

火炬树叶片腐解物浸提液对上海青种苗生长的影响

许桂芳, 许明录, 刘明久

河南科技学院, 河南 新乡 453003

摘要: 用培养皿方法测定了土壤腐解对火炬树(*Rhus typhina*)叶片化感作用潜力的影响。试验结果表明: 腐解 0、5 d 的火炬树叶片, 在浸提液质量浓度为 0.02、0.04、0.08 g·mL⁻¹ 时, 对上海青(*Brassica chinensis*)种子萌发及幼苗生长表现为抑制作用, 且抑制作用强度随浸提液质量浓度增大和腐解时间延长而加强。腐解时间达 10、20 和 30 d 时, 0.01、0.02 g·mL⁻¹ 的浸提液对上海青种子萌发及幼苗生长表现为促进作用, 0.04、0.08 g·mL⁻¹ 的浸提液仍对上海青种子萌发及幼苗生长表现为抑制作用, 且促进作用随腐解时间延长而加强, 抑制作用均随腐解时间延长而减弱。

关键词: 火炬树叶片; 土壤腐解; 化感作用潜力; 上海青

中图分类号: Q948

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2010) 10-2313-05

化感物质的主要来源有植株地上部分和凋落物的挥发、淋溶, 根系的分泌和植株残体的腐解等^[1]。植株残体及凋落物化感物质在土壤微生物的作用下, 动态地向环境释放; 在不同腐解阶段化感物质种类不一样, 这一研究结果已被诸多学者证实^[2]。

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。并有很好的观赏价值, 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 年后向全国各省、区推广。目前, 以黄河流域以北各省栽培较多, 主要用于荒山绿化兼作盐碱荒地风景林树种^[3]。火炬树具有许多优良的生物学特性, 但又具有入侵物种的特性, 如适应能力强, 根蘖繁殖, 常成片分布, 成熟早, 结实量大等。2002 年, 刘全儒等^[4]将火炬树列为北京地区外来入侵植物之一。

目前对火炬树化感作用的研究报道较少^[5], 土壤腐解对火炬树叶片化感作用潜力的影响未见报道。上海青(*Brassica chinensis*)为普通白菜的变种, 是极常见的绿叶蔬菜, 种子萌发整齐、发芽周期短, 适宜做化感作用研究的试验材料。本试验通过研究不同腐解时间的火炬树叶片浸提液对上海青种子萌发的影响, 探讨火炬树叶片经土壤腐解后化感作用潜力的变化规律, 以期为进一步研究火炬树的入侵特性及其入侵风险评估提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料

火炬树叶片, 采于河南科技学院。

上海青种子, 购于新乡种子市场。

1.2 方法

1.2.1 火炬树叶片的腐解

8 月中旬采集健康的火炬树叶片, 将其自然晾干, 作为供试样品。9 月 21 日分别称取干燥的火炬树叶片, 每份 100 g, 剪成 2 cm 长的小段, 将植物材料装入尼龙网袋(网袋规格长×宽为 28 cm×20 cm)内, 埋于室外 10 cm 深的土壤中使其自然腐解, 将腐解不同时间(5、10、20、30 d)的火炬树叶片残体在 60 °C 下烘干 4 h, 并称其干质量, 按下式计算分解率^[6]。每处理 3 次重复, 计算结果取平均值。

分解率 = (腐解前质量 - 腐解后质量) / 腐解前质量 × 100%

同时取未经腐解的火炬树叶片烘干样品 100 g, 剪成 2 cm 长的小段备用。

1.2.2 浸提液的制备

分别取腐解不同时间(0、5、10、20、30 d)的火炬树叶片腐解物各 20 g, 加入 250 mL 蒸馏水, 浸泡提取 48 h, 用纱布过滤, 配制质量浓度为 0.08 g·mL⁻¹ 的浸提液, 将其作为母液稀释成质量浓度分别为 0.04、0.02、0.01 g·mL⁻¹ 的溶液, 置于 4 °C 的冰箱中备用。

1.2.3 生物测定方法

采用培养皿滤纸法^[7]。取洗净的培养皿, 铺上 2 层滤纸, 加入不同质量浓度的浸提液保持滤纸湿润, 每个处理设 3 次重复, 并用蒸馏水作为对照(CK)。每个培养皿中均匀摆放 100 粒大小均匀、籽粒饱满的上海青种子。将培养皿放入 25 °C 的恒温培养箱中进行培养, 每天光照、黑暗均设为 12 h。观察其发芽情况, 测定种子的发芽率、苗高、根长

和鲜质量,并计算简易活力指数^[8]。观察期为7d,在第7d进行测定。参照下列公式计算简易活力指数和化感作用效应指数^[9]。

简易活力指数(VI)= $S \times GR$

其中GR为发芽率;S为幼苗的质量(g)。

化感作用效应指数(RI)计算公式为:

$$RI=1-C/T(\text{当 } T > C \text{ 时})$$

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

其中C为对照值,T为不同质量浓度处理时的对应数值。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。

RI累和为同一浓度下苗高、根长、简易活力指数3项测定值的RI之和。

1.3 数据统计分析

数据采用Excel进行单因素方差分析,计算出F-值,然后采用Duncan's新复极差法进行多重比较^[10]。

2 结果与分析

2.1 火炬树叶片腐解后的特点

火炬树叶片腐解后的分解率及腐解物的颜色、形态特征见表1。由表1可以看出,随着时间的延长,火炬树叶片分解率越来越高,腐解时间达30d时,分解率已接近50%。

表1 火炬树叶片的分解率及腐解物的颜色、形态特征

Table 1 The decomposing rate of *R. typhina* leaves and characteristic of decomposed leaves

特征	腐解时间/d				
	0	5	10	20	30
分解率/%	0.00	6.42	17.26	38.13	48.61
腐解物颜色	黄绿色	黄褐色	深黄褐色	浅黑色,稍有黄白色	黑褐色稍有灰白色
腐解物形态	叶片较脆,有自然光泽	叶片变软,无光泽	叶片上有黑色小斑	叶片上黑斑连片	部分叶片已腐烂,质地较轻

表2 火炬树叶片不同腐解物浸提液对上海青根长的影响

Table 2 The effect of aqueous extract from *R. typhina* leaves which has been decomposed for different time on the root length of *B. chinensis* mm

ρ (浸提液)/(g·mL ⁻¹)	CK	腐解时间/d				
		0	5	10	20	30
0.01	42.67 bc	48.80 b	30.93 c	35.60 c	39.07 bc	64.13 a
0.02	42.67 b	15.93 d	3.47 e	33.13 c	29.93 c	58.53 a
0.04	42.67 a	3.53 c	0.00 c	0.00 c	5.53 c	26.40 b
0.08	42.67 a	0.00 c	0.00 c	0.00 c	3.33 bc	6.73 b

表中数据为3次重复的平均值,同行的不同小写字母表示在0.05水平上差异显著。下同

表3 火炬树叶片不同腐解物浸提液对上海青苗高的影响

Table 3 The effect of aqueous extract from *R. typhina* leaves which has been decomposed for different time on the height of *B. chinensis* mm

ρ (浸提液)/(g·mL ⁻¹)	CK	腐解时间/d				
		0	5	10	20	30
0.01	17.67b	31.33a	28.56a	29.67a	28.22a	30.33a
0.02	17.67e	22.67cd	19.89de	26.22bc	35.22a	29.67b
0.04	17.67b	16.56b	0.00c	0.00c	31.89a	34.11a
0.08	17.67b	0.00c	0.00c	0.00c	19.44b	30.44a

2.2 火炬树叶片不同腐解物对上海青种苗生长的影响

2.2.1 火炬树叶片不同腐解物浸提液对上海青根长的影响

火炬树叶片不同腐解物浸提液对上海青根长的影响,见表2。

从表2可以看出,在浸提液质量浓度为0.01 g·mL⁻¹时,腐解时间为0、5、10和20d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青根长生长的影响与对照相比差异不显著;腐解时间为30d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青根长生长的促进作用达到显著水平。在浸提液质量浓度为0.02 g·mL⁻¹时,腐解时间为0、5、10、20、30d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青根长生长的抑制作用与对照相比均达到显著水平。在浸提液质量浓度为0.04和0.08 g·mL⁻¹时,腐解时间为0、5、10、20和30d的火炬树叶片腐解物浸提液对上海青根长生长的抑制作用均达显著水平。

2.2.2 火炬树叶片不同腐解物浸提液对上海青苗高的影响

火炬树叶片不同腐解物浸提液对上海青苗高的影响,见表3。

从表3可以看出,在浸提液质量浓度为0.01

g·mL⁻¹时,腐解时间为0、5、10、20和30 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青苗高生长的促进作用均达到显著水平。在浸提液质量浓度为0.02 g·mL⁻¹时,腐解时间为5 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青苗高生长的影响与对照相比差异不显著;腐解时间为0、10、20和30 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青苗高生长的促进作用均达到显著水平。当浸提液质量浓度为0.04 g·mL⁻¹时,腐解时间为0 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青苗高生长的影响与对照相比差异不显著;腐解时间为5和10 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青苗高生长的抑制作用达显著水平;腐解时间为20和30 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青苗高生长的促进作用达显著水平。在浸提液质量浓度为0.08 g·mL⁻¹时,腐解时间为0、5和10 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青苗高生长的抑制作用达显著水平;腐解时间为20 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青苗高生长的影响与对照相比差异不显著;腐解时间为30 d火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青苗高生长的促进作用达显著水平。

2.2.3 火炬树叶片不同腐解物浸提液对上海青 VI 的影响

火炬树叶片不同腐解物浸提液对上海青 VI 的影响,见表4。

表4 火炬树叶片不同腐解物浸提液对上海青 VI 的影响

Table 4 The effect of aqueous extract from *R. typhina* leaves which has been decomposed for different time on *B. chinensis* VI

ρ (浸提液)/(g·mL ⁻¹)	CK	腐解时间/d				
		0	5	10	20	30
0.01	3.18 bc	2.85 c	3.04 bc	3.27 bc	3.60 ab	4.13 a
0.02	3.18 b	2.65 b	1.73 c	3.01 b	3.08 b	3.99 a
0.04	3.18 a	0.70 c	0.00 d	0.00 d	2.28 b	2.51 b
0.08	3.18 a	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.67 c	1.47 b

从表4可以看出,在浸提液质量浓度为0.01 g·mL⁻¹时,腐解时间为0、5、10和20 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青简易活力指数的影响与对照相比差异不显著;腐解时间为30 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青简易活力指数的影响与对照相比达显著水平。在浸提液质量浓度为0.02 g·mL⁻¹时,腐解时间为0、10和20 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青简易活力指数的影响与对照相比差异不显著;腐解时间为30 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青简易活力指数的影响与对照相比达显著水平。当浸提液质量浓度为0.04和0.08 g·mL⁻¹时,腐解时间为0、5、10、20和30 d的火炬树叶片腐解物浸提液,对上海青简易活力指数的影响均达显著水平。

2.2.4 火炬树叶片不同腐解物浸提液对上海青 RI 累和的影响

火炬树叶片不同腐解物浸提液对上海青 RI 累和的影响,见表5。

表5 火炬树叶片不同腐解物浸提液对上海青 RI 累和的影响

Table 5 The effect of aqueous extract from *R. typhina* leaves which has been decomposed for different time on calculated *B. chinensis* RI

ρ (浸提液)/(g·mL ⁻¹)	腐解时间/d				
	0	5	10	20	30
0.01	0.47	0.06	0.25	0.41	0.98
0.02	-0.58	-1.27	0.06	0.17	0.87
0.04	-1.76	-3.00	-3.00	-0.70	-0.11
0.08	-3.00	-3.00	-3.00	-1.62	-0.96

从表5可以看出,在浸提液质量浓度为0.01 g·mL⁻¹时,腐解时间为0、5、10、20和30 d的火炬树叶片腐解物浸提液对上海青的生长有促进作用。在浸提液质量浓度为0.02 g·mL⁻¹时,腐解时间为0、5 d和的火炬树叶片腐解物浸提液对上海青的生长有抑制作用,腐解时间为10、20和30 d的火炬树叶片腐解物浸提液对上海青生长有促进作用。在浸提液质量浓度为0.08 g·mL⁻¹时,腐解时间为0、5、10、20和30 d的火炬树叶片腐解物浸提液对上海青的生长有抑制作用,且随着腐解时间的延长,抑制作用逐渐减弱。

综合表2~表5,腐解时间不同,相同质量的火炬树叶片腐解物对上海青幼苗根长、苗高及简易活力指数的影响表现出较大差异,腐解时间达30 d时,较低质量浓度的浸提液(0.01、0.02 g·mL⁻¹)对上海青种子萌发和幼苗生长表现为促进作用,但较高质量浓度的浸提液(0.04、0.08 g·mL⁻¹)仍对上海青种子萌发及幼苗生长表现为抑制作用,抑制作用随浸提液质量浓度提高而增强。腐解时间大于10 d时,随腐解时间延长,较高质量浓度的浸提液对上海青种苗生长的抑制作用呈减弱趋势。

3 讨论

种子发芽试验是化感作用研究中最常用的生物检测手段之一^[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]。本试验结果亦验证了火炬树叶片浸提液对上海青种子萌发的抑制作用表现在胚根长度及简易活力指数的降低。

不同的植物体分解过程中化感作用变化规律不尽相同,曹光球等^[2]研究了杉木枯枝落叶分解过程中对杉木化感作用的变化规律,结果显示腐解9个月时杉木枯枝落叶化感物质对杉木种子的抑制效

应最强,其次是腐解12、3及6个月后的化感物质^[2,13]。李勤奋等^[14]等的研究则证明假臭草中对小白菜起抑制作用的物质主要在前20 d完成分解转化。

本试验研究范围内,火炬树叶片对上海青种子萌发过程的抑制作用随土壤腐解时间的延长而呈减弱趋势,在质量浓度较低时可以转化为促进作用,其原因可能是由于土壤微生物、土壤化学物质等的共同作用,导致火炬树叶片成分发生了相应变化,原来叶片中对种子萌发有抑制作用的物质逐渐分解。试验结果亦提示我们火炬树的叶片经过土壤腐解之后,对环境其他植物的生长可能不会造成很大危害,这一发现可以为火炬树入侵风险的评估提供参考。在生产中,减少单位面积内土壤表面火炬树叶片的堆积量,可以有效减少火炬树带入土壤中的化感物质,从而减弱火炬树对其他植物生长的抑制作用。

植物自然落叶后,凋零物进入土壤,因此,研究土壤腐解过程中植物材料化感作用潜力的变化更有实际意义。土壤具有复杂的结构与成分,土壤腐解对火炬树叶片化感作用的影响机理、火炬树叶片在自然界表现出的化感作用规律等均需进一步研究。

参考文献:

- [1] 韩丽梅,王树起,肖丽华. 重迎茬大豆根区土壤有机化合物的 GC / MS 分析[J]. 吉林农业科学, 2005, 30(4): 6-8.
HAN Limei, WANG SHUqi, XIAO Lihua. Analysis of organic compounds in continuous and alternate cropping soils around rhizosphere of soybean by GC-MS[J]. Journal of Jilin Agricultural, 2005, 30(4): 6-8.
- [2] 曹光球,刘学芝,林思祖,等. 腐解 9 个月后杉木枯枝落叶化感物质对杉木的化感作用[J]. 亚热带资源与环境学报, 2007, 2(2): 15-20.
CAO Guangqiu, LIU Xuezhi, LIN Sizu, et al. Allelopathy of allelochemicals of Chinese Fir litter on Chinese Fir after nine months of decomposition[J]. Journal of Subtropical Resources and Environment, 2007, 2(2): 15-20.
- [3] 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.
PAN Zhigang, YOU Yingtian. Growing Exotic Trees in China[M]. Beijing: Beijing Science and Technology Press, 1994: 525-528.
- [4] 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.
LIU Quanru, YU Ming, ZHOU Yunlong. A preliminary study on the invasive plants in Beijing[J]. Journal of Beijing Normal University, 2002, 38(3): 399-402.
- [5] 吴长虹,翟明普. 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.
WU Changhong, ZHAI Mingpu. A preliminary study on allelopathy of *Rhus typhina*[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(6): 162-165.
- [6] 沈慧敏. 黄花蒿化感物质释放途径及化感作用机理研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2006: 25.
SHEN Huimin. Release route and allelopathic mechanism for allelochemicals of *Artemisia annua* L[D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2006: 25.
- [7] 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.
Zeng Rense. Review on bioassay methods for allelopathy research[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1999, 10(1): 123-126.
- [8] 刘明久,周修任,许桂芳,等. 裂叶牵牛浸提液对几种种子萌发的化感作用[J]. 生态环境, 2008, 17(3): 1190-1192.
LIU Mingjiu, ZHOU Xiuren, XU Guifang, et al. Allelopathy of extract from *Ipomoea hederacea* on some seeds[J]. Ecology and Environment, 2008, 17(3): 1190-1192.
- [9] 张震,徐丽,马艳婷,等. 喜旱莲子草组织水浸液对黑麦草种子 and 幼苗的化感效应[J]. 西北植物学报, 2009, 29(1): 0148-0153.
ZHANG Zhen, XU Li, MA Yanting, et al. Allelopathic effect of water extracts from the different organizations of *Alternanthera philoxeroides* on germination and seedling growth of *Lolium perenne*[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2009, 29(1): 0148-0153.
- [10] 崔秀珍. 试验统计分析[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2002: 91-94.
CUI Xiuzhen. Test Statistical Analysis[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2002: 91-94.
- [11] RICE E L. Allelopathy[M]. New York: Academic Press. 1984: 1-50.
- [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.
ZHENG Li, FENG Yulong. Allelopathic effects of *Eupatorium adenophorum* Spreng. on seed germination and seedling growth in ten herbaceous species[J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(10): 2782-2787.
- [13] 曹光球,刘学芝,林思祖,等. 杉木枯枝落叶分解 12 个月后化感物质对杉木的化感作用[J]. 四川农业大学学报, 2007, 25(4): 447-451.
CAO Guangqiu, LIU Xuezhi, LIN Sizu et al. Allelopathy of allelochemicals of Chinese fir litter on Chinese fir twelve months after being decomposed[J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 2007, 25(4): 447-451.
- [14] 李勤奋,李光义,张桂花. 假臭草植株不同分解阶段的化感作用动态变化[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(2): 360-364.
LI Qinfen, LI Guangyi, ZHANG Guihua. Dynamics of *Eupatorium catarium* Veldkamp allelopathy in the process of decay[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, March, 2010, 18(2): 360-364.

Effect of aqueous extract from decomposed *Rhus typhina* leaves on the seedling growth of *Brassica chinensis*

XU Guifang, XU Minglu, LIU Mingjiu

Henan institute of science and technology, Xinxiang 453003, China

Abstract: The effect of soil decomposing on the allelopathic potential of *Rhus typhina* leaves was determined by experiment. The result indicate that the aqueous extract of *R. typhina* leaves which has been decomposed for 5 days and that has not been decomposed inhibited the germination of *Brassica chinensis* seeds and the growth of it's seedling in 0.02, 0.04 and 0.08 g·mL⁻¹. Furthermore, the content of aqueous extract is higher and the decomposing time is longer, the inhibition of aqueous extract is more obvious. The aqueous extract of *R. typhina* leaves which has been decomposed for 10 days, 20 days and 30 days promoted the germination of *Brassica chinensis* seeds and the growth of it's seedling in 0.01 and 0.02 g·mL⁻¹, but inhibited them in 0.04 and 0.08 g·mL⁻¹. The decomposing time is longer, the promotion of aqueous extract is more obvious and the inhibition of aqueous extract is feebler.

Key words: *Rhus typhina* leaves; soil decomposing; allelopathic potential; *Brassica chinensis*