• 化学成分 •

龙眼果核化学成分的研究

郑公铭[1,2]，魏孝义[2]，徐良雄[2]，谢海辉[2]，吴 萍[2]

1. 广东食品药品职业学院，广东 广州 510520
2. 中国科学院华南植物园，广东 广州 510650

摘 要：目的 研究龙眼 *Dimocarpus longan* 果核的化学成分。**方法** 采用硅胶柱色谱、聚酰胺柱色谱以及葡聚糖凝胶色谱等手段对龙眼果核 95%乙醇提取物进行分离，并利用理化性质和光谱数据鉴定化合物的结构。**结果** 从龙眼果核的 95%乙醇提取物中分离得到 12 个化合物，分别鉴定为 β-谷甾醇（**1**）、苯乙醇（**2**）、2-甲基-1, 10-十一烷二醇（**3**）、(24*R*)-6β-羟基-24-乙基-胆固醇-4-烯-3-酮（**4**）、齐墩果酸（**5**）、松脂醇（**6**）、烟酸（**7**）、对羟基苯甲酸（**8**）、β-胡萝卜苷（**9**）、1-*O*-甲基-*D*-肌-肌醇（**10**）、尿嘧啶（**11**）、腺嘌呤核苷（**12**）。**结论** 化合物 **2**～**8** 和 **10** 为首次从龙眼果核分得，其中化合物 **3** 是新化合物，命名为龙眼二醇（longandiol）。

关键词：无患子科；龙眼；2-甲基-1, 10-十一烷二醇；1-*O*-甲基-*D*-肌-肌醇；(24*R*)-6β-羟基-24-乙基-胆固醇-4-烯-3-酮

中图分类号：R284.1 **文献标志码：**A **文章编号：**0253 - 2670(2011)06 - 1053 - 04

Chemical constituents from fruits of *Dimocarpus longan*

ZHENG Gong-ming[1,2], WEI Xiao-yi[2], XU Liang-xiong[2], XIE Hai-hui[2], WU Ping[2]

1. Guangdong Food and Drug Vocational College, Guangzhou 510520, China
2. South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China

Abstract: Objective To investigate the chemical constituents of the fruits of *Dimocarpus longan*. **Methods** The chemical constituents were isolated from 95% alcohol-extract on seeds of longan by silica gel, polyamide, as well as Sephadex LH-20 column chromatography.·Their structures were identified on the basis of physical and chemical properties and spectral analysis. **Results** Twelve compounds were isolated and identified as: β-sitosterol (**1**), 2-phenylethanol (**2**), 2-methyl-1,10-undecanediol (**3**) (24*R*)-6β-hydroxy-24-ethyl-cholest-4-en-3-one (**4**), oleanolic acid (**5**), pinoresinol (**6**), nicotinic acid (**7**), 4-hydroxybenzoic acid (**8**), β-daucosterol (**9**), 1-*O*-methyl-*D*-myo-inositol (**10**), uracil (**11**), and adenosine (**12**). **Conclusion** Compounds **2—8** and **10** are reported from the pericarp of longan (the fruits of *D. longan*) for the first time, and compound **3** is a new compound named longandiol.

Key words: Sapindaceae; *Dimocarpus longan* Lour.; 2-methyl-1, 10-undecanediol; 1-*O*-methyl-*D*-myo-inositol; (24*R*)-6β-hydroxy-24-ethyl-cholest-4-en-3-one

龙眼 *Dimocarpus longan* Lour. 是我国南方著名药食两用水果，其果肉为乳白或淡白色，肉质带脆，清甜。龙眼作为滋补保健食品，已有一千多年的历史。传统中医学认为，龙眼肉可用于治疗虚劳羸弱、失眠、健忘、惊悸、怔忡，益心脾，补气血，安神[1]。作为经济作物，龙眼在许多国家如中国、泰国、印度和越南等都有种植[2]。我国是龙眼的原产国和生产国，近些年来，总产量大幅度增长[3]。由于上市比较集中、贮运条件落后及储藏保鲜技术不足，只有部分龙眼作为水果直接销售，大量的龙眼用于加工桂圆肉、龙眼糖水罐头和龙眼膏等；而剩余的果核因为对其功效成分知之甚少而未能开发利用，目前都是作为废物直接丢弃。龙眼果核有止血、定痛、理气、化湿的功效，治创伤出血、疝气、疥癣、湿疮和瘰疬[1]。最近研究表明龙眼果核提取物具有抗氧化、降血糖、抗疲劳和抑制直肠癌细胞增生等活性[4-7]。已确定的龙眼果核成分除了营养成分外主要就是多酚，Soong 等[8]利用 HPLC-ESI-MS 联用技术确定了

收稿日期：2010-11-11

基金项目：广东省科技计划项目（2010B020312006）；中国科学院知识创新工程重要方向项目（KSCXZ-YW-R-218）；中国科学院华南植物园青年人才基金项目（200720）

作者简介：郑公铭（1966—），男，江西石城人，博士，副教授，从事精细化工专业教学和天然功能成分研究开发工作。
Tel: (020)28854943 E-mail: zhenggm@gdyzy.edu.cn

龙眼果核中含有柯里拉京等 13 种多酚；王志远[4]利用同样方法确定 17 种多酚；吴妮妮[9]从中分得没食子酸乙酯等 4 种化合物。为了综合开发利用龙眼果核，本课题组较为系统地研究了其化学成分，所分得的化合物中有 8 种为多酚，并具有很强的清除自由基能力[10]。本实验从龙眼果核的 95%乙醇提取物中分得的 12 个非多酚类化合物，其结构分别鉴定为 β-谷甾醇（β-sitosterol，**1**）、苯乙醇（2-phenylethanol，**2**）、2-甲基-1,10-十一烷二醇（2-methyl-1, 10-undecanediol，**3**）、（24*R*）-6β-羟基-24-乙基-胆固醇-4-烯-3-酮 [(24*R*)-6β-hydroxy-24-ethyl-cholest-4-en-3-one，**4**]、齐墩果酸（oleanolic acid，**5**）、松脂醇（pinoresinol，**6**）、烟酸（nicotinic acid，**7**）、对羟基苯甲酸（4-hydroxybenzoic acid，**8**）、β-胡萝卜苷（β-daucosterol，**9**）、1-*O*-甲基-*D*-肌-肌醇（1-*O*-methyl-*D*-myo-inositol，**10**）、尿嘧啶（uracil，**11**）、腺嘌呤核苷（adenosine，**12**）。化合物 **2**～**8** 和 **10** 为首次从龙眼果核分得，其中化合物 **3** 是新化合物，命名为龙眼二醇（longandiol），该化合物已以快报形式报道[11]。

1 仪器和材料

熔点用显微熔点仪（Yanagimoto Seisakusho Ltd.，Kyoto，日本）测定；旋光度用 Perkin—Elmer 341 旋光仪测定，甲醇为溶剂；UV 用 PE Lamda25 紫外-可见分光光度计测定，溶剂为甲醇；ESI-MS 用 API2000LC/MS/MS，甲醇为溶剂，直接进样测定；^{1}H-NMR 和 ^{13}C-NMR 用 Bruker DRX—400 型超导核磁共振仪测定，以四甲基硅烷（TMS）为内标。柱色谱聚酰胺（80～100 目）和聚酰胺薄层色谱板均由浙江省台州市路桥四甲生化塑料厂生产；柱色谱硅胶（100～200 目）为青岛海洋化工厂生产；柱色谱葡聚糖凝胶为 Sephadex LH-20（Amersham Biosciences，瑞典）；制备薄层硅胶（GF_{254}，10～40 μm）为青岛海洋化工厂生产；正相薄层色谱硅胶板为烟台黄务硅胶开发试验厂生产。所用试剂均为分析纯。

龙眼 *Dimocarpus longan* Lour. 果核是广东茂名商业果园加工桂圆肉后的丢弃物，经笔者鉴定，新鲜收集后晒干粉碎。

2 提取与分离

龙眼果核粉末（10.5 kg）先以石油醚提取脱脂 2 次，挥干石油醚后，用 95%乙醇室温下进行浸提。浸提液用减压旋转蒸发回收大部分乙醇，所得浓缩液转至分液漏斗用石油醚萃取，得到石油醚部分 181.2 g（含石油醚提取部分）。母液抽至基本不含乙醇后依次用等量的氯仿、醋酸乙酯和正丁醇萃取，得到氯仿部分 39.0 g、醋酸乙酯部分 120.5 g、正丁醇部分 102.3 g。

龙眼果核乙醇提取物氯仿萃取部分上硅胶柱，用氯仿-甲醇梯度洗脱，通过正相薄层硅胶板分析合并，得到 16 部分（I～XVI）。第 III 部分加入甲醇放置析出晶体，滤出以石油醚-丙酮（1∶1）重结晶，得到化合物 **1**（113 mg），母液以硅胶拌样上硅胶柱用石油醚-丙酮梯度洗脱，得化合物 **2**（9.3 mg）；第 IV 部分上硅胶柱用石油醚-丙酮梯度洗脱得到化合物 **3**（4.5 mg）；第 VI 部分以同样方法分得化合物 **4**（5.4 mg）和 **5**（6.6 mg），再上凝胶柱以甲醇洗脱得到化合物 **6**（6.5 mg）。第Ⅹ部分上聚酰胺柱以水-甲醇梯度洗脱，水洗时得到化合物 **7**（6.7 mg），30%甲醇洗脱物再上凝胶柱甲醇洗脱得化合物 **8**（8 mg）。第 XIII 部分以甲醇溶解，滤出沉淀再以甲醇、氯仿洗涤得化合物 **9**（2.1 g）。龙眼果核乙醇提取物正丁醇萃取部分上聚酰胺柱，用水洗脱，浓缩得到糖浆状物，加甲醇放置，析出晶体，滤出得到化合物 **10**（1.267 g）。将母液部分（40 g）上硅胶柱，先用氯仿-甲醇（9∶1）洗脱，再以氯仿-甲醇-水梯度洗脱，分成 8 个小部分，其中两部分分别上凝胶柱甲醇洗脱得到化合物 **11**（5.3 mg）和化合物 **12**（32.7 mg）。

3 结构鉴定

化合物 **1**：白色针状晶体，分子式为 $C_{29}H_{50}O$。^{1}H-NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ: 0.66 (3H, s, H-18), 0.78 (3H, d, J = 2.0 Hz, H-27), 0.80 (3H, d, J = 2.0 Hz, H-26), 0.83 (3H, t, J = 7.6 Hz, H-29), 0.90 (3H, d, J = 6.4 Hz, H-21), 0.99 (3H, s, H-19), 3.50 (1H, m, H-3), 5.33 (1H, d, J = 4.8 Hz, H-6)。通过薄层对照，再进一步以核磁共振氢谱数据与文献数据核对[12]，确定化合物 **1** 为 β-谷甾醇。

化合物 **2**：淡黄色油状液，分子式 $C_8H_{10}O$。正离子 ESI-MS m/z: 145 $[M+Na]^+$, 245 $[2M+H]^+$; ^{1}H-NMR (400 MHz, $CDCl_3$) δ: 2.86 (2H, t, J = 6.5 Hz, H-2), 3.85 (2H, t, J = 6.5 Hz, H-1), 7.32 (5H, br s, Ar-H); ^{13}C-NMR (100 MHz, $CDCl_3$) δ: 39.0 (C-2), 63.5 (C-1), 126.3 (C-4′), 128.4 (C-2′, C-6′), 128.9 (C-3′, C-5′), 138.5 (C-1′)。与文献数据核对[13]，可确定化合物 **2** 为苯乙醇。

化合物 **3**：无色晶体，分子式 $C_{12}H_{26}O_2$。负离子 ESI-MS m/z: 201 $[M-H]^-$, MS^2 (201): 171, 59; ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6) δ: 4.31 (1H, t, J = 5.2

Hz, 1-OH), 4.24 (1H, d, *J* = 4.6 Hz, 10-OH), 3.41 (1H, m, H-10), 3.35 (2H, dd, *J* = 11.7, 6.4 Hz, H-1), 1.23～1.38 (14 H, m, H-3～9), 1.00 (1H, m, H-2), 0.94 (3H, d, *J* = 6.3 Hz, H-11), 0.76 (3H, d, *J* = 6.7 Hz, 2-CH_3); ^{13}C-NMR (100 MHz, DMSO-d_6) *δ*: 14.54 (2-CH_3), 19.28 (C-11), [25.53, 26.83, 28.99, 29.14, 29.45, 32.32, 32.55 (C-3～9)], 39.47 (C-2), 60.72 (C-1), 69.40 (C-10)。根据负离子 ESI-MS 可确定其相对分子质量是 202，结合核磁共振数据可确定分子式 $C_{12}H_{26}O_2$；^{13}C-NMR 及其 DEPT 谱显示分子中有 2 个甲基 [*δ* 14.54 (2-CH_3), 19.28 (C-11)], 2 个次甲基 ，而且有一个连氧 [*δ* 39.47 (C-2), 69.40 (C-10)]，8 个亚甲基，其中也有一个连氧 [*δ* 60.72 (C-1), 25.53, 26.83, 28.99, 29.14, 29.45, 32.32, 32.55 (C-3～9)]，因此主干结构是一条饱和链。^{1}H-NMR 谱显示有两个羟基信号[*δ* 4.31 (1H, t, *J* = 5.2 Hz, 1-OH), 4.24 (1H, d, *J* = 4.6 Hz, 10-OH)]，分别受到 2 个氢和 1 个氢的偶合；有 2 个信号是连氧碳上的质子信号，其中信号 *δ* 3.41 (1H, m, H-10)是次甲基质子信号，其碳上连接甲基[*δ* 0.94 (3H, d, *J* = 6.3 Hz, H-11)]，信号 *δ* 3.35 (2H, dd, *J* = 11.7, 6.4 Hz, H-1) 是亚甲基信号，受到一个氢和一个羟基的偶合，即是末端连接醇羟基，另一个甲基 [*δ* 0.76 (3H, d, *J* = 6.7 Hz, 2-CH_3)] 与次甲基 [*δ* 1.00 (1H, m, H-2)] 连接，剩下的 *δ* 1.23～1.38 (14 H, m, H-3～9) 全部是亚甲基氢信号，推断此化合物是 2-甲基-1, 10-十一烷二醇，结构式见图 1，通过 MS^2 [(201): 171, 59] 进一步确证。此化合物未见文献报道，为一新化合物，命名为龙眼二醇（longandiol）。

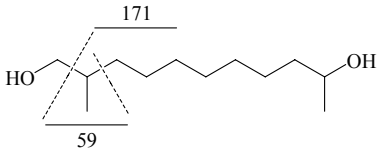

图 1 化合物 3 的结构及其裂解方式

Fig. 1 Structure of compound 3 and its splitting manner

化合物 **4**：无色晶体，分子式 $C_{29}H_{48}O_2$。^{1}H-NMR (400 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 0.73 (3H, s, H-18), 0.78 (3H, d, *J* = 6.1 Hz, H-26), 0.81 (3H, d, *J* = 6.2 Hz, H-27), 0.90 (3H, dd, *J* = 6.5, 4.4 Hz, H-29), 1.00 (3H, d, *J* = 6.6 Hz, H-21), 1.36 (3H, br s, H-19), 4.33 (1H, br s, H-6), 5.80 (1H, s, H-4); ^{13}C-NMR (100 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 37.1 (C-1), 34.3 (C-2), 200.4 (C-3), 126.3 (C-4), 168.4 (C-5), 73.3 (C-6), 38.5 (C-7), 29.7 (C-8), 53.6 (C-9), 38.0 (C-10), 21.0 (C-11), 39.6 (C-12), 42.5 (C-13), 56.0 (C-14), 24.2 (C-15), 28.2 (C-16), 55.9 (C-17), 12.2 (C-18), 19.5 (C-19), 36.1 (C-20), 18.7 (C-21), 33.9 (C-22), 26.1 (C-23), 45.8 (C-24), 29.1 (C-25), 19.8 (C-26), 19.0 (C-27), 23.1 (C-28), 12.0 (C-29)。查对文献数据[14]可确定化合物 **4** 为 (24*R*)-6β-羟基-24-乙基-胆固醇-4-烯-3-酮。

化合物 **5**：白色粉末，分子式 $C_{30}H_{48}O_3$。负离子 ESI-MS *m*/*z*: 455 $[M-H]^-$, 491 $[M+Cl]^-$, 479; 正离子 ESI-MS *m*/*z*: 478 $[M+Na]^+$; ^{1}H-NMR (400 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 0.74 (3H, s, H-29), 0.75 (3H, s, H-30), 0.88 (3H, s, H-23), 0.89 (3H, s, H-24), 0.90 (3H, s, H-25), 0.96 (3H, s, H-26), 1.11 (3H, s, H-27), 2.80 (1H, dd, *J* = 14.0, 4.0 Hz, H-18), 3.22 (1H, m, H-3), 5.27 (1H, t, *J* = 3.6 Hz, H-12)。查对文献数据[15]确定化合物 **5** 为齐墩果酸。

化合物 **6**：无色胶状物，分子式为 $C_{20}H_{22}O_6$。$[\alpha]_D^{20}$ +13° (*c* 0.5, 氯仿); 负离子 ESI-MS *m*/*z*: 357 $[M-H]^-$, 393 $[M+Cl]^-$; 正离子 ESI-MS *m*/*z*: 381 $[M+Na]^+$; UV λ_{max}^{MeOH} (nm): 204.6, 230.3, 280.7; ^{1}H-NMR (400 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 3.08 (2H, m, H-8, 8′), 3.85 (2H, dd, *J* = 9.3, 3.7 Hz, H-9, 9′), 3.88 (6H, s, OCH_3), 4.23 (2H, dd, *J* = 9.1, 6.9 Hz, H-9, 9′), 4.72 (2H, d, *J* = 4.2 Hz, H-7, 7′), 6.80 (2H, dd, *J* = 8.2, 1.6 Hz, H-6, 6′), 6.87 (2H, d, *J* = 7.8 Hz, H-5, 5′), 6.87 (2H, d, *J* = 2.2 Hz, H-2, 2′); ^{13}C-NMR (100 MHz, $CDCl_3$) *δ*: 54.1 (C-8, 8′), 55.9 (OCH_3), 71.6 (C-9, 9′), 85.8 (C-7, 7′), 108.6 (C-2, 2′), 114.3 (C-5, 5′), 118.9 (C-6, 6′), 132.9 (C-1, 1′), 145.2 (C-4, 4′), 146.7 (C-3, 3′)。查对文献数据[12]确定化合物 **6** 为松脂醇。

化合物 **7**：无色晶体，分子式 $C_6H_5NO_2$。负离子 ESI-MS *m*/*z*: 122.0 $[M-H]^-$; 正离子 ESI-MS *m*/*z*: 124 $[M+H]^+$。^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6) *δ*: 7.53 (1H, dd, *J* = 7.9, 4.8 Hz, H-5), 8.25 (1H, ddd, *J* = 8.0, 1.9, 1.9 Hz, H-4), 8.77 (1H, dd, *J* = 4.8, 1.5 Hz, H-6), 9.06 (1H, d, *J* = 1.7 Hz, H-2)。核对文献数据[16]可确定化合物 **7** 为烟酸。

化合物 **8**：白色晶体，分子式 $C_7H_6O_3$。负离子 ESI-MS *m*/*z*: 137 $[M-H]^-$, 173 $[M+Cl]^-$, 275 $[2M-H]^-$; UV λ_{max}^{MeOH} (nm): 253; ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6) *δ*: 6.81 (2H, d, *J* = 8.5 Hz, H-3, H-5), 7.77 (2H, d, *J* = 8.5 Hz, H-2, H-6)。查对文献数据[17]确定化合物 **8** 为对羟基苯甲酸。

化合物 **9**：白色粉末，分子式为 $C_{35}H_{60}O_6$。

ESI-MS *m/z*: 577 $[M+H]^+$, 599 $[M+Na]^+$; 负离子 ESI-MS *m/z*: 575 $[M-H]^-$, 611 $[M+Cl]^-$; ^{1}H-NMR (400 MHz, pyridine-d_5) δ: 0.65 (3H, s, H-18), 0.84 (3H, s, H-26), 0.86 (3H, d, *J* = 1.0 Hz, H-27), 0.88 (3H, d, *J* = 1.2 Hz, H-29), 0.92 (3H, s, H-21), 0.98 (3H, d, *J* = 6.4 Hz, H-19), 5.34 (1H, s, H-6), 5.06 (1H, d, *J* = 7.6 Hz, H-1′), 4.57 (1H, dd, *J* = 12.0, 2.4 Hz, H-4′), 4.42 (1H, dd, *J* = 11.6, 5.2 Hz, H-3′), 4.29 (2H, t, *J* = 4.4 Hz, H-6′), 4.06 (1H, t, *J* = 8.0 Hz, H-2′), 3.98 (1H, m, H-5′), 2.73 (1H, dd, *J* = 13.2, 2.4 Hz, H-3)。10%硫酸乙醇液显色为紫红色，与胡萝卜苷交叉点样共薄层色谱，Rf 值基本一致，混合熔点不下降，进一步核对文献波谱数据[18]，确定化合物 **9** 为 β-胡萝卜苷。

化合物 **10**：无色晶体，分子式 $C_7H_{14}O_6$。负离子 ESI-MS *m/z*: 193 $[M-H]^-$, 387 $[2M-H]^-$; 正离子 ESI-MS *m/z*: 217 $[M+Na]^+$, 411 $[2M+Na]^+$; $[\alpha]_D^{20}$ −78.75° (*c* 0.4 水); ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6) δ: 4.66 (2H, OH), 4.47 (2H, OH), 4.33 (1H), 3.84 (1H), 3.66 (1H), 3.39 (1H, OH), 3.34 (3H, OCH_3), 3.27 (1H), 3.08 (1H); ^{13}C-NMR (100 MHz, DMSO-d_6) δ: 81.1 (C-1), 68.0 (C-2), 72.2 (C-3), 70.5 (C-4), 73.3 (C-5), 72.1 (C-6), 57.1 (OCH_3)。查对文献数据[19]确定化合物 **10** 为 1-*O*-甲基-*D*-肌-肌醇。

化合物 **11**：白色粉末，分子式为 $C_4H_4N_2O_2$。正离子 ESI-MS *m/z*: 113 $[M+H]^+$, 135 $[M+Na]^+$, 225 $[2M+H]^+$, 247 $[2M+Na]^+$; 负离子 ESI-MS *m/z*: 111 $[M-H]^-$, 222 $[2M-H]^-$; ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6) δ: 7.38 (1H, d, *J* = 8.0 Hz, H-6), 5.43 (1H, d, *J* = 8 Hz, H-5), 10.82 (1H, br s, H-1), 11.01 (1H, br s, H-3)。查对文献数据[20]确定化合物 **11** 为尿嘧啶。

化合物 **12**：白色粉末，分子式为 $C_{10}H_{13}N_5O_4$。正离子 ESI-MS *m/z*: 268 $[M+H]^+$; 负离子 ESI-MS *m/z*: 266 $[M-H]^-$, 302 $[M+Cl]^-$; ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6) δ: 3.53 (1H, m, H-5′), 3.66 (1H, m, H-5′), 3.95 (1H, dd, *J* = 6.40, 3.20 Hz, H-4′), 4.12 (1H, dd, *J* = 7.60, 4.80 Hz, H-3′), 4.60 (1H, dd, *J* = 11.60, 6.40 Hz, H-2′), 5.18 (1H, d, *J* = 4.40 Hz, OH-3′), 5.41 (1H, d, *J* = 4.40 Hz, OH-5′), 5.44 (1H, d, *J* = 6.00 Hz, OH-2′), 5.86 (1H, d, *J* = 6.00 Hz, H-1′), 7.35 (2H, br s, NH_2-4), 8.12 (1H, s, H-6), 8.34 (1H, s, H-2)。查对文献数据[21]确定化合物 **12** 为腺嘌呤核苷。

参考文献

[1] 江苏新医学院. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1977.

[2] Jiang Y, Zhang Z, Joyce D C, *et al*. Postharvest biology and handling of longan fruit (*Dimocarpus longan* Lour.) [J]. *Postharvest Biol Technol*, 2002, 26: 241-252.

[3] 古小玲, 李玉萍, 梁伟红, 等. 中国龙眼产业发展概况 [J]. 中国农学通报, 2008, 24(9): 470-474.

[4] 王志远. 龙眼壳与龙眼核多酚的分离纯化结构鉴定及抗氧化活性 [D]. 厦门: 厦门大学, 2007.

[5] Zheng S Q, Jiang F, Gao H Y, *et al*. Preliminary observations on the antifatigue effects of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) seed polysaccharides [J]. *Phytother Res*, 2010, 24(4): 622-624.

[6] Chung Y C, Lin C C, Chou C C, *et al*. The effect of Longan seed polyphenols on colorectal arcinoma cells [J]. *Eur J Clin Invest*, 2010, 40(8): 713-721.

[7] 黄儒强, 邹宇晓, 刘学铭. 龙眼核提取液的降血糖作用 [J]. 天然产物研究与开发, 2006, 18: 991-992.

[8] Soong Y Y, Barlow P J. Isolation and structure elucidation of phenolic compounds from longan (*Dimocarpus lognan* Lour.) seed by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry [J]. *J Chromatogra A*, 2005, 1085: 270-277.

[9] 吴妮妮. 龙眼核的化学成分分析及龙眼核和龙眼壳的抗氧化活性测定 [D]. 南宁: 广西医科大学, 2008.

[10] Zheng G, Wu P, Xie H, *et al*. Polyphenols from longan seeds and their radical scavenging activities [J]. *Food Chem*, 2009, 116: 433-436.

[11] Zheng G M, Xu L X, Xie H H, *et al*. A new diol from *Dimocarpus longan* seeds [J]. *Chin Herb Med*, 2011, 3(1): 7-8.

[12] Lee T H, Chiou J L, Lee C K, *et al*. Separation and determination of chemical constituents in the roots of *Rhus javanica* L. var. *roxbnrghiana* [J]. *J Chin Chem Soc*, 2005, 52(4): 833-841.

[13] National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan. Spectral Database for Organic Compounds, SDBS No: 2670(DB/OL). http://riodb01.ibase. aist. go. jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top. cgi.

[14] Arai Y, Nakagawa T, Hitosugi M, *et al*. Chemical constituents of aquatic fern *Azolla nilotica* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 48: 471-474.

[15] 付晓丽, 张立伟, 林文翰, 等. 满山红化学成分的研究 [J]. 中草药, 2010, 41(5): 704-707.

[16] 王晓岚, 郁开北, 彭树林. 铁苋菜地上部分的化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(12): 1415-1417.

[17] 卢 丹, 刘金平, 赵铁卓, 等. 穿龙薯蓣地上部分的化学成分 [J]. 中草药, 2010, 41(5): 700-703.

[18] 李晓花, 林立东, 吴 萍, 等. 黄桐树皮的化学成分研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 2007, 15(1): 35-39.

[19] 屠鹏飞, 罗 青, 郑俊华. 荔枝核的化学成分研究 [J]. 中草药, 2002, 33(4): 300-303.

[20] 孙武兴, 李 铣, 李 宁, 等. 毛金竹叶提取物化学成分的分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2008, 25(11): 139-143.

[21] 邹忠杰, 杨峻山. 九节菖蒲化学成分研究 [J]. 中药材, 2008, 31(1): 49-51.