

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 13 期 Vol.31 No.13 **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 13 期

2011 年 7 月 (半月刊)

目 次

我国东部北亚热带植物群落季相的时空变化	陈效速, 亓孝然, 阿 杉, 等 (3559)
华北低丘山地人工林蒸散的季节变化及环境影响要素	黄 辉, 孟 平, 张劲松, 等 (3569)
东北东部 14 个温带树种树干呼吸的种内种间变异	许 飞, 王传宽, 王兴昌 (3581)
RS 和 GIS 支持的洪河地区湿地生态健康评价	王一涵, 周德民, 孙永华 (3590)
应用光合色素研究广西钦州湾丰水期浮游植物群落结构	蓝文陆, 王晓辉, 黎明民 (3601)
基于不可替代性的青海省三江源地区保护区功能区划研究	曲 艺, 王秀磊, 栾晓峰, 等 (3609)
融雪时间对大卫马先蒿生长和繁殖特性的影响	陈文年, 吴 彦, 吴 宁, 等 (3621)
巴郎山刺叶高山栎叶片 $\delta^{13}\text{C}$ 对海拔高度的响应	冯秋红, 程瑞梅, 史作民, 等 (3629)
宁南半干旱与半干旱偏旱区苜蓿草地土壤水分与养分特征	任晶晶, 李 军, 王学春, 等 (3638)
南岭小坑藜蒴栲栎群落地上部分生物量分配规律	李 根, 周光益, 王 旭, 等 (3650)
放牧对五台山高山、亚高山草甸牧草品质的影响	章异平, 江 源, 刘全儒, 等 (3659)
短期增温对贡嘎山峨眉冷杉幼苗生长及其 CNP 化学计量学特征的影响	羊留冬, 杨 燕, 王根绪, 等 (3668)
锰胁迫对垂序商陆叶片形态结构及叶绿体超微结构的影响	梁文斌, 薛生国, 沈吉红, 等 (3677)
土荆芥挥发油对蚕豆根尖细胞的化感潜力	胡琬君, 马丹炜, 王亚男, 等 (3684)
喀斯特城市杨树人工林微量元素的生物循环	王新凯, 田大伦, 闫文德, 等 (3691)
大兴安岭林区多孔菌的区系组成与种群结构	崔宝凯, 余长军 (3700)
铜绿微囊藻和斜生栅藻非稳态营养盐限制条件下的生长竞争特性	赵晓东, 潘 江, 李金页, 等 (3710)
陆地棉萌发至三叶期不同生育阶段耐盐特性	王俊娟, 王德龙, 樊伟莉, 等 (3720)
基于模式生物秀丽隐杆线虫的三丁基锡生态毒性评价	王 云, 杨亚楠, 简风雷, 等 (3728)
大庆油田石油开采对土壤线虫群落的影响	肖能文, 谢德燕, 王学霞, 等 (3736)
若尔盖高寒草甸退化对中小型土壤动物群落的影响	吴鹏飞, 杨大星 (3745)
洞庭湖湿地土壤环境及其对退田还湖方式的响应	刘 娜, 王克林, 谢永宏, 等 (3758)
渭北旱塬苹果园地产量和深层土壤水分效应模拟	张社红, 李 军, 王学春, 等 (3767)
黄土丘陵区不同土地利用下土壤释放 N_2O 潜力的影响因素	祁金花, 黄懿梅, 张 宏, 等 (3778)
东北中部地区水稻不同生育时期低温处理下生理变化及耐冷性比较	宋广树, 孙忠富, 孙 蕾, 等 (3788)
硫对成熟期烤烟叶绿素荧光参数的影响	朱英华, 屠乃美, 肖汉乾, 等 (3796)
高温强光对温州蜜柑叶绿素荧光、D1 蛋白和 Deg1 蛋白酶的影响及 SA 效应	邱翠花, 计玮玮, 郭延平 (3802)
覆膜对土壤-莴苣体系氮素分布和植物吸收的影响	李丽丽, 李非里, 刘秋亚, 等 (3811)
基于空间分带的崇明东滩水鸟适宜生境的时空动态分析	范学忠, 张利权, 袁 琳, 等 (3820)
驯鹿对苔藓植物的选择食用及其生境的物种多样性	冯 超, 白学良 (3830)
北京城市绿地调蓄雨水径流功能及其价值评估	张 彪, 谢高地, 薛 康, 等 (3839)
专论与综述	
冻土甲烷循环微生物群落及其对全球变化的响应	倪永清, 史学伟, 郑晓吉, 等 (3846)
哺乳动物毛被传热性能及其影响因素	郑 雷, 张 伟, 华 彦 (3856)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 304 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-07



封面图说: 滇金丝猴是我国特有的世界珍稀动物之一, 属国家一级重点保护物种。仅生活在滇藏交界处的高寒云冷杉林中, 是我国川、滇、黔三种金丝猴中唯一具有和人类一样美丽红唇的金丝猴。手中的松萝是它最喜爱的食物之一。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

王俊娟,王德龙,樊伟莉,宋贵方,王帅,叶武威. 陆地棉萌发至三叶期不同生育阶段耐盐特性. 生态学报, 2011, 31(13): 3720-3727.

Wang J J, Wang D L, Fan W L, Song G F, Wang S, Ye W W. The characters of salt-tolerance at different growth stages in cotton. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(13): 3720-3727.

陆地棉萌发至三叶期不同生育阶段耐盐特性

王俊娟*, 王德龙, 樊伟莉, 宋贵方, 王 帅, 叶武威

(中国农业科学院棉花研究所/农业部棉花遗传改良重点实验室, 河南 安阳 455000)

摘要: 土壤盐渍化是一个世界性的资源问题和生态问题, 盐分胁迫几乎会影响棉花所有重要的生命活动, 造成棉花的减产或其他不利影响。通过对 14 个棉花品种(系)的萌发期耐盐性、芽期耐盐性以及两个耐盐性不同的品种(系)三叶期的耐盐性, 对棉花不同时期的耐盐特性进行了研究, 结果表明: 棉花在不同生育阶段耐盐能力是不同的, 棉花盐敏感时期是在萌发出苗期。随着生育期的延长, 棉花的耐盐性是逐步提高的, 进行耐盐性鉴定的最佳时期是在萌发出苗期。在三叶期, 随着盐分浓度的提高, 棉花苗受伤害程度逐渐增加, 盐敏感品种(系)受伤害大于耐盐品种, 在同样盐浓度胁迫条件下, 耐盐性不同的品种各部位受到的伤害不同, 耐盐品种(系)中棉所 35 受伤害程度由高到低依次为: 真叶>上胚轴>子叶; 盐敏感品种(系)Tancot CAB-CS 受伤害程度由高到低依次为: 真叶>子叶>上胚轴。

关键词: 陆地棉; 生育阶段; 耐盐性

The characters of salt-tolerance at different growth stages in cotton

WANG Junjuan*, WANG Delong, FAN Weili, SONG Guifang, WANG Shuai, YE Wuwei

Key Laboratory of Cotton Genetic Improvement, Ministry of Agriculture, Cotton Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Anyang 455000, China

Abstract: Soil salinity is a serious threat to cotton production worldwide, especially in arid and semi-arid regions. Excessive salts in the soil affect all most the whole living process of a cotton plant mainly through osmotic stress, iron toxicity and nutrient imbalance, and finally leads to reduced cotton yield and fiber quality. Plant response to salinity stress may vary with genotypes and the growth stages in which the stress is imposed. However, it is still not clear if there exist difference in salt tolerance among current cotton cultivars at germination and seedling stages. The main objective of this study is to determine the salt tolerance of different types of cotton varieties. We attempted to develop easy and accurate methods for identifying cotton salt tolerance and screening genetic materials of cotton, with focus on difference in salt-tolerance of cotton between salt-tolerant cultivars and salt-sensitive cultivars at different stages during stand establishment.

To achieve this objective, we conducted box and pot experiments at the Cotton Research Institute (CRI), Anyang, Henan province in 2009. Seeds of 14 cotton varieties (lines) (sGKzhong980, Lumianyan21, CRI35, Lumianyan16, CRI45, Jimian668, DPlcon215, Handan109, Zhong404A, Yumian21, CRI12, Yinshuangjia, Zhong9806 and Line44) were grown in either a box for germination or in a pot containing saline soil for emergence. The germination rate and the leaf leakage solution electrical conductivity were determined. Two typical varieties (CRI35 and Tancot CAB-CS) with different salt tolerance were also studied at three-leaf age stage. For the germination stage study, the cotton seeds were planted in the mixture of NaCl and sterilized sand, and incubated in a growth chamber. For the juvenile seedling stage study, the seedling germinated on wet double layers filter paper towel were transferred to the sterilized sand mixture which contained 0.4%

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务专项 (SJA1001), 国家转基因重大专项 (2008ZX08005-004), “十一五” 国家科技支撑计划 (2006BAD13B04-1), 国家高技术研究发展计划 (863 计划) (2009AA101104)

收稿日期: 2010-11-22; 修订日期: 2011-04-14

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: caas08f2b1b@yahoo.cn

NaCl (w/w), and incubated in a growth chamber. For the three-leaf stage, the seedlings were grown in the non-salt soil pots in a growth chamber and treated with different salinity level of stress when the seedlings reached tree leaf sage.

The results showed that there were significant differences in salt tolerance among the 14 varieties treated at the germination stage, with the maximum relative germination rate of 88.6% and the minimum of 9.1%. The germination rate of most varieties treated with salt at the juvenile seedling stage showed less difference than those treated at the germination stage among the 14 varieties, most of their germination rate being higher than 50%. It indicated that seedlings were more sensitive in germination stage than in juvenile seedling stage. Once the seeds germinated the salt tolerance increased over the growing time. The most appropriate stage for assessment of cotton salt tolerance was from germination to seedling stage.

Both varieties treated with salt at the three-leaf stage could survive under at least 0.55% NaCl, but their seedlings became shorter in length with smaller leaf and shorter epicotyl as the salt concentration increased. The two cultivars also differed significantly in response to salt stress. The sensitive variety was more severely inhibited than the tolerant one. The electrical conductance is an indicator of permeability of plant plasma membrane. Higher conductance shows the severer of intensity of membrane injury. The spatial sites of the two varieties response differed significantly. The salt injury intensity of different organs was different under the same salt concentration. For the salt-tolerant variety CRI35, the intensity of plasma membrane injury from high to low was true leaf > epicotyl > cotyledon. For salt-sensitive variety Tamcot CAB-CS, the intensity of injury was true leaf > cotyledon > epicotyl.

Key Words: cotton; different growth stages; salt-tolerance

土壤盐渍化是棉花生产中常遇到的自然逆境。据联合国教科文组织(UNESCO)和粮农组织(FAO)不完全统计,全世界盐碱地面积约为 9.54 亿 hm^2 ^[1],随着轮作的不合理,以及盲目或过量施用化肥,加剧了土壤次生盐渍化^[2],土壤盐害可通过合理的水土管理和化学改良措施缓解,但成本太高,而通过挖掘作物本身的耐盐能力、培育耐盐品种是改良和利用盐碱地最具有积极意义的措施之一^[3],但培育耐盐品种是相对困难的,材料的创新和耐盐鉴定是培育耐盐品种的基础^[4]。为克服土壤盐渍化,前人在棉花耐盐材料选育、栽培措施、生理生化甚至分子水平上做了大量工作^[5-7],但关于棉花耐盐机理的理解仍不够充分。Mass 等^[8]研究表明,作物的耐盐性是跟随生长期的变化而变化的;龚明等^[9]、王广印等^[10]指出,作物在种子萌发期及幼苗期耐盐性最差,而在其他发育阶段对盐胁迫相对不敏感,可在种子萌发期和幼苗期对大量材料进行耐盐性筛选^[11]。本研究通过对不同棉花材料在萌发期至幼苗期耐盐性的分析,以及耐盐性不同的棉花品种在苗期受盐胁迫后膜透性的变化,初步明确了棉花材料在萌发期和幼苗期耐盐性两个时期耐盐性的相关性,以及棉花三叶期受盐胁迫后细胞膜透性的变化规律,以期对棉花耐盐性的鉴定提供早期简便的鉴定指标、为棉花遗传改良提供亲本材料,并为棉花耐盐机理的研究提供理论补充。

1 材料与方法

1.1 材料

萌发期和芽期采用的是综合性状好的品种(系)14 个,分别为 sGK 中 980、鲁棉研 21、中棉所 35、鲁棉研 16、中棉所 45、冀棉 668、DPlcon215、邯鄹 109、中 404A 抗、豫棉 21、中棉所 12、引双价、中 9806 不同、44 品系;苗期采用的是耐盐性品种中棉所 35、盐敏感品系 Tamcot CAB-CS。全部供试材料来自于中国农业科学院棉花研究所抗逆鉴定课题组 2009 年大田收获的毛籽种子。

1.2 实验方法

1.2.1 棉花种子萌发期耐盐性鉴定

按 NaCl 盐与高温灭菌过的干细沙子的重量配比浓度分别为 0% (对照)、质量分数 0.3% 盐沙土,加灭菌的自来水至含水量达 23%,充分拌匀,装在长 18 cm、宽 15 cm、高 10 cm 的发芽盒内,铺平压实之后,取 14 个品种(系)健壮的、均匀一致的种子分别种在含盐量不同的沙土里,再加上定量的覆盖土,铺平压紧,加盖保

湿。每个处理分 3 次重复,每重复 100 粒种子。置入温度为 28 ℃ 白天有 10 h 光照的培养箱内,7 d 后调查出苗率。为消除种子本身活力所带来的误差,故需计算相对出苗率,用相对出苗率来代表棉花萌发期的耐盐性。

$$\text{盐分含量}(\%) = \text{盐重}(\text{g}) / \text{干沙土重}(\text{g}) \times 100$$

$$\text{相对出苗率}(\%) = \text{盐土出苗率} / \text{对照出苗率} \times 100$$

1.2.2 棉花种子芽期的耐盐性鉴定

将 14 个品种(系)于恒温培养箱中 28 ℃ 下双层滤纸保温催好芽,等芽长到 1 cm 时挑选一致的芽,分别种植于盐浓度为 0.0% 和 0.4% (质量分数)的盐沙土中(按 1.2.1 方法配),每个处理 3 次重复,每重复 100 颗芽。置入温度为 28 ℃ 白天有 10 h 光照的恒温培养箱内,7 d 后调查出苗率。为消除种子本身活力所带来的误差,故需计算相对出苗率,用相对出苗率来代表棉花芽期的耐盐性。调查方法同 1.2.1 一致。

1.2.3 棉花三叶期的盐胁迫处理

取河南安阳中国农科院棉花研究所试验地土壤,土壤性质为沙壤,自然晾干粉碎混匀,测其盐分含量为 0.01% (质量分数)以下,可以忽略不计,定量称取若干盆干土,分别种植耐盐品种中棉所 35 和盐敏感品种 Tamcot CAB-CS,加水至 23.0%,于白天 28 ℃ 且有 10 h 光照、夜晚温度为 26 ℃ 的培养箱内进行培养,待第 3 片真叶平展时进行胁迫处理。模拟自然盐碱地条件,对中棉所 35 和 Tamcot CAB-CS 按土壤盐份含量为 0.00% (CK)、0.35%、0.40%、0.45%、0.50%、0.55% (质量分数)加 NaCl 盐进行盐胁迫处理,胁迫 7 d 后取样。

1.2.4 棉花三叶期受盐胁迫后细胞膜透性的测定

分别取经盐胁迫后 7 d 的中棉所 35 和 Tamcot CAB-CS 2 个品种子叶、真叶、上胚轴各 3 个 0.5 g 左右,用超纯水清洗干净剪碎,放入用超纯水洗净并高温烘干的三角瓶中,加 50 mL 超纯水并混匀于 28 ℃ 恒温箱中过夜,24 h 后用电导仪测其电导率并换算成标准电导率;取 3 个重复的平均值用于结果统计。

1.2.5 数据处理

试验数据统计分析软件为 SAS 8.0。

1.3 仪器

GZP-250B 智能光照生长箱,德国 WTW 公司的 con315i/SET 型电导仪,XCA-800I 电热鼓风干燥箱。

2 结果与分析

2.1 棉花种子萌发期耐盐性

14 个棉花品种(系)在萌发期盐胁迫条件下,相对出苗率差异较大,差异达极显著水平,最高达 88.6%,最低 9.1%,相差近 10.0 倍左右(表 1)。相对出苗率达到 75.0% 以上的只有 3 份,占 14 个品种(系)的

表 1 14 个棉花品种(系)萌发期的耐盐性

Table 1 The salt-tolerant ability of 14 cotton varieties at emergence stage

品种(系) Varieties (Lines)	相对出苗率/% Relative emergence rate	5% 差异 5% difference	1% 差异 1% difference
豫棉 21	88.6	a	A
中棉所 35	87.8	a	A
鲁棉研 16	87.6	a	A
中 9806 不同	53.1	b	B
鲁棉研 21	53.0	b	B
中棉所 12	43.0	bc	BC
sGK 中 980	37.6	bcd	BCD
中棉所 45	35.9	bcd	BCD
中 404A 抗	23.9	cde	CD
冀 668	21.9	de	CD
DPlcon215-7-80	21.2	de	CD
引双价	17.8	de	CD
邯郸 109	10.3	e	D
44 品系	9.1	e	D

21.4%,达到50%以下而小于75.0%的有2份,占14个品种(系)的14.3%,低于50%的有9份,占14个品种(系)的64.4%,没有1份相对出苗率达到90%以上。说明在棉花的萌发出苗期受盐胁迫抑制还是明显的,且不同品种(系)间受抑制的程度差异较大。棉花种子属于油脂类种子,主要储藏物质为脂肪和蛋白质,萌发时储藏物质分解代谢酶类较多,过程复杂,对环境要求很高,且需大量氧气和水分。NaCl盐分对不同品种的渗透胁迫差异显著,造成棉花种子吸水进程迟缓,发芽势小,种子萌动慢。

2.2 棉花种子芽期的耐盐性

棉花芽期受盐胁迫影响比较小,14个品种芽期相对出苗率达到90%的有6份,占14个品种(系)的42.9%;达到75.0%—90.0%有3份,占21.4%;达到50.0%—74.9%的有3份,占21.4%;低于50.0%的只有2份(表2)。由此可以看出,盐胁迫对棉花芽期影响比较小,所以说从萌发期到芽期,棉花的耐盐性呈提高趋势,进一步说明棉花播种前进行催芽的重要性。

表2 14个棉花品种(系)芽期的耐盐性
Table 2 The salt-tolerant ability of 14 cotton varieties at bud stage

品种(系) Varieties(Lines)	相对出苗率/% Relative emergence rate	5% 差异 5% difference	1% 差异 1% difference	品种(系) Varieties(Lines)	相对出苗率/% Relative emergence rate	5% 差异 5% difference	1% 差异 1% difference
中棉所 35	97.3	a	A	中 404A 抗	97.3	a	A
44 品系	97.3	a	A	鲁棉研 21	96.0	a	AB
鲁棉研 16	94.7	a	AB	sGK 中 980	90.7	ab	AB
邯郸 109	86.7	ab	ABC	中棉所 12	86.7	ab	ABC
冀棉 668	79.3	bc	BC	中 9806 不同	72.0	c	CD
DPlcon215	59.3	d	D	中棉所 45	57.3	d	D
引双价	41.3	e	E	豫棉 21	25.3	f	F

2.3 萌发期耐盐性与芽期耐盐性比较

棉花萌发期与芽期的耐盐性没有一定的相关性,在萌发期耐盐性弱的品种,在芽期耐盐性有可能大大提高(图1),如44品系和中棉所12等。总的来说,棉花芽期与萌发期相比,耐盐性大大提高,如图1所示,除了1个材料芽期的相对出苗率比萌发期降低外,其余的13个品种(品系)芽期的耐盐性均大大提高,提高程度不同,芽期耐盐性是萌发期耐盐性的1.1—10.7倍,而且没有规律可循。在萌发期和芽期相对出苗率均达到50.0%以上的品种有4个:中棉所35、鲁棉研16、中9806不同、鲁棉研21,占14个品种(系)的28.6%。

棉花在土壤中的萌发过程,最初主要是吸胀作用,土壤中的盐分降低了土壤的水势,所以大大影响了棉花种子吸水过程,从而进一步影响水合酶的活化作用,阻碍了棉苗的进一步形成,盐分浓度越高,影响越大。而芽期是先在水分供应充足的条件下进行催芽,已经完成了最初的吸胀作用,而且胚芽已形成,具备了一定的吸水功能,盐分对其抑制主要是离子毒害作用,所以其能在一定的盐分浓度的土壤中正常出苗,从某种意义上说是从生理上一定程度避开了盐分多的伤害。

2.4 盐胁迫处理后棉花苗不同部位电导率的变化

三叶期棉花苗经过不同浓度的胁迫处理后7d,调查出活苗率,无论是盐敏感品种还是耐盐品种,三叶期活苗率均为100%,说明棉花的苗期能经受至少0.55%的盐胁迫。三叶期棉花苗经盐胁迫后,随着盐浓度的增加,棉花苗表现症状为生长比对照明显受限制,株高降低,叶面积缩小,上胚轴缩短,盐敏感品种比耐盐品种表现的更明显。方差分析结果显示,不同品种平均电导率差异达极显著($P<0.01$),不同盐浓度平均电导率差异达极显著($P<0.01$)。

由图2可以看出,而且随着盐浓度的增加,棉花子叶的电导率逐渐增加,说明盐胁迫对子叶经细胞膜伤害也越来越严重。盐敏感品种的子叶电导率远大于耐盐品种子叶的电导率,二者在所有盐浓度范围下均达差异极显著($P<0.01$),说明盐敏感品种的子叶比耐盐品种的子叶细胞膜更容易受到盐分胁迫的伤害,其功能更

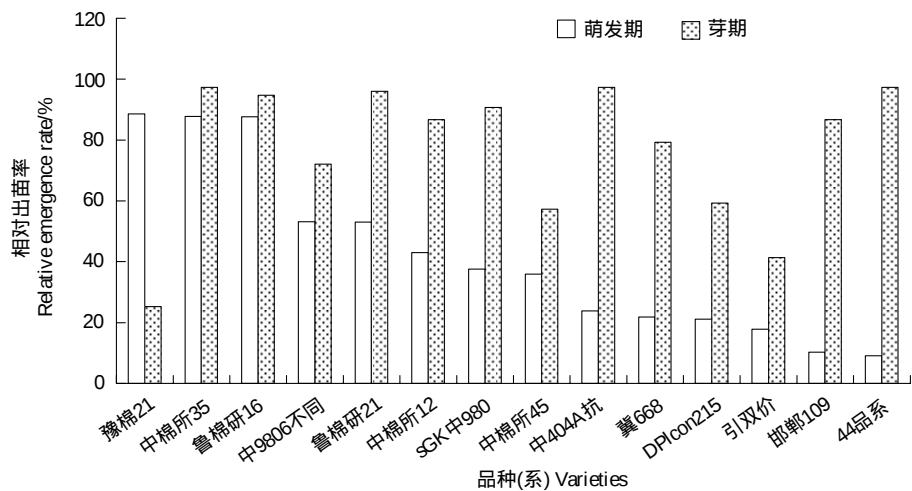


图1 萌发期耐盐性与芽期耐盐性比较

Fig. 1 The relation of cotton salt-tolerant ability at emergence and bud stage

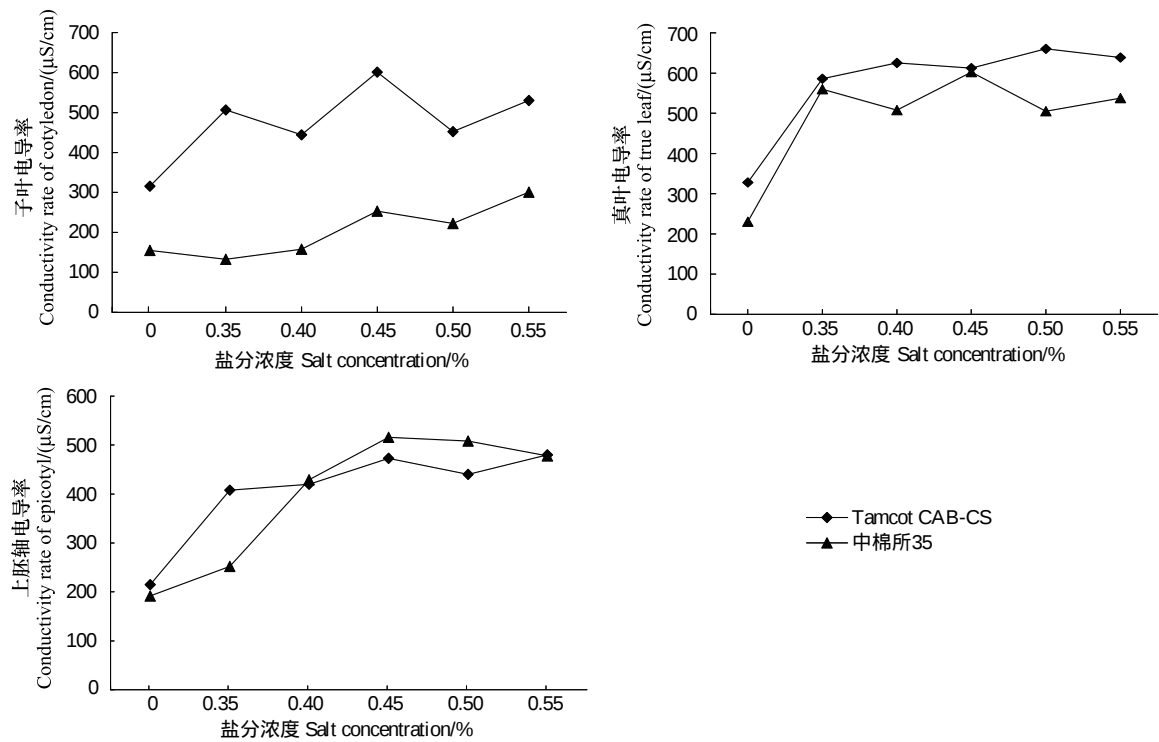


图2 不同浓度盐胁迫处理下不同部位的电导率

Fig. 2 The conductivity rate of different parts under different salt concentration

容易丧失,这对于棉花生长早期总体叶面积还小的情况下是不利的。

三叶期的棉花经过不同浓度的盐胁迫处理后,虽然没有死,但盐浓度在 0.35% 时已经对棉花的苗造成伤害;而且随着盐浓度的增加,棉花真叶的电导率逐渐增加,盐胁迫对真叶细胞膜伤害也越来越严重;盐胁迫对真叶的伤害,盐敏感品种表现更明显,盐浓度分别 0.4% 和 0.5% 时二者的伤害差异达极显著 ($P<0.01$),这说明在同样盐胁迫条件下,耐盐品种比盐敏感品种更有能力保护其幼嫩部分,这样更有利于植株持续的生长发育。

随着盐浓度的增加,棉花上胚轴的电导率逐渐增加,即盐胁迫对上胚轴细胞膜伤害也越来越严重。总的

是盐敏感品种 Tamcot CAB-CS 上胚轴受盐胁迫伤害大于耐盐品种中棉所 35,盐浓度在 0.35% 时,盐敏感品种 Tamcot CAB-CS 与耐盐品种中棉所 35 的上胚轴受盐胁迫伤害程度达差异极显著水平 ($P<0.01$),而且中棉所 35 与对照比,差异不显著,Tamcot CAB-CS 与对照比,差异极显著,说明盐浓度在 0.35% 时,盐敏感品种的维管束已受到伤害,而耐盐品种还未受到伤害。盐浓度在等于大于 0.4% 时,盐敏感品种 Tamcot CAB-CS 和耐盐品种中棉所 35 之间受盐胁迫伤害差异不显著,这说明当盐浓度大于 0.4% 时,无论是盐敏感品种或者是耐盐品种维管束都受到了伤害。

2.5 不同盐浓度下两个品种植株受伤害情况比较

由表 3 和表 4 可以看出,随着盐胁迫浓度的升高,耐盐性不同的品种各部分受到的伤害不同,耐盐品种(系)中棉所 35 各部分电导率由高到低依次为:真叶>上胚轴>子叶,盐分对这 3 个部位的伤害程度差异达极显著水平(表 3);盐敏感品种(系)Tamcot CAB-CS 各部分电导率由高到低依次为:真叶>子叶>上胚轴,盐分对这 3 个部位的伤害程度差异达极显著水平(表 4)。盐分被棉花植株吸收后,在不同耐盐水平的棉花植株体内造成的伤害也不相同,在耐盐品种植株体内伤害主要部位是真叶和上胚轴,在盐敏感品种植株体内伤害部位集中在真叶和子叶部分,因为上胚轴起到维管束运输的作用,所以据此认为,盐分在耐盐品种体内进行循环比较快,这也说明棉花品种是通过盐分在地上部的区域化分布实现耐盐性的,这也可能是造成盐敏感品种真叶和子叶均比耐盐品种的伤害较重的原因。

表 3 中棉所 35 在不同盐分浓度下植株各部分电导率比较

Table 3 The conductivity rate of different parts of CRI35 under different salt concentration		
品种(系) Varieties(Lines)	部位 Parts	电导率平均值 Everage value of conductivity rate
中棉所 35	真叶	490.6A
	上胚轴	395.9B
	子叶	206.5C

表 4 Tamcot CAB-CS 在不同盐分浓度下植株各部分电导率比较

Table 4 The conductivity rate of different parts of Tamcot CAB-CS under different salt concentration		
品种(系) Varieties(Lines)	部位 Parts	电导率平均值 Everage value of conductivity rate
Tamcot CAB-CS	真叶	575.0A
	子叶	475.0B
	上胚轴	406.0C

3 讨论

本研究表明,棉花的耐盐性随个体发育阶段的不同而变化。棉花不同生育期耐盐性鉴定结果表明,从萌发期至三叶期时,陆地棉的耐盐性是随着生育期的延长而增加的,不同生育时期之间的耐盐性没有直接相关性,耐盐性由高到低分别为:苗期>芽期>萌发期,这与花生的耐盐性有一定的相似性^[12],花生在各生育时期的耐盐能力不同,耐盐性由高到低:开花下针期、饱果成熟期>幼苗期>芽期。本研究与 Ashraf 等的研究结果^[13]不太一致,Ashraf 等研究了 3 个耐盐棉花品种和 3 个盐敏感品种在全生育期的耐盐性,发现这些棉花品种在不同发育时期的耐盐性具有高度的一致性,盐敏感品种与耐盐品种不同部位的盐分含量没有差异。这可能与所用的材料不同有关,或与所用材料多少有关,他们所用的材料较少,而本研究所用的材料相对较多,可能更具有代表性。

不同生育阶段的耐盐性差异,既与棉花苗龄、健壮程度有关,也与每个生育阶段转换时期体内酶对环境特别敏感有关。因此,萌发出苗期,是棉花耐盐水平差异最明显的时期,也是筛选品种耐盐性的关键时期。盐分胁迫对棉花的伤害在种子萌发期主要是渗透胁迫,在幼苗期主要是离子毒害,随着幼苗的长大,盐分在植株体

内的积累是限制其生长发育的关键^[14]。在盐碱地推广棉花新品种,应综合考虑其耐盐性,可以根据棉花各阶段对盐胁迫的敏感性不同而确定特殊的管理措施,在棉花对盐渍的敏感时期用灌水洗盐等方法降低土壤含盐量,使盐渍造成的减产降低到最低限度^[15]。

盐胁迫可造成作物细胞膜选择透性的改变和丧失,细胞内物质大量外渗,引起组织浸液电导率发生变化。本试验结果表明,在三叶期,随着盐分浓度的提高,棉花苗受伤害程度逐渐增加,盐敏感性品种受伤害大于耐盐品种,在同样盐浓度胁迫条件下,耐盐性不同的品种各部分受到的伤害不同,耐盐品种(系)中棉所 35 受伤害程度由高到低依次为:真叶>上胚轴>子叶;盐敏感品种(系)Tamcot CAB-CS 受伤害程度由高到低依次为:真叶>子叶>上胚轴,说明盐分对盐敏感品种的伤害主要在叶中,而对耐盐品种的伤害部分转移至上胚轴上,从而缓解了盐分对叶片的伤害,这也许对保存耐盐品种叶的光合作用是有利的,也与 P. Botía 等^[16]在甜瓜研究表明耐盐品种的盐分主要集中在茎中,耐盐性强的甜瓜品种在叶子中,特别是幼嫩的叶子中有较少的盐分积累,从而避免了对叶片的伤害的研究结果是一致的。苗期盐胁迫对棉花的危害主要是离子毒害、渗透胁迫和营养不平衡^[17]。盐胁迫条件下,棉花不同部位首先受伤害的部位是细胞膜,而电导率代表了膜的伤害程度,细胞膜受伤害程度越大,电导率越大^[18]。盐离子在植株不同部位的运输和分配是作物耐盐机理的重要特征^[13,19],控制盐离子在植株体内不同部位的合理分配是植物对缓解盐分胁迫具有积极的意义^[20]。

本研究是在单一的盐分条件下所做的实验,与实际的盐碱地条件下还有一定的差距,自然条件下盐碱地的棉花受各种因素的影响,各种逆境条件相互作用、相互影响^[14,21],因此,在自然条件或与自然条件更接近的模拟条件下研究更具实际意义。

References:

- [1] Zhao K F, Fan H, Song J. The categories, types, vegetation and economic potential of Chinese halophytes//Liu X J, Xiu M Y. The Utilization of Halophytes and Agriculture Sustainable Development. Beijing: China Meteorological Press, 2002: 1-9.
- [2] Huang Y, Zhang Y L. The soil degradation problem in greenhouse and control countermeasures. Chinese Journal of Soil Science, 2004, 35(2): 212-216.
- [3] Chinese Agriculture Academy of Science Institute of Cotton. Genetics and Breeding of Cotton in China. Shang Dong: Shang Dong Science and Technology Publishing House, 2003.
- [4] Witcombe J R, Hollington P A, Howarth C J, Reader S, Steele K A. Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society. B: Biological Science, 2008, 363(1492): 703-716.
- [5] Bhattarai S P, Midmore D J. Oxidation enhances growth, gas exchange and salt tolerance of vegetable soybean and cotton in a saline vertisol. Journal of Integrative Plant Biology, 2009, 51(7): 675-88.
- [6] Wang J J, Ye W W, Zhou D Y, LV Y J, Fan B X, Song L Y. Studies on germination characteristics of different salinity-resistant cotton under salt stress. Cotton Science, 2007, 19(4): 315-317.
- [7] Asad S, Mukhtar Z, Nazir F, Hashmi J A, Mansoor S, Zafar Y, Arshad M. Silicon carbide whisker-mediated embryogenic callus transformation of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and regeneration of salt tolerant plants. Molecular Biotechnology, 2008, 40(2): 161-169.
- [8] Maas E V. Crop salt tolerance//Tanji K. K. ed. Agricultural Salinity Assessment and Management//ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices, No 71. New York: ASCE, 1990: 262-304.
- [9] Gong M, Liu Y L, Ding N C, He Z Y. Difference of salt tolerance in hordeum vulgare at different growth stages. Acta Botanica Boreal-Occidentalia Sinica, 1994, 14(1): 1-7.
- [10] Wang G Y, Zhou X M, Zhang J W, Shen J. Salt tolerance of cucumber cultivars at germination stage. Journal of Plant Genetic Resources, 2004, 5(3): 299-303.
- [11] Wang X J, Li R S, Li S J, Tong A L, Chen L P, Guo H Y. Studies on salinity-resistant selection of cucumber during germination. Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science, 2000, 31(1): 71-73, 78-78.
- [12] Wu L R, Chen J, Xu T T, Miao H R, Hu W G, Yu S L. Identification of salt tolerance in peanut growth duration. Journal of Peanut Science, 2005, 34(1): 20-24.
- [13] Ashraf M, Ahmad S. Influence of sodium chloride on ion accumulation, yield components, and fiber characteristics in salt-tolerant and salt-sensitive lines of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Field Crops Research, 2000, 66: 115-127.

- [14] Jenks M A, Hasegawa P M, Jain S M. *Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops*. Dordrecht: Springer, 2007.
- [15] Xin C S, Dong H Z, Wen S M, Zhang X J, Xin M P. Salt tolerance appraisal of Bt cotton with different genotypes in coastal saline soil. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2008, 24(2): 188-192.
- [16] Botía P, Navarro J M, Cerdá A., Martínez V. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with saline water at different stages of development. *European Journal Agronomy*, 2005, 23(3): 243-253.
- [17] Yu S W, Tang Z C. *Plant Physiology and Molecular Biology*, 2nd ed. Beijing: Science Press, 1998: 752-759.
- [18] Zhang J F, Sun M G, Xia Y, Li G L, Hu X J. Salt stresses affect proline contents, nitrate reductase activities and electrical conductivity of seedling leaves of megranae and cherry. *Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science*, 2004, 35(2): 164-168.
- [19] Sun X F, Liu Y L. Distribution of Na^+ and K^+ in cotton plant under NaCl stress and salt tolerance. *Acta Botanica Boreal-Occidentalia Sinica*, 2000, 20(6): 1027-1033.
- [20] Cheeseman J M. Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiology*, 1988, 87(3): 547-550.
- [21] Witcombe I J R, Hollington I P A, Howarth C J, Reader S, Steele K A. Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2008, 363(1492): 703-716.

参考文献:

- [1] 赵可夫, 范海, 宋杰. 中国盐生植物的种类、类型、植被及其经济潜势//刘小京, 刘孟雨. 盐生植物利用与区域农业可持续发展. 北京: 气象出版社, 2002: 1-9.
- [2] 黄毅, 张玉龙. 保护地生产条件下的土壤退化问题及其防治对策. *土壤通报*, 2004, 35(2): 212-216.
- [3] 中国农业科学院棉花研究所. 中国棉花遗传育种学. 山东: 山东科技出版社, 2003.
- [6] 王俊娟, 叶武威, 周大云, 吕有军, 樊保香, 宋丽艳. 盐胁迫下不同耐盐类型棉花的萌发特性. *棉花学报*, 2007, 19(4): 315-317.
- [9] 龚明, 刘友良, 丁念诚, 贺子义. 大麦不同生育期的耐盐性的差异. *西北植物学报*, 1994, 14(1): 1-7
- [10] 王广印, 周秀梅, 张建伟, 沈军. 不同黄瓜品种种子萌发期的耐盐性研究. *植物遗传资源学报*, 2004, 5(3): 299-303.
- [11] 王学军, 李仁所, 李式军, 全爱玲, 陈丽平, 郭红芸. 黄瓜抗盐选择研究. *山东农业大学学报: 自然科学版*, 2000, 31(1): 71-73, 78-78.
- [12] 吴兰荣, 陈静, 许婷婷, 苗华荣, 胡文广, 禹山林. 花生全生育期耐盐鉴定研究. *花生学报*, 2005, 34(1): 20-24.
- [15] 辛承松, 董合忠, 温四民, 张晓洁, 辛梅平. 滨海盐碱地转基因抗虫棉品种鉴定. *中国农学通报*, 2008, 24(2): 188-192.
- [17] 余叔文, 汤章城. *植物生理与分子生物学 (第二版)*. 北京: 科学出版社, 1998: 752-769.
- [18] 张金凤, 孙明高, 夏阳, 李国雷, 胡学俭. 盐胁迫对石榴和樱桃脯氨酸含量和硝酸还原酶活性及电导率的影响. *山东农业大学学报: 自然科学版*, 2004, 35(2): 164-168.
- [19] 孙小芳, 刘友良. NaCl 胁迫下棉花体内 Na^+ 、 K^+ 分布与耐盐性. *西北植物学报*, 2000, 20(6): 1027-1033.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 13 July, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Spatiotemporal variation of plant community aspections in the north-subtropical zone of eastern China	CHEN Xiaoqiu, QI Xiaoran, A Shan, et al (3559)
Seasonal variations and environmental control impacts of evapotranspiration in a hilly plantation in the mountain areas of North China	HUANG Hui, MENG Ping, ZHANG Jinsong, et al (3569)
Intra- and inter-specific variations in stem respiration for 14 temperate tree species in northeastern China	XU Fei, WANG Chuankuan, WANG Xingchang (3581)
Assessment of the ecological health of wetlands in Honghe supported by RS and GIS techniques	WANG Yihan, ZHOU Demin, SUN Yonghua (3590)
Phytoplankton community structure in Qinzhou Bay during flood season by analysis of HPLC photosynthetic pigment signatures	LAN Wenlu, WANG Xiaohui, LI Mingmin (3601)
Irreplaceability-based function zoning of nature reserves in the Three Rivers Headwater Region of Qinghai Province	QU Yi, WANG Xiulei, LUAN Xiaofeng, et al (3609)
Effects of snowmelt timing on individual growth and reproduction of <i>Pedicularis davidii</i> var. <i>pentodon</i> on the eastern Tibetan Plateau	CHEN Wennian, WU Yan, WU Ning, et al (3621)
Response of foliar $\delta^{13}\text{C}$ of <i>Quercus spinosa</i> to altitudinal gradients	FENG QiuHong, CHENG Ruimei, SHI Zuomin, et al (3629)
Soil water and nutrient characteristics of alfalfa grasslands at semi-arid and semi-arid prone to drought areas in southern Ningxia	REN Jingjing, LI Jun, WANG Xuechun, et al (3638)
Aboveground biomass of natural <i>Castanopsis fissa</i> community at the Xiaokeng of NanLing Mountain, Southern China	LI Gen, ZHOU Guangyi, WANG Xu, et al (3650)
Impacts of grazing on herbage quality of the alpine and subalpine meadows within Wutai Mountain	ZHANG Yiping, JIANG Yuan, LIU Quanru, et al (3659)
Short-term effects of warming on growth and stoichiometrical characteristics of <i>Abies fabii</i> (Mast.) Craib seedling in Gongga mountain	YANG Liudong, YANG Yan, WANG Genxu, et al (3668)
Manganese stress on morphological structures of leaf and ultrastructures of chloroplast of a manganese hyperaccumulator, <i>Phytolacca americana</i>	LIANG Wenbin, XUE Shengguo, SHEN Jihong, et al (3677)
Allelopathic potential of volatile oil from <i>Chenopodium ambrosioides</i> L. on root tip cells of <i>Vicia faba</i>	HU WanJun, MA Danwei, WANG Yanan, et al (3684)
Contents and cycling of microelements in Karst urban poplar plantations	WANG Xinkai, TIAN Dalun, YAN Wende, et al (3691)
Fungal flora and population structure of polypores in the Great Xingan Mountains	CUI Baokai, YU Changjun (3700)
Growth competition characteristics of <i>Microcystis aeruginosa</i> Kutz and <i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kutz under non-steady-state nutrient limitation	ZHAO Xiaodong, PAN Jiang, LI Jinye, et al (3710)
The characters of salt-tolerance at different growth stages in cotton	WANG Junjuan, WANG Delong, FAN Weili, et al (3720)
Assessment of tributyltin ecotoxicity using a model animal nematode <i>Caenorhabditis elegans</i>	WANG Yun, YANG Yanan, JIAN Fenglei, et al (3728)
Effect of oil exploitation on soil nematode communities in Daqing Oilfield	XIAO Nengwen, XIE Deyan, WANG Xuexia, et al (3736)
Effect of habitat degradation on soil meso- and microfaunal communities in the Zoigê Alpine Meadow, Qinghai-Tibetan Plateau	WU Pengfei, YANG Daxing (3745)
Characteristics of the soil environment of Dongting Lake wetlands and its response to the converting farmland to lake project	LIU Na, WANG Kelin, XIE Yonghong, et al (3758)
Modeling the changes of yield and deep soil water in apple orchards in Weibei rainfed highland	ZHANG Shehong, LI Jun, WANG Xuechun, et al (3767)
Potential soil N_2O emissions and its controlling factors under different land use patterns on hilly-gully loess plateau	QI Jinhua, HUANG Yimei, ZHANG Hong, et al (3778)
Comparison between physiological properties and cold tolerance under low temperature treatment during different growing stages of rice in northeast central region of China	SONG Guangshu, SUN Zhongfu, SUN Lei, et al (3788)
Effect of sulfur on chlorophyll fluorescence of flue-cured tobacco at maturation stage	ZHU Yinghua, TU Naimei, XIAO Hanqian, et al (3796)
Effects of high temperature and strong light on chlorophyll fluorescence, the D1 protein, and Deg1 protease in Satsuma mandarin, and the protective role of salicylic acid	QIU Cuihua, JI Weiwei, GUO Yanping (3802)
Effect of plastic film mulching on the distribution and translocation of nitrogen in soil-lettuce system	LI Lili, LI Feili, LIU Qiuya, et al (3811)
An analysis on spatio-temporal dynamics of suitable habitats for waterbirds based on spatial zonation at Chongming Dongtan, Shanghai	FAN Xuezhong, ZHANG Liqun, YUAN Lin, et al (3820)
The bryophyte consumed by reindeers and species diversity of bryophyte in reindeer habitats	FENG Chao, BAI Xueliang (3830)
Evaluation of rainwater runoff storage by urban green spaces in Beijing	ZHANG Biao, XIE Gaodi, XUE Kang, et al (3839)
Review and Monograph	
Advances in methane-cycling microbial communities of permafrost and their response to global change	NI Yongqing, SHI Xuwei, ZHENG Xiaoji, et al (3846)
Heat transfer property of mammal pelage and its influencing factors	ZHENG Lei, ZHANG Wei, HUA Yan (3856)

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 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 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 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 13 期 (2011 年 7 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 13 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn 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 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.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 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 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