

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

## Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 11 期 Vol.31 No.11 **2011**

中国生态学学会  
中国科学院生态环境研究中心  
科学出版社

主办  
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

# 生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 11 期 2011 年 6 月 (半月刊)

## 目 次

|                                                    |                          |
|----------------------------------------------------|--------------------------|
| 微生物介导的碳氮循环过程对全球气候变化的响应·····                        | 沈菊培, 贺纪正 (2957)          |
| 巢湖蓝藻水华形成原因探索及“优势种光合假说”·····                        | 贾晓会, 施定基, 史绵红, 等 (2968)  |
| 我国甜菜夜蛾间歇性暴发的非均衡性循环波动·····                          | 文礼章, 张友军, 朱 亮, 等 (2978)  |
| 庞泉沟自然保护区华北落叶松林的自组织特征映射网络分类与排序·····                 | 张钦弟, 张金屯, 苏日古嘎, 等 (2990) |
| 上海大莲湖湖滨带湿地的生态修复·····                               | 吴 迪, 岳 峰, 罗祖奎, 等 (2999)  |
| 芦芽山典型植被土壤有机碳剖面分布特征及碳储量·····                        | 武小钢, 郭晋平, 杨秀云, 等 (3009)  |
| 土壤微生物群落结构对中亚热带三种典型阔叶树种凋落物分解过程的响应·····              | 张圣喜, 陈法霖, 郑 华 (3020)     |
| 中亚热带几种针、阔叶树种凋落物混合分解对土壤微生物群落碳代谢多样性的影响·····          | 陈法霖, 郑 华, 阳柏苏, 等 (3027)  |
| 桂西北喀斯特峰丛洼地表层土壤养分时空分异特征·····                        | 刘淑娟, 张 伟, 王克林, 等 (3036)  |
| 重金属 Cd 胁迫对红树蚬的抗氧化酶、消化酶活性和 MDA 含量的影响·····           | 赖廷和, 何斌源, 范航清, 等 (3044)  |
| 海南霸王岭天然次生林边缘效应下木质藤本与树木的关系·····                     | 乌玉娜, 陶建平, 奚为民, 等 (3054)  |
| 半干旱黄土丘陵区不同人工植被恢复土壤水分的相对亏缺·····                     | 杨 磊, 卫 伟, 莫保儒, 等 (3060)  |
| 季节性干旱对中亚热带人工林显热和潜热通量日变化的影响·····                    | 贺有为, 王秋兵, 温学发, 等 (3069)  |
| 新疆古尔班通古特沙漠南缘多枝桉柳光合作用及水分利用的生态适应性·····               | 王珊珊, 陈 曦, 王 权, 等 (3082)  |
| 利用数字图像估测棉花叶面积指数·····                               | 王方永, 王克如, 李少昆, 等 (3090)  |
| 野生大豆和栽培大豆光合机构对 NaCl 胁迫的不同响应·····                   | 薛忠财, 高辉远, 柳 洁 (3101)     |
| 水磷耦合对小麦次生根特殊根毛形态与结构的影响·····                        | 张 均, 贺德先, 段增强 (3110)     |
| 应用物种指示值法解析昆崙山植物群落类型和植物多样性·····                     | 孙志强, 张星耀, 朱彦鹏, 等 (3120)  |
| 基于 MSIASM 方法的中国省级行政区体外能代谢分析·····                   | 刘 晔, 耿 涌, 赵恒心 (3133)     |
| 不同生态区烟草的叶面腺毛基因表达·····                              | 崔 红, 冀 浩, 杨惠娟, 等 (3143)  |
| B 型烟粉虱对 23 种寄主植物适应度的评估和聚类分析·····                   | 安新城, 郭 强, 胡琼波 (3150)     |
| 杀虫剂啶虫脒和毒死蜱对捕食蜘蛛血细胞 DNA 的损伤作用·····                  | 李 锐, 李生才, 刘 佳 (3156)     |
| 杀真菌剂咪鲜安对蓼花臂尾轮虫的影响·····                             | 李大命, 陆正和, 封 琦, 等 (3163)  |
| 长、短期连续孤雌生殖对蓼花臂尾轮虫生活史和遗传特征的影响·····                  | 葛雅丽, 席貽龙 (3170)          |
| <b>专论与综述</b>                                       |                          |
| 区域景观格局与地表水环境质量关系研究进展·····                          | 赵 军, 杨 凯, 邵 俊, 等 (3180)  |
| 露水对植物的作用效应研究进展·····                                | 叶有华, 彭少麟 (3190)          |
| 葡萄座腔菌科研究进展——鉴定, 系统发育学和分子生态学·····                   | 程燕林, 梁 军, 吕 全, 等 (3197)  |
| 人工林生产力年龄效应及衰退机理研究进展·····                           | 毛培利, 曹帮华, 田文侠, 等 (3208)  |
| 树木年轮在干扰历史重建中的应用·····                               | 封晓辉, 程瑞梅, 肖文发, 等 (3215)  |
| 植物中逆境反应相关的 WRKY 转录因子研究进展·····                      | 李 冉, 娄永根 (3223)          |
| <b>研究简报</b>                                        |                          |
| 三江源地区高寒草原土壤微生物活性和微生物量·····                         | 任佐华, 张于光, 李迪强, 等 (3232)  |
| 3 种黑杨无性系水分利用效率差异性分析及相关 <i>ERECTA</i> 基因的克隆与表达····· | 郭 鹏, 夏新莉, 尹伟伦 (3239)     |
| 猕猴桃园节肢动物群落重建及主要类群的生态位·····                         | 杜 超, 赵惠燕, 高欢欢, 等 (3246)  |

期刊基本参数: CN 11-2031/Q \* 1981 \* m \* 16 \* 298 \* zh \* P \* ¥ 70.00 \* 1510 \* 33 \* 2011-06



**封面图说:** 盘锦市盘山县水稻田——盘锦市位于辽宁省西南部, 自古就有“鱼米之乡”的美称。这里地处温带大陆半湿润季风气候, 有适宜的温度条件和较长的生长期以供水稻生长发育, 农业以种植水稻为主, 年出口大米达 1 亿多公斤, 是国家级水稻高产创建示范区和重要的水稻产区。

**彩图提供:** 沈菊培博士 中国科学院生态环境研究中心 E-mail: jpshe@reccs.ac.cn

### 3 种黑杨无性系水分利用效率差异性分析及 相关 *ERECTA* 基因的克隆与表达

郭 鹏, 夏新莉\*, 尹伟伦\*

(北京林业大学林木育种国家工程实验室, 北京 100083)

**摘要:** 提高植物水分利用效率(WUE)是未来解决我国甚至世界干旱缺水的最重要手段之一。因此, 培育和筛选高 WUE 的品系和品种意义重大。通过对 3 种在充分浇水处理下不同北美黑杨无性系 WUE、叶片  $\delta^{13}\text{C}$  的差异分析, 发现 WUE 在黑杨无性系之间也存在差异。*ERECTA* 基因可以通过改变气孔密度来提高 WUE。在欧美杨中克隆到了该基因(*PdERECTA*)。该基因序列长 2844bp, 编码 948 个氨基酸, 并且具有保守的类受体蛋白激酶家族的膜外富含亮氨酸和胞内激酶区域。荧光定量表达分析证明该基因在 ABA、盐、冷等胁迫处理下都被诱导表达。组织特异表达分析说明 *PdERECTA* 基因在顶端叶表达量最高, 半成熟叶次之, 成熟叶衰老叶和根中则无表达。

**关键词:** *ERECTA* 基因; 北美黑杨; 叶片  $\delta^{13}\text{C}$ ; 水分利用效率(WUE)

### The differences of water use efficiency (WUE) among three *Populus deltoids* clones, and the cloning and characterization of related gene, *PdERECTA*

GUO Peng, XIA Xinli\*, YIN Weilun\*

National Engineering Laboratory for Tree Breeding, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

**Abstract:** In the many parts of the world where water is in short supply, plant water use efficiency, the ratio of carbon fixation to water loss, is critical to plant survival, crop yield and vegetation dynamics. So much effort is being made to reduce water use by crops and produce more crops per drop. Promoting plant water use efficiency is one of the most significant strategies to save water. For the evidence of variation in WUE among species, cultivars and populations. Therefore, it is of great significance to cultivate and choose good WUE clone. *Populus deltoides* is one of the most important species for largescale forestation projects in china. However, the trait of high- consumption-water becomes the key limited factor in the arid and semi-arid areas In our test, Carbon isotope discrimination ( $\delta^{13}\text{C}$ ) is a measure of the  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratio in plant material, and is positively correlated with WUE. We therefore examined  $\delta^{13}\text{C}$  to assess WUE in our study, the average  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  of NE-19, R-270 and DN-2 was -29.732, -30.758 and -31.606, respectively. For farmers and agronomists, the unit of production (WUEL) is much more likely to be the yield of harvested product achieved from the water made available to the crop through rainfall or irrigation. In our study, we found that the WUEL of NE-19, R-270 and DN-2 was 2.41, 2.12 and 1.98 mg/ml, respectively. Although WUE can be studied by many strategies, little is known about the genetic control of transpiration efficiency Our interest has therefore focused on identifying genes whose function could increases plant water use efficiency (WUE). Thus, finding new key genes responsible for water use efficiency phenotypes is of great importance not only for a better understanding of stress responses, but also for promising future crop improvement. The *ERECTA* gene regulates plant transpiration efficiency in *Arabidopsis*. In our paper, A cDNA clone, designated *PdERECTA*, was isolated from *Populus deltoides*. And the cDNA of *PdERECTA* was 2844bp and contained a single open reading frame of 948 amino acid residues. The deduced amino acid sequence of *PdERECTA* shows characteristics of a transmembrane

**基金项目:** 国家林业局“948”项目(2007-4-01); 国家“十二五”科技支撑计划课题(2011BAD38B01); 国家自然科学基金资助项目(30730077, 30972339)

**收稿日期:** 2010-04-17; **修订日期:** 2010-11-12

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xiaxl@bjfu.edu.cn, yinwl@bjfu.edu.cn

receptor protein kinase with distinct domains: extracellular domain; transmembrane domain; intracellular kinase domain. To determine which type of stress could induce *PdERECTA* expression, total RNA was extracted from One-year-old NE-19 treated with various stress. *qRT-PCR* indicated that mRNA accumulation of *PdERECTA* was induced by low temperatures、salt stress、abscisic acid (ABA)、Dehydration. In order to further determine the pattern of tissue specific expression of *PdERECTA* under well-water conditions, different organs of were harvested for RNA extraction. In the paper, we also found that *PdERECTA* was strongly expressed in top-leaves, weakly in immature-leaves but not in senescent-leaves and roots, indicating its function in normal plant growth and development.

**Key Words:** *ERECTA* gene; *Populus deltoides*; leaf  $\delta^{13}\text{C}$ ; water use efficiency (WUE)

我国是一个水资源非常匮乏的国家,有三分之二的国土面积处于干旱半干旱状态,人均持水量不及世界平均水平的四分之一,而农林用水占到所用水资源的 70% 左右,所以,农业生产必须以水分的高效利用为中心<sup>[1]</sup>。除采取工程、农艺措施以及减少农田水分的径流、蒸发、渗漏损失外,提高植物本身的水分利用效率(WUE)是实现高效用水的中心和潜力所在<sup>[2]</sup>。

欧美杨树(*Populus deltoides* × *Populus nigra*)是中纬度地区最适合的短轮伐期工业用材集约经营树种之一<sup>[3]</sup>。近年来我国引进了许多优良的美洲黑杨无性系用于营造大面积的速生丰产林并已取得很好的经济效益。但欧美杨树虽然速生但耗水量很大。因此,要将其引入水分不足的干旱半干旱地区,筛选高水分利用效率(WUE)的品系是前提。现有的研究表明存在水分利用效率的种间差异<sup>[4-5]</sup>,但是在欧美杨无性系间是否存在水分利用效率的差异还需要研究。

Masle<sup>[6]</sup>等在 2005 年首次在拟南芥中发现 *ERECTA* 可提高水分利用效率。因此在黑杨上研究该基因值得期待。但是对该基因的表达特别是在逆境胁迫下的表达还是不很清楚。因此,通过荧光定量对该基因的表达特性进行分析显得十分必要,这也为下一步进行转基因工作做好铺垫,为通过分子生物学手段培育和筛选高 WUE 的黑杨无性系提供更为广阔的前景。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料及处理

试验在北京林业大学温室内进行。试验材料为欧美杨杂交无性系, DN-2 (*Populus deltoides* × *Populus nigra*); R-270 (*Populus deltoides* × *Populus nigra*); NE-19 [*Populus nigra* × *Populus deltoides* × *Populus nigra*]。

无性系插穗于 2008 年 4 月 1 日栽于塑料盆中,盆高 30cm,内径 25cm。培养土为苗圃熟土(17 份)、细沙(2 份)、草炭土(1 份)混合而成。土壤饱和持水量为 20.82%,各无性系插穗大小和质量尽可能保持一致,每盆栽 1 株,在充分供水条件下培养。7 月苗高达 30cm 时开始控水试验至 10 月结束。控水试验采用完全随机区组设计,1 种水分处理即:充分供水,饱和土壤含水量的 80%。每个处理每无性系 6 盆,每次浇水在 8:00—9:00 间完成,每月施肥 1 次,充分保证养分的供应。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 WUEL 的测定

长期水分利用效率(long-term water use efficiency, WUEL)的测定:分别在 6 月和 10 月,即控水试验开始前和结束后进行生物量的测定,测定时各处理、各无性系选生长中等的苗木 3 株,拔出、洗净,放入烘箱中 105℃ 杀青 30min, 70℃ 烘至恒重,用万分之一电子感应天平称重,用减重法测得控水期间生物量的累计值。控水期间生物量与累计浇水量之比即为 WUEL,用每毫升水生成的多少毫克干物质来表示,单位为 mg/mL。

#### 1.2.2 $\delta^{13}\text{C}$ 的测定

控水试验结束时,各处理、各品系选生长中等的苗木 3 株,每株取第 9 片叶,共取 3 片叶,混合后放入烘箱中, 105℃ 杀青 30min, 70℃ 下烘干至恒重并称量,研磨过筛,经高温燃烧成  $\text{CO}_2$ ,用美国菲尼根公司生产的 MAT22251 型气体同位素比值质谱仪测定样品的  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,仪器的灵敏度为 1/1000  $\mu\text{mol}$ ,并根据下面公式计算

$\delta^{13}\text{C}$ :

$$\delta^{13}\text{C 的量} = (R_p - R_s) / R_s$$

式中,  $R_p$ 、 $R_s$  分别表示植物组织样品和标准化石样品 PDB (Pee Dee Belemnite, 一种海洋中的贝壳化石, 其 $^{13}\text{C}$  含量为 1.1124 %) 的 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 。

### 1.2.3 *PdERECTA* 基因的同源克隆及 Realtime-PCR

#### (1) 总 RNA 的提取

总 RNA 的提取参照 CTAB buffer 说明书进行。

#### (2) 目的基因克隆及序列测定

以北美黑杨叶片为材料提取总 RNA, 用宝生物 (TaKaRa) 试剂盒进行反转录。

通过毛果杨基因组网站 <http://genome.jgi-psf.org/> 搜索到 *ERECTA* 同源基因 XII001240。设计引物 GP1: 5'-CA(C/T)CA(A/G)A(G/C)TGAAGC(A/T)GATCC-3' and GP2: 5'-GGAGG(A/G/C)GGCAT(A/G/T)ATGTCAT(A/G)-3' 克隆到全长。PCR 扩增体系为 94℃ 5min, 预变性后 94℃ 50s, 58℃ 50s, 72℃ 1.2min, 共 35 个循环。目的片段的克隆参照 PMD-18 体系。测定由上海生工生物工程有限公司完成。

#### (3) realtime-PCR 分析

分别提取 DN-2、NE-19、R-270 顶端叶提取总 RNA 反转录 cDNA。分别提取 NE-19 顶端叶、半成熟叶、9-12 功能叶、衰老叶、根的总 RNA 反转录成 cDNA。

胁迫处理 盐胁迫: 150 mmol/L NaCl 浇灌 24h; ABA 处理: 200  $\mu\text{mol/L}$  ABA 喷施, 4h 后取 NE-19 的叶片。脱水: 将植株拔出后放在滤纸上 25℃ 微光 8h 取 NE-19 的叶片。冷胁迫: 将 NE-19 植株放在光照培养箱 4℃ 处理 10h。并分别提取他们的总 RNA 反转录成 cDNA 用于荧光定量 PCR 分析。特异引物 ER5: 5'-GCATATGAATGATGACCCCGAACTTGC-3' ER3: 5'-GCCTCCTCATGTTGTCTGTCGCAGA AG-3' 进行荧光定量 PCR。

## 2 结果与分析

### 2.1 充分浇水处理下无性系间长期水分利用效率 (WUEL) 差异分析

在充分浇水处理下, 不同无性系之间生长产生较大的差异。通过计算 6 月至 10 月之间生物量的积累和这期间耗水量的比值, 计算出了各无性系间的 WUE 的数值。结果发现: 无性系之间 WUE 存在差异。其中 NE-19 品系最高 (1.973 mg/mL); R-270 次之 (2.066 mg/mL); DN-2 最低 (2.383 mg/mL) (图 1)。

### 2.2 充分浇水处理下无性系间 $\delta^{13}\text{C}$ 的差异分析

利用稳定 C 同位素比 ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , 为  $\delta^{13}\text{C}$ ) 与 C3 植

物的水分利用效率具有很强的相关性, 从而将其作为植物水分利用效率的评估指标, 它为植物的水分利用效率研究特别是植物长期水分利用效率的研究提供了一个新的方法和技术手段, 克服了常规方法只能进行瞬时植物水分利用效率研究的缺点与不足。结果发现在充分浇水处理下, 水分利用效率越高的品系其 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  越高 (图 2)。

### 2.3 充分浇水处理下稳定碳同位素组成 $\delta^{13}\text{C}$ 和 WUEL 的相关性分析

碳同位素组成 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) 不仅反映了植物光合作用过程中气孔的传导和  $\text{CO}_2$  的固定, 而且在一定程度上与水分利用效率具有正相关性。因此, 碳同位素技术在植物水分利用效率的研究中具有理论和现实意义。结果发现在杨树中,  $\delta^{13}\text{C}$  与 WUE 在充分浇水处理下的具有很好的相关性, 从而证明无性系之间 WUE 的差异性 (图 3)。

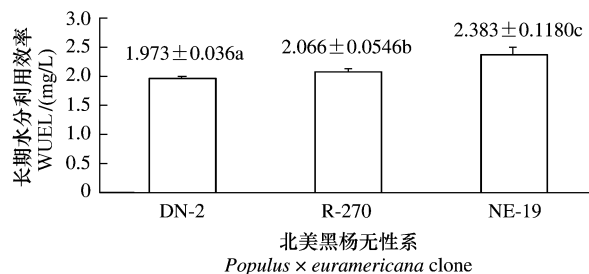


图 1 充分浇水处理下无性系间 WUEL 差异的比较表

Fig.1 Comparisons of WUEL among different clones under full water treatments

多重比较采用  $q$  检验, 显著性水准为 0.01, 不同字母表示差异显著

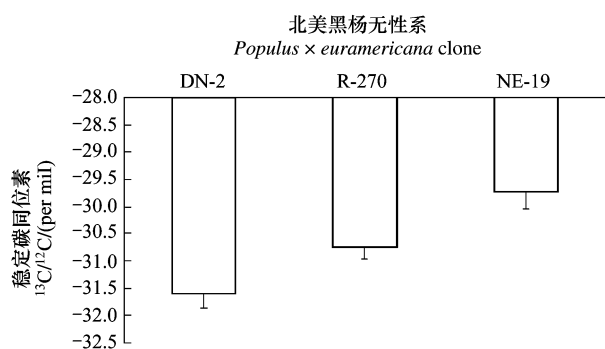


图2 充分浇水处理下无性系间  $\delta^{13}\text{C}$  差异的比较表

Fig. 2 Comparisons of  $\delta^{13}\text{C}$  among different clones under full water treatments

多重比较采用  $q$  检验,显著性水准为 0.01,不同字母表示差异显著

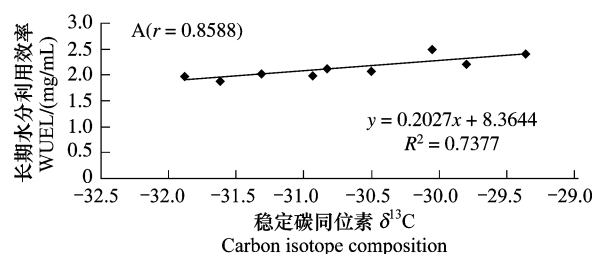


图3 充分浇水处理下稳定碳同位素组成  $\delta^{13}\text{C}$  和 WUE 的相关性分析

Fig. 3 The correlation between carbon isotope composition and WUE under full water treatment

## 2.4 在充分浇水处理下 *PdERECTA* 基因在 3 个无性系间的表达差异

通过荧光定量 PCR,发现 *PdERECTA* 在 3 个无性系之中表达差异与其水分利用效率的差异性是一致的(图 4),从而间接说明 *PdERECTA* 在北美黑杨无性系中具有相同的功能(图 4)。

## 2.5 *PdERECTA* 基因的分离及序列分析

该基因 cDNA 全长 2844bp,共编码 948 个氨基酸。图 5 显示 *PdERECTA* 的核苷酸序列及推导的氨基酸序列。该基因是典型的类受体蛋白激酶家族。具有典型的 3 个区域,其中 I:膜外受体区域;II:跨膜区域;III:激酶区域。其中膜外受体区域是由一系列的富含亮氨酸组成(81aa—492aa);跨膜区域(551aa—573aa);激酶区域(617aa—883aa)。

## 2.6 *PdERECTA* 基因在不同组织中的表达分析

利用荧光定量技术对 *PdERECTA* 基因在 NE-19 品系不同组织中的表达特性进行分析。结果显示, *PdERECTA* 在顶端叶中表达量最高,5—6 半成熟叶次之,功能叶、衰老叶和根中均无表达。说明该基因的表达具有一定的组织特异性(图 6)。另外在其他品系做的趋势也是这样。

## 2.7 *PdERECTA* 基因在不同胁迫下的表达分析

利用荧光定量技术对 *PdERECTA* 基因 NE-19 品系在不同胁迫中的表达特性进行分析。结果显示, *PdERECTA* 基因在盐、冷、脱水、ABA 处理过程中都表达量升高。说明该基因受多种胁迫诱导(图 7)。另外在其他品系做的趋势也是这样。

## 3 结论与讨论

植物水分利用效率是蓝色革命更加具体的思想和举措,是未来农业发展的关键和潜力所在<sup>[7]</sup>。但水分利用效率是一个调控因素十分复杂的生理指标。它不仅受内在因素影响,同时也为环境因素所调控,并且还受到两因素互作的影响<sup>[8]</sup>。杨树为我国北方地区种植面积最大的人工林。其生长快的特点为生产、生活、生态提供了有力的保障,但其“抽水机”的特点也限制了其发挥更大的作用。筛选较高水分利用效率的杨树品种意义重大。

植物水分利用效率在种间有差异已被证明<sup>[9]</sup>,但种内差异性还并没深入确定。通过 WUE 直接指标即单

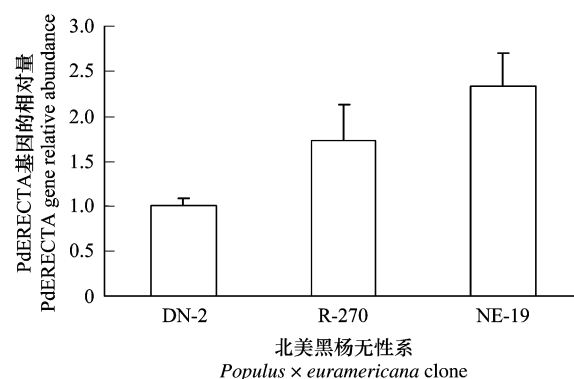


图4 充分浇水处理下 *PdERECTA* 基因在不同无性系之间表达

Fig. 4 The expression of *PdERECTA* among *Populus* × *euramericana* clones under well water treatment

<http://www.ecologica.cn>

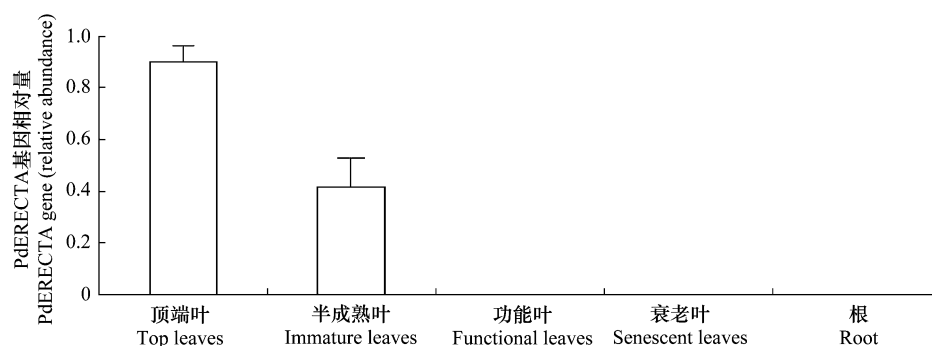


图6 利用荧光定量PCR技术进行*PdERECTA*组织性表达分析

Fig. 6 Expression analysis of *PdERECTA* in different tissues by realtime-PCR

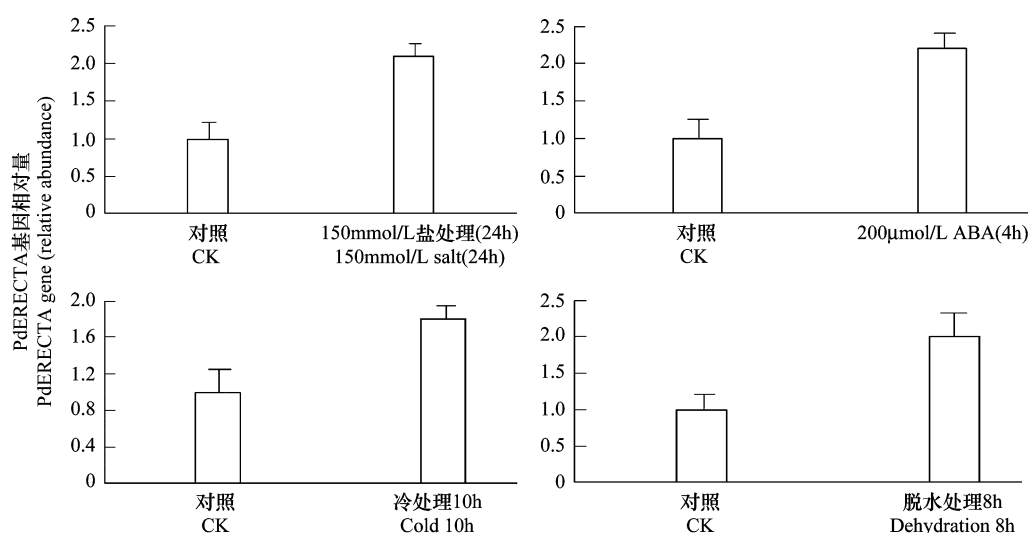


图7 在不同胁迫下北美黑杨叶子中*PdERECTA*基因的表达类型

Fig. 7 Expression patterns of the *PdERECTA* gene in *Populus deltoides* leaves under different abiotic stresses

的无性系间  $\delta^{13}\text{C}$  的差异大于了基因型之间差别的结果。

*ERECTA* 基因是拟南芥中发现的一种蛋白激酶。Masle 研究结果表明:*ERECTA* 是第一种可以通过改变气孔密度的方式提高拟南芥的水分利用效率的基因。Realtime-PCR 证明了 *PdERECTA* 在 3 个无性系间表达差异与 WUE 的差异是一致的。说明 *PdERECTA* 很可能具有相同的功能。考虑到它具有传统的类受体蛋白激酶的特点。即胞外受体结构域、跨膜结构域和胞内激酶结构域(图 5)。因此,推测 *PdERECTA* 基因在信号转导过程中需要膜外配体蛋白的相互作用,产生信号后通过跨膜区域传递到膜内激酶区域将底物磷酸化。随着工作的深入将搞清楚这个信号转导途径。

*PdERECTA* 基因是对植物的发育相关的<sup>[10]</sup>,因此在分析其组织特异表达时发现其只在发育的部位有表达而在已发育成熟或衰老和根中则无表达(图 6)。另外,还发现 *PdERECTA* 基因还受多种胁迫诱导。说明 *PdERECTA* 通过提高植物水分利用效率可抵抗多种胁迫。当然,这种抵抗胁迫的方式可能是通过依靠 ABA 途径进行的(图 7)。

以往是通过研究植物在逆境胁迫下产生的基因来解决植物的抗逆问题,本文试图通过发育相关的基因来解决这个问题。这可能将是抗逆分子生物学的一个新的思路和途径。

致谢:感谢北京林业大学生物学院沈应柏教授对本工作的帮助。

**References:**

- [ 1 ] Zhao F J, Shen Y B, Gao R F, Su X H, Zhang B Y. Physiological foundation for the differences of long-term water use efficiency among *Populus deltoides* clones. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(7): 2079-2086.
- [ 2 ] Zhao F J, Shen Y B, Gao R F, Su X H, Zhang B Y. Differences among the Leaf  $\delta^{13}\text{C}$ , long-term Water use efficiencies and photosynthetic capabilities of different *populus deltoids* clones. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinicae*, 2005, 25(11): 2250-2258.
- [ 3 ] Zhao F J, Gao R F, Shen Y B, Su X H. A study on foliar carbon isotope composition ( $\delta^{13}\text{C}$ ) and water use efficiency of different *Populus deloides* clones under water stress. *Scientia Silvae Sinicae*, 2005, 41(1): 36-41.
- [ 4 ] Zhao F J, Shen Y B, Gao R F, Su X H, Zhang B Y. The relationship between Leaf  $^{13}\text{C}$  and long-term water use efficiencies. *The Journal of Beijing Forestry University*, 2006, 28(6): 40-45.
- [ 5 ] Lin Z F, Li S S, Lin G Z. The distribution of stomata and photosynthetic pathway in leaves. *Acta Botanica Sinica*, 1986, 28(4): 387-395.
- [ 6 ] Masle J, Gilmore S R, Farquhar G D. The *ERECTA* gene regulates plant transpiration efficiency in *Arabidopsis*. *Nature*, 2005, 436(7052): 866-870.
- [ 7 ] Zhang Z B, Shan L. The comparative studies on water use efficiency of flag leaves in wheat. *Chinese Science Bulletin*, 1997, 42(17): 1876-1881.
- [ 8 ] Yang J W, Liang Z S, Han R L, Cui L J. Water Use Efficiency of four species under the different soil water content. *Journal of Northwest Forestry University*, 2004, 19(1): 9-13.
- [ 9 ] Zhang Z B, Xu P, Jia J Z. The research of molecular genetic crop drought resistance. *Chinese Agricultural Science and Technology*, 2000, 2(5): 20-23.
- [ 10 ] Torii K U, Mitsukawa N, Oosumi T, Matsuura Y, Yokoyama R, Whittier R F, Komeda Y. The arabidopsis *ERECTA* gene encodes a putative receptor protein kinase with extracellular Leucine-Rich Repeats. *The Plant Cell*, 1996, 8(4): 735-746.

**参考文献:**

- [ 1 ] 赵凤君, 沈应柏, 高荣孚, 苏晓华, 张冰玉. 黑杨无性系间长期水分利用效率差异的生理基础. *生态学报*, 2006, 26(7): 2079-2086.
- [ 2 ] 赵凤君, 沈应柏, 高荣孚, 苏晓华, 张冰玉. 黑杨杂交无性系间叶片  $\delta^{13}\text{C}$ 、长期水分利用效率和光合特性. *西北植物学报*, 2005, 25(11): 2250-2258.
- [ 3 ] 赵凤君, 高荣孚, 沈应柏, 苏晓华, 张冰玉. 水分胁迫下美洲黑杨不同无性系间叶片  $\delta^{13}\text{C}$  和水分利用效率的研究. *林业科学*, 2005, 41(1): 36-41.
- [ 4 ] 赵凤君, 沈应柏, 高荣孚, 苏晓华, 张冰玉. 叶片  $\delta^{13}\text{C}$  与长期水分利用效率的关系. *北京林业大学学报*, 2006, 28(6): 40-45.
- [ 5 ] 林植芳, 李双顺, 林桂珠. 叶片气孔的分布与光合途径. *植物学报*, 1986, 28(4): 387-395.
- [ 7 ] 张正斌, 山仑. 小麦旗叶水分利用效率比较研究. *科学通报*, 1997, 42(17): 1876-1881.
- [ 8 ] 杨建伟, 梁宗锁, 韩蕊莲, 崔浪军. 不同土壤水分含量对 4 个树种 WUE 的影响. *西北林学院学报*, 2004, 19(1): 9-13.
- [ 9 ] 张正斌, 徐萍, 贾继增. 作物抗旱节水生理遗传研究展望. *中国农业科技导报*, 2000, 2(5): 20-23.

# ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 11 June, 2011 (Semimonthly)

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                                           |                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Responses of microbes-mediated carbon and nitrogen cycles to global climate change .....                                                                                                  | SHEN Jupei, HE Jizheng (2957)                          |
| Formation of cyanobacterial blooms in Lake Chaohu and the photosynthesis of dominant species hypothesis .....                                                                             | JIA Xiaohui, SHI Dingji, SHI Mianhong, et al (2968)    |
| Unbalanced cyclical fluctuation pattern of intermittent outbreaks of beet armyworm <i>Spodoptera exigua</i> (Hübner) in China .....                                                       | WEN Lizhang, ZHANG Youjun, ZHU Liang, et al (2978)     |
| Self-organizing feature map classification and ordination of <i>Larix principis-rupprechtii</i> forest in Pangquangou Nature Reserve .....                                                | ZHANG Qindi, ZHANG Jintun, Suriguga, et al (2990)      |
| Ecological effects of lakeside wetlands restoration in Dalian Lake, Shanghai .....                                                                                                        | WU Di, YUE Feng, LUO Zukui, et al (2999)               |
| Soil organic carbon storage and profile inventory in the different vegetation types of Luya Mountain .....                                                                                | WU Xiaogang, GUO Jinping, YANG Xiuyun, et al (3009)    |
| Response of soil microbial community structure to the leaf litter decomposition of three typical broadleaf species in mid-subtropical area, southern China .....                          | ZHANG Shengxi, CHEN Falin, ZHENG Hua (3020)            |
| The decomposition of coniferous and broadleaf mixed litters significantly changes the carbon metabolism diversity of soil microbial communities in subtropical area, southern China ..... | CHEN Falin, ZHENG Hua, YANG Bosu, et al (3027)         |
| Spatiotemporal heterogeneity of topsoil nutrients in Karst Peak-Cluster depression area of Northwest Guangxi, China .....                                                                 | LIU Shujuan, ZHANG Wei, WANG Kelin, et al (3036)       |
| Effects of cadmium stress on the activities of antioxidant enzymes, digestive enzymes and the membrane lipid peroxidation of the mangrove mud clam <i>Geloina coaxans</i> (Gmelin) .....  | LAI Tinghe, HE Binyuan, FAN Hangqing, et al (3044)     |
| The edge effects on tree-liana relationship in a secondary natural forest in Bawangling Nature Reserve, Hainan Island, China .....                                                        | WU Yuna, TAO Jianping, XI Weimin, et al (3054)         |
| Soilwater deficit under different artificial vegetation restoration in the semi-arid hilly region of the Loess Plateau .....                                                              | YANG Lei, WEI Wei, MO Baoru, et al (3060)              |
| The diurnal trends of sensible and latent heat fluxes of a subtropical evergreen coniferous plantation subjected to seasonal drought .....                                                | HE Youwei, WANG Qiubing, WEN Xuefa, et al (3069)       |
| Ecological adaptability of photosynthesis and water use for <i>Tamarix ramosissima</i> in the southern periphery of Gurbantungut Desert, Xinjiang .....                                   | WANG Shanshan, CHEN Xi, WANG Quan, et al (3082)        |
| Estimation of leaf area index of cotton using digital Imaging .....                                                                                                                       | WANG Fangyong, WANG Keru, LI Shaokun, et al (3090)     |
| Different response of photosynthetic apparatus between wild soybean ( <i>Glycine soja</i> ) and cultivated soybean ( <i>Glycine max</i> ) to NaCl stress .....                            | XUE Zhongcai, GAO Huiyuan, LIU Jie (3101)              |
| Effects of water and phosphorus supply on morphology and structure of special root hairs on nodal roots of wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.) .....                                     | ZHANG Jun, HE Dexian, DUAN Zengqiang (3110)            |
| Applications of species indicator for analyzing plant community types and their biodiversity at Kunyushan National Forest Reserve .....                                                   | SUN Zhiqiang, ZHANG Xingyao, ZHU Yanpeng, et al (3120) |
| Societal metabolism for chinese provinces based on multi-scale integrated analysis of societal metabolism (MSIASM) .....                                                                  | LIU Ye, GENG Yong, ZHAO Hengxin (3133)                 |
| Comparative gene expression analysis for leaf trichomes of tobacco grown in two different regions in China .....                                                                          | CUI Hong, JI Hao, YANG Huijuan, et al (3143)           |
| Performance evaluation of B biotype whitefly, <i>Bemisia tabaci</i> on 23 host plants .....                                                                                               | AN Xincheng, GUO Qiang, HU Qiongbo (3150)              |
| Studies of hemocytes DNA damage by two pesticides acetamiprid and chlorpyrifos in predaceous spiders of <i>Pardosa astrigera</i> Koch .....                                               | LI Rui, LI Shengcai, LIU Jia, (3156)                   |
| Effects of the fungicide prochloraz on the rotifer <i>Brachionus calyciflorus</i> .....                                                                                                   | LI Daming, LU Zhenghe, FENG Qi, et al (3163)           |
| Effects of long- and short-term successive parthenogenesis on life history and genetics characteristics of <i>Brachionus calyciflorus</i> .....                                           | GE Yali, XI Yilong (3170)                              |
| <b>Review and Monograph</b>                                                                                                                                                               |                                                        |
| Review of the relationship between regional landscape pattern and surface water quality .....                                                                                             | ZHAO Jun, YANG Kai, TAI Jun, et al (3180)              |
| Review of dew action effect on plants .....                                                                                                                                               | YE Youhua, PENG Shaolin (3190)                         |
| Advances in Botryosphaeriaceae: identification, phylogeny and molecular ecology .....                                                                                                     | CHENG Yanlin, LIANG Jun, LÜ Quan, et al (3197)         |
| Advances in research on the mechanisms of age-related productivity decline of planted forests .....                                                                                       | MAO Peili, CAO Banghua, TIAN Wenxia, et al (3208)      |
| The application of tree-ring on forest disturbance history reconstruction .....                                                                                                           | FENG Xiaohui, CHENG Ruimei, XIAO Wenfa, et al (3215)   |
| Research advances on stress responsive WRKY transcription factors in plants .....                                                                                                         | LI Ran, LOU Yonggen (3223)                             |
| <b>Scientific Note</b>                                                                                                                                                                    |                                                        |
| The soil microbial activities and microbial biomass in Sanjiangyuan Alpine grassland .....                                                                                                | REN Zuohua, ZHANG Yuguang, LI Diqiang, et al (3232)    |
| The differences of water use efficiency (WUE) among three <i>Populus deltoids</i> clones, and the cloning and characterization of related gene, <i>PdERECTA</i> .....                     | GUO Peng, XIA Xinli, YIN Weilun (3239)                 |
| Arthropod community reestablishment and niche of the main groups in kiwifruit orchards .....                                                                                              | DU Chao, ZHAO Huiyan, GAO Huanhuan, et al (3246)       |

# 2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

| 排序<br>Order | 期刊<br>Journal                           | 总被引频次<br>Total citation | 排序<br>Order | 期刊<br>Journal | 影响因子<br>Impact factor |
|-------------|-----------------------------------------|-------------------------|-------------|---------------|-----------------------|
| 1           | 生态学报                                    | 11764                   | 1           | 生态学报          | 1.812                 |
| 2           | 应用生态学报                                  | 9430                    | 2           | 植物生态学报        | 1.771                 |
| 3           | 植物生态学报                                  | 4384                    | 3           | 应用生态学报        | 1.733                 |
| 4           | 西北植物学报                                  | 4177                    | 4           | 生物多样性         | 1.553                 |
| 5           | 生态学杂志                                   | 4048                    | 5           | 生态学杂志         | 1.396                 |
| 6           | 植物生理学通讯                                 | 3362                    | 6           | 西北植物学报        | 0.986                 |
| 7           | JOURNAL OF INTEGRATIVE<br>PLANT BIOLOGY | 3327                    | 7           | 兽类学报          | 0.894                 |
| 8           | MOLECULAR PLANT                         | 1788                    | 8           | CELL RESEARCH | 0.873                 |
| 9           | 水生生物学报                                  | 1773                    | 9           | 植物学报          | 0.841                 |
| 10          | 遗传学报                                    | 1667                    | 10          | 植物研究          | 0.809                 |

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报  
(SHENGTAI XUEBAO)  
(半月刊 1981 年 3 月创刊)  
第 31 卷 第 11 期 (2011 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA  
(Semimonthly, Started in 1981)  
Vol. 31 No. 11 2011

|               |                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                 |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 编 辑           | 《生态学报》编辑部<br>地址:北京海淀区双清路 18 号<br>邮政编码:100085<br>电话:(010)62941099<br>www.ecologica.cn<br>shengtaixuebao@rcees.ac.cn | Edited by       | Editorial board of<br>ACTA ECOLOGICA SINICA<br>Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China<br>Tel:(010)62941099<br>www.ecologica.cn<br>Shengtaixuebao@rcees.ac.cn |
| 主 编           | 冯宗炜                                                                                                                | Editor-in-chief | FENG Zong-Wei                                                                                                                                                                   |
| 主 管           | 中国科学技术协会                                                                                                           | Supervised by   | China Association for Science and Technology                                                                                                                                    |
| 主 办           | 中国生态学会<br>中国科学院生态环境研究中心<br>地址:北京海淀区双清路 18 号<br>邮政编码:100085                                                         | Sponsored by    | Ecological Society of China<br>Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS<br>Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China                                 |
| 出 版           | 科 学 出 版 社<br>地址:北京东黄城根北街 16 号<br>邮政编码:100717                                                                       | Published by    | Science Press<br>Add:16 Donghuangchenggen North Street,<br>Beijing 100717, China                                                                                                |
| 印 刷           | 北京北林印刷厂                                                                                                            | Printed by      | Beijing Bei Lin Printing House,<br>Beijing 100083, China                                                                                                                        |
| 发 行           | 科 学 出 版 社<br>地址:东黄城根北街 16 号<br>邮政编码:100717<br>电话:(010)64034563<br>E-mail:journal@csppg.net                         | Distributed by  | Science Press<br>Add:16 Donghuangchenggen North<br>Street, Beijing 100717, China<br>Tel:(010)64034563<br>E-mail:journal@csppg.net                                               |
| 订 购           | 全国各地邮局                                                                                                             | Domestic        | All Local Post Offices in China                                                                                                                                                 |
| 国外发行          | 中国国际图书贸易总公司<br>地址:北京 399 信箱<br>邮政编码:100044                                                                         | Foreign         | China International Book Trading<br>Corporation<br>Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China                                                                                      |
| 广告经营<br>许 可 证 | 京海工商广字第 8013 号                                                                                                     |                 |                                                                                                                                                                                 |



ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元