

文章编号:1001-6880(2014)Suppl-0152-07

苎麻生物活性物质的作用及其研究利用进展

段叶辉^{1,2},喻春明^{2*},王延周²,朱娟娟²,熊和平²

¹中国科学院亚热带农业生态研究所 中国科学院亚热带农业生态过程重点实验室 湖南省畜禽健康养殖工程技术中心
农业部中南动物营养与饲料科学观测实验站,长沙 410125; ²中国农业科学院麻类研究所,长沙 410205

摘要:苎麻广泛分布于亚热带及热带地区,富含多种生物活性物质,具有重要的营养、保健、药用及其经济价值。本文综述了苎麻生物活性物质的研究和利用现状,包括种类、研究方法、重要功效和科学利用等方面,旨在为研究和利用我国丰富的苎麻资源提供信息。

关键词:苎麻;生物活性物质;利用

中图分类号:R284.2

文献标识码:A

The Functions of the Bioactive Compounds of Ramie and Its Study and Utilization Current Status

DUAN Ye-hui^{1,2}, YU Chun-ming^{2*}, WANG Yan-zhou², ZHU Juan-juan², XIONG He-ping²

¹Scientific Observing and Experimental Station of Animal Nutrition and Feed Science in South-Central, Ministry of Agriculture, Hunan Provincial Engineering Research Center for Healthy Breeding of Livestock and Poultry, Key Laboratory of Agro-ecological Processes in Subtropical Region, Institute of Subtropical Agriculture Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China; ²Institute of Bast Fiber Crops, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changsha 410205, China

Abstract: Ramie is widely distributed in the subtropical and tropical regions, which is rich in bioactive compounds and has important nutritional, healthy, medicinal and economic values. This paper reviews the research and use status of ramie bioactive substances, including the types, the methods and techniques used in the study, their important function for health as well as other scientific utilizations, with the aim of providing new information for further exploitation and utilization of the rich ramie genetic resources in China.

Key words: ramie; bioactive compounds; utilization

苎麻是原产自中国的荨麻科多年生植物,俗称“中国草”,广泛分布于亚热带及热带地区。苎麻不仅是一种传统的纺织纤维作物,更是一种优质饲草,因其蛋白含量高且氨基酸组成极其合理,可替代部分蛋白质饲料。但更重要的是,现代科学研究表明苎麻生物活性物质具有抗炎、抗氧化及抗真菌等生物学功能,对于畜禽常见疾病及人类炎症、糖尿病及癌症等慢性病的防治具有重要意义^[1]。生物活性物质是指参与人体新陈代谢、调节有关的生理活动,对人体保健和疾病防治有重要作用的天然功能性物质。本文系统地总结了苎麻主要功能性成分及其研究方法、对人类及其畜禽的重要作用及其利用现状,为充分合理开发利用我国丰富的苎麻资源以及为苎麻的深加工提供科学依据。

1 苎麻的主要生物活性物质及其生理功能

目前关于植物生物活性物质的分类,主要有以下两种分类方法:分为生物碱类、萜类化合物、酚类、含氮化合物(生物碱除外)、碳水化合物^[2];分为萜类化合物(单萜、倍半萜、二萜等)、酚类化合物(简单酚类、酚酸、类黄酮、香豆素等)和维生素类化合物等几个大的类型^[3]。而近年来,随着分离技术的不断进步,国内外学者从苎麻根茎叶中分离出许多生物活性物质,主要含有苎麻多酚、三萜类化合物、有机酸和生物碱等成分^[1,4]。

1.1 苎麻多酚

天然草本植物中的多酚类物质因具有抗炎效应而对机体健康十分有利,且多酚类物质是功能性物质发挥生物学功能的重要基础^[5,6]。从结构上分,植物多酚可分为酚酸类、类黄酮类、木酚素类和 1,

2-二苯乙烯^[7]。芒麻多酚可分为酚酸和黄酮类化合物。芒麻中的酚酸主要有绿原酸, 黄酮类物质主要有芦丁、表儿茶酸和槲皮素等。从芒麻中分离鉴定出的主要酚类物质有芦丁、绿原酸、木犀草素-7-糖苷、柚皮甙、橙皮甙、福桔黄素等^[8], 均具有抑制炎性反应的效应, 如芦丁对 LPS 诱导的促炎细胞因子有抑制效应, 如抑制 NO 及 TNF- α 的产生^[9-15]。

绿原酸具有降脂降糖、清除自由基及抗菌抗病毒等功效:能降低低密度脂蛋白(LDL)含量;作为葡萄糖-6-磷酸位移酶抑制剂,可降低非胰岛素依赖性糖尿的肝糖排泄过快;对多种致病菌及病毒都有较强的抑制和杀灭作用,且有利胆作用,对皮肤病、急性咽喉炎症和舌癌有明显疗效;绿原酸水解产物同样具有提高白细胞数量、利胆、止血等功效^[16-20]。

黄酮类化合物的生理功能主要有抗氧化、调节心血管系统、抗肿瘤抗癌和抑菌抗病毒等作用:芒麻叶中黄酮对羟基自由基、超氧阴离子、过氧化氢等均有较好的抗氧化能力,其抗氧化能力大小与其浓度和纯度有关^[19],其作用机理为黄酮类化合物与金属离子螯合抑制·OH 生成,与 O₂⁻ 反应抑制自由基引发,与脂质过氧自由基(ROO⁻)反应抑制脂质过氧化过程^[21];在心血管系统的保健与医疗方面,可抑制血小板聚集和血栓,活化血瘀、清理血管促进血液循环,净化血液,减少自由基的损伤,预防过氧化脂质的形成,排除体内毒素^[22];可通过抗氧化及清除自由基有效阻止脂质过氧化引起的细胞破坏,抑制癌细胞的发展^[23,24]。

1.2 三萜类化合物

三萜类化合物是一类具有广泛抗肿瘤活性的化合物,在自然界中广泛分布。据文献报道,芒麻属中的三萜类化合物主要有齐墩果烷型(齐墩果酸、长春藤皂普元、马斯里酸)、乌苏烷型(乌苏酸、19 α -轻基乌苏酸、委陵菜酸、2 α -羟基乌苏酸)、羽扇豆烷型(白桦酸)^[20,25]。三萜类化合物通过作用于肿瘤细胞、肿瘤新生血管、线粒体和肿瘤相关基因蛋白等途径发挥抗癌作用,其作用机制可能是通过诱导肿瘤细胞凋亡,抑制肿瘤细胞增殖及肿瘤新生血管生成,且在线粒体和基因水平发挥抗肿瘤作用,具有抗肿瘤细胞侵袭和转移作用,阻抑肿瘤细胞端粒酶活性,同时还具有明显的抗癌药物协同作用^[26,27]。

1.3 有机酸类化合物

有机酸类化合物具有止血和抗菌作用,是芒麻属的重要组成成分。芒麻中的有机酸主要有咖啡

酸、奎宁酸、咖啡酰奎宁酸^[20]。芒麻叶中具有促进血液凝固作用的成分主要是咖啡酸,咖啡酸的乙二胺盐能显著缩短凝血时间。有机酸盐止血的机理主要是,增强血管损伤后出血期间血液内血小板数量,血小板粘附在暴露出来的胶原纤维和基底质上,继而发生血小板聚集、收缩及释放等一系列功能活动从而达到止血^[28]。

1.4 生物碱类化合物

生物碱是一类重要的天然产物,具有直接或协同抗菌作用。在芒麻属植物中分离得到的生物碱大多为喹诺里西丁生物碱^[20]。喹诺里西丁生物碱的主要生物学功能包括:①对中枢神经系统的作用,具有镇静、催眠、镇痛、降温等作用;②对心血管系统的作用,具有抗心律失常、正性肌力、抗缺氧、扩张血管、降低血脂作用;③抗肿瘤作用,对癌细胞具有直接杀伤或直接毒性作用,且作为直接细胞代谢抑制剂,毒性低、不抑制骨髓及机体免疫功能;④抗肝炎和抗肝纤维化作用:减轻炎症细胞浸润,降低肝细胞坏死因子,稳定肝细胞膜,抑制肝细胞凋亡,升高白细胞数目,增强淋巴细胞功能,从而使免疫系统识别和清除病毒能力增强,且通过抑制肝内胶原合成、减少肝脏细胞外基质异常增生、降低自由基生成和减轻脂质过氧化,发挥抗肝纤维化作用;⑤抗炎作用:显著抑制白三烯 B₄ 的生物合成;⑥抗菌抗病毒作用^[29]。

2 芒麻主要生物活性物质研究的主要方法

芒麻主要生物活性物质的研究一般包括提取与纯化技术、鉴定与检测技术这两个方面。

2.1 提取纯化技术

目前用于提取芒麻生物活性物质的主要技术有:热水提取法、有机溶剂提取法、微波提取法、超声波提取法、超临界流体萃取法、酶解法、双水相提取技术、半仿生提取法、热压流体萃取法、高压液相提取法等。提取芒麻生物活性物质后,需对其进行分离纯化,以进一步研究生物活性物质种类、含量和生物活性。用于分离纯化芒麻生物活性物质的技术有:硅胶柱层析法、大孔树脂层析法、活性炭吸附法、葡聚糖凝胶柱色谱、高效液相色谱法。例如,贺波^[19]采用超声辅助提取法提取芒麻叶黄酮类化合物,并确定了提取的最优条件:液固比 30:1,乙醇浓度 70%,超声功率 60 W,超声时间 30 min,超声温度

60 ℃, 提取一次。在此工艺条件下苎麻叶中黄酮类化合物获得率为 4.94%, 接着采用 AB-8 大孔吸附树脂对苎麻叶黄酮进行吸附洗脱, 采用葡聚糖凝胶 LH-20 分离得到芦丁与异黄酮类化合物这两种黄酮类化合物。

2.2 鉴定与检测技术

提取生物活性物质过后, 需要确定其种类和含量。目前, 用于鉴定苎麻生物活性物质种类和含量的技术主要有分光光度法、薄层扫描法、色谱法、色谱-质谱联用、荧光法及电化学法等。例如, Sung 等^[8]用 Folin-Ciocalteu 比色法鉴定了苎麻叶中 6 种主要的多酚。确定苎麻中生物活性物质的种类和含量后, 接下来一般需要测定其生物活性。苎麻生物活性物质主要有抗病毒、抗肿瘤、抗氧化、抗炎等生物活性, 生物活性的研究方法主要是体外模拟实验和体内实验分析。例如, Huang 等^[30]采用体外模拟实验研究苎麻根提取物抑制乙型肝炎功效; Chang 等^[31]采用体内实验分析的方法研究苎麻根提取物对 SCID 鼠体内抗乙肝病毒血症功效。

3 苎麻的生物活性物质重要功效及其作用机制

随着现代人类生活方式及生存环境的改变, 一些慢性疾病如肝炎、糖尿病、老年痴呆、心脑血管疾病等已逐渐威胁人类的生存。苎麻丰富的生物活性物质对上述疾病的预防治疗功效已初步得到现代科学研究证实。

3.1 抗氧化功效及作用机制

自由基和活性氧能诱导生物分子(如脂质, 蛋白质, 核酸)的氧化损伤, 从而导致人类疾病, 如动脉粥样硬化、癌症、糖尿病、神经变性疾病等, 而含有自由基清除剂(如酚类化合物)的草本植物能治疗上述这些疾病^[32,33]。苎麻抗氧化作用主要表现为清除 ABTS 和 DPPH^[34,35], 其作用机制可能是苎麻中的多酚物质在吸收和中和自由基、淬灭单线态和三线态氧及分解过氧化物类方面发挥着重要作用^[36,37], 且苎麻中的黄酮类化合物也可发挥抗氧化作用, 其机制可能有以下几种: 通过抑制产自由基酶的活性、络合金属离子及抑制脂质过氧化反应等途径抑制自由基的产生; 直接清除自由基; 通过增强抗氧化酶的活性及增加抗氧化因子等途径激活机体抗氧化体系^[21,38]。

3.2 保肝效应及作用机制

近年来国内外学者高度关注苎麻根的抗肝炎活性, 且早在上个世纪, 学者就指出苎麻根提取物可抑制 CCl₄ 诱导的肝脏损伤而具有保肝功能^[39]。用 HepG2 2.2.15 细胞模型来探究苎麻根提取物抗乙型肝炎病毒(HBV) 的效应, 结果显示苎麻根提取物通过剂量依赖的方式可抑制 HepG2 2.2.15 细胞上清液中 HBV DNA 水平和乙肝 e 抗原(HBeAg)的分泌, 而对乙型肝炎表面抗原(HBsAg)的分泌却没有抑制作用^[30]。Chang 等^[31]研究也表明苎麻根提取物能抑制乙肝病毒血症 SCID 鼠体内的乙肝病毒活性。

3TC 和其它的核苷类似物能抑制体内外的 HBV 复制, 3TC 是病毒聚合酶的抑制剂, 能降低游离型 DNA 水平^[40-42], 然而 HepG2 2.2.15 细胞中 HBV 特异性 RNAs 表达水平却不受苎麻根提取物的影响。由此推测, 苢麻根提取物抗 HBV 机制可能不同于核苷类似物, 因苎麻根提取物抗 HBV 效应不是通过苎麻根提取物对细胞的毒性或抑制病毒性 DNA 复制及 RNA 表达而发挥作用的, 而可能是通过抑制含有核蛋白体的 HBV 包被与分泌, 或者是通过动摇含有核蛋白体的 HBV DNA 而发挥作用的^[30]。另外, 苢麻根抗乙肝活性的物质基础可能是多酚类化合物或多酚、蒽醌及三萜化合物的协同作用^[25]。

3.3 抗糖尿病及作用机制

糖尿病不仅能引发多糖症、高血压、氧化性应激及血脂异常等疾病, 还能导致心血管疾病、神经病、视网膜病变及肾病等。因其广泛的流行性、并发症及严重的经济社会压力, 糖尿病已被视为公众健康的一个噩梦。

苎麻含有芦丁、山楂酸、反式对羟基肉桂酸和长春藤皂元等化合物^[43], 这些化合物都具有很强的抗糖尿病潜能^[44-46]。Sanchez 等^[47]以正常老鼠及用 STZ 诱导患糖尿病的老鼠(共 36 只)为实验对象, 将实验老鼠随机分成 6 组, 各组所用老鼠及处理情况如下: 组 I(正常老鼠 + 蒸馏水)、组 II(糖尿病老鼠 + 蒸馏水)、组 III(糖尿病老鼠 + 苢麻根提取物 125 mg/kg 体重)、组 IV(糖尿病老鼠 + 苢麻根提取物 250 mg/kg 体重)、组 V(糖尿病老鼠 + 苢麻根提取物 500 mg/kg 体重)、组 VI(糖尿病老鼠 + 优降糖 0.6 mg/kg 体重), 试验期为 21 d, 试验期结束后采集血液及组织样品以研究苎麻根提取物的抗高血

糖、抗高血脂及抗氧化的作用。研究结果表明: 芝麻根提取物主要成分为多酚类和黄酮类; 与组Ⅱ相比, 组Ⅴ显著降低了空腹血糖、总胆固醇、甘油三酯类、血液尿素、丙氨酸氨基转移酶、天冬氨酸氨基转移酶、尿糖和尿酮含量; 在21 d试验期结束时, 添加500 mg/kg芝麻根提取物的实验组显著增加了体重、血红蛋白、血浆总蛋白、高密度脂蛋白胆固醇(具有保护心脏的功能)、肝糖原、超氧化物歧化酶、还原型谷胱甘肽和过氧化氢酶含量。此实验结果表明当芝麻根提取物使用剂量为500 mg/kg时, 对糖尿病治疗效果可与标准药物优降糖相媲美。因此, 在日粮中添加芝麻根提取物对防治多糖症及高血脂症有一定作用, 且可增强机体的抗氧化防御体系。糖苷酶参与糖蛋白类的生物合成, 芝麻作为糖苷酶的抑制剂在治疗糖尿病方面发挥着重要作用, 其原因可能是芝麻根提取物能显著抑制 α -糖苷酶活性^[33], 而肠内的 α -糖苷酶抑制剂可通过延迟碳水化合物水解和吸收的过程限制餐后葡萄糖水平^[48]。

3.4 抗炎效应及作用机制

炎症是机体应对刺激(如病原感染)时为维持机体生理功能正常而发生的一种复杂生物反应。脂多糖(LPS)是细菌细胞壁成分, 作为巨噬细胞的刺激剂而被广泛应用^[8]。巨噬细胞经LPS刺激后, 产生促炎细胞因子如一氧化氮(NO)、肿瘤致死因子(TNF- α)及白介素-6(IL-6), 进而导致某些疾病的发生发展, 如风湿性关节炎^[49]。

近期研究显示, 芝麻叶经70%的乙醇提取后, 其提取物分别以200、400、800及1200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的浓度培养经LPS刺激后的RAW264.7巨噬细胞, 检测巨噬细胞中NO、TNF- α 及IL-6的分泌量, 以研究芝麻的抗炎特性。结果显示, 芝麻叶经70%乙醇提取后所得的提取物能降低LPS诱导的炎性因子(如硝酸盐、TNF- α 及IL-6)的分泌, 其可能的机制是通过抑制p38及JNK发挥作用^[8], JNK及p38是调节促炎细胞因子(特别是NO、TNF- α 、IL-6及iNOS等)产生的重要信号分子^[8,50]。

3.5 其他功效

芝麻生物活性物质的功效研究还涉及其它许多方面。研究显示, 芝麻提取物对治疗阿尔茨海默病和其它神经变性疾病如帕金森病、老年痴呆、共济失调及重症肌无力等也具有一定的作用, 可能与芝麻提取物能强烈抑制丁酰胆碱酯酶活性有关, 此外, 芝麻提取物还表现出一定的抗乙酰胆碱酯酶活性^[33]。

4 芝麻生物活性物质药用的安全性及必要性

我国芝麻的常年产量约占全世界产量的90%以上, 芝麻根、叶来源广泛, 对芝麻根、叶药用时的有效成分作出正确的安全毒理学评价, 对安全利用和有效发展芝麻的优势具有一定的社会和经济效益。且目前临幊上用于治疗慢性疾病的药物具有疗效弱、成本高、易于产生耐药性且伴随着严重的副作用等特点, 因此, 寻求疗效好、毒副作用小且绿色安全的天然活性物质用来防治疾病是刻不容缓的。

早在上世纪就有学者用急性毒性试验法就芝麻根黄酮甙的安全毒理学进行评价, 并用小白鼠的显性致死突变试验就芝麻根黄酮甙的致突变作用及半数致死量(LD50)进行研究, 结果初步认为芝麻根有效成分黄酮甙无致癌作用, 并测得黄酮甙的LD50为2.369 mg/kg^[51]。且近来研究表明, 饲用芝麻无胚胎毒性, 且不会导致胎儿外部及骨骼畸形, 芝麻提取物作为功能性物质使用是安全的。Tian等^[52]将怀孕老鼠随机分成5组, 第一组口服蒸馏水, 第二、三、四组分别口服芝麻提取物2、8、32 g/kg/天, 第五组口服维生素A 200,000 IU/kg, 结果显示当口服芝麻提取物32 g/kg/天时并没有引起老鼠的胚胎毒性或胎儿骨骼畸形, 但在高浓度时可能会导致体外培养的胚胎干细胞的毒性。芝麻的乙醇提取物分别以200、400、800及1200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的浓度培养RAW264.7巨噬细胞, 亦没有产生细胞毒性^[8]。

5 芝麻生物活性物质的科学利用

科学合理地利用芝麻生物活性物质, 不但可以扩展芝麻产业、提高芝麻的经济价值, 还可以为人们的营养和健康服务。目前, 芝麻生物活性物质的主要利用途径有加工、药用、美容保健和抗菌杀虫等各方面。

5.1 开发为功能性食品

通过加工方式将芝麻生物活性物质研发成功能性食品, 不但可以提高芝麻的经济价值, 而且还可以实现芝麻生物活性物质的有效利用。但目前在我国, 芝麻一般用于纺织和饲料行业, 鲜有关于芝麻食用的文献报道。而韩国的科学家已经对此进行了大量研究, 其研究表明芝麻叶富含营养物质(如维生素、矿物质及蛋白质等)和多种生物活性物质, 可用来加工成食品, 如韩国年糕。且芝麻叶的自由基清

除功能与表儿茶素、表儿茶素没食子酸酯和酚类化合物有关,因此在未来可用来加工功能性食品^[53]。由此可见,苎麻将来加工为功能性食品将为食品加工行业提供新的思路。

5.2 药用

自古以来,苎麻在我国被视为传统中药,早在明朝李时珍就苎麻特别是苎麻根的药用功效在医学著作《本草纲目》中作了详细的记载和阐述^[30]。现代科学研究表明,苎麻的根、叶具有较高的药用价值,在内外科疾病上均有一定的药用功能,不仅止血及安胎效果良好,而且在防治心脑血管疾病及治疗肝脏、肺部疾病方面也有药效作用,且我国台湾地区也将它视为利尿剂、退烧药及保肝药物^[1]。因此,苎麻作为一种药用植物资源不容忽视。

5.3 美容与保健

苎麻所含多酚类、超氧化歧化酶、绿原酸等生物活性物质具有抗衰老功能,因此可开发出抗衰老的保健药品或美容护肤保护品。另外,苎麻生物活性物质对预防及治疗心血管疾病有重要作用,苎麻根叶中含有丰富的黄酮类物质,可利用其中的有效成分,研制成防治心血管疾病的保健药品^[19]。因此,提取分离苎麻单一有效成分,或改造某些活性成分结构,制成新型医疗保健药品将有着广阔的市场前景。

5.4 抑菌

早在上世纪就有科学家研究发现苎麻根所含的生物碱及有机酸盐在体外能抑制革兰氏阳性菌和阴性菌^[54]。近年来,从苎麻根中又提取出三个新的不饱和脂肪酸,分别是(Z)-9,10,11-三羟基-12-油酸、(Z)-7,8,9-三羟基-10-透明质酸及(Z)-12-酮基-7,8,9-三羟基-10-透明质酸,通过琼脂试验检测后发现这三个化合物具有抗真菌活性^[55]。

6 展望

我国的苎麻常年产量约占全世界产量的90%以上,且苎麻为传统中药材,故如何充分合理地利用苎麻的生物活性物质为人类的营养与健康服务将成为未来研究关注的焦点问题。目前,我国关于苎麻生物活性物质的研究虽已涉及很多方面,但其研发基础依旧十分薄弱,缺乏对如何充分利用遗传、环境、栽培措施、刈割后贮存条件、提取纯化及加工等各种因素提高苎麻的生物活性物质含量的系统研究,也缺乏对苎麻生物活性物质在人类疾病防治中的作用的系统深入研究,故而严重影响其有效成分

的开发利用。鉴于以上问题,我们认为苎麻生物活性物质在未来应当重点研究的领域包括以下几个方面:重要生物活性物质的高效提取与分离纯化、分析和鉴定技术体系的建立;研究不同时期(刈割前后及加工阶段)苎麻生物活性物质含量的提高方法;提取有效成分制成药品或保健品,并对某些药理成分进行人工改造以提高其药效,深入系统地研究苎麻生物活性物质在防治人类慢性疾病方面的作用。

参考文献

- Li YL(李亚玲), et al. The development and utilization of ramie root and leaves in medicine. *Sichuan Agric Sci Tech*(四川农业科技), 2012, 11:29.
- Tang CH(唐传核). Plant biological active substances(植物生物活性物质). Beijing: Chemical Industry Press, 2005. 115-117.
- Zhang SL(张上隆), Chen KS(陈昆松). Molecular physiology of the formation and regulation of fruit quality(果实品质形成与调控的分子生理). Beijing: China agriculture Publishing House, 2007. 241.
- Chen GQ(陈国庆), et al. Chemical constituents in roots of *Boehmeria nivea*. *Chin Tradit Herb Drugs*(中草药), 2009, 40:683-684.
- Chandrasekara N, Shahidi F. Effect of roasting on phenolic content and antioxidant activities of whole cashew nuts, kernels, and testa. *J Agric Food Chem*, 2011, 59:5006-5014.
- De la Rosa LA, Alvarez-Parrilla E, Shahidi F. Phenolic compounds and antioxidant activity of kernels and shells of Mexican pecan(*Carya illinoinensis*). *J Agric Food Chem*, 2011, 59:152-162.
- Feng L(冯丽), et al. Progress in Plant Polyphenols and Their Physiological Functions. *Acta Agriculturae Jiangxi*(江西农业学报), 2007, 19:105-107.
- Sung MJ, et al. *Boehmeria nivea* attenuates LPS-induced inflammatory markers by inhibiting p38 and JNK phosphorylations in RAW264. 7 macrophages. *Pharm Biol*, 2013, DOI: 10.3109/13880209.2013.781196.
- Chen YC, et al. Inhibition of nitric oxide synthase inhibitors and lipopolysaccharide induced inducible NOS and cyclooxygenase-2 gene expressions by rutin, quercetin, and quercetin pentaacetate in RAW 264. 7 macrophages. *J Cell Biochem*, 2001, 82:537-548.
- Guruvayoorappan C, Kuttan G. Rutin inhibits nitric oxide and tumor necrosis factor-alpha production in lipopolysaccharide and concanavalin-A stimulated macrophages. *Drug Metabol Drug Interact*, 2007, 22:263-278.
- Choi SY, et al. Correlation between flavonoid content and the

- NO production inhibitory activity of peel extracts from various citrus fruits. *Biol Pharm Bull*, 2007, 30: 772-778.
- 12 Jung HA, et al. Anti-inflammatory activity of Korean thistle *Cirsium maackii* and its major flavonoid, luteolin 5-O-glucoside. *Food Chem Toxicol*, 2012, 50: 2171-2179.
- 13 Kanno S, et al. Inhibitory effect of naringin on lipopolysaccharide (LPS)-induced endotoxin shock in mice and nitric oxide production in RAW 264.7 macrophages. *Life Sci*, 2006, 78: 673-681.
- 14 Kim HR, et al. Chlorogenic acid suppresses pulmonary eosinophilia, IgE production, and Th2-type cytokine production in an ovalbumin-induced allergic asthma: Activation of STAT-6 and JNK is inhibited by chlorogenic acid. *Int Immunopharmacol*, 2010, 10: 1242-1248.
- 15 Sakata K, et al. Inhibition of inducible isoforms of cyclooxygenase and nitric oxide synthase by flavonoid hesperidin in mouse macrophage cell line. *Cancer Lett*, 2003, 199: 139-145.
- 16 Laranjinha, et al. Lipid peroxidation and its inhibition in low density lipoproteins: Quenching of cis-parinaric acid fluorescence. *Arch Biochem Biophys*, 1992, 297: 147-154.
- 17 Tanaka T, et al. Inhibition of 4-nitroquinoline-1-oxide-induced rat tongue carcinogenesis by the naturally occurring plant phenolics caffeic, ellagic, chlorogenic and ferulic acid. *Carcinogen*, 1993, 14: 1321-1325.
- 18 Gao TY, et al. FTIR investigation of the interaction of tumor cells treated with caffeic acid and chlorogenic acid. *Vib Spectrosc*, 2000, 24(2): 225-231.
- 19 He B (贺波). Studies on extraction, purification, structure and antioxidant activities of flavonoids from ramie leaves. Wuhan: Huazhong Agricultural University, MSc. 2010.
- 20 Kong WZ (孔维忠), et al. The general research situation of the chemical constituents and biological activities of ramie medicinal plants. *Med Inform* (医学信息), 2011, 2: 763-764.
- 21 Zhang X (张贤), et al. Study on the antioxidative activities of extracts from root of *boehmeria nivea*. *Lishizhen Med Mat Med Res* (时珍国医国药), 2011, 22: 896-898.
- 22 Zhao J (赵军). The antioxidant mechanism of flavonoids. *J North China Coal Med Coll* (华北煤炭医学院学报), 2003, 5: 306-307.
- 23 Cook NC, Samman S. Flavonoids-chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *J Nutr Biochem*, 1996, 7: 66-76.
- 24 Orawan Khantamat MS, Wittaya Chaiwangyen MS, Pronngarm Li mtrakul. Screening of flavonoids for their potential inhibitory effect on P-glycoprotein activity in human cervical carcinoma KB cells. *Chiang Mai Med Bull*, 2004, 43: 45-56.
- 25 Shao LJ (邵立军). Studies on anti-HBV activity and constituents of radix boehmeriae. Beijing: China Academy of Chinese Medical Sciences (中国中医科学院), MSc. 2010.
- 26 Lu D (卢丹), et al. Research advances in triterpenes antitumor activities. *Special Wild Economic Animal Plant Res* (特产研究), 2010, 1: 65-69.
- 27 Song CC (宋长城), Zhu ML (朱美玲). Research advancement of the antitumor effect and mechanisms of triterpenoid comprised by traditional Chinese medicine. *Mod Onc* (现代肿瘤医学), 2011, 19: 1880-1883.
- 28 Sheng ZM (盛忠梅), et al. Study of hemostatic components and hemostatic effect of ramie leaves. *China Veter Sci* (中国兽医科技), 1987, 10: 16-18.
- 29 Zhang D (张娣), et al. The research situation of quetiapine Gordon XiDing alkaloids. *Jiangxi J Tradit Chin Med* (江西中医药), 2011, 42(8): 73-78.
- 30 Huang KL, et al. Inhibition of hepatitis B virus production by *Boehmeria nivea* root extract in HepG2 2.2.15 cells. *World J Gastroenterol*, 2006, 12: 5721-5725.
- 31 Chang JM, et al. The anti-hepatitis B virus activity of *boehmeria nivea* extract in HBV-viremia SCID mice. *Original Art*, 2010, 7: 189-195.
- 32 Ravishankara MN, et al. Evaluation of antioxidant properties of root bark of *Hemidesmus indicus* R. Br. (Anantmul). *Phytomedicine*, 2002, 9: 153-160.
- 33 Sanchez S, et al. Evaluation of antiglycosidase and anticholinesterase activities of *Boehmeria nivea*. *Pak. J Pharm Sci* , 2010, 23: 236-240.
- 34 Tseng CL. Studies on antioxidant activity of *Boehmeria nivea* leaf and root by various extraction and heat treatment methods. Taiwan: Tainan women's institute of technology (台南女子技术学院), MSc. 1994.
- 35 Jin SH (金善花), Quan GS (全光石). Screening of the antioxidant of 100 kinds of chinese traditional and herbal drugs. *Chin Med Mod Dist Edu China* (中国中医药现代远程教育), 2011, 9: 148-150.
- 36 Tepe B, et al. Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. *Food Chem*, 2006, 95: 200-204.
- 37 Zheng W, Wang SY. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J Agric Food Chem*, 2001, 49: 5165-5170.
- 38 Lu XX (鲁晓翔). Research progress in antioxidant mechanism of flavonoids. *Food Res Dev* (食品研究与开发), 2012, 33: 220-224.
- 39 Lin CC, et al. Evaluation of the hepatoprotective and antioxidant activity of *Boehmeria nivea* var. *nivea* and *B. nivea* var. *tenacissima*. *J Ethnopharmacology*, 1998, 60: 9-17.
- 40 Doong SL, et al. Inhibition of the replication of hepatitis B virus in vitro by 2',3'-dideoxy-3'-thiacytidine and related analogues. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1991, 88: 8495-8499.

- 41 Dienstag JL, et al. A preliminary trial of lamivudine for chronic hepatitis B infection. *N Engl J Med*, 1995, 333: 1657-1661.
- 42 Dixon JS, Boehme RE. Lamivudine for the treatment of chronic hepatitis B. *Acta Gastroenterol Belg*, 2000, 63:348-356.
- 43 Xu Q, et al. Chemical constituents of roots of *Boehmeria nivea*. *Chin J Chin Mater Med*, 2009, 34:2610-2612.
- 44 Kamalakkannan N, Prince PS. Antihyperglycaemic and antioxidant effect of rutin, a polyphenolic flavonoid, in streptozotocin-induced diabetic wistar rats. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, 2006, 98:97-103.
- 45 Liu J, et al. Maslinic acid reduces blood glucose in KK-Ay mice. *Biol Pharm Bull*, 2007, 30:2075-2078.
- 46 Adisakwattana S, et al. Insulinreleasing properties of a series of cinnamic acid derivatives *in vitro* and *in vivo*. *J Agric Food Chem*, 2008, 56: 7838-7844.
- 47 Kim DH, et al. Metabolism of kalopanaxsaponin B and H by human intestinal bacteria and antidiabetic activity of their metabolites. *Biol Pharm Bull*, 1998, 21:360-365.
- 48 Sanchez S, et al. Evaluation of antidiabetic, antihyperlipidemic and antioxidant effects of *Boehmeria nivea* root extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Rev Bras Farmacogn*, 2011, 21:146-154.
- 49 Gholamhoseinian A, et al. Inhibitory effect of methanol extract of *Rosa damascena* Mill. flowers on alpha-glucosidase activity and postprandial hyperglycemia in normal and diabetic rats. *Phytomedicine*, 2009, 16:935-941.
- 50 O'Shea JJ, Ma A, Lipsky P. Cytokines and autoimmunity. *Nature Rev Immunol*, 2002, 2:37-45.
- 51 Zhao Q, et al. The role of mitogenactivated protein kinase phosphatase-1 in the response of alveolar macrophages to lipopolysaccharide: Attenuation of proinflammatory cytokine biosynthesis via feedback control of p38. *J Biol Chem*, 2005, 280:8101-8108.
- 52 Zhu TZ(朱天倬), et al. Toxicological evaluation for flavone glycoside in Ramie root. *J Hunan Agric Coll*(湖南农学院学报), 1988, 14(2):91-96.
- 53 Tian XY, et al. The effects of *Boehmeria nivea*(L.)Gaud. on embryonic development: *In vivo* and *in vitro* studies. *J Ethnopharmacology*, 2011, 134:393-398.
- 54 Nho JW, et al. Free radical scavenging, angiotensin I-converting enzyme(ACE) Inhibitory, and *in vitro* anticancer activities of Ramie (*Boehmeria nivea*) leaves extracts. *Food Sci Biotechnol*, 2010, 19:383-390.
- 55 Sheng ZM(盛忠梅). The chemical composition of ramie root and its antibacterial effect. *Chin J Veter Med*(中国兽医杂志), 1984, 10(5):36-38.
- 56 Xua QM, et al. Three new fatty acids from the roots of *Boehmeria nivea*(L.)Gaudich and their antifungal activities. *Nat Prod Res*, 2011, 25:640-647.

(上接第 104 页)

- 7 Zhang Y(张燕), Me Y(么杨), Pan GQ(潘国清), et al. Extraction conditions for flavonoids from mung bean coat. *J Chin Cere & Oils*(中国粮油学报), 2009, 24:124-127.
- 8 Xing SS(邢莎莎), Chen C(陈超). Study on the antioxidation of polyphenols from the seeds of *Toona sinensis*(A. Juss) Roem *in vitro*. *J Anhui Agri Sci*(安徽农业科学), 2010, 38: 7285-7287.
- 9 Liu BJ(刘宝剑), Guo YS(郭延生), Diao PF(刁鹏飞), et al. Free radical scavenging effect of total flavonoids from Red clover. *Nat Prod Res & Dev*(天然产物研究与开发), 2009, 21:44-47.
- 10 Ye M(叶敏), Shao YP(邵艳萍). Free radicals scavenging and nitrosation inhibition activities of total flavonoids from *Crotalariaf erruginea* Grah. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发), 2013, 25:667-671.
- 11 Agati G, Brunetti C, Di Ferdinando M, et al. Functional roles of flavonoids in Photoprotection: New evidence, lessons from the past. *Plant Physiology and Biochemistry: PPB/Societe francaise de physiologie vegetale*, 2013, 72:35-45.
- 12 Havsteen B H. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & Therapeutics*, 2002, 96 (2-3):67-202.
- 13 Parimala M, Shoba FG. Phytochemical analysis and *in vitro* antioxidant acitivity of hydroalcoholic seed extract of *Nymphaea nochiali* Burm. f. . *Asian Pacific J Trop Biomed*, 2013, 3:887-895.
- 14 Yin LJ(殷丽君), Feng SH(冯淑环), Jiao X(焦翔), et al. Stability of flavonoids extracts of *Sea buckthorn* leaves. *Food & Nutr China*(中国食物与营养), 2011, 17(4):33-36.
- 15 Zhang JC(张久春), Zhao ZX(赵哲勋). Research on stability of water -soluble flavonoids of orange peel. *Food & Ferm Ind*(食品与发酵工业), 2004, 30(11):36-38.
- 16 Wu C(吴春), Zheng XP(郑心平), Che CB(车春波). Study on the complex reaction between dihydromyricetin and zinc. *Chem & Adhe*(化学与粘合), 2009, 31:31-33.
- 17 Liu M(刘敏), Guan FQ(管福琴), Wang HT(王海婷), et al. Study on antioxidant properties of total flavonoids from wheat bran *in vitro*. *Food Res & Dev*(食品研究与开发), 2012, 33:5-8.