

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2019.02.013

紫茎泽兰水浸提液对慈竹种子萌发及幼苗生长的影响

林琦¹, 韦廷舟², 苏诗淇², 邹盼红^{3*}

(1. 绵竹市国有林场, 四川 绵竹 618200; 2. 西南科技大学 生命科学与工程学院, 四川 绵阳 621010;

3. 成都农业科技职业学院 园林园艺分院, 四川 成都 611130)

摘要:以浓度为0(对照)、0.25%、1.00%、2.00%、3.00%的紫茎泽兰水浸提液处理慈竹种子,研究其水浸提液对慈竹种子萌发和幼苗生长的化感作用。研究表明,紫茎泽兰水浸提液对慈竹种子的萌发和生长都起到显著影响。在低浓度处理下,浸提液具有低剂量刺激效应,可提高慈竹种子的发芽率、发芽势;随着浓度的升高,慈竹种子发芽率、发芽势显著降低,同时,幼苗的鲜重、根冠比先增加后降低;丙二醛含量、SOD酶活性与浸提液的浓度呈正相关;POD酶活性则先上升,后下降,但均高于对照组。这说明较高浓度的紫茎泽兰水浸提液可显著抑制慈竹种子萌发和幼苗的生长,其入侵林地后对竹林的生产和经营存在潜在威胁。

关键词:紫茎泽兰;慈竹;萌发特性;幼苗生长;化感作用

中图分类号:S722.3;S723.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5508(2019)02-0058-04

The Effect of Aqueous Extracts of *Ageratina adenophora* on Seed Germination and Growth of *Neosinocalamus affinis*

LIN Qi¹ WEI Ting-zhou² SU Shi-qi² ZOU Pan-hong^{3*}

(1. State Owned Forest Farm of Mianzhu City, Mianzhu 618200, China; 2. School of Life Science and Engineering,

Southwest University of Science and Technology, mianyang, Sichuan 621010, China;

3. Department of Landscape Gardening, Chengdu Agricultural College, Chengdu 611130, China)

Abstract: The seeds were treated by 0 (ck), 0.25%, 1.00%, 2.00%, 3.00% aqueous extract from *Ageratina adenophora* in order to investigate the allelopathy on seed germination and growth of *Neosinocalamus affinis*. The results showed that the aqueous extract of *A. adenophora* had a significant impact on seed germination and growth of *N. affinis*. At low concentrations, the aqueous extract improved the germination percentage and germination potential; As the concentration increased, the germination percentage and potential decreased significantly; The fresh weight, root-shoot ratio increased and then fell down; The MDA content and SOD activity were positively related to the concentration of aqueous extract; The POD activity also increased and then fell down, but still higher than those in the control group (0.00%). It suggested that the higher concentration of aqueous extracts would significantly inhibit the seed germination and growth of *N. affinis*, there was a potential threat to the production and operation of bamboo forest.

收稿日期:2018-11-12

基金项目:中央财政林业科技推广示范项目-慈竹7号引种及高产示范栽培

作者简介:林琦(1981-),男,工程师,硕士,主要从事林木种质资源的研究与应用研究,e-mail:linjingxi07@126.com。

*通讯作者:邹盼红(1989-),女,助教,主要从事森林资源与观赏园艺研究,e-mail:zoupanhong2013@126.com。

Key words: *Ageratina adenophora*, *Neosinocalamus affinis*, Germination, Growth, Allelopathy

植物通过向环境中释放化感物质,从不同的时空尺度影响生态学过程^[1]。在种群或群落尺度上,化感物质通过直接作用于周围植物,促进或抑制其生长和发育过程,最终影响种间互作程度。这在生物入侵、群落格局的构建和群落演替过程中均占据着重要的地位和作用^[1-2]。在植物生活史中,种子萌发是其重要的阶段之一。植物可以通过向外界释放化感物质而抑制种子萌发,从而影响种群的建立和更新^[3]。

紫茎泽兰(*Ageratina adenophora* (Spreng.) King & H. Rob)是菊科泽兰属多年生恶性毒草,原产中美洲墨西哥至哥斯达黎加一带,20世纪由中美洲经缅甸和越南传入中国^[4],现已扩散至我国的西南、华南、华中等省份的农田、森林和草地等,并以每年30 km~60 km的速度向东、向北蔓延,并呈现出由热带、亚热带地区向高海拔的寒冷地区和干旱地区蔓延的趋势^[3-4]。在紫茎泽兰入侵过程中,枯枝落叶释放的化感物质较多,可抑制周边植物生长,迅速形成紫茎泽兰优势种群^[5-10]。慈竹(*Neosinocalamus affinis* (Rendle) Keng)广泛分布于我国西南各省,是一种经济价值高的竹类资源^[11-12],紫茎泽兰的迅速扩散对慈竹林的生产存在较大的潜在威胁。目前,关于紫茎泽兰对慈竹种子萌发和幼苗生长的化感作用鲜见报道。鉴于此,本研究以不同浓度的紫茎泽兰地上部分水浸提液处理慈竹种子,研究其对慈竹种子萌发和幼苗生长的影响,旨在揭示紫茎泽兰对慈竹的化感作用,为预防紫茎泽兰入侵慈竹林提供可能的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

紫茎泽兰叶片于2018年7月采摘自凉山州越西县乃托镇附近的林地附近,慈竹种子来源于绵竹市种苗质量检测实验室,2017年采集四川绵竹沿山一带。试验时,将慈竹种子摊开,并选取大小一致、发育良好、籽粒饱满的种子作为试验材料。

1.2 方法

1.2.1 浸提液制备

将采集的紫茎泽兰叶片置于水龙头下清洗干净,烘干至恒重,将叶片剪碎,放入研钵内,充分研磨。分别称取0.25 g,1.00 g,2.00 g和3.00 g叶片

粉末溶解于100 ml蒸馏水,28℃室温下180 r·min⁻¹摇床振荡浸提两天,配制成浓度为0.25%、1.00%、2.00%、3.00%的紫茎泽兰叶片水浸提液,静置,取上清液待用。

1.2.2 种子萌发试验

萌发试验在培养皿中进行,先在培养皿中平铺两层滤纸,然后将培养皿在高压灭菌锅中灭菌。把筛选好的慈竹种子整齐排列在培养皿里,注入10 mL的蒸馏水(对照)和不同浓度的紫茎泽兰叶片水浸提液。试验共5个处理,其中蒸馏水处理的为对照,其余4个试验(0.25%、1.00%、2.00%、3.00%的紫茎泽兰叶片水浸提液)为试验组。每个处理设置3个重复试验,每个重复50粒种子。试验在25℃的恒温光照培养箱中进行,光照/黑暗周期为:12 h/12 h依次交替,光照强度为2 000 Lx。

1.2.3 指标测定

每天固定时间观察、统计当天慈竹种子的萌发数量。慈竹种子的发芽势测定为3 d,发芽率、相对发芽率测定为7 d^[12-13]。发芽7 d后将每个处理的样品混合,随机选取10株幼苗,并测量幼苗地上部分、地下部分的鲜重、根长。用氮蓝四唑光化还原法、愈创木酚法、硫代巴比妥酸比色法测定SOD、POD、丙二醛等生理指标。

1.2.4 数据的统计与分析

试验数据采用Microsoft Excel 2007和SPSS软件进行统计、处理、分析。

2 结果与分析

2.1 紫茎泽兰水浸提液对慈竹种子萌发特性的影响

紫茎泽兰水浸提液处理后,慈竹种子的萌发特性存在着低剂量刺激效应(见表1)。对照组的发芽率为59.33%,发芽势为49.33%;而在低浓度处理下(0.25%),慈竹的种子发芽率为63.33%,发芽势为52.67%,相对发芽率为106.74%,均显著高于对照组。随着浸提液浓度的升高,发芽率、发芽势都逐渐呈现下降的趋势。当浓度 $\geq 1.00\%$ 时,慈竹种子的发芽率、发芽势均显著低于对照组。在浓度为2.00%时,发芽率仅为45.33%,发芽势也仅为31.33%,分别较对照组降低了14个百分点和18个百分点。当处理液的浓度为3.00%时,种子的萌发

受到极大阻碍,发芽率为 34.00%,下降了 25%;发芽势为 20.67%,下降了约 29%,相对发芽率仅为 57.31%。紫茎泽兰水浸提液处理慈竹种子后,种子的发芽率、发芽势呈现先升高后降级的趋势。这说明,低浓度的水浸提液具有低剂量刺激效应,而高浓度则抑制了慈竹种子的萌发特性。

表 1 紫茎泽兰水浸提液对慈竹种子萌发特性的影响

Tab.1 Effect of aqueous extract from *A. adenophora* on seed germination of *N. affinis*

处理 Treatments	发芽率(%) Germination rate(%)	相对发芽率(%) Relative germination rate(%)	发芽势(%) Germination energy(%)
CK	59.33 ± 1.15b	100.00b	49.33 ± 2.31b
0.25%	63.33 ± 2.31a	106.74a	52.67 ± 1.15a
1.00%	54.67 ± 1.15c	92.15c	40.67 ± 1.15c
2.00%	45.33 ± 1.15d	76.40d	31.33 ± 1.15d
3.00%	34.00 ± 2.00e	57.31e	20.67 ± 2.31e

注:同列的不同小写字母表示各水平之间差异显著(P < 0.05),下同。

2.2 紫茎泽兰水浸提液对慈竹幼苗生长的影响

植株的根冠比是衡量植物生长发育是否受到影响的指标之一。研究结果表明,对照组和 0.25% 处理组的根冠比分别为 0.42 和 0.43,其余处理的根冠比均小于 0.4。当处理液浓度为 3.0% 时,根冠比最小,为 0.34,说明植株的生长发育受到了严重的影响。进一步分析发现,随着处理液浓度的升高,慈竹幼苗的鲜重也呈现先增而后降低的趋势。各处理组的幼苗总重量、根重、茎叶重均和对照组有显著差异;尤其是 3.0% 处理组,其总重量仅为 1.89 g,相较对照组下降了 1.55 g。这也表明高浓度的处理液,抑制了幼苗的生长和发育(见表 2)。

表 2 紫茎泽兰水浸提液对慈竹幼苗生长的影响

Tab.2 Effect of aqueous extract from *A. adenophora* on seeding growth of *N. affinis*

处理 Treatments	植株重(g) total biomass	根重(g) weight of root biomass	茎叶重(g) weight of shoot biomass	根冠比 root/shoot ratio
CK	3.44 ± 0.10a	1.01 ± 0.03a	2.43 ± 0.07a	0.42a
0.25%	3.68 ± 0.06a	1.11 ± 0.02a	2.57 ± 0.04a	0.43a
1.00%	2.87 ± 0.05b	0.76 ± 0.01b	2.11 ± 0.03b	0.36b
2.00%	2.34 ± 0.06b	0.60 ± 0.01b	1.73 ± 0.04c	0.35c
3.00%	1.89 ± 0.02c	0.47 ± 0.01c	1.41 ± 0.02d	0.34c

2.3 紫茎泽兰水浸提液对慈竹幼苗丙二醛和 SOD、POD 含量的影响

植物受逆境胁迫后,为了缓解伤害程度,其保护酶(如超氧化物歧化酶、过氧化物酶等)的活性将会发生变化^[14~15]。研究结果表明(见表 3),随着紫茎

泽兰浸提液浓度的增加,幼苗受到的胁迫程度加重,植株的 SOD 活性也逐渐升高。酶的活性与浸提液的浓度呈正相关。在 3.00% 处理时,试验组的 SOD 活性为 367.06,是 CK 的 1.3 倍。POD 活性随着浸提液的浓度增加而呈现先升高后降低的趋势,但均显著高于对照组。试验组中,POD 活性最高的是 2.00% 浸提液处理,其 POD 活性为 145.97,比对照组高 51.37;POD 活性最低的是 0.25% 浸提液处理,其 POD 活性为 108.20,但也高于对照组。这表明在紫茎泽兰浸提液胁迫处理下,慈竹幼苗的保护性酶活性增高;而随着浸提液浓度的继续增大,植株的 POD 活性逐渐下降。

同时,植物体内的丙二醛积累,会导致细胞膜系统受到损伤,膜系统的通透性增加,影响植物的生长发育。根据试验结果可知(见表 3),随着紫茎泽兰浸提液浓度的增加,慈竹幼苗的丙二醛含量逐渐增加。丙二醛含量最高的是 3.00% 浸提液处理,含量为 6.24,是对照组的近两倍;丙二醛含量最低的是 0.25% 浸提液处理,其含量为 3.24,与对照组无显著差异。

表 3 紫茎泽兰水浸提液对慈竹幼苗 MDA、SOD、POD 含量的影响

Tab.3 Effect of aqueous extract from *A. adenophora* on MDA SOD POD content of *N. affinis*

处理 Treatments	SOD 活性 (U·g ⁻¹ ·min ⁻¹) SOD activities	POD 活性 (U·g ⁻¹ ·min ⁻¹) POD activities	丙二醛含量 (μmol·g ⁻¹) MDA content
CK	281.50 ± 4.09e	94.60 ± 1.93e	3.18 ± 0.10d
0.25%	292.63 ± 3.00d	108.20 ± 1.71d	3.24 ± 0.09d
1.00%	313.80 ± 2.03c	145.97 ± 4.11a	4.07 ± 0.08c
2.00%	344.00 ± 3.61ab	136.67 ± 4.16b	5.38 ± 0.05b
3.00%	367.06 ± 3.66aa	123.43 ± 5.06c	6.24 ± 0.13a

3 讨论

紫茎泽兰结实量巨大,种子小又轻,可以通过风、水,或人类、动物的不经意携带等传播方式向异地扩展,其生殖能力强大^[16]。该植物可以通过地下部分分泌或地上部分释放诸如邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯、丙烷-2-亚甲基、泽兰二酮和羟基泽兰酮等化感物质,从而改变周围的土壤微环境,影响当地其他植物的生长发育,使得自己快速发展成为单优群落^[16~18]。研究表明,紫茎泽兰浸提液处理稗草、灰绿藜和反枝苋时,其发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数等种子萌发特性均受到显著的抑制,幼苗鲜重、

幼苗茎长和根长也受到抑制^[19];同时,幼苗的丙二醛(MDA)含量和过氧化物酶(POD)等保护性酶活性升高^[17]。

试验结果得知,紫茎泽兰浸提液处理可影响慈竹种子萌发和幼苗的生长。在低浓度处理下,紫茎泽兰浸提液具有低剂量刺激效应,可提高慈竹种子的发芽率、发芽势以及幼苗的重量和根冠比。随着浸提液浓度的增高,种子的萌发受到显著抑制,发芽率、发芽势呈现下降的趋势。这与其他学者的研究结果基本保持一致^[10,19]。同时,植物幼苗在逆境胁迫下,其生长发育受到抑制时,植株会调整生理代谢,引起丙二醛含量、SOD、POD 等保护性酶活性发生变化,尽可能适应胁迫的环境^[20]。韩一林^[21]研究发现,在干旱、高温等逆境胁迫下,慈竹幼苗 SOD、POD 和 CAT 等保护性酶的活性增加。孙娜娜^[22]研究表明,紫茎泽兰提取物胁迫导致黄瓜幼苗根系细胞发生氧化胁迫,SOD、POD、CAT、APX、AsA 等保护性酶活性和 MDA 含量均升高。而本试验也发现,随着处理的进行,慈竹幼苗的丙二醛含量、SOD 保护性酶的活性均与浸提液的浓度呈正相关;而 POD 的活性则先上升后降低,但均高于对照组,和前人的结论类似。这表明高浓度的紫茎泽兰浸提液,可显著抑制慈竹种子萌发和幼苗的生长。

西南地区是竹类植物分布最广的区域之一,紫茎泽兰入侵林地,对竹林的生产和经营带来了极大的潜在威胁。从生态学角度而言,紫茎泽兰释放的化感和有毒物质抑制其他植物生长,使其和竹子、林木在竞争生存空间、土壤养分的过程中处于优势地位,最终导致该植物扩大自身生存空间和种群数量,压制其他植物的生长和发育^[21]。因此,在竹林的日常经营和管理中,应该及时利用各种技术和方法,在竹林边缘防控结合,限制紫茎泽兰的扩散,避免其形成优势种群,影响竹林的生长。

参考文献:

- [1] 平晓燕,王铁梅.植物化感作用的生态学意义及在草地生态系统中的研究进展[J].草业学报,2018,27(8):175~184.
- [2] 侯玉平,柳林,王信,等.外来植物火炬树水浸液对土壤微生物系统的化感作用[J].生态学报,2013,33(13):4041~4049.
- [3] 袁驰,陈勇,梁永霞,等.紫茎泽兰水浸提液对不同基因型水稻种子萌发及幼苗生长的影响[J].种子,2018,37(5):81~84.
- [4] 刘海,杜如万,王勇,等.紫茎泽兰对四川省凉山州共生植物种间联结性及稳定性的影响[J].生态学报,2017,37(15):5031~5038.
- [5] 徐成东,浦雪梅,李国树,等.紫茎泽兰叶水提液对玉米种子萌发和幼苗生长的影响[J].华北农学报,2010,25(增刊):124~127.
- [6] 曹子林,王乙媛,王晓丽,等.紫茎泽兰对杉木种子萌发及幼苗生长的化感作用[J].种子,2017,36(7):32~36.
- [7] 胡凯茜,郑元,黄新会,等.紫茎泽兰对桉树幼苗生长及生理生态指标的影响[J].中南林业科技大学学报,2016,06:51~55.
- [8] 曹子林,王乙媛,王晓丽,等.紫茎泽兰对蓝桉种子萌发及苗生长的化感作用[J].种子,2017,36(11):38~43.
- [9] 刘济明,陈敬忠,孙运刚,等.紫茎泽兰叶水提液对7种乡土植物幼苗生长和叶绿素的化感影响[J].广西植物. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/45.1134.Q.20180620.1050.002.html>
- [10] 王亚麒,焦玉洁,陈丹梅,等.紫茎泽兰浸提液对牧草种子发芽和幼苗生长的影响[J].草业学报,2016,25(2):150~159.
- [11] 江泽慧.世界竹藤[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,2002.
- [12] 陈俊任,柳丹,吴家森,等.重金属胁迫对毛竹种子萌发及其富集效应的影响[J].生态学报,2014,34(22):6501~6509.
- [13] 张大鹏,蔡春菊,范少辉,等.重金属 Pb²⁺ 和 Cd²⁺ 对毛竹种子萌发及幼苗早期生长的影响[J].林业科学研究,2012,25(4):500~504.
- [14] 林郑和,钟秋生,游小妹,等.低温胁迫对茶树抗氧化酶活性的影响[J].茶叶科学,2018,38(04):363~371.
- [15] 杜澜,陈亮,谢锦忠,等.干旱胁迫及复水对绿竹容器苗生理特征的影响[J].林业科学研究,2018,31(04):164~171.
- [16] 李霞霞,张钦弟,朱珣之.近十年入侵植物紫茎泽兰研究进展[J].草业科学,2017,34(02):283~292.
- [17] 万方浩,刘万学,郭建英,等.外来植物紫茎泽兰的入侵机理与控制策略研究进展[J].中国科学:生命科学,2011,41(01):13~21.
- [18] 聂林红,戴全厚,杜文军.紫茎泽兰化感作用的研究进展[J].中国植保导刊,2011,31(01):10~12.
- [19] 马金虎,杨文秀,孙亮亮,等.紫茎泽兰提取物对3种杂草的化感胁迫作用[J].生态学报,2018,38(10):3514~3523.
- [20] 宋沁春,魏开,漆冬梅,等.盐胁迫下超声波处理对毛竹种子萌发及幼苗生长的影响[J].种子,2018,37(03):83~85.
- [21] 韩一林.慈竹对干旱、高温及协同胁迫的生理生化响应[D].中国林业科学研究院,2017.
- [22] 孙娜娜.外源 NO 缓解紫茎泽兰提取物对黄瓜种子萌发和幼苗生长伤害的生理生化机制[D].山西农业大学,2016.