

火炬树化感作用的初步研究

吴长虹， 翟明普*

(北京林业大学 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室,北京 100083)

摘 要:初步探讨了火炬树根、叶浸提液对紫穗槐、侧柏、火炬树的化感作用效应,对三个树种绝对发芽率、发芽指数、化感效应指数进行比较。结果表明:(1)火炬树发芽率低于紫穗槐、侧柏。发芽率顺序依次是:侧柏>紫穗槐>火炬树。(2)火炬树根浸提液处理的紫穗槐种子发芽率、发芽指数比对照低,化感效应指数均为负值;叶浸提液比根浸提液对紫穗槐种子萌发的抑制作用更明显。当浓度为 0.15 g·L⁻¹时,浸提液对紫穗槐种子发芽抑制最明显,其化感效应指数为-1.0392。(3)火炬树浸提液处理后,侧柏绝对发芽率和绝对发芽指数小于对照,说明其抑制作用明显;且叶浸提液的化感抑制效应强于根浸提液。(4)火炬树浸提液对自身种子萌发基本没有影响。

关键词:火炬树;化感作用;发芽率;发芽指数;化感效应指数

中图分类号:S789 文献标识码:A 文章编号:1001-7461(2008)06-0162-04

A Preliminary Study on Allelopathy of *Rhus typhina*

WU Chang-hong, ZHAI Ming-pu

(The Key Laboratory For Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: A preliminary study was made on the allelopathy of the root and the aqueous extract from *Rhus typhina* on *Amorpha fruticosa*, *Platycladus orientalis*, and *R. typhina* from the aspects of germination rate, germination index and response index. The results showed that:(1)the germination rate of *R. typhina* was lower than those of *A. fruticosa* and *P. orientalis* with an order of *P. orientalis* > *A. fruticosa* > *R. typhina*;(2) The germination rate and germination index of *A. fruticosa* treated by the root extract were lower than the control, response index of *A. fruticosa* was negative. The inhibit effects of leaf extract was more significantly than those of root extract. The strongest promotion effects exhibited in the treatment of root 0.15 g·L⁻¹ with the *RI* -1.0392; (3)Root exudates obviously inhibited the germination of seed of *P. orientalis*. And the inhibition effect of leaf extract was more significant than the root extract;(4)Extracts had no evident effects on the germination rate, germination index and response index of *R. typhina*.

Key words: *Rhus typhina*; allelopathy; germination rate; germination index; response index

火炬树(*Rhus typhina*)属漆树科盐肤木属,原产加拿大和美国。它是先锋造林树种,用途多,适应性广。并具有很好的观赏价值,早为各国引种栽培。我国1959年由中国科学院植物研究所引种,1974年以来向全国各省、区推广。目前,以黄河流域以北各省(区)栽培较多,主要用于荒山绿化兼作盐碱荒

地风景林树种^[1]。火炬树具有许多优良的生物学特性,但又具有许多入侵物种的特性,如适应能力强,根蘖繁殖,常成片分布,成熟早,结实量大等。Richard把火炬树列为美国和加拿大南部地区的杂草之一^[2]。2002年,刘全儒等^[3]将火炬树列为北京地区外来入侵植

(2) 收稿日期:2008-02-21 修回日期:2008-06-10
基金项目:国家自然科学基金项目(1011547)
作者简介:吴长虹,女,硕士研究生,专业方向为城市林业。
* 通讯作者:翟明普,男,教授,博士生导师,研究方向为森林培育。

物之一。

化感作用是近年来逐步受到各国科学家重视的一个活跃研究领域,在生物入侵发展中有重要的意义。植物群落内除了进行激烈资源竞争外,进行着“化学竞争”,即植物通过向体外环境分泌一些化感活性物质,从而对邻近的植物产生相克或相生的作用^[4]。Callaway 和 Ridenour(2004)提出了“新武器假说”(Novel weapon hypothesis),即某些外来入侵植物能产生一些化学物质,它们可以发挥较强的化感作用或者是成为植物和土壤微生物之间的相互作用的调节者。由于不同区域的植物群落共同进化的轨迹不同,被入侵群落的植物对这些化学物质缺乏适应性,因此,这些物质就成为外来种入侵的利器^[5-7]。

本研究用火炬树根和叶浸提液处理紫穗槐、侧柏、火炬树的种子,对比其发芽率和发芽指数,以期探明火炬树对本地植物的化感作用,为火炬树入侵性研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于海淀区八家附近苗圃。该区属温带湿润季风气候区,冬季寒冷干燥,盛行西北风,夏季高温多雨,盛行东南风。年均气温 11.6℃,1 月平均气温-4.4℃,极端最低气温为-21.7℃,7 月平均气温为 25.8℃,极端最高气温 41.6℃。年日照时数 2 662 h,无霜期 211 d。年平均降水量 628.9 mm,集中于 6—8 月,降水量为 465.1 mm,占全年降水的 70%;12—2 月降水量最少,仅占 1%。该区的气候特点是夏季雨水多,春秋干旱,冬季寒冷干燥。

1.2 材料

以火炬树根、叶浸提液为供体,侧柏、紫穗槐、火炬树 3 种植物的种子为受体。所有种子均由中国林木种子公司提供。

1.3 方法

1.3.1 浸提液的制备

选取发育良好的火炬树植株,采集其地上部分(取功能叶 6~9 片)和地下部分(选取须根),用水冲净表面,自然风干后剪成长 3 cm 的小段备用。称取剪好的叶、根材料各 15 g,分别加入 1 000 mL 水,于室温下浸泡 24 h,过滤后分别得到叶和根 15 g·L⁻¹ 浸提液。将原液加入蒸馏水配制成 0.015、0.150、1.500 g·L⁻¹ 的浸提液。把培养皿、滤纸放在恒温箱内加温至 100℃并维持 2 h 灭菌,自然冷却后备用。托盘、镊子、发芽箱、玻璃棒均用 70%(体积)酒精擦拭,待气味散尽后使用。

1.3.2 生物测定方法

将浸过水的紫穗槐、火炬树种子放入 0.3% 的高锰酸钾溶液中浸泡 15 min 消毒,取出后用蒸馏水冲洗 2~3 次,在 80℃水中浸烫至冷却。侧柏种子用 0.3% 高锰酸钾浸泡 2 h,捞出后将消毒水洗净,再用蒸馏水冲洗干净。

先用浸提液将培养皿充分润湿,然后铺上 2 层滤纸,紧贴培养皿底部展开,排除气泡。将消过毒的大小均匀、籽粒饱满的种子均匀摆在滤纸上,火炬树种子每个培养皿摆放 100 粒,紫穗槐和侧柏种子每个培养皿摆放 50 粒。每种分别设浸提液浓度 0.015、0.150、1.500、15.000 g·L⁻¹、对照(清水)5 个处理,每个处理 3 次重复。之后将培养皿放在光照发芽箱内,温度控制在 25℃左右,每天观察发芽情况,并及时补充浸提液(以后每天加 0.5 mL 左右,保持种子周围不出现水膜)。每天记录受试植物种子萌发数量(种子萌发以胚根突破种皮 2 mm 为标准)并计算萌发率,种子发芽恒定后,计算发芽率(*GR*)、发芽指数(*GI*)^[8]。

$$GR = \frac{\sum Gt}{N} \times 100\% \quad (1)$$
$$GI = \frac{\sum (Gt/Dt)}{N} \quad (2)$$

式中:*Gt* 为在 *t* 日内的发芽数;*Dt* 为相应的发芽天数;*N* 为种子总数。

化感效应指数(*RI*)计算式为:

$$RI = 1 - C/T \quad (\text{当 } T \geq C \text{ 时})$$
$$RI = T/C - 1 \quad (\text{当 } T < C \text{ 时}) \quad (3)$$

式中:*C* 为对照值,*T* 为处理值,*RI* 为化感效应。当 *RI*>0 时,表示促进作用,*RI*<0 时为抑制作用,*RI* 的绝对值代表作用强度的大小。

1.3.3 数据统计分析

用 SPSS(spss for windows)软件对火炬树根和叶的浸提液对紫穗槐、侧柏、火炬树种子发芽情况进行统计分析和差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 火炬树根、叶浸提液对紫穗槐种子萌发的影响

从表 1 知,火炬树根浸提液对紫穗槐的萌发产生抑制作用,不同浓度对紫穗槐影响程度不一致。根提取液浓度为 0.015 g·L⁻¹ 处理时,紫穗槐发芽率和对照相同,化感效应指数为 0,但发芽指数为 41.533 1,低于对照(43.693 5),说明根浓度 0.015 g·L⁻¹ 处理没有影响紫穗槐发芽率却影响其发芽速度。其他根浸提液浓度处理下的紫穗槐种子发芽率均小于对照。因此,火炬树根浸提液对紫穗槐种子萌发有一定程度的影响。

通过比较,火炬树叶浸提液比根浸提液对紫穗

表 1 火炬树根、叶浸提液对紫穗槐种子萌发的影响

Table 1 Effect of the roots and leaves extract of *R. typhina* on the seed gremination of *A. fruticosa*

浓度/(g · L ⁻¹)	绝对发芽率/%	发芽指数	化感效应指数
0.015	69.34	41.533 1	0
0.150	60.00	34.915 4	-0.134 6
根	1.500	37.260 7	-0.057 7
	15.000	29.479 1	-0.350 7
	0.015	41.34	-0.677 4
叶	0.150	16.856 6	-1.039 2
	1.500	33.069 3	-0.181 8
	15.000	21.301 2	-0.650 8
对照	69.34	43.693 5	

槐发芽的影响更大。根浸提液对紫穗槐影响最大的浓度为 15.000 g · L⁻¹, 其化感效应指数为 -0.350 7; 而叶浸提液对紫穗槐发芽抑制最明显的浓度为 0.150 g · L⁻¹, 其化感效应指数为 -1.039 2。用 SPSS 处理得知, 叶浸提液浓度 15.000、0.150、0.015 g · L⁻¹ 时, 紫穗槐种子的发芽率、发芽指数与对照发芽率、发芽指数差异显著 ($P < 0.05$); 根浸提液处理时与对照差异不明显。

2.2 火炬树根、叶浸提液对侧柏种子萌发的影响

表 2 表明, 火炬树根浸提液对侧柏的发芽影响较小。浓度为 0.015 g · L⁻¹ 和 1.500 g · L⁻¹ 对侧柏发芽有一定抑制作用, 与对照 (发芽率为 77.34%) 相比, 其绝对发芽率分别为 69.34% 和 76.66%。处理浓度为 0.150 g · L⁻¹ 和 15.000 g · L⁻¹ 时, 对侧柏种子萌发有一定促进作用, 其化感效应指数分别为 0.129 3 和 0.137 9。

表 2 火炬树根叶浸提液对侧柏种子萌发的影响

Table 2 Effect of the roots and leaf extracts of *R. typhina* on the seed germination *P. orientalis*

浓度/(g · L ⁻¹)	绝对发芽率/%	发芽指数	化感效应指数
0.015	69.34	46.314 6	-0.115 4
根	0.150	76.086 5	0.129 3
	1.500	55.089 4	-0.008 7
	15.000	57.303 6	0.137 9
叶	0.015	19.495 4	-0.314 7
	0.150	11.150 4	-0.551 7
	1.500	52.514 7	-0.103 5
	15.000	16.504 2	-0.620 7
对照	77.34	64.706 1	

随着浓度的加大, 火炬树叶浸提液处理的侧柏种子发芽率都有抑制作用。但浓度为 1.500 g · L⁻¹ 时, 种子发芽率、发芽指数与对照差异不明显, 其化感效应指数仅为 -0.103 5。而浓度为 15.000 g · L⁻¹ 时, 叶浸提液对侧柏发芽抑制最明显, 与对照差异显著。

研究表明, 火炬树叶浸提液较根浸提液对侧柏种子发芽影响更加显著。叶浸提液各个浓度对侧柏种子萌发都有抑制作用, 而根浸提液处理对侧柏种

子萌发既有促进作用也有抑制作用, 且作用不明显。统计分析得知, 叶浸提液处理中, 除 1.500 g · L⁻¹ 外, 其他几个浓度处理的种子发芽情况与对照差异显著 ($P < 0.05$); 而根浸提液处理的种子发芽情况与对照差异不显著。

2.3 火炬树根、叶浸提液对自身种子萌发的影响

由表 3 知, 各浓度处理下和对照一样, 火炬树发芽率和发芽势较低。除根浓度为 0.015 g · L⁻¹ 和 1.500 g · L⁻¹ 对火炬树发芽有轻微的抑制作用外, 其他浓度处理的火炬树发芽情况均正常。而火炬树叶浸提液对自身种子萌发有轻微的促进作用。SPSS 分析表明, 火炬树根、叶浸提液处理与对照没有显著差异 ($P < 0.05$)。

表 3 火炬树根、叶浸提液对火炬树种子萌发的影响

Table 3 Effect of the root and leaf extracts of *R. typhina* on the seed germination of *R. typhina*

浓度/(g · L ⁻¹)	绝对发芽率/%	发芽指数	化感效应指数
0.015	2.67	6.903 0	-0.111 1
根	0.150	3.00	0
	1.500	2.67	-0.111 1
	15.000	3.00	0
叶	0.015	4.00	0.250 0
	0.150	4.67	0.357 1
	1.500	5.00	0.400 0
	15.000	3.67	0.181 8
对照	3.00	5.234 1	

2.4 火炬树根、叶浸提液对 3 种植物种子萌发影响的比较

图 1 表明, 火炬树叶浸提液比根浸提液对紫穗槐和侧柏的种子萌发影响更加显著, 对自身种子萌发基本没有影响。火炬树浸提液对紫穗槐种子萌发抑制作用最明显。相同浓度处理时, 火炬树浸提液对紫穗槐种子萌发的影响均大于对侧柏种子萌发的影响。在叶浸提液浓度为 0.150 g · L⁻¹ 时, 紫穗槐化感效应指数达到 -1.039 2。而根浸提液在浓度为 0.150 g · L⁻¹ 和 15.000 g · L⁻¹ 时, 对紫穗槐和侧柏产生不同的影响, 对紫穗槐是抑制作用, 对侧柏却有轻微的促进作用。

因此, 火炬树根、叶浸提液对紫穗槐和侧柏种子萌发具有化感作用潜力, 对自身种子萌发影响不显著。

3 结论与讨论

种子萌发对物种至关重要, 种子发芽率和发芽势降低可能会降低本地种在群落中的多度和早期竞争力, 相应提高外来种对地上和地下资源的竞争力^[9-11]。化感物质对胚根生长的抑制使植株矮小瘦弱, 光合作用变弱, 降低本地种对资源的有效利用, 进而直接影响本地种以后的生长发育及其在群落中的地位和作用^[12]。

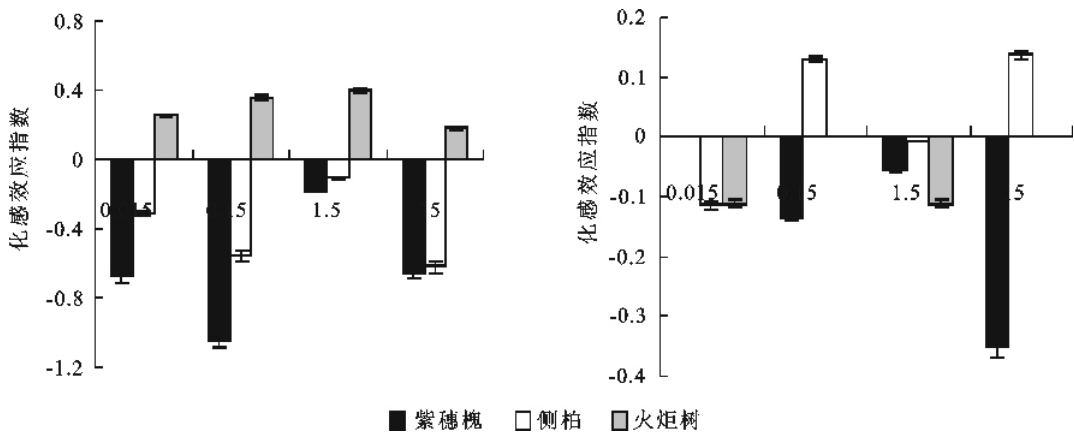


图 1 火炬树叶、根不同浓度浸提液对紫穗槐、侧柏及本身种子化感效应指数的影响比较

Fig. 1 The comparison of response index of three seeds

火炬树根、叶浸提液对紫穗槐和侧柏种子萌发都有不同程度的抑制作用,但对火炬树自身种子萌发没有明显的影响。其中,火炬树叶浸提液比根浸提液对紫穗槐和侧柏发芽抑制作用更加突出。火炬树根浸提液浓度为 $0.015\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,对紫穗槐没有化感作用,其他根、叶浸提液浓度处理对紫穗槐种子萌发都有一定程度的影响。叶浸提液浓度 15.000 、 0.150 、 $0.015\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理时,紫穗槐种子的发芽率、发芽指数与对照差异显著($P<0.05$)。根浸提液处理时与对照差异不显著。火炬树根、叶浸提液除了根 $0.15\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $15\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 对侧柏有一定促进作用外,其他浓度均对侧柏种子萌发有抑制作用。其中,叶浸提液处理中,除 $1.500\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 外,其他几个浓度与对照差异显著($P<0.05$)。根浸提液与对照差异不显著。

研究结果初步证实了火炬树地上和地下部分浸提液都有一定的化感活性。然而,火炬树的化感作用是否普遍存在于自然界,对本土树种有无化感作用,是否排挤本土树种?火炬树是否是通过淋溶或根部分泌化学物质或其他方式抑制其他植物种子萌发及幼苗的生长及发育,从而达到迅速入侵的目的?这些问题还需要进一步研究。对于火炬树化感作用物质及机理更需要深入探讨。

参考文献:

[1] 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.

[2] RICHARD H, JESEPH C, JOSEPH M D. Weeds of the North-east[M]. New York: Comstock Publishing Associates, 1997: 326-327.

[3] 刘全儒,于明,周云龙.北京地区外来入侵植物的初步研究[J].北京师范大学学报:自然科学版,2002,38(3):399-402.

[4] MOLISH H D. Einfluss einer pflanze auf die-andere alleopathie [J]. Fisher Jena,1992:243-250.

[5] 吴锦容,彭少麟.化感—外来植物的“novel weapons”[J].生态学报,2005,25(11):3093-3097.

[6] VIVANCO JM, BAIS H P, STERMITZ F R, et al. Biogeographical variation in community response to root alleo-chemistry: novel weapons and exotic invasion[J]. Ecology Letters, 2004, 7: 285-292.

[7] FITTER A. Making alleopathy respectable[J]. Science, 2003, 301:1337-1338.

[8] 董沁方,程智慧.百合地上部分水浸液的化感效应研究[J].西北农业学报,2006,15(2):144-147,151.

[9] TURK M A, TAWAHA A M. Alleopathic effect of black mustard(*Brassia nigra* L.) on germination and growth of wild oat(*Avena fatua* L.)[J]. Crop Protection, 2003, 22: 673-677.

[10] WEINER J, WRIGHT D, CASTRO S. Symmetry of below-ground competition between *Kochia scoparia* individuals[J]. Oikos, 1997, 79: 85-91.

[11] FOWLER N. The role of competition in plant communities in arid and semi-arid regions[J]. Annual Review of Ecological Systematics, 1986, 17: 89-110.

[12] 郑丽,冯玉龙.紫茎泽兰叶片化感作用对 10 种草本植物种子萌发和幼苗生长的影响[J].生态学报,2005,25(10):2782-2787.