

沿海地区 5 种常见植物对土壤盐渍化程度的指示作用研究

顾海蓉¹, 李 媛², 沈根祥¹, 黄丽华¹, 钱晓雍¹, 尉 良²

(1.上海市环境科学研究院, 上海 200233; 2.东华大学, 上海 200051)

摘 要:通过人工气候室和玻璃温室条件下的盆栽试验,研究了碱蓬、灰绿藜、小藜、马齿苋和大豆 5 种沿海地区常见农田植物对土壤盐渍化程度的指示作用。结果表明,这 5 种植物的存活率和株高增长率与土壤含盐量存在显著的响应关系。通过复合观察这 5 种植物的生长性状,可形成一套直观简便的土壤盐渍化程度植物指示体系,用于判别农田土壤含盐量小于 0.27%、0.27%~0.66%、0.66%~0.78%、0.78%~0.99%、0.99%~1.77%和大于 1.77%的 6 种不同土壤含盐量范围。

关键词:土壤盐渍化;指示植物;土壤盐度;存活率;株高增长率

中图分类号:X173 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2043(2009)08-1590-07

Study on Indication of Soil Salinity by 5 Species of Farmland Common Plants in Coastal Region of China

GU Hai-rong¹, LI Yuan², SHEN Gen-xiang¹, HUANG Li-hua¹, QIAN Xiao-yong¹, WEI Liang²

(1. Shanghai Academy of Environmental Sciences, Shanghai 200233, China; 2. Donghua University, Shanghai 200051, China)

Abstract: The indication of soil salinity by 5 species of farmland common plants in coastal region of China was studied through potted cultivation in the climate chamber and glass-greenhouse, such as *Suaeda heteroptera* Kitag., *Chenopodium glaucum* Linn., *Chenopodium serotinum* Linn., *Portulaca oleracea* Linn. and *Glycine max* Linn. The results showed that there were obviously response relations between plant height growth rate and survival rate with soil salinity. A set of simple and visual plant instruction system was set up, which can be corresponded to 6 categories of soil salt content of less than 0.27%, 0.27%~0.66%, 0.66%~0.78%, 0.78%~0.99%, 0.99%~1.77%, as well as more than 1.77% through complex observation of growth characteristics of the 5 plants.

Keywords: soil salinization; indicator plant; soil salinity; survival rate; height growth rate

当前,我国设施大棚农业生产中由于复种指数高、化肥投入量大,农田土壤含盐量加速累积,土壤盐渍化问题十分严重。尤其在本底含盐量较高的沿海地区,这一问题更加突出。农田土壤盐渍化不仅影响了农作物的产量和品质,同时降低了农田土壤的质量和可持续生产能力^[1-2]。为了保持农田土壤生产后劲,人们致力于盐渍化农田土壤的防治和改良^[3],而判别土壤盐渍化程度是土壤盐渍化防治的基础。目前,人们主要依赖于物理化学方法对土壤盐渍化

程度进行检测^[4-5],然而由于同等盐度条件下土壤质地、碳氮比、微生物菌落等性质的差异也在不同程度上影响作物的生长^[6-7],单一的理化方法难以综合反映土壤盐渍化对农作物生长的实际影响,也不利于农业生产者在野外直观判别土壤的盐度。因此,利用某些盐分敏感植物在不同土壤盐度下的生长表现,建立一套直观简便的土壤盐渍化程度植物指示体系,对于补充和完善土壤盐渍化程度的检测和评估方法具有重要意义^[8-12],并对盐渍化土壤防治和改良具有十分重要的实际指导价值。但是,迄今为止,国内有关这方面的研究报道甚少。

本文根据沿海地区不同盐分土壤植物分布状况^[13-14],选取在高、中、低 3 种盐分土壤植物中具有代表性,且在沿海地区农田广泛分布或种植的 5 种常见

收稿日期:2008-11-27

基金项目:上海市科技支撑项目(07DZ12047)

作者简介:顾海蓉(1983—),女,助理工程师,主要从事农村生态及农业环境保护研究。E-mail:guhr@saes.sh.cn

通讯作者:沈根祥 E-mail:shengx@saes.sh.cn

植物为研究对象,通过人工气候室和接近设施大棚农业生产实际的玻璃温室条件下的盆栽试验,研究土壤盐度对这 5 种植物生长情况的影响,分析植物主要生长性状指标与土壤不同盐度之间的对应关系,以期建立一套直观简便的土壤盐度植物指示体系,为农田土壤盐渍化程度判别和盐渍化土壤改良效果评估提供现场直观的植物指示鉴别手段,进而为沿海地区农业生产一线人员开展农田盐渍化土壤适宜农作物种植类型选择和盐渍化土壤防治工作提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 供试植物与土壤

5 种供试植物包括碱蓬(藜科 *Suaeda heteroptera* Kitag)、灰绿藜(藜科 *Chenopodium glaucum* Linn.)、小藜(藜科 *Chenopodium serotinum* Linn.)、马齿苋(马齿苋科 *Portulaca oleracea* Linn.)和大豆(豆科 *Glycine max* Linn.)。这 5 种植物均为一年生草本植物,其中碱蓬多见于沿海地区高盐度农田,小藜、灰绿藜和马齿苋为沿海地区中低盐度农田常见杂草,而大豆则是低盐度农田可种植的常见农作物^[13]。前 4 种供试植物幼苗采集自上海崇明东滩农田,在人工气候室条件下(25℃、75%RH)经 7~10 d 的适应性培育后移栽。大豆种子在人工气候室条件下经催芽培育,待成苗后移栽。

原始土壤采集自崇明东滩农田重度盐渍土和非盐土,属灰潮土,质地为沙壤土^[15]。重度盐渍土和非盐土的可溶性全盐含量分别为 2.98%和 0.16%,经风干、碾碎和过筛(2 mm 筛孔)后^[16],按照不同比例配制出 9 个不同含盐量梯度的试验土壤,其理化性状如表 1 所示。根据我国盐碱土分级标准,处理 1 为非盐土,处理 2 和 3 为轻度盐渍土,处理 4、5、6 为重度盐渍土,而处理 7、8、9 为盐土^[17-19]。

1.2 试验设计

1.2.1 人工气候室条件下的盆栽试验

人工气候室内部尺寸为 3 m×2 m×2 m,室内温度、湿度、光照可通过电脑系统精确调节和记录。其中,温度控制范围为(18~50)℃±1℃,湿度控制范围为(60~95)±(5~8)RH%,光照强度调节范围为 0~3 000 lx。本试验将人工气候室内温度调控至 25℃,湿度调控至 75%,光照调控为每日 12 h,光照强度 3 000 lx。

将 9 个不同盐度梯度的土壤分别装入 65 cm×25 cm×25 cm 的盆钵内,土壤深度为 15 cm。把 5 种供试植物分为 A、B 两组,A 组包括碱蓬、小藜和灰绿藜,将经过 7~10 d 的适应性培育后的植株分别定植于 9 个梯度的土壤中,每盆土壤中定植 15 株,即每种植物定植 5 株,各植株间距为 20 cm。B 组包括马齿苋和大豆,将经过育苗的植株分别定植于前 5 个盐分梯度中,每盆土壤中定植 10 株植物,即每种植物定植 5 株,各植株间距为 20 cm。每个盆栽设 3 个重复。试验周期为 2008 年 6 月 12 日至 8 月 8 日,历时 58 d。试验期间每隔 2 d 人工补充土壤水分,如出现盆钵底部渗滤水,将盛装在底盘中的渗滤水及时均匀地返还至盆钵中,以确保盆钵内土壤盐分含量保持不变。

1.2.2 玻璃温室条件下的盆栽试验

玻璃温室条件下的盆栽土壤装填及植物分组布设与人工气候室条件下的设计一致。试验周期同样为 2008 年 6 月 12 日至 8 月 8 日。试验期间玻璃温室内温度范围为 24~45℃,湿度范围为 28%~94%,光照强度范围为 58 200~87 200 lx。试验期间土壤水分控制措施同上。

1.3 土壤与植株指标测定方法

1.3.1 土壤理化指标及分析方法^[16]

土壤可溶性总盐采用水土比 5:1 浸提后重量法测定;pH 值和 EC 值采用水土比 5:1 浸提后,分别用 pH 计和电导仪测定;总氮用半微量开氏法测定;速效磷用 Olsen 法测定;速效钾用醋酸铵提取火焰光度法测定;有机质用重铬酸钾容量分析法测定。

表 1 供试土壤性质

Table 1 Characteristics of the cultivation soils

处理	1	2	3	4	5	6	7	8	9
含盐量/%	0.19	0.27	0.38	0.66	0.78	0.99	1.28	1.77	2.51
电导率/mS·cm ⁻¹	0.21	0.46	0.78	1.88	1.97	2.53	3.47	4.55	6.52
pH	7.83	8.03	7.70	7.38	7.35	7.47	7.34	7.37	7.25
总氮/%	0.042	0.044	0.043	0.045	0.047	0.046	0.049	0.051	0.053
速效磷/mg·kg ⁻¹	17.10	17.97	17.61	18.34	19.44	18.71	20.13	20.91	22.00
速效钾/mg·kg ⁻¹	100.00	100.85	100.50	101.20	102.27	101.56	102.94	103.70	104.76
有机质/%	1.24	1.22	1.23	1.22	1.20	1.21	1.19	1.17	1.15

1.3.2 植株评价指标

存活率:存活株数与总株数的比值称为植株的存活率。当植株存活率低于 0.5 时所对应的土壤含盐量称为半数致死盐度,即在此盐度下植物半数以上死亡。

株高日平均增长率:以 H_n 表示第 n d 的株高, H_0 表示栽种时的植株高度,日平均增长率 $=[(H_n-H_0)/n]/H_0\times 100\%$ 。植株移栽初期株高增长率低于非盐土条件下(即处理 1)株高增长率一半时所对应的土壤含盐量称为初始生长抑制盐度,反映了土壤盐分对植物初始生长的影响。

每隔 3 d 统计 1 次人工气候室和玻璃温室植株的存活情况,并测定活株的株高,以计算存活率和株高日平均增长率。

2 结果与讨论

2.1 植株存活率对土壤盐度的响应

人工气候室条件下试验中期(22 d)和试验后期(45 d)各植物在不同盐度土壤中的存活情况如表 2 所示。由表可见,在植物移栽 22 d 后,碱蓬、灰绿藜在 0.19%~2.51%范围内的 9 个含盐量土壤下存活率都超过 50%;小藜在前 8 个含盐量梯度中存活率高于 50%,但当土壤含盐量为 2.51%时,小藜存活率低于 50%;而马齿苋和大豆在 0.19%~0.78%范围内的 5 个含盐量梯度下存活率都超过 50%。

在植物移栽 45 d 后,碱蓬和灰绿藜在含盐量最高的土壤中存活率依然超过 50%。小藜、马齿苋和大豆在高盐度下存活率明显降低,当土壤含盐量分别超过或等于 0.99%、0.66%和 0.27%时,小藜、马齿苋和

大豆的存活率都低于 50%。

由此可见,在人工气候室的条件下,碱蓬和灰绿藜表现为极度耐盐,土壤盐分含量的升高对其存活率影响不大,而小藜、马齿苋和大豆的耐盐能力则依次下降,并且随着移栽时间的推移,土壤盐分对其存活率的影响逐渐加大。

玻璃温室条件下试验中期(22 d)和试验后期(45 d)各植物在不同盐渍化程度的土壤中的存活情况如表 3 所示。由表可见,在植物移栽 22 d 后,碱蓬在 9 个不同盐渍化程度的土壤中存活率都超过 50%;灰绿藜在 0.19%~1.28%范围内存活率高于 50%,但当含盐量 $\geq 1.77\%$,存活率低于 50%;小藜、马齿苋和大豆分别在含盐量超过或等于 0.99%、0.78%和 0.66%时,存活率低于 50%。

在植物移栽 45 d 后,碱蓬在 9 个盐度的土壤中存活率依然超过 50%。其他 4 种植物的存活率受土壤盐分影响逐渐加深,灰绿藜的半数致死盐度降为 0.78%;小藜和马齿苋的半数致死盐度为 0.66%;而大豆的半数致死盐度仅为 0.27%。

对比表 2 和表 3,除碱蓬在人工气候室和玻璃温室条件下都能在 0.19%~2.51%的盐度范围内存活良好,其他 4 种植物在接近设施大棚农业生产实际的玻璃温室条件下的半数致死盐度都略低于人工气候室。植物耐盐能力下降,这是由于试验期间玻璃温室的气温和光照高于人工气候室,土壤盐分对植物的胁迫作用增大所致。

2.2 株高增长率对农田土壤盐度的响应

试验期间植株高度测定结果表明,同种植物在不同土壤盐度下的生长速度不尽相同。尤其在试验初期(植株移栽后 5 d 内),当土壤含盐量超过某个阈值

表 2 人工气候室下植株半数存活率
Table 2 Half survival rate of plants under the
climate chamber condition

盐分 梯度/%	试验中期(22 d)					试验后期(45 d)				
	碱蓬	灰绿藜	小藜	马齿苋	大豆	碱蓬	灰绿藜	小藜	马齿苋	大豆
0.19	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0.27	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
0.38	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
0.66	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
0.78	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
0.99	+	+	+	/	/	+	+	-	/	/
1.28	+	+	+	/	/	+	+	-	/	/
1.77	+	+	+	/	/	+	+	-	/	/
2.51	+	+	-	/	/	+	+	-	/	/

注:“+”表示存活率 $>50\%$,”-”表示存活率 $<50\%$,”/”表示试验未进行,下同。

表 3 玻璃温室下植株半数存活率

Table 3 Half survival rate of plants under the
glass greenhouse condition

盐分梯 度/%	试验中期(22 d)					试验后期(45 d)				
	碱蓬	灰绿藜	小藜	马齿苋	大豆	碱蓬	灰绿藜	小藜	马齿苋	大豆
0.19	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0.27	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
0.38	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
0.66	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-
0.78	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
0.99	+	+	-	/	/	+	-	-	/	/
1.28	+	+	-	/	/	+	-	-	/	/
1.77	+	-	-	/	/	+	-	-	/	/
2.51	+	-	-	/	/	+	-	-	/	/

后,植株生长受到抑制,出现了停止生长甚至负生长的状况,说明土壤盐分严重抑制了植物的初始生长。随着试验的持续进行,当植株逐渐适应了此含盐量土壤后,生长速度又有所增加,不再表现出明显的生长

抑制现象。因此,植物移栽初期(5 d)生长抑制状况可以灵敏地反映土壤盐分对植物生长的影响。人工气候室和玻璃温室下5种试验作物的初始生长情况如图1和图2所示。

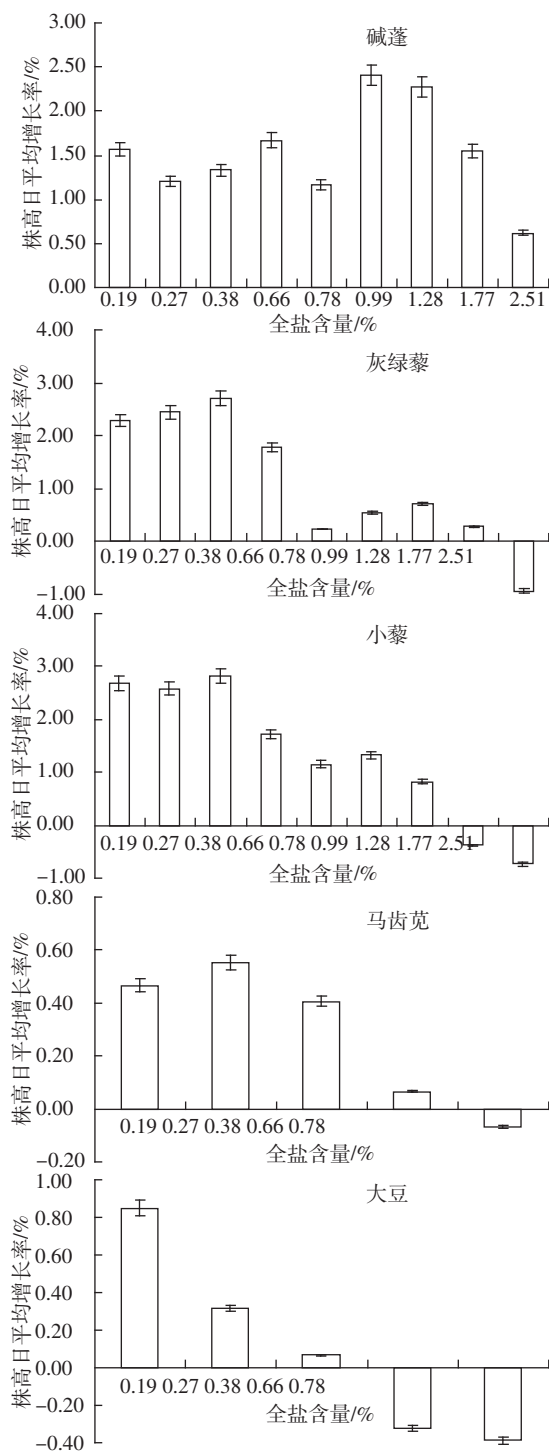


图1 人工气候室条件下土壤盐渍化程度对植物初始(5 d内)日平均株高增长率的影响

Figure 1 Effects of primary daily height growth rate from different soil salt content of farmland under the climate chamber condition

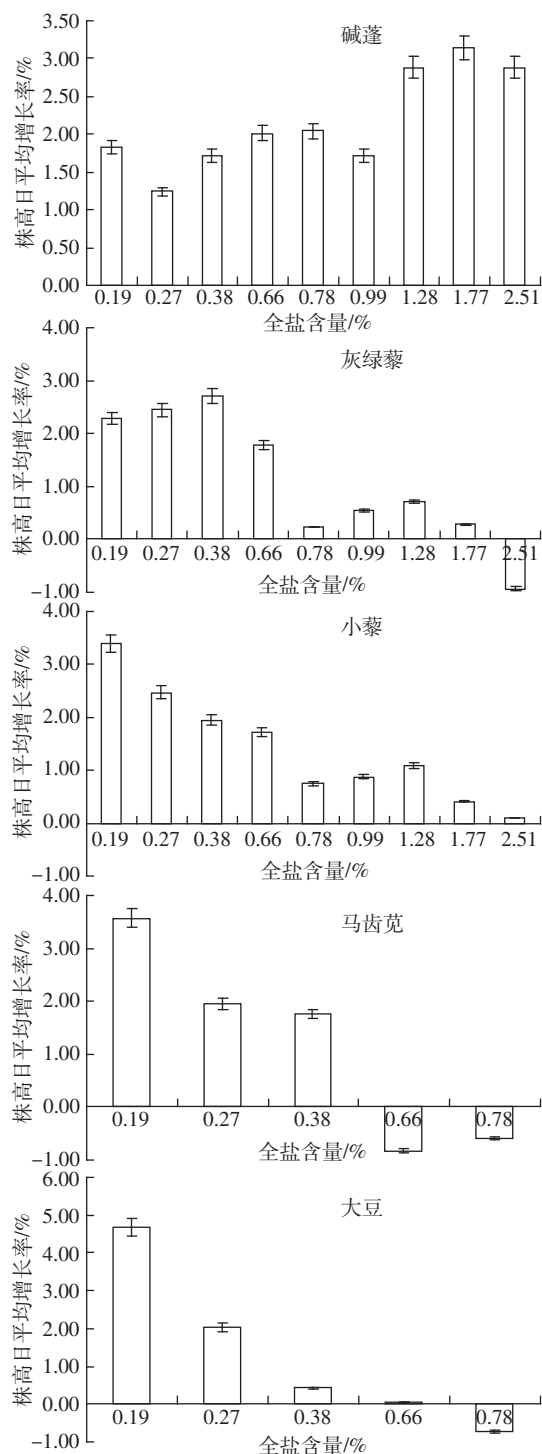


图2 玻璃温室条件下土壤盐渍化程度对植物初始(5 d内)日平均株高增长率的影响

Figure 2 Effects of primary daily height growth rate from different soil salt content of farmland under the glass-greenhouse condition

由图 1 可见,在人工气候室条件下,在移栽后 5 d 内,碱蓬在试验设定的土壤盐度范围内日平均株高增长率都保持了正增长,并在 0.99%~1.28%盐度范围内表现出盐分对该植物生长的促进作用,表明该植物为耐盐植物甚至喜盐植物。与碱蓬相比,其他 4 种植物的生长速度受土壤盐分的影响较大。其中,灰绿藜在土壤含盐量 $\geq 0.78\%$ 时,初始日平均株高增长率仅为-0.93%~0.71%,不足非盐土(0.19%)条件下株高增长率的一半,初始生长受到严重抑制。而小藜、马齿苋和大豆也分别在土壤全盐含量等于或大于 0.78%、0.66%和 0.27%时出现了植株初始生长受抑制的情况。

与人工气候室条件下的植株生长情况相似,玻璃温室条件下灰绿藜、小藜、马齿苋和大豆也出现了初始生长受到土壤盐分抑制的情况。如图 2 所示,除碱蓬在移栽 5 d 内的日平均株高增长率随土壤含盐量升高有所增加外,灰绿藜、小藜、马齿苋和大豆的株高增长率都随着土壤含盐量上升而下降。当土壤含盐量 $\geq 0.78\%$,灰绿藜和小藜的初始株高增长率降至非盐土条件下增长率的 50%以下,生长受到明显抑制。马齿苋和大豆则分别在土壤含盐量 $\geq 0.66\%$ 和 $\geq 0.27\%$ 时,初始生长受到抑制。

对比图 1 和图 2 可以发现,虽然人工气候室和玻璃温室的环境条件不同,但两种条件下各种植物的初始生长抑制盐度都一样。由此说明,在植物移栽的初期,土壤盐渍化程度是影响灰绿藜、小藜、马齿苋和大豆生长速度的最主要因素。

2.3 农田土壤盐渍化程度植物指示体系的构建

由 2.1 的分析可知,碱蓬、灰绿藜、小藜、马齿苋和大豆这 5 种植物的半数存活率与农田土壤全盐含量之间存在一定的响应关系。但在不同的环境条件下,植物的存活率受土壤盐分的影响程度有所差别。人工气候室是一种理想的环境条件,而玻璃温室更接近于夏季设施大棚农业生产自然条件,为此本文根据玻璃温室条件下所得到的植物半数存活率与土壤含盐量的对应关系对土壤含盐量进行判别,如图 3 所示。

图 3(a)显示了 5 种植物移栽至目标土壤 22 d 后植株半数存活率与土壤含盐量之间的对应关系。由图中可见,5 种植物的存活率都超过 50%,土壤含盐量 $< 0.66\%$;大豆半数以上死亡,而其他 4 种植物依然 50%以上存活,土壤含盐量在 0.66%~0.78%之间。依次类推,根据马齿苋、小藜、灰绿藜和碱蓬的半数存活率可以判断 0.78%~0.99%、0.99%~1.77%和 $\geq 1.77\%$

的 3 个土壤含盐量范围。由此,经对 5 种指示植物 22 d 半数成活率考察,可将目标土壤划分为 5 个土壤含盐量范围,分别为: $< 0.66\%$ 、0.66%~0.78%、0.78%~0.99%、0.99%~1.77%以及 $\geq 1.77\%$ 。

图 3(b)则反映了植物移栽至目标土壤 45 d 后半数存活率与土壤含盐量之间的对应关系。当 5 种植物的存活率都超过 50%,土壤含盐量 $\leq 0.27\%$;当大豆半数以上死亡,而其他 4 种植物半数以上存活,土壤含盐量为 0.27%~0.66%。同理,0.66%~0.78%、 $\geq 0.78\%$ 的土壤含盐量范围也可以据此判别。由此,经对 5 种指示植物 45 d 半数成活率考察,可将目标土壤划分为 4 个含盐量范围,分别为: $< 0.27\%$ 、0.27%~0.66%、0.66%~0.78%以及 $\geq 0.78\%$ 。

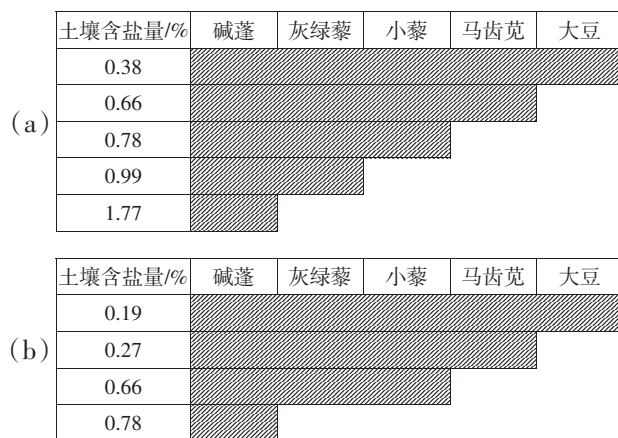


图 3 基于植物半数存活率的土壤含盐量判别

(a:移栽 22 d;b:移栽 45 d)

Figure 3 The discriminance of soil salinity levels of farmland based on half survival rate of plants (a:22 days after transplanting; b:45 days after transplanting)

根据上文 2.2 的分析,碱蓬、灰绿藜、小藜、马齿苋和大豆这 5 种植物的初始生长抑制情况与农田土壤全盐含量之间存在显著的响应关系,而且在人工气候室和玻璃温室条件下的表现都较为一致,可以作为判别土壤盐度范围比较可靠的依据。由图 4 可见,当 5 种植物被移栽至目标土壤后,若所有物种在 5 d 内都没有出现初始生长抑制情况,土壤含盐量 $< 0.27\%$;当大豆出现初始生长抑制,而其他 4 种植物生长良好,土壤含盐量为 0.27%~0.66%;当大豆和马齿苋都出现初始生长抑制,土壤含盐量范围为 0.66%~0.78%;当只有碱蓬生长正常,而其他 4 种植物都出现初始抑制,土壤含盐量 $\geq 0.78\%$ 。

由此可见,通过结合考察碱蓬、灰绿藜、小藜、马

土壤含盐量/%	碱蓬	灰绿藜	小藜	马齿苋	大豆
0.19					
0.27					
0.66					
0.78					

图4 基于植物初始生长抑制的土壤含盐量判别方法

Figure 4 The discriminance of soil salinity levels based on primary growth inhibiting of plants

齿苋和大豆这5种植物的初始生长抑制情况和移栽45 d后的半数存活情况,可以指示 $<0.27\%$ 、 $0.27\% \sim 0.66\%$ 、 $0.66\% \sim 0.78\%$ 和 $\geq 0.78\%$ 4个土壤含盐量范围。再通过考察这5种植物移栽22 d的半数存活情况,还可以判断 $0.78\% \sim 0.99\%$ 、 $0.99\% \sim 1.77\%$ 以及 $\geq 1.77\%$ 3个盐度范围。

3 结论

(1)人工气候室和玻璃温室条件下的盆栽试验表明,碱蓬、灰绿藜、小藜、马齿苋和大豆5种沿海地区常见植物的植株存活率、株高增长率等生长性状与农田土壤含盐量存在显著的响应关系,可以综合这5种植物的生长状态对土壤含盐量进行指示。

(2)通过碱蓬、灰绿藜、小藜、马齿苋和大豆这5种植物在目标土壤上的初始生长抑制状况(5 d内)和移栽45 d后的半数存活率,可以指示 $<0.27\%$ 、 $0.27\% \sim 0.66\%$ 、 $0.66\% \sim 0.78\%$ 和 $\geq 0.78\%$ 的4个土壤含盐量范围。

(3)通过碱蓬、灰绿藜、小藜、马齿苋和大豆这5种植物在目标土壤上移栽22 d的半数存活率,还可以进一步判断 $0.78\% \sim 0.99\%$ 、 $0.99\% \sim 1.77\%$ 和 $\geq 1.77\%$ 的3个土壤含盐量范围。

参考文献:

- [1] 王生力, 裘平一, 冯朝军. 盐渍土资源综合利用的可持续发展观[J]. 北京地质, 2001, 13(3): 21-24.
WANG Sheng-li, QIU Ping-yi, FENG Chao-jun. The sustainable development point of integrate use of the saline soil resources[J]. *Beijing Geology*, 2001, 13(3): 21-24.
- [2] 马光庭. 生态有机肥与农业可持续发展[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(3): 191-193.
MA Guang-ting. Ecological organic fertilizers and sustainable development of agriculture[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2004, 12(3): 191-193.
- [3] 刘小京, 刘孟雨. 盐生植物利用与区域农业可持续发展[M]. 北京: 气象出版社, 2002.
LIU Xiao-jing, LIU Meng-yu. The use of halophytes and regional sustainable development of agriculture[M]. Beijing: China Meteorological

Press, 2002.

- [4] 李海涛, 李小梅, Philip B, 等. 电磁感应方法在土壤盐渍化评价中的应用研究[J]. 水文地质工程地质, 2006(1): 95-98.
LI Hai-tao, LI Xiao-mei, Philip B, et al. Application of electromagnetic method to soil salinization assessment[J]. *Hydrogeology and Engineering Geology*, 2006(1): 95-98.
- [5] 汤洁, 赵凤琴, 李昭阳, 等. GIS技术支持下的土地盐碱化敏感性评价[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2006, 36(5): 841-846.
TANG Jie, ZHAO Feng-qin, LI Zhao-yang, et al. Evaluation of sensitivity to alkali saline land supported by GIS[J]. *Journal of Jilin University (Earth Science Edition)*, 2006, 36(5): 841-846.
- [6] 赵凤亮, 郑桂萍, 曾宪国, 等. 不同盘土及草炭配比对水稻秧苗素质的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2007, 19(6): 30-33.
ZHAO Feng-liang, ZHENG Gui-ping, ZENG Xian-guo, et al. Effect of different tray soil and proportion of peat on seedling quality of rice[J]. *Journal of Heilongjiang August First Land Reclamation University*, 2007, 19(6): 30-33.
- [7] 吉志军, 唐运平, 张志扬, 等. 不同基质处理下碱蓬种植对滨海盐渍土的改良与修复效应初探[J]. 南京农业大学学报, 2006, 29(1): 138-141.
JI Zhi-jun, TANG Yun-ping, ZHANG Zhi-yang, et al. Primary exploration of reformatting and renovation on coastal saline-alkali soil under different substrate treatment[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2006, 29(1): 138-141.
- [8] 杨育武, 汤洁, 麻素挺. 脆弱生态环境指标库的建立及其定量评价[J]. 环境科学研究, 2002, 15(4): 46-49.
YANG Yu-wu, TANG Jie, MA Su-ting. The quantitative assessment and database building on fragile eco-environment[J]. *Research of Environmental Sciences*, 2002, 15(4): 46-49.
- [9] 肖雯, 贾恢先, 蒲陆梅. 几种盐生植物抗盐生理指标的研究[J]. 西北植物学报, 2000, 20(5): 818-825.
XIAO Wen, JIA Hui-xian, PU Lu-mei. Studies on physiological index of some halophytes[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2000, 20(5): 818-825.
- [10] 郭艳茹, 詹亚光. 植物耐盐性生理生化指标的综合评价[J]. 黑龙江农业科学, 2006(1): 66-70.
GUO Yan-ru, ZHAN Ya-guang. Comprehensive evaluation of physiological and biochemical indexes of salt resistance in plant[J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2006(1): 66-70.
- [11] 车永梅, 赵可夫. 盐地碱蓬在不同盐度和发育阶段离子含量的变化[J]. 莱阳农学院学报, 2000, 17(1): 1-6.
CHE Yong-mei, ZHAO Ke-fu. Changes of ion content of Suaeda salsa grown under different salinity[J]. *Journal of Laiyang Agricultural College*, 2000, 17(1): 1-6.
- [12] 费引海, 高平士. 海岛耐盐碱9树种适应性试验初报[J]. 浙江林业科技, 2005, 25(3): 28-30.
FEI Yin-hai, GAO Ping-shi. Preliminary report on adaptive capacity of 9 alkali enduring tree species at island[J]. *Journal of Zhejiang Forestry Science and Technology*, 2005, 25(3): 28-30.
- [13] 上海科学院. 上海植物志(上、下)[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1993.

- Shanghai Academy of Science and Technology. Shanghai flora (upper and lower)[M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technological Literature Publishing House, 1933.
- [14] 刘思涵, 李宏庆, 孔正红. 崇明岛种子植物区系及植被资源[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(Z2): 14-19.
- LIU Si-han, LI Hong-qing, KONG Zheng-hong. On flora and vegetative resources of spermatophyte in Chongming island[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*. 2007, 16(Z2): 14-19.
- [15] 吴国清. 崇明岛土壤资源评价初探[J]. 水土保持研究, 1995, 2(1): 9-14.
- WU Guo-qing. Preliminary research on the soil resource evaluation on Chongming island[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 1995, 2(1): 9-14.
- [16] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 科学技术出版社, 1978.
- Nanjing soil research institute of Chinese academy of sciences. Physical and chemical analysis of soil[M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers, 1978.
- [17] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- Wang Zun-qin. China saline soil[M]. Beijing: Science Press, 1993.
- [18] Bazilevich N L, Pankova E L. Classification of soils according to their chemistry and degree of salinization[J]. *Agrokhemija*, 1969: 18.
- [19] 祝寿泉. 盐渍土发生分类问题概述//国际土壤分类评述[M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- Zhu Shou-quan. An overview of saline soil classification//International soil classification review[M]. Beijing: Science Press, 1988.

“第三届全国农业环境科学学术研讨会” 征文通知

第三届全国农业环境科学学术研讨会拟于 2009 年 10 月中旬在天津召开。大会将对我国近年来农业环境科学各个领域的最新研究成果进行交流, 现将有关征文等事项通知如下:

一、论文征集范围

- (1) 农业面源污染与控制: 农用化学品、畜禽养殖、水体环境等方面;
- (2) 土壤污染与修复: 重金属、有机及无机、放射性污染等土壤的修复理论与技术; 污染物在区域土壤中的空间变异规律研究; 农业环境污染监测与农田环境污染风险评价; 农业环境污染监控与预警的新技术等;
- (3) 污染生态过程及控制: 环境污染物在植物、畜禽、水产、微生物等方面的迁移转化过程的研究及其控制。
- (4) 农药残留: 农药科学使用及安全性评价、残留快速测定技术的研究及应用等;
- (5) 固废处理及资源化: 农业有机固体废物、秸秆、畜禽粪便等处理及资源化利用;
- (6) 全球气候变化与农作物适应性调整;
- (7) 其他有关农业环境科学领域(如农业环境影响评价、水土保持等等)的新理论、新技术及新方法研究。

二、论文要求

- (1) 论文应是未公开发表或未在全国性学术会议上交流的学术论文;
- (2) 论文请用 Word 格式录入, 并通过网上投稿, 投稿前须严格审查, 文责自负;
- (3) 论文格式请按《农业环境科学学报》征稿简则的要求撰写;
- (4) 截稿日期: 2009 年 9 月 10 日;
- (5) 投稿信箱: E-mail: caep@vip.163.com (来稿请务必注明“学术会议论文”)。

审阅合格的论文编入《第三届全国农业环境科学学术研讨会论文集》, 入选 CNKI《中国重要会议论文全文数据库》。此次收录的论文均可公开发表(本着作者自愿, 版面费自理), 研讨会上评选的优秀会议论文将集中刊登在《农业环境科学学报》正刊上, 其他论文可刊登在《农业环境科学学报》增刊上。

三、会议详细事宜可在中国农业生态环境保护协会网站上、《农业环境科学学报》等相关网站上查询。拟参加会议交流者可将会议回执表在 2009 年 8 月 30 日前寄至《农业环境科学学报》编辑部, 以便寄发第二轮通知。

四、联系方式

通讯地址: 300191 天津市南开区复康路 31 号 《农业环境科学学报》编辑部

联系人: 李无双 潘淑君

电话: 022-23674336 022-23006209 13920028209(潘淑君)

传真: 022-23006209 E-mail: caep@vip.163.com <http://www.aes.org.cn>