

# 杨树根系浸提液对3种牧草种子 萌发及幼苗生长的影响

罗诚彬, 方升佐, 田野

(南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

**摘要:** 采用不同浓度(3、10和30 mg/mL)的南林95杨(*Populus deltoids* Bartr. cv. Lux × *P. euramericana* (Dode)Guineir cv. I-45/51)和NL-80351杨(*P. deltoids* Bartr. cv. Lux × *P. deltoids* Bartr. cv. Harvard)根系浸提液, 处理杨树-牧草复合经营系统中3种主要牧草种子, 探讨杨树根系浸提液对牧草种子萌发及幼苗生长的影响。结果表明: 南林95杨和NL-80351杨根系浸提液对3种牧草种子的萌发及幼苗的生长有一定影响。这2个无性系根系浸提液对紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)、白三叶(*Trifolium repens* L.)和杂交狼尾草(*Pennisetum alopecuroides* L. × *P. americanum* L.)的种子发芽率、幼苗高生长、根长生长及种子活力主要表现为抑制作用, 在浓度较高时影响尤为明显; 但2个无性系根系浸提液对白三叶的高生长(南林95杨30 mg/mL除外)表现出一定的促进作用; 在3 mg/mL浓度时, 2个无性系根系浸提液对白三叶的种子活力也有一定的促进作用。

**关键词:** 杨树无性系; 牧草; 浸提液; 他感作用

**中图分类号:** S792.11; Q948.12+2.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2003)04-0027-04

**Effects of water extracts of poplar roots on the seeds germination and seedlings growth of three pastures** LUO Cheng-bin, FANG Sheng-zuo, TIAN Ye (College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2003, 12(4): 27-30  
**Abstract:** Effects of the different concentration (3, 10 and 30 mg/mL) of the water extracts of the roots of two poplar clones, Nanlin 95 [*Populus deltoids* Bartr. cv. Lux × *P. euramericana* (Dode)Guineir cv. I-45/51] and NL-80351 (*P. deltoids* Bartr. cv. Lux × *P. deltoids* Bartr. cv. Harvard), on the seed germination and seedlings growth of alfalfa, white clover and hybrid pennisetum were studied. The results showed that the water extracts of the roots of two poplar clones could reduce seed germination and simplified vigor index (SVI), and suppress seedling and root growth of alfalfa (*Medicago sativa* L.), white clover (*Trifolium repens* L.) and hybrid pennisetum (*Pennisetum alopecuroides* L. × *P. americanum* L.), especially at a high concentration. However, it has positive effects on the seedling height of white clover (except 30 mg/mL water extracts of Nanlin 95 clone), the seed vigor of white clover were promoted at 3 mg/mL water extracts of the two poplar clones.

**Key words:** poplar clones; pasture; water extract; allelopathy

林牧争地由来已久, 在人多地少的情况下显得尤为激烈, 实行林牧复合经营可以实现一地两用, 在一定程度上缓解了这种矛盾, 但这对选择搭配物种提出了较高要求。他感作用是指植物(包括微生物)产生一些特殊的生化物质并释放到环境中, 对其他植物产生直接或间接的相生或相克的作用。这一概念首先由德国科学家 Molish 于 1937 年提出<sup>[1-3]</sup>。作者试图采用杨树根系浸提液处理不同牧草种子, 研究其对牧草种子萌发及幼苗生长的影响, 以探讨供体对受体的他感作用, 为复合农林业植物配置提供理论依据。

南林95杨和NL-80351杨是南京林业大学培育出来的新型优良无性系, 也是江苏省在未来几年准备大力推广的优良无性系, 推广这些无性系的主要方式之一就是进行林农复合经营(林牧复合经营是林农复合经营的一部分<sup>[4]</sup>), 但它们对农作物(牧草)是否存在明显的他感作用, 是否会影响到林牧复合经营系统的生态功能和经济效益等问题缺乏深入的

收稿日期: 2003-05-25

基金项目: 江苏省科技攻关资助项目(BE2001358)

作者简介: 罗诚彬(1978-), 男, 福建连城人, 硕士研究生, 主要从事森林培育及林农复合经营方面的研究。

研究。因此,探明南林 95 杨和 NL-80351 杨和牧草之间的他感作用有助于构建合理的杨-牧草复合经营体系,从而为杨树的产业化提供科技支撑。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

杨树无性系(为一年生杨树扦插苗)根系取自南京林业大学森林资源与环境学院东善桥苗木基地,其中,南林 95 杨是从 I-69 杨(*Populus deltoids* Bartr. cv. Lux) × I-45 杨(*P. euramericana* (Dode) Guineir cv. I-45/51)的杂交 F<sub>1</sub>中选育出来的新无性系;NL-80351 杨是从 I-69 杨(*P. deltoids* Bartr. cv. Lux) × I-63 杨(*P. deltoids* Bartr. cv. Harvard)的杂交 F<sub>1</sub>中选育出来的无性系。紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)、白三叶(*Trifolium repens* L.)、杂交狼尾草(*Pennisetum alopecuroides* L. × *P. americanum* L.)种子购自南京农业大学神州种业公司。

### 1.2 研究方法

1.2.1 浸提液的制备 挖取杨树无性系根系,冲去泥土后风干,剪成 1~2 cm 长的小段,用粉碎机粉碎,过 1 mm 筛,测定根粉含水率,根据干物质的比率,称取一定质量的根粉,加入 20 倍质量的清水,浸泡 24 h。用 3 层纱布过滤,最后补充清水至干物质质量的 20 倍,所得溶液为根系浸提液的原液,其质量浓度为 30 mg/mL(仅为标识浓度,表示根粉与水的比例,并非真实浓度,下同)<sup>[5]</sup>。

1.2.2 种子发芽试验 选取籽粒饱满,大小均匀的牧草种子,用清水冲洗干净。在培养盒中平铺 1 层脱脂棉,将种子均匀摆放在脱脂棉上,每盒 100 粒。每个无性系根系浸提液均设置 3 种浓度(3、10 及 30

mg/mL)处理,同时以蒸馏水为对照,每个处理重复 3 次。将发芽盒放入光照发芽箱内,在 25℃、24 h 光照的条件下进行发芽试验,每天观察并记录发芽情况。3 d 后开始统计种子发芽数,连续观测 4 d,6~7 d 后测定苗高和根长(具体天数分别为紫花苜蓿 6 d、白三叶 7 d、杂交狼尾草 6 d)<sup>[1,5,6]</sup>。

1.2.3 数据处理 采用 SAS 软件进行数据处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 杨树根系浸提液对种子萌发的影响

不同浓度的杨树根系浸提液对供试植物种子萌发的影响及其差异显著性检验和多重比较结果见表 1。由表 1 可见,除 NL-80351 杨根系浸提液对紫花苜蓿种子发芽率的影响不显著外,其余处理均达到  $P=0.01$  的极显著差异。在所实验的浓度范围内,紫花苜蓿、白三叶和杂交狼尾草的发芽率随浸提液浓度的升高而降低,这表明杨树无性系根系浸提液对白三叶和杂交狼尾草的种子萌发具有抑制作用,且在高浓度浸提液处理下表现尤为显著。

从 2 个杨树无性系间的对比来看,南林 95 杨与 NL-80351 杨的根系浸提液对紫花苜蓿种子萌发的影响存在显著差异( $F$  值 5.69,已达到  $\alpha=0.0276$  的显著水平);而对于白三叶和杂交狼尾草,这 2 个无性系没有明显差异( $F$  值分别为 1.09、0.60,仅分别达到  $\alpha=0.3092$  和  $\alpha=0.4489$  的水平)。

### 2.2 杨树根系浸提液对幼苗高生长的影响

不同浓度的杨树无性系根系浸提液对供试植物幼苗高生长的影响及其差异显著性检验和多重比较结果见表 2。由表 2 可以看出,2 个杨树无性系根系

表 1 杨树根系浸提液处理下各供试牧草种子的发芽率及其差异显著性检验<sup>1)</sup>

Table 1 Germination rates of pasture seeds under the treatments of water extracts of poplar roots and the difference significance test<sup>1)</sup>

供试植物 Pasture	种子发芽率 Germination rate (%)									
	南林 95 杨					NL-80351 杨				
	0mg/mL	3mg/mL	10mg/mL	30mg/mL	$F$	0 mg/mL	3 mg/mL	10 mg/mL	30 mg/mL	$F$
紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i> L.	99.0Aa	100.0Aa	100.0Aa	35.0Bb	72.95**	99.0	100.0	100.0	93.0	3.24
白三叶 <i>Trifolium repens</i> L.	59.0Aa	53.7Aa	34.3Bab	25.7Bb	8.33**	59.0Aa	57.0Aa	55.0Aa	20.0Bb	7.89**
杂交狼尾草 <i>Pennisetum alopecuroides</i> L. × <i>P. americanum</i> L.	88.3Aa	74.7ABa	73.3Ba	35.0Cb	28.64**	88.3Aa	79.0ABab	66.0Bbc	48.0c	17.19**

<sup>1)</sup> 南林 95 杨: *Populus deltoids* Bartr. cv. Lux × *P. euramericana* (Dode) Guineir cv. I-45/51; NL-80351 杨: *P. deltoids* Bartr. cv. Lux × *P. deltoids* Bartr. cv. Harvard. 大写字母表示  $\alpha=0.05$  时的多重比较,小写字母表示  $\alpha=0.01$  时的多重比较 The capital and small letters represent  $P=0.05$  and  $P=0.01$  difference significance respectively. \*  $P<0.05$ ; \*\*  $P<0.01$ .

浸提液对紫花苜蓿、白三叶和杂交狼尾草的幼苗高生长的影响均达到  $P=0.01$  的极显著差异,表明杨树无性系根系浸提液显著抑制紫花苜蓿和杂交狼尾草的幼苗高生长。从多重比较的结果来看,随浸提液浓度的增加,杂交狼尾草的幼苗高生长呈明显下降趋势,紫花苜蓿则只是在高浓度时有明显下降趋势;但杨树无性系根系浸提液对白三叶的幼苗高生长有较明显的促进作用(仅南林 95 杨根系浸提液高浓度处理时,有明显抑制作用)。

从2个杨树无性系间的对比来看,南林 95 杨与 NL-80351 杨的根系浸提液对紫花苜蓿和白三叶幼苗高生长的影响作用存在显著差异( $F$  值分别为 34.98 和 8.08,分别达到  $\alpha=0.0001$  和  $\alpha=0.0047$  的极显著水平);而对于杂交狼尾草,这2个无性系间无明显差异( $F$  值为 0.7,仅达到  $\alpha=0.419$  的水平)。

### 2.3 杨树根系浸提液对幼苗根长生长的影响

不同浓度杨树无性系根系浸提液对供试植物幼苗根长生长的影响及其方差分析和多重比较结果见表3。由表3可以看出,2个杨树无性系根系浸提液对紫花苜蓿、白三叶和杂交狼尾草的幼苗根生长的

影响均达到  $P=0.01$  的极显著差异。即杨树无性系根系浸提液对紫花苜蓿、白三叶和杂交狼尾草的幼苗根长生长具有极显著的影响作用。从多重比较的结果来看,紫花苜蓿、白三叶和杂交狼尾草根长生长受浸提液抑制作用明显。在南林 95 杨根系浸提液处理中,随浓度的增高,白三叶根长迅速下降,紫花苜蓿、杂交狼尾草在高浓度时显著下降;在 NL-80351 杨根系浸提液处理中,随浓度的增高,白三叶根长迅速下降,紫花苜蓿呈先降后升再降的变化趋势,杂交狼尾草则只是在高浓度时有显著的下降趋势。

从2个杨树无性系之间的对比来看,南林 95 杨与 NL-80351 杨的根系浸提液对紫花苜蓿、白三叶和杂交狼尾草幼苗根长的影响无明显差异(差异显著性检验表明, $F$  值分别为 2.33、2.14 和 1.93,仅达到  $\alpha=0.1274$ 、 $\alpha=0.1445$  和  $\alpha=0.1649$  的水平)。

### 2.4 杨树根系浸提液对种子活力的影响

种子活力可采用简化活力指数 SVI(simplified vigor index)来衡量其强弱。简化活力指数可按  $SVI = S \times G$  计算<sup>[7]</sup>,其中  $S$  为幼苗高度或干鲜重量, $G$  为发芽率,即发芽率乘以幼苗高度或干鲜重量(本文采

表2 杨树根系浸提液处理下各供试牧草苗高及其差异显著性检验<sup>1)</sup>

Table 2 Seedling heights under the treatments of water extracts of poplar roots and the difference significance test<sup>1)</sup>

供试植物 Pasture	苗高 Seedling height (cm)									
	南林 95 杨					NL-80351 杨				
	0mg/mL	3mg/mL	10mg/mL	30mg/mL	$F$	0mg/mL	3mg/mL	10mg/mL	30(mg/mL)	$F$
紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i> L.	3.63Aa	3.39Aa	3.53Aa	2.45Bb	15.38**	3.63Aa	2.49Bb	3.61Aa	2.32Bb	46.84**
白三叶 <i>Trifolium repens</i> L.	2.23Aa	2.92Aa	2.47Bb	1.82Dd	58.93**	2.23Cc	2.84Aa	2.55Bb	2.65Bab	22.53**
杂交狼尾草 <i>Pennisetum alopecuroides</i> L. × <i>P. americanum</i> L.	10.62Aa	6.39Bb	5.62Bb	1.84Cc	168.98**	10.62Aa	10.20Aa	1.98Bb	1.89Bb	387.09**

<sup>1)</sup> 南林 95 杨: *Populus deltoids* Bartr. cv. Lux × *P. euramericana* (Dode)Guineir cv. I-45/51; NL-80351 杨: *P. deltoids* Bartr. cv. Lux × *P. deltoids* Bartr. cv. Harvard. 大写字母表示  $\alpha=0.05$  时的多重比较,小写字母表示  $\alpha=0.01$  时的多重比较 The capital and small letters represent  $P=0.05$  and  $P=0.01$  difference significance respectively. \*  $P<0.05$ ; \*\* $P<0.01$ .

表3 杨树根系浸提液处理下各供试植物的根长及其差异显著性检验<sup>1)</sup>

Table 3 Root length under the treatments of water extract of poplar roots and the difference significance test<sup>1)</sup>

供试植物 Pasture	根长 Root length (cm)									
	南林 95 杨					NL-80351 杨				
	0mg/mL	3mg/mL	10mg/mL	30mg/mL	$F$	0mg/mL	3mg/mL	10mg/mL	30mg/mL	$F$
紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i> L.	1.62Aa	1.62Aa	1.40Aa	0.67Bb	12.90**	1.62Aa	1.25Bb	1.46Aab	1.17Bc	7.12**
白三叶 <i>Trifolium repens</i> L.	1.24Aa	0.93Bb	0.52Cc	0.32Dc	60.26**	1.24Aa	0.94Bb	0.59Cc	0.47Cc	53.12**
杂交狼尾草 <i>Pennisetum alopecuroides</i> L. × <i>P. americanum</i> L.	6.10Aa	6.11Aa	5.82Aa	3.55Bb	31.16**	6.10Aa	6.31Aa	5.85Aa	4.54Bb	18.66**

<sup>1)</sup> 南林 95 杨: *Populus deltoids* Bartr. cv. Lux × *P. euramericana* (Dode)Guineir cv. I-45/51; NL-80351 杨: *P. deltoids* Bartr. cv. Lux × *P. deltoids* Bartr. cv. Harvard. 大写字母表示  $\alpha=0.05$  时的多重比较,小写字母表示  $\alpha=0.01$  时的多重比较 The capital and small letters represent  $P=0.05$  and  $P=0.01$  difference significance respectively. \*  $P<0.05$ ; \*\* $P<0.01$ .

用幼苗高度)。SVI 含有发芽率和幼苗生长势 2 个变量,可以较全面地反映种子的情况<sup>[8]</sup>。

不同浓度杨树无性系根系浸提液对供试植物种子活力的影响见表 4。由表 4 可以看出,杂交狼尾草的种子活力受到明显的抑制作用;紫花苜蓿的种子活力在南林 95 杨根系浸提液高浓度和 NL-80351 杨根系浸提液低、高浓度均受到明显的抑制作用,白三叶在南林 95 杨根系浸提液和 NL-80351 杨根系浸提液低浓度处理下,有明显促进作用;而在南林 95 杨

根系浸提液中、高浓度和 NL-80351 杨根系浸提液高浓度处理下,有明显抑制作用。

从 2 个杨树无性系间的对比来看,南林 95 杨与 NL-80351 杨的根系浸提液对紫花苜蓿和白三叶种子活力的影响存在显著差异( $F$  值分别为 13.68 和 101.61,分别达到  $\alpha = 0.0002$  和  $\alpha = 0.0001$  的极显著水平);而对于杂交狼尾草,这 2 个无性系之间并无明显差异( $F$  值为 3.39,仅达  $\alpha = 0.0662$  的水平)。

表 4 杨树根系浸提液处理下各供试植物的种子活力及其差异显著性检验<sup>1)</sup>  
Table 4 The seed vigor under the treatments of water extract of poplar roots and the difference significance test<sup>1)</sup>

供试植物 Pasture	简化活力指数 Simplified vigor index									
	南林 95 杨					NL-80351 杨				
	0mg/mL	3mg/mL	10mg/mL	30(mg/mL)	$F$	0mg/mL	3mg/mL	10mg/mL	30(mg/mL)	$F$
紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i> L.	3.60Aa	3.39Aa	3.53Aa	0.86Bb	102.70**	3.60Aa	2.49Bb	3.61Aa	2.16Cb	54.32**
白三叶 <i>Trifolium repens</i> L.	1.31Aa	1.60Bb	0.85Cc	0.47Dd	271.39**	1.31Bb	1.64Aa	1.41Bb	0.53Cc	121.30**
杂交狼尾草 <i>Pennisetum alopecuroides</i> L. × <i>P. americanum</i> L.	9.37Aa	4.71Bb	4.12Bb	0.64Cc	262.13**	9.37Aa	8.06Ba	1.25Cb	0.95Cb	457.57**

<sup>1)</sup> 南林 95 杨: *Populus deltoids* Bartr. cv. Lux × *P. euramericana* (Dode)Guineir cv. I-45/51; NL-80351 杨: *P. deltoids* Bartr. cv. Lux × *P. deltoids* Bartr. cv. Harvard. 大写字母表示  $\alpha = 0.05$  时的多重比较,小写字母表示  $\alpha = 0.01$  时的多重比较 The capital and small letters represent  $P = 0.05$  and  $P = 0.01$  difference significance respectively. \*  $P < 0.05$ ; \*\* $P < 0.01$ .

### 3 结 论

1) 杨树无性系根系浸提液对紫花苜蓿、白三叶和杂交狼尾草种子的萌发有较明显的抑制作用,尤其在较高浓度时更为显著。

2) 杨树无性系根系浸提液对紫花苜蓿、杂交狼尾草的幼苗高生长有较明显的抑制作用。但对白三叶的幼苗高生长有较明显的促进作用(除在南林 95 杨根系浸提液 30 mg/mL 浓度处理时)。

3) 杨树根系浸提液对紫花苜蓿、白三叶和杂交狼尾草幼苗的根长生长有较明显的抑制作用。

4) 杨树无性系根系浸提液对紫花苜蓿、白三叶和杂交狼尾草的种子活力有较明显的抑制作用,但 3 mg/mL 的 2 种杨树无性系根系浸提液对白三叶种子活力有一定的促进作用。

本研究仅对杨树根系浸提液对 3 种牧草的影响进行了初步探讨,浸提液中起他感作用的他感物质及其作用机理尚需进行进一步的研究确定,在植物

整个生长发育过程中的反应还需进行田间栽培试验给予验证。

#### 参考文献:

- [1] 卫春,陈建群,张鹏飞,等. 复合农林系统中水杉他感作用的生物测定[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23(4): 85-88.
- [2] 施月红,谷文祥. 生化他感作用研究中的生物测定方法[J]. 生态科学, 1998, 17(1): 84-89.
- [3] Souto X C, Gonzalez L, Reigosa M J. Comparative analysis of allelopathic effects produced by four forestry species during the decomposition process in their soils in Galicia (NW Spain) [J]. J Chem Ecol, 1994, 20(11): 3005-3015.
- [4] 张久海,安树青,李国旗,等. 林牧复合生态系统研究述评[J]. 中国草地, 1999, (4): 52-60.
- [5] 王德艺,张维梅,袁玉欣,等. 中林-46 杨他感作用初探[J]. 河北林果研究, 2000, 15(1): 1-5.
- [6] ISTA (International Seed Testing Association). 国际种子检验规程 1993[M]. 李家义,支巨振,黄亚军,等译. 上海:上海科学技术出版社, 1994.
- [7] 方升佐,朱梅. 不同种源青檀种子的营养成分及种子活力的差异[J]. 植物资源与环境学报, 1998, 7(2): 16-21.
- [8] 陶嘉龄,郑光华. 种子活力[M]. 北京:科学出版社, 1991. 11.