



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108617657 B

(45)授权公告日 2020.06.02

(21)申请号 201810643953.8

A01P 21/00(2006.01)

(22)申请日 2018.06.21

C12R 1/645(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108617657 A

(56)对比文件

JP H08245608 A,1996.09.24,

CN 1377957 A,2002.11.06,

(43)申请公布日 2018.10.09

Frank Surup et al..Sporothriolide

(83)生物保藏信息

CGMCC No.15377 2018.04.19

derivatives as chemotaxonomic markers for Hypoxylon monticulosum.《Mycology》.2014,第5卷(第3期),第110-119页.

(73)专利权人 南京农业大学

地址 210095 江苏省南京市玄武区卫岗1号

周建伯.多种用途的γ-丁内酯.《沈阳化工》.1988,(第3期),第37-40页.

(72)发明人 叶永浩 曹玲玲 严威 康爽

Charlotte Leman-Loubiere et

(74)专利代理机构 南京艾普利德知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
32297

代理人 张铂

al..Sporothriolide-Related Compounds from the Fungus Hypoxylon monticulosum CLL-205 Isolated from a Sphaerocladina Sponge from the Tahiti Coast.《J. Nat. Prod.》.2017,第80卷第2850-2854页.

(51)Int.Cl.

C07D 307/33(2006.01)

C12P 17/04(2006.01)

A01N 43/08(2006.01)

审查员 南艳

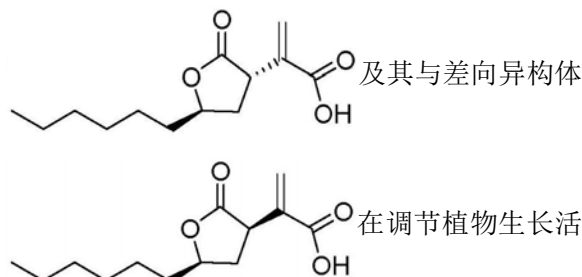
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

γ-丁内酯类化合物在调节植物生长活性中的应用

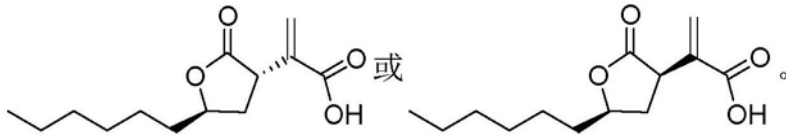
(57)摘要

本发明公开了一种新的γ-丁内酯类化合物



性中的应用。本发明所述γ-丁内酯类化合物对单子叶植物具有低浓度促进、高浓度抑制作用，对双子叶植物具有抑制作用，可作为新型植物生长调节剂用于农业、林业及园艺等领域。

1. γ -丁内酯类化合物在调节植物生长活性中的应用,所述 γ -丁内酯类化合物为:

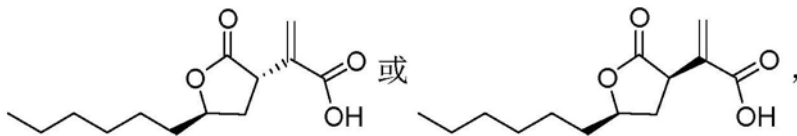


2. 如权利要求1所述的应用,其特征在于所述 γ -丁内酯类化合物能够调节植物根和芽的生长活性。

3. 如权利要求2所述的应用,其特征在于所述 γ -丁内酯类化合物对单子叶植物具有低浓度促进、高浓度抑制作用,对双子叶植物具有抑制作用。

4. 如权利要求3所述的应用,其特征在于所述植物选自看麦娘、婆婆纳、稗草、鳢肠中的一种或几种。

5. 一种 γ -丁内酯类化合物的制备方法,所述 γ -丁内酯类化合物为:



其特征在于采用*Nodulisporium sylviforme* A21产生发酵制得,包括如下步骤:

(1) *N. sylviforme* A21的发酵:

a. 菌株活化:将保存好的A21菌株,在超净工作台中接种至PDA固体培养基的平板上,25℃恒温培养箱中培养7天;

b. 接种及菌株的一级发酵:将活化的菌株接种至装有400mL PDB液体培养基的1000mL锥形瓶中,共设10瓶,置于25℃恒温气浴旋转式摇床培养;

c. 菌株的大批量发酵:配制PDB液体培养基共计40L,进行灭菌,灭菌结束后冷却培养基至室温;将菌株一级发酵培养物接入装有400mL PDB液体培养基的1000mL锥形瓶中,每瓶10mL,保持25℃,130rpm,发酵12天,得菌液;

(2) 提取步骤(1)制得的发酵液,获得*N. sylviforme* A21次级代谢物:

发酵结束后将所得发酵产物用两层纱布过滤,分别得到淡黄色黏稠状发酵液,将发酵液用等体积的乙酸乙酯萃取三次,合并有机层,减压浓缩,得到菌液提取物;

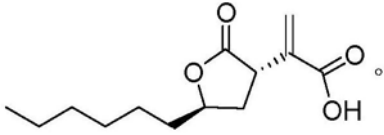
(3) 菌液提取物次级代谢产物的分离:

a. 将提取物用200-300目硅胶进行柱层析,配制二氯甲烷与甲醇体积比为100:0、100:1、100:2、100:4、100:8、100:16、100:32、100:50、0:100的洗脱液,依次进行梯度洗脱,TLC检测合并;

b. 取50g的ODS反向硅胶湿法装柱,将步骤a中100:1组分样品湿法上样,配制甲醇与水体积比为10:90、20:80、30:70、40:60、50:50、60:40、70:30、80:20、100:0的洗脱液,依次进行梯度洗脱,每个梯度用500mL洗脱液洗脱,每100mL收集浓缩一次,TLC检测合并;

c. 选取步骤b中甲醇与水60:40的洗脱组分用高效液相色谱,岛津20AT;色谱柱为Kromasil 100-5-C18,250mm×10mm,5 μ m;流动相:甲醇/水=60:40;流速:2mL/min,检测波长:220nm,进行分离,收集 $t_R=36.6\text{min}$ 和 $t_R=39\text{min}$ 的峰得到,得到所述的 γ -丁内酯类化合物。

6. 一种 γ -丁内酯类化合物,其特征在于结构式如下:



γ -丁内酯类化合物在调节植物生长活性中的应用

技术领域

[0001] 本发明属于农药领域,具体涉及 γ -丁内酯类化合物在调节植物生长活性中的应用。

背景技术

[0002] 植物生长调节剂是用于调节植物生长发育的一类农药,主要包括人工合成的具有天然植物激素相似作用的化合物和从生物中提取的天然植物激素。植物生长调节剂可用于调控植物体内的核酸、蛋白质和酶的合成,能对植物生长发育过程中如发芽、生根、细胞伸长、器官分化、花芽分化、开花、结果、落叶、休眠等不同阶段起到调节和控制作用。根据作用方式不同,植物生长调节剂可分为植物生长促进剂(如赤霉素、乙烯利、吲哚乙酸、萘乙酸、油菜素内脂类、壳聚糖等)、植物生长抑制剂(如脱落酸、青鲜素、增甘膦、整形素等)和植物生长延缓剂(如矮壮素、B9、多效唑、助壮素等)。近年来,植物生长调节剂的研究开发获得了迅速的发展,被广泛应用于农业、林业和园艺作物生产,在增强作物抗逆性、提高作物产量、改善产品品质、提高种植效益等方面发挥了巨大作用。

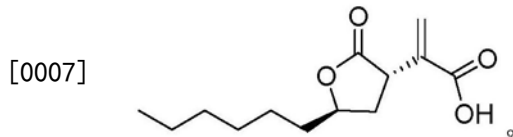
[0003] 植物内生菌可产生丰富多样的次生代谢物质,是产生生物活性物质的重要来源。本发明所涉及的真菌 *Nodulisporium sylviforme* A21 是从健康银杏叶片中分离获得的植物内生菌,已保存于中国普通微生物菌种保藏管理中心(保藏编号:CGMCC No.15377)。已有研究表明,该菌株可产生抗菌活性较强的 α -亚甲基 γ -双丁内酯化合物 *sporothriolide* (Cao, L.L.; Zhang, Y.Y.; Liu, Y.J; et al. *Anti-phytopathogenic activity of sporothriolide, a metabolite from endophyte Nodulisporium sp. A21 in Ginkgo biloba*. *Pestic. Biochem. Phys.* 2016, 129, 7-13.)。

发明内容

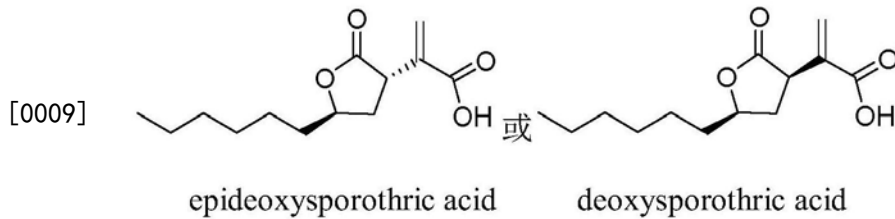
[0004] 本发明首次从 *Nodulisporium sylviforme* A21 真菌中提取分离出来一种新的 γ -丁内酯类化合物 *epideoxysporothric acid*。该化合物的差向异构体 *deoxysporothric acid* 被报道从 *Hypoxyylon monticulosum* 的次级代谢物中分离得到 (Leman-Loubière, C.; Goff, G.L.; Retailleau, P.; et al. *Sporothriolide-related compounds from the fungus Hypoxyylon monticulosum CLL-205 isolated from a Sphaerocladina sponge from the Tahiti coast*. *J. Nat. Prod.* 2017, 80, 2850-2854.), 该化合物对 HCT-116 细胞具有一定的毒性。本发明首次发现这两种环化的 γ -丁内酯类化合物具有植物生长调节的活性。

[0005] 本发明具体技术方案如下:

[0006] 一种新的 γ -丁内酯类化合物 *epideoxysporothric acid*, 分子式为: $C_{13}H_{20}O_4$, 结构式如下:



[0008] 本发明的另一目的在于提供 γ -丁内酯类化合物在调节植物生长活性中的应用，所述 γ -丁内酯类化合物为：



[0010] 进一步的，上述 γ -丁内酯类化合物能够调节植物根和芽的生长活性。所述植物包括单子叶植物和双子叶植物，如看麦娘、婆婆纳、稗草、鳢肠等。

[0011] 进一步的，本发明还提供了上述 γ -丁内酯类化合物的制备方法，采用 *Nodulisporium sylviforme* 真菌产生发酵制得。优选的，所述真菌为 *Nodulisporium sylviforme* A21。该菌种已保藏于中国微生物菌种保藏管理委员会普通微生物中心，保藏日期2018年4月19日，保藏地址：北京市朝阳区北辰西路1号院3号，登记编号为CGMCC No.15377，分类命名为树状多节孢，*Nodulisporium sylviforme*。

[0012] 上述制备方法包括如下步骤：

[0013] (1) *N. sylviforme* A21的发酵；

[0014] (2) 提取步骤(1)制得的发酵液，获得 *N. sylviforme* A21次级代谢物；

[0015] (3) 菌液提取物次级代谢产物的分离。

[0016] 优选的，所述步骤(2)采用乙酸乙酯萃取步骤(1)制得的发酵液。

[0017] 优选的，所述步骤(3)依次使用硅胶柱层析、ODS反向硅胶柱层析和HPLC分离纯化 *N. sylviforme* A21次级代谢物，得到所述 γ -丁内酯类化合物。

[0018] 本发明一个具体的制备方法如下：

[0019] (1) *N. sylviforme* A21的发酵

[0020] a. 菌株活化：将保存好的A21菌株，在超净工作台中接种至PDA固体培养基的平板上，25℃恒温培养箱中培养7天；

[0021] b. 接种及菌株的一级发酵：将活化的菌株接种至装有400mL PDB液体培养基的1000mL锥形瓶中，共设10瓶，置于25℃恒温气浴旋转式摇床培养；

[0022] c. 菌株的大批量发酵：配制PDB液体培养基共计40L，进行灭菌，灭菌结束后冷却培养基至室温；将菌株一级发酵培养物接入装有400mL PDB液体培养基的1000mL锥形瓶中，每瓶10mL，保持25℃，130rpm，发酵12天，得菌液；

[0023] (2) *N. sylviforme* A21次级代谢物的提取

[0024] 发酵结束后将所得发酵产物用两层纱布过滤，分别得到淡黄色黏稠状发酵液。将发酵液用等体积的乙酸乙酯萃取三次，合并有机层，减压浓缩，得到菌液提取物；

[0025] (3) 菌液提取物次级代谢产物的分离

[0026] a. 将提取物用200-300目硅胶进行柱层析，配制二氯甲烷与甲醇体积比为100:0、100:1、100:2、100:4、100:8、100:16、100:32、100:50、0:100的洗脱液，依次进行梯度洗脱，

TLC检测合并;

[0027] b. 取50g的ODS反向硅胶湿法装柱,将步骤a中100:1组分样品湿法上样,配制甲醇与水体积比为10:90、20:80、30:70、40:60、50:50、60:40、70:30、80:20、100:0的洗脱液,依次进行梯度洗脱,每个梯度用500mL洗脱液洗脱,每100mL收集浓缩一次,TLC检测合并;

[0028] c. 选取步骤b中甲醇与水60:40的洗脱组分用高效液相色谱(岛津20AT;色谱柱为Kromasil 100-5-C18,250mm×10mm,5 μ m;流动相:甲醇/水=60:40(v/v);流速:2mL/min,检测波长:220nm)进行分离,收集 $t_R=36.6$ min和 $t_R=39$ min的峰得到 deoxysporothric acid(化合物1)、epideoxysporothric acid(化合物2)。

[0029] 本发明通过种子生测法测定deoxysporothric acid和epideoxysporothric acid调节稗草、鳢肠的根和芽生长活性,结果表明化合物deoxysporothric acid、epideoxysporothric acid对稗草、鳢肠根、芽的生长具有选择性,主要表现为对单子叶植物稗草表现为低浓度促进、高浓度抑制作用,对双子叶植物鳢肠表现为抑制作用。其中,deoxysporothric acid在不高于200 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 浓度下对单子叶植物稗草根的生长具有促进作用,随着浓度降低促进作用增强,在不高于50 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 浓度下对稗草芽的生长具有促进作用;epideoxysporothric acid种不高于 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 浓度下对单子叶植物稗草根的生长具有促进作用,不高于100 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 浓度下对稗草芽的生长具有促进作用,且随着浓度降低促进作用增强;两种化合物在400 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 浓度下对稗草根和芽的生长均有显著抑制作用;两种化合物在不低于50 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 浓度下对双子叶植物鳢肠根和芽的生长均有显著抑制作用,且随着浓度升高抑制作用增强。这表明本发明的化合物deoxysporothric acid、epideoxysporothric acid具有潜在的植物调节活性,可作为新型植物生长调节剂或先导化合物进行开发,应用于农业、林业及园艺等领域。

附图说明

[0030] 图1为化合物epideoxysporothric acid的结构图。

[0031] 图2为化合物epideoxysporothric acid的 ^1H -NMR谱图。

[0032] 图3为化合物epideoxysporothric acid的 ^{13}C -NMR谱图。

[0033] 图4为化合物epideoxysporothric acid的DEPT-NMR谱图。

[0034] 图5为化合物epideoxysporothric acid的HMQC谱图。

[0035] 图6为化合物epideoxysporothric acid的 ^1H - ^1H COSY谱图。

[0036] 图7为化合物epideoxysporothric acid的HMBC谱图。

[0037] 图8为化合物epideoxysporothric acid的NOESY谱图。

[0038] 图9为化合物deoxysporothric acid的NOESY谱图。

具体实施方式

[0039] 以下通过实施例说明本发明的具体步骤,但不受实施例限制。

[0040] 在本发明中使用的术语,除非另有说明,一般具有本领域普通技术人员通常理解的含义。

[0041] 下面结合具体实施例并参照数据进一步详细描述本发明,应理解,这些实施例只是为了举例说明本发明,而非以任何方式限制本发明的范围。

[0042] 在以下实施例中,未详细描述的各种过程和方法是本领域中公知的常规方法。

[0043] 以下结合附图和具体实施例,对依据本发明提出一种 γ -丁内酯真菌次级代谢产物 epideoxysporothric acid的制备及结构解析和调节稗草、鳢肠植物种子根生长实验做详细说明。

[0044] 实施例1

[0045] 本发明的化合物的制备:

[0046] (1) *N. sylviform* A21的发酵(该菌种已保藏于中国微生物菌种保藏管理委员会普通微生物中心,登记编号为CGMCC No.15377。)

[0047] a. 菌株活化:将保存好的A21菌株,在超净工作台中接种至PDA固体培养基的平板上,25℃恒温培养箱中培养7天;

[0048] b. 接种及菌株的一级发酵:将活化的菌株接种至装有400mL PDB液体培养基的1000mL锥形瓶中,共设10瓶,置于25℃恒温气浴旋转式摇床培养;

[0049] c. 菌株的大批量发酵:配制PDB液体培养基共计40L,进行灭菌,灭菌结束后冷却培养基至室温;将菌株一级发酵培养物接入装有400mL PDB液体培养基的1000mL锥形瓶中,每瓶10mL,保持25℃,130rpm,发酵12天,得菌液;

[0050] (2) *N. sylviform* A21次级代谢物的提取

[0051] 发酵结束后将所得发酵产物用两层纱布过滤,分别得到淡黄色黏稠状发酵液。将发酵液用等体积的乙酸乙酯萃取三次,合并有机层,减压浓缩,得到菌液提取物;

[0052] (3) 菌液提取物次级代谢产物的分离

[0053] a. 将提取物用200-300目硅胶进行柱层析,配制配置二氯甲烷与甲醇体积比为100:0、100:1、100:2、100:4、100:8、100:16、100:32、100:50、0:100的洗脱液,依次进行梯度洗脱,TLC检测合并;

[0054] b. 取50g的ODS反向硅胶湿法装柱,将步骤a中100:1组分样品湿法上样,配制甲醇与水体积比为10:90、20:80、30:70、40:60、50:50、60:40、70:30、80:20、100:0的洗脱液,依次进行梯度洗脱,每个梯度用500mL洗脱液洗脱,每100mL收集浓缩一次,TLC检测合并;

[0055] c. 选取步骤b中甲醇与水60:40的洗脱组分用高效液相色谱(岛津20AT;色谱柱为Kromasil 100-5-C18,250mm×10mm,5 μ m;流动相:甲醇/水=60:40(v/v);流速:2mL/min,检测波长:220nm)进行分离,收集 $t_R=36.6$ min和 $t_R=39$ min的峰得到 deoxysporothric acid(化合物1)、epideoxysporothric acid(化合物2)。

[0056] 实施例2

[0057] 本发明的化合物2的结构式的确定:

[0058] (1) 化合物2的理化性质数据

[0059] 白色粉末,比旋光度为+29.3(c 0.20,CHCl₃)。

[0060] (2) 化合物分子式的确定

[0061] 结合¹H-NMR以及¹³C-NMR数据及HR-ESI-MS(实测值263.1242[M+Na]⁺,计算C₁₃H₂₀O₄Na值为263.1260),确定其分子式为C₁₃H₂₀O₄。

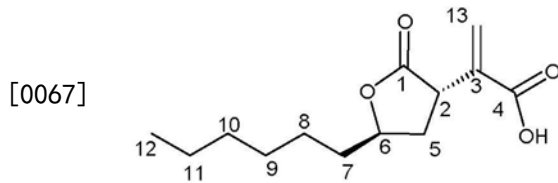
[0062] (3) 化合物结构式的确定

[0063] ¹H-NMR,¹³C-NMR和DEPT谱图(如图2-图4所示)显示一个sp²亚甲基,两个sp³次甲基,六个sp³亚甲基,一个sp³甲基,一个sp²季碳,两个羰基碳的信号。

[0064] 现已知化合物1 (deoxysporothric acid), 其结构式如下:



[0066] 本发明化合物记作化合物2, 将化合物2与化合物1相比较, 它们的¹H-NMR, ¹³C-NMR谱图极为相似, 且两者具有相同分子式, 表明化合物1和化合物2为异构体, 通过 2D-NMR (¹H-¹H COSY, HMQC, HMBC) 的分析, 进一步表明两者为异构体。通过 NOESY光谱确定了化合物2的相对构型, 与化合物1比较最后确定化合物2中两个手性碳为2S, 6R, 命名为 epideoxysporothric acid。综上所述, 可确定本发明化合物 epideoxysporothric acid 的结构如下:



[0068] 本发明化合物2 (epideoxysporothric acid) 和已知化合物1核磁数据见表1:

[0069] 表1 化合物1和化合物2核磁¹H-NMR, ¹³C-NMR数据

position	1		2	
	δ_C , type	δ_H , mult (J in Hz)	δ_C , type	δ_H , mult (J in Hz)
1	176.6, C		176.0, C	
2	43.1, CH	3.68, t (9.3)	44.7, CH	3.67, dd (9.0, 12.3)
3	136.2, C		135.5, C	
[0070] 4	170.3, C		169.1, C	
5	33.8, CH ₂	2.40, m; 2.21, m	35.8, CH ₂	2.57, ddd (12.4, 8.9, 5.8); 2.02, dt (12.3, 10.5)
6	79.1, CH	4.62, m	79.1, CH	4.44, ddd (11.0, 7.2, 5.8)
7	35.6, CH ₂	1.73, m; 1.59, m	35.5, CH ₂	1.82, m; 1.64, m
8	25.2, CH ₂	1.46-1.29, m	25.3, CH ₂	1.49-1.30, m
9	29.0, CH ₂	1.46-1.29, m	29.1, CH ₂	1.49-1.30, m
10	31.6, CH ₂	1.46-1.29, m	31.8, CH ₂	1.49-1.30, m
11	22.5, CH ₂	1.46-1.29, m	22.6, CH ₂	1.49-1.30, m
[0071] 12	14.1, CH ₃	0.89, t (7.0)	14.1, CH ₃	0.89, t (7.0)
13	131.2, CH ₂	6.53, s; 5.92, s	131.1, CH ₂	6.56, s; 5.98, s

[0072] 实施例3

[0073] 本发明的化合物deoxysporothric acid、epideoxysporothric acid在调节稗草、鳢肠植物种子根和芽生长的应用试验:

[0074] (1) 本发明的化合物deoxysporothric acid、epideoxysporothric acid调节单子叶植物稗草种子根和芽生长试验

[0075] 采用种子生测法测定化合物deoxysporothric acid、epideoxysporothric acid

对稗草种子根和芽生长的试验,丙草胺作为阳性对照,具体实施步骤如下:

[0076] 挑选健康饱满的稗草种子,10%的次氯酸钠消毒10min,清水冲洗三次;选直径6cm的培养皿,放两层滤纸;把化合物deoxysporothric acid、epideoxysporothric acid分别配置为 $50\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $100\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $200\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $400\mu\text{g mL}^{-1}$ 的水溶液(含DMSO 0.5%),对照用含DMSO 0.5%的水溶液,并设置清水对照;阳性对照用丙草胺(500g/L乳油,南通金陵股份有限公司),配置为 $1.56\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $3,125\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $6.25\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $12.5\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $25\mu\text{g mL}^{-1}$ 的水溶液(含DMSO 0.5%);每皿加2mL溶液,20粒种子,放在 25°C ,12h光照,培养10d,测量根长、芽长,每处理设置三个重复。

[0077] 测得根长、芽长,通过以下公式算出抑制率:

$$[0078] \quad \text{抑制率}(\%) = \frac{\text{对照根长} - \text{处理根长}}{\text{对照根长}} \times 100\%$$

[0079] (2) 本发明的化合物deoxysporothric acid、epideoxysporothric acid调节双子叶植物鳢肠种子根和芽生长试验

[0080] 采用种子生测法测定化合物deoxysporothric acid、epideoxysporothric acid对鳢肠种子根和芽生长试验,植物生长调节剂2-甲-4-氯钠作为阳性对照,具体实施步骤如下:

[0081] 挑选健康饱满的鳢肠种子,10%的次氯酸钠消毒10min,清水冲洗三次;选直径6cm的培养皿,放两层滤纸;把化合物deoxysporothric acid、epideoxysporothric acid分别配置为 $50\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $100\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $200\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $400\mu\text{g mL}^{-1}$ 的水溶液(含DMSO 0.5%),对照用含DMSO 0.5%的水溶液,并设置清水对照;阳性对照用2-甲-4-氯钠(56%可溶性粉剂,安徽华星股份有限公司),配置为 $1.56\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $3,125\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $6.25\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $12.5\mu\text{g mL}^{-1}$ 、 $25\mu\text{g mL}^{-1}$ 的水溶液(含DMSO 0.5%);每皿加2mL溶液,20粒种子,放在 25°C ,12h光照,培养10d,测量根长、芽长,每处理设置三个重复。

[0082] 测得根长、芽长,通过以下公式算出抑制率:

$$[0083] \quad \text{抑制率}(\%) = \frac{\text{对照根长} - \text{处理根长}}{\text{对照根长}} \times 100\%$$

[0084] 化合物deoxysporothric acid(化合物1)、epideoxysporothric acid(化合物2)在调节稗草、鳢肠植物根和芽生长试验结果如表2所示:

[0085] 表2 化合物1和2对稗草、鳢肠的根长和芽生长的影响

化合物	浓度 ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	稗草		鳢肠	
		根长 (%)	芽长 (%)	根长 (%)	芽长 (%)
1	50	-31.3	-5.7	19.9	4.0
	100	-14.7	1.3	53.2	12.5
	200	-8.0	1.7	66.7	37.7
	400	15.6	8.2	71.1	38.2
2	50	-23.9	-13.7	71.3	11.1
	100	0.9	-8.9	79.6	22.7
	200	23.0	10.0	87.1	45.6
	400	24.8	20.8	100	100
丙草胺	1.56	89.4	86.0		
2-甲-4-氯钠	3.12			88.6	50.0

[0087] 实验结果表明:化合物deoxysporothric acid和epideoxysporothric acid对稗草、鳢肠两种植物根和芽的生长具有选择性,主要表现为对单子叶稗草表现为低浓度促进、高浓度抑制作用,对双子叶鳢肠表现为抑制作用。因此可以说明本发明的化合物deoxysporothric acid、epideoxysporothric acid具有潜在的植物生长调节活性,可作为新型植物生长调节剂或先导化合物进行开发应用。

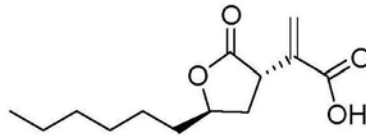


图1

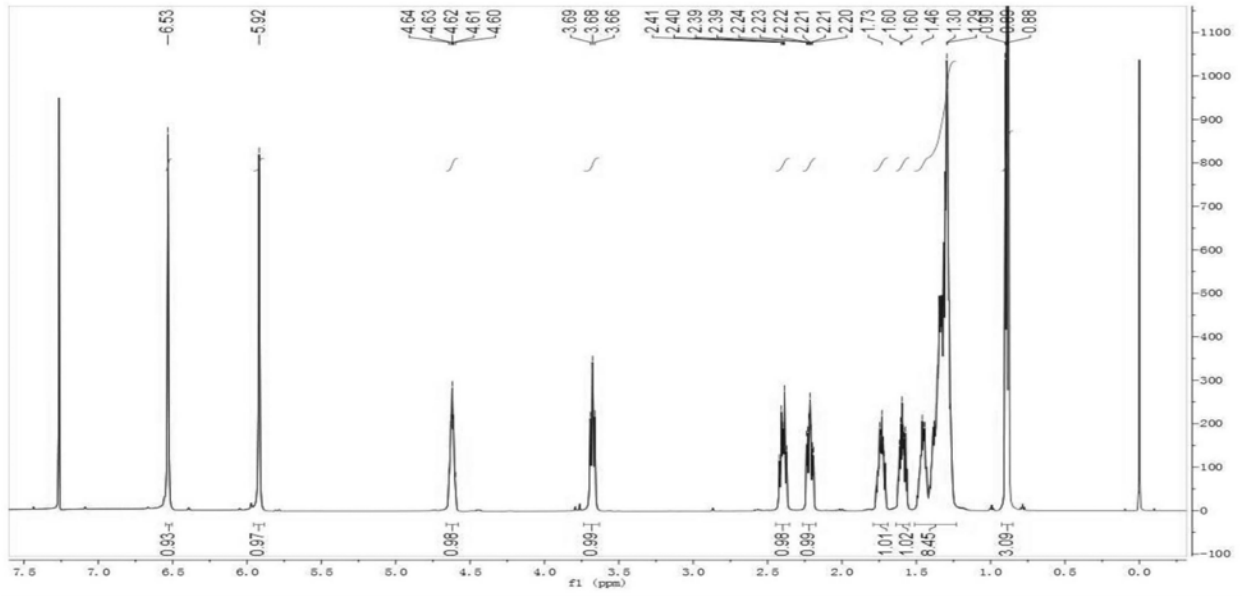


图2

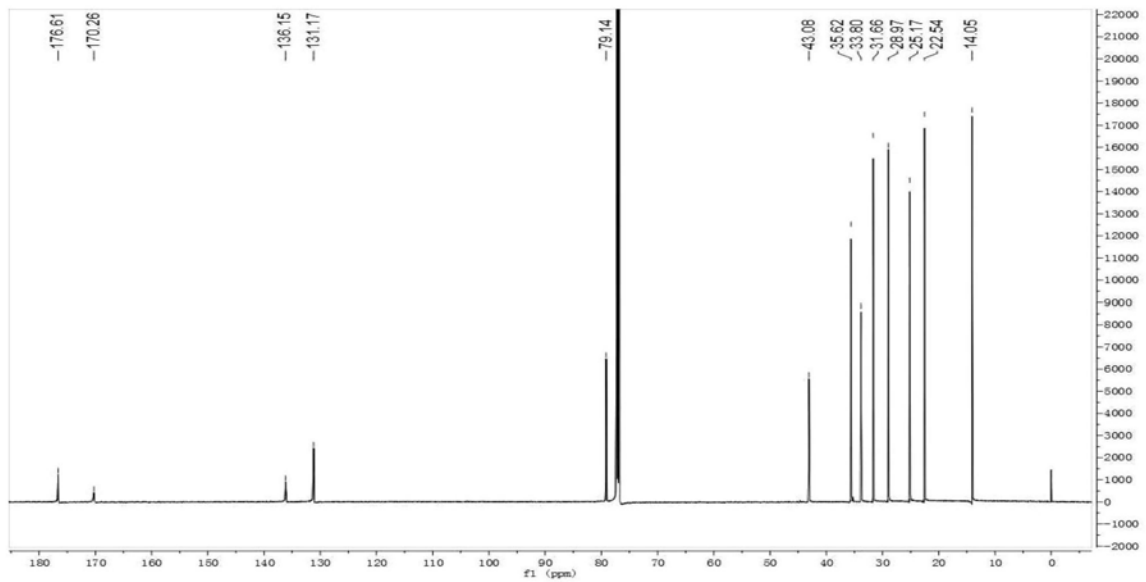


图3

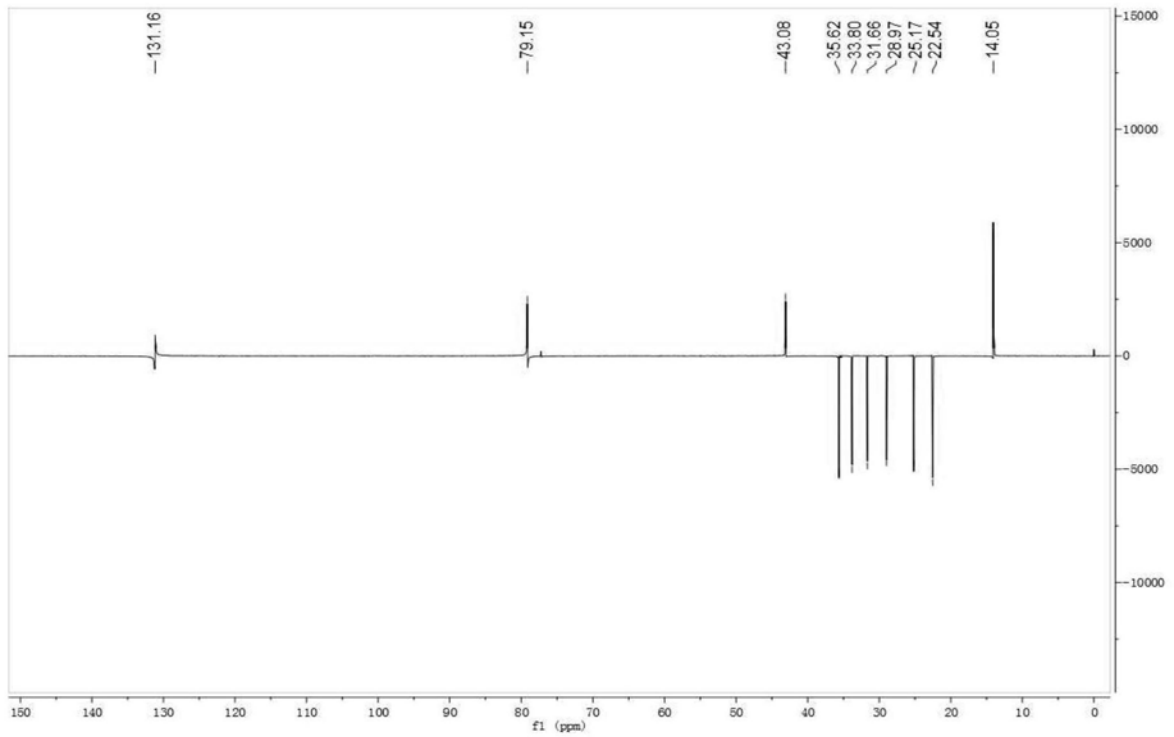


图4

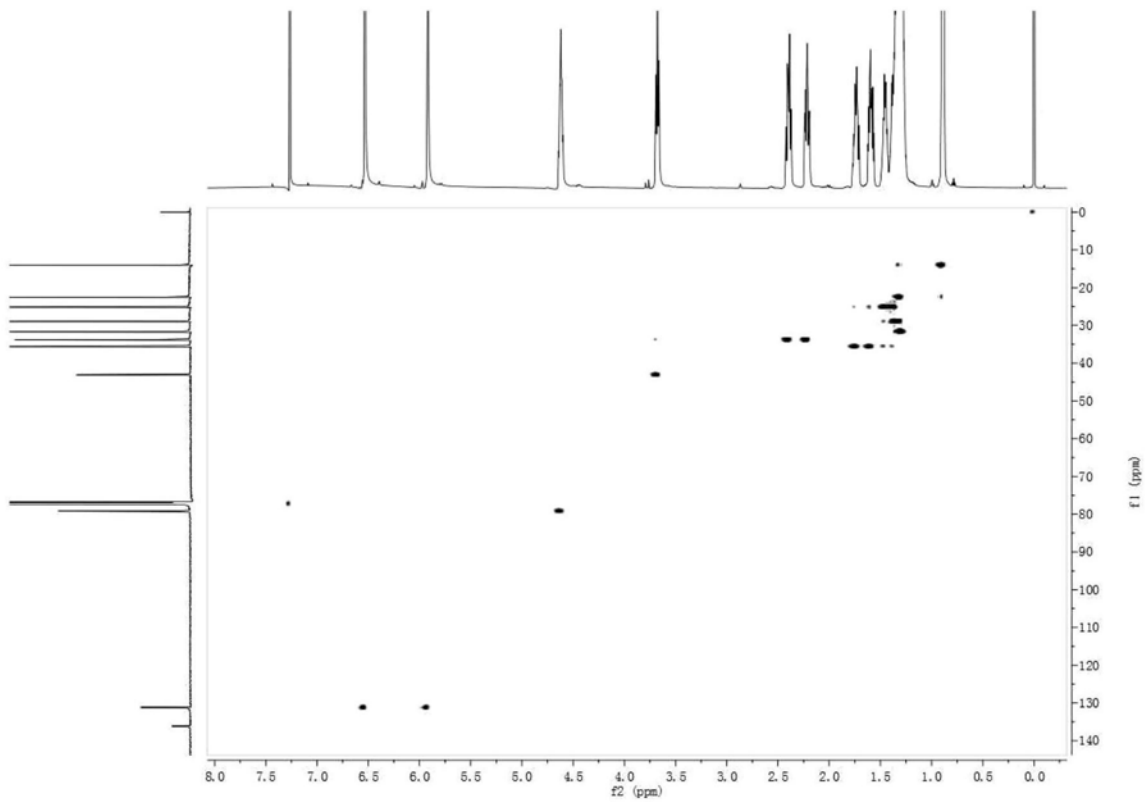


图5

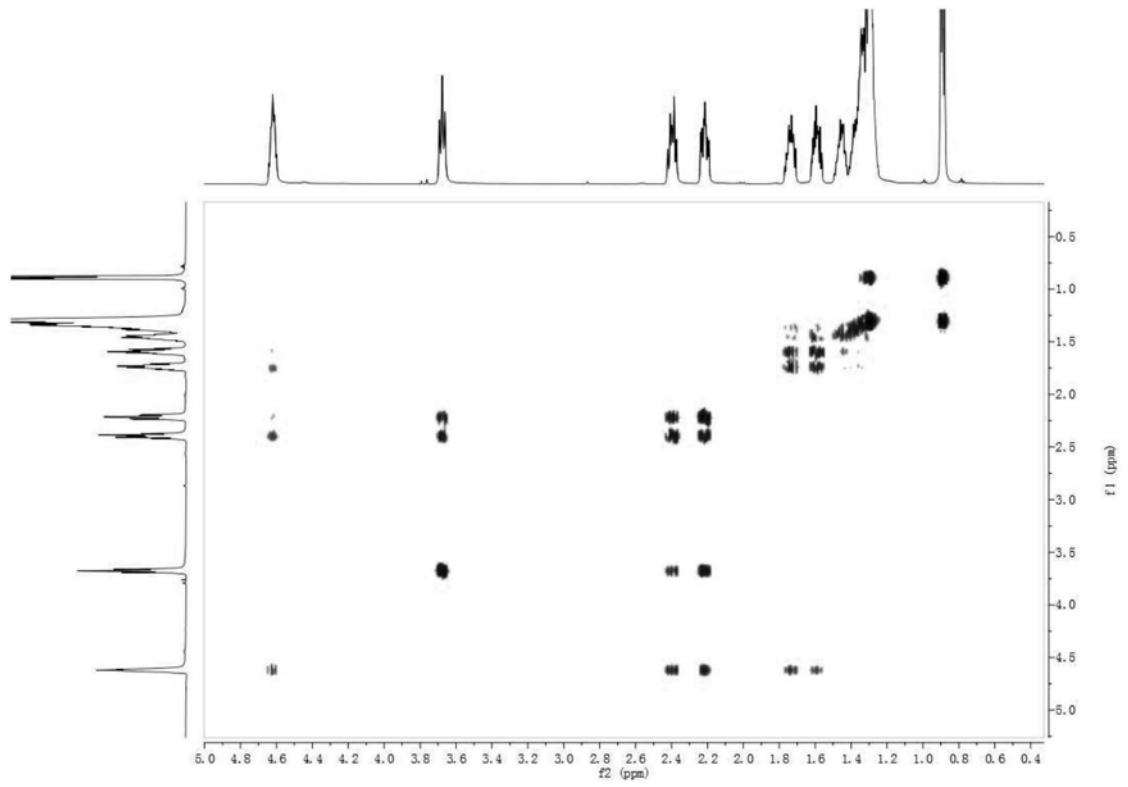


图6

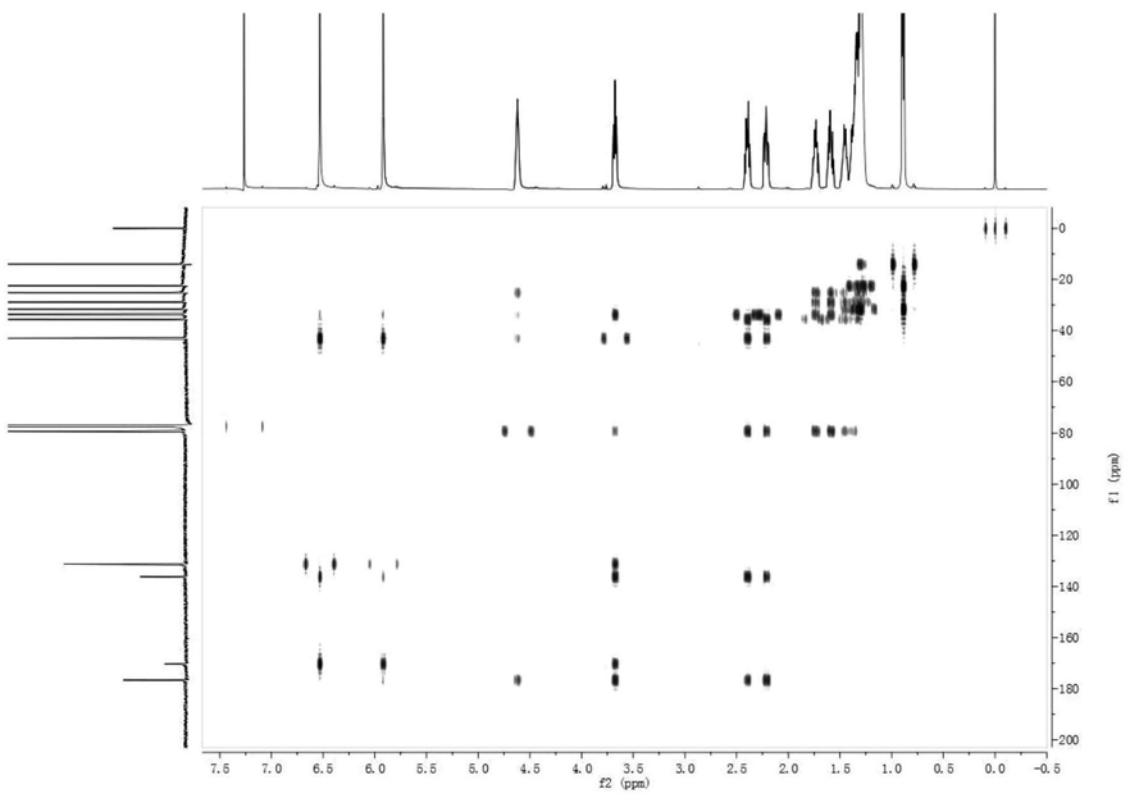


图7

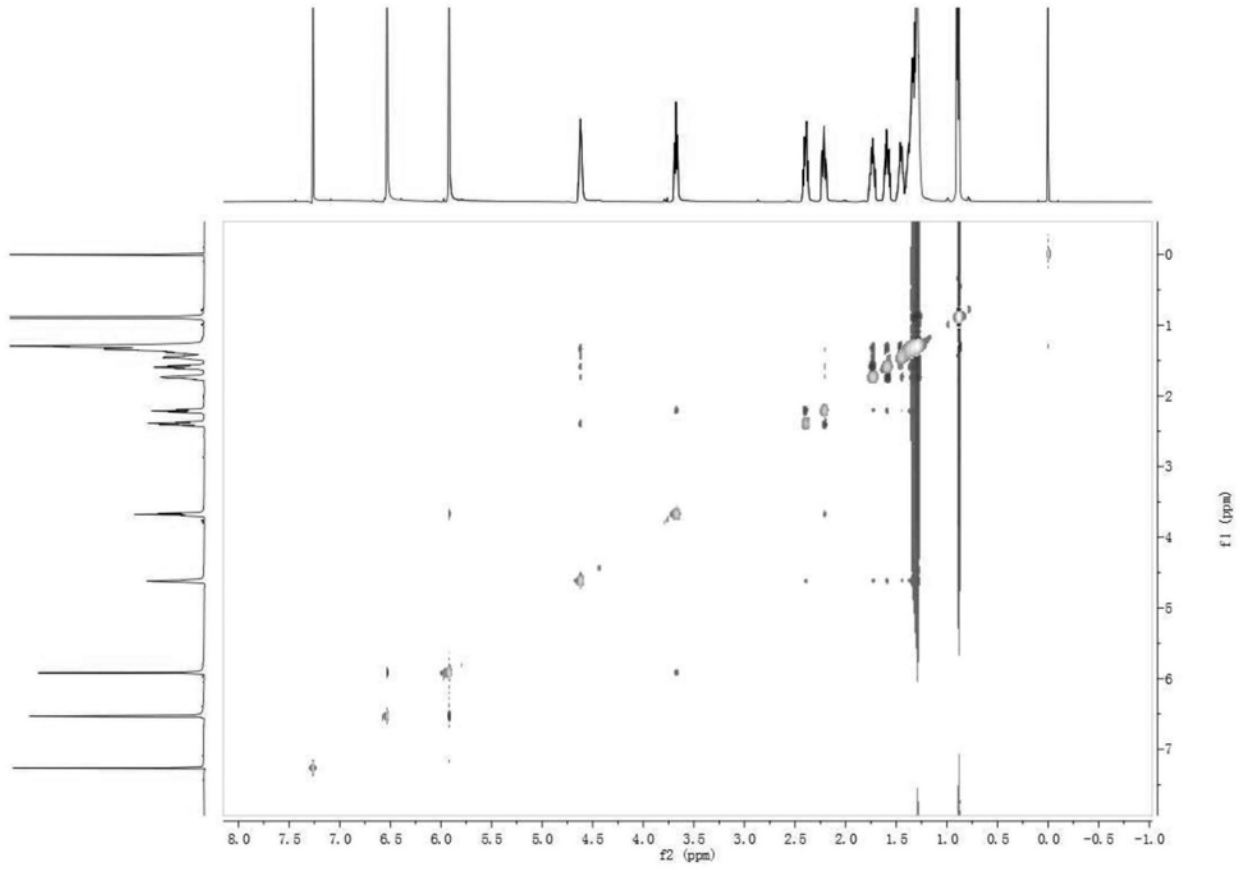


图8

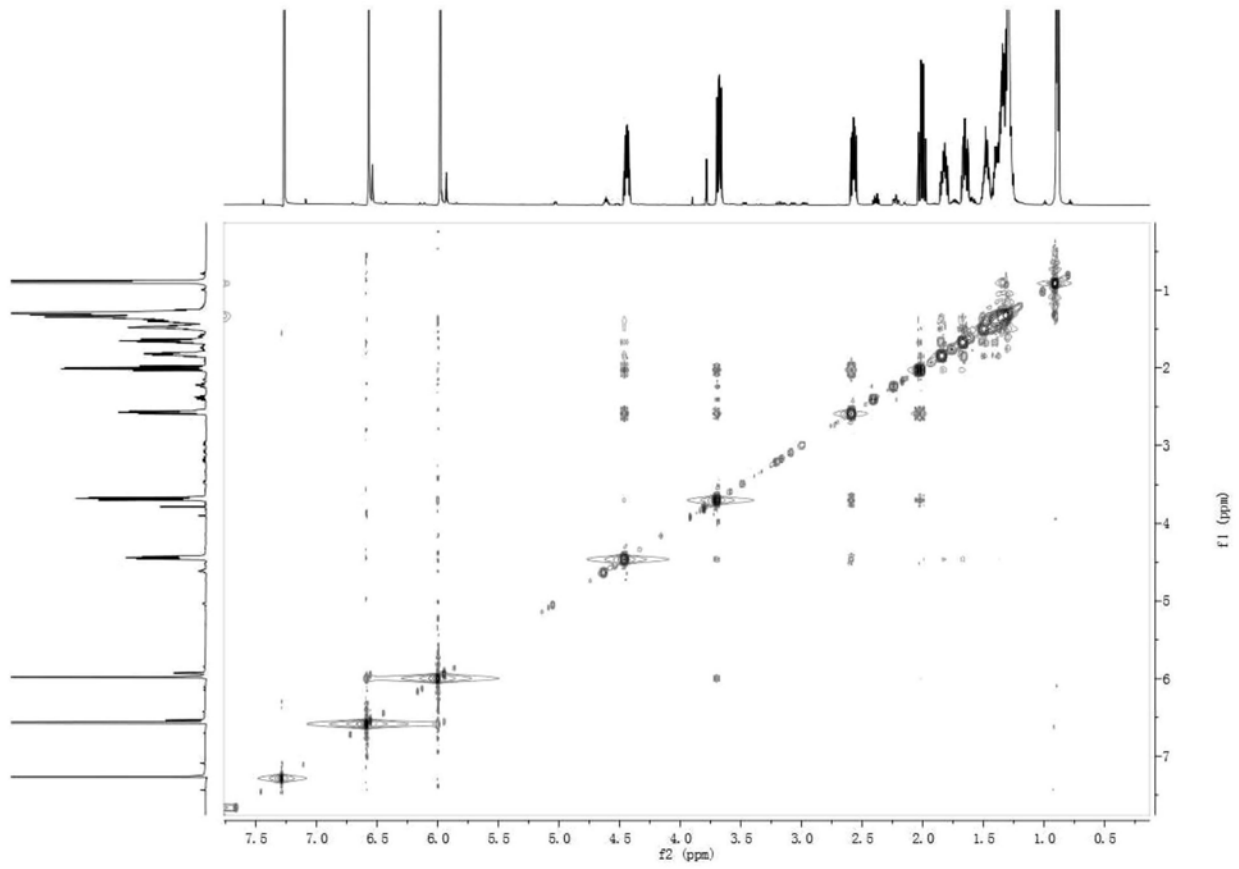


图9