

茜草精油抗氧化及 DNA 损伤保护效果

权美平^{1,2,3}, 田呈瑞^{*1}

(1. 陕西师范大学 生命科学学院, 陕西 西安 710119; 2. 陕西省多河流重点实验室, 陕西 渭南 714000; 3. 渭南师范学院 化学与生命科学学院, 陕西 渭南 714000)

摘要: 以水蒸气蒸馏法提取茜草精油, 以天然和合成的抗氧化剂为对照, 用 5 种不同的抗氧化体系 (DPPH、 $\cdot\text{OH}$ 和 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 自由基, 还原力和总抗氧化能力) 检测评价茜草精油的抗氧化活性; 并以 $\cdot\text{OH}$ 自由基介导的 pBR322 质粒损伤模型进行了精油的 DNA 损伤保护效果的评价。结果表明: 精油表现出在不同体系中以剂量依赖方式的不同程度的功效, 并且对清除 DPPH 和 $\cdot\text{OH}$ 自由基活性较强。精油对 $\cdot\text{OH}$ 自由基介导的 pBR322 质粒损伤的保护效果可能源于精油对 $\cdot\text{OH}$ 自由基较好的清除作用。

关键词: 茜草; 精油; 抗氧化活性; DNA 损伤; 保护效果

中图分类号: R 284 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2015)11—1225—07

Antioxidant Activity and DNA Damage Protective Effect of Essential Oil from *Rubia cordifolia*

QUAN Meiping^{1,2,3}, TIAN Chengrui^{*1}

(1. College of Life Science, Shanxi Normal University, Xi'an 710062, China; 2. Key Lab of Wet Land Ecology and Environment of Duoheliu of Shanxi Province, Weinan 714000, China; 3. College of Chemistry and Life Science, Weinan Normal University, Weinan 714000, China)

Abstract: The antioxidant activity and DNA damage protective effect of the essential oil from the roots of *Rubia cordifolia* (REO) by hydrodistillation were studied. Five different antioxidant systems, evaluated by DPPH radical method, $\cdot\text{OH}$ and $\text{O}_2^{\cdot-}$ scavenging activity, reducing power assay and the FRAP assay were employed in order to evaluate the antioxidant activities of the essential oil as compared with natural and synthetic antioxidants. The DNA damage protective activity of essential oil was evaluated by pBR322 plasmid induced by $\cdot\text{OH}$ radicals. The results revealed that the oil exhibited varying degrees of efficacy in each assay and a dose-dependent free-radical-scavenging activity against DPPH radical, superoxide anions and hydroxyl radical, as well as the oil exerted more potent radical scavenging activity against DPPH and $\cdot\text{OH}$ radicals than that against $\text{O}_2^{\cdot-}$ radical. The essential oil exhibited significant protective activity against $\cdot\text{OH}$ radical induced DNA damage. The mechanism may be originated from the superior ability of essential oil to

收稿日期: 2015-07-09

基金项目: 渭南市科技创新扶持项目(2013JCYJ-14); 渭南师范学院教育教学改革项目(JG201515)。

作者简介: 权美平(1978—), 女, 陕西咸阳人, 副教授, 植物资源开发与利用博士研究生。

* 通信作者: 田呈瑞(1955—), 男, 陕西周至人, 教授, 博士研究生导师, 主要从事食品新资源的开发利用方面的研究。

E-mail: 327311912@qq.com

scavenge $\cdot\text{OH}$ radicals.

Keywords: *Rubia cordifolia* L., essential oil, antioxidant activity, DNA damage, protective effect

研究发现许多草本及药用植物具有抗氧化属性,主要源于其中大量的活性抗氧化剂,包括黄酮类、多酚、生物碱、花青素、萜类、类胡萝卜素及维生素类。植物资源中的天然抗氧化剂备受关注,是因为其对人体健康的众多益处;正常摄入的天然抗氧化剂可减少氧化应激为机体带来的系列损伤,继而可降低癌症、心脑血管、糖尿病等其它与衰老先关的疾病等风险。作为人类天然抗氧化剂的主要资源,植物提取物和精油的抗氧化效果逐渐被人们所接受和认可。精油是芳香植物各组织中提取出的有香味的挥发性次级代谢产物,在民间医药、食品以及香料化妆品工业有着广泛的应用。近来,关于多种精油及其组分的多功能生物活性研究成为研究热点^[1]。

中药茜草为茜草科多年生攀援草本植物茜草(*Rubia cordifolia* L.)的干燥根及根茎,主根及支根长圆柱形,弯曲,外皮红褐色,粗壮。茎生倒刺。喜生于山坡、田边及林缘处,主产于陕西、河南、安徽、河北、山东、广西和四川等地,其中以陕西、河南产量大而且品质优良。由于茜草干根及茎自古代就作为天然染料、食品的着色剂和药用植物使用,它的化学成分、药理和临床作用已被深入系统地研究^[2]。其味苦,性寒,归肝、心经,具有凉血、止血、祛瘀、通经之功效,主治吐血、衄血、崩漏、外伤出血、经闭瘀阻、关节痹痛、跌扑肿痛等;亦具抗菌、抗癌、增强免疫、护肝、抑制人体表皮细胞增殖等生物活性。作为一种民族药材,它有着悠久的历史,但到目前为止还未见茜草精油的研究报道。作者以水蒸气蒸馏法提取的精油进行抗氧化活性研究,并对 $\cdot\text{OH}$ 自由基介导的pBR322质粒损伤模型进行了精油的DNA损伤保护活性作出评价,为茜草这一天然植物资源进一步开发利用提供参考。

1 材料与方法

1.1 主要材料和试剂

pBR322质粒、6×loading buffer: 购于西安海宁生物有限公司;茜草:采自渭南市黄河湿地保护区;主要试剂DPPH、琼脂糖、没食子酸标品:均为Sigma

公司产品;其余所用试剂均为分析纯。

1.2 主要仪器与设备

挥发油提取装置:西安晶博生物有限公司;722型可见分光光度计:上海光谱仪器有限公司;离心机:上海安亭科学仪器厂;KQ-200KDE型超声波清洗器:昆山仪器厂;DYY-8B型稳压稳流电泳仪及JY-SPCT电泳槽:北京君意东方电泳设备有限公司;FluorChem (5500) System凝胶图像分析系统:伯乐太平洋公司。

1.3 试验方法

1.3.1 茜草精油的提取 采用挥发油提取器用常压水蒸气蒸馏法提取挥发油。具体操作如下:粉碎至40目的茜草干粉40 g,浸泡4 h,置于1 000 mL圆底烧瓶中,加水500 mL,加热回流提取挥发油,回流至挥发油量不再增加,停止加热;正己烷萃取收集,合并挥发油,以无水硫酸钠干燥,得黄色片状固态精油,-40℃保存备用。

1.3.2 抗氧化试验 精确称取20 mg固态精油,加入10 mL DMSO配制成初始质量浓度2 mg/mL,然后用倍半法稀释为系列浓度,精油的质量浓度范围0.062 5~2 mg/mL。

1)清除DPPH能力的测定:参照Larrauri^[3]等的方法并稍作修改。分别取不同质量浓度样品液0.5 mL与3.5 mL DPPH甲醇溶液(60 $\mu\text{mol/L}$)混合,于暗室室温放置30 min后,在517 nm下测定吸光值;样品对DPPH清除率用下式计算:

$$\text{DPPH 清除率}(\%) = [1 - (A_2 - A_1)/A_0] \times 100$$

式中: A_0 为溶剂对照的吸光度值; A_1 为样品对照吸光度值,以消除不同样品的颜色误差; A_2 为样品溶液的吸光度值。

2)清除 $\cdot\text{OH}$ 自由基能力的测定:参照贾之慎^[4]等的方法,稍作修改。吸取0.5 mL不同稀释度的精油样品,分别加入0.5 mL、2 mmol/L二氯化铁溶液、0.5 mL、2 mmol/L过氧化氢溶液和0.5 mL、6 mmol/L水杨酸溶液,再加入2.5 mL蒸馏水,混合均匀,将混合液在37℃水浴30 min。设置空白对照,在510 nm处测定吸光度。 $\cdot\text{OH}$ 清除率(%)按下式计算:

$$\cdot\text{OH 清除率}(\%) = [1 - (A_i - A_j)/A_0] \times 100$$

式中: A_i 表示样品和反应体系反应后吸光度; A_j 表示未加过氧化氢时样品体系的吸光度以消除样品本色对反应体系的影响; A_0 表示未加样品的反应体系的吸光度。

3)清除 $O_2^{\cdot-}$ ·自由基能力的测定:按照Marklund等^[5]的方法,取 4.5 mL Tris-HCl 缓冲液(0.05 mol/L、pH 8.2),25 °C预热 20 min,加入不同稀释度的样品 1.0 mL 和 0.4 mL、0.025 mol/L 邻苯三酚溶液,混匀,25 °C水浴反应 4 min。立即加入 1 mL、8 mmol/L 盐酸溶液使反应结束。并设置空白和样品对照,于 320 nm 波长处测定混合液的吸光值。清除率 I(%)按下式计算:

$$O_2^{\cdot-}\text{清除率}(\%)=[1-(A_i-A_j)/A_0] \times 100$$

式中: A_i 表示样品和反应体系的吸光度; A_j 表示未加邻苯三酚样品反应体系的吸光度以消除样品本色对反应体系的影响; A_0 表示未加样品的反应体系的吸光度。

4)还原力的测定:样品提取液还原力的测定依照稍作修改的 Vaquero 等^[6]的方法进行。取 2.5 mL 不同稀释度的样品提取液加入到装有 2.5 mL、0.2 mol/L、pH 6.6 磷酸缓冲液的试管中,再加入 2.5 mL 1%铁氰化钾溶液混合均匀。50 °C反应 20 min 后,加入 2.5 mL 10%三氯乙酸,3 000 r/min 离心 10 min,取上清液 5 mL 与 4 mL 蒸馏水和 0.5 mL 0.1%三氯化铁溶液混合。反应 10 min 后,在 700 nm 处测吸光度。混合液的吸光度越高表示样品提取液的还原能力越强。

5)总抗氧化能力测定(磷钼络合法):参考 Prieto 等^[7]的方法。分别取不同浓度 0.4 mL 样品溶液和试剂液(0.6 mol/L 硫酸,28 mmol/L 磷酸钠和 4 mmol/L 钼酸铵,三种试剂以 1:1:1 混合)4 mL,混匀后放置于 95 °C水浴锅中恒温 90 min。在 695 nm 下测其吸光度,并用溶剂做空白对照,抗氧化活性的高低以 695 nm 吸光值表示,抗氧化物质活性越强,测定的吸光度值越大。

1.3.3 DNA 损伤保护试验 精油对羟基自由基($\cdot OH$)介导的 DNA 损伤的保护作用按照文献[8]的方法进行测定,并略作修改。在 0.25 mL 的离心管中分别加入 1 μL (0.5 μg) pBR 322 质粒 DNA,10 μL PBS 缓冲液(10 mmol/L,pH7.4)和 5 μL 精油溶液,充分混匀,然后加入 2 μL 、1 mmol/L $FeSO_4$ 和 2 μL 、1 mmol/L H_2O_2 反应结束后,取出 4 μL 反应液与 2

μL 6 $\times$ 上样缓冲液混匀。然后吸取 4 μL 置于 1.0 g/dL 琼脂糖凝胶(含 0.5 $\mu g/mL$ 溴化乙啶)中于电泳缓冲液(TAE,Tris/acetate/EDTA)中电泳 50 min。电泳结束,用凝胶成像仪成像,并进行半定量分析。空白对照管用 PBS 代替多酚提取液,正常对照管用 PBS 代替多酚提取液、 $FeSO_4$ 和 H_2O_2 。按下式计算保护率:

$$\text{保护率}(\%)=(S_0-S_p)/(S-S_p) \times 100;$$

式中: S 为完整 pBR322 质粒 DNA 双螺旋构象的灰度值; S_p 为 $FeSO_4+H_2O_2+pBR322$ 质粒 DNA 体系中双螺旋构象的灰度值; S_0 为精油+ $FeSO_4+H_2O_2+pBR322$ 质粒 DNA 体系中双螺旋构象的灰度值。

1.4 总酚含量测定

精油总酚含量的测定以福林酚法进行,将 0.3 mL 精油(1 mg/mL)、2.5 mL 去离子水和 0.3 mL 1.0 mol/L Folin-Ciocalteu 试剂混合均匀。静置 8 min 后,加入 1.5 mL、7.5 g/dL Na_2CO_3 溶液,摇匀,密封,室温下避光反应 60 min 后,于 760 nm 处测定吸光值。精油总酚含量以标准品没食子酸质量浓度(mg/mL)表示。

1.5 统计学处理

实验数据以平均值 $\pm$ 标准差表示,数据处理应用 EXCEL 进行;保护率采用化学发光仪凝胶成像系统自带软件的灰度进行分析。

2 结果与分析

2.1 茜草精油的得率与形态

以水蒸气蒸馏法可得茜草精油(REO)的提取率 0.12%,密度测定为 0.896 g/mL。由图 1 可知室温条件下茜草精油的颜色及状态。左为黄色、薄片状结晶固态精油,具有特殊的刺激性芳香气味;中为从精油提取器收集,干燥后的精油样品,颜色黄中略红;右为茜草精油在 DMSO 溶解条件下的状态。茜草精油为精油中为数不多的固态精油种类,Huaiqiong Chen 等^[9]从健康的沉香木中所提取的精油即为固态精油,但目前大多数的研究报告证明芳香植物精油以液态精油占绝大多数。

2.2 茜草精油的抗氧化活性

2.2.1 清除 DPPH 自由基活性 DPPH 是一种非常稳定的自由基体系,现在被广泛用作衡量抗氧化剂自由基清除活力的有效工具。不同质量浓度的精油和阳性对照清除 DPPH 自由基能力见图 2 所示。精油、VC 和 BHT 清除 DPPH 能力与所试质量浓度呈

剂量依赖效应,在低质量浓度范围内量效关系增加明显;精油在低质量浓度范围(<0.125 mg/mL)内,对DPPH 自由基清除力明显低于 VC 和 BHT,以 VC 的清除活力最强;但在高质量浓度范围内(>0.125 mg/mL),精油对 DPPH 自由基清除活力高于 BHT,而低于 VC,表现出强的 DPPH 自由基清除活力,在质量浓度为 0.25 mg/mL 时,精油的清除率高达(85.75 ± 1.13)%,VC 为 (95.73 ± 2.07)%,BHT 为 (80.43 ± 1.29)%,综上可知,精油具有较强的 DPPH 自由基清除活力。



图 1 茜草精油在室温下的色泽和状态

Fig. 1 Colour and state of *Rubia cordifolia* essential oil (REO) at room temperature

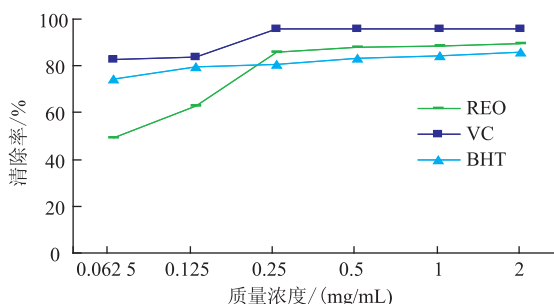


图 2 茜草精油、VC 和 BHT 对 DPPH 自由基的清除效果

Fig. 2 Scavenging effects on DPPH radical by REO, VC and BHT

2.2.2 清除 $\cdot\text{OH}$ 自由基活性 羟基自由基($\cdot\text{OH}$)是目前已知化学性质最活泼的活性氧自由基,它可以攻击生物细胞内的多糖、蛋白质、核酸等生物大分子,使其产生过氧化变性、交联或断裂,从而导致机体出现多种疾病^[10]。不同质量浓度的精油和阳性对照清除 $\cdot\text{OH}$ 能力见图 3。在测试质量浓度范围内,精油、VC、BHT 清除羟基自由基的能力随样品质量浓度增大而逐渐增强,在质量浓度 >0.25 mg/mL 时,VC 对羟基自由基的清除能力明显大于其它二者;而质量浓度 <0.25 mg/mL 时,三者的清除能力相当

甚至精油效果更好,在质量浓度为 0.0625 mg/mL 是,精油的清除率为(42.73 ± 2.14)%,VC 的清除率为(33.52 ± 1.56)%,BHT 的清除率为(27.13 ± 1.07)%;精油在所试浓度范围内清除率在 (42.73 ± 2.14)%~(87.76 ± 2.24)%。

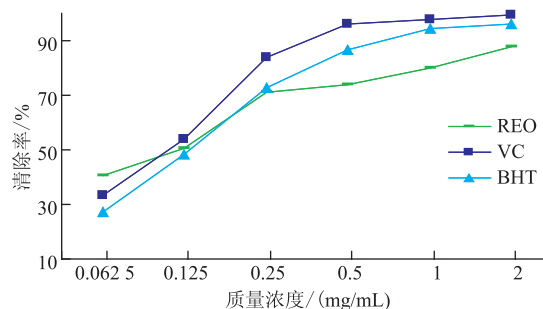


图 3 茜草精油、VC 和 BHT 对 $\cdot\text{OH}$ 自由基的清除效果

Fig. 3 Scavenging effects on hydroxyl radical by REO, VC and BHT

2.2.3 清除 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 自由基活性 超氧自由基($\text{O}_2^{\cdot-}$)作为众多活性氧前体物质,会促进组织的损伤和多种疾病的发生,是目前所知对细胞和组织是非常有害的一类自由基。不同质量浓度的精油和阳性对照清除 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 自由基能力见图 4。在所试质量浓度范围内,VC、BHT 清除 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 自由基的能力随质量浓度增大而逐渐增强,而样品精油的剂量依赖效应不明显;三者清除 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 的强弱顺序依次为 $\text{BHT} > \text{VC} > \text{精油}$;VC、BHT 和精油的清除率变化范围分别是: (7.16 ± 1.02)%~(95.46 ± 0.51)%, (13.77 ± 1.40)%~(97.87 ± 0.95)%和(2.59 ± 0.50)%~(9.89 ± 0.95)%。

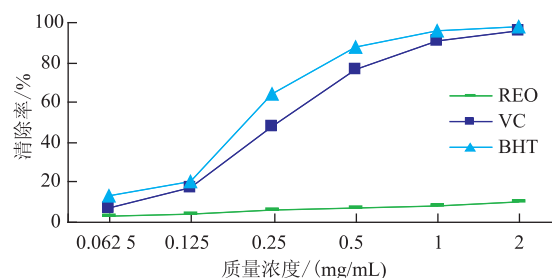


图 4 茜草精油、VC 和 BHT 对 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 自由基的清除效果

Fig. 4 Scavenging effects on superoxide radical by REO, VC and BHT

2.2.4 还原性 Fe (III) 的还原用于表示捐献电子活性强弱的指标,此活性是酚类抗氧化剂作用的重要机制之一,而且此指标可以衡量其抗氧化活性的强弱^[10]。不同质量浓度的精油和阳性对照的还原能力见图 5。精油、VC 和 BHT 的还原能力与所试质量

浓度呈剂量依赖效应,但精油的剂量效应性关系不明显,其在所试质量浓度范围内吸光值仅从 0.277 升高至 0.369,而 VC (0.299~0.603) 和 BHT (0.198~0.705) 的变化要更明显。同质量浓度范围下(<1 mg/mL),还原能力的大小顺序为 VC>BHT>精油。

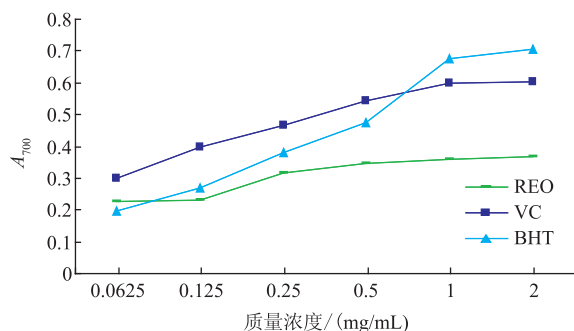


图 5 茜草精油、VC 和 BHT 的还原能力

Fig. 5 Reducing power of REO, VC and BHT

2.2.5 总抗氧化能力 (磷钼络合法) 磷钼络合物法的测定原理是 Mo(VI) 被抗氧化物质还原生成绿色的 Mo(V) 络合物,其最大吸收波长为 695 nm。此方法操作简单,所用试剂低廉、方法重现性好且适合多种溶剂提取试液抗氧化活性的测定。不同质量浓度的精油和阳性对照的总抗氧化能力见图 6。精油、VC 和 BHT 总抗氧化能力与所试质量浓度呈剂量依赖效应;三者的总抗氧化活性顺序为:VC>精油>BHT。精油在所试质量浓度范围内的 A_{695} 的变化范围 0.225~0.953。

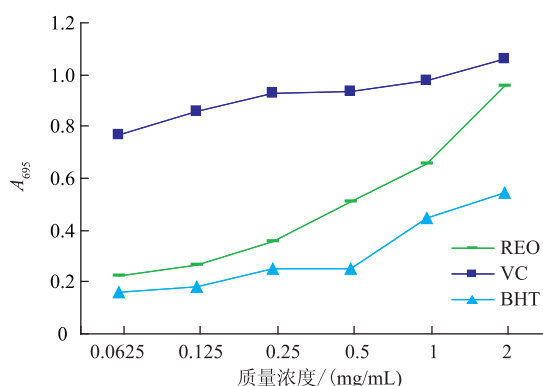


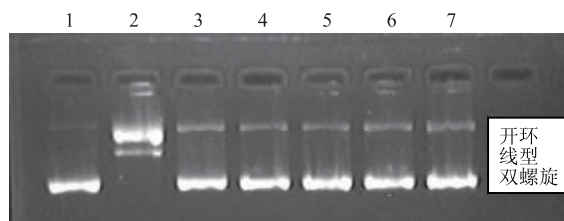
图 6 茜草精油、VC 和 BHT 的总抗氧化力

Fig. 6 Total antioxidant capacity of REO, VC and BHT

2.3 精油对羟基自由基($\text{OH}\cdot$)介导的 DNA 损伤的保护作用

由图 7 可以看出,正常 pBR322 质粒 DNA 主要以双螺旋形态为主(Lane 1),被 $\cdot\text{OH}$ 氧化损伤后,双螺旋转变成了开环和线型的 DNA 分子,表明铁离

子介导的 H_2O_2 分解后产生的 $\cdot\text{OH}$ 使 pBR322 质粒 DNA 的单链和双链都发生了断裂。然而,添加了精油后,未观察到双链断裂后的线型 DNA 分子,表明精油可以保护 $\cdot\text{OH}$ 介导的 DNA 双链的损伤。



1: 正常 pBR322 质粒 DNA; 2: $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{pBR322}$ 质粒 DNA; 3~7: 分别为 2、1、0.5、0.25、0.125 mg/mL 精油 + $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{pBR322}$ 质粒 DNA

图 7 茜草精油对羟基自由基($\cdot\text{OH}$)介导的 DNA 损伤的保护作用

Fig. 7 $\cdot\text{OH}$ mediated DNA damage protective effect of REO

为进一步研究精油对 $\cdot\text{OH}$ 介导的 DNA 损伤的保护作用,采用凝胶成像系统对试验结果进行了半定量分析,结果见图 8。精油对 $\cdot\text{OH}$ 介导的 DNA 损伤的保护作用以保护率表征,保护率越高,表明其对 DNA 损伤的保护作用越强。由图 8 可以看出,在测试质量浓度范围内,精油对 $\cdot\text{OH}$ 介导的 DNA 损伤都具有不同程度的保护作用,但是与剂量依赖性作用不明显,保护率范围在 $(70.2 \pm 0.85)\% \sim (79.5 \pm 1.06)\%$,表明精油具有较好的对 $\cdot\text{OH}$ 介导的 DNA 损伤保护作用。对于抗氧化的研究已经表明,精油具有清除羟基自由基能力。在该体系中,精油可能通过提供氢原子或电子直接清除羟基自由基来保护 DNA 的损伤^[11]。

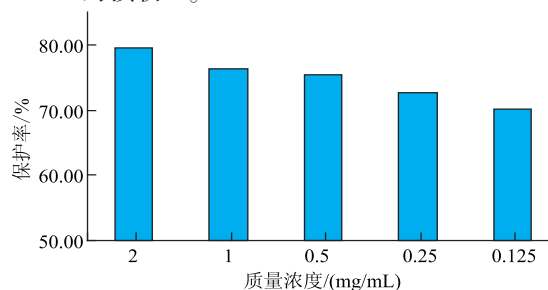


图 8 茜草精油对羟基自由基($\cdot\text{OH}$)介导的 DNA 损伤保护作用的半定量分析

Fig. 8 Semi-quantitative analysis of $\cdot\text{OH}$ mediated DNA damage protective effect of REO

2.4 精油总酚含量

按照上述福林酚法测定没食子酸的标准曲线

方程为: $y = 8.4817x + 0.0882$ ($R^2 = 0.9967$); 试验所测定的精油总酚含量为: 1 g 精油 = 0.22 mg/mL 没食子酸当量。研究表明^[12]: 总酚含量是主要的天然抗氧化活性成分。植物提取物中总酚含量的高低常可以解释其抗氧化活性及生物活性的强弱, 总酚含量与生物活性间有很强的正相关性。

3 结 语

抗氧化活性的测定虽有多种方法, 但对同一种抗氧化剂, 选择不同的底物(或基质)体系, 采用不同的测定方法, 有时获得的结果也不尽相同^[13]。因此, 采取多种不同的抗氧化体系客观全面地反映和衡量所测定抗氧化剂的抗氧化活性非常重要。作者用 5 种不同的抗氧化体系评价精油的抗氧化活性, 并与人工合成的抗氧化剂 2,6-二叔丁基-4-甲基苯酚(BHT)和天然抗氧化剂 VC 进行对比, 结果证明茜草精油具有较好的清除 DPPH 自由基和羟基自由基的生物活性, 但清除超氧阴离子的能力较差, 总抗氧化能力和还原能力相对阳性对照活性一般。大量研究分析表明^[1,14]: 精油中化合物多为抗氧化剂, 且植物提取物中存在的天然抗氧化剂与该药用植物的有益属性密切相关, 所以抗氧化活性被广泛作

为衡量食品及药用植物生物有效性的有用参数。作者继而对·OH 介导的 DNA 损伤的保护作用进行评价的结果说明: 精油具有较好的对·OH 介导的 DNA 损伤保护作用的机理可能在于精油具有较好的清除羟基自由基能力。

大量的植物活性物质成分研究分析表明: 植物界的酚类化合物是植物发挥抗氧化潜力的主要源泉, 是发挥抗氧化活性的主要贡献和参与者^[10], 抗氧化活性的强弱与酚类含量紧密相关; 其余的生物活性如不同自由基介导的 DNA 损伤保护作用的发挥也与多酚含量息息相关, 如 gao 等^[8]证明了黄参籽多酚提取物不同的多酚浓度对两种自由基介导的 DNA 损伤保护效果研究证明: 酚类物质对 DNA 损伤的保护具有一定程度的贡献作用。本研究测定出茜草精油的多酚含量为 1 g 精油 = 0.22 mg/mL 没食子酸当量, 或许精油中的多酚含量可以解释和支撑茜草精油的抗氧化和 DNA 损伤保护的活性效果。本研究的结果是关于茜草精油抗氧化及 DNA 损伤活性的首次报道, 此精油表现出一定程度的抗氧化活性, 表明此植物精油或许有作为食品、药品和化妆品添加剂的可能性。

参考文献:

- [1] Mohamed Hajji, Ons Masmoudi, Nabil Souissi, et al. Chemical composition, angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil from *Periploca laevigata* root barks [J]. **Food Chemistry**, 2010, 121 (3): 724-731.
- [2] Yizhong Cai, Mei Sun, Jie Xing, et al. Antioxidant phenolic constituents in roots of *Rheum officinale* and *Rubia cordifolia*: structure-radical scavenging activity relationships [J]. **Agricultural Food Chemistry**, 2004, 52: 7884-7890.
- [3] Larrauri J A, Sánchez-Moreno C, Saura-Calixto F. Effect of temperature on the free radical scavenging capacity of extracts from red and white grape pomace peels [J]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 1998, 46(7): 2694-2697.
- [4] 贾之慎, 邬建敏, 唐孟成. 比色法测定 Fenton 反应产生的羟自由基 [J]. 生物化学与生物物理进展, 1996, 23(2): 184-186. JIA Zhishen, WU Jianmin, TANG Mengcheng. Colorimetric determination of hydroxyl radicals from fenton reaction [J]. **Prog Biochem Biophys**, 1996, 23(2): 184-186. (in Chinese)
- [5] Marklund S, Marklund G. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase [J]. **European Journal of Biochemistry**, 1974, 47(3): 469-474.
- [6] Vaquero M J R, Serravallo L R T, de Nadra M C M, et al. Antioxidant capacity and antibacterial activity of phenolic compounds from argentinean herbs infusions [J]. **Food Control**, 2010, 21(5): 779-785.
- [7] Prieto P, Pineda M, Aguilar M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of Vitamin E [J]. **Anal Biochem**, 1999, 269(2): 337-341.
- [8] Chun-yan Gao, Cheng-rui Tian, Rui Zhou, et al. Phenolic composition, DNA damage protective activity and hepatoprotective effect of free phenolic extract from *Sphallerocarpus gracilis* seeds [J]. **International Immuno-Pharmacology**, 2014 (20):

- 238-247.
- [9] Huaiqiong Chen, Yun Yang, Jian Xue, et al. Comparison of compositions and antimicrobial activities of essential oils from chemically stimulated agarwood, wild agarwood and healthy *Aquilaria sinensis* (Lour.) Gilg Trees [J]. **Molecules**, 2011(16): 4884-4896.
- [10] N Ozsoy, A Can, R Yanardag. Antioxidant activity of *Smilax excelsa* L. leaf extracts[J]. **Food Chemistry**, 2008, 110: 571-583.
- [11] Singh B N, Singh B R, Singh R L, et al. Oxidative DNA damage protective activity, antioxidant and antitumor sensing potentials of *Moringa oleifera*[J]. **Food and Chemical Toxicology**, 2009, 47: 1109-1116.
- [12] Yu-Ling Lee, Gi-Wei Huang, Zeng-Chin Liang, et al. Antioxidant properties of three extracts from *Pleurotus citrinopileatus* [J]. **LWT**, 2007(40): 823-833.
- [13] 翁新楚, 吴侯. 抗氧化剂的抗氧化活性的测定方法及其评价[J]. 中国油脂, 2000, 25(6): 119-122.
WONG Xinchu, WU Hou. Determination methods and the evaluation of antioxidant activity[J]. **China Oil**, 2000, 25(6): 119-122. (in Chinese)
- [14] F Bakkali, S Averbeck, D Averbeck, et al. Biological effects of essential oils-A review [J]. **Food and Chemical Toxicology**, 2008, 46: 446-475.

会议信息

韩国拟实施食品原材料肯定列表制度

10月15日,韩国KFDA发布了《食品规格及基准部分修改》相关行政预告,其主要内容如下:

1. 食品原材料的管理由以往的逐个审批变更为肯定列表方式。目前食品原材料分为可使用原材料、暂定可使用原材料、不允许使用原材料3个类别,计划整合可使用原材料、暂定可使用原材料做成可用于食品的原材料肯定列表。该肯定列表将收载可使用原材料4461种和暂定可食用原材料183种,共4644种。

2. 具体步骤是把目前建设当中的食品原材料数据库整合到食品法典中,作为食品原材料使用的法律依据,也便于企业和消费者迅速查询和确认是否允许使用。

3. 未收载在肯定列表中的食材,按照《食品等的暂定基准及规格认证基准》规定程序,向KFDA提交证明安全性等材料进行审批。

此外该行政预告案还包括,新设了冬季、雨季用糖饲养蜂蜜等食品类型;修改了农药残留限量;葡萄酒生产加工中为了增香允许使用橡木片(棒)等内容。

[信息来源]食品伙伴网. 韩国拟实施食品原材料肯定列表制度 [EB/OL]. (2015-10-15). <http://news.foodmate.net/2015/10/333872.html>

欧盟批准二甘醇乙醚用于所有产肉动物

10月10日欧盟发布委员会实施条例(EU)2015/1820,修订(EU)No37/2010关于二甘醇乙醚(Diethylene glycol monoethyl ether)的残留限量规定。

目前欧盟已批准二甘醇乙醚用于反刍动物与猪。欧盟委员会认为,无需制定相应的残留限量规定。

欧洲药品管理局收到要求将二甘醇乙醚用于家禽的申请。欧洲药品管理局经评估认为,扩大其使用范围至家禽仍安全,由此判断二甘醇乙醚用于所有产肉动物合理。

本法规自发布20日起生效。

[信息来源]食品伙伴网. 欧盟批准二甘醇乙醚用于所有产肉动物 [EB/OL]. (2015-10-13). <http://news.foodmate.net/2015/10/333442.html>