

龙眼果肉化学成分的研究

郑公铭^{1,2}, 徐良雄¹, 谢海辉¹, 吴萍¹, 魏孝义^{1*}

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

摘要: 从龙眼(*Dimocarpus longan* Lour.)果肉的乙醇提取物中分离出9个化合物, 分别鉴定为: 二十四碳酸(1)、7,8-二甲基咯嗪(2)、(2*S*,3*S*,4*R*,10*E*)-2-[(2'*R*)-2'-羟基二十四碳酰胺]-10-十八碳烯-1,3,4-三醇(3)、尿嘧啶(4)、丁二酸(5)、腺苷(6)、甘露醇(7)、β-谷甾醇(8)和β-胡萝卜苷(9), 其中化合物1~3、5和7为首次从龙眼果肉中分离得到。

关键词: 无患子科; 龙眼; 化学成分

中图分类号: Q946

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2010)01-0082-05

Chemical Constituents from the Pulps of *Dimocarpus longan*

ZHENG Gong-ming^{1,2}, XU Liang-xiong¹, XIE Hai-hui¹, WU Ping¹, WEI Xiao-yi^{1*}

(1. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

2. Guangdong Food and Drug Vocational College, Guangzhou 510520, China)

Abstract: Nine compounds, such as tetracosanoic acid (1), 7,8-dimethylalloxazine (2), (2*S*,3*S*,4*R*,10*E*)-2-[(2'*R*)-2'-hydroxylignoceroylamino]-10-octadecene-1,3,4-triol (3), uracil (4), butanedioic acid (5), adenosine (6), mannitol (7), β-sitosterol (8), and β-daucosterol (9), were isolated from the pulps of *Dimocarpus longan* Lour. The compounds 1~3, 5 and 7 were reported from *D. longan* for the first time.

Key words: Sapindaceae; *Dimocarpus longan* Lour.; Chemical constituents

龙眼(*Dimocarpus longan* Lour.)是我国南方著名水果, 果肉乳白或淡白色, 肉质爽脆, 清甜。龙眼作为保健食品, 已有一千多年的历史。龙眼肉可用于治疗虚劳羸弱、失眠、健忘、惊悸、怔忡, 益心脾、补气血和安神, 被人们推崇为“果中圣品”^[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, 种植面积和产量分别占世界的70%和50%以上, 是最大的龙眼生产国。近10年来, 龙眼的总产量大幅度增长^[3], 但由于水果上市比较集中, 贮运条件落后及储藏保鲜技术不足, 另外对其保健功能物质缺乏深入了解, 因此对龙眼果实未进行深加工, 现基本属于原始传统粗加工, 如制成桂圆肉、桂圆干、龙眼糖水罐头等, 导致龙眼价格下跌, 经济效

益下降, 严重挫伤了果农的积极性, 直接影响了地方经济的发展。

李立等^[3]对龙眼肉的磷脂组分用氯仿-甲醇(2:1)提取、双波长薄层扫描进行定量分析, 结果其溶血磷脂酰胆碱等7种磷脂总量为3.95 mg (100 g)⁻¹DW; 肖维强等^[5]采用HPLC测定广东龙眼石硤鲜果的尿嘧啶等9种核苷的含量为0.273 mg g⁻¹FW。韩国学者从龙眼肉中鉴定出6种脑苷脂, 分别是大豆脑苷I和II、龙眼脑苷I、龙眼脑苷II、苦瓜脑苷I、商陆脑苷, 以及尿嘧啶、腺苷、β-谷甾醇和β-胡萝卜甙^[6]。为了进一步明确龙眼果肉的生理活性成分, 我们对其化学成分进行了研究, 从其乙醇提取物中分离出9个化合物, 通过波谱分析分别鉴定为二十四碳酸(1)、7,8-二甲基咯嗪(2)、(2*S*,3*S*,4*R*,10*E*)-2-[(2'*R*)-2'-

收稿日期: 2009-04-08 接受日期: 2009-07-10

基金项目: 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)资助

* 通讯作者 Corresponding author, email: weixiaoyi@scbg.ac.cn

羟基二十四酰胺]-10-十八碳烯-1,3,4-三醇(3)、尿嘧啶(4)、丁二酸(5)、腺苷(6)、甘露醇(7)、 β -谷甾醇(8)和 β -胡萝卜苷(9),其中化合物1~3、5和7为首次从龙眼果肉中分离得到。

1 材料和方法

1.1 材料

龙眼(*Dimocarpus longan* Lour.)储良品种(郑公铭鉴定)果实购自广东茂名集市,剥壳去核的鲜龙眼肉放至冷柜待用。柱层析硅胶(100~200目)为青岛海洋化工厂生产;柱层析葡聚糖凝胶为Sephadex LH-20 (Amersham Biosciences, Sweden);制备薄层硅胶(GF254, 10~40 μm)为青岛海洋化工厂生产;正相薄层析硅胶板为烟台黄务硅胶开发试验厂生产。

1.2 仪器

熔点用显微熔点仪测定(Yanagimoto Seisakusho Ltd., Kyoto, Japan),未校正;旋光度用Perkin-Elmer 341旋光仪测定,甲醇为溶剂;ESIMS用API2000LC/MS/MS,甲醇为溶剂,直接进样测定; ^1H 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。

1.3 提取与分离

龙眼果肉30 kg绞成浆状,以纱布过滤分成果汁和果渣。果汁浓缩成浆,加95%乙醇搅匀,沉淀,过滤取滤液;果渣再加95%乙醇60 $^{\circ}\text{C}$ 提取2次,每次1 h,提取液和滤液合并,回收乙醇,浓缩液依次用乙酸乙酯和正丁醇萃取,萃取液分别减压浓缩回收溶剂,得到糖浆状的乙酸乙酯萃取物(33.0 g)和正丁醇萃取物(143.0 g)。

乙酸乙酯萃取物经硅胶柱层析,先用石油醚-丙酮(100:0,99:1,98:2,95:5,90:10)梯度洗脱,再用氯仿-甲醇(100:0,99:1,98:2,95:5,90:10,80:20,0:100)梯度洗脱,得到12个部分(I~XII)。第III部分(2.1 g)出现大量结晶,经石油醚-丙酮(1:1)重结晶得化合物8(1.2 g)。第IV部分(0.11 g)加入甲醇搅匀,过滤得白色粉末,即化合物1(13 mg)。第VI部分(0.16 g)经硅胶柱层析,用氯仿-甲醇(100:0~90:10)梯度洗脱得到化合物2(11 mg);第VIII部分(0.13 g)经硅胶柱层析,用氯仿-甲醇(100:0~90:10)梯度洗脱,得化合物4(13.6 mg)。第VII部分加入甲醇溶解,过滤,不溶的白色粉末用氯仿洗

涤,得化合物3(36 mg)。第IX部分经硅胶柱层析,以氯仿-甲醇(90:10~80:20)洗脱得化合物5(79.7 mg)。第X部分用甲醇、氯仿溶解,难溶的白色粉末为化合物9(0.25 g)。

正丁醇萃取液浓缩后加入甲醇放置,过滤,析出的晶体为化合物7(8.7 g)。滤液以硅胶拌样进行硅胶柱层析,用氯仿-甲醇(95:5~2:1)梯度洗脱得到6个部分(i~vi)。第iii部分经凝胶(Sephadex LH-20)柱,得化合物6(15.6 mg);第v部分析出较多晶体,过滤得2.5 g,经分析表明其和化合物7相同。

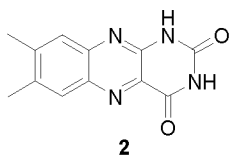
1.4 结构鉴定

二十四碳酸(Tetracosanoic acid, 1) 白色粉末,分子式为 $\text{C}_{24}\text{H}_{48}\text{O}_2$;负离子ESIMS m/z : 367 $[\text{M} - \text{H}]^-$; ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 2.17 (2H, t, $J = 7.6$ Hz, CH_2), 1.49 (2H, q, $J = 6.8$ Hz, CH_2), 1.24 [br s, $(\text{CH}_2)_n$], 0.85 (3H, t, $J = 6.8$ Hz, CH_3)。数据与文献[7]一致。

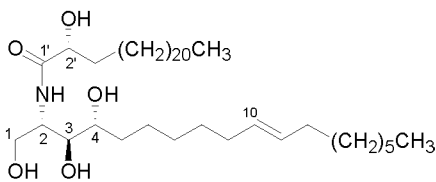
7,8-二甲基咯嗪(7,8-Dimethylalloxazine, 2) 黄色粉末,可溶于甲醇,分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$;正离子ESIMS m/z : 243 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 265 $[\text{M} + \text{Na}]^+$, 485 $[2\text{M} + \text{H}]^+$, 507 $[2\text{M} + \text{Na}]^+$, 负离子ESIMS m/z : 241 $[\text{M} - \text{H}]^-$; ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 11.69 (2H, br s, H-1, 3), 7.91 (1H, s, H-9), 7.70 (1H, s, H-6), 2.45 (6H, br s, 7, 8- CH_3); ^{13}C NMR (100 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): (146.4 (C-2), 160.6 (C-4), 141.6 (C-4a), 130.2 (C-5a), 128.7 (C-6), 138.3 (C-7), 144.7 (C-8), 125.8 (C-9), 138.9 (C-9a), 150.1 (C-10a), 19.6 (CH_3), 20.2 (CH_3)。数据与文献[8]一致。

(2S,3S,4R,10E)-2-[(2'R)-2'-羟基二十四酰胺]-10-十八碳烯-1,3,4-三醇((2S,3S,4R,10E)-2-[(2'R)-2'-hydroxylignoceroylamino]-10-octadecene-1,3,4-triol, 3) 白色粉末,分子式 $\text{C}_{42}\text{H}_{80}\text{NO}_5$;负离子ESIMS m/z : 680 $[\text{M} - \text{H}]^-$, 716 $[\text{M} + \text{Cl}]^-$;正离子ESIMS m/z : 682 $[\text{M} + \text{H}]^+$, 704 $[\text{M} + \text{Na}]^+$; ^1H NMR (400 MHz, $\text{C}_3\text{D}_8\text{N}$): δ 8.59 (1H, d, $J = 8.8$ Hz, H-NH), 5.52 (1H, m, H-11), 5.48 (1H, m, H-10), 5.11 (1H, m, H-2), 4.62 (1H, m, H-2'), 4.52 (1H, m, H-1), 4.43 (1H, m, H-1), 4.35 (1H, m, H-3), 4.28 (1H, m, H-4), 2.25 (2H, m, H-5), 2.20 (1H, m, H-3'), 2.05 (2H, m, H-12), 1.96 (2H, m, H-9), 1.77 (2H, m, H-6), 1.70 (2H, m, H-4'), 1.18-1.45 (48H, m, H-13-17, H-5'-23'), 0.85 (6H, t, $J = 6.5$ Hz, H-18, 24'); ^{13}C NMR

(100 MHz, C₅D₅N): δ 62.0 (C-1), 53.0 (C-2), 76.9 (C-3), 72.9 (C-4), 34.2 (C-5), 26.7 (C-6), 33.0 (C-9), 130.7 (C-10), 130.8 (C-11), 33.3 (C-12), 175.2 (C-1'), 72.5 (C-2'), 35.7 (C-3'), 25.8 (C-4'), 30.4-29.5 (C-13-16, 5'-22'), 23.0 (C-17, 23'), 14.3 (C-18, 24')。数据与文献[9]一致。



2



3

尿嘧啶 (Uracil, 4) 白色粉末, 分子式为 C₄H₄N₂O₂; 正离子 ESIMS m/z : 113 [M + H]⁺, 135 [M + Na]⁺, 225 [2M + H]⁺, 247 [2M + Na]⁺; 负离子 ESIMS m/z : 111 [M - H]⁻, 223 [2M - H]⁻; ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆): δ 11.01 (1H, br s, H-3), 10.82 (1H, br s, H-1), 7.38 (1H, d, $J = 8.0$ Hz, H-6), 5.43 (1H, d, $J = 8$ Hz, H-5)。数据与文献[10]一致。

丁二酸 (Butanedioic acid, 5) 无色针晶, mp. 185~187°C, 分子式为 C₄H₆O₄; 负离子 ESIMS m/z : 117 [M - H]⁻, 235 [2M - H]⁻; ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆): δ 12.15 (1H, br s, H-COOH), 2.40 (2H, s, H-2)。数据与文献[10]一致。

腺嘌呤核苷 (Adenosine, 6) 白色粉末, 分子式为 C₁₀H₁₃N₅O₄; 正离子 ESIMS m/z : 268 [M + H]⁺; 负离子 ESIMS m/z : 266 [M - H]⁻, 302 [M + Cl]⁻; ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆): δ 8.34 (1H, s, H-2), 8.12 (1H, s, H-6), 7.35 (2H, br s, NH₂-4), 5.86 (1H, d, $J = 6.0$ Hz, H-1'), 5.44 (1H, d, $J = 6.0$ Hz, OH-2'), 5.41 (1H, d, $J = 4.4$ Hz, OH-5'), 5.18 (1H, d, $J = 4.4$ Hz, OH-3'), 4.60 (1H, dd, $J = 11.6, 6.4$ Hz, H-2'), 4.12 (1H, dd, $J = 7.6, 4.8$ Hz, H-3'), 3.95 (1H, dd, $J = 6.40, 3.20$ Hz, H-4'), 3.66 (1H, m, H-5'), 3.53 (1H, m, H-5')。数据与文献[11]一致。

甘露醇 (Mannitol, 7) 白色毛状针晶, mp. 136~138°C, 分子式为 C₆H₁₄O₆; $[\alpha]_D^{20} = +1.25^\circ$ (C=0.4 in water); 正离子 ESIMS m/z : 183 [M + H]⁺, 205 [M + Na]⁺; 负离子 ESIMS m/z : 181 [M -

H]⁻, 217 [M + Cl]⁻; ¹H NMR (400 MHz, DMSO-*d*₆): δ 4.42 (2H, d, $J = 5.6$ Hz, OH-3, 4), 4.32 (2H, t, $J = 5.6$ Hz, OH-1, 6), 4.12 (2H, d, $J = 7.2$ Hz, OH-3, 4), 3.59 (2H, m, H-1b, 6b), 3.52 (2H, t, $J = 7.6$ Hz, H-3, 4), 3.44 (2H, m, H-2, 5), 3.36 (2H, m, H-1a, 6a); ¹³C NMR (100 MHz, DMSO-*d*₆): δ 63.86 (C-1, 6), 71.31 (C-2, 5), 69.67 (C-3, 4)。数据与文献[12]一致。

β -谷甾醇 (β -sitosterol, 8) 白色针状晶体, mp. 136~138°C, 分子式为 C₂₉H₅₀O; ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ 5.33 (1H, d, $J = 4.8$ Hz, H-6), 3.50 (1H, m, H-3), 0.99 (3H, s, H-19), 0.90 (3H, d, $J = 6.4$ Hz, H-21), 0.83 (3H, t, $J = 7.6$ Hz, H-29), 0.80 (3H, d, $J = 2.0$ Hz, H-26), 0.78 (3H, d, $J = 2.0$ Hz, H-27), 0.66 (3H, s, H-18)。氢谱数据与文献[13]报道的 β -谷甾醇一致。

β -胡萝卜苷 (β -daucosterol, 9) 白色粉末, 分子式为 C₃₅H₆₀O₆; ESIMS m/z : 577 [M + H]⁺, 599 [M + Na]⁺; 负离子 ESIMS m/z : 575 [M - H]⁻, 611 [M + Cl]⁻; ¹H NMR (400 MHz, pyridine-*d*₅): δ 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), 0.98 (3H, d, $J = 6.4$ Hz, H-19), 0.92 (3H, s, H-21), 0.88 (3H, d, $J = 1.2$ Hz, H-29), 0.86 (3H, d, $J = 1.0$ Hz, H-27), 0.84 (3H, s, H-26), 0.65 (3H, s, H-18)。数据与文献[14]一致。

2 结果和讨论

从鲜龙眼果肉的 95% 乙醇提取物中分离得到 9 个化合物。通过对光谱 (ESIMS、NMR) 数据分析和文献对比, 9 个化合物分别鉴定为二十四碳酸 (1)、7,8-二甲基咯嗪 (2)、(2*S*,3*S*,4*R*,10*E*)-2-[(2'*R*)-2'-羟基二十四碳酰胺]-10-十八碳烯-1,3,4-三醇 (3)、尿嘧啶 (4)、丁二酸 (5)、腺苷 (6)、甘露醇 (7)、 β -谷甾醇 (8) 和 β -胡萝卜苷 (9), 其中化合物 1~3、5 和 7 为首次从龙眼果肉中分离得到。

尿嘧啶 (4) 和腺苷 (6) 是人体必需的核苷类生理活性成分, 给 1 月龄小鼠口服尿嘧啶 25~800 mg kg⁻¹, 对脑和肝 MAO-B 活性的抑制作用有明显的量-效关系, 多次口服尿嘧啶 300 mg kg⁻¹ 对 18 月龄小鼠

脑 MAO 活性的抑制作用明显强于对 1 月龄小鼠,并能增加 18 月龄小鼠脑组织的 5-HT 和 DA 含量,体外实验证明,尿嘧啶对 MAO-B 活性的抑制程度明显强于对 MAO-A^[15],这表明尿嘧啶能延缓衰老。腺苷对缺血再灌注心肌具有保护作用,目前已用于心肌梗死、心律失常的防治及心脏停搏法、经皮冠状动脉内成型术、心脏移植术^[16];也是一内源性抗炎物质^[17],陈霞平等证实腺苷对于体外培养的神经干细胞有促增殖作用^[18]。丁二酸(5)具有抗蛇毒及镇痛、消炎、止痛作用,可抗多种惊厥及中枢抑制作用^[9],动物实验表明丁二酸可明显提高部分动物的白细胞数量及其吞噬功能,并能减少动物致敏血清 IgE 抗体形成^[20]。甘露醇(7)能显著增加动物皮肤羟脯氨酸、胶原纤维的含量,增加皮肤弹性,延缓动物皮肤衰老^[21],而且甘露醇是滋补类药物,如冬虫夏草、肉苁蓉等的主要成分。据报道 β-谷甾醇(8)对超氧阴离子和羟基自由基有清除作用,并对猪油有抗氧化活性^[22],还有显著的消炎作用(相当于氢化可的松、羟基保太松)和显著的解热作用(相当于乙酰水杨酸),且致溃疡作用极小^[23]。Awad 等的体外实验证明 β-谷甾醇可有效抑制人体 MDA-MB-231 乳腺癌细胞^[24],Malini 等证明其对子宫内物质代谢有类似于雌激素的作用^[25]。胡萝卜苷(9)对成骨样细胞 UMR106 有显著促进增殖作用^[26]。可见,本次研究中分离到的这些化合物的生理活性与龙眼肉的保健作用,及治疗虚劳羸弱、惊悸、怔忡等有一定相关性。

参考文献

- [1] Jiangsu New Medicinal College (江苏新医学院). Dictionary of Chinese Materia Medica [M]. Shanghai: Shanghai Scientific Technologic Publisher, 1977: 636-637. (in Chinese)
- [2] Jiang Y, Zhang Z, Joyce D C, et al. Postharvest biology and handling of longan fruit (*Dimocarpus longan* Lour.) [J]. Postharv Biol Techn, 2002, 26: 241-252.
- [3] Gu X L(古小玲), Li Y P(李玉萍), Liang W H(梁伟红), et al. The survey of longan industry development in China [J]. Chin Agr Sci Bull(中国农学通报), 2008, 24(9): 470-474. (in Chinese)
- [4] 李立, 马萍, 李芳生. 龙眼肉磷脂组分的分析 [J]. 中国中药杂志, 1995, 20(7): 426.
- [5] Xiao W Q(肖维强), Lai Z Y(赖志勇), Dai H F(戴宏芬), et al. Determination of nine nucleosides from *Dimocarpus longan* Lour. flesh by HPLC [J]. J Huazhong Agri Univ(华中农业大学学报), 2007, 26(5): 722-726. (in Chinese)
- [6] Ryu J, Kim J S, Kang S S. Cerebrosides from longan arillus [J]. Arch Pharm Res, 2003, 26(2): 138-142.
- [7] Zhu C L(朱超兰), Yang P M(杨培明). Isolation and structure identification of chemical constituents from the root of *Litsea cubeba* [J]. Chin J Pharm(中国医药工业杂志), 2007, 38(8): 558-560. (in Chinese)
- [8] Kwon H C, Kim K R, Zee S D, et al. A new indolinepeptide from *Paecilomyces* sp. J300 [J]. Arch Pharm Res, 2004, 27(6): 604-609.
- [9] Zhan Z J, Sun H D, Wu H M, et al. Chemical components from the fungus *Engleromyces goetzei* [J]. Acta Bot Sin, 2003, 45: 248-252.
- [10] Sun W X(孙武兴), Li X(李铤), Li N(李宁), et al. Chemical constituents of the extraction of bamboo leaves from *Phyllostachys nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro var. *henonis* (Mif.) Stepf. ex Rendle [J]. J Shenyang Pharm Univ(沈阳药科大学学报), 2008, 25(11): 139-143. (in Chinese)
- [11] Zou Z J(邹志杰), Yang J S(杨峻山). Studies on the chemical constituents of the roots of *Anemone altaica* [J]. J Chin Med Mat (中药材), 2008, 31(1): 49-51. (in Chinese)
- [12] Yang N Y(杨念云), Duan J A(段金殿), Qian S H(钱士辉), et al. Studies on the chemical constituents of *Tagetes erecta* L. [J]. J Shenyang Pharm Univ(沈阳药科大学学报), 2003, 20(4): 258-259. (in Chinese)
- [13] 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.
- [14] Li X H(李晓花), Lin L D(林立东), Wu P(吴萍), et al. Chemical constituents from barks of *Endospermum chinense* Benth. [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 2007, 15(1): 35-39. (in Chinese)
- [15] Chen X G(陈晓光), Wang B X(王本祥), Zhang J(张洁), et al. Inhibitory effect of uracil on monoamine oxidase activity [J]. Chin Biochem J(生物化学杂志), 1992, 8(1): 81-85. (in Chinese)
- [16] Hao Y H(郝宇华), Gao C L(高春霖). The protective effects of adenosine against myocardial ischemia [J]. Med Recap(医学综述), 2008, 14(5): 769-772. (in Chinese)
- [17] Cronstein B N. Adenosine, an endogenous anti-inflammatory agent [J]. J Appl Physiol, 1994, 75: 5-13.
- [18] Chen X P(陈霞平), Du S M(杜士明), Wang Q B(王启斌), et al. Adenosine promotes proliferation of neural stem cells *in vitro* [J]. Herald Med(医药导报), 2008, 27(8): 911-914. (in Chinese)
- [19] 章鸣玉, 张士善. 丁二酸及丁烯二酸几何异构体的抗惊厥作用 [J]. 中国医药工业杂志, 1983(4): 43.
- [20] 可君, 张贵卿, 翁世艾, 等. 丁二酸对免疫功能的影响 [J]. 河南医学院学报: 医学版, 1983, 18(3): 20-24.
- [21] Xue D J(薛德钧), Zhang M(章明), Wu X H(吴小红), et al. Studies on the active antisene constituents in *Cistanche deserticola* Y. C. Ma [J]. Chin J Chin Mater Med(中国中药杂志), 1995, 20(11): 687-689. (in Chinese)
- [22] Liu H Q(刘慧琼), Guo S H(郭书好), Shen Y S(沈英森), et al. Study in antioxidative effect of β-sitosterol [J]. J Guangdong Coll Pharm(广东药学院学报), 2004, 20(3): 281-283. (in Chinese)
- [23] Gupta M B, Nath R, Srivastava N, et al. Anti-inflammatory and antipyretic activities of beta-sitosterol [J]. Planta Med, 1980, 39(2):

157-163.

[24] Ji E Y, Jin S W, Yun C Y, et al. Effects of lactose- β -sitosterol and β -sitosterol on ovalbumin-induced lung inflammation in actively sensitized mice [J]. *Inter Immunophar*, 2007,7: 1517-1527.

[25] Malini T, Vanithakumari G. Comparative study of the effects of beta-sitosterol, estradiol and progesterone on selected biochemical

parameters of the uterus of ovariectomised rats [J]. *J Ethnopharmacol*, 1992, 36(1): 51-55.

[26] Gao X Y(高晓燕), Su Y F(苏又凡), Li F M(李发美). The effect of daucosterol in *Achyranthes bidentata* Bl. on proliferation of UMR106 osteoblast like cells and its determination [J]. *J Chengde Med Coll(承德医学院学报)*, 2003, 20(1): 1-4.(in Chinese)