

化感物质及其收集方法综述

江贵波^{1,2}, 曾任森²

(1. 揭阳职业技术学院, 广东 揭阳 522000; 2. 华南农业大学热带亚热带生态研究所, 广东 广州 510642)

摘要: 化感物质的收集是化感作用研究的重要环节。目前, 很多化感作用研究缺乏对化感物质规范的收集方法。对国内外常用的化感物质收集方法进行了综述, 并提出了进一步研究需关注的问题。

关键词: 化感物质; 化感作用; 收集方法

中图分类号: Q945.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2006)06-0024-04

化感作用(Allelopathy)源于希腊语“Allelon(相互)”和“Pathos(损害、妨碍)”^[1~3], 它的概念于 1937 年由 Molish 首先提出^[4]。化感作用是指一种植物(包括微生物)通过本身产生并释放到周围环境中的化学物质对另一种植物(或微生物)直接或间接的相互排斥和促进的作用。化感作用的媒质被称为化感物质(Allelochemicals), 它是指植物所产生的影响其他生物生长、行为和种群生物学的化学物质, 不仅包括植物间的化学作用物, 也包括植物和动物间的化学作用物。化感作用广泛地存在于自然界中, 并已

成为当今国内外的研究热点, 在农业生产中的轮作、间作、套作等的合理安排以及农作物病虫害的防治方面起着重要的作用, 对促进农业可持续发展有着十分重要的意义和广阔的应用前景。而化感物质的收集(Collection)是化感作用研究中一个非常重要的环节, 确定化感作用大小, 化感物质的分离、鉴定以及化感作用机理研究都必须先进行收集, 它影响到化感物质能否得到有效分离和准确鉴定。由于自然环境比较复杂, 植物释放的化感物质都是一些不易溶于水的有机化合物, 而且浓度较低, 又易受到

收稿日期: 2006-01-13

基金项目: 揭阳职业技术学院科研课题(TYCKY0504)

作者简介: 江贵波(1973-), 男, 广东揭阳人, 讲师, 在读硕士研究生, 主要从事化学生态研究。

- [23] 邱宝利, 任顺祥, 孙同兴, 等. 广州地区烟粉虱寄主植物调查初报[J]. 华南农业大学学报, 2001, 22(4): 43-47.
- [24] 张丽萍, 张文吉, 张贵云, 等. 山西烟粉虱寄主植物及其被害程度调查[J]. 植物保护, 2005, 31(1): 24-27.
- [25] 牛巧鱼. 白粉虱对美国棉花生产的为害及防治措施[J]. 中国棉花, 2000, 27(10): 8-9.
- [26] White J. Silverleaf whitefly extends range[J]. California Agriculture, 1998, 11(52): 6-7.
- [27] 张芝利. 关于烟粉虱大发生的思考[J]. 北京农业科学, 2000, 18(增刊): 1-3.
- [28] 张慧杰, 张战备, 雷逢进, 等. 重要经济害虫烟粉虱的发生[J]. 昆虫知识, 2002, 39(1): 79-80.
- [29] Berlinger M J, R Dahan. Breeding for resistance to virus transmission by whiteflies in tomatoes[J]. Science and Its Application, 1987, 8(4): 783-784.
- [30] 柯冲, 孙介菲, 范怀忠. 番茄黄顶病的初步研究[J]. 植物保护学报, 1965, 4(1): 103.
- [31] Horowitz A R. Managing resistance to insect growth regulator, pyriproxyfen, in *Bemisia tabaci*[J]. Pesticide Science, 1999, 55(3): 272-276.
- [32] 向玉勇, 李子忠, 张帆. 烟粉虱和温室粉虱的研究进展[J]. 山地农业生物学报, 2004, 19(4): 352-359.
- [33] 王红静, 范惠菊. 高温闷杀法防治烟粉虱[J]. 蔬菜, 2003(10): 30-31.
- [34] 张世泽, 万方浩, 花保桢, 等. 烟粉虱的生物防治[J]. 中国生物防治, 2004, 20(1): 57-60.
- [35] 李典谟. 昆虫与环境——中国昆虫学会 2001 年学术年会论文集[C]. 北京: 中国农业科技出版社, 2001. 539-547.
- [36] 石宝才, 罗晨, 张君明, 等. 12 种药剂对烟粉虱 *Bemisia tabaci* 田间药效试验[J]. 北京农业科学, 2000, 18(增刊): 48-54.

土壤中微生物和其他媒介物质的影响。在这样的情况下, 要在不破坏其组分和性质的前提下有效地收集化感物质并不容易。同时, 由于科学技术的进步, 众多学科的交叉和渗透, 使这一学术领域逐渐活跃起来, 并且获得了较大的进展^[1, 2, 5~7]。但是, 由于该学科内容广泛, 研究者的专业结构不同, 使目前国内、外研究者所采用的收集方法不尽相同, 导致研究结果缺乏可比性。为此, 笔者针对这些方法做如下综述。

1 化感物质的种类

到目前为止, 所发现的化感物质几乎都是植物的次生代谢物质, 主要存在于植物的根、茎、叶、花、果实或种子中, 一般分子量较小, 结构较简单。Rice 等把这些物质归为 14 类^[8~10]: (1) 水溶性有机酸、链醇、脂肪醛和酮; (2) 简单的不饱和内酯; (3) 长链脂肪酸和多烯; (4) 苯醌、萘醌、蒽醌和复合苯醌; (5) 简单酚、苯甲醛、苯甲酸及其衍生物; (6) 肉桂酸及其衍生物; (7) 香豆素类; (8) 黄酮类; (9) 丹宁; (10) 萜类和甾类化合物; (11) 氨基酸和多肽; (12) 生物碱和氰醇; (13) 硫化物和介子油苷; (14) 嘌呤和核苷。其中, 最常见的是低分子量有机酸、酚类和萜类化合物^[1, 2]。

2 化感物质的释放途径

化感物质释放是化感作用的重要环节, 植物体内的化感物质的释放方式取决于它的化学成分的性质, 释放的途径主要有 4 种^[8, 10~15]。

2.1 挥发

植物活体的地上部分或枯落物通过分解释放乙烯、萜类等挥发性物质的形式释放化感物质, 直接或间接影响其他生物生长。如菊科和唇形科等植物产生的单萜和倍半萜主要是通过挥发释放对周围植物的生长产生抑制作用的。

2.2 淋溶

水溶性的化感物质经雾、降水或露水等淋洗后, 从植物表面淋溶转移、扩散到土壤中, 对其他植物生长产生直接或间接的作用。

2.3 分泌

植物通过根系分泌, 将化感物质释放到根际土壤中, 直接或间接影响周围其他植物的生长。

2.4 腐释

植物残体经腐烂后直接释放出化感物质或由于

土壤中微生物的转化作用, 将原来没有活性的物质变为有活性的物质后进入土壤环境中, 影响周围植物的生长。

3 化感物质的收集方法

由于化感物质的释放途径不同, 研究物质种类的侧重面不同, 化感物质的收集方法也不尽相同。根据植物活体或残体中化感物质作用途径的这些特点, 一般采用水蒸气蒸馏法、溶剂浸提法、厌氧腐解法和培养—吸附法^[10, 16~18]等。

3.1 水蒸气蒸馏法——挥发性物质的提取

挥发性物质的提取多采用水蒸气蒸馏的方法。孔垂华等^[19, 20]在研究胜红蓟化感作用时, 将其地上部分晾干切碎后用水蒸气蒸馏得其挥发油水乳液, 加入食盐搅拌后静置 24h, 分出油层, 干燥后得其挥发油。吴俊民等^[21]也用水蒸气蒸馏的方法获得叶片挥发物。

3.2 溶剂浸提法——降水淋溶物质的收集

研究中, 植物地上部和土壤中的化感物质可以用溶剂提取法提取。常用的浸提剂主要分为 2 类: (1) 无机溶剂: H_2O 、 $NaOH$ 、 $Na_4P_2O_7$ 等^[22, 16~18, 23~26]; (2) 有机溶剂: 甲醇、乙醇、乙醚、丙酮、石油醚、氯仿、二氯甲烷、乙酸乙酯等^[22, 27~30]。因淋溶物大多数是极性较大的物质, 若所用的溶剂极性较低, 则难代表通过淋溶所产生的化感作用。证实化感作用最好是用作为抽提溶剂, 在常温条件下提取, 避免用有机溶剂或热水。很多研究将植物材料进行粉碎后再进行溶剂提取和化感物质的分离, 在粉碎研磨过程中很多在自然条件下不释放的酶、氨基酸、无机盐和含氮物质也释放出来, 这并不代表化感作用的真实情况^[31]。

3.3 培养—吸附法——根系分泌物质的收集

根际是一个复杂的微环境, 由于微生物的分解, 土壤颗粒的吸附, 植物的吸收, 以及土壤溶液的稀释, 因此, 要收集根系所分泌的化感物质十分困难。同时, 植物根的活体分泌物是根产生化感作用的主要途径, 因此, 根据溶剂提取的化感物质所表现出来的化感现象, 很难代表通过根所产生的化感作用。目前, 活体根系分泌物质的收集常用的方法是将供体植物在培养液或固体基质中培养一定时间后, 再用蒸馏水淋洗固体基质, 以获得化感物质。曾任森等^[22]将供体植物蟛蜞菊种在含有琼脂的 Hoagland

营养液中, 培养一定时间后将受体植物直接播种在周围, 测定螞蛄菊的化感作用。唐崇实等^[33]设计的在水培或砂培系统中用 XAD4 树脂收集未受干扰的根所产生的分泌物, 再用甲醇洗脱树脂中吸附的物质, 进而测定根分泌物对受体的生物活性和对根分泌物进行分离和鉴定。该方法目前在国际上已得到较广泛应用, 张宝琛^[33]和曾任森等^[34]分别采用该方法研究了细叶亚菊、螞蛄菊等植物根分泌物的化感作用^[31]。

3.4 厌氧腐解法——植物残体分解释放化感物质的收集

J.M. Lynch 等用厌氧腐解的方法将麦秸加入到营养液中, 营养液含有与土壤相近的营养成分, 加放土壤, 在厌氧条件下, 8℃和 20℃腐解, 定期采集腐解液。这种方法与自然环境接近, 比较可取。收集土壤中的化感物质, 所得的并不都是根系分泌物, 其中也包括一些分解释放物质。

4 化感物质收集的影响因素

4.1 植物材料的选择

植物材料的选择很重要, 有的植物如狗尾草、野燕麦、银胶菊等只有在一定的生长时期才表现出化感作用; 胡桃醌一般只有种植 15~25 年以后, 土壤中的胡桃醌数量才积累到足够的浓度发生化感作用^[31, 35]; 苹果只有种植一定年份以后才发生自毒作用; 有的植物化感作用因季节变化而异^[36]。同时, 化感物质在运移过程中要受到土壤种类、土壤生物、降水及地表形态的影响, 造成分布不均匀。如胡桃, 距树根部的距离不同, 土壤中化感物质的数量也不同。因此, 收集化感物质时要考虑植物的生长发育阶段和收集部位。

4.2 环境因素

植物化感物质的释放与环境因子密切相关, 光照强度、土壤温度、土壤质地、土壤水肥等都会影响到化感物质释放的种类与数量。环境不同, 植物所释放的化感物质的种类不同。在环境胁迫条件下, 植物释放出较多的化感物质。有人发现, 赤按在质地良好的壤土上, 显著抑制许多一年生杂草的生长, 而在砂性土却没有表现出抑制效果; 玉米在土壤缺氧时, 分泌更多的氨基丁酸、丝氨酸、天门冬酸和组氨酸; 凤眼莲在强光照下, 其根系克藻物质的分泌会受到抑制^[10]。

4.3 提取时间和温度

化感物质大都是有机化合物, 提取液浓缩时, 时间的长短, 温度的高低, 都有可能使化感物质发生变化。如长时间的水泡浸提, 往往使供体在缺氧中进行无氧呼吸, 产生有机酸, 促进微生物的滋生, 这些都影响化感物质的收集^[37]。

4.4 提取溶剂的类型和浓度

常用的提取溶剂是蒸馏水或有机溶剂, 由于它们对化感物质的溶解度不同, 因而用不同的溶剂提取, 所得的物质种类不同。若选用 NaOH 和 Na₄P₂O₇ 作为浸提剂则可能将植物残体和土壤有机质中的酚酸类物质提取出来; 而有机溶剂(如氯仿), 能够直接从枯枝落叶、土壤腐殖酸和微生物膜中提取出化合物^[38], 与自然条件下所产生的化感物质都有质和量的区别。另外, 浸提液的合适浓度应确定在自然状态下可能的浓度范围内。大量研究表明, 化感物质具有浓度效应, 同一种化感物质在不同浓度下其作用的程度及性质不同^[30, 37]。所以, 浸提剂的选择应该全面慎重考虑, 以便使检测结果更加真实可靠。

5 结语

由于自然界中化感作用存在的复杂性, 以及化感物质释放途径的差异和研究重点的不同, 使得研究中所选取的收集方法不同。在收集过程中, 要根据试验条件、试验要求尽量模拟自然界的条件, 选择合适的收集方法, 以获得真实足量的化感物质。由于化感作用是近年来兴起的新兴研究领域, 加上化感物质的分泌和在环境中的存留和运移都要受到诸多因子的影响, 一些更有效的收集方法还有待于进一步研究探索。

参考文献:

- [1] 余叔文. 植物间的相互作用——相生相克现象[A]. 余叔文. 植物生理与分子生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 376—394.
- [2] 孙文浩. 相生相克作用及其应用[J]. 植物生理学通讯, 1992, 28(2): 81—87.
- [3] 阎飞, 杨振明, 韩丽梅. 植物化感作用(Allelopathy)及其作用物的研究方法[J]. 生态学报, 2000, 20(4): 694—696.
- [4] Molish H. Der E. Einfluss einer pflanze auf die— andere allelopathie[M]. Fisher Jena, 1937. 13—20.

[5] 李杨瑞. 植物的生化互作现象[J]. 土壤, 1993, 25(5): 248—251, 259.

[6] 郑重. 生物间的生化相互作用研究——生态生化学的新进展[J]. 生态学杂志, 1987, 6(3): 30—34.

[7] 吴辉. 根分泌物及其生态作用[J]. 生态学杂志, 1992, 11(6): 42—47.

[8] Rice E L. Allelopathy (2nd Ed)[M]. Orlando: Academic Press, 1984.

[9] 黄京华, 曾任森, 黎华寿. HPLC 在化学生态学和环境监测中的应用[J]. 广西农业生物科学, 2002, 21(4): 284—288.

[10] 王峰, 张琪, 蔡崇法. 生化他感物质的收集与分离[J]. 科技进步与对策, 2000, 17(12): 198—199.

[11] 韩丽梅, 沈其荣, 鞠会艳, 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.

[12] Patterson D T. Effects of allelopathic on growth and physiological reponses of soybean (*Glycine Max*) [J]. Weed Sci, 1981, 29: 53—59.

[13] 李绍文. 高等植物之间的生化关系[J]. 生态学杂志, 1989, 8(1): 66—70.

[14] 阎飞. 大豆连作障碍中的生化互作作用[J]. 大豆科学, 1998, 17(2): 147—151.

[15] 王大力. 水稻化感作用研究综述[J]. 生态学报, 1998, 18(3): 326—334.

[16] Whitehead D C, Hazel D, R D Hartley. Bound phenolic compounds in wheat extracts of soil, plant roots and leaf litter[J]. Soil Biol Biochem, 1983, 15(2): 133—136.

[17] 王光华. 大豆根残体对大豆生长影响[A]. 韩晓增, 许艳丽. 大豆重茬研究[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 1992. 84—91.

[18] 王光华. 大豆根浸提液生化他感现象的研究[A]. 韩晓增, 许艳丽. 大豆重茬研究[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 1992. 73—77.

[19] 孔垂华, 黄寿山, 胡飞. 胜红蓟化感作用研究 V. 挥发油对真菌、昆虫和植物的生物活性及其化学成份[J]. 生态学报, 2001, 21(4): 584—587.

[20] 孔垂华, 徐涛, 胡飞. 胜红蓟化感作用研究 II. 主要化感物质的释放途径和活性[J]. 应用生态学报, 1998, 9(3): 257—260.

[21] 吴俊民, 礼波宁, 刘广平, 等. 混交林中落叶松挥发性物质对水曲柳生长的影响[J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(1): 25—28.

[22] 曾任森, 林象联, 骆世明, 等. 蟛蜞菊的生化他感作用及生化他感作用物的分离和鉴定[J]. 生态学报, 1996, 16(1): 20—27.

[23] Wang T S C, Yang T K, Chuang T T. Soil phenolic acids as plant inhibitors[J]. Soil Sci, 1967, 103(4): 239—246.

[24] 华中农学院土壤农化教研组, 化学教研组. 用分配薄层层析测定土壤中挥发性有机酸——影响水稻早发的土壤障碍因素诊断技术之一[J]. 湖北农业科学, 1976(12): 33—36.

[25] 王大力, 祝心如. 豚草的化感作用研究[J]. 生态学报, 1996, 16(1): 11—19.

[26] Griexson P F. Organic acids in the rhizosphere of *Banksia integrifolia* L. F. [J]. Plant and Soil, 1992, 144: 259—265.

[27] Yu J Q, Yoshihisa M. Effects of root exudates of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and allelochemicals on ion uptake by cucumber seedlings[J]. Chem Ecol, 1997, 23(3): 817—827.

[28] 马瑞霞, 刘秀芬, 袁光林, 等. 小麦根区微生物分解小麦残体产生的化感物质及其生物活性的研究[J]. 生态学报, 1996, 16(6): 632—639.

[29] 杨善元. 凤眼莲根系中抑菌物质分离与鉴定[J]. 植物生理学报, 1992, 18(4): 399—402.

[30] 刘秀芬, 马瑞霞, 袁光林, 等. 根际他感化学物质的分离、鉴定与生物活性的研究[J]. 生态学报, 1996, 16(1): 1—10.

[31] 曾任森. 化感作用研究中的生物测定方法综述[J]. 应用生态学报, 1999, 10(1): 123—126.

[32] Tang C S, Young C C. Collection and identification of allelopathic compounds from the undisturbed root system of bigalta 1 impograss (*Hemarthria altissima*) [J]. Plant Physiol, 1982, 69: 155—160.

[33] 张宝琛, 白雪芳, 顾立华, 等. 生化他感作用与高寒草甸上人工草场自然退化现象的研究[J]. 生态学报, 1989, 9(2): 115—120.

[34] 曾任森, 林象联. 蟛蜞菊根分泌物的异种克生作用及初步分离[J]. 生态学杂志, 1994, 13(1): 51—56.

[35] Inderjit G, Dakshini K M M. On laboratory bioassays in allelopathy[J]. The Botanical Review, 1995, 61(1): 28—44.

[36] 曾任森, 骆世明. 三叶鬼针草水提物他感作用与降水量的关系[J]. 华南农业大学学报, 1995, 16(4): 69—72.

[37] 施月红, 谷文祥. 生化他感作用研究中的生物测定方法[J]. 生态科学, 1998, 17(1): 84—89.

[38] Schmidt S K. Ecological implication of the destruction of juglone (5 hydroxy—1, 4—naphthoquinone) by soil bacteria[J]. Chem Ecol, 1990, 16: 3547—3549.