

# 藎草化感作用的研究

陈遂中, 谢慧琴, 王春娟, 吴晓峰

(石河子大学农学院, 新疆 石河子 832003)

**摘要:**采用室内生测和生理实验的方法, 以小麦 *Triticum aestivum*、萝卜 *Raphanus sativus*、黄瓜 *Cucumis sativus* 作物为研究对象, 探讨藎草 *Scirpus triquetet* 的化感作用和作用机理。结果表明: 藎草不同有机溶剂萃取液对 3 种作物均有化感效应, 随着萃取组分极性的增加, 对 3 种作物种子萌发的抑制效应逐渐增强; 同时, 不同萃取组分对作物幼苗生长均有不同程度的抑制, 降低了根系活力, 不同组分对作物幼苗根系的抑制作用表现为丙二醛(MDA)含量增加, 过氧化物酶(POD)酶活性升高, 过氧化氢酶(CAT)酶活性降低, 叶绿素含量降低。表明藎草对小麦、萝卜、黄瓜均有化感作用。

**关键词:** 藎草; 化感作用; 种子萌发; 幼苗生长

**中图分类号:** Q945. 79

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-0629(2010)03-0050-05

化感作用(allelopathy), 又称他感、异株克生作用等, 是指一种植物包括微生物通过向环境释放化学物质而对另一种植物包括微生物产生直接或间接的作用, 根据作用对象的不同或浓度的不同, 可能产生抑制效应或促进效应, 同时植物释放的化学物质不仅对其他植物有害, 有时对自身也有毒害作用, 自毒作用也认为是化感作用的一方面<sup>[1-3]</sup>。由于雨水或雾滴的作用, 一些有机酸、氨基酸、萜类和酚类等水溶性化合物易被从植株表面淋溶下来, 对周围植物产生影响。许多菊科植物含有大量的挥发性萜类化合物。如柠檬烯、蒎烯、樟脑、长叶薄荷酮、桉树脑、香茅醇等。它们不仅保护植物自身不受侵害, 还对其他植物生长产生抑制作用<sup>[4]</sup>。以单萜类物质为主的三裂叶豚草 *Ambrosia trifida* 挥发物可以经土壤载体对其他植物及土壤微生物显示化感效应<sup>[5]</sup>。

藎草 *Scirpus triquetet* 为莎草科多年生杂草, 生长于稻田, 低湿盐碱地或潜水中, 常呈单一种群或与稗 *Echinochloa crusgali* 一起危害作物<sup>[6]</sup>。目前对藎草的防治还处在化学防治阶段, 而对其发生的机理缺乏深入的认识。通过分析藎草新鲜植株水提液对不同作物种子发芽及幼苗生长的化感效应, 探讨藎草草害的危害及发生机理, 最终为采取科学合理的措施减轻草害提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 藎草化感物质的制备** 取藎草新鲜植株 5 kg, 用清水清洗植株及根部。整株用蒸馏水于室温下浸泡 48 h, 后经 4 层定性滤纸抽滤, 得水提液 10 L, 将水提液用旋转蒸发仪(45 °C, -0.1 MPa)减压浓缩, 搜集到浓缩液(2 L)。再用 5 种极性递增的有机溶剂(正己烷、二氯甲烷、乙酸乙酯、正丁醇、丙酮)依次萃取浓缩, 除水后浓缩各萃取组分, 称量, 以少量丙酮助溶, 用蒸馏水定溶, 配成供试浓度药液。

### 1.2 试验设计与方法

**1.2.1 种子发芽试验** 将植物种子用 10% 的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 消毒处理, 然后均匀放入底垫 2 层滤纸的培养皿中(直径 9 cm), 用移液管加入 5 mL 100 mg/kg 的浸提液, 以蒸馏水为对照, 3 次重复, 盖上皿盖, 置于培养箱中恒温 27 °C 保湿培养, 每天光照 10 h。48 h 后检查受体植物种子的萌发率(胚根或胚轴破皮 1~2 mm 时为萌发), 72 h 后记录根长和苗高(cm), 并称其鲜质量。

**1.2.2 幼苗生长试验** 采用加营养液(含有不同有机溶剂萃取液)培养试验<sup>[7]</sup>。将已催芽且芽长

①收稿日期: 2009-09-01

基金项目: 石河子大学自然科学基金项目(ZRXX200705)

作者简介: 陈遂中(1984-), 男, 新疆石河子人, 在读硕士生, 研究方向为植物源农药。

E-mail: suizhong@qq.com

通信作者: 谢慧琴 E-mail: xhqin100@163.com

基本一致的作物种子播于盛有蛭石的营养钵中,每隔2 d浇灌上述含有不同组分的营养液,每处理10 珠,重复3次,7 d后取样,测定形态指标和叶片、根系生理生化指标。

1.3 形态和生理生化指标的测定及方法

1)发芽率=(发芽种子数/供试种子数)×100%。

2)化感效应指数采用Williamson等<sup>[8]</sup>的方法进行,当 $T \geq C$ 时,化感效应指数=1-(C/T);当 $T < C$ 时,化感效应指数=(T/C)-1。其中:C为对照值,T为处理值,为化感效应指数(化感效应指数>0为促进作用,化感效应指数<0为抑制作用,绝对值大小与作用强度一致)。

3)生理生化指标测定:过氧化氢酶(CAT)采用KMnO<sub>4</sub>滴定法<sup>[9]</sup>;过氧化物酶(POD)采用愈创木酚法<sup>[9]</sup>;细胞膜脂的损伤程度用脂质过氧化产物丙二醛(MDA)生成量反应<sup>[9]</sup>;超氧化物歧化酶(SOD)活性用NBT还原抑制法测定<sup>[10]</sup>;根系活力测定用TTC法<sup>[11]</sup>。

试验数据采用DPS 7.05统计软件进行统计

分析。

2 结果与分析

2.1 不同萃取溶剂对作物种子发芽的影响

由表1可知,藜草不同溶剂萃取液对作物种子萌发均表现为抑制作用,不同组分对于小麦种子发芽抑制顺序为丙酮>正丁醇>乙酸乙酯>二氯甲烷>正己烷;不同组分对于萝卜种子发芽抑制顺序为丙酮>正己烷>正丁醇>乙酸乙酯>二氯甲烷;不同组分对于黄瓜种子发芽抑制顺序为丙酮>正丁醇>乙酸乙酯>二氯甲烷>正己烷。

2.2 不同萃取溶剂对作物幼苗生长的影响

藜草水提液的5种不同萃取组分对3种作物的苗高均表现出不同的抑制作用(表2),对于小麦幼苗,各组分与对照相比差异显著,抑制强度为乙酸乙酯>丙酮>二氯甲烷>正丁醇>正己烷;对于萝卜幼苗,抑制强度为正丁醇>乙酸乙酯>二氯甲烷>丙酮>正己烷;对于黄瓜幼苗,抑制强度为丙酮>正丁醇>乙酸乙酯>二氯甲烷>正己烷。

表1 不同组分对作物种子萌发的影响

| 处理   | 小麦     |        | 萝卜     |        | 黄瓜     |        |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      | 发芽率(%) | 化感效应指数 | 发芽率(%) | 化感效应指数 | 发芽率(%) | 化感效应指数 |
| CK   | 100.00 | 0.00   | 100.00 | 0.00   | 100.00 | 0.00   |
| 正己烷  | 86.00  | -0.14  | 80.00  | -0.20  | 96.00  | -0.04  |
| 二氯甲烷 | 79.00  | -0.21  | 93.30  | -0.06  | 93.30  | -0.07  |
| 乙酸乙酯 | 76.00  | -0.24  | 90.00  | -0.10  | 84.00  | -0.16  |
| 正丁醇  | 69.00  | -0.31  | 84.00  | -0.16  | 80.00  | -0.20  |
| 丙酮   | 61.00  | -0.39  | 79.00  | -0.21  | 78.00  | -0.22  |

表2 不同组分对作物幼苗生长的影响

| 处理   | 小麦                 |                    | 萝卜                 |                    | 黄瓜                 |                   |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|      | 根长(cm)             | 苗高(cm)             | 根长(cm)             | 苗高(cm)             | 根长(cm)             | 苗高(cm)            |
| CK   | 12.12 <sub>a</sub> | 10.07 <sub>a</sub> | 6.51 <sub>a</sub>  | 7.97 <sub>a</sub>  | 7.25 <sub>a</sub>  | 6.39 <sub>a</sub> |
| 正己烷  | 10.12 <sub>b</sub> | 9.01 <sub>ab</sub> | 5.88 <sub>ab</sub> | 7.08 <sub>ab</sub> | 5.88 <sub>b</sub>  | 5.50 <sub>b</sub> |
| 二氯甲烷 | 8.95 <sub>c</sub>  | 7.91 <sub>bc</sub> | 4.64 <sub>c</sub>  | 7.11 <sub>ab</sub> | 5.78 <sub>b</sub>  | 4.14 <sub>c</sub> |
| 乙酸乙酯 | 8.31 <sub>c</sub>  | 7.77 <sub>bc</sub> | 4.38 <sub>c</sub>  | 6.86 <sub>b</sub>  | 4.98 <sub>bc</sub> | 3.93 <sub>c</sub> |
| 正丁醇  | 8.96 <sub>d</sub>  | 6.71 <sub>c</sub>  | 2.85 <sub>d</sub>  | 5.52 <sub>c</sub>  | 4.41 <sub>c</sub>  | 3.03 <sub>d</sub> |
| 丙酮   | 8.76 <sub>c</sub>  | 8.16 <sub>bc</sub> | 5.07 <sub>bc</sub> | 5.13 <sub>c</sub>  | 4.31 <sub>c</sub>  | 2.06 <sub>d</sub> |

注:同列不同字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)。

**2.3 不同萃取溶剂对作物幼苗根系活力的影响**

由图 1 可以看出,5 种组分对于作物幼苗根系活力均有抑制作用,对于小麦,各组分与对照间差异显著,抑制强度为乙酸乙酯>正丁醇>丙酮>正己烷>二氯甲烷;对于萝卜各组分抑制强度为丙酮>正丁醇>乙酸乙酯>二氯甲烷>正己烷;对于黄瓜各组分的抑制强度为正丁醇>丙酮>乙酸乙酯>二氯甲烷>正己烷;对于黄瓜幼苗,正己烷组分与对照差异不大,其余 4 种组分对黄瓜幼苗的抑制强度为丙酮>正丁醇>乙酸乙酯>二氯甲烷。说明随着蕪草植株化感成分主要集中在极性大的组分中,且植物根系活力受到抑制,导致植物根系生长缓慢,对养分吸收能力降低。蕪草水提液不同萃取组分对作物根系生长产生不同程度的毒害作用,降低了根系的还原能力,使根系生长和吸收养分的能力下降,生长受阻碍,从而降低了作物的抗性。

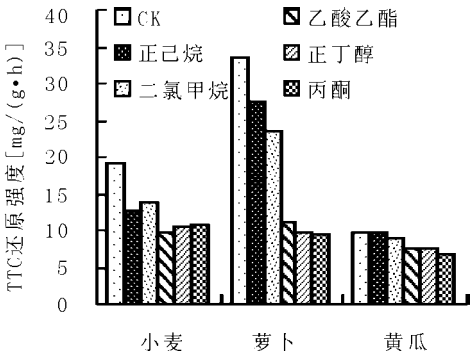


图 1 不同萃取液对作物根系活力的影响

**2.4 不同萃取溶剂对作物幼苗 POD 的影响**

从图 2 可以看出,各组分除正己烷外,4 种组分均促进了 POD 活性,对于小麦促进强度为二氯甲烷>正丁醇>乙酸乙酯>丙酮>正己烷;对于萝卜各组分促进强度为丙酮>二氯甲烷>正丁醇>正己烷>乙酸乙酯;对于黄瓜幼苗各组分促进强度为丙酮>正丁醇>乙酸乙酯>二氯甲烷>正己烷。POD 是植物主要抗氧化酶之一,能够在逆境胁迫和衰老过程中清除植物体内过量的活性氧,

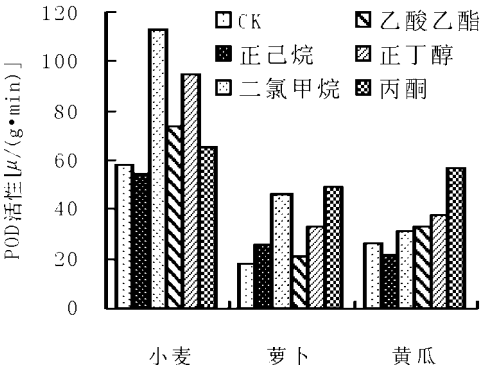


图 2 不同组分对作物 POD 活性影响

维持活性氧的平衡,保护膜结构<sup>[12]</sup>。

**2.5 不同萃取溶剂对作物幼苗 CAT 的影响**

由图 3 可以看出,随着萃取液的变化作物 CAT 的活性呈现出减小的趋势,且随着萃取液极性的增强作物幼苗 CAT 的活性逐渐递减,这种现象可能是由于化感成分在极性较强的组分当中含量较高。植物中 CAT 起着分解 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的功能,CAT 活性下降引起 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 大量积累,从而加剧细胞膜脂过氧化程度<sup>[13]</sup>。

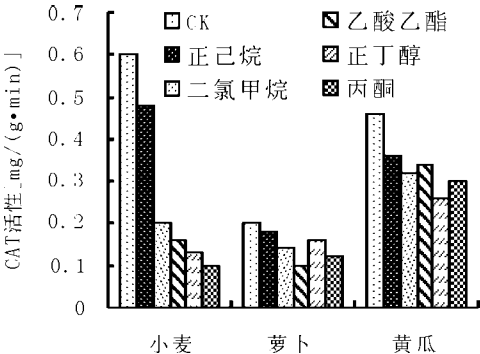


图 3 不同组分对作物 CAT 活性影响

**2.6 不同萃取溶剂对作物幼苗 MDA 含量的影响**

由图 4 可以看出,5 种组分萃取液均促进了作物根部 MDA 含量的增加,小麦组中正丁醇组分含量达到最高(3.3 μmol/g);萝卜组中正丁醇组分含量达到最高(2.64 μmol/g);黄瓜组中乙酸乙酯组分含量达到最高(1.89 μmol/g);同时

随着萃取液极性的增强作物根部 MDA 含量逐渐增高。这表明藎草植株水提液不同萃取液在一定程度上诱导了作物体内活性氧自由基的积累,脂质过氧化加剧,使 MDA 含量增加,作物抗病能力下降。植物在逆境胁迫下,体内产生自由基,使膜质过氧化并导致细胞膜受到伤害。MDA 是自由启动的膜质过氧化产物之一,其含量常作为反映膜质过氧化程度的指标<sup>[14]</sup>。

3 讨论和结论

植物化感作用通过对种子发芽率、根长、苗长以及幼苗体内抗氧化酶活性的抑制来表达,同一植物对不同受体的抑制作用存在很大差异,这点与周天等<sup>[15]</sup>的结论一致。其作用机理还需进一步研究。

根据种子发芽试验表明:藎草 5 种组分萃取液对 3 种作物种子发芽都有抑制作用,小麦种子发芽率较萝卜、黄瓜所受影响明显。萝卜、黄瓜种子种皮比小麦种皮厚,周志红等<sup>[16]</sup>认为种子的种皮厚而坚硬,对种子起到了一定的保护作用,因此萝卜、黄瓜种子萌发所受影响较小麦小。不同萃取液间差异显著,且随着萃取液极性的增强抑制作用逐渐增大,这表明藎草水提液化感物质在较强极性溶剂中含量较高,这些物质降低了种子的萌发率,产生了抑制作用。但在环境复杂的自然环境能否发生同样程度的作用还有待进一步研究。

幼苗生长试验结果表明:5 种组分均对作物根长、苗高和鲜质量有抑制作用,也使其幼苗根部内在生理指标受到影响,如根系活力降低,POD 活性升高,CAT 活性降低,MDA 含量增加。由此可见,藎草新鲜植株提取液对 3 种作物无论是地上部还是地下部的生长都有显著的一致作用。推测化感物质可能干扰了生长素类物质的合成,使作物根茎生长受到抑制。

植物在自然条件下主要通过雨水和雾滴等的淋溶,使水溶性的化感物质对邻近和伴生植物产生化感作用<sup>[17-18]</sup>,因此有关化感作用的研究主要集中在植物提取液对植物种子萌发和幼苗生长的影响上。藎草提取液对 3 种受试植物的化感作用生测结果绝大多数达到显著或极显著水平,并且化感效应都表现为抑制,说明茎叶雨水淋溶是藎草向环境释放化感物质的重要途径。藎草优势种群落的形成以及种群的快速增长,在某种程度上是依赖于化感作用的结果,但其水浸提液中起作用的关键物质及其作用机理等尚需进一步研究。

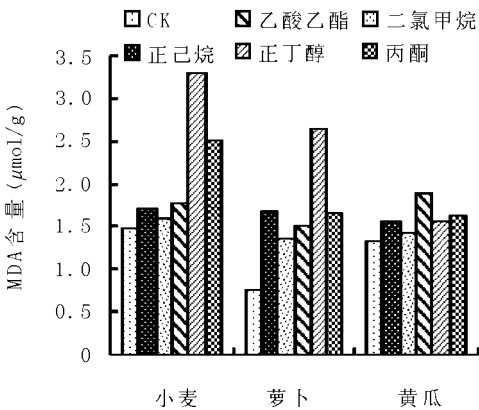


图 4 不同组分对作物 MDA 含量的影响

2.7 不同萃取溶剂对作物幼苗叶片叶绿素含量的影响 从图 5 可以看出,不同组分萃取液对作物幼苗总叶绿素(Chl)含量产生了明显的影响,不同组分处理后叶片叶绿素含量均低于对照。结果表明藎草化感物质抑制了作物叶绿素的合成,导致作物光合速率下降,作物生物量降低。

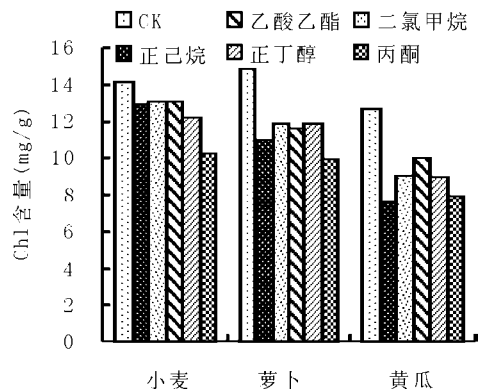


图 5 不同组分对作物幼苗叶片 Chl 含量的影响

## 参考文献

- [1] Rice E L. Allelopathy [M]. New York: Academy Press, 1974, 151-187.
- [2] 袁莉, 于磊, 王许军, 等. 不同年限紫花苜蓿的浸提液对棉花的化感作用及其化感物质含量[J]. 草业科学, 2008, 25(12): 71-74.
- [3] 钟声, 段新慧. 紫茎泽兰对两种牧草发芽的化感克异作用[J]. 种子, 2006, 25(6): 46-53.
- [4] 谷文祥, 段舜山, 骆世明. 萜类化合物的生态特征及其对植物的化感作用[J]. 华南农业大学学报, 1998, 19: 108-112.
- [5] 王朋, 王莹, 孔垂华. 植物挥发性单萜经土壤载体的化感作用——以三裂叶豚草(*Ambrosia trifida* L.)为例[J]. 生态学报, 2008, 18(1): 62-68.
- [6] 李孙荣. 杂草及其防治[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1991.
- [7] 刘熙, 廖本裕. 无土蔬菜栽培[M]. 北京: 亚洲出版社, 2004.
- [8] Williamson G B, Richardson D. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment response with independent controls[J]. Journal of Chemical Ecology, 1988, 14: 181-187.
- [9] 李合生, 孙群, 赵世杰, 等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [10] 西北农业大学植物生理生化教研室. 植物生理实验指导[M]. 西安: 陕西科技出版社, 1986: 35-44.
- [11] 郑柄松. 现代植物生理生化研究技术[M]. 北京: 气象出版社, 2006.
- [12] 马旭俊, 朱大海. 植物超氧化物歧化酶(SOD)的研究进展[J]. 遗传, 2003, 25(2): 225-231.
- [13] 张利红, 李培军, 李雪梅, 等. 镉胁迫对小麦幼苗生长及生理特性的影响[J]. 生态学杂志, 2005, 24(4): 458-460.
- [14] 叶立华, 蔡之军, 顾掌根, 等. 锌对苦瓜不同生育期叶片保护系统的影响[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(19): 43-46.
- [15] 周天, 胡勇军. 黄蒿挥发油的化感作用研究[J]. 草业科学, 2008, 25(12): 41-45.
- [16] 周志红, 骆世明, 牟子平. 番茄(*Lycopersicon*)的化感作用研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(4): 445-449.
- [17] 吴海荣, 强胜. 外来杂草波斯婆婆纳的化感作用研究[J]. 资源与利用, 2008, 27(9): 67-73.
- [18] 耿广东. 辣椒(*Capsicum annuum* L.)化感作用及其机理研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2005: 27.

Study on allelopathy of *Scirpus triquetet*

CHEN Sui-zhong, XIE Hui-qin, WANG Chun-juan, WU Xiao-feng  
(Agronomy College, Shihezi University, Xinjiang Shihezi 832003, China)

**Abstract:** The indoor bioassay and physiological methods were adopted to explore the allelopathy and mechanism of *Scirpus triquetet* with three plant receptors. The results showed that aqueous extract of *S. triquetet* had allelopathy on wheat, radish and cucumber, and its inhibition effect gradually strengthened with increasing polarity of extraction. At the same time, the different extraction components had different inhibition effects on the growth of three plant seedlings, which mainly reduced the root activity; inhibition effects on plant seedlings root showed as increased production of MDA, and increased activity of POD, lowered CAT activity and content of CHL, which showed that *S. triquetet* had the function of allelopathy on wheat, radish and cucumber.

**Key words:** *Scirpus triquetet*; allelopathy; seed germination; seedling growth