

大叶茼蒿幼苗对芘胁迫的响应

陈世军, 黄烈琴, 祝贤凌, 冯秀珍, 梅运群

(黔南民族师范学院 生命科学系, 贵州 都匀 558000)

摘要: 采用土培方法探讨大叶茼蒿幼苗对芘胁迫的响应。结果表明: 芘对大叶茼蒿种子发芽率无影响, 对幼苗株高、根长和叶面积有显著抑制; 芘处理的大叶茼蒿幼苗叶内叶绿素 a、叶绿素 b 含量显著下降, 丙二醛(MDA)含量、细胞质膜透性(CMP)显著增加; 在芘浓度大于 50 mg/kg 时, 超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性均受到抑制。

关键词: 芘; 大叶茼蒿; 生理指标; 抗氧化酶活性

中图分类号: S 636.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)11-0022-03

多环芳烃(Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs)对人和动物有致癌、致畸、致突变作用。芘(Pyrene)是带有 4 个苯环的芳香稠环型 PAHs, 在环境中与 PAHs 总量具有良好的相关性^[1], 常被作为监测 PAHs 的指示化合物。近年来, 由于煤、石油、木材和作物秸秆等有机物的不完全燃烧, 以及污水灌溉和化学肥料施用, 造成城郊地区土壤中 PAHs 污染较为严重^[23]。土壤中的 PAHs 可以穿过根皮层而进入植物体内^[4], 进而影响植物的正常生长, 并能通过生物富集进入食物链, 影响食品安全。近年来, 对 PAHs 的研究受到广泛关注^[5]。在国内, 相关研究较多集中于 PAHs 对水生植物的影响^[67]以及 PAHs 污染土壤植物修复的研究^[8], 有关土壤中芘对作物生长的影响研究较少^[910]。

大叶茼蒿(*Chrysanthemum coronarium* L.)是我国重要的经济作物, 关于大叶茼蒿幼苗对土壤中芘胁迫的响应未见报道。试验探讨大叶茼蒿幼苗生长及一些生理特性对土壤中芘胁迫的响应, 以期为进一步研究芘对大叶茼蒿类作物毒害机制及安全生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

大叶茼蒿品种为台湾大叶茼蒿, 购自永安燕丰种业有限公司; 芘购自上海晶纯试剂有限公司, 纯度大于 98%; 土壤为水稻土, 取自都匀市沙坝镇林缘, 远离工厂矿区, 其理化性质为: pH 5.65、有机质含量 14.93 g/kg、全氮 1.27 g/kg、全磷 0.613 g/kg、全钾 16.25 g/kg、碱解氮 107.28 mg/kg、有效磷 14.53 mg/kg、速效钾 31.24 mg/kg, 未检测到芘。取 0~20 cm 表层土风干、磨碎, 过 2 mm 筛后用于试验。

第一作者简介: 陈世军(1975-), 男, 硕士, 副教授, 现主要从事植物生理生态方面研究工作。E-mail: csj8232274@yahoo.com.cn

收稿日期: 2010-03-09

1.2 试验方法

试验设浓度为 0(CK)、50、100、200、300、400、500 mg(芘)/kg(土)的 7 个处理, 每处理重复 3 次。称取 0.45、90、180、270、360、450 mg 的芘, 分别用 200 mL 丙酮溶解, 将丙酮-芘溶液分别倒入 900 g 土壤中, 搅拌均匀, 置于黑暗中放置 24 h, 将其中的 750 g 土壤按每钵 250 g 分装于 3 个塑料钵(高 9 cm、直径 10 cm), 加等量去离子水调节土壤含水量达最大持水量的 60%, 捣碎土壤、防止结块, 整平后每钵分别种上 50 粒均匀饱满的种子; 将分装剩余的 150 g 土壤调节到相同含水量, 捣碎后按每钵约 50 g 分别置入相应芘浓度处理土壤的塑料钵中, 用以覆盖种子。将各处理置于避雨自然条件下培养, 期间每天补水 2 次。

1.3 测试项目及方法

幼苗长出第 2 片真叶时(播种后 15 d), 计算种子发芽率[发芽率=(15 d 时苗数/播种数)×100%]^[10], 测株高、根长、叶面积(第 1 片真叶面积)、叶绿素(Chl)含量、细胞膜透性(CMP)、丙二醛(MDA)含量以及超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)的活性。叶绿素含量测定用丙酮提取法^[11]; 细胞膜透性用电导率法^[12]; MDA 含量用硫代巴比妥酸法^[11]; SOD 活性用 NBT 光还原法^[11]; POD 活性用愈创木酚法^[11]; CAT 活性用滴定法^[11]。试验数据用 DPS 软件统计分析。

2 结果与分析

2.1 大叶茼蒿种子发芽率和幼苗生长对芘胁迫的响应

由表 1 知, 50 mg/kg 的芘处理种子发芽率高于对照, 100、200、300、400、500 mg/kg 处理种子发芽率低于对照, 但各处理间种子发芽率差异并不显著, 该结果与芘对小白菜种子萌发影响的结果相似^[10]。表明大叶茼蒿种子萌发开始阶段主要靠吸胀作用和种子内贮存物质提供养分, 芘对种子发芽没有明显影响。根长、株高、叶面积随芘浓度增高而下降, 说明芘能抑制大叶茼蒿幼苗生长。

表 1 大叶茼蒿种子发芽率和
幼苗生长对芘胁迫的响应

Table 1 Responses of seed germination and
seedling growth of *C. coronarium* under pyrene stress

芘浓度 Pyrene concentration /mg · kg ⁻¹	发芽率 Germination rate/ %	根长 Root length / cm	株高 Stem length / cm	叶面积 Leaf area / cm ²
0	48.00±2.00 Aa	4.13±0.15 Aa	5.03±0.06 Aa	0.255±0.016 Aa
50	49.33±1.15 Aa	3.90±0.10 ABb	4.87±0.15 Ab	0.237±0.021 ABa
100	46.67±3.31 Aa	3.63±0.12 BCc	4.43±0.06 Bc	0.210±0.008 BCb
200	46.00±4.00 Aa	3.40±0.10 CDd	3.83±0.06 Cd	0.191±0.014 Cbc
300	45.33±1.15 Aa	3.17±0.12 De	3.43±0.12 De	0.173±0.021 Cc
400	47.33±1.15 Aa	2.80±0.10 Ef	3.03±0.06 Ef	0.118±0.008 Dd
500	47.33±1.15 Aa	2.37±0.12 Fg	2.50±0.10 Fg	0.087±0.016 De

注:大、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平差异显著(Duncan 法) 下同。

2.2 大叶茼蒿幼苗生理生化指标对芘胁迫的响应

由表 2 知,除 50 mg/kg 处理外,各处理幼苗 Chl a 含量差异达到极显著($P<0.01$),并随芘浓度增高而下降;在 0~400 mg/kg 处理范围内,幼苗 Chl b 含量随芘浓度增高而下降,差异达到极显著($P<0.01$);在 500 mg/kg 处理时稍有回升,但与 400 mg/kg 处理无显著差异。说明芘能抑制大叶茼蒿幼苗 Chl 含量,这可能是芘抑制了 Chl 合成相关酶的活性,导致 Chl 含量降低。

表 2 大叶茼蒿幼苗叶片叶绿素含量、
MDA 含量、细胞膜透性对芘胁迫的响应

Table 2 Responses of chlorophyll contents, MDA contents and
CMP contents of *C. coronarium* seedling leaves under pyrene stress

芘浓度 /mg · kg ⁻¹ Pyrene concentration	叶绿素 a 含量 /mg · g ⁻¹ FW Chl a contents	叶绿素 b 含量 /mg · g ⁻¹ FW Chl b contents	MDA 含量 /×10 ⁻² mol · g ⁻¹ FW MDA contents	细胞膜透 性/ % CMP contents
0	1.264±0.012 Aa	0.604±0.0065 Aa	1.17±0.07 Ef	2.33±0.21 Ef
50	1.224±0.010 Aa	0.557±0.0082 Bb	1.37±0.09 Ee	3.57±0.29 De
100	1.076±0.039 Bb	0.467±0.0071 Cc	2.46±0.18 Dd	5.33±0.35 Cd
200	0.893±0.021 Cc	0.353±0.0133 Dd	3.21±0.08 Cc	5.67±0.32 Cd
300	0.684±0.070 Dd	0.285±0.0101 Ee	3.36±0.13 Cc	6.47±0.31 Bc
400	0.537±0.008 Ee	0.235±0.0071 Ff	3.79±0.06 Bb	8.07±0.25 Ab
500	0.533±0.014 Ee	0.239±0.0085 Ff	4.10±0.07 Aa	8.70±0.17 Aa

2.3 大叶茼蒿幼苗抗氧化酶活性对芘胁迫的响应

由表 3 可知,在 0~500 mg/kg 处理范围内,MDA 含量、CMP 随芘浓度增高而增加。尹颖等^[7]的研究表明,PAHs 能导致生物体内产生自由基,芘处理大叶茼蒿幼苗叶片 MDA 含量、CMP 的增加可能与芘导致大叶茼蒿体内产生自由基而引起脂质过氧化有关。各芘处理大叶茼蒿幼苗叶片 SOD 活性呈极低浓度促进、随后随芘浓度增高而呈现降低的变化趋势,POD、CAT 活性则随芘浓度增高而降低。这种变化可能是随着芘浓度升高,机体被活性物质攻击,酶蛋白受到破坏和消耗,SOD、POD、CAT 活性逐渐下降;而在该试验 50 mg/kg 处理时,SOD 由芘诱导而逐渐升高,但此时 POD、CAT 已开

表 3 大叶茼蒿幼苗叶片抗氧化酶
活性对芘胁迫的响应

Table 3 Responses of antioxidative enzymes activities of
C. coronarium seedling leaves under pyrene stress

芘浓度 Pyrene concentration /mg · kg ⁻¹	SOD 活性 SOD activity /U · g ⁻¹ FW	POD 活性 POD activity /U · (g · min) ⁻¹ FW	CAT 活性 CAT activity /μg(H ₂ O ₂) · (g · min) ⁻¹ FW
0	21.90±1.20 Cc	611.45±2.38 Aa	213.3±1.50 Aa
50	31.47±1.52 Aa	606.01±3.56 Aa	206.7±1.50 Ab
100	24.77±1.01 Bb	554.04±13.49 Bb	173.3±4.70 Bc
200	21.66±1.09 Cc	484.21±6.64 Cc	142.7±3.80 Cd
300	18.57±0.75 Dd	466.68±4.54 Dd	139.0±1.00 Cd
400	16.82±0.51 DEe	453.01 ±6.64 De	123.0±2.00 De
500	15.14±0.39 Ee	393.10±3.15 Ef	111.3±4.00 Ef

始受到抑制,这可能是由于诱导酶活性所需的芘浓度存在差异的原因。

3 讨论

已有研究表明,芘对小白菜种子萌发率没有显著的抑制^[10],该研究也显示芘对大叶茼蒿种子萌发率没有显著的影响,这与蔡、菲对玉米、大麦和紫花苜蓿等作物的种子萌发有抑制作用^[13]不同。这可能是与不同 PAHs 自身性质,特别是水溶性不同有关。

PAHs 胁迫对植物的伤害以及植物的生理响应的分子机制目前还不清楚。Ramos 等^[14]认为 PAHs 导致植物体内活性氧增加,尹颖等^[7]也在芘胁迫的苦草叶部检测到芘始终诱导产生大量的自由基。该研究表明,芘对大叶茼蒿幼苗株高、根长和叶面积显著抑制;芘胁迫的大叶茼蒿幼苗叶内叶绿素 a、叶绿素 b 含量显著下降,MDA 含量、CMP 均显著提高;同时在芘浓度大于 50 mg/kg 时,SOD、POD、CAT 等抗氧化酶活性受到抑制。这些结果与已有 PAHs 对植物毒害作用的报道相似^[7,9,15]。这可能是芘胁迫导致植物体内活性氧增加,引起对细胞膜的伤害和蛋白质、核酸等大分子物质代谢损伤有关。

参考文献

[1] Strickland P, Kang D. Urinary 1—hydroxypyrene and other PAH metabolites as biomarkers of exposure to environmental PAH in air particulate matter[J]. Toxicol. Lett, 1999, 108(2-3): 191-199.
[2] 葛成军,安琼,董元华,等.南京某地农业土壤中有机污染分布状况研究[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(3): 361-365.
[3] 孙小静,石纯,许世远,等.上海北部郊区土壤多环芳烃含量及来源分析[J]. 环境科学研究, 2008, 21(4): 140-144.
[4] Paterson S, Machay D, Tam D, et al. Uptake of organic chemicals by plants: A review of processes, correlations and models[J]. Chemosphere, 1990, 21: 297-331.
[5] Wild E, Dent J, Thomas G O, et al. Direct observation of organic contaminant uptake, storage and metabolism within plant roots[J]. Environ. Sci. Technol., 2005, 39: 3695-3702.

不同樱桃品种果实性状的比较研究

史洪琴¹, 邹 陈¹, 陈荣华²

(1. 贵州省遵义师范学院 贵州 遵义 563002; 2. 贵州省遵义市农业局果蔬站, 贵州 遵义 563002)

摘 要:以红灯、大紫、芝罘红、海龙安2号、乌皮、当地樱桃、莱阳矮樱桃为材料, 测定樱桃果实的可溶性固形物含量、维生素、可滴定酸、单果重、果柄长、果形指数, 并进行果实风味、品质的鉴评。结果表明: 供试樱桃间果实性状指标存在差异, 品种与可溶性固形物含量、品种与单果重、可溶性固形物含量与可滴定酸相关性显著。风味、品质较好的品种, 可溶性固形物含量都在 14.5% 以上, 可滴定酸含量在 0.66% 以下, 风味、品质差的品种, 可溶性固形物含量都在 9.21% 以下, 可滴定酸含量在 1.42% 以上。

关键词: 樱桃果实; 性状; 比较

中图分类号: S 662.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)11-0024-04

樱桃是蔷薇科樱桃属(*Cerasus*)植物, 主要用于栽培的有中国樱桃(*Prunus pseudocerasus* Lindley)、酸樱桃(*Prunus cerasus* Linn.)、毛樱桃(*Prunus tomentosa* Thunb.)、甜樱桃(*Prunus avium* Linn)4种^[1]。生产中常

见的是中国樱桃、甜樱桃, 营养丰富、色鲜味美, 被誉为春果第一枝^[2]。中国樱桃原产中国长江流域, 有 3 000 多年栽培历史, 我国南到广东, 北到河北都有栽培^[3]。甜樱桃原产于欧洲黑海沿岸和亚洲西部, 世界上 98% 的大樱桃集中在北半球, 亚洲较少, 我国主产区在渤海湾一带^[4], 丰富了当地樱桃品种。从 2000 年, 先后从国内科研单位引入部分中国樱桃、甜樱桃, 对其生长发育、栽培技术进行研究, 关于樱桃果实性状, 崔新颖、齐秀娟曾研究报道^[5], 先主要从樱桃可溶性固形物含量、维生素、可滴定酸、单果重、果柄长、果形指数等指标, 比较 7 种樱

第一作者简介: 史洪琴(1965-), 女, 本科, 副教授, 现从事果树栽培的教学和研究工作。E-mail: shihongqin@yahoo.cn.

基金项目: 贵州省教委 2007 年自然科学重点课题资助项目(黔教科 2006214)。

收稿日期: 2010-03-09

- [6] 刘建武, 林逢凯, 王郁, 等. 多环芳烃(萘)污染对水生植物生理指标的影响[J]. 华东理工大学学报, 2002, 28(5): 520-524.
- [7] 尹颖, 孙媛媛, 郭红岩, 等. 苈对苦草的生物毒性效应[J]. 应用生态学报, 2007, 18(7): 1528-1533.
- [8] 高彦征, 凌婉婷, 朱利中, 等. 黑麦草对多环芳烃污染土壤的修复作用及机制[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(3): 498-502.
- [9] 杨志峰, 史衍玺. 苈胁迫对辣椒生理指标的影响[J]. 山东农业科学, 2006(4): 20-22.
- [10] 蔡顺香, 何盈, 王煌平, 等. 苈对小白菜幼苗生长和一些生理生化指标的影响[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(4): 643-646.
- [11] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2004: 39-276.

- [12] 郝建军, 康宗利, 于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 102-169.
- [13] Henner P, Schiavon M, Druelle V. Phytotoxicity of ancient gaswork soils: Effect of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) on plant germination[J]. Org. Geochem., 1999, 30: 275-284.
- [14] Ramos R, Garcia E. Induction of mixed-function oxygenase system and antioxidant enzymes in the coral *Montastraea faveolata* on acute exposure to benzo(a)pyrene[J]. Comp. Biochem. Physiol., 2007, 144C(4): 348-355.
- [15] 陆志强, 郑文教, 马丽. 萘和苈胁迫对红树植物秋茄幼苗膜透性及抗氧化酶活性的影响[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2008, 47(5): 757-760.

Responses of *Chrysanthemum coronarium* Seedling under Pyrene Stress

CHEN Shi-jun, HUANG Lie-qin, ZHU Xian-ling, FENG Xiur-zhen, MEI Yun-qun

(Department of Life Sciences, Qiannan National Normal College, Duyun, Guizhou 558000)

Abstract: Responses of growth and several physiological characteristics of *Chrysanthemum coronarium* seedling under pyrene stress in soil were studied. The results showed that pyrene had little effects on the seed germination, but suppressed significantly the plant height, root length and leaf area. Pyrene stress brought about the reduction of chlorophyll a, chlorophyll b obviously. The MDA contents, CMP contents in seedling were enhanced. SOD, POD and CAT activity in seedling were suppressed by pyrene (> 50 mg/kg).

Key words: pyrene; *Chrysanthemum coronarium*; physiological indexes; antioxidant enzyme activity