

药用植物化感作用研究进展

黎韵琪

(佛山市妇幼保健院,广东 佛山 528000)

摘要:连作障碍一直影响着药用植物的种植与质量,化感作用作为导致连作障碍的一个重要原因,一直是研究重点,化感物质通过雨雾淋溶、根系分泌、植株残体腐解等方式进入到土壤当中,抑制植株生长,改变土壤酶活性,导致连作障碍的加重。为解决连作障碍提供理论依据,对药用植物的化感作用研究现状进行了分析,旨在提高药用植物的种植质量。

关键词:化感作用;连作障碍;药用植物;化感物质

中图分类号:S567 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)06-0141-05 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.06.0141

近年研究发现,连作障碍是影响药用植物产量的重要原因之一,表现较为突出的中药材为三七^[1]、地黄^[2]、人参^[3]、当归^[4]等。连作障碍(Continuous cropping obstacles)是指在同一块土壤中连续栽培同种或同科作物时,即使在正常的栽培管理状况下,也会出现生长势变弱、产量降低、品质下降、病虫害严重的现象。在日本称为“忌地”现象,欧美国家称之为再植病害(Replant disease)或再植问题(Replant problem),我国常称“重茬问题”^[5]。

据报道指出,栽种过三七的地块需连续种植玉米、早稻等作物 10 年以上才能再次种植三七^[4];栽过一茬人参、西洋参等植株的土壤在几年内,甚至几十年内不能再栽^[3];地黄则在收获后 8~10 a 之后才能再种^[2],连作的当归,生长量下降,麻口病和根腐病发生严重,导致产量下降和绝收^[6]。化感作用是导致连作障碍发生的重要原因之一^[5],本文将对药用植物的化感作用进行综述,旨在为解决连作障碍提供理论依据。

1 化感作用

化感作用由 H. Moliosh 第一次提出^[7]。Rice 进一步将植物化感作用定义为:植物(含微生物)通过释放化学物质到环境中而产生对其它植物或植物本身直接或间接的有害作用。植物的自毒作用是指某些植物可以通过植物淋溶、根系分泌物和植株腐解等途径来释放一些物质对正茬或下茬同种或同科植物的生长产生抑制作用^[8]。化感物质通过影响植物防御结构根边缘细胞的产

生和活性,影响细胞壁、细胞形态和膜性细胞结构,诱导遗传毒性和细胞凋亡,影响基因表达^[9]。药用植物化感作用及其化感物质的鉴定与分离近年来越来越受到关注^[10]。

1.1 植物淋溶的化感作用研究

1.1.1 雨雾淋溶、挥发释放对药用植物的化感作用 雨雾淋溶是自然界酚酸进入环境的主要方式之一。指其将营养器官表面的水溶性化感物质淋溶到环境当中,冯建永等研究黄顶菊淋溶物对棉花幼苗生长的影响,发现其抑制棉花幼苗高度及根长^[11]。更多学者通过浸提植物水浸液模拟雨雾淋溶过程对其自身化感作用进行研究。广藿香茎、叶水提液对广藿香组培苗和驯化苗的生长具有抑制作用^[12]。穿心莲叶片提取液对其自身种子萌发和幼苗生长具有抑制作用^[13]。对太子参茎叶提取液对莴苣种子进行试验,发现其抑制莴苣种子萌发^[14]。白术茎叶提取液对其自身幼苗生长具有抑制作用^[15]。半夏叶片提取液对小麦的生长具有抑制作用^[16]。杜仲叶片水提液对大豆、绿豆和辣椒均有抑制作用^[17]。刘龙云等利用鸡屎藤等三种茜草科药用植物对萝卜种子进行了化感试验,发现其均抑制萝卜种子的发芽率、发芽速率指数和叶绿素含量^[18]。艾蒿水提液对黄瓜、油菜、高粱、萝卜和小麦种子萌发和幼苗生长均具有抑制作用,且发现艾蒿水提物能引起黄瓜和萝卜幼苗 MDA 含量的升高,认为其破坏细胞膜^[19]。

许多植物都可以向环境释放挥发性物质,张晓芳等发现白三叶草花、叶挥发物对稗草、苘麻种子萌发及幼苗生长有抑制作用^[20]。江贵波等发现夹竹桃的挥发油对稗草、三叶鬼针草和青葙的

收稿日期:2017-04-25

作者简介:黎韵琪(1990-),女,广东省佛山市人,硕士,从事中药资源与质量研究。E-mail:14131698@qq.com。

幼苗生长具有明显抑制作用^[21]。香茅天然挥发物对玉米和稗草幼苗的生物量、根长及苗高均产生显著抑制作用^[22]。唐堃等研究广藿香挥发油,发现其对其组织培养幼苗具有显著抑制作用^[23]。

1.1.2 药用植物的水提液成分检测 采用 GC-MS 鉴定雪松松针水提液的二氯甲烷相,结果表明其中主要的化感物质为柠檬酸三乙酯、邻苯二甲酸二异辛酯等,并发现柠檬酸三乙酯、邻苯二甲酸二异辛酯能抑制反枝苋种子的萌发^[24]。通过 GC-MS 方法检测出百里香水浸液含有百里酚和阿洛糖等成分,检测出萜品烯、茴香醚和己烯醛等挥发性成分^[25]。利用 HPLC 方法检测出花椒叶水浸液中有阿魏酸、香豆酸等化感物质^[26]。

1.2 药用植物根系分泌物的化感作用研究

根系分泌物广义上是指根系生长过程中释放到介质中的全部有机物质,但有时候狭指通过溢泌作用进入土壤中的可溶性有机物。1795 年 Plenck 首次发现植物能通过根系向外分泌一些物质^[27]。在植物生长发育过程中,根系不仅是吸收和代谢器官,从生长介质中摄取养分和水分,而且是强大的分泌器官,向生长介质中溢泌或分泌质子、离子和大量的有机物质,即根系分泌物^[27]。对根系分泌物的研究是植物营养、化感作用、生物污染胁迫、环境污染修复等研究领域的重要内容,受到国内外学者的普遍关注。根系分泌物的种类繁多、数量差异大,既有糖、蛋白质和氨基酸等初生代谢产物,又有有机酸、酚类等次生代谢产物。植物根系分泌物的某些物质能抑制其它植物的生长及根系活动,造成异株克生现象,根系分泌物是化感物质影响药用植物生长的重要原因之一。

1.2.1 根系分泌物对药用植物的化感作用 根系分泌物的收集方式通常为水培收集法,基质培养收集法,土培收集法。李玲梅等通过组培技术,研究广藿香根系分泌物对萝卜、广金钱草和广藿香组培苗的影响,发现随浓度的增加,抑制生长作用加强^[28]。郭晓光等研究浙贝母根系分泌物对其幼苗化感作用,发现其促进病菌生长从而抑制幼苗生长^[29]。地黄根系分泌物酸性及中性成分显著抑制莴苣、芝麻、萝卜的生长^[30]。半夏根系分泌物对白菜种子的萌发具有低促高抑的影响^[31]。

1.2.2 根系分泌物化感物质的鉴定 张爱华等利用灭菌复合基质栽培人参并收集其根系分泌物,利用 HPLC 和 GC-MS 检测发现其含有酚酸

类、有机酸酯类化感物质^[32]。程智慧利用水培法收集百合根系分泌物并用 GC-MS 对其进行检测,发现其含有酯类等物质^[33]。通过 GC-MS 检测发现地黄根系分泌物中含有长链脂肪酸和阿魏酸等化感物质^[34]。发现三七根系分泌物中含有棕榈酸、硬脂酸、苯甲酸等化感物质^[35]。

1.3 药用植物植株残体腐解物的化感作用研究

植物残体腐解是化感物质释放的主要途径之一,植物大部分有效化感物质是通过植物的残体腐解释放的^[36]。植株残体分解植物的枝、叶、花、果实残体在土壤中分解产生化感物质,进而间接或直接影响邻近或下茬同种或不同种植物的萌发和生长^[37]。植物的落叶、枝条等脱落后进入土壤,其残体在土壤物理、化学和生物因素的协同作用下能分解或降解释放化感物质,从而影响下茬植物的生长发育^[38]。

1.3.1 植株残体腐解物对药用植物的化感作用

谢敬宇等研究人参根系腐解物对小白菜、油菜和萝卜的化感作用。发现其低浓度促进,高浓度抑制生长^[39]。五爪金龙凋落叶抑制莴苣的生长^[40]。高浓度细辛根系腐解液抑制小麦和黄瓜种子萌发、降低幼苗叶绿素含量、根系活力和蛋白质含量^[41]。土荆芥去精油残渣腐解液对小麦、绿豆和白菜种子发芽均有抑制作用^[42]。三七植株残体降解物抑制三七种子萌发,而三七绒根腐解液对小麦具有低浓度促进,高浓度抑制的作用^[43]。低浓度丹参须根腐解物对丹参有效成分的积累具有促进作用,高浓度则呈现抑制作用^[44]。

1.3.2 药用植物植株残体化感物质的鉴定 三七植株残体发现邻苯二甲酸二异丁酯^[45]。丹参须根腐解能够产生化感物质,其中辛酸、乙醛、十六烷为须根腐解产生的主要化感物质^[46]。

2 化感物质及其化感作用研究

植株中化感物质主要有水溶性有机酸、直链醇、脂肪族醛和酮,苯甲酸及其衍生物,肉桂酸及其衍生物,简单不饱和内脂,长链脂肪酸和多炔,单宁,内萜,氨基酸,生物碱和氰醇,醌类,香豆素类,类黄酮类,硫化物和芥子油苷,嘌呤和核苷等^[47]。酚酸类物质及萜类物质为主要化感物质。

2.1 酚酸类化感物质的作用研究

酚酸类物质普遍存在于高等植株之中,是一类含有酚环的有机酸。近几年来,其化感作用越来越受到人们的重视,越来越多研究证明酚酸具

有化感作用,酚酸类物质是存在于高等植物组织并与植物生长密切相关的次生代谢产物,它对土壤养分循环尤其对调控土壤氮循环过程的微生物有重要影响^[48]。

2.1.1 酚酸类化感物质对植株生长的化感作用研究 种子萌发是植物生长发育的关键阶段,它是一个复杂的物质分解和合成的过程,需要数十种酶的参与^[49]。苯甲酸等 7 种在老参中存在的酚酸对人参种子的萌发具有低浓度促进,高浓度抑制的作用^[50],西洋参须根中 9 种酚酸对西洋参胚根生长具有抑制作用^[51],阿魏酸对党参的 NR、PAL、SOD、CAT、POD 具有不同的化感效应(保护酶系统是一个抗氧化系统,其中过氧化物酶(POD),过氧化氢酶(CAT),超氧化物歧化酶(SOD)是主要的抗氧化酶,从而防止活性氧自由基对植株的伤害^[52]),香草酸等 5 种酚酸对三七幼苗的生长具有抑制作用。对羟基苯甲酸等 5 种酚酸处理下对地黄的丙二醛(MDA)含量具有促进作用(MDA 是膜质过氧化的产物之一,其含量可以反映植物遭受逆境的伤害程度,含量越高,表明植物受到的伤害越严重^[53]),抑制叶绿素含量(化感物质通过调节生理代谢活动或改变叶绿素合成从而影响光合作用^[54-55])。

2.1.2 酚酸类化感物质对土壤酶活性研究 绝大多数的土壤酶是来自于微生物的,在一定程度土壤酶活性的变化不仅能反映出土壤微生物的活性,而且能成为评价微生物功能多样性的指标^[56]。有学者认为酚酸类物质进入土壤后,可能引起微生物区系以及其活力的改变,酚酸类物质还可以改变膜的透性,土壤酶活性与土壤有着密切的关系^[57]。香豆素等 4 种酚酸类化感物质对除对酸性磷酸酶存在促进作用外,对土壤蛋白酶,多酯氧化酶以及土壤脲酶均存在抑制作用,阿魏酸激活了土样转化酶、芳基硫酸酯酶活性,抑制了脲酶、磷酸酶、FDA 水解酶、脱氢酶以及过氧化氢酶活性,对羟基苯甲酸总体上抑制了土样脲酶、磷酸酶、芳基硫酸酯酶、FDA 水解酶、过氧化氢酶以及脱氢酶活性^[58]。

2.2 萜类物质的化感作用研究

萜类物质是所有异戊二烯聚合物及其衍生物的总称,广泛分布于高等植物中,是天然物质中种类最多的一类,大约有 1 万多种^[59]。萜类物质主要通过甲羟戊酸途径(MVA)和 2-甲基赤藓糖醇-4-磷酸途径(MEP)途径合成^[60]。萜类物质的合

成和积累具有时序性,不是在任何生长阶段都能积累的,往往是在特定的时间及特定的条件下,甚至有些只是在植物受到危害时才能合成^[60]。

张秋菊等研究发现人参总皂苷和人参皂苷 Rb1 处理对人参的幼苗和幼根的生长发育表现出明显的高浓度抑制而低浓度促进作用^[59]。郭兰萍对苍术中 β -桉叶醇对其自身化感作用进行研究,发现其抑制苍术种子萌发和幼苗生长^[61]。

2.3 生物碱类化感物质的化感作用研究

生物碱是一类含氮的碱性有机化合物普遍存在于自然界中,大多数具有复杂的环状结构,氮素多包含在环内,具有显著生物活性,是药用植物中重要的有效成分之一。

在大籽蒿花中生物碱,羊草无论是不定根的形成个数还是从髓射线部位形成的突起物的个数,在低浓度下都有促进作用,高浓度下有抑制作用^[62]。糖苷生物碱边缘茄碱(solamargine)和澳洲茄碱(solasonine)对生菜幼苗的生长具有抑制作用^[63],高乌头生物碱对入侵植物五爪金龙、萝卜、黄瓜的种子萌发具有抑制作用^[64]。

3 展望

综上所述,药用植物的连作障碍是药用植物种植中控制药材质量重要研究方向之一。化感物质影响着后茬药用植物的生长,从化感物质的释放途径,化感物质的鉴定、分离取得了一定研究成果,要结合实际药用植物的种植培养,需要继续从以下方面进行进一步的研究:

(1)如何控制连作土壤中的化感物质,深入研究降解这些化感物质的办法。化感物质通过不同的途径进入到土壤当中,随着连作年限的增加,化感物质在土壤中累积增加,抑制后茬植株生长。吴立洁等通过 HPLC-MS、HPLC 技术,检测出三七根际土壤中含有对羟基苯甲酸等 5 种酚酸^[62]。杜家方等利用 HPLC 技术,检测出地黄连作土壤中含有阿魏酸等 5 种酚酸^[65]。李勇等发现人参根际土壤抑制人参种子胚根与胚轴生长,并检测出其中含有苯胺类、酚酸类等化感物质^[66]。

(2)如何利用土壤中的化感物质,研究化感物质之间是否有互相促进,互相拮抗的作用,研究不同类型的化感物质的作用机理。

(3)化感物质对药用植物基因表达的影响。化感物质对植物具有显著的细胞毒性,干扰细胞有丝分裂过程和基因表达模式^[10],从而影响植物的生长。

(4)深入研究不同类型的化感物质分离提取和化感作用。目前大部分药用植物的化感物质的研究较多的是针对酚酸类和萜类物质进行的,后续也应重视对其它类化感物质的提取、分离、作用机理等进行研究。

参考文献:

[1] 张子龙,王文全,王勇.连作对三七种子萌发及种苗生长的影响[J].生态学杂志,2010,29(8):1493-1497.

[2] 刘红彦,王飞,王永平,等.地黄连作障碍因素及解除措施研究[J].华北农学报,2006,21(4):131-132.

[3] 简在友,王文全,孟丽,等.人参属药用植物连作障碍研究进展[J].中国现代中药,2008,10(6):3-5.

[4] 孙雪婷,李磊,龙光强,等.三七连作障碍研究进展[J].生态学杂志,2015,34(3):885-893.

[5] 阮维斌,王敬国,张福锁,等.根际微生态系统理论在连作障碍中的应用[J].中国农业科技导报,1999,1(4):53-58.

[6] 王田涛,王琦,王惠珍,等.连作条件下间作模式对当归生长特性和产量的影响[J].草业学报,2013,22(2):54-61.

[7] 孔垂华.植物化感(相生相克)作用及其应用[M].北京:中国农业出版社,2001.

[8] 赵福庚.植物逆境生理生态学[M].北京:化学工业出版社,2004.

[9] 李小玲,华智锐.药用植物化感作用研究进展[J].安徽农业科学,2009,37(5):2022-2023.

[10] 张爱华,郜玉钢,许永华,等.我国药用植物化感作用研究进展[J].中草药,2011,42(10):1885-1890.

[11] 冯建永,陶哺,庞民好,等.黄顶菊化感物质释放途径的初步研究[J].河北农业大学学报,2009,32(1):72-77.

[12] 李明,李玲梅.广藿香营养器官的化感自毒作用[R].海峡两岸暨全国中药及天然药物资源学术研讨会,2012.

[13] 黎韵琪,李明,黄结雯,等.营养体的化感自毒作用研究[J].北方园艺,2014(21):157-160.

[14] 任永权,杨琴,徐元江,等.太子参茎叶和连作土壤对莴苣的化感作用[J].贵州农业科学,2012,40(4):94-96.

[15] 徐建中,王志安,孙乙铭,等.白术自毒作用研究[J].中国现代中药,2011,13(11):25-27.

[16] 王一峰,王明霞,孟彦斌,等.半夏不同部位浸提液对小麦种子萌发及幼苗生长的化感效应[J].西北农业学报,2016,25(8):1173-1179.

[17] 王欣然,彭晓邦,蔡靖,等.仲叶水提液对3种作物的化感效应研究[J].西北林学院学报,2010,25(4):157-160.

[18] 刘龙元,黎华寿,贺鸿志.3种常见茜草科药用植物化感作用的生物测定[J].广东农业科学,2012,39(8):41-43.

[19] 李美,高兴祥,高宗军,等.艾蒿对不同植物幼苗的化感作用初探[J].草业学报,2010,19(6):114-119.

[20] 张晓芳,王金信,谢娜,等.白三叶草挥发物的化感作用及其化学成分分析[J].植物保护学报,2011,38(4):374-378.

[21] 江贵波,陈少雄,黄丹莹,等.夹竹桃挥发物的化感作用研究[J].江西农业学报,2008,20(7):62-64.

[22] 黎华寿,黄京华,张修玉,等.香茅天然挥发物的化感作用及其化学成分分析[J].应用生态学报,2005,16(4):

763-767.

[23] 唐堃,李明,赵盼,等.广藿香挥发油对其组织培养幼苗化感自毒作用的研究[J].北方园艺,2014(19):128-131.

[24] 车晴晴.松针水提液的化感作用及化感物质分离与鉴定[D].太谷:山西农业大学,2016.

[25] 侯维.百里香化感作用研究与化感物质鉴定[D].雅安:四川农业大学,2007.

[26] 阮少波.花椒水浸液对植物种子萌发与幼苗生长的影响[D].成都:中国科学院研究生院(成都生物研究所),2005.

[27] 朱国鹏,沈宏.根系分泌物研究方法(综述)[J].亚热带植物科学,2002,31(S):15-21.

[28] 李玲梅,李明.广藿香根系分泌物的化感自毒作用[J].研究湖北农业科学,2011,50(24):5168-5171.

[29] 郭晓光,杨琴,陈泽华,等.浙贝母根系分泌物对其幼苗化感作用的影响[J].山西农业科学,2013,41(11):1197-1201.

[30] 郜峰,洪冲,陈红歌,等.地黄根系分泌物生物活性研究及化感物质的鉴定[J].江西农业学报,2010,22(3):131-134.

[31] 罗夫来,唐成林,王觉,等.半夏块茎及其根系分泌物化感作用初步研究[J].中药材,2017,40(3):536-539.

[32] 张爱华.人参根系分泌物的提取及鉴定[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2014,42(7):191-196.

[33] 程智慧,徐鹏.百合根系分泌物的GC-MS鉴定_程智慧[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2012(9):202-208.

[34] 郜峰,洪冲,陈红歌,等.地黄根系分泌物生物活性研究及化感物质的鉴定[J].江西农业学报,2010,22(3):131-134.

[35] 向维.三七根系分泌物的自毒作用及自毒物质研究[D].南宁:广西大学,2016.

[36] 张学文,刘亦学,刘万学,等.植物化感物质及其释放途径[J].中国农学通报,2007,23(7):295-297.

[37] 黄京华,曾任森,滕希峰,等.植物化感作用研究动态[J].佛山科学技术学院学报:自然科学版,2001,19(4):61-65.

[38] 张晓玲,潘振刚,周晓锋,等.自毒作用与连作障碍[J].土壤通报,2007,38(4):781-784.

[39] 谢敬宇,谭世强,郭帅,等.人参根系腐解物对十字花科植物的化感作用[J].中国植保导刊,2013(2):18-21.

[40] 廖周瑜,赵则海,侯玉平,等.五爪金龙凋落叶腐解物的化感潜力研究[J].生态环境,2007,16(4):1249-1252.

[41] 张秋菊,朱诗禹,张连学.细辛根系浸提液和腐解液对小麦和黄瓜的化感效应[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2014,40(3):267-272.

[42] 张红,王亚男,廖颖,等.土荆芥去精油残渣腐解液化感作用的初步研究[J].西南农业学报,2010,23(2):547-550.

[43] 朱艳,杨莉,崔秀明,等.三七植株残体降解物对三七种子发芽的影响[J].特产研究,2013(2):40-42.

[44] 刘伟,魏莹莹,孙鹏,等.须根自然腐解对白花丹参生长及其活性成分含量的影响[J].中国中药杂志[J].2015,40(13):2548-2552.

[45] 朱琳,马妮,崔秀明,等.种植三七土壤及植株残体挥发性成分分析[J].现代中药研究与实践,2014(1):3-5.

- [46] 魏莹莹. 须根腐解对连作丹参土壤中化感物质及微生物区系的影响[D]. 山东中医药大学, 2015.
- [47] Ma R J, Wang M L. Allelopathic potential of aqueous extracts from *Ligularia virgaurea*, a dominant weed in pschro-grassland on pasture plants[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1999(1):20-25.
- [48] 谢星光, 陈晏, 卜元卿, 等. 酚酸类物质的化感作用研究进展[J]. 生态学报, 2014, 34(22):6417-6428.
- [49] 王军喜, 赵庆芳, 叶文斌, 等. 单体化感物质的作用机理研究概况[J]. 中国农学通报, 2010, 26(20):182-186.
- [50] 龙期良, 李勇, 高原, 等. 酚酸类物质对人参种子的化感作用研究[J]. 中国现代中药, 2016, 18(1):92-96.
- [51] 杨家学. 西洋参酚酸类化合物的化感作用及影响因子研究[D]. 北京: 中国协和医科大学, 2009.
- [52] 何学利. 植物体内的保护酶系统 [J]. 现代农业科技, 2010, 2010(10):37-38.
- [53] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [54] 郁继华, 张韵, 牛彩霞, 等. 两种化感物质对茄子幼苗光合作用及叶绿素荧光参数的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(9):1629-1632.
- [55] 吴凤芝, 潘凯, 马凤鸣, 等. 苯丙烯酸对黄瓜幼苗光合作用和细胞超微结构的影响[J]. 园艺学报, 2004, 31(2):183-188.
- [56] 李玲娟, 熊勤型, 张爱平, 等. 酚酸类化感物质对土壤微生物群落的影响[C]//中国植物化感作用学术研讨会, 2015.
- [57] 方斯文. 人参化感物质对土壤酶微生物多样性的影响及其在土壤中的迁移研究[D]. 吉林: 吉林农业大学, 2012.
- [58] 李天伦. 酚酸类化感物质的土壤生物化学效应研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [59] 张秋菊, 耿艳秋, 郜玉刚, 等. 人参皂苷对人参幼苗生长发育的影响[J]. 中草药, 2012(12):185-188.
- [60] 谢志军, 厚毅清, 王伟, 等. 萜类化合物的化感功能及其开发应用前景[J]. 中国农学通报, 2010, 26(24):233-237.
- [61] 郭兰萍, 黄璐琦, 蒋有绪, 等. 苍术根茎及根际水土提物生物活性研究及化感物质的鉴定[J]. 生态学报, 2006, 26(2):528-535.
- [62] 吴立洁, 刘杰, 王文祎, 等. 三七根际土壤中酚酸类物质的鉴定及含量测定[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2014(4):825-829.
- [63] Fukuhara K, Kubo I. Isolation of steroidal glycoalkaloids from *Solanum incanum* by two countercurrent chromatographic methods [J]. Phytochemistry, 1991, 30(2):685-687.
- [64] 马瑞君, 朱慧, 陈丹生, 等. 高乌头生物碱对入侵植物五爪金龙化感作用及其机理研究[C]//中国植物化感作用学术研讨会, 2009.
- [65] 杜家方, 尹文佳, 张重义, 等. 不同间隔年限地黄土壤的自毒作用和酚酸类物质含量[J]. 生态学杂志, 2009, 28(3):445-450.
- [66] 李勇, 黄小芳, 丁万隆, 等. 不同土壤提取物对人参种子生长的化感效应及其化学组成 [J]. 生态环境, 2008, 17(3):1173-1178.

Research Progress of Medicinal Plant for Allelopathy

LI Yun-qi

(Foshan Women and Children Hostipal, Foshan, Guangdong 528000)

Abstract: Continuous cropping obstacle has always affected the cultivation and quality of medicinal plants, and allelopathy is the one of the most important reason, always has been focus, through the way of rain leaching, root exudates, decaying plant residues, the allelochemicals get into the soil, inhibit the growth of plants, soil enzyme activity, resulting in increasing of the continuous cropping obstacles. In order to provide theoretical basis for solving the continuous cropping obstacle, the research status of allelopathy of medicinal plants was analyzed to improve the planting quality of medicinal plants.

Keywords: allelopathy; continuous cropping obstacle; medicinal plant; allelochemicals

致 读 者

为适应我国信息化建设,扩大本刊及作者知识信息交流渠道,本刊现被《中国学术期刊网络出版总库》及 CNKI 等系列数据库收录,其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意文章被收录,请在来稿时声明,本刊将做适当处理。

《黑龙江农业科学》编辑部