

文章编号: 1004-4353(2018)02-0129-05

# 库页红景天化学成分鉴定

丁笑, 郭雪建, 董彦辰, 许光华\*

( 延边大学 药学院, 吉林 延吉 133002 )

**摘要:** 采用 70%乙醇(体积百分比)回流提取,结合硅胶、Sephadex LH-20、大孔吸附树脂及半制备高效液相等分离纯化方法,在库页红景天的根茎中分离得到 20 个化合物.利用核磁共振谱、质谱结构鉴定出所得 20 个化合物分别为十一烷(1)、三十五烷(2)、邻苯二甲酸二丁酯(3)、没食子酸甲酯(4)、2,6-二甲氧基-4-羟基苯乙酮(5)、2,4-二羟基-6-甲氧基苯乙酮(6)、对羟基苯甲酸(7)、2(R)-26-[[ (2E)-3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-oxo-2-propen-1-yl]oxy]-2,3-dihydroxypropyl ester(8)、咖啡酸(9)、没食子酸(10)、酪醇(11)、山柰酚(12)、4,6-二羟基-2-O-( $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基)-苯乙酮(13)、2,6-二甲氧基-4-O-( $\beta$ -D-吡喃葡萄糖基)-苯乙酮(14)、熊果苷(15)、苏丹三(16)、大黄素(17)、芦丁(18)、木犀草苷(19)、3'-甲氧基木犀草素-7-O- $\beta$ -D 葡萄糖苷(20),其中(1)、(2)、(4)、(5)、(6)、(8)、(13)、(14)、(16)、(17)、(19)、(20)为首次从库页红景天中分离得到,(2)、(5)、(8)、(13)、(16)、(17)、(20)为首次从红景天属植物中分离得到.

**关键词:** 库页红景天; 化学成分; 结构鉴定

**中图分类号:** R284.1

**文献标识码:** A

## Elucidation for chemical constituents of *Rhodiola sachalinensis* A. Bor.

DING Xiao, GUO Xuejian, DONG Yanchen, XU Guanghua\*

( College of Pharmacy, Yanbian University, Yanji 133002, China )

**Abstract:** Twenty compounds are isolated from the rhizomes of *Rhodiola sachalinensis* A. Bor. by extracting with 70% ethanol (volume percentage) under reflux, combined with silica gel, Sephadex LH-20, macroreticular resin column chromatography and semi-preparative HPLC. The chemical structures of isolated compounds are elucidated by NMR and MASS. They are identified to be undecane(1), pentatriacontane(2), dibutyl phthalate(3), methyl gallate(4), 2,6-dimethoxy-4-hydroxyacetophenone(5), 2,4-dihydroxy-6-methoxyphenylethanone(6), p-hydroxybenzoic acid(7), 2(R)-26-[[ (2E)-3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-oxo-2-propen-1-yl]oxy]-2,3-dihydroxypropyl ester(8), caffeic acid(9), gallic acid(10), tyrosol(11), kaempferol(12), 4,6-dihydroxy-2-O-( $\beta$ -D-glucopyranosyl)acetophenone(13), 2,6-dimethoxy acetophenone-4-O-( $\beta$ -D-glucopyranosyl)acetophenone(14), arbutin(15), sudan III(16), emodin(17), rutin(18), galuteolin(19), and 3'-methoxyl luteolin-7-O- $\beta$ -D-glucoside(20). Among them, (1), (2), (4), (5), (6), (8), (13), (14), (16), (17), (19) and (20) are isolated from *Rhodiola sachalinensis* A. Bor. for the first time, (5), (8), (13), (16), (17) and (20) are firstly obtained from the genus *Rhodiola*.

**Keywords:** *Rhodiola sachalinensis* A. Bor.; chemical constituents; structure identification

库页红景天(*Rhodiola sachalinensis* A.Bor.)为  
景天科红景天属植物,其根茎具有良好的止血、滋

补、镇咳和治疗皮肤灼伤等功效<sup>[1]</sup>.红景天属植物  
中主要的化学成分包括黄酮、有机酸、多糖、苯丙

收稿日期: 2018-03-02

\* 通信作者: 许光华(1968—),男,副教授,研究方向为天然活性成分.

基金项目: 吉林省卫生技术创新项目(012016057);延边大学科技发展应用项目(602015005)

素类、挥发油、萜类、氨基酸及鞣质等<sup>[2-3]</sup>;目前,从库页红景天中已分离得到红景天苷、酪醇、草质素苷等具有良好抗氧化作用的活性成分,以及具有抗炎活性和保肝作用的山奈酚等成分<sup>[4-5]</sup>.另外,体外活性实验证明,红景天苷等化学成分具有良好的抗补体活性<sup>[6]</sup>.为进一步丰富长白山地区库页红景天的化学物质基础,对其开发利用提供科学依据,本文采用硅胶、Sephadex LH-20、大孔吸附树脂及半制备高效液相等方法对库页红景天的化学成分进行分离和鉴定.

## 1 材料与仪器

### 1.1 试剂与药材

柱层析硅胶(200~300 目),青岛海洋化工厂生产;反相硅胶,美国 MERCK 公司生产;除制备型高效液相所用试剂为色谱纯外,其余试剂均为分析纯.库页红景天根茎购于延吉市大千城中药材市场,经延边大学药学院吕惠子副教授鉴定.

### 1.2 仪器

AV-300 和 AV-500 核磁共振仪(瑞士 Bruker 公司);MALDI-TOF-MS 基质辅助激光解析电离飞行时间质谱仪(日本 Shimadzu 公司);1200RRLC-6410B 型高效液相色谱-质谱联用仪(美国 Agilent 公司);制备型高效液相(天津 Agela Technologies HP-P100);CBS-B 程控多功能全自动部分收集器(上海沪西分析仪器有限公司);b 型熔点测定管(临沂市科航实验设备有限公司);WZZ-2 数字式自动旋光仪(上海浦东物理光学仪器厂).

## 2 提取与分离

取库页红景天的干燥根茎 10 kg,用 70%乙醇(体积百分比)回流提取 3 次(第 1 次 2 h,第 2 次 1.5 h,第 3 次 1 h);合并提取液,减压浓缩,得干燥浸膏 1.15 kg.依次用石油醚、乙酸乙酯和正丁醇进行萃取,分别得到石油醚萃取物 4.5 g、乙酸乙酯萃取物 162.0 g、正丁醇萃取物 989.1 g、乙酸乙酯萃取物 162.0 g.反复经正相硅胶柱色谱分离纯化,以石油醚-乙酸乙酯、石油醚-丙酮及二氯甲烷-甲醇溶剂进行梯度洗脱,并结合反相硅胶、Sephadex LH-20、大孔吸附树脂柱色谱及制备型

HPLC,分离得到 17 种组分:(1)为 55.5 mg,(2)为 25.0 mg,(3)为 150.6 mg,(4)为 22.0 mg,(5)为 600.1 mg,(6)为 57.5 mg,(7)为 94.6 mg,(8)为 64.8 mg,(9)为 26.5 mg,(10)为 11.5 g,(11)为 17.9 mg,(12)为 34.6 mg,(13)为 24.0 mg,(14)为 5.4 g,(15)为 21.2 mg,(16)为 16.5 mg,(17)为 25.8 mg.正丁醇萃取物经 AB-8 型大孔吸附树脂,分别以水、30%甲醇、60%甲醇和 100%甲醇(体积百分比)进行洗脱,再经正相硅胶柱色谱分离纯化,以乙酸乙酯-甲醇及二氯甲烷-甲醇溶剂进行梯度洗脱,并结合反相硅胶、Sephadex LH-20 柱色谱,分离得到 3 种组分:(18)为 45.8 mg,(19)为 21.3 mg,(20)为 56.4 mg.

## 3 结果与分析

组分(1)为无色油状液体,分子式为 $C_{11}H_{24}$ ,EI-MS  $m/z$ : 156  $[M]^+$ .其理化性质与波谱数据与文献[7]报道一致,鉴定(1)为十一烷(undecane).

组分(2)为白色粉末,分子式为 $C_{35}H_{72}$ ,EI-MS  $m/z$ : 492  $[M]^+$ .其理化性质与波谱数据与文献[8]报道一致,鉴定(2)为三十五烷(pentatriacontane).

组分(3)为无色油状液体,分子式为 $C_{16}H_{22}O_4$ ,MALDI-TOF-MS  $m/z$ : 279  $[M+H]^+$ . $^1H$ -NMR (300 MHz,  $CDCl_3$ ):  $\delta$ : 7.71 (2H, dd,  $J = 5.8, 3.3$  Hz, H-1, 4), 7.52 (2H, dd,  $J = 5.7, 3.3$  Hz, H-2, 3), 4.30 (4H, t,  $J = 6.7$  Hz, H-9, 9'), 1.71 (4H, m, H-10, 10'), 1.44 (4H, m, H-10, 10'), 0.95 (6H, t,  $J = 7.4$  Hz, H-12, 12');  $^{13}C$ -NMR (75 MHz,  $CDCl_3$ ):  $\delta$ : 167.7 (C-7), 132.3 (C-5), 130.9 (C-4), 128.8 (C-3), 65.51 (C-9), 30.56 (C-10), 19.16 (C-11), 13.69 (C-12).以上数据与文献[9]报道一致,鉴定(3)为邻苯二甲酸二丁酯(dibutyl phthalate).

组分(4)为白色结晶,分子式为 $C_8H_8O_5$ , mp: 201~203  $^{\circ}C$ ,ESI-MS  $m/z$ : 185  $[M+H]^+$ .其理化性质与波谱数据与文献[10]报道一致,鉴定(4)为没食子酸甲酯(methyl gallate).

组分(5)为白色针晶,分子式为 $C_{10}H_{12}O_4$ , mp: 181~182  $^{\circ}C$ ,MALDI-TOF-MS  $m/z$ : 197

$[M+H]^+$ .  $^1H$ -NMR (300 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 6.11(2H, s, H-3, 5), 3.76(6H, s, 2-OCH<sub>3</sub>, 6-OCH<sub>3</sub>), 2.41(3H, s, —CH<sub>3</sub>);  $^{13}C$ -NMR(75 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 203.2(C-CO), 161.1(C-4), 158.8(C-2, C-6), 111.5(C-1), 91.41(C-3, C-5), 54.73(—OCH<sub>3</sub>), 31.26(—CH<sub>3</sub>). 以上数据与文献[11]报道一致, 鉴定(5)为2,6-二甲氧基-4-羟基苯乙酮(2,6-dimethoxy-4-hydroxyacetophenone).

组分(6)为白色针晶, 分子式为 $C_9H_{10}O_4$ , mp: 139~140 °C, MALDI-TOF-MS  $m/z$ : 183  $[M+H]^+$ .  $^1H$ -NMR (300 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 5.96(1H, d,  $J=2.2$  Hz, H-3), 5.89(1H, d,  $J=2.2$  Hz, H-5), 3.87(3H, s, —OCH<sub>3</sub>), 2.56(3H, s, —COCH<sub>3</sub>);  $^{13}C$ -NMR(75 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 202.8(C=O), 166.8(C-4), 165.3(C-2), 163.8(C-6), 104.7(C-1), 95.35(C-3), 90.55(C-5), 54.64(—OCH<sub>3</sub>), 31.58(—CH<sub>3</sub>). 以上数据与文献[12]报道一致, 鉴定(6)为2,4-二羟基-6-甲氧基苯乙酮(2,4-dihydroxy-6-methoxyphenylethanone).

组分(7)为白色针晶, 分子式为 $C_7H_6O_3$ , mp: 213~215 °C, EIS-MS  $m/z$ : 139  $[M+H]^+$ . 其理化性质与波谱数据与文献[6]报道一致, 鉴定(7)为对羟基苯甲酸(p-hydroxybenzoic acid).

组分(8)为白色无定形粉末, 分子式为 $C_{39}H_{66}O_8$ ,  $[\alpha]_D^{20}+11.3^\circ(c\ 0.1, CH_3OH)$ , MALDI-TOF-MS  $m/z$ : 685  $[M+Na]^+$ .  $^1H$ -NMR(300 MHz, DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ : 9.60(1H, s, —OH), 7.53(1H, d,  $J=15.9$  Hz, H-3''), 7.32(1H, s, H-5''), 7.11(1H, d,  $J=8.1$  Hz, H-9''), 6.78(1H, d,  $J=8.1$  Hz, H-8''), 6.47(1H, d,  $J=15.9$  Hz, H-2''), 4.08(3H, m, H-26', 1a), 4.01(1H, d,  $J=4.1$  Hz, H-1b), 3.89(1H, m, H-2), 3.81(3H, s, —OCH<sub>3</sub>), 3.63(2H, dd,  $J=10.1, 4.5$  Hz, H-3), 2.28(2H, t,  $J=7.2$  Hz, H-2'), 1.62(2H, m, H-3'), 1.51(2H, m, H-25'), 1.23(42H, s, H-4'~24');  $^{13}C$ -NMR(75 MHz, DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ : 173.4(C-1'), 167.1(C-1'), 149.8(C-7''), 148.4(C-6''), 145.4(C-3''), 126.0(C-4''), 123.6(C-9''), 115.9(C-2''), 115.0(C-8''), 111.6(C-5''), 69.76(C-2), 65.95(C-1), 64.15(C-26'), 63.11(C-3), 56.14(—OCH<sub>3</sub>),

33.95(C-2'), 29.48(C-4'~21'), 29.20(C-22'), 28.95(C-23'), 28.75(C-25'), 25.92(C-24'), 24.92(C-3'). 以上数据与文献[13]报道一致, 鉴定(8)为2(R)-26-[[ (2E)-3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-oxo-2-propen-1-yl]oxy]-2,3-dihydroxypropyl ester.

组分(9)为淡黄色粉末, 分子式为 $C_9H_8O_4$ , ESI-MS  $m/z$ : 179  $[M-H]^-$ . 其理化性质与波谱数据与文献[14]报道一致, 鉴定(9)为咖啡酸(caffeic acid).

组分(10)为白色粉末, 分子式为 $C_7H_6O_5$ , ESI-MS  $m/z$ : 169  $[M-H]^-$ . 其理化性质和波谱数据与文献[6]报道一致, 鉴定(10)为没食子酸(gallic acid).

组分(11)为白色针晶, 分子式为 $C_8H_{10}O_2$ , mp: 89~91 °C, ESI-MS  $m/z$ : 137  $[M-H]^-$ .  $^1H$ -NMR(300 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 7.04(2H, d,  $J=8.4$  Hz, H-2, 6), 6.71(2H, d,  $J=8.5$  Hz, H-3, 5), 3.69(2H, t,  $J=7.2$  Hz, H-8), 2.72(2H, t,  $J=7.2$  Hz, H-7);  $^{13}C$ -NMR(75 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 156.8(C-4), 131.0(C-2), 130.9(C-6), 116.1(C-3, 5), 64.6(C-8), 39.4(C-7). 以上数据与文献[15]报道一致, 鉴定(11)为酪醇(tyrosol).

组分(12)为黄色针晶, 分子式为 $C_{15}H_{10}O_6$ , mp: 276~278 °C, ESI-MS  $m/z$ : 285  $[M-H]^-$ . 其理化性质与波谱数据与文献[6]报道一致, 鉴定(12)为山柰酚(kaempferol).

组分(13)为白色粉末, 分子式为 $C_{14}H_{18}O_9$ , ESI-MS  $m/z$ : 353  $[M+Na]^+$ .  $^1H$ -NMR(300 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 6.27(1H, d,  $J=2.1$  Hz, H-3), 6.20(1H, d,  $J=2.1$  Hz, H-5), 4.99(1H, d,  $J=7.1$  Hz, H-1'), 3.92(1H, m, H-6'b), 3.69(1H, m, H-6'a), 3.44(4H, m, H-2'~5'), 2.59(3H, s, —CH<sub>3</sub>);  $^{13}C$ -NMR(75 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 204.9(C=O), 167.7(C-4), 165.5(C-2), 164.7(C-6), 107.8(C-1), 101.4(C-1'), 97.80(C-3), 92.82(C-5), 78.46(C-5'), 77.90(C-3'), 74.72(C-2'), 71.33(C-4'), 62.47(C-6'), 33.24(—CH<sub>3</sub>). 以上数据与文献[16]报道一致, 鉴定(13)为4,6-二羟基-2-O-( $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷)-苯乙酮(4,6-dihydroxy-2-O-( $\beta$ -D-glucopyranosyl)acetophenone).

组分(14)为白色粉末,分子式为 $C_{16}H_{22}O_9$ , MALDI-TOF-MS  $m/z$ : 359  $[M+H]^+$ .  $^1H$ -NMR (500 MHz, DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ : 6.51 (2H, s, H-3, 5), 4.97 (1H, d,  $J = 5.0$  Hz, H-1'), 3.83 (6H, s,  $-OCH_3$ ), 3.3~4.0 (6H, m, H-2'~6'), 2.45 (3H, s,  $ArCOCH_3$ );  $^{13}C$ -NMR (75 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 204.4 (C=O), 162.2 (C-2, 6), 159.4 (C-4), 115.4 (C-1), 102.4 (C-1'), 94.51 (C-3, 5), 78.56 (C-5'), 78.02 (C-3'), 74.85 (C-2'), 71.65 (C-4'), 62.70 (C-6'), 56.37 ( $-OCH_3$ ), 32.53 ( $-COCH_3$ ). 以上数据与文献[17]报道一致, 鉴定(14)为 2,6-二甲氧基-4- $O$ -( $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷)-苯乙酮 (2,6-dimethoxy acetophenone-4- $O$ -( $\beta$ -D-glucopyranosyl)acetophenone).

组分(15)为白色针晶,分子式为 $C_{12}H_{16}O_7$ , mp: 198~200  $^{\circ}C$ , ESI-MS  $m/z$ : 295  $[M+Na]^+$ .  $^1H$ -NMR (300 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 6.98 (2H, d,  $J = 9.0$  Hz, H-3, 5), 6.71 (2H, d,  $J = 9.0$  Hz, H-2, 6), 4.75 (1H, d,  $J = 7.6$  Hz, H-1'), 3.90 (1H, d,  $J = 12.2$  Hz, H-6'b), 3.71 (1H, dd,  $J = 12.3$ , 3.6 Hz, H-6'a), 3.42 (4H, m, H-2'~5');  $^{13}C$ -NMR (75 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 153.8 (C-4), 152.4 (C-1), 119.4 (C-2, 6), 116.6 (C-3, 5), 103.7 (C-1'), 78.04 (C-3'), 78.00 (C-5'), 74.98 (C-2'), 71.44 (C-4'), 62.56 (C-6'). 以上数据与文献[18]报道一致, 鉴定(15)为熊果苷(arbutin).

组分(16)为红色针晶,分子式为 $C_{22}H_{16}N_4O$ , mp: 195  $^{\circ}C$ , MALDI-TOF-MS  $m/z$ : 353  $[M+H]^+$ . 其理化性质和波谱数据与文献[19]报道一致, 鉴定(16)为苏丹三(sudan III).

组分(17)为橘黄色针晶,分子式为 $C_{15}H_{10}O_5$ , mp: 253~255  $^{\circ}C$ , ESI-MS  $m/z$ : 269  $[M-H]^-$ .  $^1H$ -NMR (500 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 7.55 (1H, d,  $J = 0.9$  Hz, H-5), 7.17 (1H, d,  $J = 2.4$  Hz, H-4), 7.08 (1H, s, H-7), 6.55 (1H, d,  $J = 2.4$  Hz, H-2), 4.59 (1H, s, H-2), 2.43 (3H, s,  $-CH_3$ );  $^{13}C$ -NMR (125 MHz,  $CD_3OD$ ):  $\delta$ : 191.9 (C-9), 183.2 (C-10), 167.3 (C-6), 166.6 (C-8), 163.6 (C-1), 149.7 (C-3), 136.9 (C-10a), 134.7 (C-4a), 125.2 (C-2), 121.8 (C-4), 114.9 (C-9a), 110.5 (C-5), 110.1 (C-7), 109.0 (C-8a), 22.02 ( $-CH_3$ ). 以上

数据与文献[20]报道一致, 鉴定(17)为大黄素(emodin).

组分(18)为淡黄色粉末,分子式为 $C_{27}H_{30}O_{16}$ , MALDI-TOF-MS  $m/z$ : 633  $[M+Na]^+$ . 其理化性质和波谱数据与文献[21]报道一致, 鉴定(18)为芦丁(rutin).

组分(19)为黄褐色粉末,分子式为 $C_{21}H_{20}O_{11}$ , MALDI-TOF-MS  $m/z$ : 447  $[M-H]^-$ .  $^1H$ -NMR (300 MHz, DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ : 12.99 (1H, s, 5-OH), 9.99 (1H, s, 4'-OH), 9.39 (1H, s, 3'-OH), 7.46 (1H, d,  $J = 2.1$  Hz, H-2'), 7.42 (1H, d,  $J = 2.6$  Hz, H-6'), 6.90 (1H, d,  $J = 8.3$  Hz, H-5'), 6.79 (1H, d,  $J = 1.9$  Hz, H-8), 6.74 (1H, s, H-6), 6.44 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-3), 5.08 (1H, d,  $J = 7.1$  Hz, H-1'), 3.0~5.5 (10H, m, H-Glu);  $^{13}C$ -NMR (75 MHz, DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ : 181.9 (C-4), 164.5 (C-2), 162.9 (C-7), 161.1 (C-5), 156.9 (C-9), 149.9 (C-4'), 145.8 (C-3'), 121.4 (C-1'), 119.2 (C-6'), 116.0 (C-5'), 113.6 (C-2'), 105.3 (C-10), 103.2 (C-3), 99.9 (C-6), 99.5 (C-1'), 94.7 (C-8), 77.2 (C-5'), 76.3 (C-3'), 73.1 (C-2'), 69.5 (C-4'), 60.6 (C-6'). 以上数据与文献[22]报道一致, 鉴定(19)为木犀草苷(galuteolin).

组分(20)为黄褐色粉末,分子式为 $C_{22}H_{22}O_{11}$ , MALDI-TOF-MS  $m/z$ : 463  $[M+H]^+$ .  $^1H$ -NMR (500 MHz, DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ : 12.93 (1H, s, 5-OH), 9.55 (1H, s, 4'-OH), 7.56 (1H, dd,  $J = 2.1, 8.5$  Hz, H-6'), 7.46 (1H, d,  $J = 2.1$  Hz, H-2'), 7.10 (1H, d,  $J = 8.7$  Hz, H-5'), 6.83 (1H, s, H-8), 6.81 (1H, s, H-3), 6.44 (1H, s, H-6), 5.10 (1H, d,  $J = 7.8$  Hz, H-1'), 3.5~5.4 (10H, m, H-Glu), 3.87 (3H, s,  $-OCH_3$ );  $^{13}C$ -NMR (125 MHz, DMSO- $d_6$ ):  $\delta$ : 181.7 (C-4), 163.5 (C-7), 161.9 (C-2), 159.2 (C-9), 156.2 (C-5), 150.4 (C-3'), 144.5 (C-4'), 120.8 (C-6'), 119.2 (C-1'), 111.3 (C-5'), 110.6 (C-2'), 105.0 (C-10), 102.2 (C-3), 99.7 (C-1'), 99.1 (C-6), 94.9 (C-8), 76.5 (C-4'), 75.3 (C-2'), 72.7 (C-3'), 72.0 (C-5'), 61.1 (C-6'), 55.3 (C- $OCH_3$ ). 以上数据与文献[23]报道一致, 鉴定(20)为 3'-甲氧基木犀草素-7- $O$ - $\beta$ -D-葡萄糖苷(3'-methoxyl luteolin-7- $O$ - $\beta$ -D-glucoside).

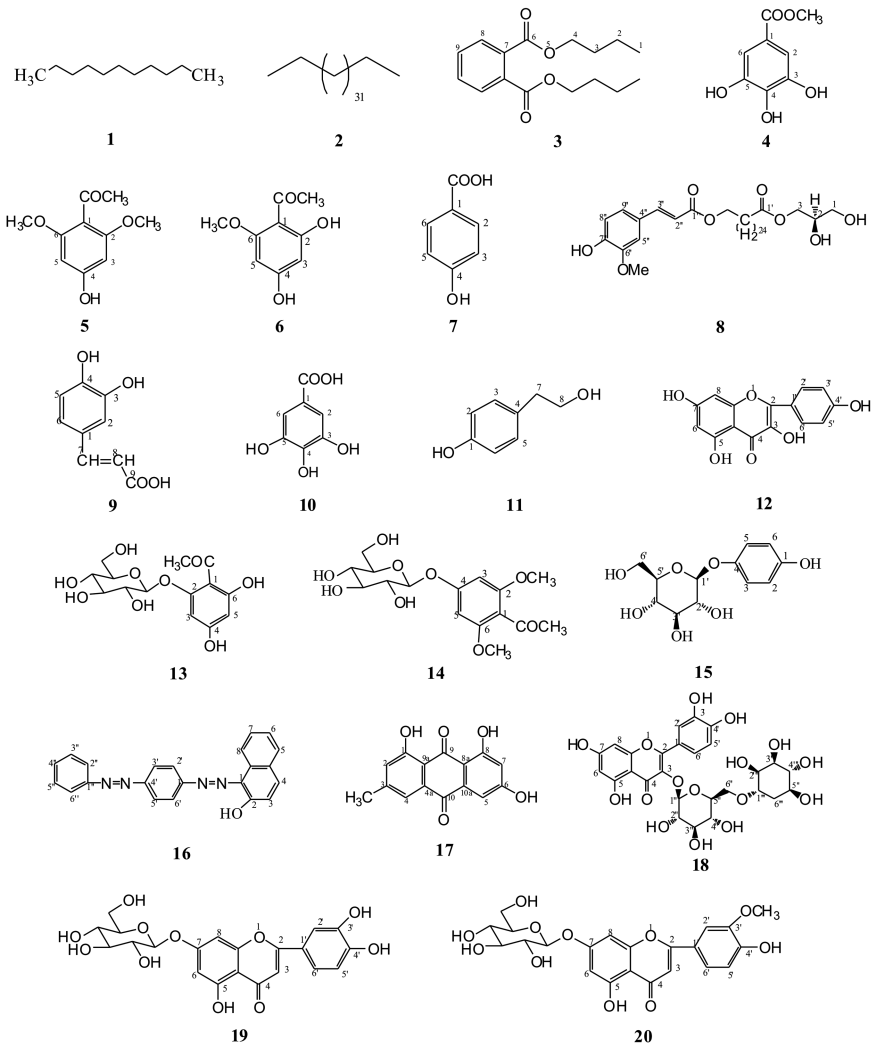


图 1 化合物 1—20 的结构

4 结论

在库页红景天的根茎中分离纯化得到 20 个化合物,经核磁共振谱与质谱鉴定显示,其中 7 个化合物为首次从红景天属植物中分离得到,12 个化合物为首次从库页红景天中分离得到,本文结果可为库页红景天的开发和利用提供参考。

参考文献:

[1] Nakamura S, Li X, Matsuda H, et al. Bioactive constituents from Chinese natural medicines. XX-VI. Chemical structures and hepatoprotective effects of constituents from roots of *Rhodiola sachalinensis*[J]. Chemical & Pharmaceutical Bulletin, 2007,55(10):1505-1511.

[2] 王爱玲,曲玮,梁敬钰. 红景天属植物化学成分及药理作用研究进展[J]. 海峡药学,2014,26(1):1-8.

[3] 杨文婷,张伟,杨一丁,等. 红景天化学成分研究[J]. 首都食品与医药,2015,22(22):90-91.

[4] Choe K I, Kwon J H, Park K H, et al. The antioxidant and anti-inflammatory effects of phenolic compounds isolated from the root of *Rhodiola sachalinensis* A. BOR. [J]. Molecules, 2012,17(10): 11484-11494.

[5] Song E K, Kim J H, Kim J S, et al. Hepatoprotective phenolic constituents of *Rhodiola sachalinensis* on tacrine-induced cytotoxicity in Hep G2 cells[J]. Phytotherapy Research, 2003,17(5):563-565.

[6] 倪付勇. 高山红景天抗补体活性成分研究[D]. 苏州:苏州大学,2013:4-5.

[7] 王宁. 岭南山竹子叶化学成分研究[D]. 海口:海南大学,2012:38.

[8] 褚纯隽,李显伦,夏龙,等. 乌饭树叶的抗补体活性成分研究[J]. 中草药,2014,45(4):458-465.



内,但环境质量呈现下降趋势.珲春市在今后的发展过程中,针对自然因素和人为因素引起的生态环境恶化,应积极采取有力措施,如严控非农建设用地的扩张,加强对水资源、矿产资源和土地资源的保护,发展旅游业等.本研究结果可为珲春市今后的生态保护与绿色发展提供参考,但是生态环境是一个复杂的系统,由于本研究的评价指标完全是基于遥感技术提取的,没有结合诸如大气环境等因素,这一定程度地影响了研究区生态环境状况的准确程度,因此今后将结合更好的实地调查和验证,得出更加准确的研究结果.

## 参考文献:

- [1] 王根绪,钱鞠,程国栋.区域生态环境评价(REA)的方法与应用—以黑河流域为例[J].兰州大学学报,2001,37(2):131-140.
- [2] 单丹,韩笑.吉林省珲春市生态环境保护规划研究[J].中国资源综合利用,2014,32(2):45-49.
- [3] 梅安新.遥感导论[M].北京:高等教育出版社,2001:284-285.
- [4] 张衍华,毕建杰,高珂歆,等.基于遥感和GIS的泰安市生态环境评价及动态监测研究[J].山东气象,2012,32(1):1-5.
- [5] 王钊齐,李建龙,杨悦,等.基于遥感的城市生态环

境质量动态变化定量评价—以江苏省宜兴市为例[J].宁夏大学学报(自然科学版),2017,38(3):294-301.

- [6] 珲春市地方志编纂委员会.珲春年鉴[G].吉林:吉林文史出版社,2015.
- [7] 邹亚荣,赵晓丽,张增祥,等.我国低山丘陵区水土流失生态环境背景分析[J].山地学报,2002,20(2):176-181.
- [8] 温小乐,姜兴强,徐涵秋.基于TM影像的长乐市植被覆盖度变化研究[J].遥感信息,2013,28(6):56-61.
- [9] Gutman G, Ignatov A. The derivation of the green vegetation fraction from NOAA/AVHRR data for use in numerical weather prediction models[J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(8):1533-1540.
- [10] 陈利顶,张淑荣,傅伯杰,等.流域尺度土地利用与土壤类型空间分布的相关性研究[J].生态学报,2003,23(12):2497-2505.
- [11] 中华人民共和国水利部. SL190-2007,土壤侵蚀分类分级标准[S].北京:中国水利水电出版社,2008:3-12.
- [12] 王栋.遥感和GIS在生态环境动态监测与评价中的应用[D].太原:太原理工大学,2009.
- [13] 刘吉平,赵丹丹,田学智,等.1954—2010年三江平原土地利用景观格局动态变化及驱动力[J].生态学报,2014,34(12):3234-3244.

(上接第 133 页)

- [9] Lu Xinhua, Zhang Jinjuan, Liang Hong, et al. Chemical constituents of *Angelica Sinensis* [J]. Journal of Chinese Pharmaceutical Sciences, 2004, 13(1):1-3.
- [10] 任源.没食子化学成分及溃结安灌肠剂的研究[D].乌鲁木齐:新疆医科大学,2005:10.
- [11] Azizuddin, Choudhary M I. Compounds isolated from *Tannacetum polycephalum* [J]. Turkish Journal of Chemistry, 2008,32(2):201-204.
- [12] 胥珂,过立农,郑健,等.民族药材青阳参的化学成分研究[J].中国中药杂志,2016,41(1):101-105.
- [13] Yu J Q, Xian Y X, Geng Y L, et al. Anti-liver cancer constituents from the thorns of *Gleditsia sinensis* [J]. Phytochemistry Letters, 2015, 13(4):343-347.
- [14] 金朝娜.浙江蜂胶的化学成分研究[D].大连:大连理工大学,2008:52-53.
- [15] 何江波,刘光明,程永现.蜂房化学成分研究[J].中草药,2011,42(10):1905-1908.
- [16] 周先礼,吴奶珠,黄帅,等.藏药樱草杜鹃中的酚类

成分[J].中国药理学杂志,2012,47(2):95-97.

- [17] Zong Y, Lowell K, Ping J A, et al. Phenolic constituents of *Rhodiola coccinea*, a Tibetan folk medicine[J]. Planta Medica, 1991,57(6):589.
- [18] 罗旭璐.樟叶越桔原植物及其组织培养系的化学成分分析[D].昆明:西南林业大学,2015:38-39.
- [19] Lycka A, Hansen P E. Deuterium isotope effects on  $^{13}\text{C}$  and  $^{15}\text{N}$  nuclear shielding in *o*-hydroxyazo dyes [J]. Magnetic Resonance in Chemistry, 1984,22(9):101-115.
- [20] 李明月,常敏,张庆华,等.木橐内生真菌菌株 ZD6 及其代谢产物的抑菌活性[J].菌物学报,2010,29(5):739-745.
- [21] 张倩.天山花楸枝叶化学成分的研究[D].乌鲁木齐:新疆医科大学,2012:23-26.
- [22] 毛媛.东紫苏中木犀草苷的分离及其生物活性研究[D].上海:上海海洋大学,2016:22-24.
- [23] 杨爱梅,鲁润华,师彦平.藏药圆穗兔耳草中的黄酮类化合物[J].中国药理学杂志,2007,42(19):1459-1461.