

## 103 种药食两用植物化学成分分析及功能活性评价

刘晓海<sup>1</sup>, 茹月蓉<sup>1</sup>, 张雪春<sup>1</sup>, 周旭红<sup>2</sup>, 何霞红<sup>3\*</sup>, 王振兴<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>西南林业大学生物与食品工程学院 昆明 650224

<sup>2</sup>云南中医药大学 云南中医药大学科技处科研实验中心 昆明 650500

<sup>3</sup>西南林业大学 西南山地森林资源保育与利用教育部重点实验室  
云南省林下资源保护与利用重点实验室 昆明 650224)

**摘要** 为比较分析我国传统药食同源植物,选取 103 种药食两用植物,根据外观将其分为果实、花叶、全草、种子、皮、根茎、真菌和其它类,测定其总酚和总黄酮含量,评价其体外抗氧化活性、 $\alpha$ -葡萄糖苷酶和乙酰胆碱酯酶抑制能力,并采用高效液相色谱分析其化学成分。结果表明:各药食两用植物的总酚和总黄酮含量差异较大,其中总酚含量以花叶类的丁香(309.59  $\mu\text{g GAE/mg}$ )、果实类的青果(229.64  $\mu\text{g GAE/mg}$ )最高,总黄酮含量以全草类的蒲公英(662.31  $\mu\text{g RE/mg}$ )、小蓟(505.33  $\mu\text{g RE/mg}$ )最高。相对而言,花叶、果实与全草类药食两用植物具有良好的的体外抗氧化活性。此外,果实类的覆盆子和青果、皮类的肉桂、花叶类的丁香显示出较好的  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制能力,而根茎类的姜黄、皮类的肉桂、全草类的香薷对乙酰胆碱酯酶的抑制能力较强,说明这些药食两用植物具有较好地预防糖尿病与阿尔茨海默病的潜力。高效液相色谱分析表明:从花叶类、果实类与全草类药食两用植物中检出的化合物种类较多,其中儿茶素、绿原酸与表儿茶素等是主要化合物,与抗氧化活性呈显著正相关关系,它们可能是这些药食两用植物抗氧化的主要活性物质。本文首次比较分析 103 种传统药食两用植物的化学成分和功能活性,对这些植物在居民膳食指导和临床治疗中的应用具有一定的参考价值。

**关键词** 药食两用植物; 活性成分; 抗氧化活性;  $\alpha$ -葡萄糖苷酶; 乙酰胆碱酯酶

**文章编号** 1009-7848(2024)08-0385-18 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2024.08.035

随着生活水平的提高和人们健康意识的增强,“药食同源”已成为国际健康领域的热点<sup>[1]</sup>。“药食两用”亦称“药食同源”,是指许多食物本身具有食品和药物的双重功效,两者同出一源,既可用于饮食,又可用于治疗疾病。从 2012 年起,原卫生部、国家卫生健康委员会、国家市场监督管理总局等部门先后多次发布或补充了《既是食品又是药品的中药名单》《关于对党参等 9 种物质开展按照传统既是食品又是中药材的物质管理试点工作的通知》等通知,公布了丁香、茴香、人参、党参、肉苁

蓉、铁皮石斛等可作为药食同源的中药材名单,且已被列入《中国药典》,具有悠久的食用历史,符合我国“食疗”的传统医疗理念<sup>[2]</sup>。

在“药食两用”领域,抗氧化及其和降血脂、降血糖等功能活性的关系是近 15 年来的研究热点<sup>[3]</sup>。现代医学的“自由基学说”认为,人体内含有过量的活性氧自由基会引起氧化应激反应,加速机体衰老,并诱发糖尿病、阿尔茨海默病、动脉粥样硬化、心血管疾病等多种疾病<sup>[4]</sup>,其中,糖尿病、阿尔茨海默病作为典型的氧化应激相关疾病,两者发病率呈正相关关系<sup>[5-6]</sup>。此外,研究表明新型冠状病毒会通过引发细胞氧化应激损伤、产生炎症因子等途径,加重糖尿病和阿尔茨海默病的患病程度以及增加其他人群的患病风险<sup>[7]</sup>。因此适当补充抗氧化剂,可降低人体内过量的活性氧自由基引发的氧化应激损伤程度,不同程度地预防或治疗某些氧化应激相关疾病。如维生素 E 可以抵御攻击细胞壁中脂肪产生的自由基,也可以防止低密度脂蛋白胆固醇氧化而导致的动脉硬化<sup>[8]</sup>。维生素 C 作为一种广泛存在于天然食品中的抗氧化

**收稿日期:** 2023-08-08

**基金项目:** 云南省中央引导地方科技发展资金项目(202207 AB110015);云南省“兴滇英才支持计划”创业人才项目(2020);云南省“兴滇英才支持计划”青年人才项目(2022,2023);国家中药材产业技术体系岗位项目(CARS-21-05B);云南省郑文杰专家工作站项目(202205AF150018)

**第一作者:** 刘晓海,男,硕士生

**通信作者:** 何霞红 E-mail: hexiahong@hotmail.com

王振兴 E-mail: wangzhenxingfood@163.com

剂,除了已在食品、医疗等领域被广泛应用外,还被上海、山东、杭州等多地推荐为预防新冠病毒的药品,被认为有利于新冠病毒感染患者身体的恢复<sup>[9]</sup>。相比市场上人工合成的抗氧化剂,天然抗氧化剂具有安全、接受度高等优点<sup>[10-11]</sup>。深入探讨各药食两用物质的抗氧化活性及其防治氧化应激相关疾病的功效和作用机制,有助于进一步提升其在食品和药品等领域的应用,促进公众的身体健康。

“药食两用”植物品种繁多、成分复杂,其活性成分受品种、产地、种植方式、种植环境、加工贮藏方式等因素影响,且不同地区药食两用的历史和饮食习惯不同,导致同一品种的物质间品质、功效差异甚大。目前针对“药食两用”植物的研究多为对单一或几种植物活性成分的研究,缺乏较为全面和深入地比较分析,从而影响消费者的判断和选择。随着我国新型冠状病毒疫情防控的逐步放开,我国已进入“后疫情时代”的新阶段,健康饮食、提升免疫力成为战胜病毒的最好武器。明确传统“药食两用”植物的化学成分,探寻其功效作用,对指导居民科学膳食,维护社会健康具有重要意义。

基于我国悠久的“药食同源”健康文化,以及国家对中医药发展的重视,本文选取103种传统药食两用植物,测定其主要活性成分,采用高效液相色谱分析其化学成分,各样品的抗氧化活性,并以 $\alpha$ -葡萄糖苷酶和乙酰胆碱酯酶为作用靶点,评估各样品体外防治II型糖尿病和阿尔兹海默症的能力<sup>[12-13]</sup>,旨在可为从膳食角度开展抗氧化、防治糖尿病和阿尔兹海默病的研究提供参考,为进一步开发和利用传统药食两用植物提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

从国家卫生健康委员会公布的既是食品又是药品的中药名单中选取植物原料共计103种,于2019年1月采购于安徽省亳州市文择轩电子商务有限责任公司,根据其外观性状分为以下8类:

1) 果实类(29种) 山楂、夏枯草、桑葚、砂仁、芫荽、枳椇子、栀子、益智仁、青果、小茴香、山茱萸、余甘子、香菜籽、花椒、沙棘、罗汉果、枸杞

子、香橼、佛手、八角茴香、黑胡椒、木瓜、枣、紫苏、龙眼肉、覆盆子、乌梅、芫荽子、紫苏籽;

2) 花叶类(14种) 白扁豆花、代代花、菊花、丁香、金银花、槐花、山银花、玫瑰花、西红花、桑叶、荷叶、百合、布渣叶、杜仲叶;

3) 全草类(10种) 肉苁蓉、蒲公英、香薷、小蓟、鱼腥草、马齿苋、藿香、薄荷、淡竹叶、菊苣;

4) 种子类(19种) 黑芝麻、郁李仁、胖大海、白扁豆、白果、桃仁、赤小豆、杏仁、决明子、淡豆豉、莱菔子、莲子、薏苡仁、芡实、黄芥子、肉豆蔻、刀豆、酸枣仁、火麻仁;

5) 皮类(3种) 肉桂、桔红、橘皮;

6) 根茎类(22种) 西洋参、桔梗、党参、白芷、当归、黄芪、粉葛、葛根、白茅根、人参、黄精、姜、天麻、高良姜、姜黄、甘草、薤白、玉竹、山药、山奈、铁皮石斛、芦根;

7) 真菌类(2种) 茯苓、灵芝;

8) 其它(4种) 麦芽、昆布、松节、松花粉。

2,6-二叔丁基对甲酚(2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol, BHT),上海麦克林生化科技有限公司;Folin-Ciocalteu(分析纯),北京鼎国昌盛生物技术有限责任公司;2,4,6-三(2-吡啶基)三嗪(2,4,6-tripyridin-2-yl-1,3,5-triazine, TPITZ),天津市风船化学试剂科技有限公司;2,2'-联氮-双-3-乙基苯并噻唑啉-6-磺酸[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), ABTS]、1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl radical, DPPH)、5,5'-二硫代双(2-硝基苯甲酸)[5,5'-dithiobis-(2-nitrobenzoic acid), DTNB]、碘化硫代乙酰胆碱(acetylthiocholineiodide, ATCI),Sigma-Aldrich公司; $\alpha$ -葡萄糖苷酶、乙酰胆碱酯酶(分析纯),北京索莱宝科技有限公司;对硝基苯基- $\alpha$ -D-吡喃葡萄糖苷(4-nitrophenyl- $\alpha$ -D-glucopyranoside, PNPG)、阿卡波糖(分析纯),国药集团化学试剂有限公司;甲醇、乙腈(色谱纯),北京迈瑞达科技有限公司;维生素C(vitamin C, VC)、芦丁、杨梅素、木犀草素、表儿茶素、表儿茶素没食子酸酯、二氢杨梅素、没食子酸、儿茶素、橙皮素、黄芩苷、绿原酸、迷迭香酸、白藜芦醇、黄芩素、槲皮素、阿魏酸、芹菜素(色谱纯),上海源叶生物科技有限公司;其

余试剂均为国产分析纯。

## 1.2 设备与仪器

YB-250A 型高速多功能粉碎机,永康市速锋工贸有限公司;RE-52 型系列旋转蒸发器,上海亚荣生化仪器厂;SB25-12DTDS 型超声波清洗器,宁波新艺超声设备有限公司;LGJ-1D-80 型冷冻干燥机,北京亚泰科隆仪器技术有限公司;5804R 型多功能高速冷冻离心机,德国 Eppendorf 公司;YXFT3MP 型 pH 计,梅特勒-托利多精密仪器有限公司;Infinite F50 型酶标仪,瑞士 Tecan 公司;Agilent 1260 Infinity II 型高效液相色谱仪(High performance liquid chromatography, HPLC), 美国 Agilent Technologies 公司。

## 1.3 试验方法

1.3.1 样品的制备 样品经 50 °C 烘干后粉碎,过 40 目筛得到粉末样品。准确称取 2 g 粉末,按 1:20 料液比加入的体积分数为 70% 的甲醇水溶液,超声(50 °C, 240 W)提取 1 h, 4 000 r/min 离心 10 min 后取上清液,残渣按相同条件重复提取 2 次,合并上清液,将提取液在 55 °C 下旋蒸成浸膏,于 -20 °C 冷藏备用。测定前用体积分数为 70% 的甲醇水溶液将提取物稀释至合适的浓度。

1.3.2 总酚含量的测定 采用福林酚法测定总酚含量<sup>[4]</sup>。取 50 μL 稀释到适宜浓度的样品溶液于 96 孔酶标板上,依次加入 125 μL 0.1 mol/L 福林酚溶液、100 μL 75 g/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液,混匀后避光反应 30 min 后于波长 765 nm 处测吸光值,用蒸馏水代替 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液做空白试验。在同等条件下测定质量浓度分别为 10, 20, 40, 60, 80, 100 μg/mL 没食子酸标准液的吸光度,以没食子酸质量浓度(X)为横坐标,吸光值(Y)为纵坐标绘制没食子酸标准曲线: $Y = 0.0068X + 0.0509 (R^2 = 0.9914)$ ,根据没食子酸标准曲线计算样品中总酚含量,结果以 μg GAE/mg 表示。

1.3.3 总黄酮含量的测定 参照林紫兰等<sup>[5]</sup>的方法测定样品中总黄酮含量。取 40 μL 稀释到适宜浓度的样品溶液于 96 孔酶标板上,加入 20 μL 30 g/L NaNO<sub>2</sub> 溶液混合反应 6 min,再加入 20 μL 60 g/L Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 溶液混合反应 6 min,最后加入 140 μL 40 g/L NaOH 溶液和 60 μL 体积分数为 70% 的甲醇溶液,室温反应 15 min 后于波长 510

nm 处测定吸光值,以体积分数为 70% 的甲醇溶液代替 Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 溶液做空白试验。在同等条件下测定质量浓度分别为 100, 200, 400, 600, 800, 1 000 μg/mL 芦丁标准溶液吸光值,以芦丁质量浓度(X)为横坐标,吸光值(Y)为纵坐标绘制芦丁标准曲线: $Y = 0.0012X - 0.0469 (R^2 = 0.9983)$ ,根据芦丁标准曲线计算样品中黄酮含量,结果以 μg RE/mg 表示。

## 1.3.4 抗氧化测定

1.3.4.1 DPPH 自由基清除能力测定 参考 Khanday 等<sup>[6]</sup>的方法并稍作改动。取 100 μL 稀释到适宜浓度的样品溶液与 100 μL DPPH 溶液于 96 孔酶标板上混合,室温暗反应 30 min 后于 517 nm 处测定吸光度(A<sub>s</sub>)。以体积分数为 70% 的甲醇溶液代替样品溶液为空白对照(A<sub>c</sub>),以体积分数为 70% 的甲醇溶液代替 DPPH 溶液进行反应的吸光值为 A<sub>b</sub>。以 VC 和 BHT 为阳性对照,按公式(1)计算样品的 DPPH 自由基清除率。

$$\text{自由基清除率}(\%) = \frac{A_c - (A_s - A_b)}{A_c} \times 100 \quad (1)$$

以不同质量浓度的 Trolox 的甲醇溶液作为标准品,以 Trolox 的质量浓度为横坐标(X),DPPH 自由基清除率(Y)为纵坐标作标准曲线,其回归方程为  $Y = -0.0121X + 1.2138 (R^2 = 0.9974)$ ,利用标准曲线计算样品的 DPPH 自由基清除能力。

1.3.4.2 ABTS 阳离子自由基清除能力测定 参考 Khanday 等<sup>[6]</sup>的方法并稍作改动。取 50 μL 稀释到适宜浓度的样品溶液于 96 孔酶标板中,加入 200 μL ABTS 工作液并充分混合,室温反应 5 min 后于波长 734 nm 处测吸光值(A<sub>s</sub>)。以体积分数为 70% 的甲醇溶液代替样品溶液为空白对照(A<sub>c</sub>),以体积分数为 70% 的甲醇溶液代替 ABTS 溶液进行反应的吸光值为 A<sub>b</sub>。以 VC、BHT 为阳性对照,按公式(1)计算样品的 ABTS 阳离子自由基清除率。以不同质量浓度的 Trolox 的甲醇溶液作为标准品,以 Trolox 溶液的质量浓度(X)为横坐标,ABTS 阳离子自由基清除率(Y)为纵坐标作标准曲线,其回归方程为  $Y = 0.0187X + 0.7628 (R^2 = 0.9935)$ 。利用标准曲线计算样品的 ABTS 自由基清除能力。

1.3.4.3 铁还原能力测定 铁还原能力(Ferric

ion reducing antioxidant power, FRAP)的测定参照林紫兰等<sup>[15]</sup>的方法并稍作改动。准确移取 50  $\mu\text{L}$  稀释到适宜浓度的样品溶液于酶标板中,加入 250  $\mu\text{L}$  FRAP 工作液,迅速摇匀,37  $^{\circ}\text{C}$ 下反应 10 min 后于 593 nm 处测定吸光值,以 VC、BHT 为阳性对照。同等条件下测定 10, 20, 40, 60, 80, 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$   $\text{FeSO}_4$  溶液的吸光度,以  $\text{FeSO}_4$  溶液的质量浓度( $X$ )为横坐标,吸光值( $Y$ )为纵坐标绘制  $\text{FeSO}_4$  溶液标准曲线: $Y = 0.0069X + 0.0358$  ( $R^2 = 0.9968$ ),根据  $\text{FeSO}_4$  标准曲线,计算样品的铁还原能力。

1.3.5  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制能力测定 参考 Chen 等<sup>[17]</sup>的方法并稍作改动。准确移取 50  $\mu\text{L}$  稀释到适宜浓度的样品溶液于酶标板中,加入 50  $\mu\text{L}$  0.1 U/mL  $\alpha$ -葡萄糖苷酶溶液,37  $^{\circ}\text{C}$ 下温育 10 min,加入 50  $\mu\text{L}$  5 mmol/L PNPG 溶液,37  $^{\circ}\text{C}$ 反应 15 min,最后加入 100  $\mu\text{L}$  21.2 g/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液终止反应,于 405 nm 处测定吸光值( $A_s$ )。以 0.1 mol/L pH 6.9 的磷酸缓冲溶液代替样品溶液为空白对照( $A_c$ ),以 0.1 mol/L pH 6.9 的磷酸缓冲溶液代替  $\alpha$ -葡萄糖苷酶溶液反应的吸光值为  $A_b$ ,采用公式(2)计算样品中的  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制率。以不同质量浓度的阿卡波糖为阳性对照,阿卡波糖质量浓度和  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制率对应关系采用 Origin 软件拟合方程,计算样品的  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制活性,结果以  $\mu\text{g}$  Acarbose/ $\mu\text{g}$  表示。

$$\text{抑制率}(\%) = \frac{A_c - (A_s - A_b)}{A_c} \times 100 \quad (2)$$

1.3.6 乙酰胆碱酯酶抑制能力 参考 Wang 等<sup>[18]</sup>的方法并稍作改动。分别取 50  $\mu\text{L}$  稀释到适宜浓度的样品溶液、15  $\mu\text{L}$  15 mmol/L ATCI 溶液和 75  $\mu\text{L}$  3  $\mu\text{mol}/\text{L}$  DNTB 溶液于 96 孔酶标板中混匀,30  $^{\circ}\text{C}$ 温育 10 min,加入 20  $\mu\text{L}$  0.1 U/mL 乙酰胆碱

酯酶溶液混匀,最后加入 50  $\mu\text{L}$  pH 8.0 磷酸钠缓冲溶液,96 孔板振荡器振荡 10 s 终止反应,于 405 nm 处测定吸光值( $A_s$ )。以 pH 8.0 磷酸钠缓冲溶液代替样品溶液为空白对照( $A_c$ ),以 pH 8.0 磷酸钠缓冲溶液代替乙酰胆碱酯酶溶液反应的吸光值为  $A_b$ ,根据公式(2)计算样品的乙酰胆碱酯酶抑制率。以不同质量浓度的加兰他敏为阳性对照,加兰他敏质量浓度和乙酰胆碱酯酶抑制率对应关系采用 Origin 软件拟合方程,计算样品的乙酰胆碱酯酶抑制活性,结果以  $\mu\text{g}$  Galantamine/g 表示。

1.3.7 高效液相色谱分析 取 70%甲醇溶液配制的 10 mg/mL 样品溶液,过 0.22  $\mu\text{m}$  微孔滤膜后进行 HPLC 分析。色谱条件:色谱柱:Silgreen C18 (4.6 mm  $\times$  250 mm, 5  $\mu\text{m}$ ); 流动相 A 为 0.01% 的甲酸水溶液,流动相 B 为乙腈,检测波长 210~360 nm,流速 0.8 mL/min,最大压力  $4 \times 10^7$  Pa。洗脱条件见表 1。各标准品最适吸收波长、出峰时间及标准曲线见表 2。通过标准品浓度与其在最适波长处的峰面积进行线性回归得到标准曲线,计算样品中化合物含量。

表 1 梯度洗脱过程

时间/min	A/%	B/%
0	98	2
12	92	8
15	87	13
30	82	18
50	70	30
60	50	50
70	30	70
80	10	90
85	0	100
90	98	2

表 2 标准品吸收波长、出峰时间及标准曲线

Table 2 Standard absorption wave length, peak time and standard curve

标准品	吸收波长/nm	出峰时间/min	标准曲线	相关系数( $R^2$ )
槲皮素	360	55.38	$Y = 264.13X + 8.0285$	0.9995
杨梅素	360	46.14	$Y = 226.05X - 7.4156$	0.9965
木犀草素	360	54.95	$Y = 20.373X - 1.2548$	0.9963
芦丁	340	36.83	$Y = 97.66X + 0.2391$	0.9970
表儿茶素	280	27.17	$Y = 213.05X + 16.625$	0.9983

(续表 2)

标准品	吸收波长/nm	出峰时间/min	标准曲线	相关系数( $R^2$ )
表儿茶素没食子酸酯	280	37.37	$Y = 413.08X + 89.615$	0.9954
二氢杨梅素	280	28.76	$Y = 446.13X + 23.478$	0.9994
没食子酸	280	11.50	$Y = 662.72X + 73.856$	0.9995
儿茶素	280	22.86	$Y = 185.86X - 26.949$	0.9991
橙皮素	310	60.99	$Y = 247.1X + 15.53$	0.9992
黄芩苷	310	49.81	$Y = 324.12X - 1.6326$	0.9974
绿原酸	310	23.04	$Y = 336.05X - 1.1845$	0.9998
迷迭香酸	310	46.18	$Y = 274.64X - 27.312$	0.9993
白藜芦醇	340	49.64	$Y = 289.2X - 5.31$	0.9998
黄芩素	340	61.76	$Y = 239.15X - 31.549$	0.9985
阿魏酸	340	36.93	$Y = 484.56X + 1.9186$	0.9997
芹菜素	240	59.80	$Y = 472.77X - 0.899$	0.9993

#### 1.4 数据处理与分析

每个试验均重复 3 次,结果以“平均值 $\pm$ 标准差”表示。数据使用 Excel 2010、Origin 2018、IBM SPSS Statistics 26 进行处理分析、制图,采用 R (version 4.0.3)、ChiPlot (网址:https://www.chiplot.online/)进行相关性分析、聚类分析并绘制热图。

## 2 结果与分析

### 2.1 总酚、总黄酮含量

酚类化合物是植物重要的次生代谢产物之一,对活性氧等自由基具有很强的捕捉能力,在抗氧化、抗衰老、抗肿瘤、抗病毒等方面具有良好的生理活性<sup>[19]</sup>。试验结果见表 3。所有样品的总酚含量范围为 1.22~309.59  $\mu\text{g GAE/mg}$ ,含量差异较大,其中果实类、花叶类、全草类、种子类、皮类、根茎类、真菌类、其它类的总酚含量分别为 5.50~229.64, 11.59~309.59, 2.20~126.41, 1.75~29.03, 12.94~112.64, 1.22~116.04, 8.90~70.74  $\mu\text{g GAE/mg}$ ;而茯苓、枳椇子、薏苡仁、芡实与昆布均未测出总酚含量。试验表明,整体上总酚含量以丁香、荷叶、布渣叶等花叶类较高,平均含量达 70.83  $\mu\text{g GAE/mg}$ ,其次为果实类(青果、余甘子、覆盆子等)、全草类(香薷、薄荷等),该结果与陈青青等<sup>[20]</sup>、周婧等<sup>[21]</sup>研究样品不同部位的总酚含量趋势相同。酚类化合物已成为医药和食品工业中天然抗氧化剂的重要来源,总酚含量较高的花叶类、果实类与全草类药食两用植物在抗氧化剂产品的研

发方面具有广阔的应用前景。

黄酮类化合物是一类重要的植物次生代谢产物,具有抗氧化、抗菌、抗肿瘤等功能活性,并在预防动脉硬化,降低血脂和胆固醇,降血糖以及减少冠心病发病率等方面均具有良好的功效<sup>[22-23]</sup>。所有样品的总黄酮含量范围为 2.24~662.31  $\mu\text{g RE/mg}$ ,其中果实类、花叶类、全草类、种子类、皮类、根茎类、真菌类、其它类的总黄酮含量分别为 2.24~396.58, 11.44~405.64, 7.62~662.31, 4.65~333.00, 12.51~500.58, 4.70~295.33, 457.53, 6.99~59.35  $\mu\text{g RE/mg}$ ;而茯苓、枳椇子、姜黄、薏苡仁与芡实均未测出总黄酮。总体说来,全草类的总黄酮含量相对较高,约 60%的全草类药食两用植物总黄酮含量高于 200  $\mu\text{g RE/mg}$ (蒲公英、小蓟、马齿苋等总黄酮含量 $>400 \mu\text{g RE/mg}$ ),其次为果实类(木瓜、栀子、青果等总黄酮含量 $>350 \mu\text{g RE/mg}$ )、花叶类(桑叶、丁香、山银花等总黄酮含量 $>300 \mu\text{g RE/mg}$ )。该结果与李慧敏等<sup>[24]</sup>、邱梦瑜等<sup>[25]</sup>、邢金香<sup>[26]</sup>探究样品不同部位总黄酮含量的结果一致。

相比根茎类、种子类等植物,花叶类、果实类和全草类植物往往具有更高的光照强度,而光照是植物生长发育的重要环境因子,对调控植物中酚类物质的合成与积累至关重要,更高的光照强度会促进酚类的合成,进而使花叶类、果实类与全草类的总酚、总黄酮含量要高于根茎类、种子类等植物<sup>[27-28]</sup>。结合试验结果与分析,可针对性选择总酚、黄酮含量高的花叶类、果实类、全草类等药食

表3 103种药食两用植物总酚、总黄酮含量  
Table 3 Total phenolics and total flavonoids contents of 103 kinds of MEPs

样品	总酚/ ( $\mu\text{g GAE}/\text{mg}$ )	总黄酮/ ( $\mu\text{g RE}/\text{mg}$ )	样品	总酚/ ( $\mu\text{g GAE}/\text{mg}$ )	总黄酮/ ( $\mu\text{g RE}/\text{mg}$ )
果实类(29)					
山楂	32.01 $\pm$ 1.56	77.50 $\pm$ 9.96	罗汉果	31.89 $\pm$ 1.99	64.31 $\pm$ 5.44
夏枯草	61.97 $\pm$ 6.01	33.44 $\pm$ 2.64	枸杞子	18.69 $\pm$ 0.95	142.58 $\pm$ 40.77
桑椹	23.71 $\pm$ 0.38	24.33 $\pm$ 0.66	香橼	77.02 $\pm$ 1.61	238.97 $\pm$ 15.42
砂仁	11.62 $\pm$ 0.67	43.93 $\pm$ 2.27	佛手	6.11 $\pm$ 0.14	55.53 $\pm$ 2.87
荜茇	13.24 $\pm$ 1.75	12.19 $\pm$ 2.13	八角茴香	85.41 $\pm$ 4.31	179.68 $\pm$ 6.72
枳椇子	nd	nd	黑胡椒	35.02 $\pm$ 0.64	12.74 $\pm$ 25.82
栀子	27.26 $\pm$ 2.40	385.19 $\pm$ 20.01	木瓜	67.95 $\pm$ 1.35	396.58 $\pm$ 66.29
益智仁	12.63 $\pm$ 0.80	226.53 $\pm$ 32.05	枣	10.86 $\pm$ 1.19	39.66 $\pm$ 6.63
青果	229.64 $\pm$ 11.06	361.33 $\pm$ 22.91	紫苏	37.52 $\pm$ 1.44	52.83 $\pm$ 4.42
小茴香	11.98 $\pm$ 0.24	215.17 $\pm$ 13.12	龙眼肉	5.50 $\pm$ 0.48	2.24 $\pm$ 0.29
山茱萸	27.94 $\pm$ 2.11	143.58 $\pm$ 18.10	覆盆子	142.11 $\pm$ 15.29	42.31 $\pm$ 22.59
余甘子	179.92 $\pm$ 13.20	264.67 $\pm$ 68.65	乌梅	16.02 $\pm$ 1.25	10.28 $\pm$ 0.78
香菜籽	17.10 $\pm$ 1.15	134.69 $\pm$ 19.35	芫荽子	23.40 $\pm$ 0.98	14.41 $\pm$ 4.21
花椒	99.64 $\pm$ 9.02	204.06 $\pm$ 13.75	紫苏籽	12.63 $\pm$ 1.24	66.80 $\pm$ 4.81
沙棘	45.04 $\pm$ 0.72	356.39 $\pm$ 30.21			
花叶类(14)					
代代花	49.58 $\pm$ 3.42	257.14 $\pm$ 18.79	布渣叶	93.92 $\pm$ 3.76	315.28 $\pm$ 38.87
菊花	53.75 $\pm$ 2.23	63.90 $\pm$ 4.83	槐花	88.47 $\pm$ 4.07	65.64 $\pm$ 2.42
丁香	309.59 $\pm$ 8.25	358.22 $\pm$ 74.38	杜仲叶	48.78 $\pm$ 1.26	205.93 $\pm$ 27.53
桑叶	45.59 $\pm$ 20.29	405.64 $\pm$ 59.86	山银花	67.06 $\pm$ 2.68	321.04 $\pm$ 29.09
荷叶	138.63 $\pm$ 11.37	289.51 $\pm$ 28.11	玫瑰花	13.66 $\pm$ 0.24	11.77 $\pm$ 0.33
百合	11.59 $\pm$ 0.55	100.83 $\pm$ 3.84	西红花	14.72 $\pm$ 0.94	11.44 $\pm$ 0.48
金银花	70.95 $\pm$ 3.06	189.14 $\pm$ 32.43	白扁豆花	26.65 $\pm$ 1.11	165.33 $\pm$ 11.34
全草类(10)					
肉苁蓉	53.49 $\pm$ 3.78	70.10 $\pm$ 4.20	马齿苋	34.10 $\pm$ 0.98	413.47 $\pm$ 43.15
蒲公英	23.33 $\pm$ 2.45	662.31 $\pm$ 63.62	藿香	17.10 $\pm$ 1.30	45.71 $\pm$ 0.99
香薷	126.41 $\pm$ 11.64	298.63 $\pm$ 8.64	薄荷	80.32 $\pm$ 3.22	387.79 $\pm$ 24.14
小蓟	26.60 $\pm$ 1.54	505.33 $\pm$ 51.40	淡竹叶	41.19 $\pm$ 0.16	363.00 $\pm$ 12.00
鱼腥草	62.11 $\pm$ 5.72	47.11 $\pm$ 6.09	菊苣	2.20 $\pm$ 0.19	7.62 $\pm$ 1.40
种子类(19)					
黑芝麻	6.44 $\pm$ 0.38	13.68 $\pm$ 3.82	菜菔子	11.72 $\pm$ 0.66	18.32 $\pm$ 1.29
郁李仁	4.86 $\pm$ 0.43	10.77 $\pm$ 0.95	莲子	1.75 $\pm$ 0.29	4.65 $\pm$ 0.07
胖大海	29.03 $\pm$ 2.11	71.35 $\pm$ 10.93	薏苡仁	nd	nd
白扁豆	2.66 $\pm$ 0.07	5.04 $\pm$ 1.96	芡实	nd	nd
白果	8.40 $\pm$ 0.96	5.63 $\pm$ 0.30	黄芥子	15.38 $\pm$ 2.35	176.03 $\pm$ 8.61
桃仁	2.51 $\pm$ 0.51	7.58 $\pm$ 0.67	肉豆蔻	14.69 $\pm$ 1.66	333.00 $\pm$ 65.18
赤小豆	8.69 $\pm$ 0.40	33.69 $\pm$ 2.06	刀豆	6.15 $\pm$ 0.46	45.97 $\pm$ 1.44
杏仁	2.26 $\pm$ 0.12	4.84 $\pm$ 0.53	酸枣仁	11.97 $\pm$ 0.71	24.64 $\pm$ 21.75
决明子	27.48 $\pm$ 3.16	58.58 $\pm$ 5.61	火麻仁	10.81 $\pm$ 0.47	16.76 $\pm$ 3.85
淡豆豉	3.71 $\pm$ 0.12	8.34 $\pm$ 0.91			
皮类(3)					
肉桂	112.64 $\pm$ 6.93	500.58 $\pm$ 20.86	橘皮	12.94 $\pm$ 0.66	12.51 $\pm$ 0.60
桔红	21.40 $\pm$ 2.29	102.69 $\pm$ 10.46			

(续表 3)

样品	总酚/ ( $\mu\text{g GAE}/\text{mg}$ )	总黄酮/ ( $\mu\text{g RE}/\text{mg}$ )	样品	总酚/ ( $\mu\text{g GAE}/\text{mg}$ )	总黄酮/ ( $\mu\text{g RE}/\text{mg}$ )
根茎类(22)					
西洋参	1.88 $\pm$ 0.06	5.35 $\pm$ 0.26	白芷	14.21 $\pm$ 0.79	119.44 $\pm$ 10.14
黄精	19.64 $\pm$ 0.99	6.87 $\pm$ 0.98	当归	4.29 $\pm$ 0.19	96.31 $\pm$ 3.17
姜	2.17 $\pm$ 0.17	34.34 $\pm$ 0.37	黄芪	4.83 $\pm$ 0.36	53.25 $\pm$ 1.02
天麻	9.70 $\pm$ 0.42	4.70 $\pm$ 0.59	山药	8.34 $\pm$ 0.99	93.33 $\pm$ 7.42
桔梗	6.60 $\pm$ 0.29	66.72 $\pm$ 3.56	粉葛	12.21 $\pm$ 0.79	46.47 $\pm$ 3.58
高良姜	116.04 $\pm$ 7.01	295.33 $\pm$ 15.05	山奈	8.88 $\pm$ 0.68	85.47 $\pm$ 31.75
党参	4.03 $\pm$ 0.16	60.75 $\pm$ 3.48	铁皮石斛	9.09 $\pm$ 0.23	9.25 $\pm$ 1.76
姜黄	58.54 $\pm$ 5.58	nd	葛根	13.36 $\pm$ 0.38	5.43 $\pm$ 0.16
甘草	26.63 $\pm$ 0.58	104.61 $\pm$ 23.85	芦根	7.64 $\pm$ 0.48	16.87 $\pm$ 0.27
薤白	1.22 $\pm$ 0.26	59.47 $\pm$ 6.97	白茅根	7.41 $\pm$ 0.80	18.46 $\pm$ 0.72
玉竹	2.82 $\pm$ 0.09	63.08 $\pm$ 5.05	人参	2.48 $\pm$ 0.13	5.24 $\pm$ 0.12
真菌类(2)					
茯苓	nd	nd	灵芝	40.56 $\pm$ 3.06	457.53 $\pm$ 70.75
其它(4)					
麦芽	8.90 $\pm$ 0.49	6.99 $\pm$ 1.79	松节	12.94 $\pm$ 2.29	9.82 $\pm$ 3.24
昆布	nd	37.42 $\pm$ 9.75	松花粉	70.74 $\pm$ 5.89	59.35 $\pm$ 2.58

注:nd表示未测出。

两用植物作为天然、安全的植物多酚、黄酮类化合物的资源来源。

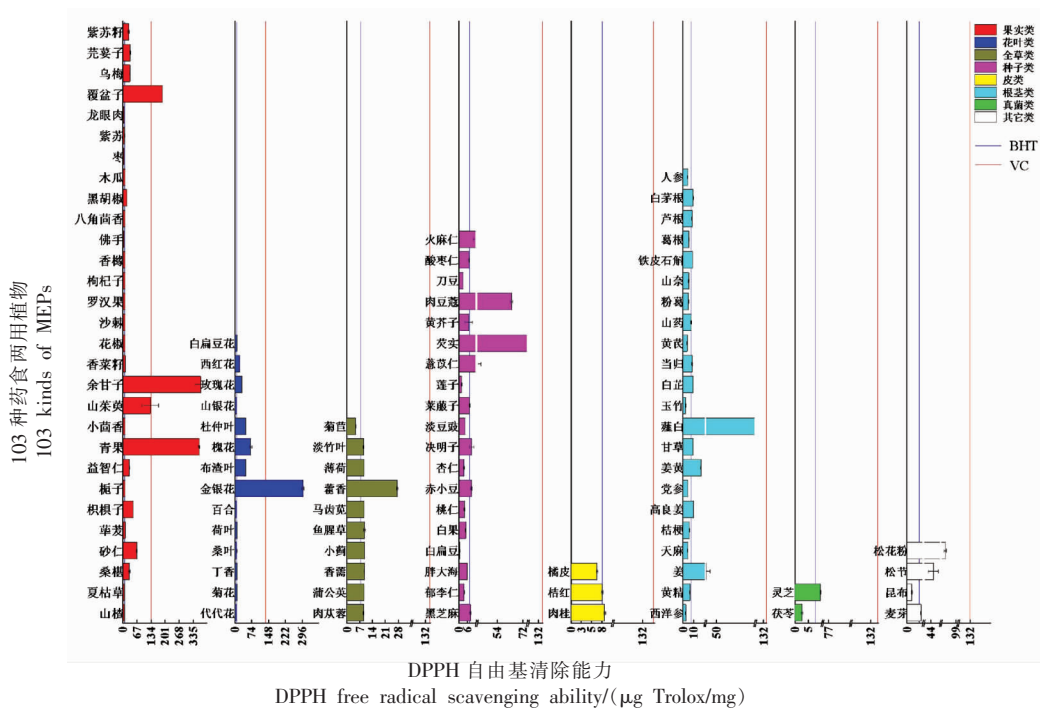
## 2.2 体外抗氧化活性

2.2.1 DPPH 自由基清除能力 如图 1 所示, 这些样品的 DPPH 自由基清除能力之间差异较大。其中, 果实类的余甘子(370.42  $\mu\text{g Trolox}/\text{mg}$ )、青果(363.52  $\mu\text{g Trolox}/\text{mg}$ )、覆盆子(188.07  $\mu\text{g Trolox}/\text{mg}$ )、花叶类的金银花(299.21  $\mu\text{g Trolox}/\text{mg}$ )对 DPPH 自由基的清除率较强, 均显著高于阳性对照 BHT(7.41  $\mu\text{g Trolox}/\text{mg}$ )和 VC(134.69  $\mu\text{g Trolox}/\text{mg}$ ), 这与刘海英等<sup>[10]</sup>、李晓强等<sup>[29]</sup>研究结果一致。此外, 几乎 100%的花叶类、90%的全草类与 73%的果实类药食两用植物的 DPPH 自由基清除能力介于 BHT、VC 之间。综合来看, 花叶类、果实类与全草类的 DPPH 自由基清除能力较强, 这可能与它们的总酚、总黄酮含量相对较高有关。

2.2.2 ABTS 阳离子自由基清除能力 由图 2 可知, 果实类的覆盆子 ABTS 阳离子自由基清除能力最强(833.37  $\mu\text{g Trolox}/\text{mg}$ ), 其次为皮类的肉桂(776.40  $\mu\text{g Trolox}/\text{mg}$ ), 二者的 ABTS 阳离子自由基清除能力介于阳性对照 BHT(648.04  $\mu\text{g Trolox}/\text{mg}$ )与 VC(1 552.10  $\mu\text{g Trolox}/\text{mg}$ )之间, 表现出良

好的 ABTS 阳离子自由基清除能力; 结合表 3 可知, 覆盆子、肉桂含有较高的总酚含量, 分别为 142.11, 112.64  $\mu\text{g GAE}/\text{mg}$ , 普遍高于同类别其余药食两用植物, 这与陈青青等<sup>[20]</sup>、龙晓珊等<sup>[30]</sup>研究结果一致, 即覆盆子、肉桂具有较好的 ABTS 自由基清除能力, 且清除能力与其总酚含量存在正相关性。其余样品的 ABTS 阳离子自由基清除能力均显著低于阳性对照 BHT 与 VC。整体而言, ABTS 阳离子自由基清除能力以花叶类、果实类、皮类样品较强。

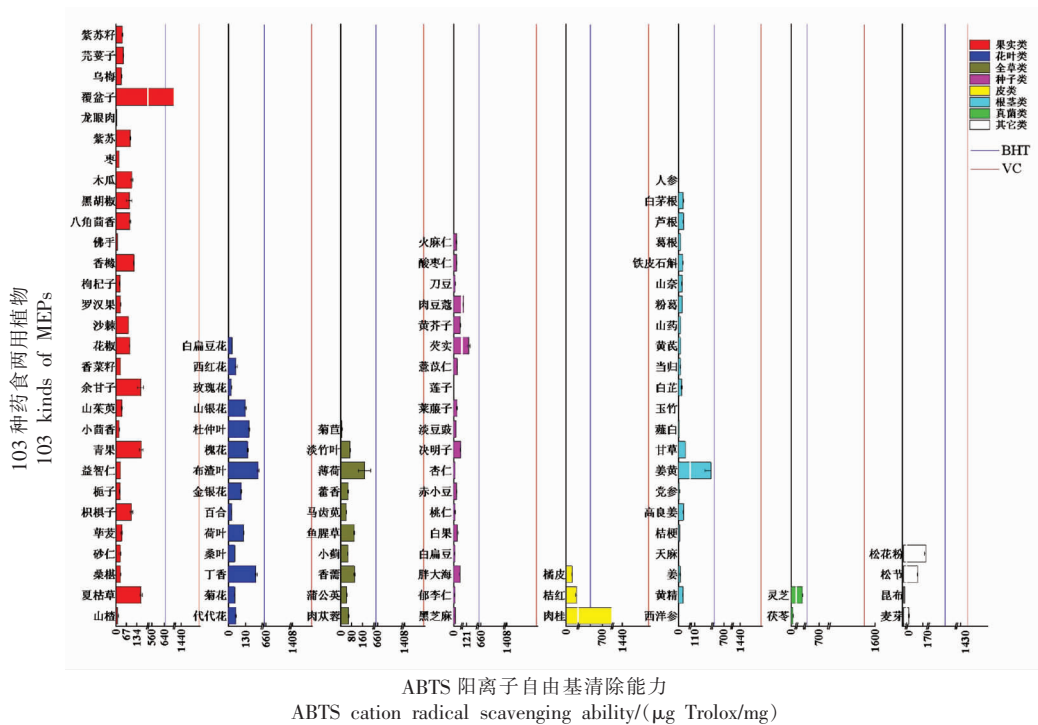
2.2.3 铁还原能力 FRAP 法是基于氧化还原的比色法, 酸性环境中, 样品中的还原物质将  $\text{Fe}^{3+}$  与 TPTZ 的复合物还原成  $\text{Fe}^{2+}$  而呈成蓝紫色, 并在 593 nm 处有强吸收, FRAP 值的高低反映了样品抗氧化性能的强弱<sup>[31-32]</sup>。图 3 表明, 皮类的肉桂(998.60  $\mu\text{g FeSO}_4/\text{mg}$ )、其它类的松花粉(744.83  $\mu\text{g FeSO}_4/\text{mg}$ )、果实类的山楂(790.10  $\mu\text{g FeSO}_4/\text{mg}$ )与覆盆子(660.38  $\mu\text{g FeSO}_4/\text{mg}$ )的 FRAP 值介于阳性对照 BHT(598.04  $\mu\text{g FeSO}_4/\text{mg}$ )和 VC(8 642.51  $\mu\text{g FeSO}_4/\text{mg}$ )之间, 综合 DPPH 自由基、ABTS 自由基清除能力分析, 覆盆子、肉桂等具有较高的自由基清除能力与 FRAP 值, 表明其具



注:参照线表示同等条件下阳性对照的 DPPH 自由基清除能力, BHT(7.41  $\mu\text{g Trolox/mg}$ )、VC(134.69  $\mu\text{g Trolox/mg}$ )

图 1 103 种药食两用植物 DPPH 自由基清除能力

Fig.1 The DPPH free radical scavenging abilities of 103 kinds of MEPs

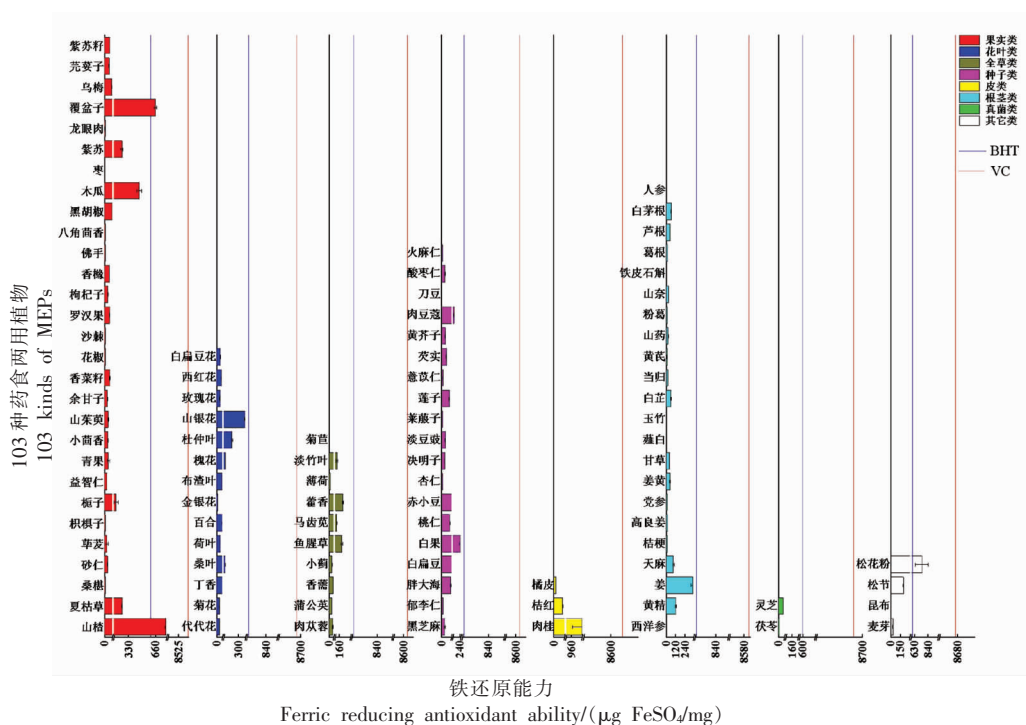


注:参照线表示同等条件下阳性对照的 ABTS 自由基清除能力, BHT(648.04  $\mu\text{g Trolox/mg}$ )、VC(1552.10  $\mu\text{g Trolox/mg}$ )。

图 2 103 种药食两用植物 ABTS 阳离子自由基清除能力

Fig.2 The ABTS cation radical scavenging abilities of 103 kinds of MEPs





注:参照线表示同等条件下阳性对照的 FRAP 能力, BHT(598.04  $\mu\text{g FeSO}_4/\text{mg}$ )、VC(8 642.51  $\mu\text{g FeSO}_4/\text{mg}$ )。

图 3 103 种药食两用植物 FRAP 能力

Fig.3 The FRAP abilities of 103 kinds of MEPs

有较强的抗氧化能力。除了覆盆子和肉桂外,松花粉和山楂等也被报道是良好的抗氧化天然植物资源<sup>[30,33-34]</sup>。

综合对比发现,花叶类、果实类药食两用植物对 DPPH 自由基、ABTS 阳离子自由基的清除能力与 FRAP 值都普遍高于种子类、根茎类等药食两用植物。除此之外,全草类的植物、皮类的肉桂也表现出良好的抗氧化活性。这说明以上这些药食两用植物在抗氧化、抗衰老等方面具有较高的开发利用价值。

### 2.3 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制能力

目前 II 型糖尿病是世界上严重的慢性代谢疾病之一。通过抑制小肠黏膜的  $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性,延缓机体对葡萄糖的吸收来降低餐后或者空腹血糖,是临床上用于治疗 II 型糖尿病的有效手段<sup>[35]</sup>。本试验通过测定样品的  $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性抑制能力来评估其抗糖尿病潜力,结果以阳性对照药物阿卡波糖当量( $\mu\text{g Acarbose}/\mu\text{g}$ )表示。如图 4 所示,共有 65 种样品显示一定的抑制  $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性能力,其中以果实类的覆盆子抑制能力

最强(993.89  $\mu\text{g Acarbose}/\mu\text{g}$ ),其次依次为皮类的肉桂(856.65  $\mu\text{g Acarbose}/\mu\text{g}$ )、果实类的青果(732.40  $\mu\text{g Acarbose}/\mu\text{g}$ )、花叶类的丁香(559.07  $\mu\text{g Acarbose}/\mu\text{g}$ )与果实类的枳椇子(319.59  $\mu\text{g Acarbose}/\mu\text{g}$ ),该结果与刘希达等<sup>[36]</sup>、侯晓军等<sup>[37]</sup>、谭敏华等<sup>[38]</sup>的研究结果一致。然而,也发现许多种子类与根茎类样品未测出  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制能力。整体而言,果实类、花叶类的  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制能力较强,可用于开发辅助降糖食品,对预防或治疗糖尿病具有一定的意义。

### 2.4 乙酰胆碱酯酶抑制能力

乙酰胆碱酯酶是生物神经传导中的一种关键性酶,临床医学上常用乙酰胆碱酯酶抑制剂作为治疗阿尔兹海默病的药物<sup>[39-40]</sup>。结果如图 5 所示,共有 94 个样品显现出一定的乙酰胆碱酯酶抑制能力,其中根茎类的姜黄(9.90 $\times 10^3$   $\mu\text{g Galantamine}/\text{g}$ )、皮类的肉桂(6.9 $\times 10^3$   $\mu\text{g Galantamine}/\text{g}$ )、全草类的香薷(6.4 $\times 10^3$   $\mu\text{g Galantamine}/\text{g}$ )、果实类的木瓜(2.3 $\times 10^3$   $\mu\text{g Galantamine}/\text{g}$ )、根茎类的高良姜(2.2 $\times 10^3$   $\mu\text{g Galantamine}/\text{g}$ )、枳椇子(1.7 $\times$

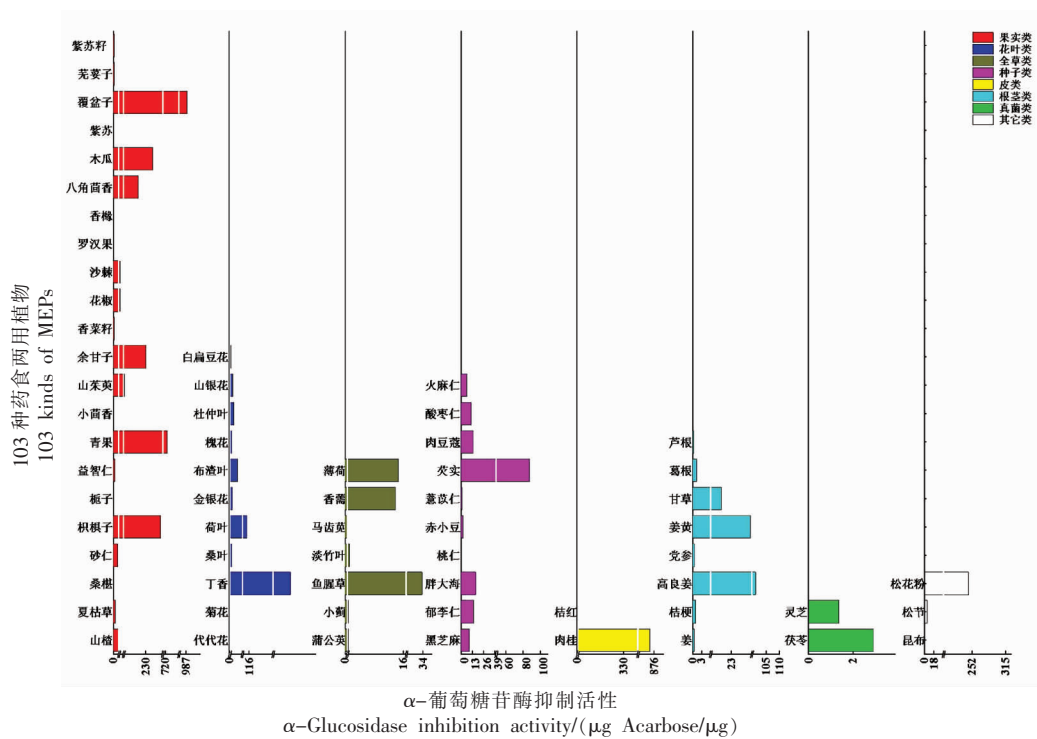


图4 103种药食两用植物 α-葡萄糖苷酶抑制活性

Fig.4 The α-glucosidase inhibition activities of 103 kinds of MEPs

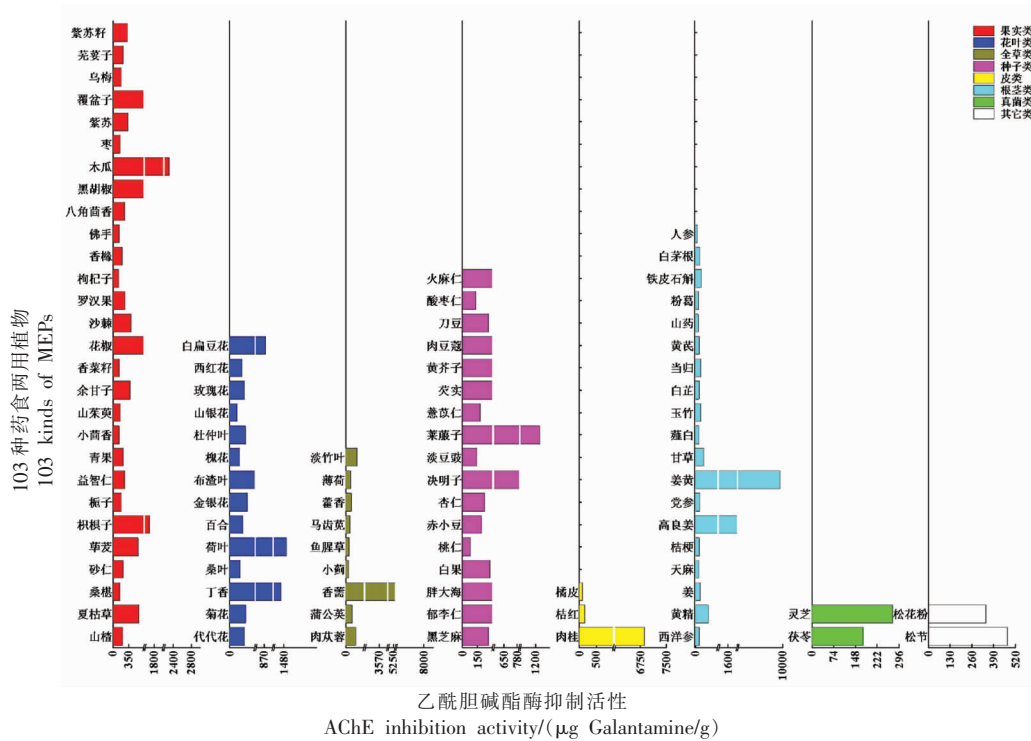


图5 103种药食两用植物乙酰胆碱酯酶抑制活性

Fig.5 The AChE inhibition activities of 103 MEPs

$10^3 \mu\text{g}$  Galantamine/g)、花叶类的荷花( $1.5 \times 10^3 \mu\text{g}$  Galantamine/g)与丁香( $1.4 \times 10^3 \mu\text{g}$  Galantamine/g)

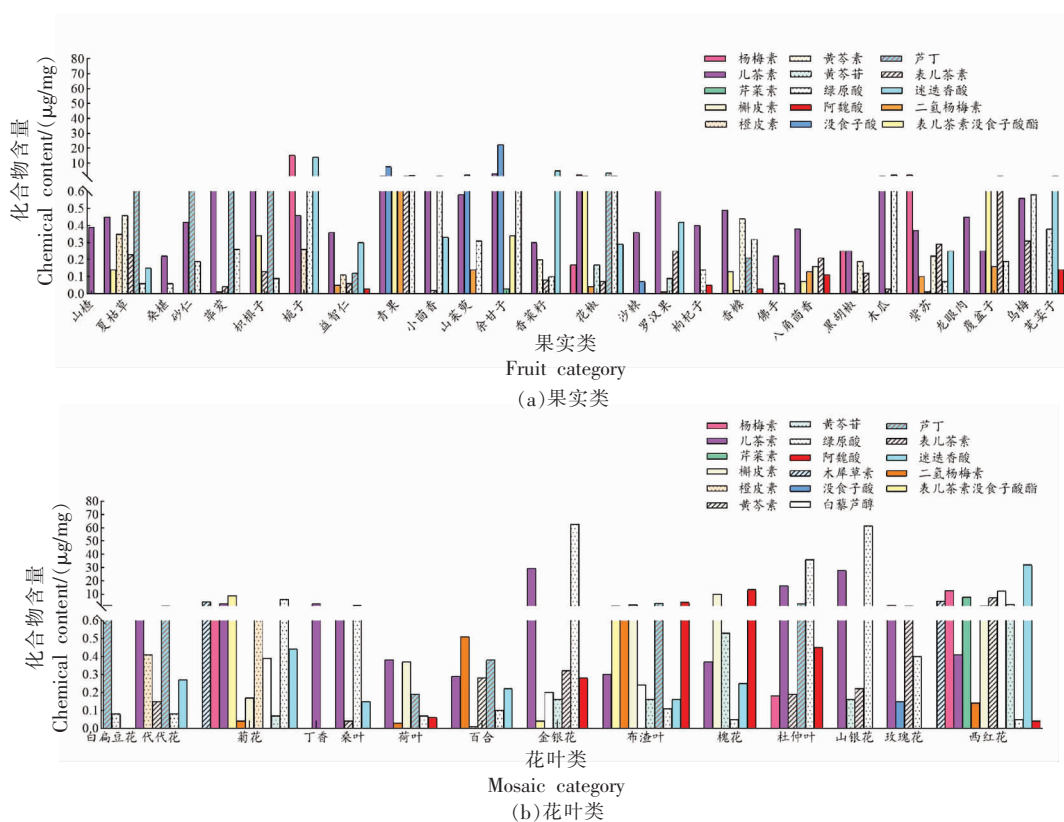
等均具有较强的乙酰胆碱酯酶抑制能力,可作为食品用于阿尔茨海默病的潜在防治。

## 2.5 高效液相色谱分析结果

由图 6a–6e 可知,果实类样品中共检出 15 种多酚和黄酮类化合物,并以花椒(9 种)、夏枯草(8 种)检出的化合物种类较多;花叶类样品共检出 17 种化合物,并以西红花(12 种)、菊花(11 种)、布渣叶(10 种)检出的化合物种类较多;种子类样品共检出 12 种化合物,并以肉豆蔻检出的化合物种类最多(11 种);根茎类样品共检出 13 种化合物,以甘草检出的化合物种类最多(7 种);全草类样品共检出 15 种化合物,以薄荷检出的化合物种类最多(11 种);皮类样品共检出 10 种化合物,其中以桔红检出的化合物种类最多(10 种);真菌类样品仅有灵芝检出化合物(3 种);其它类样品共检出 6 种化合物,以松节检出化合物种类最多(6 种)。综合看来,花叶类、果实类与全草类样品中存在的多酚和黄酮类化合物种类较多,其次为根茎类、种子类、皮类等。多酚和黄酮类化合物是植物重要次生代谢产物,在防治慢性疾病方面具有较好的药理作用。因此,花叶类、果实类、全草类等药食两用植物在防治慢性病等方面具有较好的应用前景。

由图 6a、6c、6d、6e 可知,果实类药、种子类、

根茎类、真菌类样品中均以儿茶素检出频率最高,其含量分别为 0.22~2.76,0.22~5.24,0.14~1.01,0~0.27  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ,并以余甘子(2.76  $\mu\text{g}/\text{mg}$ )、花椒(1.90  $\mu\text{g}/\text{mg}$ )、白果(5.24  $\mu\text{g}/\text{mg}$ )、黄芥子(3.80  $\mu\text{g}/\text{mg}$ )等的儿茶素含量较高。由图 6b、6e 可知,花叶类、全草类样品中的儿茶素与绿原酸检出频率较高,儿茶素含量分别为 0.29~29.49,0.20~1.63  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ,并以金银花(29.49  $\mu\text{g}/\text{mg}$ )、山银花(27.68  $\mu\text{g}/\text{mg}$ )的儿茶素含量较高;绿原酸含量分别为 0.05~62.77,0.07~2.68  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ,并以金银花(62.77  $\mu\text{g}/\text{mg}$ )、山银花(61.52  $\mu\text{g}/\text{mg}$ )的绿原酸含量较高。由图 6e 可知,皮类样品中儿茶素与表儿茶素检出频率较高,儿茶素(0.37  $\mu\text{g}/\text{mg}$ )与表儿茶素(0.41  $\mu\text{g}/\text{mg}$ )含量均以橘皮较高;其它类样品中以木犀草素检出频率最高,含量为 40.41  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 。结果表明,儿茶素是这 103 种药食两用植物中常见的化学组分,其次为绿原酸、表儿茶素等。这 3 类物质被报道是中药材的重要活性成分,具有抗氧化、降血糖、抗肿瘤、调节免疫等药理功效<sup>[41-43]</sup>。儿茶素、绿原酸和表儿茶素等活性成分可能是金银花、山银花、白果、余甘子、花椒、小蓟等药食两用植物具有较好的药理活性的主要原因。



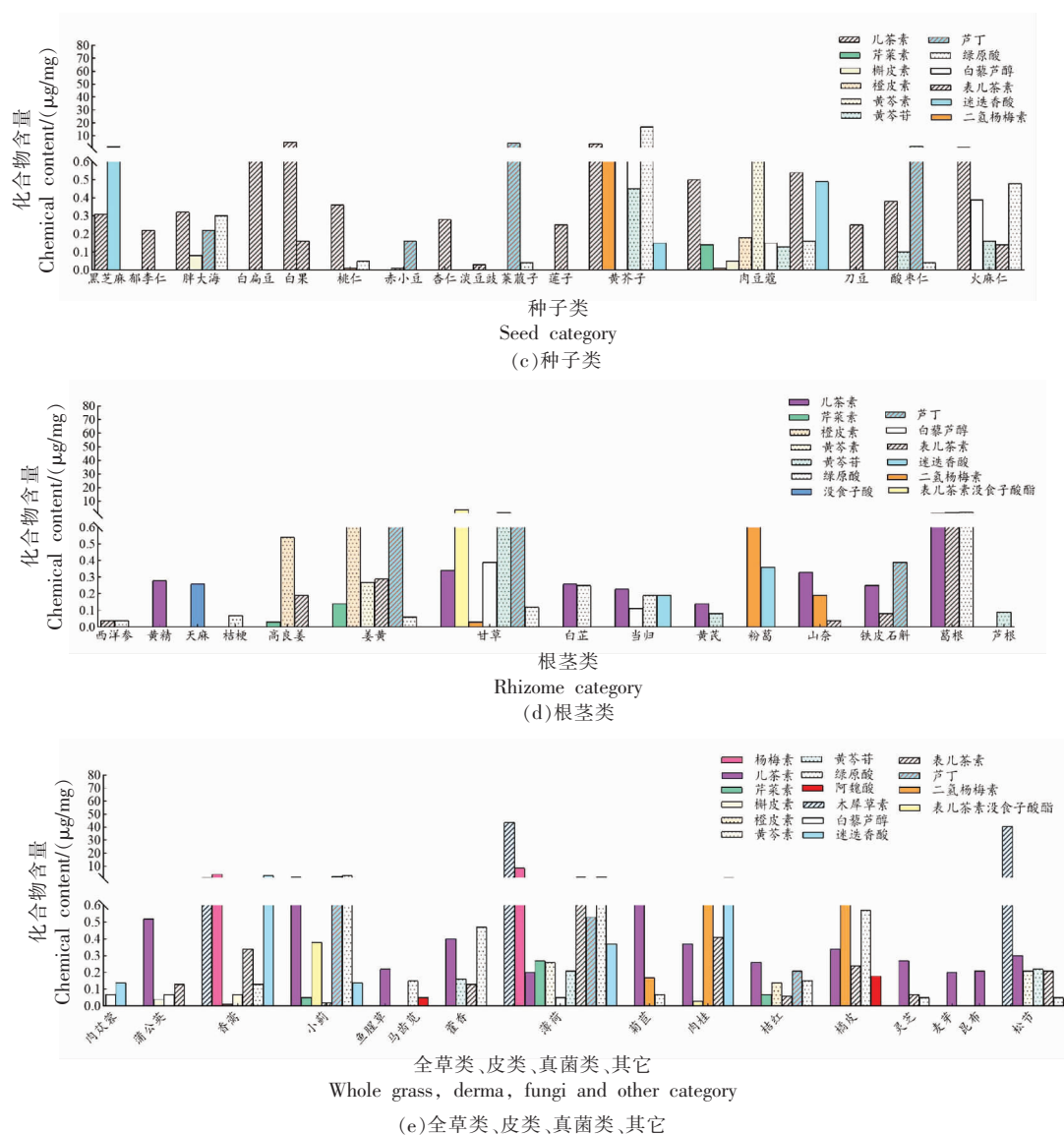


图6 103种药食两用植物化学成分分析

Fig.6 Analysis of chemical constituents of 103 kinds of MEPs

## 2.6 聚类分析和相关性分析

绘制聚类热图来直观反映上述药食两用植物中相应性状的强、弱,颜色越深表示相关化合物表达丰度越强<sup>[44-45]</sup>。如图7a所示,花叶类、果实类与全草类药食两用植物的总酚含量高于根茎类、皮类、种子类、真菌类与其它;总黄酮含量以花叶类、全草类与果实类含量较高;DPPH自由基清除能力以花叶类与果实类较强;ABTS阳离子自由基清除能力以花叶类、皮类与果实类较强;FRAP值以皮类和果实类较高; $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制活性以果实类与花叶类较强;乙酰胆碱酯酶活性抑制能力以

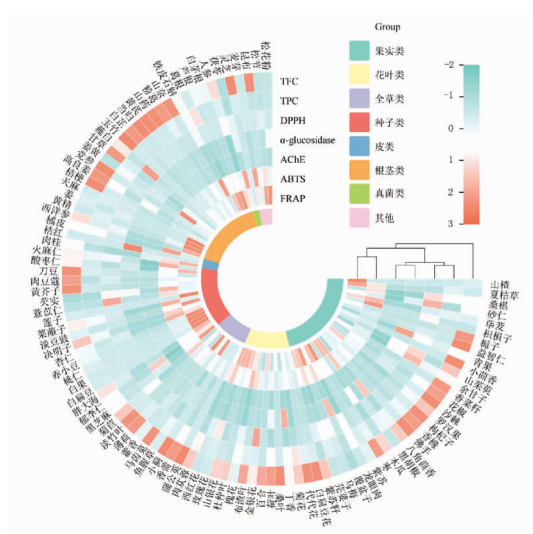
根茎类、皮类与花叶类较强。本文结果与之前的研究一致,即鲜果期的植物中活性成分较为丰富,而花、叶部分的活性成分及抗氧化性能均高于根、茎等部位<sup>[46-47]</sup>。

为深入研究各功能活性之间的联系,对各指标之间进行相关性分析,结果如图7b所示。总酚含量与DPPH自由基、ABTS阳离子自由基清除能力和FRAP值呈极显著相关( $P<0.01$ );总黄酮含量与DPPH自由基、ABTS自由基清除能力呈极显著正相关( $P<0.01$ ),与FRAP值呈显著正相关( $P<0.05$ )。以上说明总酚、总黄酮是影响药食两用植

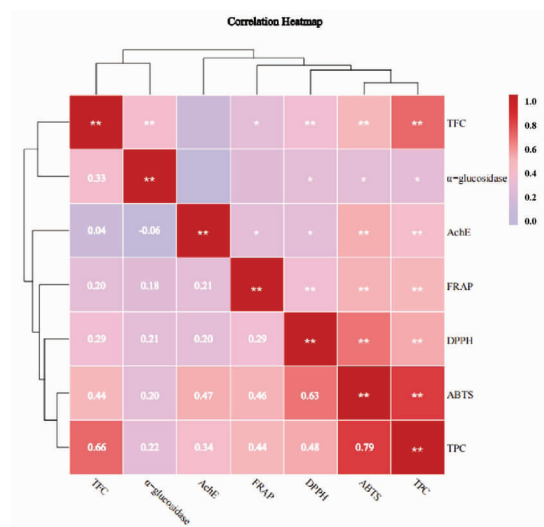
物抗氧化活性的重要活性物质。 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制能力与总酚含量、DPPH 自由基清除能力、ABTS 阳离子自由基清除能力呈显著相关 ( $P<0.05$ );乙酰胆碱酯酶抑制能力与 DPPH 自由基清除能力、FRAP 值呈显著相关 ( $P<0.05$ ),表明  $\alpha$ -葡萄糖苷酶、乙酰胆碱酯酶抑制能力与抗氧化活性之间也存在一定的内在联系,其机制需进一步研究。

对 HPLC 测定的化学成分与功能活性指标进行相关性分析,结果如图 7c 所示。结果表明表儿茶素没食子酸酯、绿原酸含量与 DPPH 自由基清除能力、ABTS 阳离子自由基清除能力、总酚含量呈极显著正相关 ( $P<0.01$ ),与总黄酮含量、 $\alpha$ -葡萄

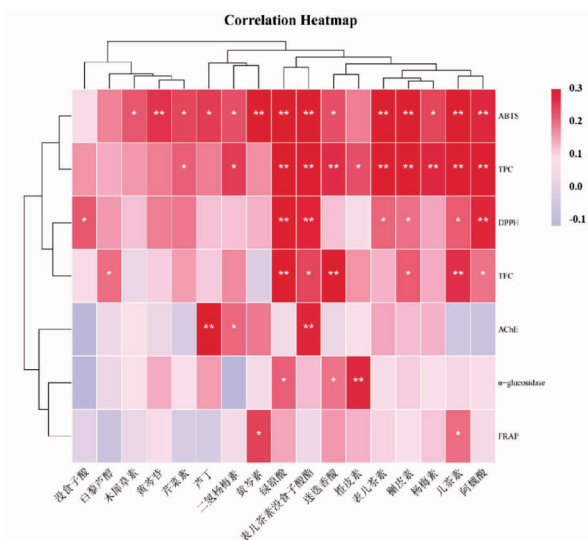
糖苷酶抑制能力、乙酰胆碱酯酶抑制能力间呈显著正相关 ( $P<0.05$ )。而表儿茶素、儿茶素、阿魏酸含量与 ABTS 阳离子自由基清除能力、总酚含量呈极显著正相关关系 ( $P<0.01$ ),与 DPPH 自由基清除能力、总黄酮含量间呈显著正相关关系 ( $P<0.05$ )。以上结果表明,表儿茶素没食子酸酯、绿原酸、表儿茶素、儿茶素、阿魏酸等多酚和黄酮类化合物对药食两用植物的抗氧化活性、 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制能力、乙酰胆碱酯酶抑制能力具有较大的贡献,这与俞蓉欣等<sup>[41]</sup>、潘明飞等<sup>[42]</sup>、童观珍等<sup>[43]</sup>研究结果一致。该结果可为深入挖掘药食两用植物中化学成分的功效成分及应用提供参考。



(a) 103 种药食两用植物聚类分析



(b) 各指标间相关性分析



(c) 化学成分与功能活性相关性分析

图 7 聚类热图与相关性热图

Fig.7 Cluster heat graph and correlation heat graph

### 3 结论

本文测定了103种药食两用植物的总酚和总黄酮含量,评估了其体外抗氧化活性和对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶和乙酰胆碱酯酶的抑制能力,并通过HPLC分析其化合物含量。结果显示,所有样品的总酚和总黄酮含量存在较大差异,其中果实类(青果、余甘子、覆盆子)、花叶类(丁香、荷叶)、全草类(香薷)与皮类(肉桂)样品的总酚含量较高,均大于 $100\ \mu\text{g GAE}/\text{mg}$ ;果实类(青果、木瓜、栀子)、花叶类(丁香、桑叶、布渣叶、山银花)、全草类(蒲公英、小蓟、马齿苋、薄荷、淡竹叶)与皮类(肉桂)样品的黄酮含量较高,大于 $300\ \mu\text{g RE}/\text{mg}$ 。在体外抗氧化活性方面,果实类、花叶类样品对DPPH自由基、ABTS阳离子自由基清除能力和FRAP值整体较高,表现出良好的抗氧化活性,其中DPPH自由基清除能力以果实类的余甘子( $370.42\ \mu\text{g Trolox}/\text{mg}$ )最强,ABTS阳离子自由基清除能力以果实类的覆盆子( $833.37\ \mu\text{g Trolox}/\text{mg}$ )最强,FRAP值以皮类的肉桂( $998.60\ \mu\text{g FeSO}_4/\text{mg}$ )最高。此外,果实类(花椒、覆盆子)、皮类(肉桂)、花叶类(丁香)等样品对 $\alpha$ -葡萄糖苷酶的抑制能力较强;根茎类(姜黄)、皮类(肉桂)、全草类(香薷)、果实类(木瓜)、花叶类(荷花、丁香)等样品的乙酰胆碱酯酶抑制能力较强。采用HPLC从所有样品中共检出17种化合物,其中花叶类、果实类与全草类样品测出的化合物种类较多,儿茶素、绿原酸与表儿茶素是检出的主要化合物,且与DPPH自由基清除能力、ABTS阳离子自由基清除能力呈显著正相关关系。综上,本文对103种药食两用植物进行比较分析,有助于其在临床治疗和膳食营养中的应用,也可为其在抗氧化,防治II型糖尿病和阿尔茨海默病等方面的研究提供参考。由于工作量较大,本文只基于从同一来源收集的103种药食两用植物进行比较分析,未考虑每种药食两用植物的不同品种、产地、种植方式、种植环境、加工贮藏方式等因素,因此后续工作需充分考虑上述因素对产品品质和功能活性的影响。同时受试验条件限制,本文采用HPLC技术检测到的化合物较少,可进一步采用高分辨质谱等先进质谱手段进行化合物的高通量筛查。此外,本文的功能活性都是基于体外评价模型得到的,今后需建立体内评价模型,评价

各样品的体内活性,并深入分析其作用机制。

### 参 考 文 献

- [1] 万红霞, 胡玉玫, 贾强, 等. 10种广东药食两用植物的抗氧化和抗增殖活性评价[J]. 食品工业科技, 2021, 42(8): 307-312.  
WAN H X, HU Y M, JIA Q, et al. Evaluation of antioxidant and antiproliferation activities of 10 kinds of guangdong medicinal and edible plant[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(8): 307-312.
- [2] BURANRAT B, KONSUE A, WONGSUWAN P. Extracts of edible, medicinal Thai plants inhibit the human breast cancer cells [J]. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 2020, 19(3): 595-601.
- [3] 邓斯琪, 潘晓彦, 肖梓淮, 等. 基于citespace的药食同源研究热点与趋势可视化分析[J]. 中国医药导报, 2021, 18(31): 12-16.  
DENG S Q, PAN X Y, XIAO Z W, et al. Visual analysis of research hotspots and trends of drug-food homology based on citespace[J]. China Medical Herald, 2021, 18(31): 12-16.
- [4] 曾文俊, 吕彩梦, 丁建宝, 等. 体外抗氧化活性评价方法的反应机理研究进展[J]. 化学与生物工程, 2022, 39(12): 13-19.  
ZENG W J, LÜ C M, DING J B, et al. Research progress in reaction mechanism of evaluation method for antioxidant activity *in vitro*[J]. Chemistry & Bio-engineering, 2022, 39(12): 13-19.
- [5] 张雪春, 刘江, 吴鑫, 等. 微波辅助提取蛇莓多酚及其体外抗氧化、抑制 $\alpha$ -葡萄糖苷酶和乙酰胆碱酯酶能力研究[J]. 西南农业学报, 2018, 31(6): 1171-1179.  
ZHANG X C, LIU J, WU X, et al. Microwave-assisted extraction, *in vitro* antioxidant activity,  $\alpha$ -glucosidase inhibition and acetylcholinesterase inhibition of *Duchesnea indica* polyphenols [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2018, 31(6): 1171-1179.
- [6] 于文静, 杨苗, 贺春香, 等. 阿尔茨海默病合并2型糖尿病大鼠模型构建及病理改变的初步评价[J]. 中国病理生理杂志, 2022, 38(11): 1952-1961.  
YU W J, YANG M, HE C X, et al. Construction of a rat model of Alzheimer disease combined with

- type 2 diabetes mellitus and preliminary evaluation of its pathological changes[J]. Chinese Journal of Pathophysiology, 2022, 38(11): 1952–1961.
- [7] MELVIN W J, AUDU C O, DAVIS F M, et al. Coronavirus induces diabetic macrophage-mediated inflammation via SETDB2[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2021, 118(38): e2101071118.
- [8] 刘松涛. 维生素与外周动脉疾病[J]. 中华高血压杂志, 2021, 29(2): 184–188.
- LIU S T. Vitamins and peripheral arterial disease[J]. Chinese Journal of Hypertension, 2021, 29(2): 184–188.
- [9] 上海市2019冠状病毒病临床救治专家组. 上海市2019冠状病毒病综合救治专家共识[J]. 中华传染病杂志, 2020, 38(3): 134–138.
- Shanghai Clinical Treatment expert Group for Corona Virus Disease 2019. Comprehensive treatment and management of corona virus disease 2019: Expert consensus statement from Shanghai city[J]. Chinese Journal of Infectious Diseases, 2020, 38(3): 134–138.
- [10] 刘海英, 仇农学, 姚瑞祺, 等. 我国86种药食两用植物的抗氧化活性及其与总酚的相关性分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2009, 37(2): 173–180.
- LIU H Y, QIU N X, YAO R Q, et al. Correlation analysis between antioxidant capacity and total phenolic content of 86 chinese edible herbal extracts[J]. Journal of Northwest A&F University(Natural Science Edition), 2009, 37(2): 173–180.
- [11] 文君, 宫江宁, 刘程程, 等. 5种黔产药食两用植物的抗氧化活性[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(8): 68–70.
- WEN J, GONG J N, LIU C C, et al. The antioxidant activity of five medical and edible plants in guizhou[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2012, 40(8): 68–70.
- [12] 缪子敬, 李志万, 周学海, 等.  $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制剂的研究进展[J]. 广东化工, 2019, 46(17): 96–97.
- MIAO Z J, LI Z W, ZHOU X H, et al. Research progress of  $\alpha$ -glucosidase inhibitors[J]. Guangdong Chemical Industry, 2019, 46(17): 96–97.
- [13] 李晓晖, 王艳霞, 董依依, 等. 姜黄素衍生物 cur20 通过抑制乙酰胆碱酯酶改善阿尔茨海默病小鼠的记忆和认知能力实验研究[J]. 药物评价研究, 2022, 45(3): 449–454.
- LI X H, WANG Y X, DONG Y Y, et al. Study on curcumin derivatives cur20 improving memory and cognitive ability of alzheimer's mice by inhibiting acetylcholinesterase[J]. Drug Evaluation Research, 2022, 45(3): 449–454.
- [14] 李如蕊, 陈欣, 茹月蓉, 等. 体外模拟消化过程中核桃花提取物抗氧化活性的变化[J]. 现代食品科技, 2020, 36(11): 196–201, 169.
- LI R R, CHEN X, RU Y R, et al. Changes of *in vitro* simulated gastrointestinal digestion on the antioxidant activity of walnut flower[J]. Modern Food Science & Technology, 2020, 36(11): 196–201, 169.
- [15] 林紫兰, 沙小梅, 张志斌, 等. 茅莓根提取物的体外抗氧化活性和 $\alpha$ -葡萄糖苷酶、乙酰胆碱酯酶抑制能力研究[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(12): 83–89.
- LIN Z L, SHA X M, ZHANG Z B, et al. *In vitro* antioxidant activities and inhibitory activities of  $\alpha$ -glucosidase and acetylcholinesterase in *Rubus parvifolius* L. root extract[J]. Food and Fermentation Industries, 2021, 47(12): 83–89.
- [16] KHANDAY W, WANI N, PAULRAJ B. Antioxidant and cytotoxic potential of leaf extracts of *Costus igneus* [J]. Journal of Natural Science, Biology and Medicine, 2019, 10(2): 157–166.
- [17] CHEN S J, WU L F, ZHU H L, et al. Effects of processing methods on phenolic compositions, antioxidant activities and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory ability of two buckwheat varieties [J]. Chemical Papers, 2021, 75(3): 1029–1039.
- [18] WANG Z X, LIN Q Q, TU Z C, et al. The influence of *in vitro* gastrointestinal digestion on the *Perilla frutescens* leaf extract: Changes in the active compounds and bioactivities[J]. Journal of Food Biochemistry, 2020, 44(12): e13530.
- [19] 李颖畅, 王亚丽. 蓝莓叶多酚研究进展及其在食品中的应用[J]. 食品与发酵科技, 2013, 49(6): 99–103.
- LI Y C, WANG Y L. Research progress of the polyphenols from blueberry leaves and its application in food [J]. Food and Fermentation Technology, 2013, 49(6): 99–103.
- [20] 陈青青, 李柯, 唐晓清, 等. 华东覆盆子果、茎与叶的酚类成分及抗氧化活性分析[J]. 食品科学, 2020, 41(24): 209–215.

- CHEN Q Q, LI K, TANG X Q, et al. Analysis of phenolic composition and antioxidant activities in fruits, stems and leaves of *Rubus chingii* Hu [J]. Food Science, 2020, 41(24): 209–215.
- [21] 周婧, 李钢, 徐静. 红海榄不同部位总酚和总黄酮含量分析及抗氧化活性研究[J]. 食品科技, 2017, 42(6): 220–224.
- ZHOU J, LI G, XU J. Contents analysis antioxidant activities of total phenolics and flavonoid from different parts of *Rhizophora stylosa* [J]. Food Science and Technology, 2017, 42(6): 220–224.
- [22] 卢赛赛, 许凤, 王鸿飞, 等. 杨梅叶中总黄酮提取及其抗氧化能力研究[J]. 果树学报, 2015, 32(3): 460–468.
- LU S S, XU F, WANG H F, et al. Extraction and antioxidant activities of total flavonoids from *Myrica rubra* leaves [J]. Journal of Fruit Science, 2015, 32(3): 460–468.
- [23] XIAO J B, ESRA C, REZA J A, et al. Advance on the flavonoid C-glycosides and health benefits [J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2016, 56(Suppl.1): S29–S45.
- [24] 李慧敏, 高月, 邵雪飞, 等. 柴胡不同部位总黄酮含量及抗氧化活性比较研究[J]. 中国食品添加剂, 2022, 33(4): 211–217.
- LI H M, GAO Y, SHAO X F, et al. Study on total flavonoids content and comparison of antioxidant activity in different parts of *Bupleurum chinense* DC. from different provenances [J]. China Food Additives, 2022, 33(4): 211–217.
- [25] 邱梦瑜, 何子靖, 张衍馨, 等. 黄皮与山黄皮不同部位黄酮、多酚含量及抗氧化活性比较[J]. 南方农业学报, 2022, 53(9): 2603–2611.
- QIU M Y, HE Z J, ZHANG Y X, et al. Comparison of flavonoids, polyphenols contents and antioxidant activities in different cultivars and parts of *Clausena lansium* and *Clausena anisum-olens* [J]. Journal of Southern Agriculture, 2022, 53(9): 2603–2611.
- [26] 邢金香, 沙棘不同部位总黄酮含量的比较研究[J]. 山西林业科技, 2018, 47(3): 4–5.
- XING J X. Comparative study on total flavonoids content in different parts of *Hippophae rhamnoides* Linn. [J]. Shanxi Forestry Science and Technology, 2018, 47(3): 4–5.
- [27] 王玲平, 周生茂, 戴丹丽, 等. 植物酚类物质研究进展[J]. 浙江农业学报, 2010, 22(5): 696–701.
- WANG L P, ZHOU S M, DAI D L, et al. Progress in plant phenolic compounds [J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2010, 22(5): 696–701.
- [28] 付博, 梁俊阳, 韩龙洋, 等. 光照对植物多酚类物质代谢调控的研究进展[J]. 河南农业大学学报, 2022, 56(3): 355–363, 374.
- FU B, LIANG J Y, HAN L Y, et al. Research progress on the regulation of light on plant polyphenol metabolism [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2022, 56(3): 355–363, 374.
- [29] 李晓强, 胡坤, 龚玉石, 等. 不同产地、不同提取方法对余甘子多酚含量及抗氧化活性的影响[J]. 食品工业科技, 2023, 44(2): 317–323.
- LI X Q, HU K, GONG Y S, et al. Comparative study on different producing areas and different extraction methods of polyphenols from *Phyllanthus emblica* L. [J]. Science and Technology of Food Industry, 2023, 44(2): 317–323.
- [30] 龙晓珊, 廖森泰, 刘书成, 等. 肉桂多酚清除自由基及抑制 $\alpha$ -葡萄糖苷酶活性的能力[J]. 现代食品科技, 2021, 37(8): 119–126.
- LONG X S, LIAO S T, LIU S C, et al. The abilities of cinnamon polyphenols to scavenge free radicals and inhibit  $\alpha$ -glucosidase [J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(8): 119–126.
- [31] 李明星, 李美玲, 黎庆涛, 等. 原生态红糖的体外抗氧化性研究进展[J]. 中国调味品, 2019, 44(10): 182–186.
- LI M X, LI M L, LI Q T, et al. Research progress of antioxidant activity of raw brown sugar *in vitro* [J]. China Condiment, 2019, 44(10): 182–186.
- [32] 曹冠华, 张雪, 邢瀚文, 等. 阳春砂仁干品盐砂仁姜砂仁抗氧化活性比较分析[J]. 时珍国医国药, 2019, 30(10): 2381–2384.
- CAO G H, ZHANG X, XING H W, et al. Antioxidant activity comparison and analysis of fructus amomi and its processed products with salt and ginger sauce [J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2019, 30(10): 2381–2384.
- [33] 徐佳, 张丽梅, 王立成, 等. 松花粉的抗氧化作用[J]. 吉林大学学报(理学版), 2017, 55(6): 1626–1630.
- XU J, ZHANG L M, WANG L C, et al. Antioxidation of pine pollen [J]. Journal of Jilin University



- (Science Edition), 2017, 55(6): 1626–1630.
- [34] 刘霞, 李照珍, 公亚婷, 等. 山楂不同部位总黄酮含量与体外美白及抗氧化活性研究[J]. 青岛科技大学学报(自然科学版), 2021, 42(3): 27–31.  
LIU X, LI Z Z, GONG Y T, et al. Study on the total flavonoids content in different parts of *Crataegus pinnatifida* and their whitening and antioxidant activities *in vitro*[J]. Journal of Qingdao University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2021, 42(3): 27–31.
- [35] 黄春跃, 马梦洁, 牛莉鑫, 等. 红果参果化学成分及其 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制活性研究[J]. 食品工业科技, 2022, 43(16): 65–73.  
HUANG C Y, MA M J, NIU L X, et al. Phytochemical composition and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity of *Campanumoea lancifolia* (Roxb.) Merr Fruit[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(16): 65–73.
- [36] 刘希达, 韩娜, 刘志惠, 等. 覆盆子抗氧化和 $\alpha$ -葡萄糖苷酶抑制活性成分研究[J]. 中草药, 2021, 52(17): 5226–5232.  
LIU X D, HAN N, LIU Z H, et al. Active components of antioxidation and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory from *Rubi Fructus*[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2021, 52(17): 5226–5232.
- [37] 侯晓军, 唐菱, 袁野, 等. 青果水提取物抑制 $\alpha$ -葡萄糖苷酶及改善糖脂代谢作用研究[J]. 中药材, 2016, 39(5): 1152–1155.  
HOU X J, TANG L, YUAN Y, et al. Inhibition of  $\alpha$ -glucosidase and improvement of glycolipid metabolism by water extract from *Canarium album* Raeusch[J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2016, 39(5): 1152–1155.
- [38] 谭敏华, 李小妮, 于立梅, 等. 20种药食同源材料的双功能活性及饮料工艺研究[J]. 食品科技, 2021, 46(5): 93–98.  
TAN M H, LI X N, YU L M, et al. Functional activity and beverage development of 20 kinds of medicine food homologous materials[J]. Food Science and Technology, 2021, 46(5): 93–98.
- [39] MIHAYLOVA D, DESSEVA I, POPOVA A, et al. GC-MS metabolic profile and  $\alpha$ -glucosidase-,  $\alpha$ -amylase-, lipase-, and acetylcholinesterase-inhibitory activities of eight peach varieties[J]. Molecules (Basel, Switzerland), 2021, 26(14): 4183.
- [40] 王玉娇, 杨浩, 张娟, 等. 参芪醒脑颗粒治疗阿尔茨海默病临床研究[J]. 中医临床杂志, 2017, 29(5): 699–703.  
WANG Y J, YANG H, ZHANG J, et al. Clinical research of treating Alzheimer disease with shenqi xingnao granule [J]. Clinical Journal of Traditional Chinese Medicine, 2017, 29(5): 699–703.
- [41] 俞蓉欣, 郑芹芹, 陈红平, 等. 儿茶素生物医用纳米材料研究进展[J]. 茶叶科学, 2022, 42(4): 447–462.  
YU R X, ZHENG Q Q, CHEN H P, et al. Recent advances in catechin biomedical nanomaterials [J]. Journal of Tea Science, 2022, 42(4): 447–462.
- [42] 潘明飞, 杨晶莹, 李睿, 等. 药食同源食品金银花中绿原酸标准物质的研制与评价[J]. 中国食品学报, 2020, 20(4): 224–232.  
PAN M F, YANG J Y, LI R, et al. Development and evaluation of chlorogenic acid reference material in honeysuckle of medicinal and food homologous food[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2020, 20(4): 224–232.
- [43] 童观珍, 付晓萍, 杨艳, 等. 表儿茶素的分布及药理活性研究进展[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2018, 33(2): 343–349.  
TONG G Z, FU X P, YANG Y, et al. Advances in research on the distribution and pharmacological activities of epicatechin[J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2018, 33(2): 343–349.
- [44] 瞿城, 唐于平, 史旭芹, 等. 基于化学计量学和多指标综合指数法比较研究丹参-红花药对不同制法活血化瘀作用[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(15): 3017–3025.  
QU C, TANG Y P, SHI X Q, et al. Comparative study on promoting blood effects of Danshen-Honghua herb pair with different preparations based on chemometrics and multi-attribute comprehensive index methods[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2017, 42(15): 3017–3025.
- [45] 李洋, 陈健, 张越, 等. 基于指纹图谱结合化学模式识别及多成分含量测定的白芍药材质量评价研究[J]. 中草药, 2022, 53(1): 231–237.  
LI Y, CHEN J, ZHANG Y, et al. Determination of multi-components of *Paeoniae Alba Radix* based on fingerprints and chemical pattern recognition[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2022, 53(1): 231–237.
- [46] 张培雁, 张瑞禹, 孙美娜, 等. 红树莓叶片早衰对

其营养成分含量和主要酶活性的影响[J]. 经济林研究, 2020, 38(3): 164-171.

ZHANG P Y, ZHANG R Y, SUN M N, et al. Effects of leaf presenility on nutrition and main enzyme activity in red raspberry (*Rubus idaeus* L.)[J]. Non-wood Forest Research, 2020, 38(3): 164-171.

[47] 方玉梅, 韩世明. 刺梨根、茎、叶中黄酮的抗氧化活性[J]. 北方园艺, 2021(14): 51-54.

FANG Y M, HAN S M. flavonoids from roots, stems and leaves of *Rosa roxburghii* Tratt [J]. Northern Horticulture, 2021(14): 51-54.

## Analysis of the Chemical Constituents and Evaluation of the Functional Activities of 103 Kinds of Medicinal and Edible Plants

Liu Xiaohai<sup>1</sup>, Ru Yuerong<sup>1</sup>, Zhang Xuechun<sup>1</sup>, Zhou Xuhong<sup>2</sup>, He Xiahong<sup>3\*</sup>, Wang Zhenxing<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Biological Science and Food Engineering, Southwest Forestry University, Kunming 650224

<sup>2</sup>Research and Experiment Center, Yunnan University of Chinese Traditional Medicine, Kunming 650500

<sup>3</sup>Yunnan Provincial Key Laboratory for Conservation and Utilization of In-forest Resource, Key Laboratory for Forest Resources Conservation and Utilization in the Southwest Mountains of China, Ministry of Education, Kunming 650224)

**Abstract** In order to conduct a comparative analysis of traditional medicine-food homology ingredients in China, 103 medicinal and edible plants (MEPs) were selected and divided into eight categories based on their appearance. The study evaluated the following properties of MEPs: Total phenolic content (TPC), total flavonoid content (TFC), *in vitro* antioxidant activity and  $\alpha$ -glucosidase and acetylcholinesterase inhibition. Furthermore, their chemical constituents were identified by high-performance liquid chromatography (HPLC). The results showed significant differences in TPC and TFC among MEPs, where *Flos caryophylli* in the mosaic category and *Fructus canarii* in the fruit category had the highest TPC with values of 309.59  $\mu$ g GAE/mg and 229.64  $\mu$ g GAE/mg. For TFC, *Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz. and *Cirsium setosum* in the whole grass category were the highest (662.31  $\mu$ g RE/mg and 505.33  $\mu$ g RE/mg). Meanwhile, mosaic, fruit, and whole grass category had good antioxidant activities. In addition, *Rubus chingii* and *Fructus canarii* in the fruit category, *Cinnamomum cassia* Presl in the derma category, and *Flos caryophylli* in the mosaic category demonstrated strong  $\alpha$ -glucosidase inhibition activity. While turmeric in the rhizome category, *Cinnamomum cassia* Presl in the derma category, *Herba moslae* in the whole grass category exerted a remarkable inhibitory activity against acetylcholinesterase. HPLC analysis revealed that the mosaic, fruit, and whole grass categories had the most abundant compound species. In addition, catechin, chlorogenic acid, and epicatechin were the main compounds and had a significant positive correlation with antioxidant activity, It may be the main active substance of antioxidant in these medicinal and edible plants. This is the first comparative analysis on the chemical constituents and functional activities of 103 traditional MEPs, which can provide a valuable reference for the application of the clinical therapy and resident dietary guidance of these MEPs.

**Keywords** medicinal and edible plants; active ingredient; antioxidant activity;  $\alpha$ -glucosidase; acetylcholinesterase