

## 研究报告

### Research Report

# 三种植物提取物对菟丝子及大豆生长发育和宿主保护酶活性的影响

万静<sup>1\*</sup> 许军<sup>1\*</sup> 杨明艳<sup>1</sup> 杨振德<sup>1\*\*</sup> 黄庆鹤<sup>1</sup> 赵淑芳<sup>2</sup>

1 广西大学林学院, 南宁 530004, 2 广西大学化学化工学院, 南宁, 530004

\* 同等贡献作者

\*\* 通讯作者, dzyang68@126.com

**摘要** 利用不同浓度的苦楝树皮和叶、隆缘桉叶和乌桉叶的乙醇提取物对菟丝子及其宿主大豆幼苗进行处理, 15 d 后评价三种提取物对菟丝子和大豆幼苗的影响。结果表明: 三种提取物在低浓度时对菟丝子及其宿主大豆幼苗生长发育均无显著影响, 在高浓度(0.25 g/mL)下, 桉树叶提取物对大豆和菟丝子的损伤程度分别达到了 64%和 70%, 苦楝树皮提取物对菟丝子损伤程度为 78%, 但对大豆幼苗仅为 7%。桉树叶和苦楝树皮提取物处理均导致大豆叶片超氧化物歧化酶(SOD)活性升高, 最高值分别为相应对照组的 2.37 倍和 2.0 倍; 但对过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)活性的影响不同, 桉树叶提取物使大豆幼苗 POD 活性最大值为对照组的 2.28 倍, 而苦楝树皮提取物处理则是 CAT 活性升高, 最大值为对照组的 1.58 倍, 提示桉树叶提取物对大豆较强的伤害作用与其较低的 CAT 活性有关。

**关键词** 植物提取物, 菟丝子, 苦楝, 隆缘桉, 乌桉, 大豆, 宿主植物, 保护酶

## Effects of Three Plant Extracts on Growth and Development of Dodder and Soybean and on Protective Enzymes of Host

Wan Jing<sup>1\*</sup> Xu Jun<sup>1\*</sup> Yang Mingyan<sup>1</sup> Yang Zhende<sup>1\*\*</sup> Huang Qinghe<sup>1</sup> Zhao Shufang<sup>2</sup>

1 Forestry College of Guangxi University, Nanning, 530004; 2 School of Chemistry and Chemical Engineering of Guangxi University, Nanning, 530004

\* The authors who contributed equally to this work

\*\* Corresponding author, dzyang68@126.com

DOI: 10.3969/gab.031.000063

**Abstract** The ethanol extracts of *Melia azedarach's* bark and leaves, *Eucalyptus robusta's* leaves, *Sapium sebiferum's* leaves were studied which treated to dodder and its host soybean seedlings in different concentrations, the impact of three plants extracts on dodder and soybean seedlings were evaluated at the 15 days after spraying. The results showed that three extracts in low concentrations had no significant influence on the growth and development of dodder and soybean seedling. In high concentrations (0.25 g/mL), *Eucalyptus robusta's* leaves extract caused damage to soybean seedling and dodder reached at 64% and 70% respectively, while the damage of *Melia azedarach's* bark extract was 78% to dodder and only 7% to soybean seedlings. On the other hand, the treatment of *Eucalyptus robusta's* leaves and *Melia azedarach's* bark extract led to superoxide dismutase (SOD) activity of soybean's leaves rising, the highest values were 2.37 times and 2.0 times respectively as much as the control groups. But the effects in activities of peroxidase (POD) and catalase (CAT) were different, which the highest value of POD activity caused by *Eucalyptus robusta's* leaves extract was 2.28 times compared to the control group. Whereas CAT activity rose highest under *Melia azedarach's* bark extract treatment, the maximum was 1.58 times than the control group, which suggested the damage to soybean caused by *Eucalyptus robusta's* leaves extract was associated with its lower activity in CAT.

**Keywords** Plant extract, Dodder (*Cuscuta chinensis* Lam.), *Melia azedarach*, *Eucalyptus robusta*, *Sapium sebiferum*, Soybean (*Glycine max*), Host plant, Protective enzymes

基金项目 本研究由广西大学国家大学生创新性实验计划资助项目(101059331)和广西大学科研基金资助项目(XB2100153)共同资助

植物是生物活性化合物的天然宝库,植物体内的次生代谢物如黄酮类、生物碱、腈类和萜烯类植物抗毒素类等均具有杀虫、抑菌和除草的作用(操海群等,2000,安徽农业大学学报,27(1):42-46;郭庆港,2003)。20世纪80年代以来,人类意识到长期使用化学农药给人类、动物和环境带来了种种恶果,开始开发具有作用方式多样化、易降解、病虫不易产生抗性、对环境无污染及人畜不易中毒等特点的植物源农药。植物源农药包括植物源杀虫剂、植物源灭菌剂和植物源除草剂。许多研究表明植物源除草剂的应用价值极大(Habib and Abdul Rahman, 1988; Lee et al., 1997; Duke et al., 2000; 李艳军和贺红武, 2004; 刘建新等, 2005; 高兴祥, 2008)。

菟丝子是旋花科(Convolvulaceae)、菟丝子亚科(Cuscutioideae)、菟丝子属(*Cuscuta*)植物的统称。典型的代表植物菟丝子(*Cuscuta chinensis* Lam.)为一年生寄生草本,根与叶退化,茎具攀缘性,以茎上的吸器伸入寄主皮内获取自身营养(秦魁兴, 2009, 中国森林病虫, 4: 10)。菟丝子在我国大部分地区均有分布,是重要的植物检疫对象,其寄主范围广泛,生长迅速,对农作物和园林植物均能造成严重、持久的危害。大豆是菟丝子的常见寄主,本试验以不同浓度的苦楝(*Melia azedarach* Linn.)皮、叶,隆缘桉(*Eucalyptus robusta* Smith)、乌桕(*Sapium sebiferum* (L.) Roxb.)叶的乙醇提取物对菟丝子和寄主大豆幼苗进行处理,研究这些植物提取物对菟丝子生长发育的抑制效果以及宿主植物大豆保护酶活性的影响,为选择安全、有效的菟丝子生物源防治物质提供理论依据。

## 1 结果与分析

### 1.1 三种植物浸提物处理对菟丝子和大豆幼苗生长发育的影响

从表1可以看出,三种植物浸提物对菟丝子和大豆幼苗的生长发育均产生了一定的影响。各提取物在低浓度时对菟丝子和大豆幼苗均无明显伤害症状,但高浓度(0.25 g/mL)提取物对菟丝子有较强的伤害作用,伤害率均达48%以上,最高为70%。具体表现在生长受阻、吸器数和缠绕圈数减少、出现萎蔫和枯死现象。高浓度植物浸提物处理下,除了苦楝树皮浸提物对寄主大豆幼苗的伤害率仅为7%,其它浸提物对大豆幼苗的伤害率均超过54%,如桉树叶浸提物对大豆幼苗伤害率达到64%。苦楝树皮浸提物对菟丝子的伤害作用极强而对宿主大豆幼苗的伤害很小,提示苦

楝树皮浸提物对大豆田菟丝子的生长发育产生了抑制作用。

### 1.2 植物浸提物对宿主大豆叶片保护酶活性的影响

SOD是保护植物细胞免受自由基伤害的第一道防线(Hernández et al., 2001),主要清除 $O_2^-$ ,将 $O_2^-$ 转化为 $H_2O_2$ 和 $O_2$ 。它普遍存在于植物中,在保护植物细胞免受活性氧簇ROS的伤害中起重要作用。由图1可知,除苦楝树叶浸提物外,高浓度(0.25 g/mL)的浸提物处理引起了大豆叶片的SOD活性的升高。在0.25 g/mL时,桉树叶浸提物处理的大豆叶片SOD活性为对照组的2.26倍。而0.05 g/mL的乌桕叶和苦楝叶浸提物处理的SOD活性与对照组相比,有所降低,分别为对照的0.81倍和0.88倍。

POD在植物体酶促活性氧清除系统中担当着一个重要的作用,即进一步将SOD的歧化产物 $H_2O_2$ 分解为 $H_2O$ 和 $O_2$ ,起到解毒作用。而CAT则是植物体内降解 $H_2O_2$ 的另一条通路,它与SOD共同作用清除体内的 $H_2O_2$ 和超氧根离子 $O_2^-$ ,可以将羟基自由基的形成最大限度的减少。由图2可知,桉树和苦楝树叶浸提物处理后,大豆叶片的POD活性均发生变化。其中0.05 g/mL和0.01 g/mL桉树叶浸提物处理的POD活性分别为对照的2.28倍和2.04倍,0.25 g/mL、0.05 g/mL和0.01 g/mL苦楝树叶浸提物处理的POD活性分别为对照的2.0倍、1.75倍和1.48倍。乌桕叶和苦楝树皮浸提物对大豆叶片POD活性影响不明显。与POD不同,乌桕叶和苦楝树皮浸提物对大豆叶片CAT活性影响较为明显,而桉树叶浸提物处理的CAT活性变化较小,仅略高于对照(图3)。

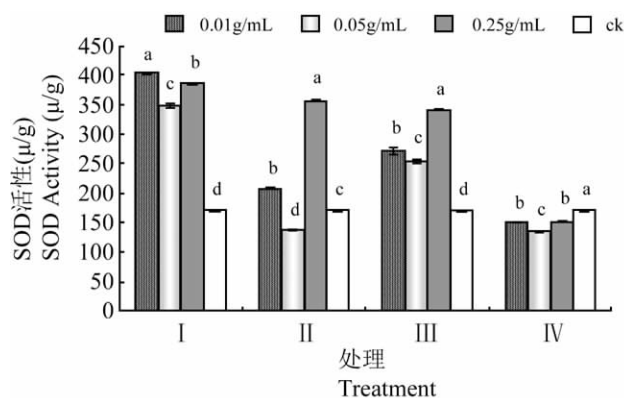


图1 三种植物提取物对大豆叶片SOD活性的影响

注: :桉树叶; :乌桕叶; :苦楝皮; :苦楝叶

Figure 1 Three plant extracts affected on SOD activity in soybean  
Note: : *Eucalyptus* leaves; : *Sapium sebiferum* leaves; : *Melia azedarach* bark; : *Melia azedarach* leaves

表 1 三种植物提取物对菟丝子生长发育的抑制效果及其对宿主的伤害影响  
Table 1 The inhibition effects of three plant extracts on dodder's growth and development and on host's damage

植物提取物 Plant extract	浓度(g/mL) Concentration (g/mL)	菟丝子 Dodder			大豆 Soybean		
		症状 Symptom	伤害程度(%) Damage degree (%)	鲜重(g/株) Fresh weight (g/plant)	症状 Symptom	伤害程度(%) Damage degree (%)	鲜重(g/株) Fresh weight (g/plant)
桉树叶片 Eucalyptus leaves	0.00	生长正常	0.0	0.145±0.01a	生长正常	0.0	2.6±0.19b
	0.01	Normal growth and development 无萎蔫, 生长变慢	16.0	0.134±0.03a	Normal growth and development 叶子变黄	8.0	2.1±0.10ab
	0.05	No wilting, slowly growing 部分萎蔫, 缠绕较松	44.0	0.104±0.01a	Leaves yellowing 叶出现一部分枯死斑	22.0	1.8±0.12a
	0.25	Partly wilting, losse twining 萎蔫, 有枯死出现	70.0	0.115±0.03a	Dead spots partly appearing in leaves 叶子出现大面积枯死斑	64.0	1.9±0.29a
		Wilting, dead			Dead spots fully appearing in leaves		
乌柏 <i>Sapium sebiferum</i> leaves	0.00	生长正常	0.0	0.12±0.02a	生长正常	0.0	2.7±0.12a
	0.01	Normal growth and development 无明显损伤	6.0	0.12±0.02a	Normal growth and development 叶出现褪绿	7.0	2.9±0.33a
	0.05	No obvious damage 萎蔫, 缠绕圈数较少	44.0	0.108±0.02a	Chlorotic leaves appearing 叶出现一部分枯死	24.0	2.6±0.37a
	0.25	Wilting, few twines 同上	48.0	0.103±0.03a	Leaves partly appearing dead 叶枯死较多	54.0	2.9±0.19a
		Same as above			Lots of leaves dead		
苦楝叶 <i>Melia azedarach</i> leaves	0.00	生长正常	0.0	0.153±0.01a	生长正常	0.0	2.6±0.19a
	0.01	Normal growth and development 无萎蔫, 生长变慢	18.0	0.154±0.05a	Normal growth and development 伤害不明显	4.0	2.7±0.34a
	0.05	No wilting, slow growing 生长减缓, 缠绕圈数较少	30.0	0.105±0.03a	Not obvious hurt 叶子变黄	10.0	2.2±0.25a
	0.25	Slow grow, few twine 萎蔫, 枯死过半	60.0	0.065±0.01a	Leaves yellowing 叶出现大面积枯死斑	58.0	2.0±0.16a
		Wilting, Half of leaves dead			Large area dead spots appearing in leaves		

续表 1  
Continuing table 1

植物提取物 Plant extract	浓度(g/mL) Concentration (g/mL)	菟丝子 Dodder		大豆 Soybean			
		症状 Symptom	伤害程度(%) Damage degree (%)	鲜重(g/株) Fresh weight (g/plant)	症状 Symptom	伤害程度(%) Damage degree (%)	鲜重(g/株) Fresh weight (g/plant)
苦楝皮 <i>Melia</i>	0.00	生长正常	0.00	0.121±0.02a	生长正常	0.00	2.6±0.19a
<i>azedarach</i> bark	0.01	Normal growth and development 生长变慢, 缠绕圈数减少	28.0	0.081±0.01a	Normal growth and development 伤害不明显	4.00	3.1±0.51a
	0.05	Slow growing few twine 萎蔫, 无缠绕	54.0	0.101±0.01a	No obvious hurt 伤害不明显	5.00	2.5±0.32a
	0.25	Wilting, no twine 较多枯死出现	78.0	0.08±0.01a	No obvious hurt	7.00	2.5±0.27a
		Mostly dead			Leaves yellowing slightly		

注: 表中数据为五次实验重复的平均值±标准误; 多重比较采用 Duncan 新复极差法, 同一栏后有相同字母者是经 Duncan 检验差异不显著( $p < 0.05$ ); 下同

Note: Data of the experiment was repeated five times in the table expressed the average ± standard error; multiple comparisons used Duncan new multiple range method, the same letters after the same column were no significant difference ( $p < 0.05$ ) by Duncan test; The same below

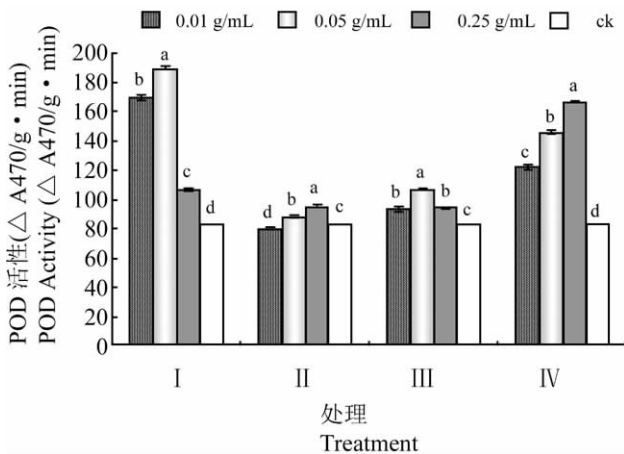


图2 三种植物提取物对大豆叶片 POD 活性的影响

注: : 桉树叶; : 乌桕叶; : 苦楝皮; : 苦楝叶

Figure 2 Three plant extracts affected on POD activity in soybean

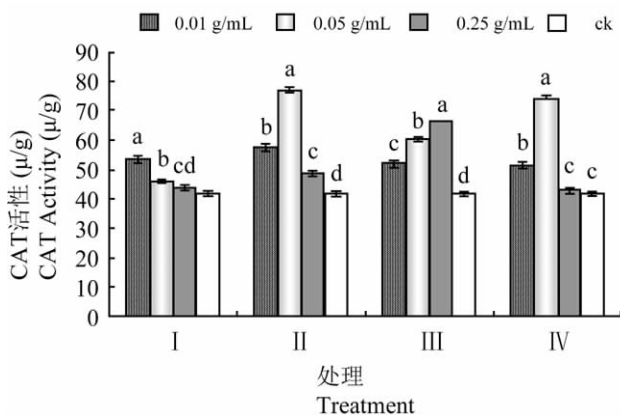
Note: : *Eucalyptus* leaves; : *Spium sebiferum* leaves; : *Melia azdarach* bark; : *Melia azedarachn* leaves

图3 三种植物提取物对大豆叶片 CAT 活性的影响

注: : 桉树叶; : 乌桕叶; : 苦楝皮; : 苦楝叶

Figure 3 Three plant extracts affected on CAT activity in soybean

Note: : *Eucalyptus* leaves; : *Spium sebiferum* leaves; : *Melia azdarach* bark; : *Melia azedarachn* leaves

## 2 讨论

在菟丝子的药剂防治中如何保护宿主的正常生长至关重要。利用植物提取物来防治菟丝子是菟丝子防治的一种尝试。Habib 和 Abdul Rahman (1988)研究了几种杂草提取物对菟丝子及其宿主的生长发育影响后,指出了狗牙根的甲醇提取物中含有抑制菟丝子生长和对宿主紫花苜蓿安全的物质,并鉴定出其中的 10 种;周兵(2008)等人研究指出桉树、乌桕和苦楝提取物内均含具有除虫除草活性物质(魏金强, 2005; 林丽静等, 2007),姜萍等(2004)人研究指出苦楝皮中含有的活性物质主要为苦楝素。本研究表明,高浓度(0.25 g/mL)桉树叶提取物对大豆和菟丝子均有

较强的伤害作用,但高浓度苦楝树皮提取物仅对菟丝子有较大伤害作用而对寄主大豆较为安全。提示桉树提取物不能用于大豆田的菟丝子防治,而苦楝树皮提取物有望开发出用于大豆田菟丝子防除的生物源药剂。

在正常环境或逆境中植物均可产生一定量活性氧自由基。在正常生理条件下,植物体内活性氧的产生与清除处于动态平衡状态,CAT、SOD 和 POD 等酶互相协调,使植物体内活性氧自由基保持着一个较低的水平,因此植物细胞可免于伤害。但是在逆境条件下植物体内的活性氧的产生和清除的代谢平衡受到破坏,活性氧的积累过多导致植物细胞膜脂过氧化,细胞膜的结构和功能遭到破坏,从而表现出伤害症状(Hernández et al., 2001; Shinozaki et al., 2003; Apel and Hirt, 2004)。提示植物体内这三种酶的活性变化可以用来评价植物受伤害的程度,可为选择对宿主植物大豆安全的提取物提供理论依据。

本研究表明桉树叶和苦楝树皮提取物对宿主植物大豆叶片的保护酶系统影响不同。虽然两者处理均可引起 SOD 酶活性的显著升高,产生较多有毒  $H_2O_2$ ,但对承担  $H_2O_2$  清除的两个酶 POD 和 CAT 活性的影响明显不同。桉树叶提取物处理大豆 POD 活性明显升高,而 CAT 活性仅略高于对照;苦楝树皮提取物处理大豆则是 CAT 活性明显升高,而 POD 活性无明显影响。结合伤害程度可以认为,大豆叶片中有毒  $H_2O_2$  的降解以 CAT 酶为主,POD 为辅;即 SOD 活性明显升高产生,较多有毒的  $H_2O_2$ ,而承担  $H_2O_2$  清除的 CAT 酶活性较弱,引起体内  $H_2O_2$  积累是寄主大豆出现明显伤害症状的生理机制。黄高峰等(2011)在菊芋的研究时发现 POD 与 SOD 活性显著的高于 CAT 活性,得出在菊芋叶片中超氧根阴离子的降解以 SOD-POD 为主,SOD-CAT 为辅的结论,与此研究相类似,本研究认为在大豆叶片超氧根阴离子的降解中 SOD-CAT 的效果明显高于 SOD-POD。桉树叶提取物处理后,大豆幼苗叶片 CAT 活性的较低,不能有效清除  $H_2O_2$  的毒害,因而表现出明显的伤害症状。相反,苦楝树皮浸提物处理后,大豆幼苗叶片 CAT 活性的较高,能有效清除  $H_2O_2$  的毒害,因而无明显伤害症状。

本研究得出了苦楝树皮的乙醇提取物能抑制菟丝子的生长发育而对宿主大豆安全,但究竟是什么物质抑制了菟丝子的生长发育还不清楚。这需要对苦楝树皮提取物进行进一步的分离与鉴定,找出对菟丝子的生长发育有显著抑制作用的物质,这项工作对开发防治菟丝子的新生物源农药具有重要意义。

### 3 材料和方法

#### 3.1 植物乙醇浸提物的制备

隆缘桉(*Eucalyptus robusta* Smith)和乌桕(*Sapium sebiferum* (L.) Roxb.)叶片、苦楝(*Melia azedarach* Linn.)树皮和叶片均采自广西大学校园内,材料烘干粉碎后各取 500 g 按 1:10 (w/v)加入 95%的酒精浸提 24 h 过滤,滤渣重复浸提 3 次,合并滤液。滤液在 0.5~0.7 大气压 80℃下减压蒸去酒精后得植物浸提物。浸提物用蒸馏水稀释为 0.01 g/mL、0.05 g/mL 和 0.25 g/mL 三个浓度备用。

#### 3.2 植物浸提物对菟丝子防治试验

宿主植物大豆播种于广西大学林学院校内实习基地。待大豆幼苗高长至 40 cm 时用长 10 cm 的菟丝子茎段(采摘于两年生的黄耨梅上)接种于大豆上。待菟丝子寄生成活后,分别将不同浓度的浸提物均匀喷洒于大豆和菟丝子上,对照组用蒸馏水处理,每个浓度重复 5 次,处理 15 d 后观察统计菟丝子的防治效果和大豆幼苗的伤害情况。伤害程度评价参照 Habib 和 Abdul Rahman (1988)的做法。

#### 3.3 大豆幼苗保护酶活性的测定

大豆幼苗经浸提物处理 15 d 后用于测定保护酶活性。过氧化物酶的测定采用愈创木酚比色法,过氧化氢酶的测定采用紫外吸收法,超氧化物歧化酶的测定采用 NBT 光化还原法(陈建勋和王晓峰, 2006; 郑炳松, 2006)。

#### 3.4 数据分析

运用 Excel 和 SPSS17.0 进行数据处理与分析,文中数据均以平均值±标准误表示;多重比较采用 Duncan 新复极差法;同一栏后有相同字母者是经 Duncan 检验差异不显著( $p < 0.05$ )。

#### 作者贡献

万静是本实验的执行人,完成实验的数据分析和文本初稿的写作;许军是该项目的负责人,负责论文的写作与修改;杨明艳和黄庆鹤同参与实验设计、实验研究与试验结果;赵淑芳参与了实验研究;杨振德教授是本文的责任作者(通信作者),指导本研究的实验设计并且对论文写作与修改提出了建议。

#### 参考文献

Apel K., and Hirt H., 2004, Reactive oxygen species: Metabo-

- lism, oxidative stress, and signal transduction, *Annu. Rev. Plant Biol.*, 55: 373-399
- Chen J.X., and Wang X.F., eds., 2006, *Plant physiology experiment guidance*, South China University of Technology Press, Guangzhou, China, pp.119-121 (陈建勋, 王晓峰, 主编, 2006, 植物生理学实验指导, 华南理工大学出版社, 中国, 广州, pp.119-121)
- Duke S.O., Dayan F.E., Romagni J.G., and Rimando A.M., 2000, Natural products as sources of herbicides: Current status and future trends, *Weed Res.*, 40(1): 99-111
- Gao X.X., Li M., Gao Z.J., and Li Z.Q., 2008, Bioassay on the herbicidal activity of extracts from eight herbs including *Hemistepta lyrata*, *Zhiwu Ziyuan Yu Huanjing Xuebao* (*Journal of Plant Resources and Environment*), 17(4): 31-36 (高兴祥, 李美, 高宗军, 李志强, 2008, 泥胡菜等 8 种草本植物提取物除草活性的生物测定, *植物资源与环境学报*, 17(4): 31-36)
- Guo Q.G., 2003, Study and screening on plant extracts against Downy mildew of cucumber, Thesis for M.S., Hebei Agricultural University, Supervisor: Cao K.Q., pp.1-47 (郭庆港, 2003, 防治黄瓜霜霉病植物提取物的筛选与研究, 硕士学位论文, 河北农业大学, 导师: 曹克强, 1-47)
- Habib S.A., and Abdul Rahman A.A., 1988, Evaluation of some weed extracts against field dodder on *alfalfa* (*Medicago sativa*), *Journal of Chemical Ecology*, 14(2): 443-452
- Hernández J.A., Ferrer M. A., Jiménez A., Ros Barceló A., and Sevilla F., 2001, Antioxidant systems and  $O_2/H_2O_2$  production in the apoplast of pea leaves: its relation with salt-induced necrotic lesions in minor veins, *Plant Physiology*, 127:817-831
- Huang G.F., Wang L.H., Fang Y.H., and Li L., 2011, Effects of drought stress on protective enzyme activity and membrane lipid per-oxidation of leaf in *Helianthus tuberosus* L., *Xinan Nongye Xuebao* (*Seedling Southwest China Journal of Agricultural Sciences*), 24(2): 552-555 (黄高峰, 王丽慧, 方云花, 李莉, 2011, 干旱胁迫对菊芋苗期叶片保护酶活性及膜脂过氧化作用的影响, *西南农业学报*, 24(2): 552-555)
- Jiang P., Ye H., and An X.N., 2004, Studies on extraction of extractives from *Melia azedarach* L. and its bacteriostatic activity, *Linchan Huaxue Yu Gongye* (*Chemistry and Industry of Forest Products*), 24(4): 23-27 (姜萍, 叶汉玲, 安鑫南, 2004, 苦楝提取物的提取及其抑菌活性的研究, *林产化学与工业* 24(4): 23-27)
- Lee D.L., Prisybilla M.P., Gromartie T.H., 1997, The discovery and structural requirements of inhibitors of *p*-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase, *Weed Sci.*, 45: 601-609
- Li Y.J., and He H.W., 2004, Progresses on the herbicidal activity of 1, 4-cineole derivatives, *Nongyao* (*Chinese Journal of Pes-*

- ticides), 43(3): 101-103 (李艳军, 贺红武, 2004, 具有除草活性的 1, 4- 桉树脑衍生物的研究进展, 农药, 43(3): 101-103)
- Lin L.J., Li Y.Z., Zhou J.G., and Xu P., 2007, Advances in the research on the sub-metabolized production of eucalyptus as botanical pesticides, *Guangdong Linye Keji* (Guangdong Forestry Science and Technology), 23(5): 72-75 (林丽静, 李奕震, 周纪刚, 徐平, 2007, 桉树次生代谢产物作为植物源农药的研究进展, 广东林业科技, 23(5): 72-75)
- Liu J.X., Wang Y.M., and Zhao G.L., 2005, Effect of *Peganum multisectum* on seedling growth and cell protective enzyme system in maize, *Zhiwu Yanjiu* (Bulletin of Botanical Research), 25(2): 177-180 (刘建新, 王毅民, 赵国林, 2005, 多裂骆驼蓬提取物对玉米幼苗生长和细胞保护酶系的影响, 植物研究, 25(2): 177-180)
- Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K., and Seki M., 2003, Regulatory network of gene expression in the drought and cold stress responses, *Curr. Opin. Plant Biol.*, 6(5): 410-417
- Wei J.Q., 2005, The study of antibacterial activity of *Sapium sebiferum* (L.) Roxb and *Eucalyptus robusta* Smith, Thesis for M.S., Fujian Agricultural and Forestry University, Supervisor: Ye Z., pp.1-60 (魏金强, 2005, 乌桕(*Sapium sebiferum* (L.) Roxb.)、大叶桉(*Eucalyptus robusta* Smith)抗菌活性研究, 硕士学位论文, 福建农林大学, 导师: 叶舟, pp.1-60)
- Zheng B.S., ed., 2006, The modern techniques of plant physiological and biochemical studies, Meteorological Press, Beijing, China, pp.40-42, 91-92 (郑炳松, 主编, 2006, 现代植物生理生化研究技术, 气象出版社, 中国, 北京, pp.40-42, 91-92)
- Zhou B., Yan X.H., and Huang Z.J., 2008, Effects of *Melia azedarach* leaf ethanol extract on physiology and biochemistry of *Alternanthera philoxeroides* leaf tissue, *Jinggangshan Xueyuan Xuebao* (Journal of Jinggangshan University), 29(1): 18-20, 38 (周兵, 闫小红, 黄志军, 2008, 苦楝叶乙醇提取物对水葫芦叶片伤害的生理生化研究, 井冈山学院学报, 29(1): 18-20, 38)



<http://mpb.sophiapublisher.com>



**Reasons to publish in BioPublisher**  
A BioScience Publishing Platform

- ★ Peer review quickly and professionally
- ☆ Publish online immediately upon acceptance
- ★ Deposit permanently and track easily
- ☆ Access free and open around the world
- ★ Disseminate multilingual available

Submit your manuscript at: <http://bio.sophiapublisher.com>