

大学生创新创业训练计划

松针精油提取及在护肤品中的应用研究

项目总结报告

项目负责人：石家如

指导老师：郑钢勇

目 录

一、 项目基本情况.....	3
二、 项目立项背景.....	3
三、 项目实施过程.....	3
四、 项目在专业建设和人才培养发挥的作用.....	4
五、 项目研究报告.....	5

一、项目基本情况

项目名称	松针精油提取及在护肤品中的应用研究			项目编号	JYCXLJH2002
项目类别	大学生创新创业训练计划项目			项目立项时间	2020.01
项目负责人	石家如	职务/职称	无	学历/学位	大学专科
参加人员情况	姓名	学历/职称	所在单位(部门)		承担主要工作
	陈滨妹	大学专科	化学工程系		配方配制
	赖婉毅	大学专科	化学工程系		调查研究

二、项目立项背景

松针提取物富含糖类、多种氨基酸、多种微量矿元素、多种维生素、精油等活性物质。其精油中含有几十种萜烯类有机物,具有杀菌、抗炎、杀虫、除臭等作用,精油抗菌成分为:胡椒酮、虎杖甙、甲基胡椒酚、花旗松素、土槿酸等。研究认为,松针中含有能够溶解人体老化的物质,它通过调整和促进身体组织机能,进而增进人体健康,而且松针还具有增强免疫力,提高抗病能力的作用。在食品方面,松针精油可以制成防腐剂或者制成天然色素添加到食品中。在药学应用方面,松针精油具有抗肿瘤、抗氧化、降血脂等功效。在生活日用方面,松针精油可以调配成各式香水,护肤品,美容美发香波等,在化妆品和洗涤用品方面应用巨大。近年来,随着市场观念和化妆品工业的发展,消费者对于护肤品的要求已有新变化,人们除了重视护肤品的滋润功能,愈来愈注重抑菌和抗氧化等新功效。在添加的活性成分对皮肤无刺激的前提情况下,护肤品已由过去单一的功能发展到清洁与护理等兼具多种功效的产品。

三、项目实施过程

1、确立实验条件满足和提取率高的松针精油的提取方法;松针精油常用水蒸气蒸馏法提取,本项目优化了提取路径,选择用酶解法辅助水蒸气蒸馏法提高松针精油的提取率,筛选出了能够有效提高松针精油提取率的纤维素酶,经混合酶组预处理后的松针精油得率最高。用酶处理松针叶,最适宜条件为50℃,保

温时间 12h, pH=5。

2、查找资料, 先把松针精油作为抗氧化剂及其他日化原料一起进行配方设计, 使用 Tween80 和 Span80 作为复配乳化剂, 制备一款具有抗氧化功效的 O/W 型护肤品。再进行配方的调整和优化, 初步确定含有松针精油的护肤品的配方。

3、以松针精油添加量为单因素变量测试护肤品产品的抑菌活性和抗氧化活性, 测试对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌的抑菌圈和最低抑菌浓度, 对 DPPH 自由基的清除率。

4、确定活性表现最好的配方; 从抑菌效果和抗氧化结果, 结合生产成本看, 松针精油添加量为 1.5% 时, 松针精油溶液的抑菌效果可以达到理想结果。

5、化妆品的使用效果以消费者的直接感官体验为主, 收集消费人群的肤感测试和使用喜好情况, 微调配方。

四、项目在建设专业和人才培养发挥的作用

本项目原成员为化学工程系化妆品技术专业学生, 本项目的开展, 需要学生应用到《化妆品原料》《化妆品配方与制备》《化妆品生产工艺》《化妆品质量检验技术》《化妆品安全与功效》《化妆品微生物检验技术》等化妆品技术专业的主干课程的相关知识, 通过本项目的锻炼, 项目组成员具备一定的查阅文献、获取信心并对信息进行分析和处理的能力; 具备化妆品的配方设计和样品制作, 功效评价的能力; 具备化妆品生产和对化妆品的原料和成品进行各种检验分析的能力。

随着绿色生活这个理念的普及, 近年来天然、绿色、健康安全的添加植物提取物的化妆品越来越受到人们的关注, 开发纯天然化妆品已成为化妆品产业发展最活跃的主题之一。本项目有助于培养学生的创新意识, 有助于了解某一种原料譬如松针精油在化妆品配方里的全面特性, 有助于在配方设计上通过实验设计提高对原料质的认识。

在纯净美妆、可持续发展的大趋势下, 天然抗氧化剂成为化妆品行业的热门成分, 消费者追崇拥有更高浓度的抗炎、抗氧等营养成分的植物。松针再生速度快, 是一种可持续利用天然再生资源, 由于松针资源丰富, 因此松针的开发将有巨大的潜力。松针精油主要起润肤、美肤、防止皮肤老化和净化皮肤等作用。本项目制备的松针精油护肤品经功效检验具有抗氧化和抑菌效果, 经测试各指标满足润肤乳液的标准, 经使用者使用反馈, 具有滋润、细腻、涂展和吸收效果好的特点, 适合推广使用。

五、项目研究报告

（一）综述

1.1 松针的概述

1.1.1 松针的简介

松针是松树类植物的主要副产物之一，是一种再生速度快，可一年四季采收，分布广泛，天然蓄积量大，可持续利用的天然再生资源^[1]。其资源在全球范围内总共有 10 个属约 230 多种，我国各地分布有 10 个属约 120 多种。松针资源主要来自湿地松、黑松、云南松、华山松、黄山松、马尾松、油松、红松、西北利亚红松等。我国有丰富的松针资源，而且品种多，分布即广又相对比较集中。松针再生速度快，是一种可持续利用天然再生资源，我国现有松林面积为 6100~6700 万公顷，松针蕴藏量超过 1 亿吨^[2]。由于松针资源丰富，因此松针的开发将有巨大的潜力。

1.1.2 松针主要成分和应用的介绍

松针提取物富含糖类、多种氨基酸、多种微量矿元素、多种维生素、精油等活性物质。其精油中含有几十种萜烯类有机物，具有杀菌、抗炎、杀虫、除臭等作用^[3]，精油抗菌成分为：胡椒酮、虎杖甙、甲基胡椒酚、花旗松素、土槿酸等^[4]。国外的研究认为，松针中含有能够溶解人体老化的物质，它通过调整和促进身体组织机能，进而增进人体健康，而且松针还具有增强免疫力，提高抗病能力的作用。在食品方面，松针精油可以制成防腐剂或者制成天然色素添加到食品中。在药学应用方面，松针精油具有抗肿瘤、抗氧化、降血脂等功效。在生活日用方面，松针精油可以调配成各式香水，护肤品，美容美发香波等，在化妆品和洗涤用品方面应用巨大^[5]。目前市场中韩书昌研制的松针浸膏、冷杉精油为主的松针润肤乳液，洗浴效果甚佳，兼营养保健功能^[6]。

1.2 提取方法介绍

水蒸气蒸馏法是让提取物与水在相同的条件下共同煮沸，样品中的成分会根据不同的沸点而蒸馏出来，之后用有机溶剂将馏出液进行萃取使油和非油成分分离，也可直接进行油水分离，将挥发性成分提取出来。松针精油常用水蒸气蒸馏法提取，但其效率很低，用此方法，料液比 1:9，浸取时间 12h，得率才 0.36%。

酶法，主要用纤维素酶，又称 β -1,4-葡聚糖水解酶，系黑曲霉 (*Aspergillus niger*) 或木霉 (*Trichoderma viride*) 培养发酵液中提取而精制的酶制剂。它能使纤维素多糖水解为 β -糊精，其保存的最适 pH 值 4.5~5.5，对热较稳定，即使在 100 °C 保存 10min 仍可保持原活性的 20 % 以上，其最适温度 50~60 °C，天然存在于许多霉菌中。

1.3 润肤乳液的简介

润肤乳液，是由各种表面活性剂为主要活性物配制而成的，具有清洁身体皮肤（除脸部以外）表面上的污垢、滋润皮肤等作用的个人护理用品。与液体香波有许多相似之处，外观均为粘稠液体，其主要成份均为各类表面活性剂，具有发泡性，对皮肤有洗净去污的能力，同时添加对皮肤具有滋润、保湿和清凉止痒作用的添加剂成份。润肤乳液按外观分类，可分为透明润肤乳液和珠光润肤乳液。按功能分为滋润保湿型、清爽型、止痒型等。近年来，随着市场观念和化妆品工业的发展，消费者对于润肤乳液的要求已有新变化，人们愈来愈重视它对于皮肤的护理作用。首先要求润肤乳液对皮肤无刺激，并兼有洗涤及护肤作用。润肤乳液已由过去单一的清洁功能发展到清洁与护理等多种功效^[7]。

1.4 松针精油在润肤乳液中的应用

近年来，随着市场观念和化妆品工业的发展，考虑到化学合成物质的安全性问题，对天然保健品与绿色食品添加剂的需求量逐年增多^[3]，消费者对于润肤乳液的要求也有新的变化，人们愈来愈重视它对于皮肤的护理作用。要求润肤乳液对皮肤无刺激，并兼有洗涤及护肤作用^[7]。而松针精油中含有几十种萜烯类有机物，具有杀菌、抗炎、杀虫、除臭等作用，可制成天然的抗氧化剂和防腐剂。皮肤感染的主要致病菌为金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌等^[8]。表皮葡萄球菌可引起体臭、足臭、窝状角质松解症、痒等皮肤感染；金黄色葡萄球菌可引起大疱型脓疱疮、深部毛囊炎等皮肤感染^[9]。而实验表明松针精油对表皮葡萄球菌和金黄色葡萄球菌均有抑菌效果；将松针精油应用到润肤乳液中，使人们在洗浴时清除人体皮肤的表皮葡萄球菌、金黄色葡萄球菌等革兰氏阳性细菌，起到缓解和预防皮肤感染的发生。随着我国国民经济的高速增长，农村洗浴条件的逐渐改善，润肤乳液的市场也不断增长，增长幅度将超过 12%，并将保持数年^[7]。

（二）实验部分

2.1 实验原料与仪器

2.1.1 实验原料

月桂醇硫酸酯铵, 脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠, 广州市君鑫化工科技有限公司; 椰油酰胺丙基甜菜碱, 椰子油二乙醇酰胺, 广州穗欣化工有限公司; 886 增稠剂, 肉豆蔻异丙酯, 乙内酰脲, 无水甜菜碱, 尿囊素, 霍霍巴油, 尼泊金甲酯, 薰衣草香精, 月桂酰两性基二乙基酸二钠, 山东优索化工有限公司; 甘油, 国药集团化学试剂有限公司; 甜杏仁油, 泛醇, 广州市白云区广花路世盛工业品展览中心;

2.1.2 仪器

电子天平, 上海越平科学仪器制造有限公司; 电冰箱, 博西华家用电器有限公司; FJ-200 高速分散均质机, 上海标本模型厂制造; 数显酸度计, 杭州奥立龙仪器有限公司; HWS-12 型电热恒温水浴锅, 上海一恒科学仪器有限公司; 200 转搅拌机, 上海司乐仪器有限公司; 紫外分光光度计, 上海棱光技术有限公司;

2.1.3 试剂

纤维素酶: 酶活力 $\geq 400\text{U}/\text{mg}$; 松针叶 (采自吉林省长白山); 氯化氢; 碳酸钠

大肠杆菌, 广东微生物菌种保藏中心; 金黄色葡萄球菌, 表皮葡萄球菌, 上海鲁微科技有限公司; 平板计数琼脂, 广东环凯微生物科技有限公司;

2.2 提取方法

采用酶解优化水蒸气蒸馏法的方法, : 取 150 g 新鲜切好的松针样品加入适量的水, 捣碎 5 ~ 10 min。用 HCl 或 Na_2CO_3 调节 pH 值, 加入活化的活性酶 2000 活力单位, 于设定温度下进行酶解。蒸馏装置采用电热套加热, 球形冷凝管连接挥发油提取器, 松针酶解后放在 2000mL 圆底三口烧瓶中, 连接挥发油提取器底端, 即得松针精油。

以精油得率为衡量指标, 考察 3 个主要因素对提取的影响: 温度 (20, 30, 40, 50, 60 $^{\circ}\text{C}$)、保温时间 (9, 10, 11, 12, 13h)、pH (3, 4, 5, 6, 7) 对提取的影响。

$$\text{精油得率}(\%) = \frac{\text{精油质量}}{\text{松针质量}} \times 100\%$$

2.3 实验配方

本实验初步配方见表 2-1

表 2-1

组相	商品名	原料名称	配方(W _t ,%)
A	去离子水	去离子水	75.0
	K ₁₂ A	月桂醇硫酸酯铵	3.0
	AES	脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠	13.0
B	LAD-40	椰油酰胺丙基甜菜碱	2.0
	6501	椰子油二乙醇酰胺	1.0
	886 增稠剂	886 增稠剂	1.5
	IPM	肉豆蔻酸异丙酯	0.3
	甘油	甘油	1
C	松针精油	松针精油	1
	泛醇	泛醇	1.0
	甜杏仁油	甜杏仁油	1.0
	霍霍巴油	霍霍巴油	0.5
D	甲酯	尼泊金甲酯	0.2
	DMDMH	乙内酰脲	0.1
	香精	香精	适量

注“-”表示不加该原料

2.4 配方工艺流程

2.3.1 取一 200ml 的烧杯，将 A 相按顺序加入，用搅拌机搅拌至完全溶解；

2.3.2 另取一 200ml 的烧杯，将 B 相按顺序加入，将 A 相加到 B 相中，用搅拌机搅拌至完全溶解；

2.3.4 将 C 相按顺序加到 B 相中，用搅拌机搅拌至完全溶解；

2.3.5 将 D 相加到 B 相中，用搅拌机搅拌至完全溶解；

(三) 质量检测方法

3.1 感官理化指标

本实验润肤乳液的感官、理化指标标准见表 2-2

表 2-2

项目		成人		儿童		
		普通型	浓缩型	普通型	浓缩型	
感官 指标	外观		液体或膏体产品不分层，无明显悬浮物（加入均匀悬浮颗粒组分的产品除外）或沉淀；块状产品色泽均匀，光滑细腻，无明显机械杂质和污迹			
	气味		无异味			
	香气		符合规定气味			
理化 指标	稳定性	耐热(40±2)℃， 24h	恢复至室温后观察，不分层，无沉淀，无异味和变色现象，透明产品不浑浊			
		耐寒(-5±2)℃， 24h	恢复至室温后观察，不分层，无沉淀，无变色现象，透明产品不浑浊			
	总有效物/%		7	14	5	10
	pH (25℃)		4.0~10.0		4.0~8.5	
	甲醛 (mg/kg)		500			

3.2 抑菌方法^[10]

3.2.1 抑菌片的制备

取空白药敏滤纸片，每个培养皿内放 8 片滤纸片，加入液体抑菌试验样品浸泡并翻面 1-2min，确保每片滤纸片都沾满样品后用灭菌的镊子取出平放于清洁的无菌平皿内，置恒温箱(37℃)中烘干或置室温下自然干燥后备用；

3.2.2 菌悬液的制备

取培养 18 小时的菌种（大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌）接种到无菌生理盐水中，与 0.5M 麦氏比浊管对比，校正其浓度为标准浓度；

3.2.3 试验菌的接种

把已配好的试验菌悬液用微量移液器吸取 100 μL 注入营养琼脂培养基平板表面，用涂布器将菌液均匀地涂布在培养基表面。涂布时可转动培养皿，使涂布均匀。盖好平皿，置室温干燥 5min；

3.2.4 抑菌试验样片贴放

每次试验贴放 1 个染菌平板，每个平板贴放 4 片试验样片。用无菌镊子取样片贴放于平板表面，两纸片之间圆心的距离不少于 24mm，纸片边缘距离琼脂边缘不少于 15mm。由于一些药物几乎是瞬间扩散的，因此一旦纸片与琼脂表面接触就不能再移动位置。贴放好后，用无菌镊子轻压样片，使其紧贴于平板表面。盖好平皿，倒置于 37℃ 恒温箱，培养 18h-24h 后观察结果。用游标卡尺测量抑菌环的直径(包括贴片)并记录。测量其直径应以抑菌环外沿为界。

3.3 抗氧化方法^[11]

3.3.1 阳性对照物用 95% 甲醇溶解稀释成：0.08mg/mL、0.04mg/mL、0.02mg/mL、0.01mg/mL 系列浓度梯度用以验证试验系统。

3.3.2 受试物处理：水溶性受试物用水稀释为多级浓度样品，油溶性受试物用 95% 甲醇稀释为多级浓度样品。

3.3.3 参照表 2-3，使用 10mL 试管设立样品管 (T)、样品本底 (T₀)、DPPH 管 (C) 和溶剂本底 (C₀)，每一样品的每个受试浓度的样品管 (T) 需设立 3 支平行管，同时 DPPH 管 (C) 也需设立 3 支平行管。

3.3.4 在样品管 (T) 和样品本底 (T₀) 中各加入 1mL 相同浓度的样品溶液。

在所有试管中 (T、T₀、C、C₀) 补充溶剂，水溶性样品用水，油溶性样品用 95% 甲醇，补足 3mL，混匀。

3.3.5 在样品管 (T) 和 DPPH 管 (C) 中加入 DPPH 甲醇溶液 1mL，样品本底 (T₀) 和溶剂本底 (C₀) 用 95% 甲醇代替，轻轻摇匀，室温下静置 5 分钟。

3.3.6 将各支反应溶液移入 1cm 比色皿中，在 517nm 处测定吸光值。

表 2-3

	T-样品管	T ₀ -样品本底	C-DPPH 管	C ₀ -溶剂本底
样品溶液 (ml)	1	1	—	—
水或 95% 甲醇溶剂 (ml)	2	2	3	3
DPPH 甲醇溶液 (ml)	1	—	1	—
95% 甲醇 (ml)	—	1	—	1
平行次数	3/样	1/样	3/试验	1/试验

3.3.7 计算 DPPH 自由基清除率

$$\text{清除率 (\%)} = \left(1 - \frac{T - T_0}{C - C_0}\right) \times 100\%$$

T—样品管吸光值，即样品与 DPPH 反应后溶液吸光值；

T₀—样品本底吸光值；

C—DPPH 管吸光值 3 次平均值，即未加样品时 DPPH 溶液吸光值；

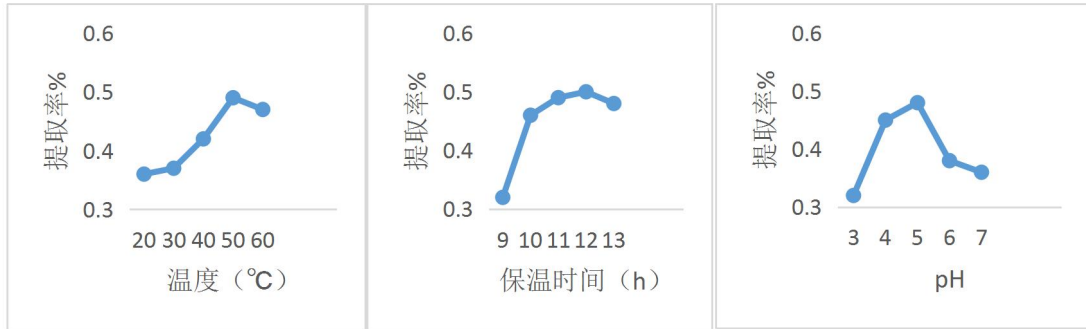
C₀—溶剂本底吸光值；

3.4 感官评价方法

3.4.1 用试用装随机派发的方式，收集试用者的使用体验表；

(四) 测定结果

4.1 提取结果



选取精油提取得率最高的单因素条件温度 50℃、保温时间 12h、pH5，得到松针精油的提取率是 0.5%，优于单一的水蒸气蒸馏提取法。

4.2 感官的测定

4.2.1 外观：透明粘稠状，不分层，无悬浮物，液体光滑细腻；

4.2.2 气味：无异味

4.2.3 香气：松花香味

4.3 稳定性的测定

4.3.1 耐热实验：(40±2)℃保持 24h，恢复至室温后与试验前无明显变化；

4.3.2 耐寒实验：(-5±2)℃保持 24h，恢复至室温后与试验前无明显变化；

4.4 抑菌活性的测定

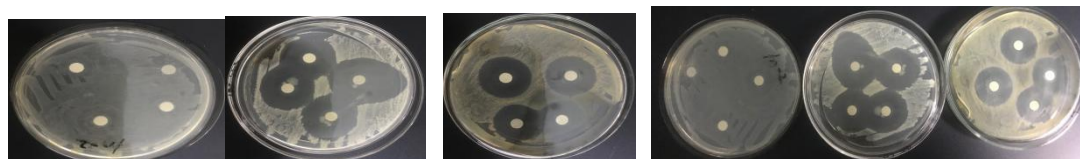
本实验抑菌结果见表 2-4（抑菌圈，单位 mm）

表 2-4

浓度/%	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
菌种							

表皮葡萄球菌	8	29	30	31	31	32	32
金黄色葡萄球菌	5	21	22	25	25	26	28
大肠杆菌	0	0	0	0	0	0	0

实验结果证明：松针精油润肤乳液对大肠杆菌无抑菌效果；当松针精油添加量为 2.5% 时，松针精油润肤乳液的抑菌效果最佳；从生产成本看，松针精油添加量为 1.5% 时，松针精油润肤乳液的抑菌效果可以达到理想结果。



图一大肠杆菌

图二表皮葡萄球菌

图三金黄色葡萄球菌

图四菌种抑菌圈对比

4.5 抗氧化的测定

本实验抗氧化结果见表 2-5

表 2-5

精油添加量	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
DPPH 清除率	-85.70%	61.91%	50.48%	50.48%	50.48%	39.05%	39.05%

实验结果证明：当松针精油添加量为 0.5% 时，松针精油润肤乳液清除 DPPH 自由基的清除率最大，添加量为 1.0%、1.5%、2.0% 和 2.5%、3.0% 时，松针精油润肤乳液对 DPPH 自由基的清除率一样大，从生产成本和结合抑菌实验结果考虑，当松针精油添加量为 1.5% 时，松针精油润肤乳液就可达到理想的抗氧化效果。所以松针精油润肤乳液的最佳制备工艺松针精油的添加量为 1.5%。

4.6 感官评价

本实验功效评价表见表 2-6 2-7



表 2-6 润肤乳液肤感标准评分表

肤感评价指标	评分标准	指标满分
涂展性	以涂抹和推开的难易程度，延展性来判断。 (涂抹性好的为 6-10，不好的为 1-5)	10
吸收性	涂抹于手腕处，通过吸收的时间长短来判断。 (时间较短为 6-10，时间较长为 1-5)	10
滋润效果	观察感受手腕涂抹后的效果。(如较柔软、 润滑则为 6-10，次之为 1-5)	10
细腻感	通过观察样品的外观，涂抹于手腕上的感受 有无颗粒感。(细腻程度最好的为 10)	10
粘稠度	将样品挑起观察其质地的稀稠。(质地较稠 为 1-5，较稀为 6-10)	10
粘腻感	涂抹后皮肤的粘腻程度。(使用后肤感较粘 腻为 1-5，较清爽为 6-10)	10

表 2-7 使用者总体反馈表

评分项目	平均分	参与人数
涂展性	9.03	27
吸收性	8.67	女生人数
滋润效果	9.07	23
细腻感	9.11	男生人数
粘稠度	9.00	4
粘腻感	9.22	

(五) 结果与讨论

5.1 结果

5.1.1 配方确定

组相	商品名	原料名称	添加量%
	去离子水	去离子水	74.0

A	K ₁₂ A	月桂醇硫酸酯铵	3.0
	AES	脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠	13.0
B	LAD-40	椰油酰胺丙基甜菜碱	2.0
	6501	椰子油二乙醇酰胺	1.0
	886 增稠剂	886 增稠剂	1.5
	IPM	肉豆蔻酸异丙酯	0.3
	甘油	甘油	1.0
	泛醇	泛醇	1.0
	甜杏仁油	甜杏仁油	1.0
	霍霍巴油	霍霍巴油	0.5
D	甲酯	尼泊金甲酯	0.2
	DMDMH	乙内酰脲	0.1
	薰衣草香精	薰衣草香精	适量
	松针精油	松针精油	1.5

通过对润肤乳液中表面活性剂、增稠剂、保湿剂、润肤剂、防腐剂的添加量的调试、溶解方式进行考察，结果表明表面活性剂添加量为 18%，增稠剂添加量为 1.5%，保湿剂为 1.3%，润肤剂为 2.5%，防腐剂为 0.3%，用搅拌机搅拌溶解时制得的润肤乳液产品效果最佳。

选取 27 个人对润肤乳液的功效与洗涤性能进行评价，结果表示：配方的效果被受试者喜爱。所以最后确定的配方如上表。

5.2 讨论

该实验通过单因素试验选择制备润肤乳液的最佳工艺，根据润肤乳液的配方设计选取原材料，并对其添加量进行优选；通过实验表明，松针精油润肤乳液对金黄色葡萄球菌和表皮葡萄球菌等革兰氏阳性菌抑菌效果较好，对大肠杆菌等革兰氏阴性菌无抑菌效果。后续将研究通过与其他提取物复配提高抑菌效果的可能。

(六) 结论

通过单因素得出制备松针精油润肤乳液的最佳配方与制备工艺、松针精油抑菌和抗氧化作用的最优添加量，制备出一款兼具洗涤效果、抗菌、抗衰老的松针

精油润肤乳液，为研究松针资源开发利用提供理论帮助。

(七)参考文献

- [1]. 谢济运. 松针有效成分的提取与分析研究进展[J]. 安徽农业科学, 2011, (22):13498-13500, 13512.
- [2]. 粟本超. 松针挥发油研究进展[J]. 粮食与油脂, 2012, (3):5-8.
- [3]. 文福姬, 俞庆善. 松树精油的化学成分及抗菌活性研究[J]. 林业实用技术, 2009, (10):3-5.
- [4]. 严启新. 松针的研究及产品开发[J]. 云南中医学院学报, 1997, 20(3):16-19.
- [5]. 樊梓鸾, 张艳东, 张华, 王振宇, 包怡红. 红松松针精油抗氧化和抑菌活性研究[J]. 北京林业大学学报, 2017, 39(8):98-103.
- [6]. 韩书昌, 赵慧正, 申世斌, 等. 松针润肤乳液的研制[J]. 中国林副特产, 1992:16-18.
- [7]. 徐艺钊. 润肤乳液的国内市场状况和发展趋势[A]. 中国洗涤用品工业协会. 第26届[2006]中国洗涤用品行业年会论文集[C].
- [8]. 李东明, 蒋丽潇. 皮肤细菌感染的病因、症状、诊断和治疗[J]. 皮肤性病诊疗学杂志 2011, 18(3):218-219.
- [9]. 周淑华, 陈楠. 细菌感染性皮肤病[J]. 中国临床医生杂志, 2007, 35(10):14-18.
- [10]. 谷爱军, 于文. 日化产品抑菌效果快速检测方法[J]. 中国洗涤用品工业, 2019(3):60-64.
- [11]. 上海日用化学品行业协会. T/SHRH 006-2018 化妆品-自由基(DPPH)清除实验方法[S]. 上海, 2018.