

# 刺槐枯落叶浸提液对种子萌发及幼苗生长的影响

刘冬杰<sup>1</sup>, 刘增文<sup>1,2\*</sup>

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 农业部黄土高原农业资源与环境修复重点开放实验室, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:**为了探讨刺槐的连栽障碍问题,采用刺槐枯落叶中浸提出的物质对刺槐进行发芽和幼苗实验,研究枯落叶对刺槐的影响。结果表明:刺槐枯落叶浸提液处理对其种子萌发及幼苗生长都有不同程度的抑制作用,对刺槐的抑制强度为  $0.10\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} > 0.02\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} > 0.01\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} > 0.005\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} > \text{CK}$ ;刺槐枯落物对刺槐发芽和幼苗可能具有自毒作用,从而导致植物组织生长缓慢,对养分的吸收能力降低,生长发育受阻,加速了幼苗的死亡。

**关键词:**刺槐;枯落叶浸提液;抑制作用

中图分类号:S714.6      文献标志码:A      文章编号:1001-7461(2011)03-0129-03

## Effects of *Robinia pseudoacacia* Litter Extract on Seed Germination and Seedling Growth

LIU Dong-jie<sup>1</sup>, LIU Zeng-wen<sup>1,2</sup>

(1. College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Key Laboratory for Agricultural Resources and Environmental Remediation in Loess Plateau of Agriculture Ministry of China, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** To understand the barriers resulted from successive planting, effects of litter extract of *Robinia pseudoacacia* on the germination and seedling growth of *R. pseudoacacia* were investigated. The results showed that the extracts with different concentrations exhibited varying degrees of inhibition on the seed germination and seedling growth. The inhibitory potency was in the order of  $0.10 > 0.02 > 0.01 > 0.005\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} > \text{control}$ . It was proposed that the inhibitions were from the self-allopathy, resulting in slow growth of plant tissue, reduced nutrient absorption, retarded seedling, and accelerated death of seedlings.

**Key words:** *Robinia pseudoacacia*; litter extract; inhibition

刺槐(*Robinia pseudoacacia*)属豆科植物,具有抗旱、耐贫瘠等特点,是我国落叶阔叶林中栽植范围最广泛的人工林<sup>[1]</sup>。近年来,在刺槐林经营与管理中发现,在二代、三代刺槐林的更新中,存在着更新困难、幼苗生长受抑制的现象<sup>[2]</sup>。

自毒作用是同种植物个体之间的一种化学作用,是植物经过长期适应环境和进化选择而获得的一种避免种内竞争的机制。研究结果表明,植物存在自毒现象,如杉木具有自毒作用<sup>[3]</sup>;红松针叶浸出液显著抑制红松幼苗的光合作用、根系活力及新稍

的生长<sup>[4]</sup>;天山云杉凋落物水浸提取液对其种子萌发和幼苗生长存在自毒作用<sup>[5]</sup>;马尾松鲜叶及根化感物质对自身具有自毒作用<sup>[6]</sup>;辐射松、糖枫等具有自毒现象<sup>[7-8]</sup>。目前对刺槐枯落叶自毒作用与连作障碍关系的报道甚少。王辉等<sup>[1]</sup>用刺槐根际土壤的浸提液作用于刺槐种子及幼苗,验证刺槐自毒作用的存在,并验证刺槐主要伴生树种之一(臭椿)的分泌物对刺槐种子及幼苗生长的影响。笔者用刺槐枯落叶浸提液进行室内发芽和幼苗实验,研究刺槐枯落叶对刺槐连作障碍的影响,为解决生产实践中的

收稿日期:2010-04-20    修回日期:2010-06-17

基金项目:陕西省自然科学基金基础研究计划项目(2009JM3014);西北农林科技大学人才计划项目(01140302);国家自然科学基金项目(30471376)

作者简介:刘冬杰,女,在读硕士研究生,研究方向为林业生态工程。

\* 通讯作者:刘增文,男,博士,教授,主要从事森林生态与水土保持研究。E-mail:zengwenliu2003@yahoo.com.cn。

刺槐连作障碍问题提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

刺槐种子购自杨陵种子市场。枯落叶于当年秋末冬初取自淳化县人工林。将收集的枯落叶在自然条件下阴干,备用。

### 1.2 方法

1.2.1 浸提液的制备 将刺槐的枯落叶磨成粉末,与无菌蒸馏水按 1 : 10 的比例加入无菌水中浸泡 48 h,配制成质量浓度为 1 : 10 ( $w/v$ )的水浸提液(即相当于 1 g 枯落叶浸泡于 10 mL 蒸馏水)。用离心机离心( $3\,000\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ )30 min,再用滤纸过滤,滤液即为各枯落叶提取物。将此提取物作为母液,按照体积比用蒸馏水稀释获得 1 : 10、1 : 50、1 : 100 和 1 : 200 的水浸提液。水浸提液均为 300 mL,装入棕色玻璃瓶中,在高压灭菌锅内消毒 30 min,然后在常温常压下放置 24 h,在同样条件下再次进行消毒 30 min。将供试液放入冰箱低温冷藏待用。

1.2.2 种子发芽实验 筛选颗粒饱满且大小均匀、无虫蛀的刺槐种子进行试验。根据预试验结果,种子用 1‰的升汞消毒后,用灭菌蒸馏水冲洗 3 次,在室温下用浸提液浸泡 2~4 h 后用于发芽实验。以培养皿为容器,经高温灭菌后,在培养皿底层放脱脂棉,上面放 2 层滤纸,制成发芽床。取 4 个浓度的水浸提液各 20 mL 分别浇灌发芽床,以无菌蒸馏水浇灌作为对照。然后将种子均匀地摆放于发芽床上,每天根据干湿情况浇灌浸提液 3~5 mL。每处理 3 次重复,每重复 50 粒种子。培养皿置于人工气候箱内培养发芽(温度 27℃,湿度 70%,遮光)。

在上述发芽实验的种子中选取发芽良好的 20 粒种子,放入培养皿中进行幼苗培养,每个培养皿加入 10 mL 提取液或蒸馏水(对照)。当植株长出 2 片子叶并长出侧根时,进行幼苗各项指标的测定。

种子各项发芽指标按如下公式计算:  
发芽率(%)=(发芽终期全部正常发芽的种子/供试种子数)×100;

根据各处理发芽率( $T$ )和对照发芽率( $C$ ),计算自毒作用效应指数( $RI$ ):

$$RI=(T-C)/C \tag{1}$$

当  $RI>0$  时,表示存在促进作用;当  $RI<0$  时,表示存在抑制作用。其绝对值大小与作用强度一致。

### 1.3 测定方法

(1)相对含水量。长成幼苗后,每个培养皿取 5

株幼苗,并称量鲜重,然后放入烘箱中于 120℃烘至恒重,称量干重,计算幼苗相对含水量。

(2)细胞膜透性。每个处理称取 0.2 g 左右新鲜幼苗,用蒸馏水洗净、剪碎,放入具塞试管并加入 20 mL 蒸馏水,振荡 30 min 后于 DDS-II A 型电导率仪中测定电导率( $E_1$ )。然后将试管放入沸水浴中温浴 10 min,取出冷却后测定电导率( $E_2$ )。以蒸馏水为空白对照测定背景电导率( $E_0$ )。最后计算细胞膜相对透性( $P$ )。

$$P=(E_1-E_0)/(E_2-E_0)\times 100\% \tag{2}$$

幼苗根系活力采用 TTC 法测定<sup>[9]</sup>;过氧化氢酶活性采用碘化钾氧化法测定<sup>[10]</sup>。

### 1.4 数据处理及分析

数据处理采用 EXCLE、SAS、SPSS 等软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 刺槐枯落叶浸提液对刺槐发芽的影响

研究结果表明,随着浓度的增加,种子发芽率明显减小,对发芽的抑制作用增大(表 1)。经过多重比较可知,0.01、0.005 g·mL<sup>-1</sup>的发芽率比对照分别小 6%和 4%,与对照之间无显著差异;0.10 g·mL<sup>-1</sup>处理和 0.02 g·mL<sup>-1</sup>处理的发芽率分别比对照低 31%和 16%,且不同处理之间发芽率差异显著,0.02 g·mL<sup>-1</sup>和 0.01 g·mL<sup>-1</sup>的发芽率无显著差异。可见,刺槐枯落叶浸提液对自身种子发芽总体上是抑制作用,只是在浓度较低时,抑制作用较小,达不到显著水平。

表 1 刺槐枯落物浸提液对刺槐种子发芽的影响<sup>①</sup>  
Table 1 Effects of *R. pseudoacacia* litter on seed germination

处理 (g·mL <sup>-1</sup> )	发芽率 /%	下胚轴 长度/cm	自毒效应指数 (RI)
0.10	64±0.02 B	0.45±0.01 E	-0.33±0.02 C
0.02	79±0.06 B	0.64±0.06 D	-0.17±0.06 B
0.01	89±0.01 A	0.78 ±0.04C	-0.06±0.01 A
0.005	91±0.01 A	0.99±0.03 B	-0.04±0.01 A
对照	95±0.01 A	1.77±0.03 A	0 A

①同列数据后不同大写字母示 1%水平显著差异性。

从表 1 可知,不同质量浓度处理对下胚轴影响均达到显著水平,随着浸提液浓度的增大,下胚轴长度越来越小,下胚轴的伸长明显受到抑制,对照的胚根长是 0.10 g·mL<sup>-1</sup>处理的 3.9 倍,是 0.02 g·mL<sup>-1</sup>处理的 2.8 倍。可见,在长期的刺槐林经营中,如果土表保留较厚的枯落物,对刺槐林幼苗的生长不利,阻碍林分的更新。由此可见,刺槐自身枯落物是抑制刺槐林更新的因素之一。

### 2.2 刺槐枯落叶浸提液对刺槐幼苗的影响

表 2 表明,不同浓度浸提液处理对刺槐幼苗根

系活力的影响表现为抑制作用。随着处理浓度的升高,抑制作用加强,对照根系活力分别是 0.02、0.01、0.005 g · mL<sup>-1</sup>处理的 2.9、1.9、1.4、1.2 倍。根系活力是植物组织还原 TTC 的能力,是细胞呼吸电子传递链活性的一种体现,显示出根生长和代

谢旺盛程度。随着浇灌浸提液浓度的增大,刺槐根系 TTC 还原活性呈明显下降趋势。表明如果根系分泌物在刺槐根系生长的介质中积累到一定量,可抑制刺槐根系的生长和代谢,使植株生长发育不良,苗高和含水率也明显减小,抗病性降低。

表 2 刺槐枯落叶对刺槐幼苗的影响<sup>①</sup>

Table 2 Effects of *R. pseudacacia* litter on seedling development

处理 /(g · mL <sup>-1</sup> )	测定指标				
	苗高/cm	幼苗相对 含水率/%	细胞膜相对 透性/%	根系活力 /(mg · g <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup> )	过氧化氢酶活性 /(mg · g <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> )
0.10	4.90±0.208bB	6.79±0.103cBC	0.24±0.021dAB	274.00±0.340dD	0.73±0.001cC
0.02	5.00±0.252bB	7.72±1.039bB	0.27±0.030cAB	385.44±0.743cC	1.03±0.004bB
0.01	5.60±0.200bB	7.38±0.446bB	0.30±0.040bAB	456.22±0.225bB	1.05±0.004bB
0.005	5.70±0.141bAB	7.84±0.445bB	0.35±0.010aA	527.76±0.415aA	1.08±0.003bB
对照	6.20±0.404aAC	9.06±0.355aA	0.36±0.020aA	182.88±0.020eD	1.18±0.001aA

①同列数据后不同大写字母表示差异极显著( $p<0.01$ ),不同小写字母表示差异显著( $p<0.05$ )。

从表 2 可知,0.005 g · mL<sup>-1</sup>处理和对照的细胞膜相对透性差异不显著,但随着浇灌浸提液浓度的增大,抑制达到极显著水平。0.10、0.02、0.01 g · mL<sup>-1</sup>较对照分别减少了 12%、9%和 6%。刺槐幼苗根系相对电导率逐渐增大,根系分泌物可增加刺槐根系通过原生质膜由细胞内向细胞外的离子渗漏。因此,连作条件下土壤中积累的刺槐根系分泌物会导致根系中养分离子的渗漏,自毒物质也更容易进入根组织而产生抑制作用。随着浓度的增大,抑制达到极显著水平。

浸提液对刺槐幼苗过氧化氢酶活性的影响表现出显著的抑制作用,趋势和根系活力及细胞膜相对透性一致,随着浸提液浓度的升高,抑制作用逐渐增强。浓度为 0.10 g · mL<sup>-1</sup>时,过氧化氢酶活性仅为对照的 62%。不同浓度处理间 0.10 g · mL<sup>-1</sup>与 0.02、0.01、0.005 g · mL<sup>-1</sup>浓度的差异显著,0.02、0.01、0.005 g · mL<sup>-1</sup>之间差异不显著,表明只有达到一定的浓度,抑制作用才会加强。

3 结论与讨论

人工林连栽障碍及化感作用备受人们关注。采用刺槐枯落叶水浸提液处理刺槐种子,对其种子发芽及幼苗生长具有显著抑制作用。这种抑制作用的强度与水浸提液浓度密切相关,且对刺槐种子发芽指标、幼苗生长的作用强度不同。随着水浸提液浓度的增大,对刺槐种子发芽、幼苗生长的抑制作用强度增大。4 种处理液浓度中,0.10 g · mL<sup>-1</sup>的浸提液处理对刺槐种子的发芽及幼苗生长的抑制作用最大。说明水浸提液不仅降低发芽率,而且更为明显的是抑制幼苗的根伸长,显著减小种子活力,苗木潜在生长势减弱。植物体内化感物质是一些植物次生代谢产物,其中酚类物质和萜类化合物是高等植物

的主要化感物质,它们分别是水溶性和挥发性物质的典型<sup>[11-12]</sup>。尽管利用化学方法研究,刺槐可能具有自毒作用,但还应该对其化学组分、主要活性物质种类及主要来源与途径做进一步研究,以便得出科学结论。

参考文献:

[1] 《中国森林》编辑委员会.中国森林(第 3 卷)阔叶林[M].北京:中国林业出版社,2000.1420-1427.

[2] 王辉.刺槐自毒作用及与主要伴生树种化感作用研究[J].上海农学院学报,2002,18(2):52-56.

WANG H. Study of *Robinia pseudoacacia* autointoxication and interspecific allelopathy between *Robinia pseudoacacia* and its associated tree species[J]. Journal of Shanghai Agricultural,2002,18(2):52-56.

[3] 曹光球.杉木自毒作用及与主要混交树种化感作用的研究[D].福州:福建农林大学,2006.

CAO G Q. Chinese fir autointoxication and interspecific allelopathy between Chinese fir and its associated tree species[D]. Fuzhou:Fujian Agriculture and Forestry University,2006.

[4] 勒新华.红松苗自身相克的模拟实验研究[J].林业科技通讯,1992(3):4-7.

[5] 罗侠,潘存德,黄闽敏,等.天山云杉凋落物提取液对种子萌发和幼苗生长的自毒作用[J].新疆农业大学学报,2006,43(1):1-5.

LUO X,PAN C D,HUANG M M. *et al.* Autotoxicity of *Pinus schrenkiana* litter aqueous extracts on seed germination and seedling growth[J]. Journal of Xinjiang Agricultural University,2006,43(1):1-5.

[6] 曹光球,林思机,王爱萍,等.马尾松根化感物质的生物活性评价与物质鉴定[J].应用与环境生物学报,2005,11(6):686-689.

CAO G Q,LIN S J,WANG A P,*et al.* Bioassay and identification of allelochemicals in *Pinus massoniana* root[J]. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology,2005,11(6):686-689.

型投资政策、环保制约政策和税收优惠政策,为生态家具技术提供制度支持;市场作为生态家具技术的联动者,应大力宣传生态消费观念和低碳生活方式,为生态家具技术提供活动环境;公众作为生态家具技术创新的最终受益者,应增强生态消费意识,转变生活方式,注重环保,健康消费,为生态家具技术模式提供广泛的受众基础。

参考文献:

[1] 王硕. 当“低碳”不再是一个概念[J]. 中国人造板, 2010, 17(1): 12-13.

[2] 杨红旗. 生态家具技术体系的研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2007.

[3] 杨红旗, 武轲, 王旭倩. 极简主义与生态家具设计[J]. 商场现代化, 2009(1): 143.

[4] 付金辉. 生态主义对现代家具设计的启示探析[J]. 包装工程, 2009, 30(6): 187-188.

FU J H. Discussion on inspiration of ecological protectionism on modern furniture design[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(6): 187-188.

[5] 许美琪. 家具的生态设计[J]. 家具, 2002(5): 3-4.

XU M Q. Ecologic design of furniture[J]. Furniture, 2002(5): 3-4.

[6] 徐景福, 田桓宇. 谈产品的生态设计[J]. 美术大观, 2009(5): 105.

XU J F, TIAN H Y. The ecological design of products[J]. Art Panorama, 2009(5): 105.

[7] 顾蓉, 穆亚平, 王瑛. 浅谈拆装家具标准化[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(1): 130-132.

GU R, MU Y P, WANG Y. A discussion on standardization of RTA furniture[J]. Journal of Northwest Forestry University,

2007, 22(1): 130-132.

[8] 李黎立, 雷亚芳, 王彪, 等. 现代绿色家具研究[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(2): 154-156.

LI L L, LEI Y F, WANG B, *et al.* A study of modern environment-friendly furniture[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2006, 21(2): 154-156.

[9] 杨庆, 雷亚芳, 史小娟. 我国家具材料的发展趋势探讨[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(3): 71-72.

YANG Q, LEI Y F, SHI X J. Development trend in China's furniture material[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2001, 16(3): 71-72.

[10] 朱慎林, 赵毅红, 周中平. 清洁生产导论[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001. 25.

[11] 毕俊生, 慕颖, 刘志鹏. 我国工业清洁生产发展现状与对策研究[J]. 节能与环保, 2009(3): 13-15.

[12] 高艳玲. 我国生态建材研究现状与发展战略[J]. 中国建材, 2006(1): 61-62.

[13] 林皎皎, 吴智慧. 家具绿色包装体系的探讨[J]. 包装工程, 2009, 3(3): 168-169.

LIN J J, WU Z H. Study on the system of green furniture packaging[J]. Packaging Engineering, 2009, 3(3): 168-169.

[14] 林皎皎, 吴智慧. 家具包装的设计原则[J]. 包装工程, 2006, 27(6): 213-215.

LIN J J, WU Z H. Design principles of furniture[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(6): 213-215.

[15] 刘敏, 牟俊山. 绿色消费与营销[M]. 北京: 光明日报出版社, 2004. 21-25.

[16] 王福云, 吴智慧. 家具产品回收利用的思维与策略[J]. 林产工业, 2005, 32(5): 20-22.

WANG F Y, WU Z H. Thought and strategy on recycling and reusing of furniture product[J]. China Forest Products Industry, 2005, 32(5): 20-22.

(上接第 131 页)

[7] MYRA C C. Effects of root residues on growth of *Pinus radiata* seedlings and a mycorrhizal fungus[J]. Ann App Biol, 1978(90): 407-416.

[8] TUBBS C H. Effect of sugar maple root exudate on seedlings of northern conifer species[J]. Forest Science, 1973, 19: 139.

[9] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 1997. 59-62.

[10] 韩锦峰. 植物生理生化[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990. 297-299, 321-323.

[11] 张学文, 刘亦学, 刘万学, 等. 植物化感物质及其释放途径[J].

中国农学通报, 2007, 23(7): 295-297.

ZHANG X W, LIU Y X, LIU W X, *et al.* Allelochemicals and its releasing modes[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007, 23(7): 295-297.

[12] 杨期和, 叶万辉, 廖富林, 等. 植物化感物质对种子萌发的影响[J]. 生态学杂志, 2005, 24(12): 1459-1465.

YANG Q H, YE W H, LIAO F L, *et al.* Effects of allelochemicals on seed germination[J]. Chinese Journal of Ecology, 2005, 24(12): 1459-1465.