

入侵植物小蓬草化感作用研究*

许桂芳, 刘明久, 晁慧娟

(河南科技学院, 河南新乡 453003)

摘要: 测定了小蓬草水浸提液对小麦、油菜和白菜种子萌发及幼苗生长的影响。结果表明: ①小蓬草水浸提液对小麦种子萌发和幼苗生长具有显著的抑制作用, 且这种抑制作用随着浓度的增加而增强; ②浓度为 0.05 g/mL 的小蓬草水浸提液对油菜和白菜种子萌发和幼苗生长具有促进作用, 浓度为 0.40 g/mL 的小蓬草水浸提液对油菜和白菜种子萌发和幼苗生长具有抑制作用。小蓬草水浸提液含有酚类物质。

关键词: 小蓬草; 化感作用; 酚类物质

中图分类号: S545

文献标识码: A

文章编号: 1004-1389(2007)03-0215-04

Study on Allelopathy of the Invasive Plant *Conyza canadensis*

XU Gui-fang, LIU Ming-jiu and CHAO Hui-juan

(Henan Institute of Science and Technology, Xinxing Henan 453003, China)

Abstract: This paper deals with the effect of leaching liquor of *Conyza canadensis* on seed germination and seedling growth of three crops including wheat, rape and cabbage. The main results were as follows: ① The leaching liquor of *Conyza canadensis* could remarkably inhibit the seed's germination and seedling growth of wheat. And this inhibition strengthened with the concentration increasing. ② 0.05 g/mL leaching liquor of *Conyza canadensis* could accelerate the seed germination and seedling growth of rape and cabbage. 0.40 g/mL leaching liquor of *Conyza canadensis* could inhibit the seed germination and seedling growth of rape and cabbage. The identification test had proven the leaching liquor of *Conyza canadensis* had the phenol chemicals.

Key words: *Conyza canadensis*; Allelopathy; Phenol chemicals

外来入侵植物小蓬草 (*Conyza canadensis* (L.) Cronq.) 是区域性恶性杂草^[1], 为菊科白酒草属 1~2 a 生草本植物, 又称为小白酒草、加拿大蓬、飞蓬或小飞蓬。原产于北美洲, 现已遍布全球温带地区。在我国各地均有分布, 是我国分布最广的入侵物种之一^[2,3]。目前小蓬草在我国的分布群体大、危害重, 但有关化感作用的研究未见报道。本试验以小麦、白菜和油菜等经济作物为受体对小蓬草的化感作用进行初步研究, 旨在了解小蓬草的次生代谢产物对植物生长的影响作用, 为化感物质的开发应用及植物农药资源的筛选提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

小蓬草新鲜植株于 2005-09-04 采自河南科技学院东校区。受体作物的种子有小麦 (*Triticum aestivum* L.) 种子、油菜 (*Brassica campestris* L.) 种子、白菜 (*Brassica pekinensis* Rupr.) 种子。

1.2 方法

1.2.1 浸提液的制备 选取小蓬草发育良好、没有病虫害的植株, 采集新鲜的茎叶, 用剪刀剪碎, 分别取 120 g、60 g、30 g、15 g, 各加 300 mL 的蒸馏水浸泡 48 h, 用滤纸双重过滤后得到浸提液, 浓度分别为 0.40 g/mL、0.20 g/mL、0.10 g/mL、

* 收稿日期: 2006-08-28 修回日期: 2006-12-10

作者简介: 许桂芳 (1966—), 女, 副教授, 主要从事植物学及植物资源学的教学与科研工作。

0.05 g/mL,浸提液置 4℃冰箱中备用。

1.2.2 化感活性生物鉴定 采用培养皿滤纸法^[4]。将蒸馏水设为对照(CK),浸提液浓度分别为 0.05 g/mL(处理 1)、0.10 g/mL(处理 2)、0.20 g/mL(处理 3)、0.40 g/mL(处理 4),每个浓度的处理进行 3 次重复。每个培养皿中放置 100 粒种子,在室温条件下进行常规培养。每天观察记录发芽数,连续记录 7 d,统计种子萌发率、幼苗根长、苗高和鲜重等数据。

1.2.3 数据统计 幼苗根长:从每个培养皿中随机挑选 10 株幼苗进行根长测量,取平均值。由于小麦是单子叶植物,须根多,测量根长时,选取每株幼苗上最长的根。

幼苗苗高:从每个培养皿中随机挑选 10 株幼苗测量苗高,取平均值。

种子萌发率=(第 7 天记录的发芽数/100)×100%

种子萌发的简易活力指数(GI)=种子发芽率(100%)×幼苗鲜重(g)

对照抑制百分率=(1-处理/对照)×100%

综合效应(SE)是同一处理浓度对同一受体 3 个测试项目(根长、苗高、简易活力指数)的对照抑制百分率的算术平均值^[5]。

数据分析采用方差分析和最小显著差数检验

表 1 不同浓度小蓬草水浸提液对作物幼苗根长的影响

Table 1 Effect of water extract of <i>Conyza canadensis</i> on roots length of crops			
浸提液浓度/(g/mL) Leaching liquor	小麦根长/cm Roots length of wheat	油菜根长/cm Roots length of rape	白菜根长/cm Roots length of cabbage
CK	11.27	3.53	4.93
0.05	6.50**	4.74	2.30
0.10	7.37**	3.77	2.40
0.20	1.51**	1.88*	1.50
0.40	1.17**	1.85*	1.90

注: * 表示在 0.05 水平上的差异显著, ** 表示在 0.01 水平上的差异极显著,—表示促进作用,下同。
Note: * and ** means the difference significant at $P<0.05$ and $P<0.01$ respectively;—means acceleration. Follow as same.

表 2 不同浓度小蓬草水浸提液对作物幼苗苗高的影响

Table 2 Effect of water extract of <i>Conyza canadensis</i> on seedling height of crops			
浸提液浓度/(g/mL) Leaching liquor	小麦苗高/cm Seedling height of wheat	油菜苗高/cm Seedling height of rape	白菜苗高 /cm Seedling height of cabbage
CK	11.53	2.27	1.63
0.05	10.27**	2.69	2.50**
0.10	4.52**	3.47*	2.22**
0.20	2.73**	3.65*	2.64**
0.40	0.37**	3.05	2.34**

2.2 不同浓度小蓬草水浸提液对作物幼苗苗高的影响

从表 2 可知,与对照相比,4 种浓度小蓬草水

(LSD)法^[6]进行小蓬草水浸提液对受体作物种子萌发和幼苗生长影响的差异显著性检验。

1.2.4 化感物质定性鉴定 取浓度为 0.40 g/mL的小蓬草水浸提液 10 mL,加入 2%FeCl₃溶液 2.50 mL,观察溶液颜色变化,并判断是否含有酚类化感物质^[7]。

2 结果与分析

2.1 不同浓度小蓬草水浸提液对作物幼苗根长的影响

从表 1 可见,与对照相比,4 种浓度小蓬草水浸提液对小麦和白菜幼苗根的生长均有抑制作用,且对小麦根长的抑制作用达到极显著水平,而对白菜幼苗根长的抑制作用无明显规律。浓度为 0.05 g/mL 和 0.10 g/mL的小蓬草水浸提液促进了油菜幼苗的根长,浓度为 0.05 g/mL 的浸提液对油菜幼苗根长的促进作用比浓度为 0.10 g/mL 的浸提液的促进作用强。浓度为 0.20 g/mL 和浓度为 0.40 g/mL的小蓬草水浸提液显著地抑制了油菜幼苗的根长,且这种抑制作用随着浸提液浓度增加而增强。据观察,用浓度 0.40 g/mL 的小蓬草水浸提液处理油菜和白菜种子时,油菜和白菜幼苗的根大部分向上弯曲,缓慢生长,有的甚至停止生长,根部变成黄褐色。

浸提液均对小麦幼苗的苗高存在抑制作用,且达到极显著水平,并且随着水浸提液浓度的增加而增加。4 种浓度的水浸提液均不同程度地促进了

油菜和白菜的幼苗的苗高,浓度为 0.20 g/mL 的浸提液对油菜幼苗苗高的促进作用达到显著水平,对白菜幼苗苗高的促进作用达到极显著水平。据方芳等^[8]对加拿大一枝黄花研究表明:低浓度的加拿大一枝黄花水浸提液对白菜的种子萌发和幼苗生长有一定的促进作用,这与本试验的结果一致。另据本试验观察,0.40 g/mL 浓度处理下,油菜、白菜幼苗较对照细弱。

2.3 不同浓度小蓬草水浸提液对作物种子活力的影响

从表 3 可知,与对照相比,浓度为 0.05 g/mL

表 3 不同浓度小蓬草水浸提液对作物种子活力的影响

Table 3 Effect of water extract of *Conyza canadensis* on viability of crops

浸提液浓度/(g/mL) Leaching liquor	小麦种子活力 Viability of wheat	油菜种子活力 Viability of rape	白菜种子活力 Viability of cabbage
CK	10.75	3.06	5.71
0.05	12.45 *	3.44	7.10 **
0.10	5.20 **	3.52	6.56 *
0.20	4.79 **	3.44	4.76 *
0.40	1.34 **	1.56 **	3.81 **

2.4 不同浓度小蓬草水浸提液对作物影响的综合效应(SE)

由 4 种浓度小蓬草水浸提液对小麦、油菜和白菜综合效应比较得出(表 4),小蓬草茎叶水浸提液对小麦种子活力、幼苗苗高和根长的综合抑制效应最强,化感抑制作用随溶液浓度增加而增强。据慕小倩等^[9]人对黄花蒿克生作用进行的研

表 4 不同浓度小蓬草水浸提液对作物影响的综合效应(SE)

Table 4 Synthetic effect of water extract of *Conyza canadensis* on crops

浸提液浓度/(g/mL) Leaching liquor	小麦 SE 值/% SE of wheat	油菜 SE 值/% SE of rape	白菜 SE 值/% SE of cabbage
CK	—	—	—
0.05	12.00	-21.70	-8.10
0.10	54.00	-24.90	0.13
0.20	68.00	-8.80	8.10
0.40	92.00	20.50	17.00

2.5 化感物质定性鉴定结果

取浓度为 0.40 g/mL 的小蓬草水浸提液 10 mL,加入 2%FeCl₃ 溶液 2.50 mL,充分振荡后静置 3 min 发现水浸提液颜色变为深绿色。根据酚类物质的化学性质,不同的酚与 FeCl₃ 作用可显示绿、蓝、紫等不同颜色^[7],由此可鉴定小蓬草水浸提液中含有酚类化感物质。

3 讨论

至今已发现的植物化感物质有酚类、类萜、含氮化合物以及聚乙炔和香豆素等次生物质,其中

的小蓬草水浸提液均对小麦、油菜和白菜的种子活力存在不同程度的促进作用。其对白菜种子活力的促进作用达到极显著水平,对小麦种子活力的促进作用达到显著水平,对油菜种子活力的促进作用不显著。浓度为 0.10、0.20 和 0.40 g/mL 的小蓬草水浸提液对小麦种子的活力具有极显著的抑制作用,且随着浓度的增加而增强。浓度为 0.10 g/mL 的浸提液促进了油菜和白菜种子的活力。浓度为 0.40 g/mL 的浸提液抑制了油菜和白菜种子的活力。且这种抑制作用达到极显著水平。

究表明,黄花蒿水浸提液对小麦幼苗生长有明显的抑制作用,且抑制强度随浸提液浓度升高而加强,这与本试验结果一致。浓度为 0.05 g/mL 的小蓬草水浸提液对油菜和白菜种子萌发和幼苗生长具有促进作用,而浓度为 0.40 g/mL 的小蓬草水浸提液对油菜和白菜种子萌发和幼苗生长具有抑制作用。

酚类物质为重要的水溶性化感物质^[10]。Roshchina 等^[11]报道,一些多酚类化合物会破坏植物细胞膜的功能,影响细胞分化。他认为这与化感物质抑制受体植物 SOD 和 CAT 酶活性,启动膜质过氧化,从而破坏膜的结构有关。通过对小蓬草水浸提液化感物质定性鉴定的试验,鉴定出其中含有酚类物质。本试验认为小蓬草水浸提液中的酚类物质可能对小麦、油菜、白菜的种子萌发和幼苗生长具有化感作用。

浓度为 0.40 g/mL 的小蓬草水浸提液对小麦、油菜和白菜种子活力具有明显抑制作用,而种

子活力是衡量种子田间出苗能力的一个重要指标^[12],因此,小蓬草可以作为天然的除草剂资源进行研究,进一步研究其植株内部化感物质的成分、含量及作用机理,将其分离纯化后用于杂草的防除。

参考文献:

[1] 万方浩,郑小波,郭建英. 重要农林外来入侵物种的生物学与控制[M]. 北京:科学出版社,2005. 775.

[2] 李扬汉. 中国杂草志[M]. 北京:中国农业出版社,1998. 295~296.

[3] 李振宇,解 焱. 中国外来入侵种[M]. 北京:林业出版社,2002. 195.

[4] 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.

[5] 张茂新,凌 冰,孔垂华. 微甘菊挥发油的化感潜力[J]. 应

用生态学报,2002,13(10):1300~1302.

[6] 崔秀珍. 试验统计分析[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2002. 91~92.

[7] 刘凤楼. 有机化学[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,1996. 85.

[8] 方 芳,郭水良,黄林兵. 入侵杂草加拿大一枝黄花的化感作用[J]. 生态科学,2004,23(4):331~334.

[9] 慕小倩,马 燕,王 硕,等. 黄花蒿化感作用机理的初步研究[J]. 西北植物学报,2005,25(5):1025~1028.

[10] 朱旺生,沈益新. 白三叶和高羊茅不同品种对萝卜幼苗的化感作用[J]. 南京农业大学学报,2004,27(1):28~31.

[11] Roshchina V V,Roshchina V D. The excretory function of higher plant[M]. New York:Springer-verlag,1993. 213~215.

[12] 颜启传. 种子学[M]. 北京:中国农业出版社,2001. 73~78.



(上接第 199 页)

[14] 石进校,易浪波,田艳英. 干旱胁迫下淫羊藿总黄酮与保护酶活性[J]. 吉首大学学报(自然科学版),2004,25(4): 80~83.

[15] 王荣华,石 雷,汤庚国,等. 渗透胁迫对蒙古冰草幼苗保护酶系统的影响[J]. 植物学通报. 2003,20(3):330~335.

[16] 王翠花,孙志刚,杨晓松. PEG 处理对大豆叶片抗氧化酶活性的影响[J]. 内蒙古民族大学学报,2005,20(5):523~526.

[17] 梁新华,史大刚. 干旱胁迫对光果甘草幼苗根系 MDA 含量及保护酶 POD、CAT 活性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(3):108~110.

[18] 杨淑慎,高俊凤. 活性氧、自由基与植物的衰老[J]. 西北

植物学报,2001,21(2):215~220.

[19] 薛建平,丁 勇,张爱民,等. 高温胁迫下半夏倒苗前后保护酶活力的变化[J]. 中国中药杂志,2004,29(7):641~643.

[20] 杨方云,魏朝富,刘 英. 干旱胁迫下甜橙叶片保护酶体系的变化研究[J]. 植物营养与肥科学报,2006,12(1):119~124.

[21] HUANG W-D, WU L-K, ZHAN J-C. Effect of Weak Light on the Peroxidation of Membrane Lipid of Cherry Leaves[J]. Acta Botanica Sinica, 2002,44(8):920~924.

[22] 沈文飏,叶茂炳,徐朗莱,等. 小麦旗叶自然衰老过程中清除活性氧能力的变化[J]. 植物学报,1997,39(7):634~640.

[23] 张 明,钟国跃,马开森,等. 半夏倒苗原因的实验观察研究[J]. 中国中药杂志,2004,29(3):273~274.

作者: [许桂芳](#), [刘明久](#), [晁慧娟](#), [XU Gui-fang](#), [LIU Ming-jiu](#), [CHAO Hui-juan](#)
作者单位: [河南科技学院, 河南新乡, 453003](#)
刊名: [西北农业学报](#) 
英文刊名: [ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)
年, 卷(期): 2007, 16 (3)
被引用次数: 36次

参考文献(12条)

1. [万方浩](#); [郑小波](#); [郭建英](#) [重要农林外来入侵物种的生物学与控制](#) 2005
2. [李扬汉](#) [中国杂草志](#) 1998
3. [李振宇](#); [解焱](#) [中国外来入侵种](#) 2002
4. [曾任森](#) [化感作用研究中的生物测定方法综述](#) [期刊论文]-[应用生态学报](#) 1999 (1)
5. [张茂新](#), [凌冰](#), [孔垂华](#), [赵辉](#), [庞雄飞](#) [薇甘菊挥发油的化感潜力](#) [期刊论文]-[应用生态学报](#) 2002 (10)
6. [崔秀珍](#) [试验统计分析](#) 2002
7. [刘凤楼](#) [有机化学](#) 1996
8. [方芳](#), [郭水良](#), [黄林兵](#) [入侵杂草加拿大一枝黄花的化感作用](#) [期刊论文]-[生态科学](#) 2004 (4)
9. [慕小倩](#), [马燕](#), [王硕](#), [拓亚琴](#) [黄花蒿化感作用机理的初步研究](#) [期刊论文]-[西北植物学报](#) 2005 (5)
10. [朱旺生](#), [沈益新](#) [白三叶和高羊茅不同品种对萝卜幼苗的化感作用](#) [期刊论文]-[南京农业大学学报](#) 2004 (1)
11. [Roshchina V V](#); [Roshchina V D](#) [The excretory function of higher plant](#) 1993
12. [颜启传](#) [种子学](#) 2001

引证文献(36条)

1. [杨莉](#), [王春雨](#), [韩梅](#), [肖春萍](#), [王茜](#), [申文文](#), [杨利民](#) [加拿大蓬挥发油对真菌、细菌和植物的生物活性及化学成分分析](#) [期刊论文]-[农药](#) 2010 (11)
2. [刘明久](#), [许桂芳](#), [张定法](#), [张九锋](#) [小蓬草浸提液对3种植物病原菌的抑制作用](#) [期刊论文]-[西北农业学报](#) 2008 (04)
3. [迟铭](#), [刘增文](#) [杜仲叶水提取物对几种农作物的化感作用](#) [期刊论文]-[西北农业学报](#) 2011 (06)
4. [张红](#), [贾贵芳](#), [王亚男](#), [李群](#), [马丹炜](#) [蚕豆根缘细胞对加拿大蓬挥发油的响应](#) [期刊论文]-[四川师范大学学报 \(自然科学版\)](#) 2011 (03)
5. [朱朝华](#), [张宇](#), [王萌](#), [范志伟](#), [戴进用](#), [郑伟丽](#) [热区小飞蓬水浸液化感作用的初步研究](#) [期刊论文]-[湖北农业科学](#) 2011 (11)
6. [温莉莉](#), [王海英](#), [蒋乃翔](#) [小蓬草鲜叶正己烷提取物化学组分分析](#) [期刊论文]-[中国林副特产](#) 2009 (03)
7. [丁昊](#), [汪之波](#), [汪蓉芳](#) [蜀葵水浸液对两种杂草种子萌发的化感效应](#) [期刊论文]-[种子](#) 2012 (01)
8. [高源](#), [朱朝华](#), [李雪枫](#), [雷照鸣](#), [余树华](#) [小飞蓬对三种杂草种子萌发和幼苗生长的化感作用](#) [期刊论文]-[湖北农业科学](#) 2012 (15)
9. [刘志明](#), [王海英](#), [刘姗姗](#) [小蓬草精油的挥发性组分比较分析](#) [期刊论文]-[江苏农业科学](#) 2011 (01)
10. [张红](#), [贾贵芳](#), [王亚男](#), [李群](#), [马丹炜](#) [加拿大蓬挥发油经不同载体对蚕豆根尖的细胞毒性](#) [期刊论文]-[生态环境学报](#) 2010 (08)
11. [刘明久](#), [许桂芳](#), [王鸿升](#), [朱晓利](#) [美国地锦入侵特性研究](#) [期刊论文]-[西北农业学报](#) 2008 (02)

12. 黄东东, 沈奕德, 黄乔乔, 李晓霞, 范志伟, 程汉亨 [剑麻叶不同溶剂浸提液对假臭草萌发和生长的影响](#) [期刊论文] - [杂草科学](#) 2013 (04)
13. 刘姗姗, 王海英, 刘志明 [小蓬草精油化感作用的生物测定](#) [期刊论文] - [植物资源与环境学报](#) 2010 (04)
14. 刘志明, 蒋乃翔, 王海英, 刘姗姗 [小蓬草鲜花和鲜叶提取物中挥发性组分比较分析](#) [期刊论文] - [东北林业大学学报](#) 2009 (12)
15. 刘姗姗, 刘志明, 王海英, 蒋乃翔, 王洪峰 [小蓬草鲜花和鲜果精油挥发性组分分析](#) [期刊论文] - [生物质化学工程](#) 2009 (06)
16. 郭振清, 赵永光, 张凤娟, 龙茹, 孟宪东, 邢士欣, 徐兴友 [入侵植物牛膝菊对白菜、萝卜、生菜、油菜种子和幼苗的化感作用](#) [期刊论文] - [河北科技师范学院学报](#) 2008 (03)
17. 刘志明, 王海英, 刘姗姗, 蒋乃翔, 李玲 [小蓬草精油活性组分分析](#) [期刊论文] - [生物质化学工程](#) 2010 (01)
18. 高兴祥, 李美, 房锋, 李健 [小飞蓬水浸提液对杂草萌发和生长的抑制效果](#) [期刊论文] - [草业科学](#) 2015 (01)
19. 纵熠, 黄乔乔, 李晓霞, 范志伟, 沈奕德, 黄东东, 程汉亨, 刘丽珍 [石刁柏4种浸提液对几种受体植物的化感作用](#) [期刊论文] - [杂草科学](#) 2013 (04)
20. 朱慧, 马瑞君, 李云, 庄玲妹 [两种含羞草科入侵植物的化感作用初探](#) [期刊论文] - [西北农业学报](#) 2009 (04)
21. 刘志明, 王海英, 刘姗姗, 蒋乃翔, 马大龙 [小蓬草地上部分精油的活性组分](#) [期刊论文] - [中国野生植物资源](#) 2010 (01)
22. 许春媚, 杨莉, 韩梅, 杨利民 [加拿大蓬水浸液对植物幼苗生长的影响](#) [期刊论文] - [安徽农业科学](#) 2010 (19)
23. 许桂芳, 周修任, 王鸿升, 孟丽, 刘明久 [外来植物土荆芥的化感作用潜力](#) [期刊论文] - [江苏农业学报](#) 2011 (01)
24. 林春华, 唐赛春, 韦春强, 潘玉梅, 周超群 [广西来宾市外来入侵植物的调查研究](#) [期刊论文] - [杂草科学](#) 2015 (01)
25. 杨骁 [加拿大蓬水浸液对植物种子萌发的影响](#) [期刊论文] - [安徽农业科学](#) 2012 (04)
26. 孙欣欣, 刘忠玲, 王庆成, 赵羿鸾, 刘超群, 孙忻, 袁野 [白桦、落叶松器官浸提液对1年生白桦、落叶松苗木生物量的影响](#) [期刊论文] - [东北林业大学学报](#) 2011 (07)
27. 曾东强, 韦家书, 张国良, 周国辉 [银胶菊植株水浸提液对几种植物的化感作用](#) [期刊论文] - [杂草科学](#) 2008 (03)
28. 许桂芳, 许明录, 李佳 [入侵植物斑地锦的生物学特性及其对3种草坪植物的化感作用](#) [期刊论文] - [西北农业学报](#) 2010 (08)
29. 陈韶军 [加拿大一枝黄花和小飞蓬入侵潜力综述](#) [期刊论文] - [湖北林业科技](#) 2014 (01)
30. 王海英, 刘姗姗, 刘志明 [小蓬草精油的化感效应](#) [期刊论文] - [中国野生植物资源](#) 2013 (03)
31. 韦家书 [外来入侵植物银胶菊的生物生态学特性及化学防除技术研究](#) [学位论文] 硕士 2008
32. 李富荣, 黄莹, 梁士楚, 周巧劲 [几种菊科入侵植物和非入侵植物的化感作用比较](#) [期刊论文] - [生态环境学报](#) 2011 (05)
33. 田发军, 赵欢欢, 赵俊俊, 吴艳兵 [小飞蓬化学成分及生物活性研究进展](#) [期刊论文] - [河南科技学院学报 \(自然科学版\)](#) 2013 (06)
34. 戴进用 [小飞蓬\(水浸液\)化感作用的研究](#) [学位论文] 硕士 2010
35. 刘姗姗 [小蓬草\(*Conyza canadensis*\)精油的除草活性组分研究](#) [学位论文] 硕士 2011
36. 张帅 [外来植物小飞蓬入侵生物学研究](#) [学位论文] 硕士 2010

引用本文格式：[许桂芳](#).[刘明久](#).[晁慧娟](#).[XU Gui-fang](#).[LIU Ming-jiu](#).[CHAO Hui-juan](#) [入侵植物小蓬草化感作用研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2007 (3)