

文章编号 :1003-8701(2005)04-0006-03

重迎茬大豆根区土壤有机化合物的 GC/MS 分析

韩丽梅¹,王树起¹,肖丽华²

(1.中国人民解放军军需大学农副业生产系,长春 130062; 2.长春市双阳区农业技术推广站,长春 130600)

摘要:采用 GC/MS 分析法,鉴定了重迎茬大豆成熟期根区土壤有机化合物。结果表明,在重迎茬土壤中存在有机酸、醇、酯、酮、醛、苯、酚和烃类等有机化合物,其中很多被报道是化感物质,重茬化感物质种类远多于迎茬。重迎茬土壤中的化感物质种类多与大豆根系分泌物、根茬腐解产物、地上部水浸物中的化感物质相同。

关键词:大豆;重迎茬;土壤有机化合物;GC/MS;化感物质

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

引起大豆连作或重迎茬障碍的原因主要有3点,一是病虫害,二是营养失调,三是根系及根际微生物产生的有毒物质^[1-7]。大豆在生长过程中通过植株地上部淋洗、根系分泌和残茬腐解产生很多化感物质^[8-11],但通过各种途径产生的化感抑制物质(毒素),只有在连作或重迎茬大豆土壤中稳定存在,或经过微生物等修饰作用后在土壤中稳定存在才能引起毒害作用。为此,探明大豆重迎茬土壤中化感物质的种类、数量、化感作用及其与连作障碍的关系,具有重要的理论和实践意义。本文采用 GC/MS 分析法,鉴定了重迎茬大豆成熟期根区土壤有机化合物的种类(含化感物质),为深入探明重迎茬大豆土壤化感物质的数量及其在大豆连作障碍中的作用提供科学依据。

1 材料与方方法

1.1 土壤样品的采集

成熟期重茬(连作3年)及迎茬(大豆-玉米-大豆)大豆根区土壤采自中国人民解放军军需大学农科站大豆连作定位试验地。

1.2 根区土壤提取液的制备

称取过40目筛的重茬(连作3年)及迎茬根区土各40g,放入500mL的棕色玻璃广口瓶中,加入200mL无水乙醇,于恒温往复振荡机上振荡(20℃,160次/min)1h后,过滤即得提取液。

1.3 提取液有机化合物的 GC/MS 分析

将提取液过0.45μm滤膜,于旋转蒸发仪(34℃)上减压浓缩至干,再加入2mL乙醚(过0.45μm膜)溶解,甲酯化后进行GC/MS分析。甲酯化方法:取浓缩液0.5mL,加入1%NaOH的甲醇溶液2mL,55~60℃加热1.5h后,再加入乙酸0.2mL,摇匀,加入0.5mL正庚烷萃取,摇匀,上层正庚烷液即为甲酯化的提取液。提取液组份于东北师范大学分析测试中心质谱室,采用GC6890/MS5973进行GC/MS分析。电子轰击源,轰击电压70eV,扫描范围M/Z30-600AMU,扫描速度0.2s扫全程,离子源温度230℃。毛细管柱:HP-5MS柱(Crosslinked 5% pH ME Siloxanle,30m×0.25mm×0.25μm),进样口温度250℃,柱温50℃(2min),以6℃/min程序升温至250℃(保持15min)。载气为He,流量1mL/min,进样量为1μL。应用NIST98质谱数据库,分析质谱图,确定各组份物质名称。

收稿日期:2004-07-09

基金项目:国家“九五”科技攻关重中之重项目(95-01-03)资助

作者简介:韩丽梅(1963-),女,吉林省长春人,博士,副教授,主要从事逆境植物营养生态方面的研究。

2 结果与分析

2.1 重茬根区土壤有机化合物的 GC/MS 分析

表 1 连作 3 年大豆成熟期根区土壤有机化合物

有机化合物	Organic compounds	有机化合物	Organic compounds
丙二酸	Propanedioic acid	2-环己基十一烷	Undecane,2- cyclohexyl-
辛酸	Octanoic acid	环十四烷	Cyclotetradecane
4-甲基戊酸	Pentanoic acid,4-methyl-	4-亚甲基-1-甲基环庚烷	Cycloheptane, 4-methylene-1-methyl-
13-二十二酸	13-Docosenoic acid	十六烷	Hexadecane
2,6-二氯肉桂酸	2,6-Dichlorocinnamic acid	2,6,10,14-四甲基十六烷	Hexadecane, 2,6,10,14-tetramethyl-
3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇	1,6-Octadecen-3-ol, 3,7-dimethyl-	十七烷	Heptadecane
α -3-环己烯-1-甲醇	3-Cyclohexacene-1- methanol, .alpha.	十八烷	Octadecane
1-十五醇	1-Pentadecanol	十九烷	Nonadecane
十八烷三醇	1-Octadecanetriol	二十烷	Eicosane
1-二十二烷三醇	1-Docosanethiol	二十一烷	Heneicosane
3-乙烯基-3-甲基环己酮	Cyclohexanone, 3-ethenyl-3-methyl-	二十二烷	Docosane
对辛基苯乙酮	p-Octylacetophenone	二十三烷	Tricosane
2H-环丙[α]萘烯-2-酮	2H- cyclopropa [α]naphthalen-2-one	二十四烷	Tetracosane
6,10,14-三甲基-2-十五酮	2- Pentadecaone, 6,10,14-trimethyl-	二十五烷	Pentacosane
3,4-二甲氧基苯甲醛	3,4-Benzaldehyde,3,4-dimethoxy	二十六烷	Hexacosane
2,4,5-三甲氧基苯甲醛	Benzaldehyde,2,4,5,-trimethoxy-	1-十六烯	1-Hexadecene
十六醇	Hexadecanol	(E)-3-十八烯	3-Octadecene,(E)-
E-15-十七烯醛	E-15-Heptadecanal	1-二十二烯	1-Docosene
2,6-二叔丁基对甲酚	Butylated hydroxytoluene	1-二十三烯	1-Tricosene 3.73
1,2-二甲氧基-4-(1-丙烯基)苯	Benzene,1,2-dimethoxy-4-(1-propene-)	Z-12-二十五烯	Z-12-Pentacosene
苯并噻唑	Benzothiazole	1-二十六烯	1-Hexacosene
硼酸乙基二癸酯	Boric acid,ethyl didecyl ester	8-氧代-9H-环异长叶烯	9H- cycloisolingfolene, 8-oxo-
13-十四烷烯-1-醇乙酸酯	13-Terdecen-1- ol, acetate	氧化石竹烯	Caryophyllene oxide
十六酸乙酯	Hexadecanoic acid,ethyl	石竹烯	Caryophyllene
邻苯二甲酸二丁酯	Dibutyl phthalate ester	1,8-萜二烯	D-Limonene
1-二十一基甲酸酯	1-Heneicosyl formate	2,4,5-三甲氧基苯丙烯	Asarone

由表 1 可见,重茬大豆成熟期根区土壤有机化合物种类丰富,含有机酸、醇、酮、醛、苯、酚、酯和烃类等物质,其中的丙二酸、辛酸、4-甲基戊酸、13-二十二酸、2,6-二氯肉桂酸、3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇、 α -3-环己烯-1-甲醇、1-十五醇、十八烷三醇、1-二十二烷三醇、3-乙烯基-3-甲基环己酮、对辛基苯乙酮、2H-环丙[α]萘烯-2-酮、6,10,14-三甲基-2-十五酮、3,4-二甲氧基苯甲醛、2,4,5-三甲氧基苯甲醛、十六醇、E-15-十七烯醛、2,6-二叔丁基对甲酚和 1,2-二甲氧基-4-(1-丙烯基)苯等可能是化感物质^[12-14]。有研究表明,化感物质存在浓度效应,一般在低浓度下表现为化感促进作用,高浓度下表现为化感抑制作用,且化感物质的化感效应具有叠加性,即存在多种化感抑制物质,其化感抑制作用往往加强^[8-10,15]。重茬大豆土壤中存在的多种化感抑制物质将影响重茬大豆种子萌发、幼苗生长,并可引发根腐病害发生^[16,17],进而导致大豆连作障碍。

2.2 迎茬根区土壤有机化合物的 GC/MS 分析

表 2 迎茬大豆成熟期根区土壤有机化合物

有机化合物	Organic compounds	有机化合物	Organic compounds
十六烯酸	Hexadecenoic acid	邻苯二甲酸二异辛酯	1,2-Benzendicarboxylic,diisooctyl ester
十八烷酸	Octadecanoec acid	4-甲基-2,5-二叔丁基苯	Butylated hydroxytoluene
8-十八碳烯酸	8-Octadecenoic acid	十一烷基环戊烷	Cyclopentane,undecyl-
(Z)-9-十八碳烯酸	9-Octadecenoic acid (Z)-	十七烷	Heptadecane
11-十八碳烯酸	11-Octadecenoic acid	十六烷	Hexadecane
(Z,Z)-9,12-十八碳二烯酸	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	十八烷	Octadecane
10,13-十八碳二烯酸	10,13-Octadecadienoic acid	十九烷	Nonadecane
邻苯二甲酸二丁酯	Dibutyl phthalate	二十烷	Eicosane
邻苯二甲酸二异丁酯	1,2-Benzendicarboxylic acid, bis(2-methylptopyl) ester	9-辛基二十烷	Eicosane,9-octyl-

由表 2 可见,迎茬大豆成熟期根区土壤有机化合物种类含有机酸、酯、苯和烃类等物质,其中的十六烯酸、十八烷酸、8-十八碳烯酸、(Z)-9-十八碳烯酸、11-十八碳烯酸、(Z,Z)-9,12-十八碳二烯酸和 10,13-十八碳二烯酸可能是化感物质^[12-14]。迎茬大豆土壤中化感物质种类远较重茬大豆少。

3 讨 论

GC/MS 鉴定结果表明,重迎茬成熟期根区土壤有机化合物种类有:有机酸、醇、酚、酮、醛、苯、酯和烃类等物质。其中脂肪酸、肉桂酸衍生物、直链醇及烯醇、一些酯类、醛、酮及其衍生物、苯及苯酚类等均被报道为化感物质。连作 3 年大豆成熟期根区土壤中的化感物质远较迎茬种类丰富,这与生产实践中表现出的大豆重茬障碍作用远大于迎茬结果一致。

大豆重迎茬根区土壤有机化合物种类很多与大豆根分泌物、残茬腐解物、地上部水浸物中的化感物质种类相同,表明大豆根系分泌、残茬腐解、地上部淋洗是重迎茬大豆土壤产生化感物质的重要途径。因此,进一步采取有效模拟试验方法,研究重迎茬大豆土壤主要化感物质的种类和数量、化感物质对土壤生态系统中的生物与环境,尤其对生物的影响以及化感物质在大豆重迎茬障碍中的作用机理等问题是非常必要的。

参考文献:

- [1] 计钟程,等.重茬大豆减产与土壤环境变化[J].大豆科学,1995,14(4):321-329.
- [2] 许艳丽,等.黑龙江省黑土区不同茬口对大豆生育及产量和品质影响的研究[J].大豆科学,1996,15(1):48-55.
- [3] 许艳丽,等.大豆重迎茬研究[M].哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,1995,73-77.
- [4] 于广武,等.大豆连作障碍机制研究初报[J].大豆科学,1993,12(3):237-243.
- [5] 赵淑英,等.连作对大豆生理生化特性的影响[J].大豆科学,1995,14(2):113-118.
- [6] 王震宇,等.重茬大豆生长发育障碍机制初探[J].大豆科学,1991,10(1):31-36.
- [7] 阎飞,等.论大豆连作障碍中有关化感作用(Allelopathy)研究的若干问题[J].大豆科学,2000,19(3):269-274.
- [8] 韩丽梅,等.大豆地上部水浸液的化感作用及化感物质的鉴定[J].生态学报,2002,22(9):1425-1432.
- [9] 韩丽梅,等.大豆根茎木霉腐解产物的鉴定及其化感作用的研究[J].应用生态学报,2002,13(10):1295-1299.
- [10] 韩丽梅,等.大豆根茬腐解产物的鉴定及化感作用的初步研究[J].生态学报,2000,20(5):771-778.
- [11] 韩丽梅,等.大豆根系分泌物的鉴定及其化感作用的初步研究[J].大豆科学,2000,19(2):119-125.
- [12] 余叔文,等.植物生理及分子生物学[M].北京:科学出版社,1998,699-717.
- [13] 孙文浩,等.相生相克效应及其应用[J].植物生理学通讯,1992,28(2):81-87.
- [14] 李扬瑞.植物的生化互作现象[J].土壤,1993,(5):248-251,259.
- [15] 贾新民,等.重迎茬条件下大豆根系分泌物对根腐病病原菌的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,1997,9(3):12-15.
- [16] 鞠会艳,等.连作大豆根分泌物对根腐病病原菌的化感作用[J].应用生态学报,2002,13(6):723-727.

Analysis of Organic Compounds in Continuous and Alternate Cropping Soils around Rhizosphere of Soybean by GC-MC

HAN Li-mei, WANG Shu-qi, XIAO Li-hua

(Agronomy Department of the Quartermaster University of PLA, Changchun 130062 China)

Abstract: Organic compounds in continuous and alternate cropping soils around rhizosphere of soybean collected at the maturing stage were identified by GC-MS method. The results showed that the continuous and alternate cropping soils contained organic acids, alcohol, ester, ketone, aldehyde, benzene, phenol, hydrocarbon, etc. Many of these were reported as allelopathic compounds. More allelochemicals were found in continuous cropping soil than those in alternate cropping. Most allelochemicals in continuous and alternate cropping soils are the same as those in the root exudates, decomposed root stubs and aqueous extracts from plant shoots of soybean.

Key words: Soybean; Continuous cropping and alternate cropping; Organic compounds in soil; GC-MS; Allelochemicals