

# 铁杆蒿浸提液对小麦种子萌发和幼苗生长的影响

李 同,李朝阳,宋泽京,魏子琪,郝文芳

(西北农林科技大学 生命科学学院,陕西 杨凌 712100)

**摘要:**为利用铁杆蒿开发生物除草剂,以小麦品种小偃 22 为材料,研究了不同浓度铁杆蒿全草浸提液对小麦种子萌发和幼苗生长的化感作用。结果表明:经铁杆蒿全草浸提液处理后的小麦种子,其萌发率和发芽指数随浸提液浓度的升高而显著降低,并且对小麦种子萌发速度的抑制作用强于对其萌发率的抑制作用;高浓度铁杆蒿全草浸提液对小麦种子初生胚根和幼苗的生长表现出较强的抑制作用,而低浓度铁杆蒿浸提液表现出促进作用。其中,浓度为 0.05 和 0.01 g·mL<sup>-1</sup>的铁杆蒿全草浸提液能够显著增强小麦根系活力。

**关键词:**铁杆蒿;小麦;化感作用;萌发率;发芽指数;根系活力

**中图分类号:**S435.131.4<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)01-0019-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.01.0019

植物间的化感作用是指一种植物通过向环境释放化学物质而对其它临近植物(包括微生物)或自身(即自身他感,也称自毒)所产生的抑制或促进作用<sup>[1-2]</sup>。植物化感物质通过淋溶、挥发、根系分泌和残株降解等方式进入环境而影响自身或其它植物(包括微生物)的生长,进而影响植物群落组成和演替<sup>[3-5]</sup>。在生态系统中,植被的形成和演替、种子萌发和衰败的抑制,农业生产中的间作、混作、套作、轮作、前后茬搭配、残茬的处置或利用以及作物和杂草的关系等都存在化感作用,其在作物增产、森林抚育、植物保护和生物防治等方面有着广阔的应用前景<sup>[6]</sup>,利用杂草相互间及杂草与作物间化感作用控制田间杂草被视为农林业可持续发展的必然途径之一<sup>[7]</sup>。目前针对化感作用在杂草防治方面的研究主要集中在利用农作物自身产生的化感物质对周围植物造成的化感作用来减少对化学除草剂的依赖,而对利用植物浸提液来制备生物源除草剂的研究还鲜有报道。

铁杆蒿(*Artemisia sacrorum*) (别名白莲蒿、万年蒿)是菊科蒿属半灌木状草本,主根木质,主要生长于中国西部海拔 1 500~4 900 m 的山地、半荒漠草原及滩地等干旱、半干旱地区,在局部地区为植物群落优势种的主要伴生种<sup>[8]</sup>。目前,有关铁杆蒿的研究已有诸多报道,涉及化学物质成分<sup>[9-11]</sup>、药用价值<sup>[12-13]</sup>和抗菌活性<sup>[14]</sup>等方面。近

年来,也有少量关于铁杆蒿浸提液对其它植物的种子萌发和植株生长影响的研究,如百里香(*Thymus mongolicus*)、大针茅(*Stipa grandis* P. Smirn.)、本氏针茅(*Stipa bungeana*)和赖草(*Leymus secalinus*)的种子经铁杆蒿浸提液处理后,发芽指数、发芽率、芽长和根长均受到不同程度的影响<sup>[8]</sup>,但是针对铁杆蒿及其化感作用在生物除草方面的研究尚不多见。

本研究选取黄土高原地区菊科蒿属植物铁杆蒿和关中地区广泛种植的小麦品种小偃 22 为试验材料,研究铁杆蒿浸提液对小麦种子萌发和幼苗生长的化感作用,筛选出合适的浸提液浓度,旨在为利用铁杆蒿开发生物除草剂提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试小麦品种为小偃 22,由杨凌农城种业科技有限公司提供。铁杆蒿于 2013 年 10 月采自陕北安塞县,清洗、风干后将全草粉碎成粗粉备用。

### 1.2 方法

1.2.1 铁杆蒿浸提液的制备 将粉碎好的铁杆蒿粗粉和蒸馏水按 1:5 的比例混合均匀,4℃ 环境下浸泡 24 h,浸提液经纱布过滤和抽滤机抽滤后得到浓度为 0.2 g·mL<sup>-1</sup>的铁杆蒿浸提母液。将部分母液稀释成 0.1、0.05、0.01 g·mL<sup>-1</sup>,共得 4 种浓度的铁杆蒿浸提液,4℃ 环境下保存备用。

1.2.2 小麦种子萌发试验 选取均匀饱满的小偃 22 种子,在 0.1% KMnO<sub>4</sub> 溶液中浸泡 5 min,蒸馏水冲洗 3 次,滤纸吸干。选 5 份(每份 50 粒)处理后的种子,分别浸没于浓度为 0、0.01、0.05、0.1 和 0.2 g·mL<sup>-1</sup>铁杆蒿浸提液中,常温浸泡 8 h,冲洗数次。然后均匀放在铺有两层滤纸的培养皿中,分

收稿日期:2014-08-18

基金项目:西北农林科技大学大学生创新创业训练计划资助项目(220131072138);中医药行业科研资助专项(201207002);陕西省农业攻关资助项目(2013K01-06)

第一作者简介:李同(1993-),男,陕西省汉中市人,在读学士,从事生物工程技术研究。E-mail:litongnwsuaf@126.com。

通讯作者:郝文芳(1968-),女,博士,副教授,从事植被生态学与资源植物学研究。E-mail:haowenfang@nwsuaf.edu.cn。

别加入 10 mL 对应浓度的浸提液,每个处理 3 次重复,25℃黑暗条件下培养。萌发过程中,定期适当补加浸提液,使滤纸保持湿润,并统计种子萌发情况。以胚根超过种子长度 1/2 为萌发标准,连续 5 d 无萌发的种子,视为萌发结束。萌发过程中每 24 h 观察 1 次,记录种子萌发率。

1.2.3 小麦幼苗生长试验 受体种子处理后(方法同前),蒸馏水中浸泡 8 h,置于白瓷盘中,25℃黑暗条件下催芽数天。选 5 份(每份 25 粒)露白一致的种子,分别摆放在含有两层滤纸的培养皿中,分别加入 10 mL 浓度依次为 0、0.01、0.05、0.10 和 0.20 g·mL<sup>-1</sup> 铁杆蒿浸提液,每个处理 4 次重复,25℃光照条件下培养。幼苗生长过程中,定期适当补加浸提液,使滤纸保持湿润,培养 7 d。测定幼苗的根长和苗长,将根和苗在 70℃下烘干称取干重,计算根苗比。

1.2.4 根系活力的测定 用 TTC 的还原强度(TTC 还原量 μg/根重 g×时间 h)表征小麦根系中琥珀酸脱氢酶的活性,并以此酶活性表示小麦根系活力<sup>[15]</sup>。

1.2.5 数据分析 发芽率(%)=(发芽种子数/供试种子数)×100;

发芽指数=Σ(G<sub>i</sub>/T<sub>i</sub>)

式中,G<sub>i</sub> 指第 i 天的发芽数;T<sub>i</sub> 指相应的发芽天数;

敏感指数(%)IR=(C-T)/C×100

式中,C 指对照值;T 指处理值;IR>0 表示抑制作用,IR<0 表示促进作用,IR 绝对值的大小与化感作用强度一致。

采用 DPS14.0 统计软件进行单因素方差分

析(One-way ANOVA),以及 Duncan 新复极差法进行多重性比较。

2 结果与分析

2.1 铁杆蒿浸提液对小麦种子萌发的影响

从图 1 可见,小麦种子经铁杆蒿浸提液浸种处理后,种子萌发明显受到抑制,且抑制作用随浓度的升高而增强。其中,0.01 和 0.05 g·mL<sup>-1</sup> 浸提液对种子萌发的抑制随时间的延长而减弱。由表 1 可见,当铁杆蒿浸提液浓度为 0.01 和 0.05 g·mL<sup>-1</sup> 时,小麦种子萌发率显著低于对照。当浸提液浓度继续增加至 0.10 和 0.20 g·mL<sup>-1</sup> 时,小麦种子萌发率极显著低于对照,分别为 26.67%和 21.67%。由表 1 可以看出,随着铁杆蒿浸提液浓度的增加,小麦种子发芽指数明显降低,与对照相比,抑制效果极显著。小麦种子的发芽率和发芽指数在不同处理下均为正值,且发芽指数的绝对值小于发芽率的绝对值,说明铁杆蒿浸提液对小麦种子萌发速度的抑制作用高于对种子萌发的抑制作用。

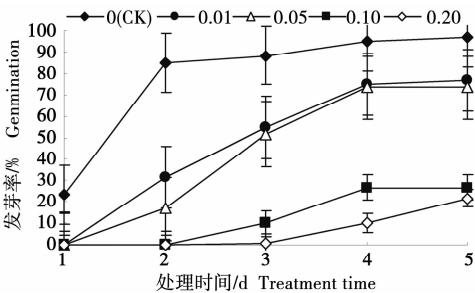


图 1 不同浓度铁杆蒿浸提液对小麦种子萌发率的影响  
Fig.1 Effect of different concentration water extract solution of *Artemisia sacrorum* on seeds germination rate of wheat

表 1 铁杆蒿浸提液对小麦种子萌发的影响

浓度/(g·mL <sup>-1</sup> )	发芽率/%	敏感指数 IR/%	发芽指数	敏感指数 IR/%
Concentration	Germination	Sensitivity index	Germination index	Sensitivity index
0(CK)	96.67±3.33 Aa	0±0 Cc	27.56±1.31 Aa	0±0 Cc
0.01	76.67±8.82 Ab	21.11±6.76 BCb	13.65±0.47 Bb	50.07±4.26 Bb
0.05	73.33±1.67 Ab	23.89±3.89 Bb	11.71±1.09 Cc	57.05±5.63 Bb
0.10	26.67±4.41 Bc	72.59±3.89 Aa	3.06±0.45 Cc	88.81±1.73 Aa
0.20	21.67±6.01 Bc	77.41±6.33 Aa	1.48±0.45 Cc	94.59±1.63 Aa

同列不同大小写字母分别表示差异在 0.01 和 0.05 水平显著。下同。  
Different capital letters and lowercases in the same line mean significant difference at 0.01 and 0.05 level respectively. The same below.

2.2 铁杆蒿浸提液对小麦幼苗生长的影响

2.2.1 对初生胚根长度和幼苗长度的影响 从图 2 可以看出,0.01 g·mL<sup>-1</sup> 浸提液对小麦初生胚根生长有促进作用,其胚根长比对照增加 72.7%。浓度为 0.05、0.10 和 0.20 g·mL<sup>-1</sup> 浸提液能够抑制

小麦初生胚根的生长,胚根长极显著低于对照。不同浓度的铁杆蒿浸提液对小麦幼苗生长也起到不同程度的促进或抑制作用。其中,0.05 和 0.01 g·mL<sup>-1</sup> 浸提液可增加小麦幼苗高度,促进幼苗生长。0.20 和 0.10 g·mL<sup>-1</sup> 浸提液抑制小麦幼苗生长。

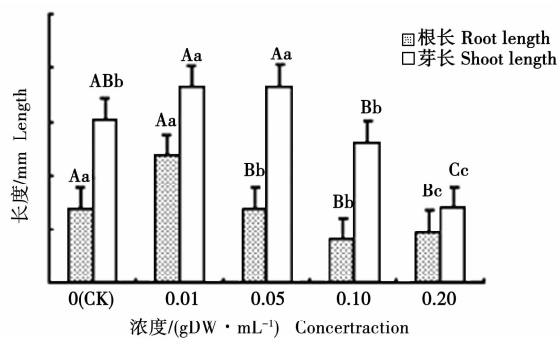


图2 不同浓度铁杆蒿浸提液对小麦幼根和幼苗生长的影响

Fig. 2 Effect of different concentration water extract solution of *Artemisia sacrorum* on the growth of roots and shoots of wheat

2.2.2 对幼苗根苗比的影响 由图3可知,经铁杆蒿浸提液浸种处理后的小麦根苗比均低于对照,随浸种浓度的减小而增大。浓度为  $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  时,小麦根苗比最小,说明随浸提液浓度的升高,浸提液中化感物质对小麦根系所产生的抑制作用要强于对幼苗的抑制作用,而浓度为  $0.20 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  时,小麦急需从浸提液中吸收更多水分来维持生长,故经浓度为  $0.20 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  浸提液处理的小麦根苗比较其它处理组高。

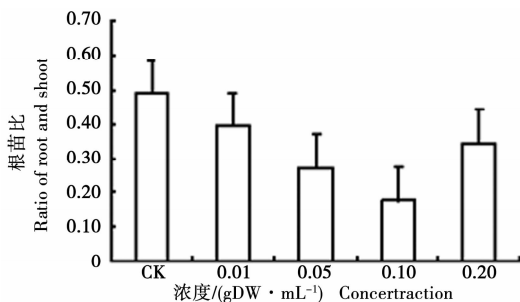


图3 不同浓度铁杆蒿浸提液对小麦幼苗根苗比的影响

Fig. 3 Effect of different concentration water extract solution of *Artemisia sacrorum* on the ratio of root and shoot in wheat seedling

2.2.3 对根系活力的影响 从图4可知,浓度为  $0.01$  和  $0.05 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  的铁杆蒿浸提液可以显著提高小麦的根系活力,其根系活力比对照分别提高了  $260.6\%$  和  $242.2\%$ 。而浓度为  $0.10 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  铁杆蒿浸提液显著降低了小麦的根系活力,与对照相比降低了  $38.8\%$ ,浓度为  $0.20 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  铁杆蒿浸提液极显著抑制小麦根系活力,与对照相比降低了  $88.1\%$ 。

### 3 结论与讨论

在自然界中,多数水溶性化感物质主要通过雨水和雾滴等的淋溶而进入土壤对其它植株造成化感作用<sup>[16]</sup>。当化感物质在土壤中积累到一定程度时,就会影响邻近植物的种子萌发<sup>[17]</sup>。本研究中,

铁杆蒿全草浸提液对小麦种子的发芽率和发芽指数存在显著的抑制作用。用铁杆蒿全草浸提液处理小麦种子后,其萌发率显著受到抑制,且抑制作用随浸提液浓度的提高而增强,较低浓度浸提液产生的抑制作用随萌发时间的延迟而减弱,而较高浓度浸提液产生的抑制作用不随萌发时间的延长而减弱。这与刘建新<sup>[18]</sup>等在骆驼蓬(*Peganum harmala* L.)提取物对玉米(*Zea mays*)种子萌发的研究结果基本一致。本研究结果还表明,铁杆蒿浸提液不仅能抑制小麦种子萌发,同时也能延缓小麦种子萌发,小麦发芽指数的敏感指数明显高于小麦发芽率的敏感指数,说明铁杆蒿全草浸提液对小麦种子萌发速度的抑制作用强于对种子萌发的抑制作用。这与卢艳敏<sup>[19]</sup>等关于白三叶草(*Trifolium repens* L.)水浸液对黑麦草(*Lolium perenne*)种子的化感作用的研究结果相似。

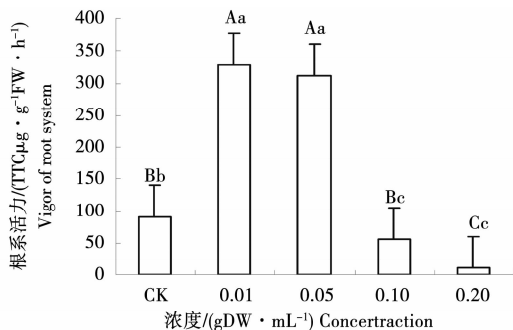


图4 不同浓度铁杆蒿浸提液对小麦根系活力的影响

Fig. 4 Effect of different concentration water extract solution of *Artemisia sacrorum* on the vigor of root system of wheat

王硕<sup>[20]</sup>等在研究黄花蒿(*Artemisia annua* L.)对小麦幼苗生长的化感作用时显示,黄花蒿水浸提液能抑制小麦幼苗根长、根毛和苗高的生长,且浸提液质量浓度越大,抑制效果越显著。黄花蒿水浸提液能使得小麦的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)以及过氧化物酶(POD)的表达水平发生改变。本研究中,对小麦种子初生胚根和幼苗的生长,较高浓度铁杆蒿全草浸提液表现出抑制作用,而较低浓度铁杆蒿全草浸提液的抑制作用较弱,有的甚至表现出促进作用。其中  $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  浓度的铁杆蒿全草浸提液既能促进初生胚根的伸长同时也能增加幼苗高度。 $0.05$  和  $0.01 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  两种浓度铁杆蒿全草浸提液处理小麦种子后,能够极显著增强根系活力,改善生长情况,提高营养水平。这说明,铁杆蒿产生的化感物质要对其它植物产生抑制作用

时,首先要达到一定的浓度水平即临界浓度。高于临界浓度时,抑制作用随化感物质浓度的增加而增强。低于临界浓度时,不能表现出抑制作用,甚至会促进植株的生长<sup>[21-23]</sup>。同时,本研究结果还表明,铁杆蒿浸提液在对小麦幼苗生长过程产生化感作用时,各处理组的根苗比与对照相比均有所降低,说明与幼苗相比,根系对其中化感物质的敏感程度较高,受到的抑制作用较强。但是在 $0.2\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 高浓度下,小麦根苗比与其它处理组相比较高,这可能和小麦急需从浸提液中吸收更多水分来维持自身生长有关。

研究表明,铁杆蒿全草浸提液对小麦种子萌发和幼苗生长具有化感作用。经铁杆蒿浸提液处理后,小麦种子萌发率降低,萌发速度延缓。小麦幼苗生长过程也受到铁杆蒿浸提液化感作用的影响,幼苗和初生胚根的生长及根系活力被高浓度浸提液抑制,被低浓度浸提液促进。

#### 参考文献:

- [1] Rice E L. Allelopathy[M]. Orlando: Academic Press,1984.
- [2] 周凯,郭维明,许迎春. 菊科植物化感作用研究进展[J]. 生态学报,2004,24(8):1776-1784.
- [3] 孔垂华,胡飞. 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.
- [4] Ridenour W M, Callaway R M. The relative importance of allelopathy in interference: the effects of an invasive weed on a native bunchgrass [J]. Oecologia, 2001, 126 (3) : 444-450.
- [5] Ens E J, French K, Bremner J B. Evidence for allelopathy as a mechanism of community composition change by an invasive exotic shrub, *Chrysanthemoides monilifera* spp. *rotundata* [J]. Plant and Soil, 2009, 316(1/2) : 125-137.
- [6] 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):692-696.
- [7] 吕春霞,杨文权,慕小倩,等. 植物化感作用及其在杂草防治中的应用[J]. 陕西农业科学,2002(12):18-20.

- [8] 王辉,谢永生,杨亚利,等. 云雾山铁杆蒿茎叶浸提液对封育草地四种优势植物的化感效应[J]. 生态学报,2011,31(20):6013-6021.
- [9] 吕慧子,朴光春,郑光浩,等. 万年蒿的多糖含量测定[J]. 中国野生植物资源,2004,23(3):61.
- [10] 顾静文,刘立鼎,陈京达,等. 铁杆蒿精油的化学成分[J]. 江西科学,1999,17(3):187-189.
- [11] 张德志. 一个新倍半萜内酯的分离与结构研究[J]. 广东微量元素科学,2006,13(5):59-63.
- [12] 严仲铠,李万林. 中国长白山药用植物彩色图谱[M]. 北京:人民卫生出版社,1997:415.
- [13] 董慧,陆付耳,赵莉. 利用中草药治疗非酒精性脂肪肝[J]. 中国中西医结合杂志,2012,18(2):152-160.
- [14] 绍红军,冯俊涛,韩静. 32种植物提取物的离体抑菌活性测定[J]. 西北农林科技大学报:自然科学版,2003,6(1):59.
- [15] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2012:59-61.
- [16] Tukey H B. Leaching of metabolites from above-ground plant parts and its implications [J]. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 1966, 93(6) : 385-401.
- [17] Ross M A, Harper J L. Occupation of biological space during seedling establishment [J]. Journal of Ecology, 1972, 60(1):77-88.
- [18] 刘建新,赵国林,雷蕊霞. 骆驼蓬提取物对玉米种子萌发和壮苗的影响[J]. 西北植物学报,2004,24(5):903-906.
- [19] 卢艳敏,李会芬. 白三叶草水浸液对黑麦草种子的化感作用[J]. 江苏农业科学,2012,40(5):367-369.
- [20] 王硕,慕小倩,杨超,等. 黄花蒿浸提液对小麦幼苗的化感作用及其机理研究[J]. 西北农林科技大学报:自然科学版,2006,34(6):106-110.
- [21] Padhy B, Patnaik P K, Tripathy A K. Allelopathic potential of Eucalyptus leaf litter leachates on germination and seedling growth of finger millet [J]. Allelopathy Journal, 2000, 7(1):69-78.
- [22] Alam S M, Ala S A, Azmi A R. Influence of aqueous leaf extract of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) and NaCl on germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) [J]. Pakistan Journal of scientific and Industrial Research, 1999, 42(6) : 372-373.
- [23] 王慧,周淑清,黄祖杰. 狼毒对草木樨、多年生黑麦草的化感作用[J]. 草地学报,2009,17(6):826-829.

## Effect of *Artemisia sacrorum* Extract Solution on Seeds Germination and Seedling Growth of Wheat

LI Tong, LI Chao-yang, SONG Ze-jing, WEI Zi-qi, HAO Wen-fang

(College of Life Sciences, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** In order to develop biological herbicide with *Artemisia sacrorum*, taking wheat variety Xiaoyan 22 as test material, the allelopathy of different water extract solution concentration of *Artemisia sacrorum* on wheat seeds germination and seedling growth was studied. The results showed that seeds soaking with different concentration water extract solution of *Artemisia sacrorum*, the germination rate and germination index of wheat seeds decreased dramatically with the increasing of water extract solution concentration. Moreover, the inhibiting effect on the speed of wheat seeds germination was stronger than that of wheat seeds germination rate. Meanwhile, higher extract solution concentration had inhibiting effect while lower extract solution concentration had promotion effect. When extract solution concentration of *Artemisia sacrorum* was  $0.05$  and  $0.01\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , root activity improved obviously.

**Keywords:** *Artemisia sacrorum*; wheat; allelopathic effect; germination rate; germination index; root activity