

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2021.02.029

左旋芳樟醇的小鼠体内抗氧化及抗皮肤衰老活性研究

The anti-oxidation activity of *L*-linalool and its effect on the skin aging

陈 耕

CHEN Geng

(湖南省食品和工业产品生产许可审查中心, 湖南 长沙 410000)

(Hunan Province Food & Industry Products Manufacturing Licensing Inspection Center, Changsha, Hunan 410000, China)

摘要:通过皮下注射 *D*-半乳糖制备衰老小鼠模型,在衰老小鼠背部脱毛皮肤上涂抹左旋芳樟醇精油(低、中、高剂量组左旋芳樟醇含量分别为 2.5%, 5.0%, 7.5%),以维生素 E 为阳性对照,连续给药 30 d;监测小鼠自主活动情况,观察小鼠背部皮肤皱纹分布,取小鼠血清及涂药处皮肤检测超氧化物歧化酶(SOD)活性和丙二醛(MDA)含量,同时检测皮肤中水分以及羟脯氨酸(Hyp)含量。结果表明,左旋芳樟醇精油可提高衰老小鼠自主活动能力,减少皮肤表面皱纹;显著提高衰老小鼠血清和皮肤的 SOD 活力,降低 MDA 含量,提高皮肤水分、Hyp 含量,并且中剂量组(5.0%)效果最明显,与衰老模型组之间有差异显著($P < 0.05$)。表明左旋芳樟醇在小鼠体内具有显著的抗氧化及抗皮肤衰老活性;清除自由基,减少脂质过氧化是其抗皮肤衰老的机制之一。

关键词:左旋芳樟醇;小鼠;体内抗氧化;皮肤衰老;丙二醛;超氧化物歧化酶

Abstract: The aging mice model were built by subcutaneous injection of *D*-galactose. Different content of *L*-linalool essential oil (2.5%, 5.0% and 7.5%) was applied to the depilated skin of the back of aging mice for 30 days, and vitamin E was used as positive control. The mice's autonomous activities were monitored, and the distribution of wrinkles on the back skin was observed. The activity of superoxide dismutase (SOD) and the content of malondialdehyde (MDA) were detected in the serum and skin of the drug application site, and the content of water and hydroxyproline (Hyp) in the skin was also detected. The results showed that *L*-linalool essential oil could improve the autonomous activity of aging mice and reduce skin wrinkles.

作者简介:陈耕(1970—),男,湖南省食品和工业产品生产许可审查中心高级工程师。E-mail: 731690313@qq.com

收稿日期:2020-12-02

5.0% *L*-linalool essential oil was found most effective, which was significantly different from the aging model group ($P < 0.05$). The results showed that *L*-linalool had significant antioxidant and anti-skin aging activities in mice. Scavenging radicals and reducing lipid peroxidation might be one of its anti-aging mechanisms.

Keywords: *L*-linalool; anti-oxidation; skin aging; malondialdehyde; super oxide dismutase

衰老伴随着各种生理机能的减退,表现为行动能力减弱,抵抗力下降,记忆能力和学习能力减弱,感官能力减弱,外观上最容易发生变化的就是皮肤。皮肤衰老表现为皮肤由光洁变为黯淡,出现老年斑,弹性降低,松弛,粗糙等^[1-2]。

自由基致胶原蛋白异常氧化、交联/断裂、变性,使皮肤变得干燥、皱纹增多,是皮肤衰老理论中最为广泛接受的理论之一^[3]。根据这一理论,自由基清除剂、抗氧化剂可有效抗皮肤衰老。许多植物精油具有清除自由基、抗胶原蛋白氧化的活性^[3];而且,天然植物精油主要是脂溶性小分子,与细胞膜相容性好,能够快速渗透皮肤深层^[4]。此外,植物精油还具有天然环保、使用方便的优点。因此植物精油已被广泛应用于抗皮肤衰老的药物及护肤品中。例如:白茶精油、乳香精油是一些美肌精华的主要成分之一;芳樟油、薰衣草油、香柠檬油、玫瑰木油、天竺葵油等植物精油及红花、川芎、香附以及干姜复方中药精油延缓皮肤衰老的功效已被报道^[5-7]。

芳樟醇是香精香料工业中最常用和用量最大的单体香料,普遍存在于芳樟油、薰衣草油、香柠檬油、玫瑰木油等芳香植物精油中。它是一种单萜,香气佳,是配制香精香料时最受欢迎的原材料之一^[8]。芳樟醇毒性低、对皮肤刺激性小,促透效果强,可促进其他成分进入皮肤^[4]。Umezu 等^[9]研究证明,芳樟醇是薰衣草精油抗焦虑作用

的主要药理活性成分。Mitic-Culafic 等^[10]研究发现,芳樟醇能有效清除肝细胞 HepG2 和淋巴 B 细胞中的自由基。芳樟醇是红花、川芎、香附、干姜等抗小鼠皮肤衰老复方中药精油的重要功效成分^[7]。李亚文^[11]研究发现,茉莉、桂花、栀子花、芳樟醇均具有抗衰老活性,其中芳樟醇效果最佳。有学者^[12]发现,芳樟醇的不同光学异构体的药理效应存在差异,左旋芳樟醇催眠镇静作用优于消旋体和右旋体芳樟醇。左旋芳樟醇可用于防治头痛^[13]、腹痛、痛经^[14]、肌肉酸痛以及舒缓疲劳等^[15]。以左旋芳樟醇为主要成分薰衣草精油有较强的抗氧化^[16]、催眠镇静^[17]功效;但有关其在体内抗皮肤衰老作用的研究尚未见报道。

研究拟以 D-半乳糖致衰老小鼠为模型,涂抹或注射左旋芳樟醇乳液,监测小鼠自主活动情况,观察小鼠背部皮肤皱纹分布,测定小鼠血清和皮肤匀浆的超氧化物歧化酶(SOD)活力、丙二醛(MDA)含量及皮肤匀浆羟脯氨酸(Hyp)含量等表征机体氧化、老化情况的指标,探讨左旋芳樟醇的体内抗氧化、抗皮肤衰老活性,以期左旋芳樟醇的应用提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

左旋芳樟醇:>98%(色谱纯),厦门牡丹香华实业有限公司;

聚乙二醇-200:分析纯,国药集团化学试剂有限公司;

维生素 E(V_E):国药准字 H35020242,国药控股星鲨制药(厦门)有限公司;

超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)、羟脯氨酸(Hyp)检测试剂盒:南京建成生物工程研究所;

雌性小鼠:健康瑞士种(ICR 品系),体重 30~45 g,湖南斯莱克景达实验动物有限责任公司;

自发活动视频分析系统:ZH-ZFT 型,淮北正华生物仪器设备有限公司;

紫外可见分光光度计:UV-1800 型,日本岛津公司。

1.2 试验方法

1.2.1 精油制备 左旋芳樟醇以聚乙二醇-200 为溶剂稀释成质量分数分别为 2.5%、5.0%、7.5%,分别作为低、中、高剂量精油;以聚乙二醇-200 为溶剂,将 V_E 稀释至质量分数为 10.0%。

1.2.2 动物分组、给药 参照文献^[11]并修改:健康小鼠 75 只,随机分为 5 组,分别为对照组、左旋芳樟醇精油组(低、中、高剂量组)、V_E 组,每组 15 只。试验前用剃毛器剃去小鼠两肩胛之间皮肤上的毛 3 cm×3 cm。每天注射 1.5 mg/g 的 D-半乳糖,连续注射 30 d;对照组每天涂抹聚乙二醇-200,左旋芳樟醇组、V_E 组每天分别涂抹相应的药物,涂抹量均为 1 mL/d,连续涂抹 30 d。

1.2.3 小鼠的自主活动情况 第 30 天,末次处理 1 h 后,采用自发活动视频分析系统测定各组小鼠的自主活动情况。测定前 8 h 禁食禁水,将小鼠移入分析装置中,适应 3 min,然后记录小鼠 5 min 内的自主活动情况,通过休息次数、休息时间以及总路程来表征小鼠的自主活动情况。

1.2.4 血清及皮肤匀浆的制备 第 30 天,末次处理 2 h 后,摘眼球取血,脱臼处死,迅速取背部脱毛处皮肤,生理盐水冲洗后用滤纸吸去水分,-20℃保存,用于制作皮肤组织匀浆。

(1) 血清制备:眼球血 700 r/min 离心 10 min,取上层血清备用。

(2) 皮肤匀浆制备:取皮肤组织 0.5~1.0 g,冰冷的生理盐水中漂洗,除去血液、皮下脂肪和结缔组织,滤纸拭干,称取 0.5 g,加入 9 倍生理盐水,用眼科小剪刀尽快剪碎,用内切式组织匀浆机匀浆(冰浴),并反复冻融 3 次(-20℃2 h,常温 1 h),使细胞破碎,700 r/min 离心 15 min,取上清液备用^[13]。

1.2.5 SOD 活力、MDA 含量及 Hyp 含量测定 参照试剂盒说明书。

1.2.6 皮肤水分测定 切取 1 cm² 颈部涂抹精油区域皮肤,精密称其湿重,80℃烘干 12 h,称其干重。

1.2.7 小鼠皮肤拍照 小鼠摘除眼球之前,采用数码相机 ISO800 微距拍摄小鼠背部已脱毛皮肤照片,对比分析皮肤纹理、皱纹深度、黄褐斑分布等。

1.2.8 统计分析 应用 SPSS 17.0 软件处理数据,组间差异分析采用 *t* 检验法。

2 结果与分析

2.1 对小鼠自主活动的影响

由表 1 可知,与对照组相比,精油涂抹组小鼠的休息次数、休息时间减少,总路程增加。其中精油中、高剂量组、V_E 组的休息次数与对照组相比差异显著($P<0.05$),精油中剂量组总路程与对照组相比差异显著($P<0.05$)。表明左旋芳樟醇和 V_E 均能提高衰老小鼠的活动能力,具有抗衰老活性。

表 1 左旋芳樟醇精油对衰老模型小鼠自主活动的影响[†]

Table 1 Effects of *L*-linalool essential oil on autonomic activities of mice ($n=15$)

| 组别 | 休息次数 | 休息时间/s | 总路程/mm |
|------------------|-------------|------------|------------------|
| 对照组 | 13.19±1.28 | 5.91±1.38 | 1 875.35±153.51 |
| 2.5%精油组 | 12.00±1.26 | 5.11±1.27 | 1 983.82±112.74 |
| 5.0%精油组 | 10.14±1.19* | 4.40±1.14* | 2 102.48±154.02* |
| 7.5%精油组 | 10.86±1.32* | 4.77±1.23 | 2 067.54±172.18* |
| V _E 组 | 10.72±1.24* | 4.52±1.20* | 2 052.21±125.64* |

† * 表示与对照组相比差异显著($P<0.05$)。

2.2 小鼠血清、皮肤 SOD 活力、MDA 含量

由表 2 可知,与对照组相比,左旋芳樟醇组、V_E组血清、皮肤 SOD 活力上升、MDA 含量下降,且差异显著(P<0.05),表明小鼠皮肤涂抹左旋芳樟醇、V_E能提高血清、皮肤 SOD 活力,降低 MDA 含量,与黄玲玲等^[7]的研究结果一致。V_E具有清除皮肤中自由基,降低 MDA 含量,延缓皮肤衰老的活性,与韩光^[18]的研究一致。

表 2 左旋芳樟醇对衰老模型小鼠血清、皮肤 SOD 活力、MDA 含量的影响[†]

Table 2 Effects of *L*-linalool on the SOD activity and MDA content in serum and skin of aging model mice (*n*=15)

| 组别 | 血清 | | 皮肤 | |
|------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | SOD/(U·mL ⁻¹) | MDA/(nmol·mL ⁻¹) | SOD/(U·mg ⁻¹) | MDA/(nmol·mg ⁻¹) |
| 对照组 | 567.04±17.22 | 4.08±0.12 | 543.39±20.11 | 5.23±0.22 |
| 2.5%精油组 | 623.89±14.98* | 3.62±0.15* | 592.64±13.82* | 5.05±0.15 |
| 5.0%精油组 | 670.33±16.31* | 3.35±0.18* | 640.88±12.59* | 4.39±0.18* |
| 7.5%精油组 | 660.57±13.46* | 3.49±0.14* | 622.17±11.53* | 4.53±0.14* |
| V _E 组 | 665.51±14.82* | 3.46±0.15* | 631.17±16.28* | 4.27±0.12* |

† * 表示与对照组相比差异显著(P<0.05)。

2.3 小鼠皮肤水分含量及 Hyp 含量

羟脯氨酸(Hyp)是胶原蛋白中的一种主要且含量稳定的氨基酸,约占 13%,可用 Hyp 含量或其 7.46 倍代表皮肤胶原含量。胶原含量随皮肤衰老而下降,因此可通过测定 Hyp 含量来表征皮肤衰老情况^[21]。由表 3 可知,与对照组相比,精油组、V_E组小鼠皮肤中 Hyp 含量均显著增加(P<0.05)。黄玲玲等^[7]研究发现,精油可使衰老小鼠皮肤 Hyp 含量极显著升高(P<0.01)。皮肤老化过程中,Hyp 合成减少与真皮乳头的微血管发生萎缩,血流量减少有关^[22];芳樟醇精油改善皮肤的微循环^[23],可促进皮肤组织合成 Hyp^[24],且 Hyp 合成减少还与真皮中羟化酶失活有关^[25-26],自由基及脂质过氧化产物 MDA 的攻击是羟化酶失活的重要原因。试验表明,左旋芳樟醇在体内抗氧化活性较强,可清除 MDA,有利于保护羟化酶合成 Hyp。

由表 3 可知,左旋芳樟醇可显著提高衰老小鼠皮肤的水分含量(P<0.05)。皮肤中亲水性蛋白质含量及蛋白质氧化状态是决定皮肤水分含量及保水性的重要因素。皮肤中 Hyp 亲水性很强,其合成量减少,皮肤水合能力下降;蛋白质在自由基及脂质氧化产物(如 MDA)作用下,亲水基团(如半胱氨酸的巯基,赖氨酸、精氨酸的氨基等)转化成疏水性羰基或发生交联,皮肤水合能力下降^[27]。芳樟醇精油在体内具有显著抗氧化活性及显著提高皮肤 Hyp 含量,因此其皮肤水分含量也显著提高。

2.4 左旋芳樟醇精油对小鼠皮肤外观的影响

由图 1 可知,对照组、精油低剂量组皮肤粗糙有鳞屑,皱纹粗乱;精油中、高剂量组及 V_E组小鼠皮肤更加光

MDA 是脂质氧化的标志性产物,广泛用于表征体内氧化状态;芳樟醇处理可显著降低衰老小鼠血清、皮肤中 MDA 含量,表明芳樟醇在体内具有抗氧化活性。精油可通过直接清除 H₂O₂、羟自由基、超氧化物、超氧阴离子等一系列自由基,也可通过提高抗氧化酶的表达^[19-20],如 SOD 等发挥抗氧化活性。试验表明,芳樟醇可显著提高衰老小鼠血清、皮肤组织中 SOD 酶活性。

表 3 左旋芳樟醇对衰老模型小鼠皮肤水分及 Hyp 含量的影响[†]

Table 3 Effects of *L*-linalool on the content of water and Hyp in skin of aging model mice (*n*=15)

| 组别 | 水分/% | Hyp/(μg·g ⁻¹) |
|------------------|-------------|---------------------------|
| 对照组 | 55.52±2.29 | 2.63±0.24 |
| 2.5%精油组 | 60.95±3.16* | 2.94±0.26# |
| 5.0%精油组 | 66.73±3.07* | 3.51±0.27* |
| 7.5%精油组 | 66.84±2.02* | 3.42±0.21* |
| V _E 组 | 67.91±2.58* | 3.48±0.18* |

† * 表示与对照组相比差异显著(P<0.05),# 表示预对照组相比差异极显著(P<0.01)。

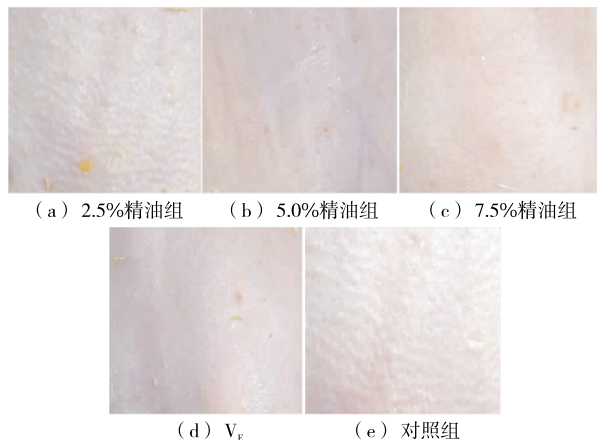


图 1 左旋芳樟醇对衰老模型小鼠皮肤皱纹的影响

Figure 1 The effect of *L*-linalool on the skin wrinkles of aging model mice (×40)

滑、饱满,未见明显皱纹,老化情况明显改善。真皮胶原的流失,角质层变薄,皮肤组织水分减少,细胞皱缩、组织萎缩等是皮肤皱纹产生的主要原因^[28];芳樟醇精油可显著提高皮肤水分和 Hyp 含量,因此能明显抑制皱纹的产生。

在大鼠模型紫外线 UV-B(280~320 nm)急性损伤试验中,芳樟醇可显著缓解皮肤增生、水肿形成、脂质过氧化,显著抑制环氧酶-2(COX-2)、鸟氨酸脱羧酶活性;在 UV-B 长期损伤试验中,芳樟醇可显著抑制 NF- κ B、TNF- α 、IL-6、VEGF、TGF- β 1、Bcl-2 等增生细胞因子表达,降低肿瘤发生率^[24]。在小鼠模型中,芳樟醇可有效抑制酒精致急性胃溃疡^[13];在 t-BOOH 致微生物突变试验中,芳樟醇可通过清除自由基,有效保护 DNA^[10];在肺细胞中,芳樟醇显著降低 MDA 含量,激活 Nrf2 信号通路,显著增加抗氧化酶的表达,并下调 TNF- α 、IL-6 等炎症因子的表达^[20,29-30];在神经细胞中具有抗氧化、抗炎活性,从而对神经细胞具有显著保护作用,缓解大鼠模型帕金森氏症^[31]。

3 结论

试验表明,芳樟醇精油可显著提高衰老小鼠自主活动能力,显著提高小鼠皮肤中超氧化物歧化酶活力($P < 0.05$),显著降低小鼠皮肤中丙二醛含量($P < 0.05$),以及显著提高小鼠皮肤中的水分、羟脯氨酸含量($P < 0.05$),使皮肤更加光滑、饱满。因此左旋芳樟醇在体内具有较强抗氧化及抗皮肤衰老活性,抑制脂质氧化,促进羟脯氨酸合成可能是左旋芳樟醇抗皮肤衰老的机制之一,但其抗皮肤老化详细机制尚需进一步研究。

参考文献

[1] MADHURI A, PRIYA P M, MADHUMITA P M, et al. Management of aging skin: A questionnaire-based study among Indian dermatologists[J]. Journal of cosmetic dermatology, 2020, 19(9): 2 359-2 365.

[2] DEE ANNA GLASER M D. Anti-aging products and cosmetics[J]. Facial Plastic Surgery Clinics of North America, 2004, 12(3): 363-372.

[3] 何理琴,王彩楠,刘志彬,等. 正山小种精油大孔树脂吸附工艺优化及其抗氧化活性分析[J]. 食品与机械, 2020, 36(6): 170-175.

[4] 郭霞,荣毅,张亮,等. 手性促进剂芳樟醇对藜普生经皮渗透的促透效果[J]. 中国医学科学院学报, 2016, 38(1): 55-61

[5] 沈虹. 精油的芳香疗法[J]. 日用化学品科学, 2011, 34(9): 42-46.

[6] 陈静静,王晶晶. 植物精油在女性皮肤抗衰老护理中的研究现状[J]. 全科护理, 2013, 11(12): 3 350-3 351.

[7] 黄玲玲,魏道智,吴亚妮,等. 复方精油对 D-半乳糖衰老模

型小鼠的抗衰老作用[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2012, 30(6): 32-35.

[8] 林翔云. 调香术[M]. 2 版. 北京: 化学工业出版社, 2008: 159-160.

[9] UMEZU T, NAGANO K, ITO H, et al. Antiepileptic effects of lavender oil and identification of its active constituents[J]. Pharmacol Biochem Behav, 2006, 85(4): 713-721.

[10] MITIC-CULAFIC D, ZEGURA B, NIKOLIC B, et al. Protective effect of linalool, myrcene and eucalyptol against t-butyl hydroperoxide induced genotoxicity in bacteria and cultured human cells[J]. Food Chem Toxicol, 2009, 47(1): 260-266.

[11] 李亚文. 三种中国原产精油抗衰老功效及安全性研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2019: 54-55.

[12] CHAMINE I, OKEN B S. Aroma effects on physiologic and cognitive function following acute stress: A mechanism investigation[J]. The Journal of Alternative and Complementary Medicine, 2016, 22(9): 713-721.

[13] BAROCELLIA E, CALCINAA F, CHIAVARINIA M, et al. Antinociceptive and gastro protective effects of inhaled and orally administered Lavandula hybrida Reverchon "Grosso" essential oil[J]. Life Sciences, 2004, 76(2): 213-223.

[14] GUZMÁN-GUTIÉRREZA S L, BONILLA-JAIMEA H, GÓMEZ-CANSINO R, et al. Linalool and β -pinene exert their antidepressant-like activity through the monoaminergic pathway[J]. Life Sciences, 2015, 128(1): 24-29.

[15] LINCK V M, DA SILVA A L, FIGUEIRO M, et al. Inhaled linalool-induced sedation in mice[J]. Phytomedicine, 2009, 16(4): 303-307.

[16] 苗明三,李孟艳,项丽玲,等. 中药配方精油抗小鼠皮肤衰老作用的研究[J]. 时珍国医国药, 2018, 29(10): 2 365-2 367.

[17] 李应洪,李忠海,付湘晋,等. 左旋芳樟醇及其两种复方精油的催眠镇静作用[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2016, 45(1): 65-69.

[18] 韩光. 维生素 E 对紫外线照射小鼠皮肤 MDA 含量的影响[J]. 赣南医学院学报, 1995, 15(2): 90.

[19] 王振,刘仲华,蔡淑贤,等. 绿茶水粗提物抗中波紫外线致人表皮细胞衰老作用[J]. 食品与机械, 2017, 33(12): 129-134.

[20] WU Qian-chao, YU Li-jun, QIU Jia-ming, et al. Linalool attenuates lung inflammation induced by Pasteurella multocida via activating Nrf-2 signaling pathway[J]. Int Immunopharmacol, 2014, 21(2): 456-463.

[21] 王冰心,钟铭,卢颖裕,等. 不同多糖配伍对 H₂O₂ 诱导的皮肤细胞老化的抑制作用[J]. 现代食品科技, 2019, 35(9): 57-66, 146.

(下转第 185 页)

- 黄酮的工艺优化[J]. 食品与机械, 2016, 32(1): 154-157.
- [9] FERRI M, RONDINI G, CALABRETTA M M, et al. White grape pomace extracts, obtained by a sequential enzymatic plus ethanol-based extraction, exert antioxidant, anti-tyrosinase and anti-inflammatory activities[J]. New Biotechnology, 2017, 39: 51-58.
- [10] 王英, 张玉刚, 戴洪义. 苹果果皮中类黄酮的超声波辅助提取及稳定性研究[J]. 食品科学, 2011, 32(16): 178-181.
- [11] 李辉, 卜晓英, 陈功锡, 等. 超声辅助提取白背三七总黄酮[J]. 食品科学, 2011, 32(14): 144-146.
- [12] 李侠, 邹基豪, 王大为. 响应面优化超声波—酶法提取绿豆皮黄酮类化合物工艺[J]. 食品科学, 2017, 38(8): 214-220.
- [13] 李萌萌, 吕长鑫, 芦宇, 等. 纤维素酶辅助提取红树莓籽黄酮及其对 α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶的抑制作用[J]. 中国食品学报, 2017, 17(11): 104-112.
- [14] 陈红惠, 刘芳, 沈清清. 雪莲果叶中黄酮的提取工艺优化[J]. 文山学院学报, 2014, 27(6): 6-9.
- [15] 陈红惠, 刘芳, 沈清清. 雪莲果叶黄酮的纯化工艺[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(21): 45-49.
- [16] 朱丽, 马玲龙, 李小爽, 等. 两种黄酮类铜(II)配合物的制备及体外抗氧化活性[J]. 食品工业科技, 2019, 40(4): 57-61, 67.
- [17] 任红, 郑少杰, 张小利, 等. 基于不同抗氧化机制的黄酮类化合物构效关系研究进展[J]. 食品工业科技, 2016, 37(2): 384-388.
- [18] MONDAL S, PHADKE RR, BADIGANAVAR A M. Genetic variability for total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of testaless seeds of a peanut recombinant inbred line population and identification of their controlling QTLs[J]. Euphytica, 2015, 204(2): 311-321.
- [19] LI Jing-en, FAN Song-tao, QIU Zeng-hui, et al. Total flavonoids content, antioxidant and antimicrobial activities of extracts from *Mosla chinensis* Maxim. cv. Jiangxiangru[J]. LWT-Food Science and Technology, 2015, 64(2): 1 022-1 027.
- [20] HE Yan-su, LIN Yong, LI Qing-sheng, et al. The contribution ratio of various characteristic tea compounds in antioxidant capacity by DPPH assay[J]. Journal of Food Biochemistry, 2020(3): 1-10.
- [21] 李婉仪, 吉文丽, 李蕊, 等. 响应面优化牡丹籽壳总黄酮超声波提取工艺及抗氧化活性研究[J]. 中国油脂, 2018, 43(4): 121-125.
- [22] 秦生华, 李珊, 凌旭彬, 等. 百香果果皮总黄酮的超声波辅助提取工艺优化及其性质研究[J]. 食品工业科技, 2020, 41(17): 153-160, 166.
- [23] 符群, 李卉, 王振宇, 等. 减压—超声辅助醇法提取薇菜黄酮及其对抗氧化活性的影响[J]. 现代食品科技, 2018, 34(3): 113-120.
- [24] 付晶晶, 肖海芳, 宋元达. 金银花等6种植物提取物总黄酮含量与抗氧化性相关性研究[J]. 食品与机械, 2017, 33(6): 159-163.
- [25] 陈红惠, 彭光华. 雪莲果叶酚酸提取物抑菌活性研究[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(1): 1-4.
- [26] 褐斑作用的研究[J]. 中国食品学报, 2014, 14(3): 30-33.
- [27] 吴伟, 吴晓娟, 蔡勇建, 等. 过氧自由基氧化修饰对大米蛋白功能性质的影响[J]. 食品与机械, 2016, 32(6): 5-8.
- [28] 李晓娟, 孟君, 徐莹, 等. 荔枝玫瑰酒的营养成分分析与皮肤抗氧化功效研究[J]. 中国酿造, 2020, 39(10): 96-102.
- [29] 熊国红, 林海, 何建国, 等. 樟树叶精油抗PM2.5致肺上皮细胞损伤的研究[J]. 食品与机械, 2019, 35(9): 169-172.
- [30] 吴千超. 芳樟醇通过激活Nrf-2信号通路抑制小鼠多杀性巴氏杆菌肺炎[D]. 吉林: 吉林大学, 2015: 34-36.
- [31] DE LUCENA J D, GADELHA-FILHO C V J, DA COSTA R O, et al. L-linalool exerts a neuroprotective action on hemiparkinsonian rats[J]. Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology, 2020, 393(5): 1 077-1 088.

(上接第172页)

- [22] 陆绮, 赵晖, 穆阳. 复方当归提取物对皮肤抗氧化作用实验研究[J]. 中国美容医学, 2007, 16(11): 1 574-1 576.
- [23] 姜冬梅, 朱源, 余江南, 等. 芳樟醇药理作用及制剂研究进展[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(18): 3 530-3 533.
- [24] GUNASEELAN S, BALUPILLAI A, GOVINDASAMY K, et al. The preventive effect of linalool on acute and chronic UVB-mediated skin carcinogenesis in Swiss albino mice[J]. Photochem Photobiol Sci, 2016, 15(7): 851-860.
- [25] 倪庆纯, 郭健敏, 肖百全, 等. 两种中药组方对D-半乳糖诱导的衰老模型裸鼠皮肤的影响[J]. 中草药, 2012, 43(9): 1 808-1 813.
- [26] 王挥, 冯菲, 李忠海, 等. 湘西香醋体内抗氧化及其淡化黄

信息窗

韩国发布《食品等的标示标准》部分修改单

2月5日,韩国食品药品安全部(MFDS)发布了第2021-7号告示,修改《食品等的标示标准》的部分内容:

(1) 针对产品的分装或再包装的情形,可以变更的原有的标示事项中增加容器、包装材质。

(2) 删除茶类的其他标示事项中水果茶产品的产品名称限制规定;新设定茶类产品可以标示“脱咖啡因

产品”的规定;食品添加剂及器具等的杀菌消毒剂不再标示生产年月日,但可标示保质期。

(3) 根据食品添加剂及器具等的杀菌消毒剂生产日期或保质期,修改标示标准的具体条款。

(来源: <http://news.foodmate.net>)