

锦灯笼中酸浆苦素类化学成分的研究

林 峰, 王金辉*

沈阳药科大学 中药学院, 辽宁 沈阳 110016

摘要: 目的 研究锦灯笼 95%乙醇提取物的石油醚、氯仿、醋酸乙酯萃取部位中化学成分。方法 利用硅胶柱色谱、反相 ODS 柱色谱、制备液相色谱等方法进行分离、纯化, 根据化合物的理化性质和光谱数据鉴定其结构。结果 分离得到了 7 个化合物, 经结构鉴定分别为酸浆苦素 A (1)、酸浆苦素 D (2)、酸浆苦素 L (3)、酸浆苦素 O (4)、木犀草素 (5)、木犀草素-7-O- β -D-葡萄糖苷 (6) 和胡萝卜苷 (7)。结论 共分离得到 7 个化合物, 并对酸浆苦素类化合物 1~4 进行了较为详细的解析和更为全面的 NMR 归属。

关键词: 锦灯笼; 化学成分; 酸浆苦素; 黄酮

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1674-5515(2011)06-0469-04

Chemical constituents of physalins from dried calyx of *Physalis alkekengi* var. *franchetii*

LIN Feng, WANG Jin-hui

School of Traditional Chinese Materia Medica, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China

Abstract: Objective To study the chemical constituents in petroleum ether, chloroform, ethyl acetate extract parts from the 95% alcohol extract in dried calyx of *Physalis alkekengi* var. *franchetii*. **Methods** The constituents were separated and purified by column chromatography on silica gel, RP-ODS and HPLC, and their structures were identified by physicochemical properties and spectral methods. **Results** Seven compounds were obtained and they were identified as physalin A (1), physalin D (2), physalin L (3), physalin O (4), luteolin (5), luteolin-7-O- β -D-glucopyranoside (6), and daucosterol (7). **Conclusion** Seven compounds are obtained, and physalin compounds 1—4 are analyzed with more identification data and NMR arrangements.

Key words: calyx of *Physalis alkekengi* L. var. *franchetii* (Mast.) Makino; chemical constituent; physalins; flavonoids

锦灯笼为茄科植物酸浆 *Physalis alkekengi* L. var. *franchetii* (Mast.) Makino 的干燥宿萼或带果实的宿萼, 味苦, 性寒, 归肺经, 清热解毒、利咽化痰, 利尿通淋, 常用于咽痛音哑, 痰热咳嗽, 小便不利, 热淋涩痛; 外治天疱疮, 湿疹^[1]。酸浆始载于《神农本草经》, 一名醋浆, 列为中品。目前从锦灯笼中分离得到的化合物类型主要为甾体类、甾醇类、生物碱类、黄酮类等成分^[2-4]。本实验对锦灯笼的 95%乙醇提取物进行了化学成分研究, 从其石油醚、氯仿、醋酸乙酯萃取部位得到了 7 个化合物, 经鉴定分别为酸浆苦素 A (1)、酸浆苦素 D (2)、酸浆苦素 L (3)、酸浆苦素 O (4)、木犀草素 (5)、木犀草素-7-O- β -D-葡萄糖苷 (6)、胡萝卜苷 (7), 并通过对其 ¹H-NMR 和 ¹³C-NMR 数据进行较为详细的解析和比文献更为全面的 NMR 归属, 为以后

的分析鉴定提供了更完善的依据。酸浆苦素类成分的结构见图 1。

1 仪器与材料

Varian—300 核磁共振谱仪 (TMS 内标, 美国 Varian 公司); Burkert—ARX—300 核磁共振谱仪 (TMS 内标, 瑞士 Bruker 公司); L—7420 液相色谱仪 (日本日立公司); YMC 制备型色谱柱 (250 mm×10 mm, 5 μ m)。

柱色谱用硅胶 (200~300 目) 和薄层色谱用硅胶 GF₂₅₄ (青岛海洋化工厂); ODS (30~80 μ m, 天津市化学试剂二厂色谱技术开发公司); 液相色谱用试剂为色谱纯, 其他试剂规格均为分析纯。

药材购于沈阳市药材市场, 经沈阳药科大学中药学院路金才教授鉴定为酸浆 *Physalis alkekengi* L. var. *franchetii* (Mast.) Makino 的干燥宿萼。

收稿日期: 2011-06-17

*通讯作者 王金辉 Tel: (024) 23986479 E-mail: wangjh1972@vip.sina.com

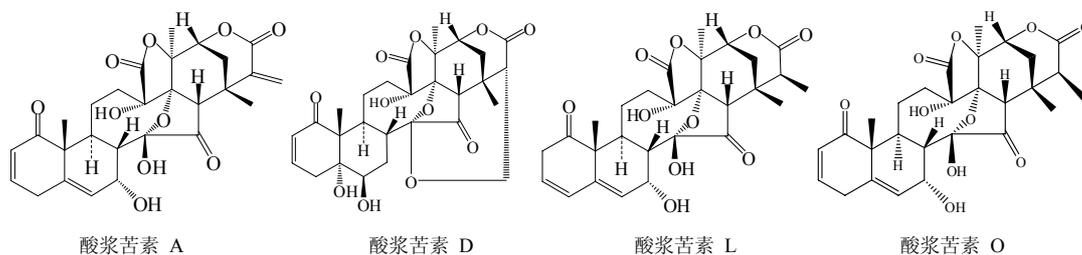


图 1 酸浆苦素类成分的结构

Fig. 1 Structures of physalins

2 提取与分离

锦灯笼的干燥宿萼 (19 kg) 以 10 倍量 95%乙醇回流提取 2 次, 每次 3 h, 减压回收溶剂, 浓缩, 用水混悬, 依次用石油醚、氯仿、醋酸乙酯萃取, 得各萃取物 342.5、246.5、105.4 g。取氯仿萃取物浸膏 150 g 经硅胶柱色谱分离, 以石油醚-丙酮系统梯度洗脱。石油醚-丙酮 (100:50) 洗脱馏分经硅胶柱色谱分离, 石油醚-醋酸乙酯-丙酮 (10:1:1~2:1:1) 洗脱得化合物 **1** (5.6 mg)、**3** (16 mg)。石油醚-丙酮 (100:10~100:25) 洗脱馏分经硅胶柱色谱分离, 氯仿-甲醇系统进行梯度洗脱。氯仿-甲醇 (100:1) 馏分经硅胶柱色谱分离, 石油醚-醋酸乙酯 (100:7~100:8)、ODS 开放柱色谱、制备液相色谱分离得到化合物 **4** (8 mg)。氯仿-甲醇 (100:5) 馏分经硅胶柱色谱、ODS 开放柱色谱分离, 得化合物 **7** (20 mg)。醋酸乙酯层浸膏 70 g 经硅胶柱色谱分离, 氯仿-甲醇系统梯度洗脱。氯仿-甲醇 (100:7~100:8) 洗脱馏分再经硅胶柱色谱分离, 石油醚-醋酸乙酯-丙酮 (6:1:1~2:1:1) 洗脱、重结晶得化合物 **2** (1.2 g), 氯仿-甲醇 (100:10)、氯仿-甲醇 (100:15) 洗脱馏分再分别经 ODS 开放柱色谱分离, 得到化合物 **5** (200 mg)、**6** (6 mg)。

3 结构鉴定

化合物 **1**: 白色结晶 (丙酮), 分子式 $C_{28}H_{30}O_{10}$, 10% 硫酸乙醇显橙黄色。 ^{13}C -NMR (75 MHz, $DMSO-d_6$) 中, 共给出 28 个碳信号。低场区 δ 213.8 (C-15)、202.1 (C-1) 分别是两个酮羰基碳信号, δ 171.8 (C-18)、161.9 (C-26) 分别为两个酯羰基碳信号, 提示可能为酸浆苦素类化合物。 δ 138.0 (C-25)、132.3 (C-27) 是与羰基共轭的环外双键碳信号; δ 146.6 (C-3)、126.9 (C-2) 是与 1 位羰基共轭的双键碳信号, 从而使 1 位的羰基化学位移向高场移动, δ 139.4 (C-5)、127.3 (C-6) 为其他 2

个烯碳信号; δ 100.8 (C-14) 为半缩醛碳信号, 提示 C-14 与 C-27 未成环; δ 82.1 (C-20)、82.1 (C-13)、79.4 (C-17) 为 3 个连氧的季碳信号, δ 61.4 (C-7)、75.6 (C-22) 为其他 2 个连氧叔碳信号。 1H -NMR (300 MHz, $DMSO-d_6$) 中, 高场区 δ 1.02、1.55、1.70 处显示 3 个单峰信号, 分别为 C-19、C-28、C-21 的 3 个甲基质子信号; δ 5.83 (1H, dd, $J=1.8$ Hz, 10.0 Hz, H-2)、6.93 (1H, m, H-3)、5.69 (1H, d, $J=4.8$ Hz, H-6)、6.44 (1H, s, H-27)、5.61 (1H, s, H-27) 为 5 个烯氢质子信号; δ 5.05 (1H, d, $J=2.4$ Hz, 7-OH)、5.59 (1H, s, 13-OH)、6.42 (1H, s, 14-OH) 为 3 个羟基氢质子信号; δ 4.59 (1H, d, $J=1.5$ Hz, H-7)、4.49 (1H, m, H-22) 为 2 个连氧氢质子信号。以上数据与文献报道^[5]对照, 鉴定该化合物为酸浆苦素 A。

数据归属如下: 1H -NMR (300 MHz, $DMSO-d_6$) δ : 5.83 (1H, dd, $J=1.8$ 、10.0 Hz, H-2), 6.93 (1H, m, H-3), 3.26 (1H, br, $J=21.9$ Hz, H-4 β), 2.99 (1H, m, H-4 α), 5.69 (1H, d, $J=4.8$ Hz, H-6), 4.59 (1H, d, $J=1.5$ Hz, H-7), 5.05 (1H, d, $J=2.4$ Hz, 7-OH), 1.80 (1H, br, H-8), 2.99 (1H, m, H-9), 1.13 (1H, m, H-11 β), 2.05 (1H, m, H-11 α), 2.19 (1H, m, H-12 α), 1.90 (1H, m, H-12 β), 5.59 (1H, s, 13-OH), 6.42 (1H, s, 14-OH), 3.09 (1H, s, H-16), 1.02 (3H, s, 19- CH_3), 1.70 (3H, s, 21- CH_3), 4.49 (1H, m, H-22), 2.06 (1H, m, H-23), 2.03 (1H, m, H-23), 5.61 (1H, s, H-27 α), 6.44 (1H, s, H-27 β), 1.55 (3H, s, 28- CH_3)。 ^{13}C -NMR (75 MHz, $DMSO-d_6$) δ : 213.8 (C-15), 202.1 (C-1), 171.8 (C-18), 161.9 (C-26), 146.6 (C-3), 139.4 (C-5), 138.0 (C-25), 132.3 (C-27), 127.3 (C-6), 126.9 (C-2), 100.8 (C-14), 82.1 (C-20), 82.1 (C-13), 79.4 (C-17), 75.6 (C-22), 61.4 (C-7), 54.0 (C-10), 52.7 (C-16), 46.4 (C-8), 35.6 (C-24), 32.1 (C-4),

30.8 (C-23), 29.7 (C-12), 29.1 (C-9), 26.4 (C-28), 23.3 (C-11), 21.3 (C-21), 14.1 (C-19)。

化合物 2: 白色结晶(丙酮), 分子式 $C_{28}H_{32}O_{11}$, 10% 硫酸乙醇显橙黄色。 ^{13}C -NMR (75 MHz, DMSO- d_6) 中, 共给出 28 个碳信号。低场区 δ 210.1 (C-15)、204.4 (C-1) 分别为 2 个酮羰基碳信号, δ 172.0 (C-18)、167.5 (C-26) 分别为 2 个酯羰基碳信号, 提示可能为酸浆苦素类化合物。 δ 143.0 (C-3)、127.4 (C-2) 分别为 2 个烯碳信号且与羰基形成共轭; δ 107.0 (C-14) 为 1 个缩醛碳信号, 提示 C-14、C-27 形成氧环而使其化学位移向低场方向移动; δ 80.8 (C-17)、80.6 (C-20)、78.7 (C-13)、76.6 (C-5) 为 4 个连氧的季碳信号, δ 76.5 (C-22)、72.7 (C-6) 为 2 个连氧的叔碳信号, δ 60.6 (C-27) 为连氧的仲碳信号。 1H -NMR (300 MHz, DMSO- d_6) 中, 高场区 δ 1.10、1.16、1.79 处显示 3 个单峰信号, 分别为 C-19、C-28、C-21 的 3 个甲基质子信号; δ 6.62 (1H, m, H-3)、5.70 (1H, dd, $J=2.4$ 、10.2 Hz, H-2) 分别为 2 个烯氢质子信号; δ 5.82 (1H, s, 13-OH)、4.92 (1H, d, $J=4.0$ Hz, 6-OH)、4.25 (1H, s, 5-OH) 分别为 3 个羟基氢质子信号; δ 4.21 (1H, dd, $J=12.9$ 、8.4 Hz, H-27 α)、3.57 (1H, br, $J=12.9$ Hz, H-27 β) 为 2 个连氧氢质子信号, 进一步提示存在 14-O-27 结构。以上数据与文献报道^[6]对照, 鉴定该化合物为酸浆苦素 D。

数据归属如下: 1H -NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ : 5.70 (1H, dd, $J=2.4$ 、10.2 Hz, H-2), 6.62 (1H, m, H-3), 3.12 (1H, m, H-4 β), 2.00 (1H, d, $J=5.1$ Hz, H-4 α), 4.25 (1H, s, 5-OH), 3.48 (1H, d, $J=3.6$ Hz, H-6), 4.92 (1H, d, $J=4.0$ Hz, 6-OH), 1.89 (1H, m, H-7), 1.95 (1H, m, H-7), 2.14 (1H, m, H-8), 3.06 (1H, m, H-9), 1.78 (1H, m, H-11 α), 0.94 (1H, m, H-11 β), 2.12 (1H, m, H-12 α), 1.45 (1H, m, H-12 β), 2.81 (1H, s, H-16), 5.82 (1H, s, 13-OH), 4.57 (1H, t, $J=2.1$ Hz, 5.4 Hz, H-22), 2.01 (1H, m, H-23), 1.95 (1H, m, H-23), 2.88 (1H, d, $J=3.3$ Hz, H-25), 4.21 (1H, dd, $J=12.9$ 、8.4 Hz, H-27 α), 3.57 (1H, br, $J=12.9$ Hz, H-27 β), 2.81 (1H, s, H-16), 1.79 (3H, s, 21-CH $_3$), 1.16 (3H, s, 28-CH $_3$), 1.10 (3H, s, 19-CH $_3$)。 ^{13}C -NMR (75 MHz, DMSO- d_6) δ : 210.1 (C-15), 204.4 (C-1), 172.0 (C-18), 167.5 (C-26), 143.0 (C-3), 127.4 (C-2), 107.0 (C-14),

80.8 (C-17), 80.6 (C-20), 78.7 (C-13), 76.6 (C-5), 76.5 (C-22), 72.7 (C-6), 60.6 (C-27), 54.1 (C-10), 54.0 (C-16), 49.5 (C-25), 38.4 (C-8), 35.7 (C-4), 31.4 (C-23), 30.6 (C-9), 30.0 (C-24), 26.8 (C-7), 26.0 (C-12), 24.9 (C-11), 24.6 (C-28), 21.8 (C-21), 13.4 (C-19)。

化合物 3: 白色结晶(丙酮), 分子式 $C_{28}H_{32}O_{10}$, 10% 硫酸乙醇显橙黄色。 ^{13}C -NMR (75 MHz, DMSO- d_6) 中, 共给出 28 个碳信号。低场区 δ 216.0 (C-15)、209.1 (C-1) 分别为 2 个酮羰基碳信号, δ 172.1 (C-18)、171.9 (C-26) 分别为 2 个酯羰基碳信号, 提示可能为酸浆苦素类化合物, 且 δ 209.1 (C-1) 的碳信号提示 1 位的羰基没有共轭。 δ 142.7 (C-5)、128.3 (C-3)、127.8 (C-6)、126.2 (C-4) 分别为 2 对双键的烯碳信号; δ 101.2 (C-14) 的碳信号说明 C-14 与 C-27 未形成氧环; δ 82.3 (C-17)、82.3 (C-20)、79.6 (C-13) 为 3 个连氧的季碳信号, δ 76.3 (C-22)、61.6 (C-7) 则是其余 2 个连氧的叔碳信号。 1H -NMR (300 MHz, DMSO- d_6) 中, 高场区 δ 1.13、1.68、1.29 处显示有 3 个单峰信号, 分别为 C-19、C-21、C-28 的 3 个甲基质子信号; δ 5.73 (1H, d, $J=5.4$ Hz, H-6)、5.85 (1H, d, $J=9.3$ Hz, H-3)、6.12 (1H, d, $J=9.6$ Hz, H-4) 分别为 3 个烯氢质子信号; δ 6.85 (1H, s, 14-OH)、5.51 (1H, s, 13-OH)、5.04 (1H, d, $J=3.9$ Hz, 7-OH) 分别为 3 个羟基氢质子信号; δ 4.54 (1H, m, H-22)、4.58 (1H, m, H-7) 为 2 个连氧氢质子信号。以上数据与文献报道^[7]对照, 鉴定该化合物为酸浆苦素 L。

数据归属如下: 1H -NMR (300 MHz, DMSO- d_6) δ : 6.85 (1H, s, 14-OH), 3.48 (1H, br, $J=20$ Hz, H-2), 2.69 (1H, dd, $J=20$ 、3 Hz, H-2), 5.85 (1H, d, $J=9.3$ Hz, H-3), 6.12 (1H, d, $J=9.6$ Hz, H-4), 5.73 (1H, d, $J=5.4$ Hz, H-6), 4.58 (1H, m, H-7), 2.00 (1H, m, H-8), 3.08 (1H, dd, $J=10.4$ 、8.7 Hz, H-9), 1.15 (1H, m, H-11 β), 1.53 (1H, dd, $J=17.1$ 、8.4 Hz, H-11 α), 1.90 (1H, dd, $J=15$ 、4.5 Hz, H-12), 2.10 (1H, m, H-12), 5.51 (1H, s, OH-13), 2.94 (1H, s, H-16), 5.04 (1H, d, $J=3.9$ Hz, 7-OH), 4.54 (1H, m, H-22), 1.76 (1H, br, $J=14.7$ Hz, H-23), 2.04 (1H, m, H-23), 2.61 (1H, d, $J=5.7$ Hz, H-25), 1.13 (3H, s, 19-CH $_3$), 1.16 (3H, d, $J=7.5$ Hz, 27-CH $_3$), 1.68 (3H, s, 21-CH $_3$), 1.29 (3H, s, 28-CH $_3$)。

$^{13}\text{C-NMR}$ (75 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 216.0 (C-15), 209.1 (C-1), 172.1 (C-18), 171.9 (C-26), 142.7 (C-5), 128.3 (C-3), 127.8 (C-6), 126.2 (C-4), 101.2 (C-14), 82.3 (C-17), 82.3 (C-20), 79.6 (C-13), 76.3 (C-22), 61.6 (C-7), 56.5 (C-10), 53.3 (C-16), 45.2 (C-8), 38.8 (C-25), 34.7 (C-24), 34.7 (C-2), 29.6 (C-23), 28.1 (C-9), 26.0 (C-12), 25.2 (C-21), 23.7 (C-11), 21.5 (C-19), 16.9 (C-27), 15.7 (C-28)。

化合物 4: 白色结晶(丙酮), 分子式 $\text{C}_{28}\text{H}_{32}\text{O}_{10}$, 10% 硫酸乙醇显橙黄色。 $^{13}\text{C-NMR}$ (75 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) 中, 共给出 28 个碳信号。低场区 δ 216.0 (C-15)、202.1 (C-1) 分别为 2 个酮羰基碳信号, δ 172.0 (C-18)、172.0 (C-26) 分别为 2 个酯羰基碳信号, 提示可能为酸浆苦素类化合物, 且 δ 202.1 (C-1) 的碳信号提示 1 位的羰基与双键共轭。 δ 146.7 (C-3)、139.6 (C-5)、127.3 (C-6)、126.9 (C-2) 分别为 2 对双键的烯碳信号; δ 101.0 (C-14) 的碳信号说明 C-14 与 C-27 位未形成氧环; δ 82.2 (C-13)、82.2 (C-20)、79.5 (C-17) 为 3 个连氧的季碳信号, δ 76.3 (C-22)、61.4 (C-7) 为 2 个连氧的叔碳信号。 $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) 中, 高场区 δ 1.03、1.30、1.68 处显示有 3 个单峰信号, 分别为 C-19、C-28、C-21 位的甲基氢信号; δ 6.94 (1H, m, H-3)、5.83 (1H, d, $J=10.2$ Hz, H-2)、5.72 (1H, d, $J=5.1$ Hz, H-6) 分别是 3 个烯氢质子信号; δ 6.81 (1H, s, 14-OH)、5.58 (1H, s, 13-OH)、5.01 (1H, s, 7-OH) 分别为 3 个羟基氢质子信号。以上数据与文献报道^[8]对照, 鉴定该化合物为酸浆苦素 O。

数据归属如下: $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, $\text{DMSO-}d_6$) δ : 5.83 (1H, d, $J=10.2$ Hz, H-2), 6.94 (1H, m, H-3), 3.10 (1H, d, $J=21.8$ Hz, H-4 β), 2.95 (1H, m, H-4 α), 5.72 (1H, d, $J=5.1$ Hz, H-6), 4.54 (1H, m, H-7), 5.01 (1H, s, 7-OH), 1.87 (1H, d, $J=12.3$ Hz, H-8), 3.01 (1H, dd, $J=11.7$ 、9.3 Hz, H-9), 2.06 (1H, m, H-11), 1.15 (1H, m, H-11), 2.21 (1H, m, H-12 α), 1.95 (1H, d, $J=5.4$ Hz, H-12 β), 5.58 (1H, s, 13-OH), 6.81 (1H, s, 14-OH), 1.03 (3H, s, 19- CH_3), 1.68 (3H, s, 21- CH_3), 4.53 (1H, m, H-22), 1.78 (1H, d, $J=14.7$ Hz, H-23), 2.01 (1H, m, H-23), 2.59 (1H, m, H-25), 1.15 (3H, d, $J=6.9$ Hz, 27- CH_3), 1.30 (3H, s, 28- CH_3)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (75 MHz, $\text{DMSO-}d_6$)

δ : 216.0 (C-15), 202.1 (C-1), 172.0 (C-18), 172.0 (C-26), 146.7 (C-3), 139.6 (C-5), 127.3 (C-6), 126.9 (C-2), 101.0 (C-14), 82.2 (C-13), 82.2 (C-20), 79.5 (C-17), 76.3 (C-22), 61.4 (C-7), 54.0 (C-10), 53.3 (C-16), 46.3 (C-8), 40.8 (C-25), 34.6 (C-24), 32.1 (C-4), 29.7 (C-12), 29.1 (C-9), 26.0 (C-23), 25.1 (C-28), 23.4 (C-11), 21.4 (C-21), 16.8 (C-27), 14.1 (C-19)。

化合物 5: 黄色粉末(甲醇), 分子式 $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_6$, 三氯化铁反应呈阳性, 提示可能为黄酮类化合物。 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据与文献报道^[9]一致, 鉴定该化合物为木犀草素。

化合物 6: 黄色粉末(甲醇), 分子式 $\text{C}_{21}\text{H}_{20}\text{O}_{11}$, 三氯化铁反应呈阳性, 提示可能为黄酮类化合物。 $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 数据与文献报道^[10]一致, 鉴定该化合物为木犀草素-7-*O*- β -*D*-葡萄糖苷

化合物 7: 白色粉末, 10% 硫酸显紫色。与胡萝卜苷对照品共薄层色谱, 在 3 种溶剂系统下 R_f 值一致且呈一个斑点, 故确定该化合物为胡萝卜苷。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 王明东, 杨松松. 锦灯笼化学成分及药理作用综述 [J]. 辽宁中医学院学报, 2005, 7(4): 341-342.
- [3] 李静, 李德坤. 锦灯笼化学成分的研究(I) [J]. 中草药, 2002, 33(8): 692-693.
- [4] 李娟, 李静, 李德坤. 锦灯笼化学成分的研究(II) [J]. 中草药, 2002, 33(9): 788-789.
- [5] Matsuura T, Kawai M, Nakashima R, et al. Structures of physalin A and physalin B, 13,14-seco-16,24-cyclo-steroids from *Physalis alkekengi* var. *francheti* [J]. *J Chem Soc C*, 1970, 10(5): 644-670.
- [6] Row L R, Reddy K S, Sarma N S, et al. New physalins from *Physalis angulata* and *Physalis lancifolia*. Structure and reactions of physalins D, I, G and K [J]. *Phytochemistry*, 1980, 19(8): 1175-1181.
- [7] Kawai M, Matsuura T, Kyuno S, et al. A new physalin from *Physalis alkekengi*: Structure of physalin L [J]. *Phytochemistry*, 1987, 26(12): 3313-3317.
- [8] Kawai M, Ogura T, Makino B, et al. Physalins N and O from *Physalis alkekengi* [J]. *Phytochemistry*, 1992, 31(12): 4299-4302.
- [9] 赵倩, 邱莉, 卜光明, 等. 酸浆宿萼的化学成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2006, 23(3): 151-155.
- [10] 邱莉, 姜志虎, 刘红霞, 等. 酸浆宿萼的黄酮苷类化学成分 [J]. 沈阳药科大学学报, 2007, 24(12): 744-747.