

火炬树水浸液对苏丹草和狗尾草的化感作用

董芳瑾, 金鑫麟, 李华清, 欧留妹, 赵娟, 李践践, 李荣花* (天津理工大学环境科学与安全工程学院, 天津 300384)

摘要 分析火炬树不同器官水浸液对其他植物的化感效应有助于了解火炬树化感作用物质合成的部位。利用火炬树果穗、树皮和根不同浓度的水浸液对苏丹草和狗尾草 2 种植物的种子进行处理, 结果表明: 火炬树果穗水浸液对苏丹草和狗尾草的发芽率、发芽指数和化感效应指数均表现为抑制作用, 对狗尾草的抑制作用强于苏丹草; 火炬树树皮水浸液在 0.002 g/mL 时对苏丹草有促进作用, 其余浓度均表现为抑制作用, 树皮水浸液 3 个浓度对狗尾草均表现为抑制作用; 火炬树根水浸液 3 个浓度对苏丹草都表现为促进作用, 在 0.002 g/mL 时对狗尾草表现为促进作用, 其余浓度表现为抑制作用; 火炬树化感效应表现抑制作用的强度是果穗>树皮>根。

关键词 火炬树; 水浸液; 化感作用; 苏丹草; 狗尾草

中图分类号 S451 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)04-0119-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.04.032

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Allelopathy of *Rhus typhina* Aqueous Extract on *Sorghum sudanense* and *Setaria viridis*

DONG Fang-jin, JIN Xin-lin, LI Hua-qing et al (College of Environmental Science and Safety Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384)

Abstract Analyzing the allelopathy of aqueous extract of different organs of *R. typhina* on other plants is helpful to know about which organ can produce allelopathic compound. The aqueous of *R. typhina* fruits, barks and roots were used to treat the seeds of *Sorghum sudanense* and *Setaria viridis*. The results showed that the germination rate, germination index and response index of *R. typhina* aqueous on *S. sudanense* and *S. viridis*. The allelopathic effect indexes were both negative, and the negative effect on *S. sudanense* was stronger than that of *S. viridis*. Aqueous of barks of *T. typhina* was a positive effect on *S. sudanense* at 0.002 g/mL, and the other concentrations were negative. The three concentrations of bark showed negative effects on *S. viridis*. The three concentrations of roots showed positive effects on *S. sudanense*. At 0.002 g/mL, it showed positive effects on *S. viridis*, the rest of the concentration showed negative; the intensity of the allelopathic effect of *R. typhina* showed negative was fruits>barks>roots.

Key words *Rhus typhina*; Aqueous extract; Allelopathy; *Sorghum sudanense*; *Setaria viridis*

植物可以产生调控其周围邻近植物生长的次生代谢物质, 即植物化感作用(allelopathy)。植物化感物质可引起种子劣变和活性降低而导致萌发率降低和萌发推迟, 且表现出明显的浓度效应和不同器官浸提液间化感作用的差异^[1-4]。火炬树(*Rhus typhina*)作为一种拓荒植物从北美被引种到国内后, 能够快速建立群落, 排挤其他植物生长^[5], 其产生化感物质抑制其他植物种子萌发是重要的原因之一。吴长虹等^[6]研究了火炬树水浸液对侧柏、紫穗槐种子萌发的化感效应, 结果表明叶片和根水浸液对 2 种受体植物种子萌发具有抑制作用; 孙天旭等^[7]以盐肤木和黄栌为参照树种, 研究火炬树树叶和林下土壤水浸液对侧柏、油松、小麦、小白菜种子萌发的影响, 表现出高浓度抑制、低浓度促进的化感效应; 白丽荣等^[8]以火炬树叶的浸提液处理谷子、绿豆、玉米、小麦种子, 表现出不同的浓度效应。

火炬树能产生化感物质调控邻近植物的生长和群落建立已经没有争议, 但是火炬树化感物质的合成部位还需要研究。另外化感作用具有种间差异, 选择能够与火炬树相容的草本植物能够提高火炬树群落的林下植物丰富度和盖度。笔者拟研究火炬树果穗、树皮、根的水浸液对禾本科植物苏丹草(*Sorghum sudanense*)和狗尾草(*Setaria viridis*)种子萌发的化感作用, 探索火炬树化感物质产生的主要器官以及化感作用的种间差异。

1 材料与方法

1.1 材料 于 9 月采集生长良好的火炬树直径为 2~3 mm 的细根, 主干上的树皮(韧皮部及周皮), 颜色鲜艳饱满的果穗, 120 °C 杀青 30 min, 60 °C 烘干至恒重。受体植物苏丹草种子和狗尾草种子购自江苏沭阳县种子公司。

1.2 试验方法 将烘干后的果穗、树皮和根剪碎成大约 3 cm 的小段, 分别称取 200 g, 放入烧杯中, 加入 1 000 mL 蒸馏水, 浸泡 24 h 后, 用 3 层纱布过滤 2 次, 得到浓度为 0.200 g/mL 的火炬树水浸液母液, 再配制成 0.020、0.002 g/mL 的水浸液。

选取籽粒饱满、颜色鲜艳的苏丹草和狗尾草种子 50 粒, 放入底部装有滤纸的培养皿中, 盖上滤纸, 分别加入 4 mL 浓度为 0.200、0.020、0.002 g/mL 的火炬树果穗、树皮、根水浸液, 每个处理 3 个重复, 对照组加入等量蒸馏水, 25 °C 培养箱黑暗培养, 每 12 h 观察并加入对应浓度水浸液 2 mL, 以种子胚根长 2 mm 作为种子萌发依据, 连续 2 d 没有新的种子发芽作为发芽结束的依据。

1.3 数据处理 发芽率 GR=发芽种子总数/试验种子数×100%
发芽指数 GI=∑Gt/Dt

其中, Gt 表示种子在第 t 日的发芽数; Dt 表示相应的发芽天数。

化感效应指数 RI=1-C/T(T≥C), RI=T/C-1(T<C)

其中, C 为对照组发芽率; T 为处理组发芽率。RI>0 表示化感作用为促进, RI<0 表示化感作用为抑制。

2 结果与分析

2.1 火炬树果穗水浸液对苏丹草和狗尾草种子萌发的化感作用 由表 1 可知, 火炬树果穗水浸液随浓度升高抑制苏丹

基金项目 大学生创新创业计划项目(201910060148); 国家自然科学基金青年基金项目(41907329)。

作者简介 董芳瑾(1998—), 女, 四川射洪人, 从事自然地理与资源环境研究。*通信作者, 讲师, 从事植物生态化学研究。

收稿日期 2020-07-06

草和狗尾草种子发芽的作用增强,在水浸液浓度为0.200 g/mL时狗尾草的发芽率为0,对狗尾草的抑制作用强于苏丹草。果穗水浸液处理2种植物种子的发芽指数均有降低,且在0.200 g/mL时,狗尾草的发芽指数为0,发芽指数反映了植物种子萌发出苗的整齐度,后发芽的植物在种内竞争中处于劣势,成活率降低。火炬树果穗水浸液对苏丹草和狗尾草的化感效应为抑制作用,RI<0,在水浸液浓度为0.200 g/mL时对狗尾草的RI=-1,对苏丹草的RI=-0.875 0,果穗水浸液对狗尾草的抑制作用在GR、GI和RI这3个方面要强于苏丹草。

表1 火炬树果穗水浸液对苏丹草和狗尾草种子萌发的化感作用

Table 1 Allelopathy of *R.typhina* fruit aqueous extract on the germination of *S.sudanense* and *S.viridis*

受体植物 Recipient plant	水浸液浓度 Concentration of aqueous extract g/mL	发芽率 GR//%	发芽指数 GI	化感效应 指数 RI
苏丹草 <i>S.sudanense</i>	0.200	8	1.251 1	-0.875 0
	0.020	52	8.125 2	-0.187 5
	0.002	56	8.750 3	-0.125 0
	对照	64	9.843 7	0
狗尾草 <i>S.viridis</i>	0.200	0	0	-1
	0.020	30	2.112 6	-0.444 4
	0.002	35	2.464 7	-0.351 8
	对照	54	3.802 8	0

2.2 火炬树树皮水浸液对苏丹草和狗尾草种子萌发的化感作用 由表2可知,火炬树树皮水浸液处理苏丹草种子,在0.002 g/mL时GR为72%,GI为11.253 3,RI为0.111 1,与对照相比,表现出促进作用,其余2个浓度对苏丹草种子的萌发表现为抑制作用。设置3个浓度火炬树树皮水浸液处理狗尾草种子,GR、GI和RI与对照相比表现出抑制作用,随着浓度升高抑制作用增强。树皮水浸液对狗尾草的抑制作用要强于苏丹草。

表2 火炬树树皮水浸液对苏丹草和狗尾草种子萌发的化感作用

Table 2 Allelopathy of *R.typhina* bark aqueous extract on the germination of *S.sudanense* and *S.viridis*

受体植物 Recipient plant	水浸液浓度 Concentration of aqueous extract g/mL	发芽率 GR//%	发芽指数 GI	化感效 应指数 RI
苏丹草	0.200	35	5.468 7	-0.453 1
	0.020	56	8.750 1	-0.125 7
	0.002	72	11.253 3	0.111 1
	对照	64	9.843 7	0
狗尾草 <i>S.viridis</i>	0.200	0	0	-1
	0.020	19	1.338 2	-0.648 1
	0.002	21	1.479 1	-0.611 1
	对照	54	3.802 8	0

2.3 火炬树根水浸液对苏丹草和狗尾草种子萌发的化感作用 由表3可知,火炬树根水浸液对苏丹草和狗尾草种子萌发的化感作用表现出差异,对苏丹草的GR、GI和RI均有

促进作用,并且随水浸液浓度的提高促进作用增强;对狗尾草的GR、GI和RI均表现出抑制作用,随水浸液浓度的提高抑制作用增强。

表3 火炬树根水浸液对苏丹草和狗尾草种子萌发的化感作用

Table 3 Allelopathy of *R.typhina* root aqueous extract on the germination of *S.sudanense* and *S.viridis*

受体植物 Recipient plant	水浸液浓度 Concentration of aqueous extract // g/mL	发芽率 GR//%	发芽指 数 GI	化感效 应指数 RI
苏丹草	0.200	78	11.688 5	0.549 3
	0.020	76	11.572 5	0.466 7
	0.002	71	10.920 4	0.384 6
	对照	64	9.843 7	0
狗尾草 <i>S.viridis</i>	0.200	16	1.126 7	-0.633 2
	0.020	38	2.675 9	-0.266 7
	0.002	52	3.471 9	-0.033 3
	对照	54	3.802 8	0

2.4 火炬树不同器官水浸液对苏丹草和狗尾草种子萌发的化感指数 火炬树不同器官水浸液对苏丹草和狗尾草种子萌发的化感效应表现出差异,不同器官的水浸液对同一种植物的化感效应也存在差异。火炬树的果穗水浸液对苏丹草和狗尾草种子萌发的RI<0,表现为抑制作用,每个浓度的水浸液对苏丹草的化感抑制效应都小于狗尾草的。火炬树树皮水浸液浓度在0.002 g/mL时对于苏丹草的RI为0.111 1,为促进作用,随浓度升高化感效应表现为抑制作用;树皮水浸液对狗尾草的化感效应表现为抑制,随浓度的升高抑制作用增强。树根的水浸液在3个处理浓度下对苏丹草的RI>0,对狗尾草的RI<0,表现出对苏丹草的促进作用,对狗尾草的抑制作用。从火炬树不同器官水浸液的化感效应变化来看,火炬树化感作用物质的合成部位可能存在于果穗和树皮,火炬树对邻近植物的化感抑制作用的物质主要来源不是根系分泌而是地上器官物质的淋溶。火炬树对邻近植物的化感效应存在种间差异。

3 结论与讨论

该研究发现火炬树的果穗、树皮和根对2种禾本科植物的化感作用存在差异,有的表现为抑制,有的表现为促进,这与已有的报道具有一致性^[6-10],并且地上部分的化感作用强于地下部分,这种现象在其他具有化感作用的植物中也存在^[3,11-12]。该研究中火炬树果穗的水浸液在较低浓度0.002 g/mL时就对苏丹草和狗尾草产生化感抑制作用,且随浓度的升高抑制作用增强;树皮水浸液在0.002 g/mL时对苏丹草种子的萌发产生促进作用,其余2个浓度均表现为抑制作用,树皮水浸液3个浓度对狗尾草均表现为抑制作用,抑制作用均小于果穗水浸液;火炬树根水浸液对苏丹草表现出促进作用,在0.002 g/mL时对狗尾草表现出促进作用,其余2个浓度表现为抑制作用,总体来看,火炬树不同器官水浸液的化感抑制作用为果穗>树皮>根,对狗尾草的化感作用大于苏丹草。

表7 盘锦市胡家镇测产结果

Table 7 Yield measurement of rice under different treatments in Hujia Town, Panjin City

编号 No.	药剂 Pesticide	有效剂量 Effective dosage g/hm ²	有效穗数 Effective panicles	穗粒数 Spike grain number	千粒重 1 000-grain weight//g	产量 Yield kg/hm ²	增产率 Production increase rate//%
1	4%噻呋酰胺·啉菌酯展膜油剂	100	24.90	125.50	22.61	10 527.00	41.5 ab
		125	24.60	118.67	25.61	10 795.80	45.1 a
2	25%噻呋·啉菌酯悬浮剂	150	23.17	126.22	23.14	10 412.40	39.9 ab
3	24%噻呋酰胺悬浮剂	72	21.90	123.57	20.93	9 683.40	30.2 b
4	25%啉菌酯悬浮剂	150	21.85	114.67	23.58	9 639.60	29.5 b
5	20%井冈霉素可溶粉剂	187.5	21.30	115.56	24.60	9 070.65	21.9 c
6	清水对照	—	18.10	105.78	22.72	7 438.80	—

注: 同列不同小写字母表示同一用药时间间隔不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments ($P < 0.05$)

随着土地流转的进一步推进,土地集中化愈发明显。在目前的施药方式下,传统的展膜油剂因为需要在水稻田中定点撒施,其省力化的特点在某种程度上已经被极大的淡化。因此,将展膜油剂与水溶性塑料包装薄膜结合,推广抛施施药方法具有较好的前景。针对大面积田块,可以采用水溶膜包裹和飞防定点投掷 2 种方法结合,使得展膜油剂得到最大程度的省力化。

参考文献

- [1] 冯超,杨代斌,袁会珠.5%醚菊酯展膜油剂配制及其对稻飞虱的防治效果[J].农药学报,2010,12(1):67-72.
- [2] 梁丽莉,严凯,胡永伟,等.一种水面自扩散展膜油剂及其制备方法:CN 201610603540.8[P].2016-12-14.
- [3] 李涛,梁伟博,李卫国,等.一种用于水稻茎基部病虫害防治的展膜油剂及应用:CN201310105636.8[P].2013-06-19.
- [4] 范小林,龚子方,范文峰.一种用于防治血吸虫的水面自扩散型药物制

剂及其制备方法:CN200410062282.4[P].2006-01-11.

- [5] 蔡宏芹,张爱华,任寿美,等.水稻纹枯病农药减量增效控害技术研究与应用[J].现代农药,2017,16(1):52-54.
- [6] 覃茜,黄秀枝,陈冠州,等.噻呋酰胺等四种药剂对水稻纹枯病室内盆栽防效试验[J].农业研究与应用,2018,31(3):34-36.
- [7] 李洪林,宋伟,王小龙,等.5 种复配药剂对水稻纹枯病防治效果研究[J].现代农药,2018,17(4):44-46.
- [8] 史晓利,刘维红,姚开文,等.20%氟胺·啉菌酯 WG 和 75%戊唑·啉菌酯 WG 对水稻纹枯病防效研究[J].现代农药,2014,13(3):48-50.
- [9] 陈伟,钱建,程枫叶.几种药剂防治水稻纹枯病的初步研究[J].上海农业科技,2012(4):120-121.
- [10] 孙雪梅,易红娟,杨凌峰,等.水稻纹枯病防治药剂筛选试验研究[J].农药科学与管理,2015,36(6):63-66.
- [11] 潘立才,王健,刘红,等.6 种药剂防治水稻纹枯病效果试验[J].现代农业科技,2016(4):110.
- [12] 高健.20%啉菌酯+10%噻呋酰胺悬浮剂防治水稻纹枯病田间药效试验[J].安徽农业通报,2017,23(10):89-90.
- [13] 张力卜,马超,杨代斌,等.4%噻呋·啉菌酯展膜油剂配制及田间防效研究[J].现代农药,2019,18(5):7-10.

(上接第 120 页)

火炬树化感抑制作用为果穗>树皮>根,表现为浓度越高抑制作用越强或者低浓度促进高浓度抑制,说明火炬树化感物质合成主要集中于地上部分,且果穗是重要的合成器官。由此推断火炬树的化感物质通过淋溶作用进入土壤并在土壤中积累,影响邻近植物种子的萌发。火炬树在 4 年树龄时进入开花结果期,并且结果可以持续 30 年左右^[13],为减少火炬树对周围植物群落建立的影响可以通过剪除果穗实现减轻火炬树化感抑制作用的目的。

参考文献

- [1] 闫兴富,杜茜,方苏,等.火炬树水浸提液对玉米种子萌发的化感效应[J].种子,2010,29(3):15-18.
- [2] 宋亮,潘开文,王进闯.化感活性物质影响种子萌发作用机理的研究进展[J].世界科技研究与发展,2006,28(4):52-57.
- [3] 李欣欣,赖茉莉,岳建华,等.毛竹各器官和根际土浸提液对杉木种子萌发的化感作用[J].生态学报,2018,38(22):8149-8157.
- [4] TURK M A, TAWAHA A M. Allelopathic effect of black mustard (*Brassica*

nigra L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.) [J]. Crop protection, 2003, 22(4): 673-677.

- [5] 潘志刚,游应天.中国主要外来树种引种栽培[M].北京:北京科学技术出版社,1994:525-528.
- [6] 吴长虹,瞿明普.火炬树化感作用的初步研究[J].西北林学院学报,2008,23(6):162-165.
- [7] 孙天旭,鲁法典,郑勇奇,等.外来树种火炬树化感作用的研究[J].林业科学研究,2010,23(2):195-201.
- [8] 白丽荣,时丽冉,徐振华,等.火炬树浸提液对几种农作物的化感作用[J].种子,2010,29(6):91-93.
- [9] 曲同宝,李怡莹,马文育.火炬树水浸提液对波斯菊种子萌发和幼苗生长的影响[J].东北林业大学学报,2017,45(11):26-31.
- [10] 韦忠刚.火炬树浸提液对高羊茅种子萌发的影响[J].农业与技术,2018,38(11):36-38.
- [11] 罗诚彬,黄鹏程,田野,等.杨树根系浸提液对几种农作物种子萌发及幼苗生长的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2004,28(2):43-46.
- [12] 孔垂华,徐涛,胡飞.胜红薊化感物质之间相互作用的研究[J].植物生态学报,1998,22(4):403-408.
- [13] 姜黎黎,赵雪磊.关于外来种火炬树生物入侵的研究综述[J].辽宁林业科技,2013(3):47-48.