

玫瑰发酵液的抗氧化及美白功效探究

Study on the antioxidant and whitening effect of rose fermented broth

赵 丹¹ 曹玉峰¹ 丁文玉¹ 王昌涛^{1,2}
ZHAO Dan¹ CAO Yu-feng¹ DING Wen-yu^{1,2} WANG Chang-tao^{1,2}
史豆豆¹ 虞 旦¹ 张佳婵¹ 李 萌¹
SHI Dou-dou¹ YU Dan¹ ZHANG Jia-chan¹ LI Meng¹

(1. 北京工商大学植物资源研究与开发重点实验室, 北京 100083;

2. 北京食品营养与人类健康高精尖创新中心, 北京 100083)

(1. *Beijing Key Laboratory of Plant Resources Research and Development, Beijing Technology and Business University, Beijing 100083, China*; 2. *Beijing Advanced Innovation Centre for Food Nutrition and Human Health, Beijing 100083, China*)

摘要:通过对玫瑰发酵液的抗氧化和美白功效及皮肤安全性进行评价,探究美白机理。利用酿酒酵母发酵玫瑰获得玫瑰发酵液,检测其对自由基的清除作用以及对酪氨酸酶活性与黑色素合成的影响,利用基因芯片检测其美白机理,采用人体斑贴试验评估其皮肤安全性。结果表明,玫瑰发酵液具有较强的清除 DPPH 自由基能力,对细胞外酪氨酸酶活性的抑制作用与浓度呈正比,对 B16 细胞内酪氨酸酶活性以及黑色素合成都有一定的抑制作用;玫瑰发酵液能够抑制黑色素瘤通路上游的 NGF 和 FGF2 基因表达;人体斑贴试验显示玫瑰发酵液未引起阳性刺激反应。玫瑰发酵液具有较高的皮肤安全性,同时具有抗氧化、抑制酪氨酸酶活性与黑色素生成的功效,其通过抑制 NGF 和 FGF2 的表达发挥美白作用。

关键词:玫瑰;发酵;美白;抗氧化

Abstract: To evaluate the antioxidant, whitening effect and skin safety of rose fermented broth. Method: Rose fermented broth was acquired by fermenting *saccharomyces cerevisiae* with rose. The skin safety, antioxidant effect and whitening effect were evaluated. The human whole gene expression profile chip was used to explore the whitening mechanism of rose fermented broth. The results showed that the scavenging effect of rose fermented broth on DPPH radical scavenging was obvious and its inhibitory effect on the activity of extracellular tyrosinase was in direct proportional to the concentration.

基金项目: 北京工商大学青年教师科研启动基金项目(编号: QNJJ2016-30);质检公益性行业科研专项项目(编号: 201410019)

作者简介: 赵丹,女,北京工商大学实验师,硕士。

通信作者: 王昌涛(1975—),男,北京工商大学教授,博士。

E-mail: wangct@th.btbu.edu.cn

收稿日期: 2017—06—27

The intracellular tests showed that rose broth had inhibitory effect on tyrosinase activity and melanin synthesis. The gene chip detection showed that the possible mechanism of whitening was inhibiting the growth of melanoma cells by down regulating the gene expressions of NGF and FGF2 in the melanoma pathway. Human patch test showed that none positive reaction was caused by rose fermented broth. Conclusion: the rose fermented broth had a high skin safety as well as antioxidant and whitening effect. The whitening effect might be caused by down regulation of NGF and FGF2.

Keywords: rose; fermentation; whitening; antioxidant

蔬菜、谷物等经过发酵处理产生各种香味物质,原料本身的风味得到改善。此外,微生物代谢产生果胶酶、纤维素酶等胞外酶,可以促使植物细胞破裂,释放有效成分,还能去除多种大分子的杂质,并将大分子物质有效降解为小分子物质,更易于人体吸收,从而增强药效^[1]。基于以上优势,以及发酵产品价格物美,质量稳定的特点,现已广泛用于人们的食品和日用品中,如发酵获得酸奶、酒、醋等食品,酵母发酵产品、乳酸菌发酵产品用于保湿、抗老化类的日用品^[2-4]。

玫瑰是集药用、食用、美化和绿化为一体的木本植物^[5]。成熟的玫瑰中含有大量的维生素、氨基酸、可溶性糖及生物碱^[6]。当前,人们对玫瑰进行发酵主要获取玫瑰酒^[7]、玫瑰醋^[8]、玫瑰饮料^[9]等。近年随着酵素的兴起,越来越多的人制作、食用玫瑰酵素,普遍认为其具有消除疲劳,增强体质,美容养颜的功效^[10]。但玫瑰发酵后的抗氧化及美白功效方仍缺少科学性、理论性的报道。本试验利用酿酒酵母对玫瑰进行发酵处理,并从抗氧化和美白功效上对其进行评价,以期挖掘发酵玫瑰在抗氧化及美白相关食品方面的应用价值。

1 材料与方法

1.1 材料和仪器

1.1.1 材料与试剂

酵母:酿酒酵母,食品酿造研究所;
玫瑰:大马士革玫瑰,上海仪玳化妆品有限公司;
DPPH:分析纯,西格玛奥德里奇(上海)贸易有限公司;
盐酸、过氧化氢:分析纯,北京化工厂;
硫酸亚铁、邻苯三酚、*L*-酪氨酸、水杨酸:分析纯,国药集团化学试剂有限公司;
熊果苷:分析纯,上海阿拉丁科技股份有限公司;
酪氨酸酶:25 kU,西格玛奥德里奇(上海)贸易有限公司;
小鼠黑色素瘤细胞(B16)、人角质细胞、人成纤维细胞:中国医学科学院基础医学研究所细胞资源中心;
DMEM 低糖(干粉):D523 10×1L,西格玛奥德里奇(上海)贸易有限公司;
二甲基亚砜(DMSO):99.7%,北京百灵威科技有限公司;
FBS:1×(无需稀释可直接使用),美国康宁公司;
青霉素-链霉素:100×(稀释 100 倍后使用),美国康宁公司。
1.1.2 主要设备仪器
紫外可见分光光度计:T6 新世纪型,北京谱析通用仪器有限责任公司;
振荡培养箱:HZQ-X100 型,太仓市实验设备厂;
CO₂ 培养箱:WJ-80A-II 型,上海圣科仪器设备有限公司;
离心机:HC-2518 型,北京东南仪诚实验室设备有限公司;
酶标仪:Tecan Sunrise 型,帝肯(上海)贸易有限公司;
微型离心机:5810R 型,德国 Eppendorf 公司;
超净工作台:SV-CJ-1FD 型,上海苏净实业有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 玫瑰发酵液的制备 取 10 g 玫瑰干粉与 300 mL 去离子水于 500 mL 锥形瓶中混合,并于 121 ℃ 灭菌 30 min。吸取 20 mL 浓度为 10⁶~10⁸ CFU/mL 的酿酒酵母菌菌液在无菌操作台接种到玫瑰干粉与水的混合液中,于 35 ℃ 摇床中震荡培养 30 h,获得玫瑰发酵产物;产物于 121 ℃ 灭菌 30 min 后,于 5 000 r/min 离心 25 min,收集上清液,即为玫瑰发酵液。

1.2.2 成分测定

- (1) 总糖:按 GB/T 5009.8—2008 执行。
- (2) 总酚:按 GB/T 8313—2008 执行。
- (3) 蛋白质:按 GB 5009.5—2010 执行。
- (4) 总黄酮:按 GB/T 5009.124—2003 执行。

1.2.3 玫瑰发酵液的抗氧化能力测定

(1) DPPH 自由基清除试验:取 3 mL 不同浓度的玫瑰发酵液与 2×10⁻⁴ mol/L 的 DPPH 溶液混匀(*A*₁);取等体积的去离子水与 2×10⁻⁴ mol/L 的 DPPH 溶液混匀(*A*₂);取等体积的无水乙醇与待测液混匀(*A*₃);反应 30 min 后,在

517 nm 下测吸光度值。按式(1)计算 DPPH 自由基清除率。

$$E_{\text{DPPH}} = \frac{A_2 + A_3 - A_1}{A_2} \times 100\%,$$

(1)

式中:
*E*_{DPPH}——DPPH 自由基清除率,%;
*A*₁——样品与 DPPH 混合液的吸光度;
*A*₂——去离子水与 DPPH 混合液的吸光度;
*A*₃——无水乙醇与 DPPH 混合液吸光度。

(2) 羟自由基清除试验:取 3 mL 浓度为 2 mmol/L 的 FeSO₄ 与 3 mL 浓度为 1 mmol/L 的 H₂O₂ 混匀;加入 3 mL 浓度为 6 mmol/L 的水杨酸,摇匀后放入 37 ℃ 水浴中加热 15 min 后取出;分别加入 1 mL 不同浓度的样品;以 1 mL 去离子水作为对照。混匀后水浴加热 15 min,取出测其吸光度 *A*_样,对照管(去离子水)为 *A*_{对照}。样品用量不变,反应体系替换为去离子水,方法同上,测得样品本底光密度 *A*_本。按式(2) 计算羟自由基清除率。

$$E = \frac{A_{\text{对照}} - A_{\text{样品}} + A_{\text{本底}}}{A_{\text{对照}}} \times 100\%,$$

(2)

式中:
E——自由基清除率,%;
*A*_{样品}——样品与反应液的吸光度;
*A*_{对照}——以水代替样品与反应液的吸光度;
*A*_{本底}——与反应体系相同浓度下样品的本底吸光度。

(3) 超氧阴离子清除试验:取 2.25 mL 0.05 mol/L 的 Tris-HCl 缓冲液(pH 8.2)于试管中,在 25 ℃ 水浴中预热 20 min,加入 0.5 mL 不同浓度的玫瑰发酵液和 0.2 mL 25 mmol/L 的邻苯三酚溶液并混匀,25 ℃ 水浴中反应 5 min 后加入 0.5 mL 8 mol/L 盐酸终止反应。以 Tris-HCl 缓冲液作参比,空白对照组以 0.5 mL 试样溶剂代替样品,以上处理均做 3 个重复,在 299 nm 处测吸光度(*A*_{样品} 和 *A*_{对照})。取不同浓度待测样品 0.5 mL,以去离子水代替反应体系于 299 nm 测定吸光度(*A*_{本底})。按式(2)计算超氧阴离子清除率。

1.2.4 玫瑰发酵液的美白能力测试

(1) 体外酪氨酸酶活性的测定:采用酪氨酸酶多巴速率氧化法。各反应体系的物质加入量及顺序见表 1。在加入酪氨酸酶后,将反应体系置于 37 ℃ 水浴中保温 10 min,再加入 0.98 g/L 的 *L*-多巴溶液,混匀,反应 3 min 后于 475 nm 处测定吸光值。其中,磷酸盐缓冲液为 pH=6.8,25 mmol/L。

$$I = \frac{(A - B) - (C - D)}{A - B} \times 100\%,$$

(3)

式中:
A——对照组于有酪氨酸酶体系反应 3 min 时的吸光度值;

表 1 反应液组成

Table 1 Composition of reaction solution					mL
组别	磷酸盐缓冲液	样品	酪氨酸酶	<i>L</i> -多巴	总体积
A	3.3	0.0	0.3	0.4	4
B	3.6	0.0	0.0	0.4	4
C	2.6	0.7	0.3	0.4	4
D	2.9	0.7	0.0	0.4	4

B——对照组于无酪氨酸酶体系反应 3 min 时的吸光度值;

C——样品组于有酪氨酸酶体系反应 3 min 时的吸光度值;

D——样品组于无酪氨酸酶体系反应 3 min 时的吸光度值;

I——酪氨酸酶活性抑制率, %。

(2) 胞内酪氨酸酶活性抑制试验:将对数生长期间的 B16 细胞,接种于 6 孔细胞培养板,于 37 ℃,5% CO₂ 培养箱中培养过夜。加入终浓度为 0.1%,1.0%,10.0% 的样品,样品用 DMEM 稀释。未加样品组做为细胞对照组,每组 3 个复孔。培养 48 h 后,弃上清液,PBS 洗涤 1 次,每孔加入 100 μL 细胞裂解液,用刮刀刮取收集细胞,收集后取上清离心。取上清液 50 μL 至 96 孔板,加入 1% 左旋多巴 50 μL,置于 CO₂ 培养箱中孵育 1 h。测量 475 nm 处吸光度值。按式(4)计算细胞反应体系下酪氨酸酶的相对活性。

$$A_{\text{细胞}} = \frac{OD_{\text{测定孔}} - OD_{\text{空白对照}}}{OD_{\text{细胞对照组}} - OD_{\text{空白对照}}} \times 100\%, \quad (4)$$

式中:

*A*_{细胞}——细胞反应体系下酪氨酸酶相对活性, %;

*OD*_{样品}——含有待测样反应体系的吸光度;

*OD*_{空白对照}——不含任何物质的空板吸光度;

*OD*_{细胞对照}——不含待测样反应体系的吸光度。

(3) 黑色素合成抑制试验:将对数生长期 B16 细胞接种于 T25 细胞培养瓶中,于 37 ℃,5% CO₂ 培养箱中培养过夜。分别加入终浓度为 0.1%,1.0% 和 10.0% 的玫瑰发酵液,未

加样品组做为细胞对照组。培养 48 h 后,弃上清,PBS 洗涤 1 次,加入 1 mol/L NaOH (10% DMSO),用刮刀刮取收集细胞,于 80 ℃水浴 30 min,取上清液于 475 nm 处测吸光值。按式(5)计算黑色素相对含量。

$$C_{\text{黑色素}} = \frac{OD_{\text{样品}} - OD_{\text{空白对照}}}{OD_{\text{细胞对照组}} - OD_{\text{空白对照}}} \times 100\%, \quad (5)$$

式中:

*C*_{黑色素}——黑色素相对含量, %;

*OD*_{样品}——含有待测样反应体系的吸光度;

*OD*_{空白对照}——不含任何物质的空板吸光度;

*OD*_{细胞对照}——不含待测样反应体系的吸光度。

1.2.5 玫瑰发酵液作用机理研究

(1) 样品处理及总 RNA 提取:取对数生长期人表皮角质形成细胞,接种于 6 孔细胞培养板,待细胞贴壁后,加入终浓度为 1.82% 的玫瑰发酵液(此浓度下细胞活率为 80%),细胞对照组不加样品。于 37 ℃,5% CO₂ 培养箱中培养 24 h,PBS 洗涤 1 次,按照总 RNA 提取试剂盒的说明提取细胞总 RNA。提取得到 RNA 后进行琼脂糖凝胶电泳,使用微量分光光度计进行分析。

(2) 人全基因组表达芯片检测:芯片检测流程由博奥精典有限公司完成。

(3) RT-PCR 验证:RT-PCR 验证使用天根生化科技(北京)有限公司 cDNA 第一链合成试剂盒(去基因组)进行 cDNA 第一条链合成反应。根据 NCBI 中发布的待测基因的序列,通过 Primer Express 软件设计特异性引物,各基因引物序列见表 2。

表 2 荧光定量 PCR 引物序列

Table 2 Primer sequence of Real-Time PCR

基因	上游引物	下游引物
<i>β-actin</i>	CGCGAGAAGATGACCCAGAT	GCACTGTGTTGGCGTACAGG
<i>EGF</i>	GGCAGACCCGCAACATTACT	CACCACCGACCTCGAAGTC
<i>FGF2</i>	AGAAGAGCGACCCTCACATCA	CGGTTAGCACACACTCCTTTG

(4) 荧光定量 PCR:以 cDNA 为模板,使用前在 1 mL MIX 中加入 40 μL 的 Dye 混匀,取 MIX 10.4 μL,加入上下游引物各 0.5 μL, cDNA 1.0 μL,最后用 ddH₂O 补足到 20 μL。

1.2.6 玫瑰发酵液的安全性测试 采用人体皮肤斑贴试验进行测试,具体试验方法参照 2007 年版《化妆品卫生规范》。

2 结果与分析

2.1 玫瑰发酵液成分测定

玫瑰发酵液富含多糖和蛋白质。由表 3 可知,经发酵后,总糖含量显著增加,蛋白含量无明显变化;多酚与黄酮含量整体较低,不足 1 mg/mL,与未发酵相比,均有下降,可能是高温作用会使多酚和黄酮发生氧化损失。酿酒酵母在发酵过程中会产生多糖^[11],可能是引起总糖含量增加的主要原因。

2.2 玫瑰发酵液抗衰老功效评价

如图 1 所示,采用 3 种不同的方法检测了 20% 浓度范围内玫瑰发酵液对 DPPH 自由基、羟自由基和超氧阴离子的清除能力,在相同作用浓度下,玫瑰发酵液对 DPPH 自由基的

表 3 玫瑰发酵液各成分含量

Table 3 Content of main components in rose fermented

broth (<i>n</i> = 3)		mg/mL		
试样	总糖	多酚	蛋白质	黄酮
发酵	12.969±0.366	0.847±0.013	7.914±0.211	0.246±0.001
未发酵	10.241±0.275	0.988±0.002	8.024±0.475	0.358±0.065

清除作用远高于其对羟自由基和超氧阴离子的。玫瑰发酵液中较高的多糖含量可能是其发挥抗氧化功效的主要成分^[12-13]。

2.3 玫瑰发酵液的美白功效评价

2.3.1 生化水平对酪氨酸酶活性的抑制 由图 2 可知,玫瑰发酵液浓度越高,其对酪氨酸酶活性的抑制效果越强。黑色素的生成过程需要氧化条件,而氧化条件也是影响酪氨酸酶活性发挥的重要因素^[14]。玫瑰发酵液对酪氨酸酶活性的抑制可能是其较强的抗氧化作用导致的。

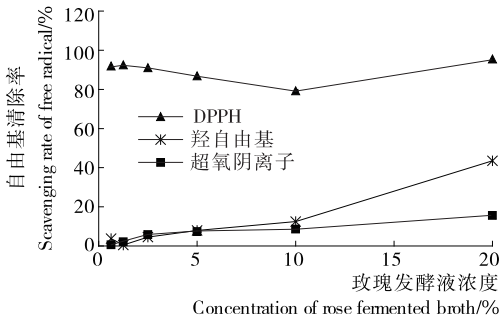


图 1 玫瑰发酵液对 DPPH 自由基、羟自由基和超氧阴离子的清除作用

Figure 1 Scavenging effect of rose fermented broth on DPPH free radical, hydroxyl radical and superoxide anion

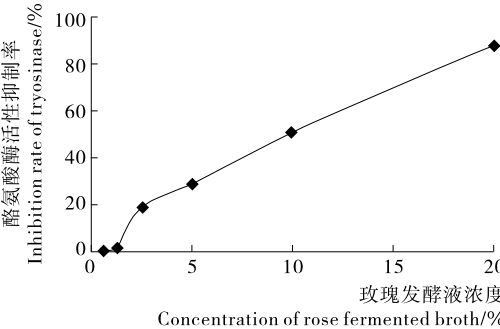


图 2 玫瑰发酵液对酪氨酸酶活性的抑制

Figure 2 Inhibitory effect of rose fermented broth on activity of tyrosinase

2.3.2 细胞水平玫瑰发酵液的美白功效评价 由图 3 可知,随玫瑰发酵液浓度增加,其对 B16 细胞活率的抑制作用越强。0.2%,1.0%,5.0%的玫瑰发酵液作用均能在一定程度上抑制黑色素的合成,其中 5.0%浓度时对黑色素的合成及酪氨酸酶活性抑制效果最为显著。表明在此浓度范围内,玫瑰发酵原浆对 B16 中的酪氨酸酶活性和黑色素合成有抑制效果。

2.3.3 美白作用机理研究 为探究玫瑰发酵液美白作用的分子机理,采用人全基因表达谱芯片对玫瑰发酵液作用后的角质细胞中基因表达情况进行检测。由图 4 可知,样品所提 RNA 的电泳条带清晰,同时 28S rRNA:18S rRNA 条带亮度 $\geq 2:1$,表明 RNA 质量符合人全基因表达谱芯片试验要

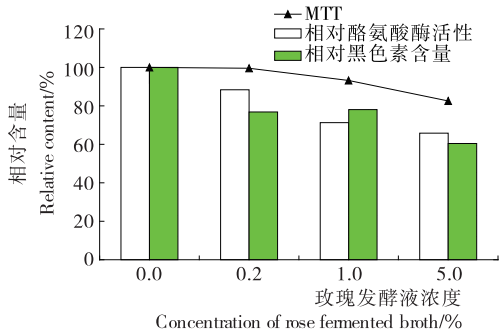


图 3 玫瑰发酵液对黑色素合成、酪氨酸酶活性及细胞活率的影响

Figure 3 Effect of rose fermented broth on melanin synthesis, tyrosinase activity and cell viability

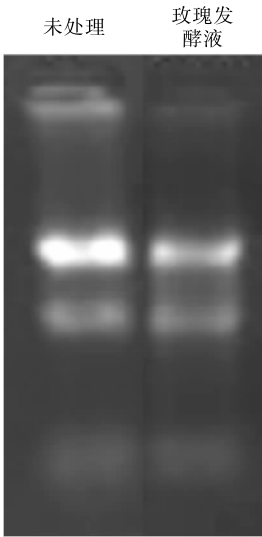


图 4 电泳检测总 RNA 质量

Figure 4 Quality detection of RNA by electrophoresis

求。 $OD_{260/280} > 1.9$,纯度符合要求,综上玫瑰发酵液作用下所提取的角质细胞 RNA 纯度、完整性均符合表达谱芯片试验要求,可以进行后续的检测。

玫瑰发酵液作用下,黑色素瘤通路发生改变,此通路中共有 8 个基因发生显著变化,其中位于黑色素瘤通路上游的 *NGF* 基因和 *FGF2* 基因表达显著降低(见表 4)。

在黑色素瘤通路中,神经细胞生长因子 *NGF* 基因属于 GF 一类,在角质细胞中,*NGF* 基因能够促进黑色素的合成,其表达在黑色素的形成过程中起重要作用。神经营养因子(NTs)能够提高中央和外周神经系统中神经元的生存神经生长因子(*NGF*)的表达,可以提高黑色素细胞的生存率。在受到紫外辐射后,*NGF* 表达水平的增加能够提高抗凋亡蛋白 Bcl-2 的表达水平,从而减少黑色素细胞的凋亡^[15-16]。玫瑰发酵液作用下 *NGF* 基因的下调,可能是降低黑色素合成

表 4 黑色素瘤通路中主要变化基因

Table 4 The main genes changed in Melanoma signaling pathway

基因符号	基因名称	Gen Bank 编号	表达情况
ACTB	β -肌动蛋白	NM_001101	—
NGF	神经生长因子(β -多肽)	NM_002506	↓
FGF2	碱性成纤维细胞生长因子 2	NM_002006	↓
CDKN1A	周期素依赖性蛋白激酶抑制剂 1A(p21, Cip1)	NM_078467	↑
BAD	BCL2 相关的细胞死亡激动剂	AK309150	↑
PDGFB	血小板衍生生长因子 β -多肽	NM_002608	↓
FGF17	成纤维细胞生长因子 17	NM_003867	↑
KRAS	Kirsten 大鼠肉瘤病毒基因同源物	NM_033360	↑
FGF7	成纤维细胞生长因子 7	NM_002009	↑

的关键机制。FGF2 是黑色素细胞有丝分裂原^[17-18]。角质细胞暴露于 UVB 下会刺激 FGF2 的产生,从而对黑色素细胞活性产生影响。然而 FGF2 由角质细胞产生,其本身缺少分泌信号,因此 FGF2 可能通过角质细胞与黑色素细胞之间的相互接触来影响黑色素细胞的生长。GF 家族因子位于黑

色素瘤信号通路上游,FGF2、NGF 通过与酪氨酸激酶跨膜受体相互作用,在 cAMP 升高因子存在时诱导黑色素细胞的有丝分裂功能(见图 5)。玫瑰发酵液作用下 FGF2 和 NGF 表达降低,通过黑色素瘤通路抑制其有丝分裂,从而抑制黑色素的生成。

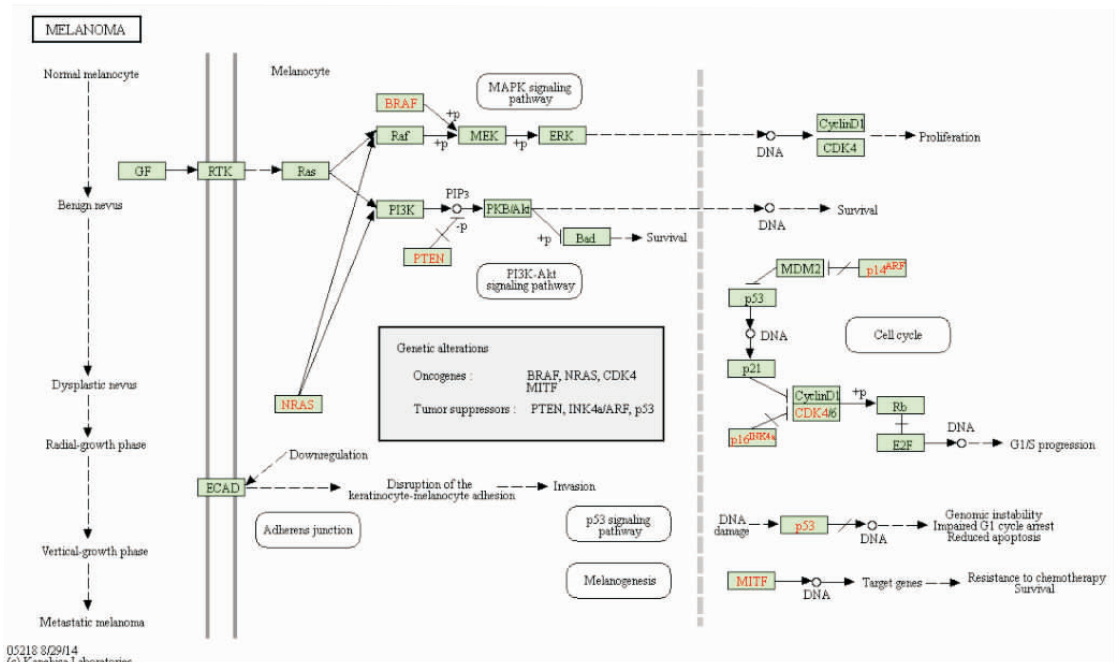


图 5 Melanoma 信号通路
Figure 5 Melanoma signaling pathway

通过荧光定量方法对 NGF 和 FGF2 基因的表达情况进行确认(见图 6),NGF 与 FGF2 的相对表达量均降低,小于内参基因 β -actin 的表达量,此荧光定量结果与芯片结果一致。表明基因芯片检测结果可信。

2.4 皮肤安全性

根据化妆品卫生规范^[19],人体斑贴试验结果的判定准则:30 例测试者中出现 1 级皮肤不良反应的多于 5 人,或者出现 2 级皮肤不良反应的多于 2 人,或出现任何 1 例 3 级或 3 级以上不良反应时,则认为受试物对人体有不良反应,反之,则视为对人体无不良反应。

如表 5 所示,空白组未发生可疑反应,玫瑰发酵组摘除斑试器 30 min 后有可疑反应 1 例,24 h 后,该例可疑反应消失。根据 2007 年化妆品规范,可疑反应不足 5 例可视为样品对人体是安全的,不会产生不良反应。

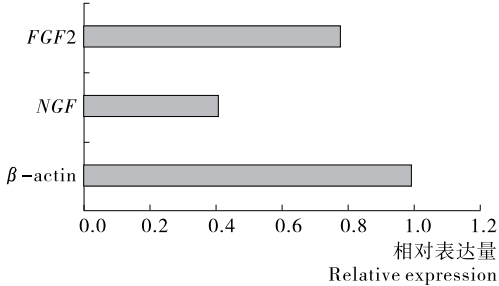


图 6 RT-PCR 法验证基因表达量

Figure 6 Confirmation of genes expression by RT-PCR

表 5 人体斑贴试验结果[†]
Table 5 Results of human patch test

样品名称	反应程度	反应例数(去除斑试器)			反应人数
		30 min	24 h	48 h	
空白	—	30	30	30	0
	±	—	—	—	
	+	—	—	—	
	++	—	—	—	
	+++	—	—	—	
玫瑰发酵液	—	29	30	30	1
	±	1	—	—	
	+	—	—	—	
	++	—	—	—	
	+++	—	—	—	

† “—”表示阴性反应,0 级;“±”表示可疑反应,1 级;“+”表示弱阳性反应,2 级;“++”表示强阳性反应,3 级;“+++”表示极强阳性反应,4 级。

3 结论

玫瑰发酵液富含多糖和蛋白质,具有较强的 DPPH 自由基清除能力;对酪氨酸酶活性有较强的抑制作用,且抑制效果随浓度增加而增强;对 B16 细胞内的酪氨酸酶活性和黑色素合成有一定的抑制作用。其通过抑制黑色素瘤通路的上游基因 FGF2 和 EGF 的表达,降低黑色素细胞的增殖,从而

(下转第 196 页)

表 9 卷烟样品主流烟气挥发性醛类化合物的释放量							
Table 9	Release of aldehyde compounds of mainstream smoke						
	$\mu\text{g}/\text{cig}$						
样品	甲醛	乙醛	丙烯醛	丙醛	巴豆醛	丁醛	总量
对照卷烟	77.1	539.1	58.7	41.5	24.3	24.0	764.6
试验卷烟	44.4	429.1	49.7	34.3	19.8	22.3	599.6

表 10 样品卷烟感官质量评价结果							
Table 10	Results of sensory quality evaluation of cigarette samples						
样品	光泽	香气	协调	杂气	刺激	余味	总分
对照卷烟	4.50	27.98	4.93	10.33	17.38	21.76	86.9
试验卷烟	4.50	27.94	4.95	10.27	17.21	21.82	86.7

3 结论

通过单因素分析法和模拟评价,确定了降醛效果最佳的乙酰乙酐化纤维素材料的合成条件;采用二元复合滤棒的形式将乙酰乙酐化纤维素材料应用于卷烟产品,将试验卷烟与对照卷烟相比,主流烟气常规成分无明显差异,巴豆醛选择性降低率 18.5%,醛类化合物总量选择性降低率 21.6%,试验卷烟整体风格和总体感官质量均与对照卷烟保持一致。表明乙酰化纤维素材料能够较好地选择性吸附卷烟主流烟气中的醛类化合物,可以为低有害成分释放量卷烟设计提供有力的技术支持,在卷烟生产中具有很好的应用前景。

参考文献

[1] 谢剑平. 卷烟危害性评价原理与方法[M]. 北京: 化学工业出版社

(上接第 145 页)

发挥美白功效。玫瑰发酵液具有皮肤安全性。本试验研究了玫瑰发酵液的成分、美白功效,可为其在抗衰老及美白功效食品中的应用提供参考。

参考文献

[1] 孙静, 马琳, 吕斯琦, 等. 中药发酵技术研究进展[J]. 药物评价研究, 2011, 34(1): 49-52.

[2] 施昌松. 天然活性化妆品的现状与发展趋势[J]. 日用化学品科学, 2012, 35(2): 1-5.

[3] 方燕玉. 天然活性成分在化妆品中的应用研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2008: 1-2.

[4] 赵兴秀, 何义国, 邹伟, 等. 发酵培养基对不同方法测量透明质酸结果的影响[J]. 食品与机械, 2016, 32(2): 7-10.

[5] 贾长虹, 常丽新, 杨亚男, 等. 玫瑰叶黄酮提取及其对亚硝酸盐的清除作用[J]. 食品与机械, 2009, 25(5): 78-81.

[6] 张建成. 大马士革玫瑰精油提取和综合利用[D]. 北京: 北京化工大学, 2006: 1-3.

[7] 刘绍军, 刘畅, 张艳霞, 等. 特色玫瑰香葡萄酒发酵工艺优化[J]. 河北科技师范学院学报, 2012(1): 1-4.

[8] 林森. 浙江玫瑰醋纯种发酵技术的研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2009: 8-12.

[9] 杨洋, 高航. 玫瑰樱桃复合风味发酵乳的研制[J]. 中国奶牛, 2015(5): 43-46.

[10] 莫大美, 吴荣书. 复合菌种发酵法制备玫瑰酵素工艺研究[J].

社, 2011: 86-90.

[2] World Health Organization. Environmentalhealth criteria 89 [M]. Geneva: World Health Organization, 1989: 255.

[3] 段焰青, 者为, 李祖红. 卷烟烟气中 7 种主要有害物质及其危害[J]. 烟草科学研究, 2007(12): 61-64.

[4] 谢剑平, 刘惠民, 朱茂祥, 等. 卷烟烟气危害性指数研究[J]. 烟草科技, 2009(2): 5-15.

[5] 庄亚东, 曹毅, 朱怀远, 等. 卷烟烟气中 8 种羰基化合物对口腔的刺激作用[J]. 烟草科技, 2014(5): 32-36.

[6] BRANTON P J, MCADAM K G, WINTER D B, et al. Reduction of aldehydes and hydrogen cyanide yields in mainstream cigarette smoke using an amine functionalised ion exchange resin [J]. Chem Cent J, 2011, 5(1): 5-15.

[7] 李绍民, 胡有持, 赵明月, 等. 利用改性 Y 型分子筛降低卷烟烟气中的有害成分[J]. 中国烟草学报, 2003, 9(3): 28-39.

[8] 聂聪, 赵乐, 彭斌, 等. 应用后合成法制备的胺基功能化材料降低卷烟主流烟气中挥发性羰基化合物研究[J]. 中国烟草学报, 2010, 16(S1): 50-54.

[9] 解晓翠, 常纪恒, 于川芳, 等. 活性炭结构对卷烟主流烟气化学成分吸附效率的影响[J]. 烟草科技, 2012(9): 31-35.

[10] 吴金凤, 李学刚, 王鹏, 等. 黄连生物碱复合滤嘴选择性降低卷烟烟气中的 HCN[J]. 烟草科技, 2012(9): 58-62.

[11] 王程辉, 张丽丽, 徐迎波, 等. 分子印迹材料选择性截留卷烟烟气中芳胺的研究[J]. 光谱实验室, 2010, 27(4): 1 574-1 578.

[12] 杨松, 聂聪, 孙学辉, 等. 聚醋酸乙烯酯大孔吸附树脂选择性降低烟气中苯酚研究[J]. 中国烟草学报, 2013, 19(1): 1-4.

[13] 聂聪, 赵乐, 彭斌, 等. 卷烟滤嘴添加剂减害性能模拟评价装置: 中国, CN200982968Y[P]. 2007-11-28.

食品工业, 2016, 37(10): 64-69.

[11] 包怡红, 刘奇, 王薇. 酿酒酵母胞外多糖发酵工艺条件优化[J]. 酿酒, 2012, 39(2): 58-62.

[12] 帕尔哈提·柔孜, 阿依姑丽·艾合麦提, 朱昆, 等. 玫瑰花瓣总黄酮和总多糖的体外抗氧化活性[J]. 食品科学, 2013, 34(11): 138-141.

[13] 白伟芳, 崔波. 玫瑰花多糖提取及抗氧化活性研究[J]. 食品与机械, 2009, 25(6): 83-86.

[14] 庄永亮, 张燕新, 唐远龙. 玫瑰蜂花粉中不同存在形态酚类物质的组成及其抑制 B16 黑色素瘤细胞的活性[J]. 现代食品科技, 2016, 32(8): 1-7.

[15] MARCONI A, PANZA M C, BONNET M, et al. Expression and function of neurotrophins and their receptors in human melanocytes [J]. International Journal of Cosmetic Science, 2006, 28(4): 255-261.

[16] YAAR M, GROSSMAN K, ELLER M, et al. Evidence for nerve growth factor-mediated paracrine effects in human epidermis[J]. The Journal of Cell Biology, 1991, 115(3): 821-828.

[17] IMOKAWA G. Autocrine and paracrine regulation of melanocytes in human skin and in pigmentary disorders[J]. Pigment Cell Research, 2004, 17(2): 96-110.

[18] BRENNER M, VINCENT J. Modifying skin pigmentation - approaches through intrinsic biochemistry and exogenous agents[J]. Drug Discovery Today Disease Mechanisms, 2008, 5(2): 189-199.

[19] 中华人民共和国卫生部. 卫监督发[2007]1 号 化妆品卫生规范[S]. 北京: [出版者不详], 2007: 277-279.