图的相关信息
Table 3 Information of rose essential oil pseudo-ternary phase diagrams made by different adding orders

加入顺序	微乳区面积分数/%	最小可稀释比	平均粒径	PDI
加水法	58.00	2.28	12.07	0.26
加表面活性剂法	53.86	3.26	1116.00	1.00

2.1.8 制备温度对微乳体系及粒径的影响 由图 9 与表 4 可知,与 30 ℃相比,40 ℃制备的微乳区面积更大,DR 更小,微乳粒径小且均匀。由于较高的制备温度,会造成玫瑰精油的挥发损失,当制备温度较低时,需要较长的平衡时间,故优选的玫瑰精油制备温度为 40 ℃。

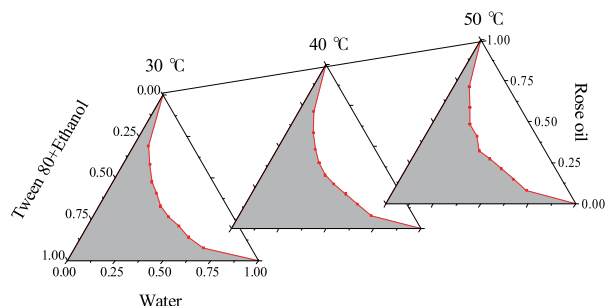


图 9 制备温度对玫瑰精油微乳相图的影响

Fig. 9 Effect of different temperature on rose essential oil pseudo-ternary phase diagram

表 4 不同制备温度玫瑰精油微乳相图的相关信息
Table 4 Information of rose essential oil pseudo-ternary phase diagrams made by different temperature

T/℃	面积分数/%	最小可稀释比 DR	粒径	PDI
30	53.66	3.32	15.93	0.52
40	55.36	2.89	15.19	0.17
50	56.62	2.89	13.68	0.24

2.1.9 制备方法对微乳体系及粒径的影响 因为微乳是自发形成的,磁力搅拌较为温和,更有助于

微乳的自发形成;而高速分散法外加作用力较强,有可能会影响破坏微乳的自发形成,使体系状态没有达到最低自由能,导致体系形成的液滴不稳定,体系中的颗粒聚集,粒径增加^[15]。因此,采用温和的磁力搅拌方法,结果见表 5。

表 5 制备方法对玫瑰精油微乳粒径、PDI 的影响

Table 5 Effect of different preparation methods on rose essential oil pseudo-ternary phase diagram

分散方法	粒径/nm	PDI
涡旋振荡	95.32	0.37
磁力搅拌	11.05	0.24
高速分散	3 838.00	0.90

2.2 玫瑰精油微乳性质表征研究结果

取平衡时间为 50 min,当平衡温度低于 50 ℃时,香茅醇峰面积随温度升高而增大,当平衡温度高于 50 ℃时,随着温度升高香茅醇峰面积几乎不再变化,达到平衡状态,因此选择 50℃为最佳平衡温度。取平衡温度为 50 ℃,当平衡时间少于 50 分钟时,香茅醇峰面积随时间延长而增大,当平衡时间大于 50 分钟时,随着时间延长香茅醇峰面积几乎不再变化,达到平衡状态,因此选择 50 min 为最佳平衡时间。与于梦^[5]的薄荷油包封率研究结果相似,水包油型薄荷油微乳包封率为 75%~80%,玫瑰精油微乳包封率为 89%,对玫瑰精油达到较好的包埋效果。微乳粒径为 10.47 nm,PDI 为 0.06,粒径分布均匀,且稳定性较好。

3 结 语

研究制备了玫瑰精油微乳,优化了微乳包封率测定方法,改善了玫瑰精油的水溶性,提高了稳定性。以吐温 80 为表面活性剂,乙醇为助表面活性剂,采用滴定转相法,工艺简单方便,制备的可稀释微乳澄清透亮,粒径分布均匀,属于 O/W 型并具有良好的储存稳定性,对玫瑰精油的应用与开发具有指导意义。

参考文献:

- [1] MA Xihan,WANG Yonghong,HU Yayun,et al. Advances in the research of oil-bearing roses [J]. Northwest Forestry University,2004,19(4):138-141.(in Chinese)
- [2] CHENG Jie,XIE Jianchun,SUN Baoguo. Composition and aromatic characteristics of rose essential oil produced in China[J]. China Food Additives,2007(5):66-70.(in Chinese)

- [3] 余峰. 玫瑰精油的提取、分析与应用研究[D]. 南昌:南昌大学,2011.
- [4] ARKEN Taxiener, Muhbul, LIU Xiaofeng, et al. Experimental observation on toxicity rose oil elastic capsule [J]. **Endemic Diseases Bulletin**, 2007, 22(6): 22-24. (in Chinese)
- [5] ZHU Weihong, XU Shiyang, JIANG Bo. Preparation of microencapsulated mint oil using starch octenylsuccinate [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2006, 25(2): 60-65. (in Chinese)
- [6] 于梦. 薄荷油微乳化包埋及应用研究[D]. 无锡:江南大学,2008.
- [7] FENG Junli, WANG Zhengwu, YU Huixin, et al. Study on microemulsion of VE[J]. **Food and Mach Inery**, 2006, 22(5): 36-39. (in Chinese)
- [8] LAWRENCE M J, REES G D. Microemulsion-based media as novel drug delivery systems. [J]. **Advanced Drug Delivery Reviews**, 2000, 45(1): 89-121.
- [9] LIANG Rong, MA Jianguo, ZHONG Fang. Research progress of nanoemulsion delivery system in functional food [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2013, 32(6): 561-568. (in Chinese)
- [10] MALCOLMSON C, SATRA C, KANTARIA S, et al. Effect of oil on the level of solubilization of testosterone propionate into nonionic oil-in-water microemulsions[J]. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, 1998, 87(1): 109-116.
- [11] SHAH N H, CARVAJAL M T, PATEL C I, et al. Self-emulsifying drug delivery systems (SEDDS) with polyglycolized glycerides for improving in vitro dissolution and oral absorption of lipophilic drugs [J]. **International Journal of Pharmaceutics**, 1994, 106(1): 15-23.
- [12] 杜红. 中药微乳载药体系关键技术研究[D]. 北京:北京中医药大学,2008.
- [13] VON CORSWANT C, THOREN P E. Solubilization of sparingly soluble active compounds in lecithin-based microemulsions; influence on phase behavior and microstructure[J]. **Langmuir**, 1999, 15(11): 3710-3717.
- [14] XU S X, LI Y C, LIU X, et al. In vitro and in vivo antifungal activity of a water-dilutable cassia oil microemulsion against *Geotrichum citri-aurantii*[J]. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2012, 92(13): 2668-2671.
- [15] 王海洋. 维生素 E 微乳的制备及其性质研究[D]. 无锡:江南大学,2012.
- [16] HUIBERS P D T, SHAH D O. Evidence for synergism in nonionic surfactant mixtures; enhancement of solubilization in water-in-oil microemulsions[J]. **Langmuir**, 1997, 13(21): 5762-5765.
- [17] SHAABAN H A, EDRIS A E. Factors affecting the phase behavior and antimicrobial activity of carvacrol microemulsions[J]. **Journal of Oleo Science**, 2015, 64(4): 393-404.
- [18] PAN Guoliang, JIA Xiaobin, WEI Huihua, et al. Comparison among several preparation methods for pseudo-ternary phase diagrams of pharmaceutical microemulsions[J]. **China Pharmacy Zhongguo Yaofang**, 2006, 17(1): 21-23. (in Chinese)
- [19] SHEVACHMAN M, SHANI A, GARTI N. Formation and investigation of microemulsions based on jojoba oil and nonionic surfactants[J]. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, 2004, 81(12): 1143-1152.

会 议 消 息

会议名称: 第二届国际微生物被膜会议(ChinaBiofilms)

会议时间: 2019-10-11 至 2019-10-13 会议地点: 广东广州

主办单位: 华南理工大学 食品科学与工程学院

联系人: 徐老师 电话: 18702044440 Email: 2019@chinabiofilms.org

官方网址: <http://www.chinabiofilms.org/2019>

会议简介: 第二届国际微生物被膜会议(ChinaBiofilms 2019)将于 2019 年 10 月 11-13 日举行。本次会议由华南理工大学食品科学与工程学院主办。本次论坛旨在为从事微生物被膜研究的专家学者、工程技术人员、技术研发人员提供一个共享科研成果和前沿技术,了解学术发展趋势,拓宽研究思路,加强学术研究和探讨,促进学术成果产业化合作的平台。

本届大会将继续遵循学术性、国际性的原则,特邀国内外微生物被膜领域内的学者专家前来参会,并做精彩的报告。本次大会旨在为行业内专家和学者分享技术进步和业务经验、聚焦微生物被膜学术领域的前沿研究提供一个交流的平台。