·基础研究·

远志地上部分正丁醇部位化学成分研究△

谭金燕[1,2]，李建丽[1]，苏琪辉[1]，程艳刚[1]，柴智[1]，马存根[1*]，王颖莉[1*]
1. 山西中医药大学，山西　晋中　030619；
2. 道地药材国家重点实验室，北京　100700

［摘要］　**目的：**研究远志 *Polygala tenuifolia* Wild. 地上部分的化学成分。**方法：**远志地上部分 70% 乙醇提取物的正丁醇萃取部位采用硅胶、中压十八烷基键合硅胶（ODS）色谱柱和高效液相色谱法（HPLC）进行分离纯化，根据理化性质和核磁共振波谱数据鉴定化合物的结构。**结果：**从远志地上部分 70% 乙醇提取物的正丁醇萃取部位中分离得到 13 个化合物，分别为顺式丁香苷（**1**）、长春花苷Ⅱ（**2**）、2-苯乙醇-*β*-*D*-葡萄糖苷（**3**）、吐叶醇（**4**）、4-C-[*β*-*D*-呋喃芹菜糖基-(1→6)-*β*-*D*-吡喃葡萄糖基]-1,3,6-三羟基-7-甲氧基氧杂蒽酮苷（**5**）、蚱蜢酮（**6**）、3-羟基-1-(4-羟基-3-甲氧基苯基)丙烷-1-酮（**7**）、polygalatenoside A（**8**）、刺槐林素（**9**）、3′,5′-二甲氧基双苯基-4-醇（**10**）、拟茎点霉内酯 A（**11**）、莽吉柿酮 D（**12**）和玫红穗状霉胺 A（**13**）。**结论：**化合物 **2**、**4**、**6**、**7**、**9~13** 均为首次从远志科植物中分离得到。

［关键词］　远志；地上部分；正丁醇部位；化学成分；结构鉴定
［中图分类号］　R284　　［文献标识码］　A　　［文章编号］　1673-4890(2023)03-0488-05
doi：10. 13313/j. issn. 1673-4890. 20211221006

Chemical Constituents of *n*-Butanol Fraction from Aerial Part of *Polygala tenuifolia*

TAN Jin-yan[1,2], LI Jian-li[1], SU Qi-hui[1], CHENG Yan-gang[1], CHAI Zhi[1], MA Cun-gen[1*], WANG Ying-li[1*]
1. *Shanxi University of Chinese Medicine*, *Jinzhong* 030619, *China*;
2. *State Key Laboratory of Dao-di Herbs*, *Beijing* 100700, *China*

[**Abstract**]　**Objective**: To study the chemical constituents from the aerial part of *Polygala tenuifolia* Wild.. **Methods**: The *n*-butanol fraction of the 70% ethanol extract from the aerial part of *P. tenuifolia* was isolated and purified by silica gel column, octadecylsilyl (ODS) column, and high performance liquid chromatography. Then, the structures of the isolated compounds were identified based on physicochemical properties and nuclear magnetic resonance spectra. **Results**: Thirteen compounds were isolated and identified as *cis*-syringin (**1**), roseoside Ⅱ (**2**), 2-phenylethyl-*β*-*D*-glucopyranoside (**3**), vomifoliol (**4**), 4-*C*-[*β*-*D*-apiofuranosyl-(1→6)-*β*-*D*-glucopyranosyl]-1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-xanthone (**5**), grasshopper ketone (**6**), 3-hydroxy-1- (4-hydroxy-3-methoxyphenyl) -propan-1-one (**7**), polygalatenoside A (**8**), robinlin (**9**), 3′,5′-dimethoxy-biphenyl-4-ol (**10**), phomolide A (**11**), garcimangosone D (**12**), and spicellamide A (**13**), respectively. **Conclusion**: Compounds **2**, **4**, **6**, **7**, and **9-13** were isolated from Polygalaceae for the first time.

[**Keywords**]　*Polygala tenuifolia* Wild. ; aerial part; *n*-butanol fraction; chemical constituents; structural identification

远志为传统中药，始载于《神农本草经》。《中华人民共和国药典》2020 年版收载其为远志科植物远志 *Polygala tenuifolia* Wild. 或卵叶远志 *P. sibirica* L. 的干燥根，具有安神益智、交通心肾、祛痰、消肿等功效[1]。远志地上部分为远志的干燥地上部分，又名“小草”[2]，其主要含有黄酮、皂苷、多糖等多

△［基金项目］　山西中医药大学科技创新能力培育计划项目（2021PY-JC-05）；中央引导地方科技发展资金项目（YDZX20201400001518）；中央本级重大增减支项目（2060302）；山西省高等学校科技创新项目（2021L363）；山西省科技创新人才团队专项（202204051002028）；山西中医药大学科技创新团队项目（2022TD1015）
*［通信作者］　王颖莉，教授，研究方向：中药药效物质基础与作用机制；E-mail：wyltyut@163.com
马存根，教授，研究方向：中西医结合防治神经系统疾病；E-mail：macungen2001@163.com

种类型的化学成分，可用于惊悸健忘、咳嗽痰多、虚损梦遗等症的治疗[3]。在远志药材的加工过程中，地上部分大多被丢弃，没有得到合理的利用，造成严重的资源浪费。为了进一步研究远志地上部分的化学成分，为其有效利用和充分开发提供参考，本课题组对采自山西省晋城市远志的地上部分化学成分进行系统的分离和纯化，从其正丁醇萃取部位中分离得到13个化合物，其中化合物**2**、**4**、**6**、**7**、**9**~**13**均为首次从远志科植物中分离得到。

1 材料

AV-600 MHz型核磁共振仪（德国Bruker公司）；Q-Exactive-Orbitrap-MS型液质联用色谱仪（美国Thermo公司）；Essentia LC-16P制备型高效液相色谱仪（包括RID-20A型示差折光检测器，日本Shimadzu公司）；2695-2998-2414分析型高效液相色谱仪（美国Waters公司）；80~120、200~300目硅胶（青岛海洋化工有限公司）；十八烷基键合硅胶（ODS，日本YMC公司）；薄层色谱硅胶GF_{254}（青岛海洋化工厂有限公司）；实验所用试剂规格均为分析纯（天津市致远化学试剂有限公司）。

远志地上部分于2020年9月末采集于山西省晋城市，由山西中医药大学裴香萍教授鉴定为远志科植物远志 *Polygala tenuifolia* Wild. 的地上部分，植物标本（20200925）存放于山西中医药大学山西省现代中药工程实验室。

2 提取与分离

取干燥远志地上部分3 kg，切段后加入8倍量70%乙醇加热回流提取3次，每次2 h，合并提取液后减压浓缩干燥得浸膏843 g。浸膏加入适量蒸馏水进行充分分散，再依次加入石油醚5 L、乙酸乙酯10 L和水饱和正丁醇8 L萃取，减压浓缩得各萃取部位分别为157、215、183 g。

取正丁醇部位170 g，经硅胶柱色谱以二氯甲烷-甲醇（100∶1、50∶1、20∶1、10∶1、5∶1、3∶1、2∶1、1∶1、0∶1）梯度洗脱，薄层色谱检测合并所得洗脱液，共得到11个组分（Fr. 1~Fr. 11）。其中Fr. 3经ODS柱色谱（10%~100%甲醇）梯度洗脱粗分，薄层色谱检测合并得到13个组分（Fr. 3A~Fr. 3M）。Fr. 3D经制备型高效液相色谱法（HPLC）分离（甲醇-水，42∶58），得到化合物**7**（5. 6 mg，t_R=14. 1 min）、**9**（6. 2 mg，t_R=14. 1 min）、**11**（3. 3 mg，t_R=16. 4 min）；Fr. 3H经制备型HPLC（甲醇-水，65∶35）分离得到化合物**10**（1. 7 mg，t_R=26. 2 min）；Fr. 3J经制备型HPLC（甲醇-水，75∶25）分离得到化合物**13**（5. 2 mg，t_R=30. 8 min）；Fr. 6组分先经ODS柱色谱（10%~100%甲醇）梯度洗脱粗分，薄层色谱检测合并得到12个组分（Fr. 6A~Fr. 6L）。Fr. 6D经制备型HPLC（甲醇-水，40∶60）分离得到化合物**4**（1. 6 mg，t_R=16. 7 min）和**6**（3. 9 mg，t_R=16. 9 min）；Fr. 6F经制备型HPLC（甲醇-水，62∶38）分离得到化合物**1**（3. 1 mg，t_R=24. 3 min）。Fr. 8组分先经ODS柱色谱（10%~100%甲醇）梯度洗脱粗分，薄层色谱检测合并得到13个组分（Fr. 8A~Fr. 8M）。Fr. 8C经制备型HPLC（甲醇-水，35∶65）分离得到化合物**2**（2. 2 mg，t_R=14. 9 min）；Fr. 8E经制备型HPLC（甲醇-水，39∶61）分离得到化合物**3**（5. 2 mg，t_R=16. 8 min）和**12**（6. 8 mg，t_R=14. 9 min）。Fr. 9组分先经ODS柱色谱（10%~100%甲醇）梯度洗脱粗分，薄层色谱检测合并得到15个组分（Fr. 9A~Fr. 9O）。Fr. 9B经制备型HPLC（甲醇-水，30∶70）分离得到化合物**8**（4. 8 mg，t_R=13. 8 min）；Fr. 9F经制备型HPLC（甲醇-水，50∶50）分离得到化合物**5**（3. 5 mg，t_R=17. 4 min）。

3 结构鉴定

化合物**1**：白色粉末；电喷雾离子源-质谱（ESI-MS）：*m/z* 373. 1 $[M+H]^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, CD_3OD) δ: 6. 59 (2H, s, H-3, 5), 6. 50 (1H, d, *J*=11. 7 Hz, H-7), 5. 83 (1H, dt, *J*=11. 7, 6. 5 Hz, H-8), 4. 90 (1H, d, *J*=7. 6 Hz, H-1′), 4. 35 (2H, dd, *J*=6. 5, 1. 5 Hz, H-9), 3. 85 (6H, s, 2, 6-OCH_3), 3. 79 (1H, dd, *J*=11. 9, 2. 3 Hz, H-6′a), 3. 67 (1H, dd, *J*=11. 9, 5. 2 Hz, H-6′b), 3. 49 (1H, m, H-2′), 3. 42 (1H, m, H-4′), 3. 41 (1H, m, H-5′), 3. 22 (1H, m, H-3′)；^{13}C-NMR (150 MHz, CD_3OD) δ: 154. 0 (C-2,6), 135. 6 (C-4), 134. 7 (C-1), 132. 5 (C-8), 131. 5 (C-7), 108. 1 (C-3, 5), 105. 3 (C-1′), 78. 4 (C-3′), 77. 8 (C-5′), 75. 7 (C-2′), 71. 4 (C-4′), 62. 6 (C-6′), 59. 8 (C-9), 52. 1 (2,6-OCH_3)。以上数据与文献[4]报道基本一致，故鉴定化合物**1**为顺式丁香苷。

化合物**2**：白色粉末；ESI-MS：*m/z* 387. 2 $[M+H]^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, CD_3OD) δ: 5. 87 (1H, m, H-4), 5. 85 (1H, overlapped, H-7), 5. 84 (1H, overlapped,

H-8), 4. 42 (1H, m, H-9), 4. 34 (1H, d, *J*=7. 8 Hz, H-1′), 3. 85 (1H, dd, *J*=11. 8, 2. 1 Hz, H-6′a), 3. 63 (1H, dd, *J*=11. 8, 5. 6 Hz, H-6′b), 3. 17 (1H, dd, *J*=9. 2, 7. 8 Hz, H-2′), 2. 52 (1H, d, *J*=16. 9 Hz, H-2a), 2. 15 (1H, d, *J*=16. 9 Hz, H-2b), 1. 92 (3H, d, *J*=1. 3 Hz, Me-13), 1. 29 (3H, d, *J*=6. 4 Hz, Me-10), 1. 04 (3H, s, Me-12), 1. 03 (3H, s, Me-11)；^{13}C-NMR (150 MHz, CD_3OD) *δ*: 201. 2 (C-3), 167. 2 (C-5), 135. 3 (C-8), 131. 5 (C-7), 127. 2 (C-4), 102. 8 (C-1′), 80. 0 (C-6), 78. 1 (C-3′), 78. 0 (C-5′), 77. 3 (C-9), 75. 3 (C-2′), 71. 7 (C-4′), 62. 8 (C-6′), 50. 7 (C-2), 42. 4 (C-1), 24. 7 (C-12), 23. 4 (C-11), 21. 2 (C-10), 19. 5 (C-13)。以上数据与文献[5]报道基本一致，故鉴定化合物**2**为长春花苷Ⅱ。

化合物**3**：白色粉末；ESI-MS：*m/z* 285. 1 [M+H]$^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, CD_3OD) *δ*: 7. 26 (4H, brs, H-2, 3, 5, 6), 7. 18 (1H, m, H-4), 4. 30 (1H, *J*=7. 8 Hz, H-1′), 4. 10 (1H, m, H-8a), 3. 76 (1H, m, H-8b), 3. 85 (1H, dd, *J*=11. 8, 2. 1 Hz, H-6′a), 3. 67 (1H, dd, *J*=11. 8, 5. 6 Hz, H-6′b), 2. 94 (2H, m, H-7)；^{13}C-NMR (150 MHz, CD_3OD) *δ*: 140. 1 (C-1), 130. 0 (C-2, 6), 129. 3 (C-3, 5), 127. 2 (C-4), 104. 4 (C-1′), 78. 1 (C-3′), 78. 0 (C-5′), 75. 1 (C-2′), 71. 7 (C-8), 71. 6 (C-4′), 62. 8 (C-6′), 37. 2 (C-7)。以上数据与文献[6]报道基本一致，故鉴定化合物**3**为2-苯乙醇-*β*-*D*-葡萄糖苷。

化合物**4**：无色晶体（甲醇）；ESI-MS：*m/z* 225. 1 [M+H]$^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, CD_3OD) *δ*: 5. 88 (1H, s, H-4), 5. 80 (1H, m, H-7), 5. 79 (1H, m, H-8), 4. 32 (1H, m, H-9), 2. 52 (1H, d, *J*=17. 0 Hz, H-2a), 2. 16 (1H, d, *J*=17. 0 Hz, H-2b), 1. 93 (3H, d, *J*=1. 3 Hz, Me-11), 1. 25 (3H, d, *J*=6. 5 Hz, Me-10), 1. 04 (3H, s, Me-12), 1. 01 (3H, s, Me-13)；^{13}C-NMR (150 MHz, CD_3OD) *δ*: 201. 2 (C-3), 167. 4 (C-5), 136. 9 (C-8), 130. 1 (C-7), 127. 1 (C-4), 79. 9 (C-6), 68. 7 (C-9), 50. 7 (C-2), 42. 4 (C-1), 24. 5 (C-13), 23. 8 (C-10), 23. 4 (C-12), 19. 5 (C-11)。以上数据与文献[7]报道基本一致，故鉴定化合物**4**为吐叶醇。

化合物**5**：黄色粉末；ESI-MS：*m/z* 596. 2 [M+H]$^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, CD_3OD) *δ*: 7. 51 (1H, s, H-8)，6. 82 (1H, s，H-5), 6. 35 (1H, s, H-2), 4. 97 (1H, d, *J*=2. 5 Hz, H-1″), 4. 91 (1H, d, *J* = 10. 0 Hz, H-1′), 3. 95 (3H, s, 7-OCH_3)；^{13}C-NMR (150 MHz, CD_3OD) *δ*: 181. 1 (C-9), 165. 2 (C-3), 163. 1 (C-1), 158. 7 (C-4a), 156. 2 (C-4b), 154. 0 (C-6), 147. 5 (C-7), 113. 4 (C-8a), 110. 0 (C-1″), 107. 7 (C-4), 105. 6 (C-8), 103. 8 (C-5), 103. 2 (C-9a), 95. 2 (C-2), 81. 2 (C-5′), 80. 5 (C-3″), 79. 9 (C-3′), 78. 0 (C-2″), 75. 5 (C-1′), 75. 0 (C-4″), 72. 9 (C-2′), 71. 7 (C-4′), 69. 0 (C-6′), 65. 6 (C-5″), 56. 7 (7-OCH_3)。以上数据与文献[8]报道基本一致，故鉴定化合物**5**为4-C-[*β*-*D*-呋喃芹菜糖基-(1→6)-*β*-*D*-吡喃葡萄糖基]-1,3,6-三羟基-7-甲氧基氧杂蒽酮苷。

化合物**6**：白色粉末；ESI-MS：*m/z* 225. 1 [M+H]$^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, CD_3OD) *δ*: 5. 83 (1H, s, H-8)，4. 22 (1H, m, H-3), 2. 21 (1H, m, H-4a), 2. 19 (3H, s, Me-10), 1. 93 (1H, m, H-2a), 1. 42 (1H, m, H-2b), 1. 38 (6H, s, Me-12,13), 1. 16 (3H, s, Me-11)；^{13}C-NMR (150 MHz, CD_3OD) *δ*: 211. 5 (C-7), 200. 8 (C-9), 120. 0 (C-6), 101. 1 (C-8), 72. 4 (C-5), 64. 4 (C-3), 49. 9 (C-2), 49. 7 (C-4), 37. 0 (C-1), 32. 3 (C-12), 30. 8 (C-13), 29. 3 (C-11), 26. 5 (C-10)。以上数据与文献[9]报道基本一致，故鉴定化合物**6**为蚱蜢酮。

化合物**7**：褐色油状物；ESI-MS：*m/z* 197. 1 [M+H]$^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, CD_3OD) *δ*: 7. 58 (2H, dd, *J*=8. 3, 2. 0 Hz, H-2′, 6′), 6. 87 (1H, d, *J*=8. 3 Hz, H-5′), 3. 95 (2H, t, *J*=6. 2 Hz, H-3), 3. 91 (3H, s, OCH_3-3′), 3. 17 (2H, t, *J*=6. 2 Hz, H-2)；^{13}C-NMR (150 MHz, CD_3OD) *δ*: 199. 7 (C-1), 153. 3 (C-4′), 149. 1 (C-3′), 130. 6 (C-1′), 124. 7 (C-6′), 115. 8 (C-5′), 111. 9 (C-2′), 58. 9 (C-3), 56. 4 (OCH_3-3′), 41. 7 (C-2)。以上数据与文献[10]报道基本一致，故鉴定化合物**7**为3-羟基-1-(4-羟基-3-甲氧基苯基)丙烷-1-酮。

化合物**8**：无色黏稠状物；ESI-MS：*m/z* 431. 2 [M+H]$^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, CD_3OD) *δ*: 8. 06 (2H, m, H-2,6), 7. 60 (1H, t, *J*=7. 5 Hz, H-4), 7. 49 (2H, t, *J*=7. 5 Hz, H-3,5), 4. 98 (1H, d, *J*=3. 7 Hz, H-1′), 4. 59 (1H, dd, *J*=7. 2, 5. 4 Hz, H-5′), 4. 50 (1H, dd, *J*=11. 2, 4. 9 Hz, H-6′a), 4. 44 (1H, dd, *J*=11. 2, 7. 7 Hz, H-6′b), 4. 09 (1H, dd, *J*=11. 2, 5. 2 Hz, H-1″a), 3. 98 (1H, d, *J*=2. 6 Hz, H-4′), 3. 86 (1H, overlapped, H-3′), 3. 84 (1H, overlapped, H-6″a), 3. 83 (1H, overlapped, H-2′), 3. 66 (1H, ddd, *J*=14. 3, 9. 2, 5. 2 Hz, H-2″), 3. 58 (1H, dd, *J*=11. 9, 5. 9 Hz, H-6″b), 3. 48 (1H, t, *J*=

8. 8 Hz, H-3″), 3. 25 (1H, overlapped, H-1″a), 3. 23 (1H, overlapped, H-4″), 3. 17 (1H, m, H-5″); ^{13}C-NMR (150 MHz, CD_3OD) δ: 168. 0 (C-7), 134. 2 (C-4), 131. 3 (C-1), 130. 8 (C-2, 6), 129. 6 (C-3, 5), 98. 2 (C-1′), 82. 5 (C-5″), 77. 8 (C-3″), 75. 7 (C-2″), 71. 9 (C-4″), 71. 1 (C-4′), 71. 0 (C-3′), 70. 0 (C-5′), 69. 9 (C-2′), 67. 8 (C-1″), 65. 6 (C-6′), 63. 1 (C-6″)。以上数据与文献[11]报道基本一致，故鉴定化合物**8**为 polygalatenoside A。

化合物**9**：白色粉末；ESI-MS：*m/z* 199. 1 [M+H]$^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, CD_3OD) δ: 4. 29 (1H, dd, *J*=13. 9, 5. 5 Hz, H-6), 3. 61 (2H, m, H-9), 2. 61 (1H, ddd, *J*=12. 5, 10. 2, 6. 2 Hz, H-8a), 2. 51 (1H, ddd, *J*=12. 5, 10. 2, 6. 2 Hz, H-8b), 2. 03 (1H, dd, *J*=12. 6, 5. 5 Hz, H-5a), 1. 75 (1H, t, *J*=13. 2 Hz, H-5b), 1. 83 (3H, s, Me-7), 1. 28 (3H, s, Me-10), 1. 21 (3H, s, Me-11); ^{13}C-NMR (150 MHz, CD_3OD) δ: 201. 3 (C-1), 162. 2 (C-3), 131. 1 (C-2), 70. 4 (C-6), 61. 2 (C-9), 46. 8 (C-5), 38. 5 (C-4), 35. 2 (C-8), 29. 8 (C-11), 25. 6 (C-10), 12. 2 (C-7)。以上数据与文献[12]报道基本一致，故鉴定化合物**9**为刺槐林素。

化合物**10**：白色粉末；ESI-MS：*m/z* 231. 1 [M+H]$^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, CD_3OD) δ: 7. 42 (2H, d, *J* = 8. 7 Hz, H-2, 6), 6. 83 (2H, d, *J*=8. 7 Hz, H-3,5), 6. 67 (2H, d, *J*=2. 2 Hz, H-2′,6′), 6. 41 (1H, t, *J*=2. 2 Hz, H-4′), 3. 82 (6H, s, OCH_3-3′, 5′); ^{13}C-NMR (150 MHz, CD_3OD) δ: 162. 6 (C-3′,5′), 158. 4 (C-4), 144. 6 (C-1′), 133. 8 (C-1), 129. 1 (C-2,6), 116. 5 (C-3,5), 105. 7 (C-2′,6′), 99. 3 (C-4′), 55. 7 (OCH_3-3′, 5′)。以上数据与文献[13]报道基本一致，故鉴定化合物**10**为 3′,5′-二甲氧基-双苯基-4-醇。

化合物**11**：白色粉末；ESI-MS：*m/z* 209. 1 [M+H]$^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, $CDCl_3$) δ: 6. 72 (1H, m, H-3), 6. 31 (1H, m, H-4), 5. 87 (1H, dd, *J*=10. 6, 1. 0 Hz, H-2), 5. 58 (1H, dt, *J*=15. 5, 1. 9 Hz, H-5), 4. 90 (1H, m, H-9), 4. 59 (1H, brs, H-6), 3. 80 (1H, dd, *J*=9. 6, 2. 4 Hz, H-7), 2. 34 (1H, dt, *J*=15. 7, 9. 5 Hz, H-10a), 1. 63 (1H, m, H-8a), 1. 54 (1H, m, H-8b), 1. 50 (1H, d, *J*=15. 7 Hz, H-10b), 1. 37 (2H, m, H-11), 0. 94 (3H, t, *J*=7. 3 Hz, Me-12); ^{13}C-NMR (150 MHz, $CDCl_3$) δ: 169. 0 (C-1), 140. 2 (C-3), 133. 4 (C-5), 124. 4 (C-4), 124. 3 (C-2), 75. 5 (C-9), 75. 4 (C-7), 72. 9 (C-6), 38. 7 (C-8), 38. 0 (C-10), 18. 5 (C-11), 13. 9 (C-12)。以上数据与文献[14]报道基本一致，故鉴定化合物**11**为拟茎点霉内酯A。

化合物**12**：黄色粉末；ESI-MS：*m/z* 393. 1 [M+H]$^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, CD_3OD) δ: 7. 70 (2H, m, H-2′, 6′), 7. 53 (1H, t, *J*=7. 5 Hz, H-4′), 7. 42 (2H, t, *J*=7. 5 Hz, H-3′,5′), 6. 22 (1H, d, *J*=2. 0 Hz, H-5), 6. 08 (1H, d, *J*=2. 0 Hz, H-3), 4. 81 (1H, d, *J*=7. 7 Hz, H-1″), 3. 86 (1H, dd, *J*=12. 1, 2. 1 Hz, H-6″a), 3. 67 (1H, dd, *J*=12. 1, 5. 7 Hz, H-6″b), 3. 33~3. 35 (2H, overlapped, H-3″, 5″), 3. 22 (1H, t, *J*=9. 2 Hz, H-4″), 2. 83 (1H, dd, *J*=9. 2, 7. 8 Hz, H-2″); ^{13}C-NMR (150 MHz, CD_3OD) δ: 199. 5 (C-7), 164. 0 (C-4), 162. 1 (C-2), 159. 7 (C-6), 141. 7 (C-1′), 133. 1 (C-4′), 130. 1 (C-2′, 6′), 129. 0 (C-3′, 5′), 109. 7 (C-1), 101. 7 (C-1″), 98. 1 (C-3), 95. 8 (C-5), 78. 2 (C-5″), 77. 8 (C-3″), 74. 5 (C-2″), 71. 1 (C-4″), 62. 5 (C-6″)。以上数据与文献[15]报道基本一致，故鉴定化合物**12**为莽吉柿酮D。

化合物**13**：无色晶体（甲醇）；ESI-MS：*m/z* 603. 3 [M+H]$^+$；^{1}H-NMR (600 MHz, CD_3OD) δ: 7. 27 (2H, m, H-13, 15), 7. 24 (2H, m, H-12, 16), 7. 20 (1H, m, H-14), 5. 71 (1H, dd, *J*=12. 3, 4. 8 Hz, H-9), 5. 18 (1H, d, *J*=2. 6 Hz, H-28), 5. 15 (1H, dd, *J*=8. 3, 5. 6 Hz, H-19), 4. 89 (1H, overlapped, H-25), 4. 88 (1H, overlapped, H-6), 3. 97 (1H, q, *J*=6. 8 Hz, H-2), 3. 39 (1H, dd, *J*=15. 0, 4. 8 Hz, H-10a), 3. 22 (3H, s, Me-4), 3. 02 (3H, s, Me-17), 2. 97 (1H, dd, *J*=15. 0, 12. 3 Hz, H-10b), 2. 51 (1H, hept d, *J* = 6. 9, 2. 6 Hz, H-29), 1. 53 (3H, d, *J*=6. 8 Hz, Me-3), 1. 46 (3H, d, *J*=7. 3 Hz, Me-26), 1. 43 (1H, m, H-20a), 1. 38 (3H, d, *J*=6. 8 Hz, Me-7), 1. 04 (1H, m, H-21), 1. 02 (1H, m, H-20b), 0. 97 (3H, d, *J*=6. 9 Hz, Me-30), 0. 94 (3H, d, *J*=6. 9 Hz, Me-31), 0. 79 (3H, d, *J*=6. 2 Hz, Me-22), 0. 74 (3H, d, *J*=6. 2 Hz, Me-23); ^{13}C-NMR (150 MHz, CD_3OD) δ: 174. 5 (C-18), 173. 5 (C-24), 172. 6 (C-5), 171. 5 (C-27), 171. 0 (C-1), 170. 2 (C-8), 138. 6 (C-11), 129. 9 (C-12, 16), 129. 5 (C-13, 15), 127. 8 (C-14), 78. 6 (C-1″), 78. 2 (C-28), 71. 9 (C-19), 61. 5 (C-2), 58. 4 (C-9), 48. 4 (C-25), 47. 5 (C-6), 40. 2 (C-20), 37. 2 (C-4), 33. 9 (C-10), 31. 4 (C-17), 31. 1 (C-29), 24. 9 (C-21), 23. 2 (C-23), 23. 0 (C-22), 19. 4 (C-26,30), 18. 3 (C-7), 16. 2 (C-31), 13. 9 (C-3)。以上数据与文献[16]报道基

本一致，故鉴定化合物**13**为玫红穗状霉胺A。

4 讨论

远志作为临床上常用的安神益智类中药，需求量较大，野生资源相对匮乏，无法满足市场需求。远志的传统用药部位为根，地上部分作为非药用部位大多在加工过程中被丢弃，造成了十分严重的资源浪费现象，因此合理开发远志地上部分资源十分必要。但是目前关于远志地上部分化学成分的研究较少，使其物质基础不明确而无法进行进一步的开发与利用。因此，对其进行系统的化学成分研究具有重要意义。

本研究对山西省晋城市产远志地上部分正丁醇部位的化学成分进行了系统的研究，共分离并鉴定出13个化合物，包括糖苷类5个（化合物**1**~**3**、**5**、**12**）、倍半萜类2个（化合物**4**、**6**）、寡糖酯类1个（化合物**8**）、苯丙素类1个（化合物**7**）和其他类型4个。远志根中主要含有皂苷、黄酮和寡糖酯等类型成分[17]，实验结果表明，远志地上部分中化学成分类型与远志根中存在一定差异，还需要进一步深入探究。本研究丰富了对远志及其地上部分的化学成分研究结果，并且分离得到的化合物也可用于相关活性成分的筛选，为远志地上部分资源的利用提供参考。

参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020:163-164.

[2] ZHANG D, WANG X, LI R, et al. Extract of the aerial part of *Polygala tenuifolia* attenuates *D*-galactose/$NaNO_2$-induced learning and memory impairment in mice[J]. Planta Med,2020,86(18):1389-1399.

[3] 张典. 远志地上部分急性毒性实验及改善AD模型小鼠学习记忆作用研究[D]. 西安:西北大学,2019.

[4] 李路军,杜鹏,张鹏,等. 榕叶冬青叶的化学成分研究[J]. 中草药,2013,44(5):519-523.

[5] OTSUKA H, YAO M, KAMADA K, et al. Alangionosides G-M: Glycosides of megastigmane derivatives from the leaves of *Alangium premnifolium*[J]. Chem Pharm Bull (Tokyo),1995,43(5):754-759.

[6] WU Z J, SHEN Y H, ZHANG W D. Chemical constituents of *Ainsliaea macrocephala*[J]. Chem Nat Compd,2013,49(1):167-169.

[7] 许泽龙,杨丰庆,夏之宁. 绞股蓝化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发,2013,25(8):1067-1069.

[8] 汪豪,童玉新,叶文才,等. 细叶远志的化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2003,28(9):828-830.

[9] KUANG H X, YANG B Y, XIA Y G, et al. Chemical constituents from the flower of *Datura metel* L.[J]. Arch Pharm Res,2008,31(9):1094-1097.

[10] 彭伟,韩婷,刘青春,等. 白术地上部分化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2011,36(5):578-581.

[11] CHENG M C, LI C Y, KO H C, et al. Antidepressant principles of the roots of *Polygala tenuifolia*[J]. J Nat Prod,2006,69(9):1305-1309.

[12] TIAN F, CHANG C J, GRUTZNER J B, et al. Robinlin: A novel bioactive *homo*-monoterpene from *Robinia pseudoacacia* L. (Fabaceae)[J]. Bioorg Med Chem Lett,2001,11(19):2603-2606.

[13] DALL'ACQUA S, INNOCENTI G, VIOLA G, et al. Cytotoxic compounds from *Polygala vulgaris*[J]. Chem Pharm Bull (Tokyo),2002,50(11):1499-1501.

[14] MOHAPATRA D K, REDDY D P, DASH U, et al. Total synthesis of *Z*-isomer of phomolide B[J]. Tetrahedron Lett,2011,52(1):151-154.

[15] HUANG Y L, CHEN C C, CHEN Y J, et al. Three xanthones and a benzophenone from *Garcinia mangostana*[J]. J Nat Prod,2001,64(7):903-906.

[16] KRALJ A, KEHRAUS S, KRICK A, et al. Two new depsipeptides from the marine fungus *Spicellum roseum*[J]. Planta Med,2007,73(4):366-371.

[17] ZHAO X, CUI Y L, WU P, et al. Polygalae Radix: A review of its traditional uses, phytochemistry, pharmacology, toxicology, and pharmacokinetics[J]. Fitoterapia,2020,147:104759.

（收稿日期：2021-12-21 编辑：田苗）