

8种中药提取物在膏霜类化妆品中的 抑菌效能研究

区梓聪¹,何秋星¹,陈佩¹,方电力²

(1. 广东药科大学医药化工学院,广东 中山 528458;2. 广东盛美化妆品有限公司,广东 佛山 528300)

摘要:采用纤维素酶法提取8种中药(丁香、鱼腥草、虎杖、黄连、大黄、细辛、甘草和黄芩),并采用滤纸片法和试管二倍稀释法研究8种中药提取物的抑菌效能。根据其抑菌作用进行复配研究,参考美国个人护理品委员会(PCPC)的抑菌效能测试方法对膏霜配方进行微生物挑战试验。结果表明,在8种中药提取物中,黄连提取物对金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌和大肠埃希氏菌的抑制效果最好,其抑菌圈直径分别为 (12.4 ± 0.4) , (11.4 ± 0.6) 和 (10.7 ± 0.2) mm,最低抑菌浓度(MIC)分别为31.25,31.25和15.625 g/L。当黄连和黄芩提取物在膏霜配方中的质量分数分别为0.8%和0.6%时,可较强地抑制细菌和真菌的生长,可通过微生物挑战试验。

关键词:化妆品;中药提取物;抑菌效能;纤维素酶

中图分类号:TQ658

文献标识码:A

文章编号:1001-1803(2017)03-0148-05

DOI:10.13218/j.cnki.csdc.2017.03.006

Bacterium inhibition efficacy of eight kinds of herbal extract in cream type cosmetics

OU Zi-cong¹, HE Qiu-xing¹, CHEN Pei¹, FANG Dian-li²

(1. School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangdong Pharmaceutical University, Zhongshan, Guangdong 528458, China; 2. Guangdong Best Beauty Cosmetics Co., Ltd., Foshan, Guangdong 528300, China)

Abstract: Extracts of eight kinds of herb (clove, houttuynia, *Polygonum cuspidatum*, *Coptis chinensis*, rhubarb, asarum, licorice and scutellaria) were prepared by cellulase method; and their bacterium inhibition efficacy was studied by disc diffusion method and test tube broth dilution method. Formulation study based upon the bacterium inhibition of the aforesaid preservatives was conducted. With reference of the bacterium inhibition efficacy test method of American Personal Care Product Committee (PCPC), microbial challenge tests for cream formulation was processed. The test results demonstrated that in the eight kinds of herbal extract, the extract of *Coptis chinensis* shows best efficacy on *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*. Its diameter of inhibition zone is (12.4 ± 0.4) , (11.4 ± 0.6) and (10.7 ± 0.2) mm respectively, and the minimum inhibitory concentration (MIC) is 31.25, 31.25 and 15.625 g/L respectively. When the mass fraction of the extract of *Coptis chinensis* and scutellaria in cream formula is 0.8% and 0.6% respectively, it can inhibit the growth of bacteria and fungi effectively and pass the microbial challenge test meanwhile.

Key words: cosmetics; herbal extract; bacterium inhibition efficacy; cellulase

化妆品在生产、储存及使用期间难免会受到微生物的污染,使其发生变味、变色及黏度改变等不良变化,产生气体、沉淀,甚至致病菌,从而导致品质劣变,

危害人体健康^[1]。在化妆品中添加防腐剂可以防止产品败坏变质,延长产品货架寿命,确保产品安全性。然而,防腐剂在预防微生物污染的同时,有可能引起刺

收稿日期:2016-09-18;修回日期:2017-03-03

基金项目:2015年广东药科大学“创新强校工程人才培养模式创新实验区”资助项目(gzylgc201503);广东省化妆品工程技术研究中心资助项目;2015年广东药科大学校级教育教学成果奖培育项目

作者简介:区梓聪(1989-),男,广东肇庆人,硕士研究生,电话:13420000719, E-mail:243608719@qq.com。

通讯联系人:何秋星,副教授,博士,硕士生导师, E-mail:heqiuixing@126.com。

激症状或接触性过敏等皮肤不良反应,如对羟基苯甲酸酯类和甲醛释放体等,这主要是由于合成防腐剂具有一定的毒副作用^[2]。所以近年来出现了以天然防腐剂代替化学合成防腐剂的趋势^[3],研发使用方便、效果好且无毒副作用的天然防腐剂已受到世界各国的普遍重视。

天然植物的细胞壁由纤维素构成,其中植物的有效成分往往被包裹在细胞壁内。而酶提取法就是利用纤维素酶、果胶酶、蛋白酶等(主要是纤维素酶)破坏植物的细胞壁,以促使植物有效成分最大限度溶解分离出的一种方法^[4]。与传统方法(水蒸馏法、溶剂浸提法、煎煮法等)相比,该法可降低提取条件,在比较温和的条件下分解植物组织,既能保证植物内有效成分的原有性质又能大幅提高提取物的提取率^[5]。本研究采用纤维素酶法,酶解提取8种中药(丁香、鱼腥草、虎杖、黄连、大黄、细辛、甘草和黄芩),研究提取物对化妆品常见污染菌的抑制作用,根据抑菌作用进行复配,并将复配提取物应用于膏霜类化妆品中,为研制化妆品用天然防腐剂提供实验依据。

1 实验部分

1.1 主要材料与仪器

大肠埃希氏菌(*Escherichia coli*) ATCC25922、金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*) ATCC6538、铜绿假单胞菌(*Pseudomonas aeruginosa*) ATCC27853、白色假丝酵母(*Candida albicans*) ATCC14053 和黑曲霉(*Aspergillus niger*) ATCC16404,广东省微生物研究所;大肠埃希氏菌、金黄色葡萄球菌和铜绿假单胞菌等细菌采用牛肉膏蛋白胨琼脂培养基,黑曲霉和白色假丝酵母等真菌采用马铃薯葡萄糖琼脂培养基。牛肉膏、蛋白胨、琼脂粉,均为生化试剂,杭州百思生物科技有限公司;孟加拉红培养基、卵磷脂-吐温80营养琼脂培养基,均为生化试剂,广东环凯微生物科技有限公司;凯松CG,化妆品级,江苏昆山市华新日用化学品有限公司;超纯水,自制;其他试剂均为国产分析纯。打孔器(6.0 mm)、涂布器、JHZ-2超净工作台,康恒仪器有限公司;HPX-9082MBE电热恒温培养箱,上海博讯实业有限公司医疗设备厂;T18 digital均质器、RW20 digital电动数显搅拌机,德国IKA公司。

1.2 实验方法

1.2.1 提取工艺

称取8种中药粉末各50 g分别装入圆底烧瓶内,加入500 mL蒸馏水浸泡1 h,以每克样品加入2 000 U

纤维素酶,于45 °C水浴并搅拌,酶解1.5 h后过滤,将滤液用旋转蒸发仪浓缩至50 mL,即得质量浓度均为1 g/mL的8种中药提取物(液体),115 °C高压灭菌20 min,4 °C保存备用。

1.2.2 抑菌效能测试

菌悬液制备:将供试菌种在各自适合的斜面培养基和适宜温度条件下于培养箱中培养活化,细菌于(37 ± 1) °C培养24 h,真菌于(28 ± 1) °C培养48 h,备用。将活化后的供试斜面培养基用10 mL无菌生理盐水稀释制成含细菌量10⁶ CFU/mL和含真菌量10⁴ CFU/mL的菌悬液^[6]。

抑菌圈大小测定:分别将配制好并已灭菌的牛肉膏蛋白胨琼脂培养基和马铃薯葡萄糖琼脂培养基倒入无菌培养皿中,每皿15 mL,待冷却凝固后移取0.1 mL被试菌液,加至平皿上,用涂布器涂布均匀。再用无菌镊子将直径为6.0 mm的灭菌干燥滤纸片分别放入装有含中药量1 g/mL的培养皿中,浸泡30 min后取出滤纸片,除去多余药液,将滤纸片贴于上述平板表面,每皿贴4片,其中1片为空白对照。贴好滤纸片的平板在室温下放置20 min后,再放置在培养箱中培养,细菌于(37 ± 1) °C培养24 h,真菌于(28 ± 1) °C培养48 h^[7]。以0.05%凯松CG为阳性对照,测定抑菌圈直径,每组平行测定3次,取平均值。

最小抑菌浓度(MIC)测定:采用试管二倍稀释法测定MIC。取10支灭菌试管,各试管分别加入牛肉膏蛋白胨液体培养基和马铃薯葡萄糖液体培养基1 mL,在第1管中加入1 mL灭菌的1 g/mL各中药提取物,混匀后吸取1 mL加入到第2管中,依此类推,直至第8管,第8管吸取1 mL弃去,使其成1:2,1:4,1:8……等浓度梯度。向第1~8管中分别加入0.1 mL菌液,第9管不加中药提取物,以凯松CG和菌液作为阳性对照。第10管以培养基和菌液作为空白对照。细菌于(37 ± 1) °C培养24 h,真菌于(28 ± 1) °C培养48 h。肉眼观察试管浊度,以不显示浊度的最低药液质量浓度作为MIC。并从以上培养物中分别取0.1 mL涂布于牛肉膏蛋白胨固体培养基和马铃薯葡萄糖固体培养基平板上,于(37 ± 1)或(28 ± 1) °C下培养后观察,以进一步验证上述试管法的肉眼观察结果^[8]。

1.2.3 复配防腐体系的微生物挑战试验

选用营养丰富的膏霜进行试验,其配方见表1。将A相和B相原料分别搅拌至完全溶解,加热到80~85 °C并保温10 min,趁热将B相加入A相中,12 000 r/min均质2 min,待温度降至45~50 °C时,依次加入C相和D相,搅拌均匀,恢复至室温,制得产品,备用。

表 1 保湿滋润膏霜的配方
Tab. 1 Formulations of moisturizing cream

组分	中文名称	INCI 名称	w/%
A	去离子水	Water	至 100
	乙二胺四乙酸二钠	Disodium EDTA	0.05
	透明质酸钠	Hyaluronic Acid	0.10
	甘油	Glycerin	7.00
	1,3-丙二醇	Propanediol	3.00
B	牛油果树果脂油	Butyrospermum Parkii (Shea Butter) Oil	1.50
	山嵛醇	Behenyl Alcohol	2.50
	辛酸/癸酸甘油酯类	Caprylic/Capric Glycerides	2.00
	合成霍霍巴油	Synthetic Jojoba Oil	3.00
	角鲨烷	Squalane	3.00
	聚二甲基硅氧烷	Dimethicone	2.00
	甘油三(乙基己酸)酯	Triethylhexanoin	5.00
	三山嵛精 PEG-20 酯类	Tribehenin PEG-20 Esters	3.00
C	生育酚乙酸酯	Tocopheryl Acetate	0.10
	防腐体系	—	适量
D	香精	Parfum	0.02

参照美国个人护理品委员会(PCPC)推荐的微生物挑战试验方法^[9-11],称取上述制得的膏霜样品 100 g,加入混合细菌和混合真菌悬液,使各种细菌和真菌的接种量分别为 10^6 和 10^4 CFU/g (mL),然后充分混匀,置于 28 °C 下。在接菌后的第 0,7,14,21 和 28 天取样分析:准确称取 10 g 样品,加入装有玻璃小球和 90 mL 灭菌生理盐水的锥形瓶内,充分振荡混匀,静置 15 min,用其上清液作为 1:10 的稀释液,吸取 1 mL 已稀释的样品液,加入 9 mL 灭菌生理盐水中,依次稀释,最终稀释度分别为 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} 和 10^{-7} ,分别取 1 mL 已稀释的样品液,加至已灭菌的平皿中,并加入 15 mL 的卵磷脂-吐温 80 营养琼脂培养基或孟加拉红培养基,充分摇匀,室温下放置 20 min 后,细菌于 (37 ± 1) °C 培养 24 h,真菌于 (28 ± 1) °C 培养 48 h,每个稀释度做 3 个平行,并不添加防腐体系的膏霜样品作为空白对照。观察结果,并记录菌落数。评判标准:

a. 第 28 天时,样品中含细菌或真菌大于 10^3 CFU/g (mL),该样品不能通过微生物挑战试验,表明样品的防腐体系不能有效地起到抑制微生物的作用,产品在生产、贮藏和使用中很容易受到微生物的污染。

b. 第 28 天时,样品中含细菌或真菌在 $10^2 \sim 10^3$ CFU/g (mL),该样品有条件通过微生物挑战试验,即当产品中蛋白质或其他动植物材料成分不是特别高,同时生产的卫生环境符合要求,包装物不易发生二次污染时,该防腐体系可以使用,否则不能。

c. 第 28 天时,样品中含细菌或真菌在 $10 \sim 100$ CFU/g (mL),表明该样品的防腐体系对微生物有较强的抑杀效果,通过微生物挑战试验,产品在生产、贮藏和使用中不容易受到微生物污染。

d. 从第 7 天起,样品中的细菌或真菌小于 10 CFU/g (mL),说明该样品的防腐体系对微生物有特强的抑杀作用,通过微生物挑战试验,产品在生产、贮藏和使用中很难被微生物污染。

2 结果与讨论

2.1 8 种中药提取物的抑菌效果

8 种中药提取物的抑菌圈直径见表 2,抑菌圈直径越大,抑菌活性越大。由表 2 可知,8 种中药(除细辛外)提取物对细菌的抑制作用均大于对真菌的抑制。其中,黄连提取物对金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌和大肠埃希氏菌的抑制作用最大,抑菌圈直径分别为 (12.4 ± 0.4) , (11.4 ± 0.6) 和 (10.7 ± 0.2) mm,这可能与黄连含有小檗碱、药根碱、黄连碱和巴马亭 4 种主要生物碱有关^[12],而相对于 0.05% 凯松 CG 对金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌和大肠埃希氏菌的抑菌圈直径较小。其次为黄芩提取物,其对金黄色葡萄球菌和铜绿假单胞菌的抑制作用较大^[13],抑菌圈直径分别为 (11.0 ± 0.5) 和 (10.4 ± 0.4) mm,且其对白色假丝酵母的抑制作用在这 8 种中药提取物中最好,抑菌圈直径为 (8.9 ± 0.3) mm,这可能与黄芩含有黄芩素和黄

芩昔有关,与文献[14]报道相符。再次为鱼腥草提取物,其对金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌和大肠埃希氏菌的抑制作用较大,抑菌圈直径分别为(10.3±0.4), (9.6±0.5)和(10.1±0.3) mm,与文献[15]研究鱼腥草抑菌作用结果一致,这可能与鱼腥草含有鱼腥草素、甲基正壬酮和酚类等物质有关^[16]。丁香、虎杖、大黄和甘草提取物对金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌和

大肠埃希氏菌有一定的抑制作用,其抑菌圈直径在7.0~10.0 mm之间,但对白色假丝酵母和黑曲霉的抑制作用相对较差。此外,细辛提取物对这5种菌几乎都没有抑制作用。细辛含有正癸烷、黄樟醚、3,5-二甲氧基甲苯等挥发油^[17],它们具有抑菌作用^[18],可能由于本试验采用的酶提取法不太适合提取这些成分,造成其提取物抑菌效果较差。

表2 8种中药提取物对试验菌的抑菌圈直径

Tab. 2 Diameter of inhibition zone of eight kinds of herbal extract on the tested organisms

中药	抑菌圈直径/mm				
	金黄色葡萄球菌	铜绿假单胞菌	大肠埃希氏菌	白色假丝酵母	黑曲霉
丁香	9.2±0.3	7.9±0.3	7.2±0.4	6.8±0.3	6.0
鱼腥草	10.3±0.4	9.6±0.5	10.1±0.3	8.7±0.4	6.8±0.2
虎杖	8.4±0.4	7.6±0.3	7.3±0.5	6.6±0.3	6.0
黄连	12.4±0.4	11.4±0.6	10.7±0.2	8.4±0.5	6.5±0.3
大黄	8.1±0.2	8.0±0.2	7.4±0.3	7.2±0.3	6.0
细辛	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
甘草	9.3±0.5	7.9±0.4	8.1±0.5	6.7±0.4	6.0
黄芩	11.0±0.5	10.4±0.4	9.2±0.4	8.9±0.3	6.7±0.4
阳性对照	14.2±0.3	18.5±0.2	19.6±0.4	12.3±0.5	13.6±0.3
空白对照	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

2.2 8种中药提取物的最低抑菌浓度

8种中药提取物对金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌、大肠埃希氏菌、黑曲霉和白色假丝酵母的MIC测定结果见表3。由表3可知,在8种中药提取物中,黄连和鱼腥草提取物对金黄色葡萄球菌的抑制作用最强,其MIC为31.25 g/L,而凯松CG的MIC为0.15 g/L;其次为黄芩和丁香提取物,其MIC分别为62.5和125 g/L;再次为虎杖、大黄和甘草提取物,其MIC为250 g/L;细辛提取物的抑菌效果最差,其MIC为1 000 g/L。鱼腥草、黄连和黄芩提取物对铜绿假单胞

菌的抑制作用最强,其MIC为31.25 g/L,而凯松CG的MIC为0.15 g/L;其次为大黄和甘草提取物,其MIC为62.5 g/L;再次为丁香和虎杖提取物,其MIC为125 g/L;细辛提取物的抑菌效果最差,其MIC为500 g/L。黄连提取物对大肠埃希氏菌的抑制作用最强,其MIC为15.625 g/L,而凯松CG的MIC为0.125 g/L;其次为鱼腥草提取物,其MIC为31.25 g/L;再次为大黄、黄芩、丁香、虎杖和甘草,其MIC分别为125,125,250,500和500 g/L;细辛提取物的抑菌效果最差,其MIC为1 000 g/L。鱼腥草、黄连和黄芩提取物对黑曲霉有一定的抑制作用,其MIC为500 g/L,而

表3 8种中药提取物对试验菌的最低抑菌浓度

Tab. 3 MIC of eight kinds of herbal extract on test organisms

中药	MIC/(g·L ⁻¹)				
	金黄色葡萄球菌	铜绿假单胞菌	大肠埃希氏菌	黑曲霉	白色假丝酵母
丁香	125	125	250	—	500
鱼腥草	31.25	31.25	31.25	500	125
虎杖	250	125	500	—	500
黄连	31.25	31.25	15.625	500	62.5
大黄	250	62.5	125	—	250
细辛	1 000	500	1 000	—	—
甘草	250	62.5	500	1 000	1 000
黄芩	62.5	31.25	125	500	500
阳性对照	0.15	0.15	0.125	0.15	0.175
空白对照	—	—	—	—	—

凯松 CG 的 MIC 为 0.15 g/L;其次为甘草,其 MIC 为 1 000 g/L;丁香、虎杖、大黄和细辛提取物对黑曲霉几乎没有抑菌作用。黄连提取物对白色假丝酵母的抑制作用最强,其 MIC 为 62.5 g/L,而凯松 CG 的 MIC 为 0.175 g/L;其次为鱼腥草和大黄提取物,其 MIC 分别为 125 和 250 g/L;再次为丁香、虎杖、黄芩和甘草提取物,其 MIC 分别为 500,500,500 和 1 000 g/L;细辛提取物几乎没有抑菌作用。

2.3 复配防腐体系在膏霜中的微生物挑战试验结果

根据以上抑菌圈和最低抑菌浓度的测定结果,对黄连和黄芩提取物进行防腐体系复配,考察能否通过微生物挑战试验,复配比例见表 4。表 5 为黄连和黄芩提取物按不同比例复配后在膏霜中进行微生物挑战试验的检验结果。由表 5 可知,含质量分数为 0.4% 黄连提取物的体系 1~3,在第 7 天时,细菌和真菌的菌落总数分别在 10^5 和 10^3 CFU/g 以上;在第 28 天时,随着黄芩提取物质量分数增加,菌落总数虽然相应地有所下降,但仍然在 10^2 CFU/g 以上,防腐效果微弱,甚至无法通过微生物挑战试验。当黄连提取物的质量分数达到 0.6% 时(体系 4~6),随着黄芩提取物质量分数的增加,体系从第 7 天至第 28 天的菌落总数逐渐递减,即体系防腐效能逐渐增强,且当黄芩提取物

的质量分数为 0.8% 时,体系有条件地通过微生物挑战试验,因体系 6 从第 0 天至第 14 天,其菌落总数减少速度较为平缓,有可能应用于其他化妆品配方体系中不能通过微生物挑战试验。当黄连提取物的添加质量分数为 0.8% 时(体系 7~9),随着黄芩提取物质量分数的增加,体系从第 7 天开始菌落总数逐渐递减,当黄芩提取物质量分数为 0.6% 或 0.8% 时,第 28 天时样品菌落总数均小于 10 CFU/g,可通过微生物挑战试验。为降低生产成本和减少提取物的添加量,最终以黄连和黄芩提取物的质量分数分别为 0.8% 和 0.6% 添加于膏霜中。从结果可以得知,黄连和黄芩提取物复配可有效地抑制细菌和真菌的生长,其中黄连提取物在膏霜中的抑菌效能比黄芩提取物强,占主导地位,提高黄芩提取物的质量分数可使细菌和真菌在短时间内得到有效的抑制。

表 4 天然防腐体系复配

Tab. 4 Blends of natural of preservatives

防腐体系	w/%		防腐体系	w/%	
	黄连	黄芩		黄连	黄芩
1	0.4	0.4	6	0.6	0.8
2	0.4	0.6	7	0.8	0.4
3	0.4	0.8	8	0.8	0.6
4	0.6	0.4	9	0.8	0.8
5	0.6	0.6	空白	0	0

表 5 膏霜中添加复合天然防腐剂的微生物挑战试验结果

Tab. 5 Microbial challenge testing data of blend natural preservatives in cream formulation

防腐体系	细菌菌落数/(CFU · g ⁻¹)					真菌菌落数/(CFU · g ⁻¹)				
	0 d	7 d	14 d	21 d	28 d	0 d	7 d	14 d	21 d	28 d
1	2.8×10^6	1.9×10^6	2.7×10^5	1.6×10^4	5.9×10^4	1.8×10^4	4.4×10^4	8.2×10^3	3.2×10^4	1.4×10^4
2	1.5×10^6	2.6×10^5	8.6×10^4	9.5×10^3	1.1×10^3	1.7×10^4	6.2×10^4	2.9×10^3	3.1×10^3	4.6×10^3
3	2.3×10^6	1.2×10^5	8.9×10^2	3.0×10^2	2.9×10^2	1.9×10^4	3.4×10^3	1.5×10^3	4.0×10^2	5.7×10^2
4	2.1×10^6	1.4×10^5	4.8×10^3	2.0×10^2	4.2×10^2	2.1×10^4	2.0×10^3	6.4×10^2	3.8×10^2	83
5	2.8×10^6	9.0×10^4	3.6×10^2	1.6×10^2	52	1.9×10^4	1.3×10^4	3.1×10^2	74	96
6	2.9×10^6	1.1×10^4	2.1×10^2	37	<10	1.5×10^4	1.3×10^2	64	<10	<10
7	1.7×10^6	2.2×10^2	56	49	<10	1.7×10^4	2.6×10^2	3.2×10^2	76	41
8	2.4×10^6	2.7×10^2	34	<10	<10	1.5×10^4	33	26	<10	<10
9	2.0×10^6	47	<10	<10	<10	1.2×10^4	51	<10	<10	<10
空白	3.1×10^6	4.3×10^6	3.4×10^6	不可计	不可计	2.1×10^4	2.6×10^4	不可计	不可计	不可计

3 结论

8 种中药(细辛除外)提取物对金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌和大肠埃希氏菌具有较强的抑制作用,而对黑曲霉和白色假丝酵母的抑制作用稍弱。黄连和黄芩提取物的复配物在膏霜中具有较好的抑菌效果,复配使用能提高防腐体系的抑菌效能,使其在细菌和

真菌的抑制中具有较高的活性。当黄连和黄芩提取物的质量分数分别为 0.8% 和 0.6% 时,膏霜样品可通过微生物挑战试验。

参考文献:

[1] 梁辰宇. 化妆品防腐剂及其发展[J]. 科技创新与应用, 2015(22): 10-11.

(下转第 158 页)

1,3-苯二酚达到一定质量浓度后抑制率反而会下降,而 β -熊果苷在0.04 g/L后呈上升趋势,因此当应用于配方时要注意4-(1-苯乙基)-1,3-苯二酚的添加量。

3 结论

采用浸渍法制备了HPW/SiO₂催化剂,催化间苯二酚与苯乙烯反应合成了4-(1-苯乙基)-1,3-苯二酚,其具有很好的美白性能,以L-多巴为底物时,美白剂4-(1-苯乙基)-1,3-苯二酚对酪氨酸酶抑制的IC₅₀ = 8.598 × 10⁻⁵ g/L;以L-酪氨酸为底物时,其对酪氨酸酶抑制的IC₅₀ = 0.010 5 g/L,美白效果远强于 β -熊果苷(IC₅₀ = 0.64 g/L)。在对4-(1-苯乙基)-1,3-苯二酚的抗氧化能力的测试中,其对Fe³⁺还原力的EC₅₀ = 0.033 g/L,去除羟基自由基的EC₅₀ = 0.06 g/L,去除超氧自由基的EC₅₀ = 0.32 g/L,其对Fe³⁺的还原力和去除超氧自由基的能力强于 β -熊果苷;且二者对超氧自由基的抑制作用不是完全的线性关系,当4-(1-苯乙基)-1,3-苯二酚达到一定质量浓度后抑制率反而会下降,而 β -熊果苷的质量浓度在0.04 g/L后呈上升趋势,值得进一步研究。

参考文献:

[1] 张彩华,徐国清. 化妆品美白剂[J]. 萍乡高等专科学校学报,2004(4):16-18.
 [2] Jiménez J T, O'Connell S, Lyons H, et al. Antioxidant, antimicrobial, and tyrosinase inhibition activities of acetone extract of *Ascophyllum nodosum* [J]. Chemical Papers,2010,64(4):434-442.
 [3] Kang H S, Kim H R, Byun D S, et al. Tyrosinase inhibitors isolated

from the edible brown alga *Ecklonia stolonifera* [J]. Archives of Pharmacol Research,2004,27(12):1226-1232.
 [4] Tokiwa Y, Kitagawa M, Raku T. Enzymatic synthesis of arbutin undecylenic acid ester and its inhibitory effect on mushroom tyrosinase [J]. Biotechnology Letters,2007,29(3):481-486.
 [5] Mohorčić M, Friedrich J, Renimel I, et al. Production of melanin bleaching enzyme of fungal origin and its application in cosmetics [J]. Biotechnology and Bioprocess Engineering,2007,12(3):200-206.
 [6] Jirawattanapong W, Saifah E, Patarapanich C. Synthesis of glabridin derivatives as tyrosinase inhibitors [J]. Archives of Pharmacol Research,2009,32(5):647-654.
 [7] Lin S L, Wu D T S, Ying S Y. Recent application of intronic microRNA agents in cosmetics [M]//Current Perspectives in microRNAs (miRNA). Berlin;Springer Netherlands,2008:51-72.
 [8] 易翔,殷勤伟. RNA 干扰技术和2006年诺贝尔医学奖[J]. 中国科学基金,2007,20(6):330-332.
 [9] Bijan H. Process for the preparation of 4-alkyl resorcinol esters: WO2003EP12509A1 [P]. 2003-11-10.
 [10] Dhanuka V R, Harichian B, Mhaskar S Y. Process for the preparation of a cosmetic active: WO2004/052814A1 [P]. 2006-05-10.
 [11] Nikzad A, Kuszlik A K, Faessler P. Process for purifying alkylated phenols: WO2004/026801A1 [P]. 2004-04-01.
 [12] 杜志云,杨作毅,方岩雄,等. 离子液体催化合成4-(1-苯乙基)-1,3-间苯二酚[J]. 化学试剂,2010,32(8):750-752.
 [13] 李祥祥,王丽芝,迟韵,等. 新型杂多酸盐催化合成4-(1-苯乙基)-1,3-间苯二酚[J]. 广东化工,2013,40(10):16-17,33.
 [14] 陈霄榕,李永丹,康慧敏,等. SiO₂与Keggin杂多酸相互作用的研究[J]. 分子催化,2002,16(1):60-64.
 [15] 温朗友,沈师孔,闵恩泽. 二氧化硅载磷钨杂多酸催化剂的表征及催化性质[J]. 催化学报,2000,21(6):524-527.
 [16] 肖飞,赵曙辉. 鹰嘴豆异黄酮对酪氨酸酶的抑制动力学[J]. 日用化学工业,2010,40(6):439-443.
 [17] 杨笑笑. 石榴中活性物质的提取及应用研究[D]. 无锡:江南大学,2014:6.

(编辑:杨旭)

(上接第152页)

[2] Ravi P, Gerhard S, 梅鹤祥. 化妆品配方中少用或不用防腐剂的选择[C]//第九届中国化妆品学术研讨会论文集. 北京:中国香料香精化妆品工业协会,2012:257-263.
 [3] 孙倩倩,姜子涛,李荣. 天然防腐剂连翘精油的研究进展[J]. 中国食品添加剂,2012(1):222-226.
 [4] 杜方岭. 植物提取物有效成分提取新技术的研究进展[J]. 农产品加工,2008(11):33-34.
 [5] 陈玮. 纤维素酶法提取竹叶黄酮的机理研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2013.
 [6] 倪向梅. 从竹叶中提取化妆品用防腐剂的研究[D]. 无锡:江南大学,2011.
 [7] 林燕文. 白花地胆草对常见细菌抑制作用的研究[J]. 湖北农业科学,2011(5):955-957.
 [8] 方芳,张恒,贾建波,等. 7种美容中药水煎液的抑菌作用[J]. 江苏农业科学,2013(2):265-268.
 [9] Herman A, Herman A P, Domagalska B W, et al. Essential oils and herbal extracts as antimicrobial agents in cosmetic emulsion [J]. Indian J Microbiol,2013,53(2):232-237.
 [10] Cosmetics, Toiletries, and Fragrance Association, Inc. Determination of adequacy of preservation of cosmetic and toiletry formulations [G]//CTFA Technical Guidelines. Washington, D. C. :Cosmetics, Toiletries,

and Fragrance Association, Inc., 1983.
 [11] Nostro A, Cannatelli M A, Morelli I, et al. Efficiency of *Calamintha officinalis* essential oil as preservative in two topical product types [J]. Journal of Applied Microbiology,2004,97(2):395-401.
 [12] 李俊超,赵迎虎,李伟奇,等. 黄连提取物对耐药金黄色葡萄球菌的体外抑菌试验[J]. 中兽医医药杂志,2009(3):34-36.
 [13] 云宝仪,周磊,谢鲲鹏,等. 黄芩素抑菌活性及其机制的初步研究[J]. 药学学报,2012(12):1587-1592.
 [14] Cheng G Q, Feng N P, Tang Q W, et al. Studies on *in vitro* antibacterial action of baicalin *in vitro* [J]. Chin J Hosp Pharm,2002,21:347-348.
 [15] 熊大胜,席在星,邓应威. 鱼腥草提取物抑菌作用研究[J]. 常德师范学院学报(自然科学版),2002(4):59-60.
 [16] 魏练平,李明江,张素林,等. 鱼腥草抑菌有效成分的醇提、鉴定及抑菌效果研究[J]. 中国微生态学杂志,2011(6):561-565.
 [17] 段鹤君,付朝晖. 细辛挥发油化学成分研究[J]. 中药材,2010(4):562-565.
 [18] 于婷婷,李强,王茂青,等. 北细辛挥发油对5种镰刀菌的抑菌活性及其成分分析[J]. 天然产物研究与开发,2015(7):1225-1231.

(编辑:李保林)