



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105287380 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201510485213. 2

(22) 申请日 2015. 08. 10

(71) 申请人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路  
301 号

(72) 发明人 崔海英 周慧 林琳

(51) Int. Cl.

A61K 9/127(2006. 01)

A61K 36/54(2006. 01)

A61P 31/04(2006. 01)

A01N 65/24(2009. 01)

A01N 25/28(2006. 01)

A01P 1/00(2006. 01)

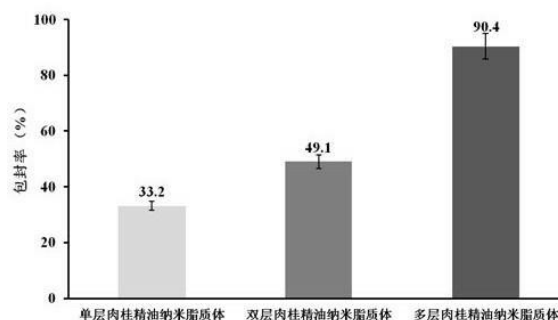
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

### (54) 发明名称

一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体抗菌剂  
及其制备方法

### (57) 摘要

本发明属于抗菌剂及药物制剂或者化妆品领域,具体涉及一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体抗菌剂的制备及其制备方法。本发明由肉桂精油,大豆卵磷脂,胆固醇,表面活性剂,壳聚糖,明胶制成肉桂精油纳米脂质体。其方法是将肉桂精油,大豆卵磷脂,胆固醇混合于有机溶剂,减压蒸干形成光滑的薄膜,加入水相介质和表面活性剂溶解膜状物并超声成乳,再分别与壳聚糖,明胶溶液搅拌均质均匀。通过离心和微孔滤膜过滤,得到粒径为纳米级的脂质体。本发明制备工艺重现性好,肉桂精油多层纳米脂质体包封率最高可达90.4%,且产品形态完整,粒径均一,具有良好的稳定性与抗菌性。



1. 一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体,肉桂精油包裹在磷脂双分子层中,其特征在于:磷脂双分子层为第一层纳米脂质体,还设有第二层纳米脂质体,第二层由壳聚糖组成,以提高包封率、稳定性和抗菌性能。

2. 如权利要求1所述的一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体,其特征在于:还设有第三层纳米脂质体,第三层由明胶组成,进一步提高包封率、稳定性和抗菌性能。

3. 如权利要求1所述的一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体,其特征在于:第二层纳米脂质体中壳聚糖的浓度为0.2 mg/mL。

4. 如权利要求2所述的一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体,其特征在于:第三层纳米脂质体中明胶的浓度为0.4 mg/mL。

5. 如权利要求1所述的一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体的制备方法,是将肉桂精油,大豆卵磷脂,胆固醇混合于有机溶剂,减压蒸干形成光滑的薄膜,加入水相介质和表面活性剂组成的混合溶液溶解薄膜并超声成乳、离心后取上层液体过滤得到单层肉桂精油纳米脂质体,其特征在于:将单层肉桂精油纳米脂质体与壳聚糖溶液搅拌均匀,通过离心和微孔滤膜过滤,得到粒径为纳米级的双层肉桂精油纳米脂质体。

6. 如权利要求5所述的一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体的制备方法,其特征在于:进一步地,将双层肉桂精油纳米脂质体与明胶溶液搅拌均匀,通过离心和微孔滤膜过滤,得到粒径为纳米级的多层肉桂精油纳米脂质体。

7. 如权利要求5所述的一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体的制备方法,其特征在于:本发明的大豆卵磷脂和胆固醇的质量比例为5:1;表面活性剂、肉桂精油与胆固醇的质量比为1:3:4,此条件下可以得到最高的包封率;所述的有机溶剂是氯仿。

8. 如权利要求5所述的一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体的制备方法,其特征在于:表面活性剂为PVP,混合溶液中PVP的浓度为1.0 mg/mL;所用的水相介质是根据中国药典2000版标准配制的醋酸盐缓冲溶液,pH值3.5~4.0。

9. 如权利要求5所述的一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体的制备方法,其特征在于:单层肉桂精油纳米脂质体与壳聚糖溶液的体积比为1:10;所述的壳聚糖溶液为壳聚糖的醋酸盐溶液,浓度为0.2 mg/mL,醋酸盐溶液是根据中国药典2000版标准配制的醋酸盐缓冲溶液,pH值3.5~4.0,优选3.6,能够最佳溶解壳聚糖。

10. 如权利要求6所述的一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体的制备方法,其特征在于:双层肉桂精油纳米脂质体与明胶溶液的体积比为1:10;所述明胶溶液为明胶的醋酸盐溶液,浓度为0.4 mg/mL,醋酸盐溶液是根据中国药典2000版标准配制的醋酸盐缓冲溶液,pH值3.5~4.0。

## 一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体抗菌剂及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于抗菌剂及药物制剂或者化妆品领域,具体涉及一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体抗菌剂的制备及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 肉桂为樟科植物,分布于福建、广东、广西、云南等地,肉桂精油是从肉桂干燥树皮中提取的挥发油,具有浓郁的芳香及辛辣气味;肉桂油在食品中作为天然的食用香料广泛应用,几乎涉及各个方面,主要用于软饮料、糖果、罐头食品、焙烤食品、酒类和烟草类等;肉桂精油是由多种有机物质组成的混合物,其主要成分为:烯类、芳香族衍生物、脂肪酸、醛酮类物质与醇类物质等,肉桂精油由于其特殊的化学组成,在很多研究中表现出了很好的抗菌活性,成为新的特效低毒防腐剂的研究热点;研究表明,肉桂精油对痢疾杆菌、伤寒杆菌、金黄色葡萄球菌及白色链球菌等有明显的抑制作用,肉桂精油作为一种天然抑菌物质可用于防腐保鲜食品,肉桂精油还可用于抑制油脂氧化以延长油脂物的货架期。

[0003] 国内外有很多关于肉桂的提取、保健应用等的专利申请;CN102952629A 公开了一种可解决蒸馏提取天然肉桂油时肉桂油产出率低,生产成本高的问题的新方法;US2012128803A1 公开了一种可减少肉桂提取物中有毒肉桂醛和香豆素的新方法;CN104117013A 公开了治疗胃炎的肉桂粉配方;CN104004632A 公开了一种能够祛风湿、缓解腰腿疼的肉桂酒及制作方法;CN103584254A 公开了一种含肉桂提取物的防腐剂的制备方法;墨西哥专利 MX2013014822A 公开了一种含肉桂的可杀死爬行昆虫的农药组合物;韩国专利 KR20130112571A 公开了一种含肉桂的可用作杀虫剂的组合物;CN103653179B 公开了一种用大豆卵磷脂、胆固醇、维生素 E 和吐温-80 制备脂质体的方法;CN103271996A 公开了一种肉桂精油与混合环糊精包合物的制备方法。

[0004] 虽然肉桂精油在食品、保健等行业中被广泛应用,具有较好的杀菌、改善风味等特点,但由于肉桂精油的易挥发,化学性质不稳定,使得其不能长时间储藏和发挥作用,因此,通过脂质对肉桂精油进行包埋,制备肉桂精油纳米脂质体,可以提高肉桂精油的稳定性,有利于延长储藏时间。

[0005] 脂质体是由磷脂、胆固醇等成分组成,可被生物降解,安全无毒副作用,而且将肉桂精油包裹在脂质体中,不但可以使肉桂精油与外界隔绝开来,降低其挥发性、化学不稳定性,延长储藏期;而且脂质体不会对肉桂精油主要活性成分造成破坏,此外,纳米脂质体的亚细胞尺寸,能够加强脂质体的被动吸收机制,减少物质运输阻力,但是由于脂质体的缓释作用,包裹精油的脂质体保质期受限,本专利选用壳聚糖和明胶制成的稳定性高的多层脂质体能有效地延长脂质体的贮藏期,从而提高了精油的利用率。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是公开一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体及其制备方法,通过将肉桂精油包裹在多层纳米脂质体中,以实现减少肉桂精油在使用过程中的挥发,从而减少

肉桂精油的浪费,达到长效抗菌与高效利用的目的。

[0007] 一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体,肉桂精油包裹在磷脂双分子层中,其特征在于:磷脂双分子层为第一层纳米脂质体,还设有第二层纳米脂质体,第二层由壳聚糖组成。

[0008] 进一步地,所述的一种高稳定性的肉桂精油纳米脂质体,其特征在于:还设有第三层纳米脂质体,第三层由明胶组成。

[0009] 进一步地,第二层纳米脂质体中壳聚糖的浓度为 0.2 mg/mL。

[0010] 进一步地,第三层纳米脂质体中明胶的浓度为 0.4 mg/mL。

[0011] 本发明由肉桂精油,大豆卵磷脂,胆固醇和表面活性剂,壳聚糖和明胶制成肉桂精油纳米脂质体。

[0012] 大豆卵磷脂、胆固醇是构成脂质体的组要成分,胆固醇均有调节膜流动性的作用,所以考察其两者的配比变化,对构成的脂质体分散性等参数有无影响;表面活性剂是增加脂质体稳定性;肉桂精油浓度是根据包封率来确定的;醋酸盐溶液的 pH 是为了最佳溶解壳聚糖;壳聚糖和明胶都可以增加稳定性。

[0013] 本发明的制备方法是将肉桂精油,大豆卵磷脂,胆固醇混合于有机溶剂,减压蒸干形成光滑的薄膜,加入水相介质和表面活性剂组成的混合溶液溶解薄膜并超声成乳、离心后取上层液体过滤得到单层肉桂精油纳米脂质体,其特征在于:将单层肉桂精油纳米脂质体与壳聚糖溶液搅拌均匀,通过离心和微孔滤膜过滤,得到粒径为纳米级的双层肉桂精油纳米脂质体。

[0014] 进一步地,将双层肉桂精油纳米脂质体与明胶溶液搅拌均匀,通过离心和微孔滤膜过滤,得到粒径为纳米级的多层肉桂精油纳米脂质体。

[0015] 进一步地,本发明的大豆卵磷脂和胆固醇的质量比例为 5:1;表面活性剂、肉桂精油与胆固醇的质量比为 1:3:4,此条件下可以得到最高的包封率。

[0016] 进一步地,表面活性剂为 PVP,混合溶液中 PVP 的浓度为 1.0 mg/mL。

[0017] 单层肉桂精油纳米脂质体与壳聚糖溶液的体积比为 1:10;双层肉桂精油纳米脂质体与明胶溶液的体积比为 1:10。

[0018] 本发明中所述的有机溶剂是氯仿。

[0019] 本发明中所用的水相介质是根据中国药典 2000 版标准配制的醋酸盐缓冲溶液, pH 值 3.5~4.0。

[0020] 所述的壳聚糖溶液为壳聚糖的醋酸盐溶液,浓度为 0.2 mg/mL,醋酸盐溶液是根据中国药典 2000 版标准配制的醋酸盐缓冲溶液, pH 值 3.5~4.0,优选 3.6,能够最佳溶解壳聚糖。

[0021] 所述明胶溶液为明胶的醋酸盐溶液,浓度为 0.4 mg/mL,醋酸盐溶液是根据中国药典 2000 版标准配制的醋酸盐缓冲溶液, pH 值 3.5~4.0。

[0022] 本发明中脂质体的第一层是磷脂双分子层,即人工细胞膜层。

[0023] 本发明中脂质体的第二层由壳聚糖组成,浓度为 0.2 mg/mL。

[0024] 本发明中脂质体的第三层由明胶组成,浓度为 0.4 mg/mL。

## 附图说明

- [0025] 图 1 为肉桂精油纳米脂质体的包封率。  
[0026] 图 2 为肉桂精油纳米脂质体的粒径与多分散系数 PDI。  
[0027] 图 3 为多层肉桂精油纳米脂质体荧光显微图。  
[0028] 图 4 为多层肉桂精油纳米脂质体原子力显微图。  
[0029] 图 5 多层肉桂精油纳米脂质体对大肠杆菌的抗菌性能。  
[0030] 图 6 多层肉桂精油纳米脂质体对金黄色葡萄球菌的抗菌性能。  
[0031] 表 1 为肉桂精油纳米脂质体的 Zeta 电位。

## 具体实施方式

[0032] 通过下面实例说明本发明的具体实施方式,但本发明的保护内容,不仅局限于此。

[0033] 实施例 1 多层肉桂精油纳米脂质体的包封率

### 1 实验材料

大豆卵磷脂 ;BR ;国药集团化学试剂有限公司。

[0034] 胆固醇 ;AR ;国药集团化学试剂有限公司。

[0035] 三氯甲烷 ;AR ;国药集团化学试剂有限公司。

[0036] 肉桂精油 ;AR ;法国 florihana 精油。

[0037] PVP ;GR ;国药集团化学试剂有限公司。

[0038] 壳聚糖 ;BR ;国药集团化学试剂有限公司。

[0039] 明胶 ;BR ;国药集团化学试剂有限公司。

### [0040] 2 实验方法

#### 1) 单层肉桂精油纳米脂质体的制备

① 称取 1 g 大豆卵磷脂,0.2 g 胆固醇和 150mg 的肉桂精油,加 50 mL 氯仿使其溶解。

[0041] ② 在旋转蒸发仪中蒸发至溶剂蒸干,蒸发温度为 10~30 °C,圆底烧瓶内壁会形成光滑的薄膜;然后将所得产品放入真空干燥箱中,30 °C,真空状态下干燥 24 小时。

[0042] ③ 称取 0.05 g 的 PVP 于 50mL 醋酸盐缓冲液中,超声波条件下扩散,然后将 PVP 的醋酸盐缓冲液加入圆底烧瓶中超声波条件下进行水化。

[0043] ④ 将水化后的混合液于细胞超微粉碎仪中以工作 10 s, 间隙 5 s 的频率粉碎 30 min。

[0044] ⑤ 将所得产品进行离心,4000 rpm,15min,取上层液体。

[0045] ⑥ 将所得液体用 0.22 μm 滤膜进行过滤,得滤液,为单层肉桂精油纳米脂质体。

#### [0046] 2) 双层肉桂精油纳米脂质体的制备

① 按照上述单层肉桂精油纳米脂质体的制备方法,制备含 150mg 肉桂精油的单层纳米脂质体。

[0047] ② 将单层肉桂精油纳米脂质体分散在含 0.2 mg/mL 壳聚糖的醋酸盐溶液中混合均匀;单层肉桂精油纳米脂质体与壳聚糖的醋酸盐溶液的体积比 1:10。

[0048] ③ 将所得混合液于细胞超微粉碎仪中以工作 10 s, 间隙 5 s 的频率粉碎 30 min。

[0049] ④ 将所得产品进行离心,4000 rpm,15min,取上层液体;

⑤ 将所得液体用 0.22 μm 滤膜进行过滤,得滤液,为双层肉桂精油纳米脂质体。

[0050] 3) 多层肉桂精油纳米脂质体的制备

① 按照上述双层肉桂精油纳米脂质体的制备方法,制备双层含 150mg 肉桂精油的双层纳米脂质体。

[0051] ② 将双层肉桂精油纳米脂质体分散在含 0.4 mg/mL 明胶的醋酸盐溶液中使其混合均匀;双层肉桂精油纳米脂质体与明胶的醋酸盐溶液的体积比为 1:10。

[0052] ③ 将所得混合液于细胞超微粉碎仪中以工作 10 s, 间隙 5 s 的频率粉碎 30 min。

[0053] ④ 将所得产品进行离心,4000 rpm,15min,取上层液体。

[0054] ⑤ 将所得液体用 0.22 μm 滤膜进行过滤,得滤液,为多层肉桂精油纳米脂质体。

[0055] 4) 包封率的测定

用无水乙醇稀释肉桂精油,逐级稀释成浓度分别为 0.1、0.2、0.4、0.6、0.8 mg/mL 的标准溶液,然后,分别吸取 1 μL 标准溶液进行 GC-MS 分析,对其主要成分丁香酚的谱峰面积进行自动积分,绘制丁香酚峰面积-肉桂精油浓度标准曲线,首先取 1mL 肉桂精油纳米脂质体样品,13500 rpm,离心 3 h,倒掉上清液。接着加入 1 mL 乙醇破乳剂,超声 3 h。最后以 10000 rpm 的转速离心 15 min,取上清液,用于 GC-MS 分析。制备好的脂质体样品,对精油主成分的峰面进行自动积分,再根据步骤 1 中绘制的标准曲线,计算出脂质体中植物精油

的含量。则: 
$$\text{包封率} = \frac{\text{脂质体中植物精油的含量}}{\text{初始添加的植物精油的总量}} \times 100\%。$$

[0056] 3 肉桂精油纳米脂质体的包封率

包封率是评价脂质体制剂质量好坏的最重要的指标,也是脂质体能否发挥较普通制剂高效、低毒等特点的关键;由图 1 可看出,单层肉桂精油纳米脂质体的包封率为 33.2%,双层肉桂精油纳米脂质体的包封率为 49.1%,多层肉桂精油纳米脂质体的包封率最大,为 90.4%,因此制备多层肉桂精油纳米脂质体可以明显提高脂质体的包封率。

[0057] 实施例 2 多层肉桂精油纳米脂质体的粒径与多分散系数 PDI

1 实验材料

① 单层肉桂精油纳米脂质体。

[0058] ② 双层肉桂精油纳米脂质体。

[0059] ③ 多层肉桂精油纳米脂质体。

[0060] 2 实验方法

用美国布鲁克海文仪器公司产的,型号为 BI-9000 的高浓度激光粒度仪测定肉桂精油纳米脂质体的粒径和多分散系数 PDI 值,所测样品放入样品池直接测量即可。

[0061] 3 肉桂精油纳米脂质体的粒径与多分散系数 PDI

多分散系数 PDI 直接反映肉桂精油纳米脂质体的稳定性,因此是主要参考指标,脂质体的 PDI 在 0~0.3 范围内属于最好,在 0.3~0.7 范围内较差,但可以接受,当 PDI>0.8 时,不予考虑;如图 2 所示,单层肉桂精油纳米脂质体的粒径为 142.1nm、PDI 为 0.311,双层肉桂精油纳米脂质体的粒径为 196.7nm、PDI 为 0.276,多层肉桂精油纳米脂质体的粒径为 263.5nm、PDI 为 0.204;多层肉桂精油纳米脂质体的多分散系数 PDI 最小,因此制备多层肉桂精油纳米脂质体可以明显提高脂质体的稳定性。

**[0062] 实施例 3 肉桂精油纳米脂质体的 Zeta 电位****1 实验材料**

① 单层肉桂精油纳米脂质体。

**[0063]** ② 双层肉桂精油纳米脂质体。

**[0064]** ③ 多层肉桂精油纳米脂质体。

**[0065] 2 实验方法**

用英国马尔文仪器有限公司生产的型号为 Zetasizer nano ZS-Zeta 的电位仪测量,直接将待测脂质体样品放入电位仪中测量即可。

**[0066] 3 肉桂精油纳米脂质体的 Zeta 电位**

表 1 肉桂精油纳米脂质体的 Zeta 电位

肉桂精油纳米脂质体	Zeta 电位
单层	-24.8mV
双层	-31.2mV
多层	-53.3mV

Zeta 电位也可以直接反映肉桂精油纳米脂质体的稳定性,因此也是主要参考指标,脂质体的 Zeta 电位的绝对值越大说明脂质体越稳定性,Zeta 电位的绝对值在 0 ~ 30 范围内属于不稳定,在大于 30 时脂质体较稳定性;如表 1 所示,三种肉桂精油纳米脂质体均带负电,单层肉桂精油纳米脂质体的 Zeta 电位为 -24.8mV,其绝对值小于 30 脂质体不稳定,双层肉桂精油纳米脂质体的 Zeta 电位为 -31.2mV,其绝对值大于 30 脂质体较稳定,多层肉桂精油纳米脂质体的 Zeta 电位为 -53.3mV,其绝对值最大,脂质体最稳定。

**[0067] 实施例 4 多层肉桂精油纳米脂质体的荧光显微镜观察****1 实验材料**

多层肉桂精油纳米脂质体。

**[0068] 2 实验方法**

用德国徕卡仪器公司生产的型号为 TCS-SP5 的荧光显微镜,直接将待测脂质体样品放入荧光显微镜中观察。

**[0069] 荧光显微镜样品前处理方法:**

(1) 多层肉桂精油纳米脂质体样品的制备(A 液):取 1 mL 肉桂精油脂质体,0.5 mL 甲醇和 0.5 mL 氯仿混合。

**[0070]** (2) 荧光染料 DIL 的制备(B 液):0.1 mL 的 DIL 溶于 0.1 mL 的二氯甲烷中。

**[0071]** (3) 取 A 液 0.5 mL 和 B 液 50  $\mu$ L 放入小离心管混合,震荡均匀。

**[0072]** (4) 将上述混合液体放入真空干燥箱,干燥一夜。

**[0073]** (5) 取已干燥的离心管,加入 0.5mL 超纯水,在振荡器上震荡 30min。

**[0074]** (6) 室温放置 3h。

**[0075]** (7) 滴在载玻片上进行观察。

**[0076] 3 多层肉桂精油纳米脂质体的荧光显微镜观察**

由以上荧光显微镜拍摄到的显微照片可以看出,脂质体染色后,呈现圆形,分散较均

匀。

[0077] 1 实验材料

多层肉桂精油纳米脂质体。

[0078] 2 实验方法

用美国安捷伦科技公司生产的型号为 Agilent5500 的原子力显微镜,直接将待测脂质体样品放入原子力显微镜中观察,原子力前处理方法是取植物精油脂质体样品 10  $\mu\text{L}$  滴在云母片上 10 min,然后用移液枪吸除表面的液体,再滴上 10  $\mu\text{L}$  超纯水 30 s,重复清洗 3 次,通风处静置 3 h,放置于原子力显微镜下观察。

[0079] 3 多层肉桂精油纳米脂质体的原子力显微镜观察

由以上原子力显微镜拍摄到的显微照片可以看出,脂质体呈现圆形,分散较均匀。

[0080] 实施例 6 多层肉桂精油纳米脂质体的抗菌性能

1 实验材料

① 单层肉桂精油纳米脂质体(保存 7 天、30 天、60 天、90 天)。

[0081] ② 双层肉桂精油纳米脂质体(保存 7 天、30 天、60 天、90 天)。

[0082] ③ 多层肉桂精油纳米脂质体(保存 7 天、30 天、60 天、90 天)。

[0083] 2 实验方法

采用平板菌落计数法,以大肠杆菌 (*Escherichia coli*) 和金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 为模式菌测定肉桂精油纳米脂质体的残存菌数,将大肠杆菌和金黄色葡萄球菌接种到液体培养基中,分别置于气浴摇床中在 37℃、150rpm 条件下震荡培养 24~48h,获得对数生长期的细菌,取适量处于对数期的大肠杆菌和金黄色葡萄球菌分别加入含有一定量无菌磷酸缓冲液的试管中(菌浓度约为  $10^5\sim 10^6\text{cfu/mL}$ ),然后再向试管中加入浓度为 10% 的各种肉桂精油纳米脂质体,同时另取两个分别含有以上两种菌的试管并向其中加入等量无菌水(不加肉桂精油纳米脂质体)作为对照,将各试管均置于气浴摇床中在 37℃、150rpm 条件下震荡反应 24h,分别于不同时间点的取适量培养液进行十倍梯度稀释到合适的浓度,然后移取 100  $\mu\text{L}$  稀释液滴到无菌固体平板培养基上,涂布均匀,之后放入 37℃ 恒温恒湿培养箱中倒置培养,24~48h 后进行平板菌落计数,从而对评价各肉桂精油纳米脂质体的抗菌活性,做三次重复,结果取平均值。

[0084] 3 多层肉桂精油纳米脂质体的抗菌性能

不同保存期的肉桂精油纳米脂质体的抗菌活性的变化也可以间接反映脂质体的稳定性,因此对保存 7 天、30 天、60 天、90 天的各种肉桂精油纳米脂质体进行了抗菌性能评价,结果如图 5、图 6 所示;保存时间为 7 天时,单层肉桂精油纳米脂质体、双层肉桂精油纳米脂质体、多层肉桂精油纳米脂质体的抗菌活性均相同,对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌均显示了良好的抗菌效果;保存时间为 30 天时,单层肉桂精油纳米脂质体的抗菌效果明显降低、而双层肉桂精油纳米脂质体和多层肉桂精油纳米脂质体均显示良好的抗菌效果;保存时间为 60 天和 90 天时,单层肉桂精油纳米脂质体没有显示抗菌效果,双层肉桂精油纳米脂质体的抗菌效果明显降低,而多层肉桂精油纳米脂质体一直保持良好的抗菌效果。



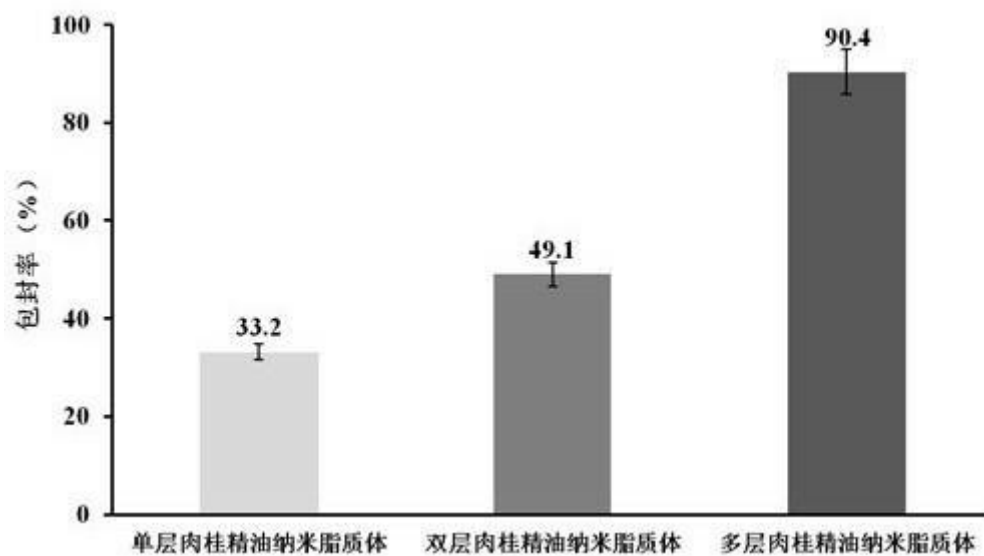


图 1

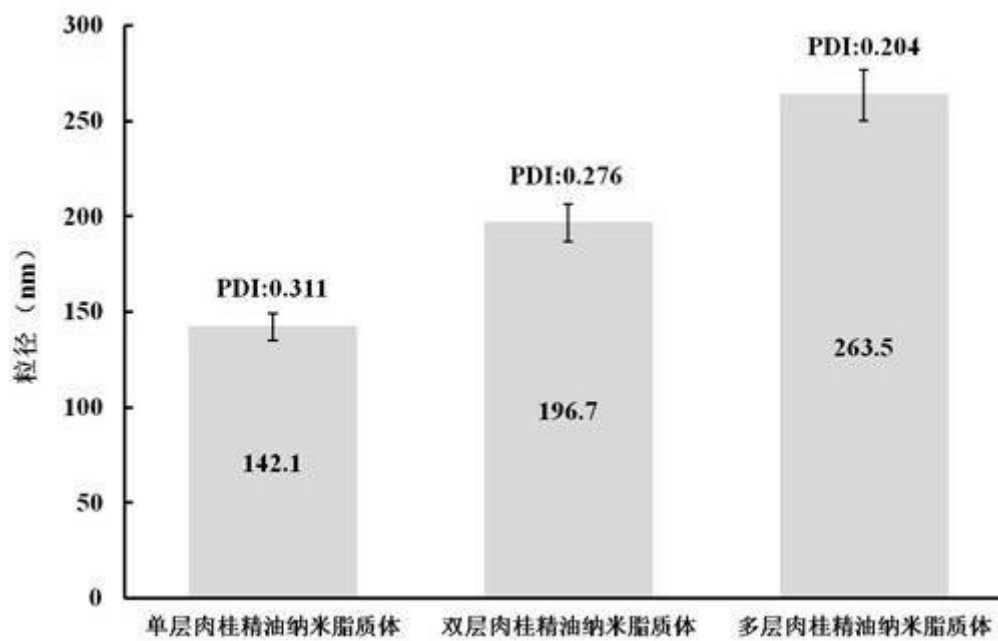


图 2



图 3

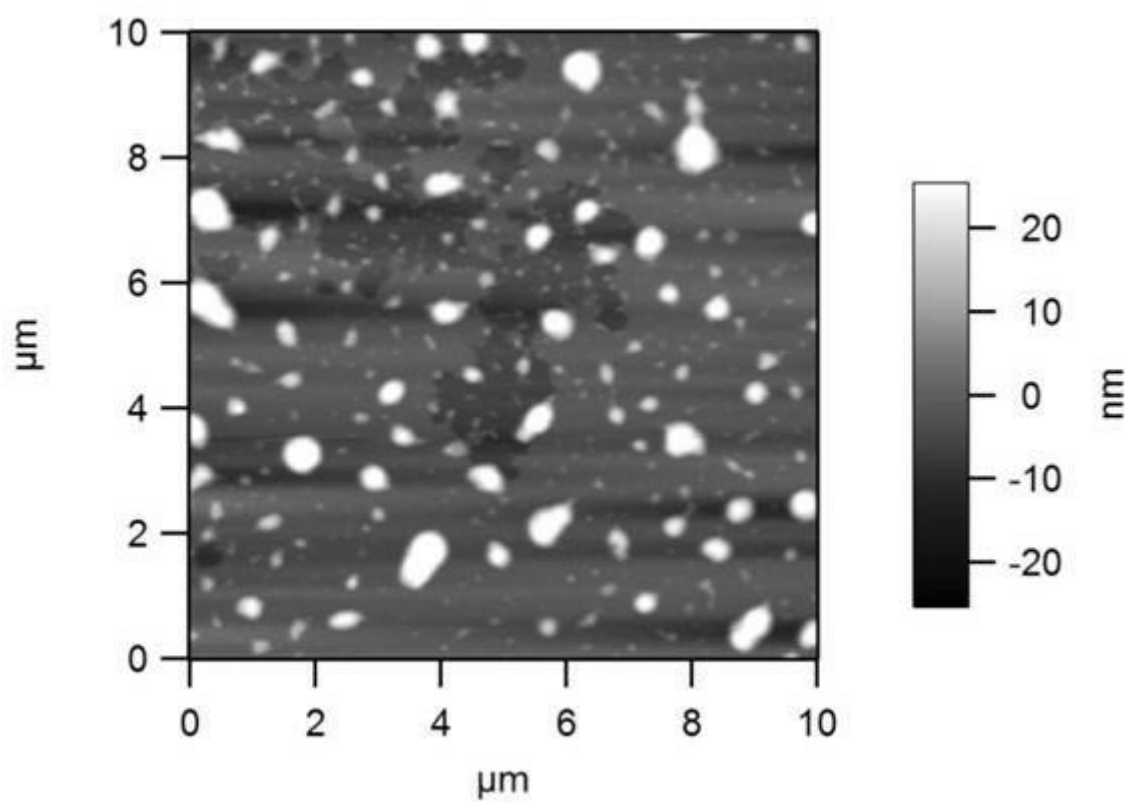


图 4

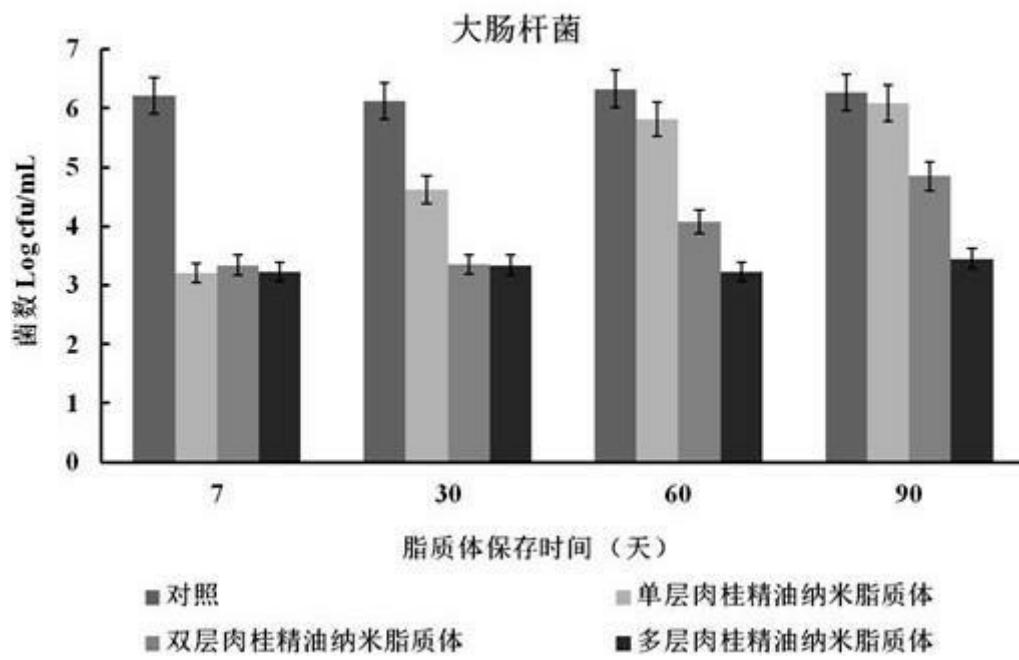


图 5

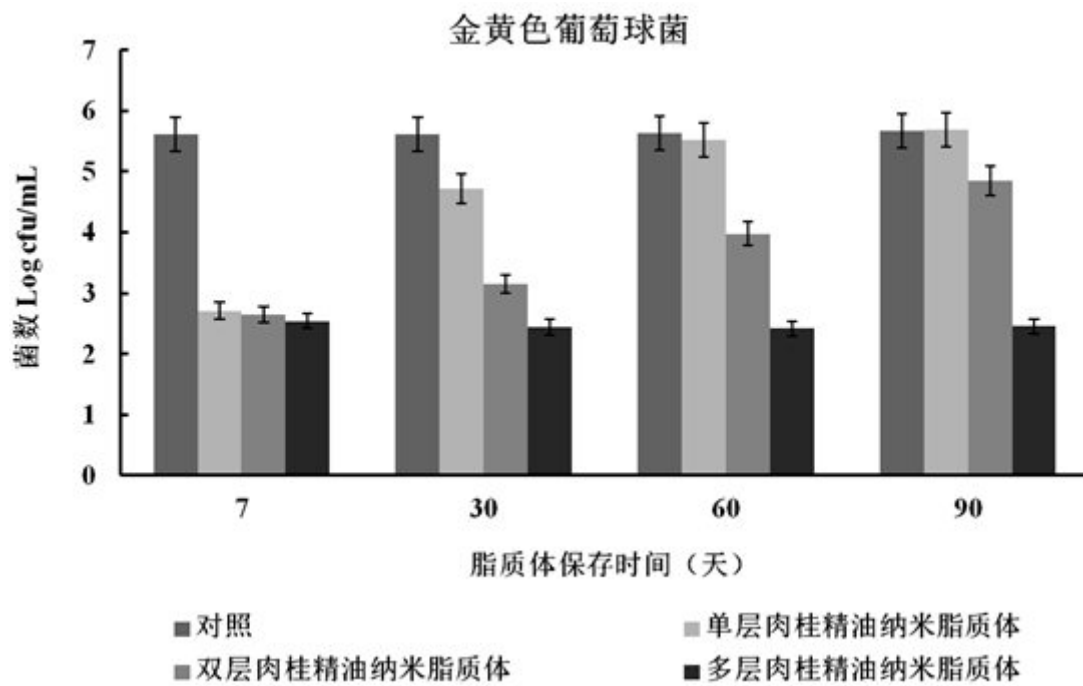


图 6