

• 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)、(24R)-6 β -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 -胡萝卜素 (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; (24R)-6 β -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-yi², XU Liang-xiong², XIE Hai-hui², WU Ping²

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) (24R)-6 β -hydroxy-24-ethyl-cholest-4-en-3-one (4), oleanolic acid (5), pinosresinol (6), nicotinic acid (7), 4-hydroxybenzoic acid (8), β -daucosterol (9), 1-O-methyl-D-myoinositol (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-myoinositol; (24R)-6 β -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*)-6 β -羟基-24-乙基-胆固醇-4-烯-3-酮 [(24*R*)-6 β -hydroxy-24-ethyl-cholest-4-en-3-one, **4**]、齐墩果酸 (oleanolic acid, **5**)、松脂醇 (pinosresinol, **6**)、烟酸 (nicotinic acid, **7**)、对羟基苯甲酸 (4-hydroxybenzoic acid, **8**)、 β -胡萝卜素 (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；¹H-NMR 和 ¹³C-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 (GF₂₅₄, 10~40 μ m) 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 C₂₉H₅₀O。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 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 C₈H₁₀O。正离子 ESI-MS m/z : 145 [M+Na]⁺, 245 [2M+H]⁺；¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 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)；¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) 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 C₁₂H₂₆O₂。负离子 ESI-MS m/z : 201 [M-H]⁻, MS² (201): 171, 59；¹H-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-CH₃); ¹³C-NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆) δ : 14.54 (2-CH₃), 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 C₁₂H₂₆O₂; ¹³C-NMR 及其 DEPT 谱显示分子中有 2 个甲基 [δ 14.54 (2-CH₃), 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。¹H-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-CH₃)] 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 MS² [(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)。

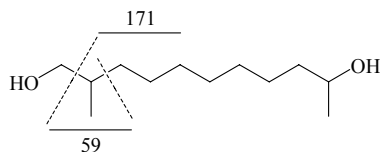


图 1 化合物 3 的结构及其裂解方式

Fig. 1 Structure of compound 3 and its splitting manner

化合物 4: 无色晶体, 分子式 C₂₉H₄₈O₂。¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 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); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) 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 (24R)-6 β -羟基-24-乙基-胆固醇-4-烯-3-酮。

化合物 5: 白色粉末, 分子式 C₃₀H₄₈O₃。负离子 ESI-MS m/z : 455 [M-H]⁻, 491 [M+Cl]⁻, 479; 正离子 ESI-MS m/z : 478 [M+Na]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 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 C₂₀H₂₂O₆。 $[\alpha]_D^{20} + 13^\circ$ (*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 $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 204.6, 230.3, 280.7; ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃) 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, OCH₃), 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'); ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃) δ : 54.1 (C-8, 8'), 55.9 (OCH₃), 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 C₆H₅NO₂。负离子 ESI-MS m/z : 122.0 [M-H]⁻; 正离子 ESI-MS m/z : 124 [M+H]⁺。¹H-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 C₇H₆O₃。负离子 ESI-MS m/z : 137 [M-H]⁻, 173 [M+Cl]⁻, 275 [2M-H]⁻; UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (nm): 253; ¹H-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 C₃₅H₆₀O₆。

ESI-MS m/z : 577 $[M+H]^+$, 599 $[M+Na]^+$; 负离子 ESI-MS m/z : 575 $[M-H]^-$, 611 $[M+Cl]^-$; 1H -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 $[2M+Na]^+$; $[\alpha]_D^{20} -78.75^\circ$ (c 0.4 水); 1H -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, OCH₃), 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 (OCH₃)。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 $[2M-H]^-$; 1H -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 $[M+Cl]^-$; 1H -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, NH₂-4), 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 carcinoma 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 longan* Lour.) seed by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry [J]. *J Chromatogr 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. *roxburghiana* [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 nitotica* [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, 李锐, 李宁, 等. 毛金竹叶提取物化学成分分离与鉴定 [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.