

# 生化他感作用与高寒草甸人工草场 自然退化现象的研究\*

## V. 细叶亚菊挥发油对垂穗披碱草种子萌发 和幼苗酶活性的影响

白雪芳 张宝琛 甄润德 顾立华

(中国科学院西北高原生物研究所)

### 摘 要

本文从植物生理学角度探讨了细叶亚菊 (*Ajania tenuifolia*) 挥发油对垂穗披碱草 (*Elymus nutans*) 种子萌发及幼苗生长过程中几种酶活性的作用。研究表明, 挥发油浓度愈高对种子萌发及幼苗株高和根系生长的抑制愈强; 1ml/m<sup>3</sup> 浓度挥发油处理的萌发种子, 其  $\alpha$ -淀粉酶活性比对照下降 57.80%;  $\beta$ -淀粉酶活性也有一定程度的降低; 幼苗叶片中硝酸还原酶活性下降 22.30%; 根系过氧化物酶活力降低 40.00%。

**关键词:** 生化他感; 细叶亚菊; 挥发油; 垂穗披碱草; 酶活性。

植物群落的演替 (succession) 主要是外界环境因子及群落组成成分之间相互作用的结果, 而群落组成种之间的相互作用则包括物种间的化学关系, 即生化他感作用 (allelopathy)。人工播种的垂穗披碱草 (*Elymus nutans*) 是高寒草甸地区的主要人工草场, 我们曾对该草场植物群落中细叶亚菊 (*Ajania tenuifolia*) 的入侵与其自然退化的关系进行了调查, 并对其植物种内及种间生化他感作用做了生物学验证 (张宝琛等, 1989a)。在垂穗披碱草人工草场退化过程中, 细叶亚菊与垂穗披碱草间明显地存在着生化相克作用 (张宝琛等, 1989b)。搞清二者间生化相克作用的实质, 对探讨垂穗披碱草人工草场自然退化的机制及其控制途径是必要的。

有关生化他感作用对植物生长发育的影响虽有研究 (Rice, 1984), 但对其生理机制的探讨却很少报道。本文研究在垂穗披碱草人工草场退化的基础上, 从细叶亚菊挥发油生化他感作用对垂穗披碱草生理功能的干扰出发, 分析植物种间生长发育的相互制约, 进一步为退化人工草场的恢复和管理提供科学依据。

\* 国家自然科学基金资助项目。

## 材料和方法

细叶亚菊与垂穗披碱草种子均于1985年10月在中国科学院海北高寒草甸生态系统定位站垂穗披碱草人工草场采集。细叶亚菊挥发油为1986年6月采集的鲜草,经蒸气蒸馏法提取(得油率为3%),贮于棕色瓶中,置冰箱内保存备用。根据细叶亚菊挥发油抑制垂穗披碱草种子萌发的浓度确定试验所用的挥发油浓度为,  $3\text{ml}/\text{m}^3$ ,  $1\text{ml}/\text{m}^3$ ,  $0.5\text{ml}/\text{m}^3$  和  $0.1\text{ml}/\text{m}^3$ 。

试验程序为,将50粒垂穗披碱草种子放在直径为11.2cm,铺有滤纸的培养皿中,共6盘,将其放置在体积为 $0.024\text{m}^3$ 密闭的培养箱内,箱内放有两个分别盛水和不同浓度挥发油的培养皿,无挥发油的空白为对照,每箱为一组处理,共4组重复。实验开始密闭各加水孔,置白昼 $28-30^\circ\text{C}$ ,夜晚 $10-15^\circ\text{C}$ ,600W白炽灯条件下,光照时间为 $10\text{h}/\text{d}$ ,使种子在不同浓度挥发油中熏蒸24h;然后逐个打开加水孔,向盛有种子的培养皿中分别加10ml蒸馏水,逐日统计种子萌发率并测定幼苗生长。

酶活性测定的培养按上述方法进行,只是将培养箱中6个培养皿换成体积为 $30\times 20\times 5\text{cm}^3$ 的培养盒,每盒内铺纱布,垂穗披碱草的种子量为每盒12g。

用3,5-二硝基水杨酸比色法测定种子萌发过程中 $\alpha$ ,  $\beta$ -淀粉酶活性(上海植物生理学会,1984)。以磺胺比色法测定幼苗叶片硝酸还原酶活性(上海植物生理学会,1984)。

采用 $\alpha$ -萘胺氧化法测定根系过氧化物酶的活性(章骏德等,1982)。

## 结果与分析

### (一) 细叶亚菊挥发油对垂穗披碱草种子萌发及幼苗生长的影响

细叶亚菊挥发油不同处理对垂穗披碱草种子的萌发及幼苗生长的作用列于表1。不同处理垂穗披碱草种子的发芽率、株高及根系长度明显不同。 $t$ 检验结果分别为,种子

表1 细叶亚菊挥发油对垂穗披碱草种子发芽势、发芽率及幼苗生长的影响  
Table 1 The influence of volatile oil of *A. tenuifolia* on the seeds germination potential, germination rate and seedling growth of *E. nutans*.

处理 Treatment ( $\text{ml}/\text{m}^3$ )	发芽势和发芽率 Germination potential and germination rate 培养天数 Culture days					株高 Height of seedling (cm)	根长 Length of root (cm)
	5	6	7	8	9		
3	0	0	0	0	0	0	0
P值	0	0	0	0	0	0	0
1	0	3.20	12.7	19.2	25.8*	3.28**	2.33
P值	0	$\pm 0.266$	$\pm 0.589$	$\pm 0.698$	$\pm 0.871$	$\pm 0.254$	$\pm 0.077$
0.5	0	3.50	13.0	21.8	27.7*	3.42**	2.37**
P值	0	$\pm 0.303$	$\pm 0.645$	$\pm 0.572$	$\pm 0.615$	$\pm 0.111$	$\pm 0.069$
0.1	2.7	6.80	17.5	27.0	33.3	5.63	3.40
P值	$\pm 0.487$	$\pm 0.388$	$\pm 0.452$	$\pm 0.738$	$\pm 0.745$	$\pm 0.154$	$\pm 0.145$
ck	2.8	8.30	17.5	28.5	33.8	5.93	3.22
P值	$\pm 0.446$	$\pm 0.350$	$\pm 0.452$	$\pm 0.738$	$\pm 0.688$	$\pm 0.176$	$\pm 0.183$

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ 。

发芽率,  $t = 3.51$ ,  $P < 0.05$ ; 株高,  $t = 4.33$ ,  $P < 0.01$ ; 根系长度,  $t = 4.62$ ,  $P < 0.01$ 。说明,不同挥发油处理垂穗披碱草种子的发芽率,幼苗的株高及根系长度具有显著的差

异。与对照处理比较,  $3\text{ml}/\text{m}^3$  处理对上述 3 项指标产生绝对的抑制作用; 而其它处理的抑制作用则不同,  $0.1\text{ml}/\text{m}^3$  处理的结果与对照相近, 即该处理对垂穗披碱草种子发芽率、幼苗的株高及根系长度的抑制不显著。而  $1\text{ml}/\text{m}^3$  及  $0.5\text{ml}/\text{m}^3$  处理的抑制作用则较对照和  $0.1\text{ml}/\text{m}^3$  处理显著。

(二) 细叶亚菊挥发油处理对萌发垂穗披碱草种子中  $\alpha$ 、 $\beta$ -淀粉酶活性的影响

垂穗披碱草种子中贮藏着大量的淀粉、脂肪和蛋白质。萌发时, 在  $\alpha$ 、 $\beta$ -淀粉酶的作用下被水解为简单物质以供幼苗生长和发育。因此  $\alpha$ 、 $\beta$ -淀粉酶活性的高低, 以及它们在种子萌发时的动态, 可以作为种子萌发时的物质转换和萌发进程的生理指标。经不同剂量细叶亚菊挥发油处理的垂穗披碱草种子, 其  $\alpha$ 、 $\beta$ -淀粉酶的活性随萌发时间而发生改变 (图 1 及图 2)。培养后 4 天, 种子尚未萌发, 处理组与对照组的  $\alpha$ -淀粉酶活性差

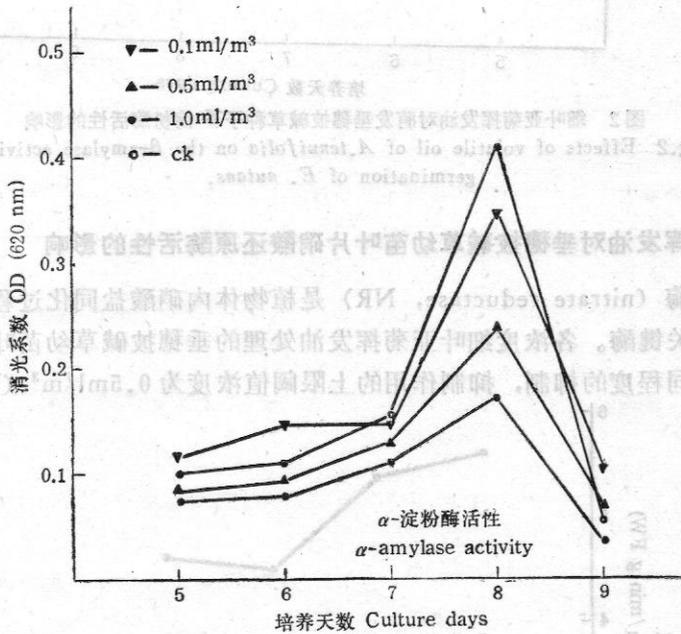


图 1 细叶亚菊挥发油对萌发垂穗披碱草种子  $\alpha$ -淀粉酶活性的影响  
 Fig.1 Effects of volatile oil of *A.tenuifolia* on the  $\alpha$ -amylase activity in germination of *E.nutans*.

异不大。随着种子的萌发,  $\alpha$ -淀粉酶逐渐形成, 到第 6 天, 即种子萌发之日,  $\alpha$ -淀粉酶活性达到最高峰。此时各处理种子的酶活性均明显低于对照。到第 8 天, 对照与处理种子的  $\alpha$ -淀粉酶活性却急剧下降, 且无明显差异。种子中  $\beta$ -淀粉酶比较活跃, 它的高峰期在培养第 4 天出现。此时,  $0.5$  和  $1\text{ml}/\text{m}^3$  处理的种子,  $\beta$ -淀粉酶的活性较对照低。从垂穗披碱草种子萌发期间  $\alpha$ 、 $\beta$ -淀粉酶活性变化的趋势看出,  $1$  和  $0.5\text{ml}/\text{m}^3$  浓度的细叶亚菊挥发油处理对萌发种子中淀粉酶活性有一定的抑制作用; 在酶活性的高峰期抑制作用最明显; 而这种作用对  $\alpha$ -淀粉酶活性的抑制大于对  $\beta$ -淀粉酶活性的抑制。

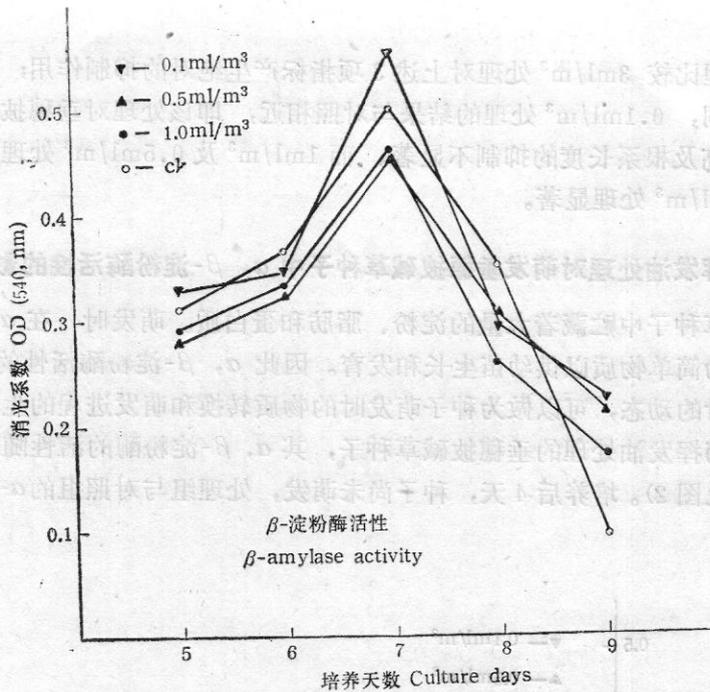


图2 细叶亚菊挥发油对萌发垂穗披碱草种子 $\beta$ -淀粉酶活性的影响  
 Fig.2 Effects of volatile oil of *A.tenuifolia* on the  $\beta$ -amylase activity in germination of *E. nutans*.

### (三) 细叶亚菊挥发油对垂穗披碱草幼苗叶片硝酸还原酶活性的影响

硝酸还原酶 (nitrate reductase, NR) 是植物体内硝酸盐同化过程的限速酶, 为植物氮代谢中的关键酶。各浓度细叶亚菊挥发油处理的垂穗披碱草幼苗叶片中硝酸还原酶活性均受到不同程度的抑制, 抑制作用的上限阈值浓度为  $0.5\text{ml/m}^3$  (图3)。

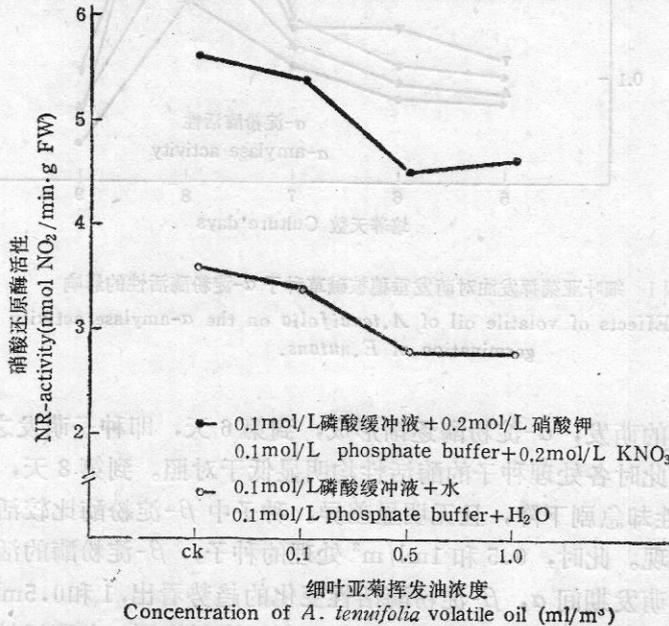


图3 细叶亚菊挥发油对垂穗披碱草幼苗叶片中硝酸还原酶活性的影响  
 Fig.3 Effects of *A.tenuifolia* volatile oil on nitratase activity in leaves of the seedling of *E.nutans*.

#### (四) 细叶亚菊挥发油对垂穗披碱草根系过氧化物酶活性的影响

植物根系酶活力的大小与整个植物生命活动的强度密切相关,是研究植物生命活动的重要指标之一。不同浓度细叶亚菊挥发油处理对垂穗披碱草根系过氧化物酶活力的作用各异(图4)。

0.5和 $1\text{ml}/\text{m}^3$ 处理对幼苗根系过氧化物酶活性有强烈的抑制作用;但 $0.1\text{ml}/\text{m}^3$ 低浓度处理却对根系酶活力有促进作用。

浓度梯度试验还观察到细叶亚菊挥发油浓度愈高对垂穗披碱草根系生长影响愈大,当浓度达到 $1\text{ml}/\text{m}^3$ 以上时,幼苗会产生只长芽不长根的现象。

综上所述,细叶亚菊与垂穗披碱草之间生化他感作用主要是细叶亚菊挥发油抑制了垂穗披碱草种子萌发和幼苗生长过程中某些关键酶的活性。用 $1\text{ml}/\text{m}^3$ 及 $0.5\text{ml}/\text{m}^3$ 细叶亚菊挥发油处理垂穗披碱草种

子,其萌发率与对照比较分别降低29.1%及20.2%;株高分别降低44.7%和42.4%;幼苗根系长度分别减少30.8%和26.4%;萌发种子中 $\alpha$ -淀粉酶活性降低57.8%和41.0%; $\beta$ -淀粉酶活性受到不同程度的抑制作用;幼苗叶片中的硝酸还原酶活性降低22.3%;在 $1\text{ml}/\text{m}^3$ 浓度处理下,根系酶活力降低40.0%。

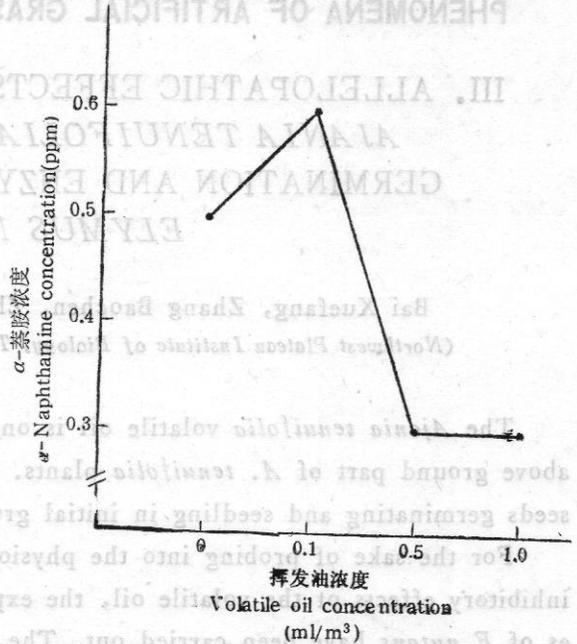


图4 细叶亚菊挥发油对垂穗披碱草根系过氧化物酶活性的影响  
Fig.4 Effects of volatile oil of *A. tenuifolia* on peroxidase activity in the roots of *E. nutans*.

#### 参 考 文 献

- 上海植物生理学会, 1984, 植物生理学试验手册, 上海科学技术出版社, 138—139, 213—215。  
张宝琛、白雪芳、顾立华、甄润德, 1989a, 生化他感作用与高寒草甸垂穗披碱草人工草场自然退化现象研究, 生态学报, 9(2): 115—120。  
张玉琛、顾立华、甄润德, 白雪芳, 1989b, 细叶亚菊入侵与高寒草甸垂穗披碱草人工草场自然退化现象相关性调查, 中国草地, 6: 21—27。  
章骏德、刘国屏、施永宁、高芳, 1982, 植物生理实验法, 江西人民出版社, 52—57。  
Rice, E.I., 1984, Allelopathy, Academia Press, 206—230。

STUDIES ON ALLELOPATHY AND NATURAL DEGENERATION  
PHENOMENA OF ARTIFICIAL GRASSLAND IN ALPINE MEADOW

III. ALLELOPATHIC EFFECTS OF VOLATILE OIL OF  
*AJANIA TENUIFOLIA* ON THE SEEDS  
GERMINATION AND ENZYMES ACTIVITIES OF  
*ELYMUS NUTANS*

Bai Xuefang, Zhang Baochen, Zhen Runde and Gu Lihua  
(Northwest Plateau Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences)

The *Ajania tenuifolia* volatile oil is one kind of metabolites growing at the above ground part of *A. tenuifolia* plants. It has strong inhibitory effects on the seeds germinating and seedling in initial growth of *Elymus nutans*.

For the sake of probing into the physiological mechanism of the allelopathic inhibitory effects of the volatile oil, the experiments for several enzymes activities of *E. nutans* have been carried out. The results are as follows:

When the concentration of the volatile oil vapour comes to  $1\text{ml}/\text{m}^3$ , the enzymes activities of  $\alpha$ -amylase can be reduced by 57.8%; the enzymes activities of nitratase and peroxidase during the seedling growth can be reduced by 22.3% and 40.4% respectively.

**Key words:** Allelopathy; *Ajania tenuifolia*; volatile oil; *Elymus nutans*;  
Enzyme activity.