

金荞麦乙酸乙酯萃取物化学成分的分 离鉴定

赵利琴^{1,2}, 张小平^{1,*}, 张朝凤²

(1. 安徽师范大学 安徽省重要生物资源保护与利用研究重点实验室, 安徽 芜湖 241000;

2. 中国药科大学生药学研究室, 江苏 南京 211198)

摘 要:目的: 对蓼科荞麦属植物金荞麦的化学成分进行分离鉴定。方法: 采用硅胶色谱、凝胶色谱和重结晶等技术进行分离纯化, 根据理化性质和波谱数据鉴定化合物结构。结果: 分离纯化了 13 个化合物, 通过波谱鉴定分别为: 赤杨酮(化合物 1)、异鼠李素(化合物 2)、槲皮素(化合物 3)、槲皮素-3-O-鼠李糖苷(化合物 4)、圣草酚(化合物 5)、儿茶素(化合物 6)、3,5-二甲氧基苯甲酸-4-O-葡萄糖苷(化合物 7)、丁香酸(化合物 8)、对羟基苯甲醛(化合物 9)、琥珀酸(化合物 10)、*N*-反式香豆酰酪胺(化合物 11)、 β -谷甾醇(化合物 12) 和胡萝卜苷(化合物 13)。结论: 圣草酚、3,5-二甲氧基苯甲酸-4-O-葡萄糖苷和 *N*-反式香豆酰酪胺是在金荞麦属内首次发现, 丁香酸是种内首次发现。

关键词: 金荞麦; 乙酸乙酯萃取物; 化学成分; 分离; 鉴定

Fractionation and Identification of Ethyl Ecetate Extract from *Rhizoma Fagopyri Cymosi*

ZHAO Li-qin^{1,2}, ZHANG Xiao-ping^{1,*}, ZHANG Chao-feng²

(1. Key Laboratory of Conservation and Employment of Biological Resources, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China ;

2. Research Department of Pharmacognosy, China Pharmaceutical University, Nanjing 211198, China)

Abstract: Objective: To fractionate the ethyl ecetate extract from *Rhizoma Fagopyri Cymosi* and identify the resulting fractions. Methods: Silica gel column chromatography, Sephadex LH-20 column chromatography and recrystallization were employed to fractionate the ethyl ecetate extract. According to physiochemical properties and spectral data, the fractions obtained were identified. Results: Thirteen compounds were separated from the ethyl ecetate extract and elucidated as glutinone (1), isorhametin (2), quercetin (3), quercetin-3-O- α -L-rhamnoside (4), eriodictyol (5), catechin (6), 3,5-dimethoxy benzene carbonic acid-4-O-glucoside (7), syringic acid (8), *p*-hydroxyl-benzaldehyde (9), succinic acid (10), *N*-trans-coumaroyl tyramine (11), sitosterol (12) and daucosterol (13). Conclusion: For the first time, compounds 5, 7 and 11 have been isolated from the genus of *Fagopyrum*, and compound 8 from *Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara.

Key words: *Fagopyrum dibotrys*; chemical composition; isolation; identification

中图分类号: R284

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)19-0016-07

金荞麦(*Fagopyrum dibotrys* (D. Don) Hara) 是蓼科(Polygonaceae) 荞麦属多年生草本植物, 原产于中国西南, 分布于陕西、江苏、浙江、江西、河南、湖北、湖南、广西、广东、四川及云南等大多数省区, 是一种营养丰富并具有重要药用价值的资源植物^[1]。该植物根茎入药, 可用于肺脓疡、麻疹肺炎、扁桃炎周围脓肿等^[2]。金荞麦中药材主产于云贵等高寒地区。金荞麦提取物具有显著的抗癌作用, 常见的制剂如复方金荞麦颗粒、金荞麦片和麦威宁胶囊等^[3]。Wang 等^[4]和 Bai

等^[5]曾分别报道了金荞麦的水溶性酚性成分和酚性糖苷, 本实验针对金荞麦的乙酸乙酯萃取物进行系统的化学成分研究, 以期为进一步阐明金荞麦药理活性提供物质基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

金荞麦(*Fagopyrum dibotrys*) 云南昆明市售的金荞麦药材。

收稿日期: 2010-12-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(307000060)

作者简介: 赵利琴(1967—), 女, 副教授, 博士研究生, 研究方向为植物化学系统学、化学生态学。E-mail: zhaoliqin@hytc.edu.cn

* 通信作者: 张小平(1957—), 男, 教授, 博士, 研究方向为植物系统学与植物生态学。E-mail: pinghengxu@sina.com.cn

薄层色谱硅胶板(GF254)、柱层析层析硅胶 青岛海洋化工厂; Sephadex LH-20 柱色谱填料 Pharmacia 公司; 其他试剂均为分析纯 国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

RE-52A 旋转蒸发器 上海亚荣生化仪器厂; SHZ-D(III)循环水式真空泵 巩义市英峪予华仪器厂; UV-型暗箱式紫外投射仪 上海康禾光电仪器有限公司; X-4 数字显示微熔点测定仪 瑞士 Kofle 公司; ACF-300 核磁共振仪测定(四甲基硅烷 TMS 为内标) 德国 Bruker 公司; LC-MSD trap ESI-MS 型质谱仪 美国 Agilent 公司。

1.3 方法

1.3.1 金荞麦乙酸乙酯萃取物的提取

金荞麦块根干质量 10kg, 粉碎, 分别以 10、8、6 倍量加入 85% 乙醇, 加热回流提取 3 次, 每次 2h, 过滤, 滤渣按同样的方法重复提取两次, 合并 3 次的滤液, 65℃减压回收至无醇味, 得总浸膏 1.5kg, 加水混悬后, 用等体积的石油醚、乙酸乙酯依次分别萃取 3 次, 每次静置 24h。回收溶剂的石油醚萃取物 35g, 乙酸乙酯部位 80g。流程图见图 1。

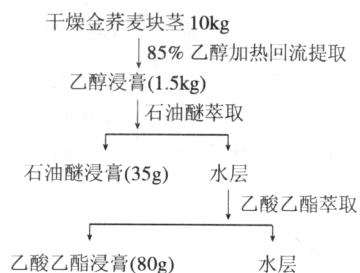


图 1 金荞麦提取流程图

Fig.1 Flow chart for the extraction of *Rhizoma Fagopyri Cymosi*

1.3.2 金荞麦乙酸乙酯萃取物化学成分的分离纯化

金荞麦乙酸乙酯部位浸膏(80g)

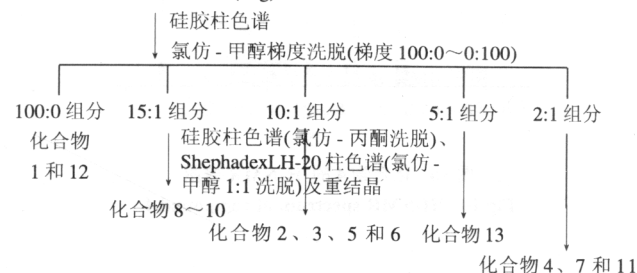


图 2 金荞麦乙酸乙酯萃取物分离纯化流程图

Fig.2 Flow chart for the fractionation of ethyl acetate extract from *Rhizoma Fagopyri Cymosi*

将金荞麦 80g 乙酸乙酯萃取物首先经硅胶柱色谱, 用氯仿-甲醇(100:0~0:100)溶剂系统采用低压柱进行梯度

洗脱, 按柱体积接流份, 用薄层色谱检测合并流份, 用紫外检测、碘染、硫酸香草醛和 AlCl_3 显色指导分离, 然后再用硅胶柱色谱(氯仿-丙酮系统)、葡聚糖凝胶(Sephadex LH-20)柱色谱及重结晶等方法进行分离, 得到 13 个化合物单体, 具体流程图见图 2。

1.3.3 金荞麦乙酸乙酯萃取物化学成分的结构鉴定

采用 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C-NMR}$ 进行结构鉴定。

2 结果与分析

2.1 化合物 1 的结构鉴定

化合物 1: 无色片状结晶(氯仿), 熔点 245~24.7℃, Liebermann-burchard 反应阳性, 硫酸香草醛显色呈紫红色, ESI-MS m/z : 424[M-H]⁻。 $^1\text{H-NMR}$ (300Hz, CDCl_3) δ : 1.23(3H, s)、1.24(3H, s)、0.82(3H, s)、1.09(3H, s)、1.03(3H, s)、1.17(3H, s)、0.96(3H, s)、0.99(3H, s) 为 8 个甲基质子信号(图 3)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (75Hz, CDCl_3) δ : 142.4(C-5)、121.3(C-6)、50.7(C-10)、50.0(C-4)、47.0(C-8)、43.1(C-18)、39.3(C-13)、38.9(C-22)、38.1(C-2)、37.9(C-14)、35.9(C-16)、35.1(C-19)、34.5(C-29)、34.1(C-11)、33.1(C-21)、32.3(C-30)、32.0(C-28)、31.9(C-15)、30.3(C-12)、30.1(C-17)、28.5(C-24)、28.2(C-20)、24.4(C-23)、23.6(C-7)、21.6(C-1)、19.3(C-26)、18.4(C-27)、15.6(C-25)(图 4)。综合以上分析, 并参考文献[6], 鉴定该化合物 1 为赤杨酮(glutinone), 化学结构式如图 5 所示。

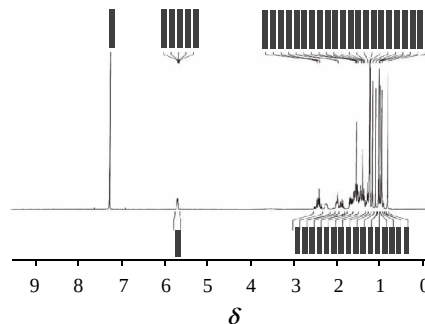


图 3 化合物 1 的 $^1\text{H-NMR}$ 谱图

Fig.3 $^1\text{H-NMR}$ spectrum of compound 1

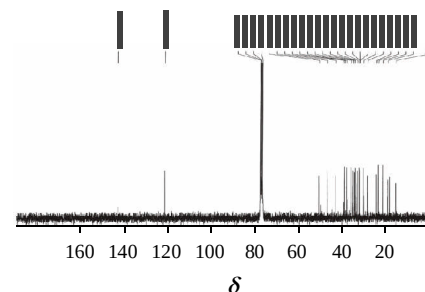


图 4 化合物 1 的 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱图

Fig.4 $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum of compound 1

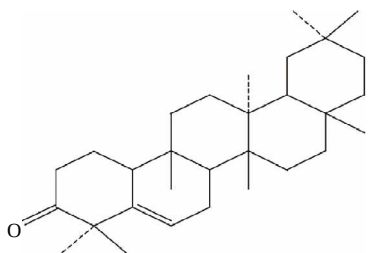


图5 化合物1的化学结构式
Fig.5 Chemical structure of compound 1

2.2 化合物2的结构鉴定

化合物2：黄色粉末(氯仿-甲醇)，盐酸-镁粉反应阳性。ESI-MS m/z : 314.9[M-H]⁻。¹H-NMR(300Hz, MEOD) δ : 6.19(1H, d, $J=2.1$ Hz, 6-H)、6.38(1H, d, $J=2.1$ Hz, 8-H)、6.88(1H, d, $J=8.5$ Hz, 5'-H)、7.51(1H, dd, $J=2.0$ Hz, 8.5Hz, H-6')、7.61(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-2')、3.77(3H, s, OCH₃-3') (图6)。综合以上分析,与参考文献数据基本一致^[7],并与对照品比较,鉴定该化合物为鼠李素(isorhamnetin),化学结构式如图7所示。

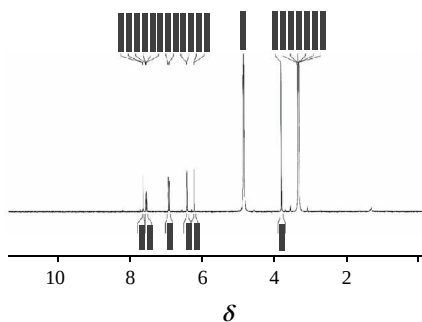


图6 化合物2的¹H-NMR谱图
Fig.6 ¹H-NMR spectrum of compound 2

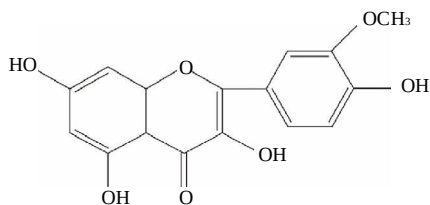


图7 化合物2的化学结构式
Fig.7 Chemical structure of compound 2

2.3 化合物3的结构鉴定

化合物3：黄色粉末(甲醇)，熔点 303~304℃, 365nm 紫外下黄色荧光, 盐酸-镁粉反应呈阳性, FeCl₃反应呈阳性。ESI-MS m/z : 301[M-H]⁻。¹H-NMR(300MHz, DMSO-d₆) δ : 12.48(1H, s, 5-OH)、10.76(1H,

s, 8-OH)、9.57(1H, s, 3-OH)、9.35(1H, s, 4'-OH)、9.29(1H, s, 3'-OH)、7.67(1H, d, $J=2.2$ Hz, H-2')、7.53(1H, dd, $J=2.2$ Hz, H-6')、6.87(1H, d, $J=8.5$ Hz, H-5')、6.40(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-8)、6.18(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-6)(图8)。参考文献[8]并与对照品对照,鉴定为该化合物为槲皮素(quercetin),化学结构式如图9所示。

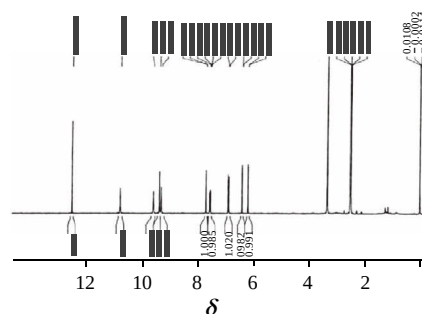


图8 化合物3的¹H-NMR谱图
Fig.8 ¹H-NMR spectrum of compound 3

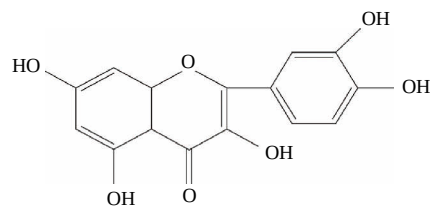


图9 化合物3的化学结构式
Fig.9 Chemical structure of compound 3

2.4 化合物4的结构鉴定

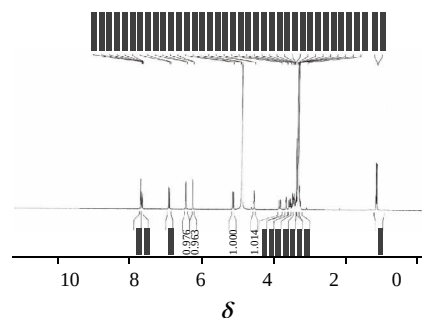


图10 化合物4的¹H-NMR谱图
Fig.10 ¹H-NMR spectrum of compound 4

化合物4：黄色粉末(甲醇)，熔点 193~195℃。365nm 紫外光下显黄色荧光, 盐酸-镁粉反应呈阳性, FeCl₃反应呈阳性, Molish 反应阳性。ESI-MS m/z : 447.0[M-H]⁻。¹H-NMR(300MHz, MeOD) δ : 7.60(1H, d, $J=1.8$ Hz, H-2')、6.85(1H, d, $J=8.4$ Hz, H-5')、7.63(1H, dd, $J=8.4, 1.8$ Hz, H-6')、

6.39(1H, d, $J=2.0\text{Hz}$, H-8)、6.20(1H, d, $J=2.0\text{Hz}$, H-6)、5.09(1H, d, $J=1.8\text{Hz}$, Rha-H-1)、3.46~3.62(4H, m, Rha-H-2~Rha-H-5)、3.2~3.3(3H, m, Rha-H-6)(图 10)。综合以上分析,与参考文献[9]数据基本一致,并与对照品比较,鉴定为槲皮素-3-*O*- α -L-鼠李糖苷(quercetin-3-*O*- α -L-Rha),化学结构式如图 11 所示。

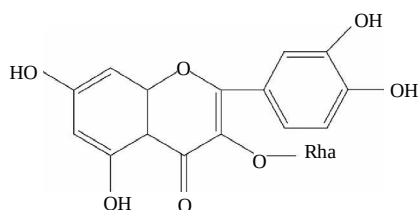


图 11 化合物 4 的化学结构式

Fig.11 Chemical structure of compound 4

2.5 化合物5的结构鉴定

化合物 5：淡黄色粉末(甲醇)，熔点 266~268℃。
ESI-MS m/z : 287[M-H]⁻。 ¹H-NMR(300MHz, MEOD)
 δ : 6.96(1H, d, J =1.5Hz, 2'-H)、6.75(2H, m, 5'-H, 6'-H)、5.92(1H, d, J =2.2Hz, 8-H)、5.95(1H, d, J =2.2Hz, 6-H)、4.15(1H, m, 2-H)、2.82(1H, dd, J =17.0, 12.5Hz, 3a-H) 和 2.68(1H, dd, J =17.0, 3.0Hz, 3b-H)(图 12), 提示为二氢黄酮。参考文献[10]并与对照品比较, 鉴定为圣草酚(eriodictyol), 化学结构式如图 13 所示。

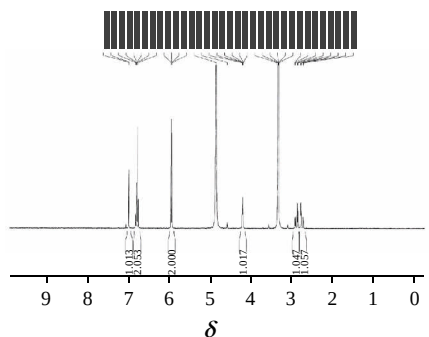


图 12 化合物 5 的 ^1H -NMR 谱图

Fig.12 ^1H -NMR spectrum of compound 5

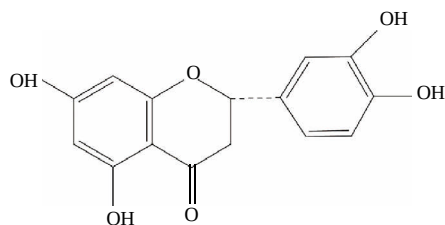


图 13 化合物 5 的化学结构式
Fig.13 Chemical structure of compound 5

2.6 化合物 6 的结构鉴定

化合物 6：白色粉末(氯仿-甲醇)，喷 FeCl_3 试剂显蓝色斑点。 $^1\text{H-NMR}$ (300MHz, DMSO-d_6) δ : 9.14(1H, s, 5-OH)、8.93(1H, s, 8-OH)、8.84(1H, s, 3'-OH)、8.75(1H, s, 4'-OH)、6.72(1H, brs, 2'-H)、6.69(1H, d, $J=8.4\text{Hz}$, 5'-H)、6.59(1H, dd, $J=8.4, 1.5\text{Hz}$, 6'-H)、5.89(1H, d, $J=2.1\text{Hz}$, 8-H)、5.69(1H, d, $J=2.1\text{Hz}$, 6-H)、4.68(1H, d, $J=4.5\text{Hz}$, 2-H)、4.00(1H, m, 3-H)、2.65(1H, dd, $J=7.8, 15.9\text{Hz}$, 4a-H)、2.34(1H, dd, $J=8.1, 15.9\text{Hz}$, 4b-H) (图 14)。上述理化性质及核磁共振数据与文献[11]报道儿茶素基本一致，故鉴定该化合物为儿茶素(catechin)，化学结构式如图 15 所示。

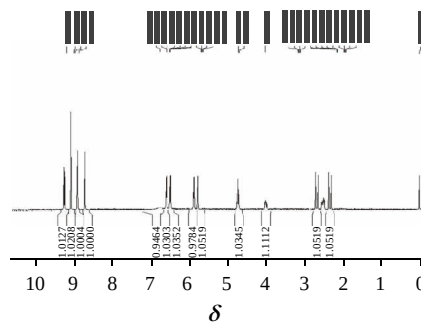


图 14 化合物 6 的 ^1H -NMR 谱图

Fig.14 ^1H -NMR spectrum of compound 6

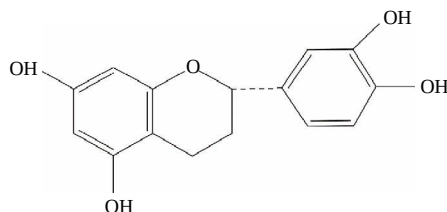


图 15 化合物 6 的化学结构式
Fig.15 Chemical structure of compound 6

2.7 化合物 7 的结构鉴定

化合物 7：白色结晶(氯仿-甲醇)。¹H-NMR(300MHz, MEOD) δ : 7.35(2H, s, H-2, 6)、5.05(1H, d, H-1)、3.88(6H, s, -OCH₃) (图 16)。¹³C-NMR(75MHz, MEOD) δ : 128.3(C-1)、109.1(C-2)、154.6s(C-3)、140.6(C-4)、154.6s(C-5)、105.0(C-6)、169.8s(C-7)、105.0(C-1')、76.2(C-2')、78.9(C-3')、71.8(C-4')、78.3(C-5')、63.0(C-6')、57.5(3-OCH₃)、57.5(5-OCH₃)(图 17)。参考文献[12]，鉴定该化合物为 3,5-二甲氧基苯甲酸-4-*O*-葡萄糖苷(3,5-dimethoxybenzene carbonic acid-4-*O*-glu)，化学结构式如图 18 所示。

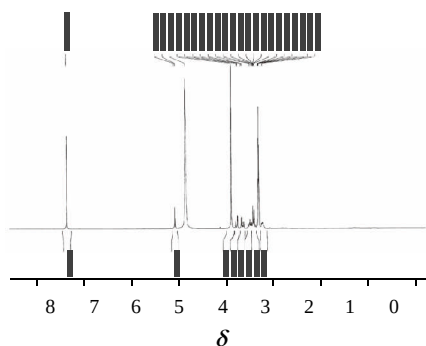


图 16 化合物 7 的 ^1H -NMR 谱图
Fig.16 ^1H -NMR spectrum of compound 7

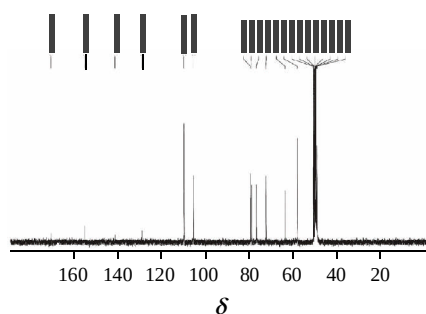


图 17 化合物 7 的 ^{13}C -NMR 谱图
Fig.17 ^{13}C -NMR spectrum of compound 7

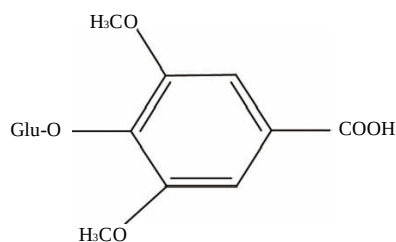


图 18 化合物 7 的化学结构式
Fig.18 Chemical structure of compound 7

2.8 化合物 8 的结构鉴定

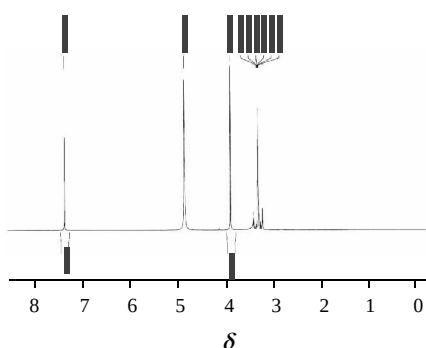


图 19 化合物 8 的 ^1H -NMR 谱图
Fig.19 ^1H -NMR spectrum of compound 8

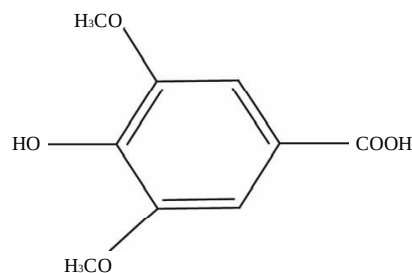


图 20 化合物 8 的化学结构式
Fig.20 Chemical structure of compound 8

化合物 8：无色针晶(甲醇)。ESI-MS m/z : 199 $[\text{M}+\text{H}]^+$ ，提示相对分子质量为 198。 ^1H -NMR(300MHz, CD_3OD) δ : 7.32(2H, s, H-2, 6)、3.87(6H, s, 3, 5- OCH_3)(图 19)。其中 7.32(2H, s)应为芳氢信号，则苯环上 4 个氢被取代；3.87(6H, s)应为芳香甲氧基信号，说明有两个甲氧基取代。 ^{13}C -NMR(75MHz, CD_3OD)谱，170.0 为特征羧基碳信号。通过上述分析并结合文献[13]，推断该化合物为丁香酸(syringic acid)，化学结构式如图 20 所示。

2.9 化合物 9 的结构鉴定

化合物 9：白色粉末(甲醇)。ESI-MS m/z : 120.9 $[\text{M}-\text{H}]^-$ 。 ^1H -NMR(300MHz, CDCl_3) δ : 9.89(1H, s, CHO)、7.82(2H, d, $J=10\text{Hz}$, H-2,6)、6.96(2H, d, $J=10\text{Hz}$, H-3,5)(图 21)，与标准品共薄层， R_f 值与显色行为完全一致，结合参考文献[14]，鉴定该化合物为对羟基苯甲醛(p -hydroxyl-benzaldehyde)，化学结构式如图 22 所示。

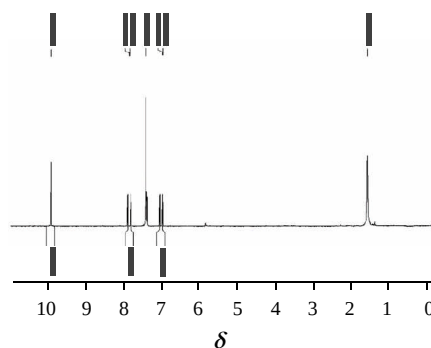


图 21 化合物 9 的 ^1H -NMR 谱图
Fig.21 ^1H -NMR spectrum of compound 9

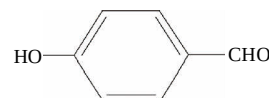


图 22 化合物 9 的化学结构式
Fig.22 Chemical structure of compound 9

2.10 化合物 10 的结构鉴定

化合物 10 白色片状结晶(氯仿-甲醇), 熔点 174~175°C。溴甲酚绿反应阳性, 表示含有羧基, $^1\text{H-NMR}$ (300MHz, DMSO-d_6) δ : 2.40(4H, s)、12.14(2H, s) (图 23)。与标准 Sadtler 碳谱中琥珀酸数据对照完全一致。鉴定该化合物为琥珀酸(succinic acid), 化学结构式如图 24 所示。

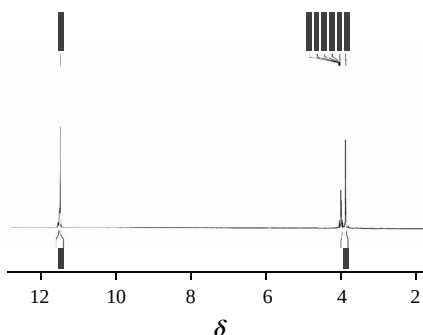
图 23 化合物 10 的 $^1\text{H-NMR}$ 谱图Fig.23 $^1\text{H-NMR}$ spectrum of compound 10

图 24 化合物 10 的化学结构式

Fig.24 Chemical structure of compound 10

2.11 化合物 11 的结构鉴定

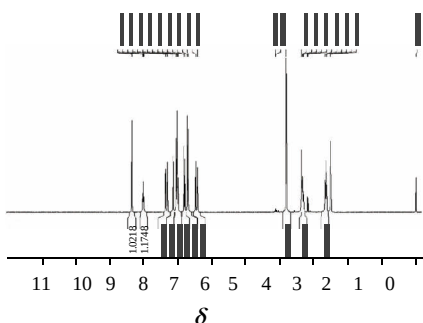
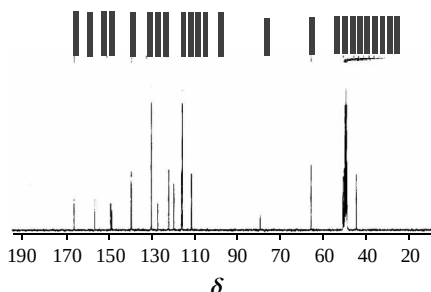
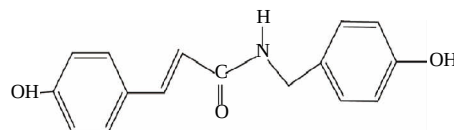
图 25 化合物 11 的 $^1\text{H-NMR}$ 谱图Fig.25 $^1\text{H-NMR}$ spectrum of compound 11图 26 化合物 11 的 $^{13}\text{C-NMR}$ 谱图Fig.26 $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum of compound 11

图 27 化合物 11 的化学结构式

Fig.27 Chemical structure of compound 11

化合物 11: 白色粉末(甲醇), 熔点 142~149°C。ESI-MS m/z : 311 $[\text{M-H}]^-$ 。 $^1\text{H-NMR}$ (300Hz DMSO-d_6) δ : 2.64(2H, t, $J=7.6\text{Hz}$, H-7)、3.32(2H, t, $J=7.6\text{Hz}$, H-8)、3.80(3H, s, $-\text{OCH}_3$)、6.43(1H, d, $J=15.7\text{Hz}$, H-8')、6.68(2H, d, $J=8.4\text{Hz}$, H-3,5)、6.78(1H, d, $J=8.1\text{Hz}$, H-5')、6.98(1H, dd, $J=8.1, 1.6\text{Hz}$, H-6')、7.01(2H, d, $J=8.4\text{Hz}$, H-2, 6)、7.10(1H, d, $J=1.6\text{Hz}$, H-2')、7.31(1H, d, $J=15.7\text{Hz}$, H-7')、7.99(1H, t, $J=5.60\text{Hz}$, $-\text{NH}$) (图 25)。 $^{13}\text{C-NMR}$ (75MHz, DMSO-d_6) δ : 129.5(C-1)、129.4(C-2)、115.1(C-3)、155.6(C-4)、115.1(C-5)、129.4(C-6)、34.4(C-7)、40.6(C-8)、126.4(C-1')、110.7(C-2')、147.8(C-3')、148.2(C-4')、115.1(C-5')、121.4(C-6')、138.8(C-7')、119.0(C-8')、165.2(C-9') (图 26)。参考文献[15-16], 鉴定为该化合物为 *N*-反式香豆酰酪胺(*N-trans*-coumaroyl tyramine), 化学结构式如图 27 所示。

2.12 化合物 12 的结构鉴定

化合物 12: 无色针晶(石油醚-乙酸乙酯), 2% 浓硫酸香草醛反应, 105°C条件下加热显紫红色。Lieberman-Bruchard 阳性。与 β -谷甾醇共薄层, R_f 值与显色行为完全一致, 混合熔点不下降, 鉴定为 β -谷甾醇(β -sitosterol), 化学结构式如图 28 所示。

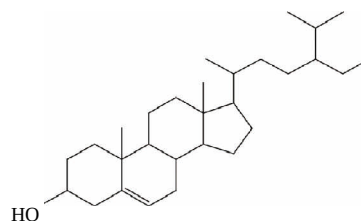


图 28 化合物 12 的化学结构式

Fig.28 Chemical structure of compound 12

2.13 化合物 13 的结构鉴定

化合物 13: 白色粉末(氯仿-甲醇), 2% 浓硫酸香草醛反应, 105°C条件下加热显紫红色。Lieberman-Bruchard 阳性。与胡萝卜苷共薄层, R_f 值与显色行为完全一致, 混合熔点不下降, 鉴定为胡萝卜苷(daucosterol), 化学结构式如图 29 所示。

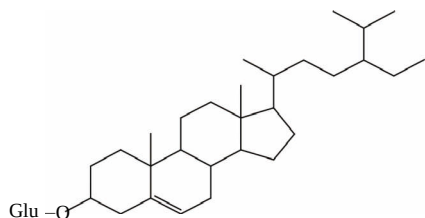


图 29 化合物 13 的化学结构式

Fig.29 Chemical structure of compound 13

3 结 论

得到了 13 个单体化合物, 化合物 5、7 和 11 是荞麦属内首次发现, 化合物 8 是在该种内首次发现。其中 1 个三萜成分, 5 个黄酮类成分, 5 个有机酸类成分及两个甾醇类成分。据报道金荞麦提取物具有显著的抗癌作用^[3], 而异鼠李素已有文献^[17-19]报道有抗肿瘤和抗癌活性, 本研究中异鼠李素作为金荞麦主要黄酮成分之一的结果可为建立金荞麦及荞麦属植物合理的质量标准提供科学参考依据。

参 考 文 献 :

- [1] 李安仁. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 108.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部(2005 年版)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 151.
- [3] 刘光德, 李名扬, 祝钦波, 等. 资源植物野生金荞麦的研究进展[J]. 农业资源与环境科学, 2006, 22(10): 380-389.
- [4] WANG Kaijin, ZHANG Yingjun, YANG Chongren. Antioxidant phenolic constituents from *Fagopyrum dibotrys*[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2005, 99: 259-264.
- [5] BAI Zhengzhong, ZHANG Xiaohui, XUAN Lijiang, et al. A phenolic

glycoside from *Fagopyrum dibotrys* (D.Don)Hara[J]. Chinese Chemical Letters, 2007, 18(9): 1087-1088.

- [6] 邵盟, 杨跃辉, 高慧媛, 等. 金荞麦的化学成分研究[J]. 沈阳药科大学学报, 2005, 22(2): 101-102.
- [7] 郑佩, 盛建国, 赵义, 等. 银杏叶中黄酮化合物的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2009, 21(5): 11-12.
- [8] 包塔娜, 彭树林, 周正质, 等. 苦荞粉中的化学成分[J]. 天然产物研究与开发, 2003, 15(1): 24-26.
- [9] 沈伟, 张晓杰, 张秀桥, 等. 大叶蛇葡萄化学成分研究[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(4): 866-877.
- [10] 王学贵, 沈丽淘, 曾芸芸, 等. 珍珠莲中的黄酮类成分[J]. 中草药, 2010, 4(4): 526-528.
- [11] 周应军, 李波, 梁建宁, 等. 槲树叶中的 5 种酚性成分[J]. 有机化学, 2005, 25(5): 109-112.
- [12] 林云良, 邱明华, 李忠荣, 等. 黄杨中非生物碱化学成分[J]. 云南植物研究, 2006, 28(4): 429-432.
- [13] 董礼, 李磊, 廖志华, 等. 柴胡红景天化学成分的研究[J]. 西北植物学报, 2007, 27(12): 2564-2567.
- [14] 李琳, 张朝凤, 张勉. 菊状千里光中的酚类成分[J]. 药学与临床研究, 2009, 17(4): 294-297.
- [15] 王明安, 王明奎, 彭树林, 等. 青檀树皮中的化学成分[J]. 天然产物研究与开发, 2009, 13(6): 5-8.
- [16] 陈佳, 朱超兰, 许海燕, 等. 豆豉姜的化学成分研究. II. 甲醇提取物的氯仿部位和乙酸乙酯部位[J]. 中国医药工业杂志, 2010, 41(7): 504-508.
- [17] TENG Baosong, LU Yanhua, WANG Zhengtao, et al. *in vitro* anti-tumor activity of isorhamnetin isolated from *Hippophae rhamnoides* L. against BEL-7402 cells[J]. Pharmacological Research, 2006, 54: 186-194.
- [18] BAO Meihua, LOU Yijia. Isorhamnetin prevent endothelial cell injuries from oxidized LDL via activation of p38MAPK[J]. European Journal of Pharmacology, 2006, 547: 22-30.
- [19] MA Gang, YANG Chunlei, QU Yi, et al. The flavonoid component isorhamnetin *in vitro* inhibits proliferation and induces apoptosis in Eca-109 cells[J]. Chemico-Biological Interactions, 2007, 167: 153-160.