

滨海盐碱地的改良与景观植物筛选研究

李亚南¹,樊金萍^{1*},章彦琛¹,林杨²,孙雨菲¹

1. 东北农业大学 园艺学院, 黑龙江 哈尔滨 150030

2. 哈尔滨市太阳岛风景区资产经营有限公司, 黑龙江 哈尔滨 150028

摘要: 滨海盐碱度高, 很难为植物提供所需土壤养分, 使得植物种类单一, 造成滨海盐碱地景观缺失。本文主要对滨海盐碱土的改良应用进行研究, 通过学习滨海盐碱地成因, 分析景观缺失现象, 借助文献数据库及相关网络共享对近代科研人员在滨海盐碱地的研究进展及成果进行总结。探讨景观植物的引种筛选, 实现在营造滨海景观的同时改良盐碱地, 旨在为今后植物对滨海盐碱地的改良提供新的思路。

关键词: 盐碱地; 改良; 景观植物; 筛选

中图分类号: S728.5

文献标识码: A

文章编号: 1000-2324(2015)04-0549-05

Study on the Improvement of Coastal Saline Land and the Selection for Landscape Plants

LI Ya-nan¹, FAN Jin-ping^{1*}, ZHANG Yan-chen¹, LIN Yang², SUN Yu-fei¹

1. College of Horticulture/Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China

2. Harbin Sun Island Scenic Asset Management Co., Ltd. Harbin 150028, China

Abstract: Coastal soil with high salinity can not adequately provide the necessary nutrients for plants so as to lead to the simplification of plant species and the lack of landscape in coastal saline land. This paper mainly studied the improvement and application for coastal saline land through the cause of coastal saline land and analysis on the phenomenon of landscape absence and reviewed the progresses and achievements in the coastal saline land by way of literature database and the share with the associated network. To investigate the introduction and selection of landscape plants and create a coastal landscape as well as improve the saline which aims to provide new ideas for the future plants to improve the coastal saline land.

Keywords: Coastal saline land; improvement; landscape plants; selection

我国拥有着漫长的海岸线, 绵延 18000 km, 包括渤海、黄海、东海和南海, 跨越暖温带、亚热带和热带三个气候带, 有利的气候条件, 使我国拥有着种类繁多的植物品种, 可以构建丰富的滨海植物景观, 但现实情况是滨海景观的缺失, 其中大部分原因是滨海盐碱地的限制, 如何改良盐碱地使其能为植物生长提供所必须的土壤养分, 并且借助植物本身的生态性、循环性进一步改良滨海盐碱地成为亟需解决的问题。

1 滨海盐碱地概述

1.1 国内外滨海盐碱地改良方法的研究进展

为改造滨海盐碱地, 适宜滨海城市高速的经济发展, 国内外研究人员进行了多年的探索。国外在 17 世纪初就有研究, 19 世纪明沟排水盛行欧洲, 20 世纪中期各实验室针对水盐运移进行研究, 基本可分为物理模型、确定性模型等^[1], 20 世纪末国外开始试探生物改良方法, 比较有代表性的是美国亚利桑那州塔可桑农业环境研究所开发利用野生抗盐油料植物海蓬子获得成功, 由于它投入低、生态环保而得到广泛推广。我国是世界农业发展历史最悠久的国家之一, 灌重于排, 在 20 世纪中期才广泛采用明沟排水, “七五”期间暗管排水才开始推行, 近二十年来在农作物及栽培植物上开始有所研究, 如中科院上海植物生理所培育成功的既抗盐又抗寒的植申系列高产小麦品种, 表现出优异的抗盐、抗寒性能; 中国科学院石家庄农业现代化所与天津农学院合作从国外引种的珠美海棠, 在国内栽植研究发现, 不仅具有高抗盐性、经济性而且还有美化功能^[2]。

1.2 滨海盐碱地主要形成因素及特点

滨海盐碱地主要形成原因是受地形、水文、植被、人为因素的影响。地形方面, 滨海地区地势

收稿日期: 2015-04-01

修回日期: 2015-04-26

作者简介: 李亚南(1989-),女,硕士生,研究方向为园林规划设计方向研究. E-mail:lnnyyptt@163.com

*通讯作者: Author for correspondence. E-mail:fan_xuer@126.com

低平,地下水受海水顶托,流出不畅,久而久之逐渐积盐;水文及植被方面,地下水位深度普遍低于 3 m,而且大部分地区的地下水矿化程度非常高^[3],滨海地区淡水资源缺乏,水文存在日变化及季节变化、植被品种多样性及数量性均较差,乡土树种及耐盐碱树种生长缓慢,不能迅速成林^[4];人为因素方面,围海造田破坏生态平衡、破坏植物群落。滨海盐碱地特点主要体现在土壤含盐量和地下水位高,土壤自然脱盐率低等因素上^[5]。

1.3 滨海盐碱地的分类

滨海盐碱地土壤以滨海盐土和盐化潮土为主,其土壤盐分主要来自海水^[6],因为需要营造合理的植物群落改良盐碱地并具有一定的景观效果,各地根据中国海洋环境质量公报提供的滨海地区海水盐度(如图 1)针对土壤含盐量不同分为轻、中、重度盐碱地区。

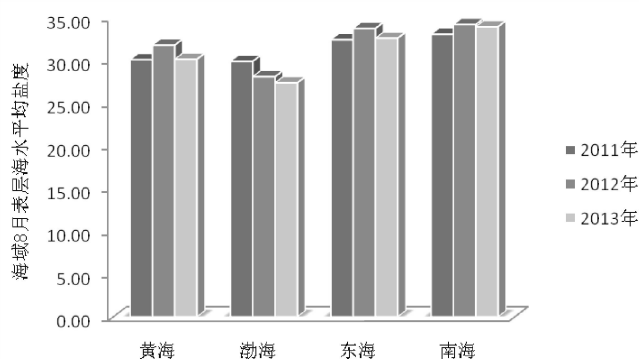


图 1 2011~2013 年滨海地区盐碱度情况

Fig.1 2011~2013 salinity conditions of coastal areas

轻度盐碱地 pH 值为:7.1~8.5,土壤含盐量 0.1%~0.3%,盐碱化程度低,针对此区主要研究经济作物及观赏植物的改良与增产,提高经济效益,改变土壤的理化性状,增强土壤团粒结构等。

中度盐碱地 pH 值为:8.5~9.5,土壤含盐量 0.3%~0.6%,中度盐碱地的植物选择可参照轻度盐碱地,所以在中度盐碱地的研究领域里,更多的是通过对植物的播种时间、种植密度、氮磷钾等元素对植物影响的研究,找出最适宜植物生长的条件。

重度盐碱地 pH 值为:9.5 以上,土壤含盐量 0.6%~1%,盐碱化程度高,不仅有原生盐渍化,而且有次生盐渍化,其地下水位高、矿化度高、盐碱含量极高、土质粘重、渗透性极差,原始植被稀少,植被景观基本没有。

2 滨海盐碱地改良方法的研究

国内外经过多年对盐碱地的改良研究已取得了一定成果,其中物理改良方法、化学改良方法和生物改良方法的应用最为普遍。

2.1 物理改良方法

根据“盐随水来,盐随水去;盐随水来,水散盐留”的原理,利用明沟排水、暗管排水、暗管明沟结合排水、竖井排水等方式,严格控制地下水水位,通过灌水冲洗、引洪放淤等,不断淋洗和排除土壤中的盐分,从而达到土壤脱盐和防止次生盐渍化的目的^[7]。2011 年于淑会依据河北省沧州市东部滨海区土壤水盐分布特征、气象条件等客观条件铺设暗管进行试验,试验为暗管排水技术在浅埋深盐碱区盐碱地的综合治理和作物适生种植方面提供了科学依据^[8]。2013 年闫少峰根据江苏省东台市沿海平原降水充沛、地下水位较高等水文特点,用竖井排水,降低地下水位,降低土壤含盐量并抑制了土壤返盐现象^[9]。

但物理改良方法工程量大,投入高,易造成水土流失、土壤中营养元素流失,在应用的过程中受地形、水文的影响很大。

2.2 化学改良方法

化学方法是依据酸碱中和、增强土壤团粒结构、络合/惰化重金属离子、以及提高肥力这四种途

径进行研发的^[10]。化学改良领域主要以利用天然矿土资源、工业和农业废弃物、以及人工合成化学制剂进行开发再利用等方法来改良滨海盐碱土。工业废弃物研究:河北省冀东滨海地区盐碱地土壤盐渍化严重、土质粘重,孙昌禹等利用固体废弃物磷石膏对盐碱地进行改良试验,试验发现重盐碱地每 667 m²施磷石膏 1500~2000 kg 能有效改善土壤理化性状,降低土壤 pH 值,为植物提供良好的生长环境^[11]。综合天然矿土资源、废弃物及化学制剂的研究:冯国艺等对沸石、石膏、康地宝三种土壤改良剂进行了试验,证明这三种土壤改良剂均能明显改善滨海盐碱地棉苗光合特性及生长状况^[12]。这些废弃物再利用的方式为滨海盐土的改良提供了新的技术途径和可实施的广阔空间。

但化学改良方法在中和或惰化盐碱土中离子的同时也会置换出其他有害离子,不能从根本上解决滨海盐碱地问题。

2.3 生物改良方法

生物改良是利用植物叶片的蒸腾作用,把地下水排到大气中去,从而达到降低地下水位的目的。同时,稳定的植物群落还可以调节局部小气候,减少地面蒸发,抑制土壤返盐。选用高产出的经济作物,如种植耐盐碱作物如棉花、豆科作物、麻类、地下结实作物、麦类等,边利用边改造^[13];重点开发本土植物,如渤海海兴充分利用本地耐盐碱经济作物小红芒、科遗麦、沧州一号、中捷 15-31 等来改善当地的滨海盐碱地^[14]。引进筛选增加品种,丰富植物资源,如谢逸萍等对菊芋进行了引种鉴定和海涂利用评价研究,筛选出“大兴 1 号”、“徐州 2 号”菊芋品种,可在江苏沿海滩涂上大量种植^[15]。

生物改良方法比以上两种方法有着投入小、生态等优势,可以从根本上解决滨海盐碱地问题,但其对生长环境的要求特别高,地域性比较强,适用范围相对较窄。所以,综合物理方法和化学方法将更有效解决滨海盐碱地问题。

3 滨海盐碱地引种植物品种筛选评述

可以在盐碱地正常生长的植物很少,致使滨海盐碱地区植物种类单一,不能形成丰富的植物群落,围绕这一难题,研究人员经过多年的实践,引种筛选了一些优良的经济作物、观赏植物,扩充了盐碱地植物群落的品种选择范围。

轻度盐碱地:江苏启东靠江沿海是新围的滩涂,缺少绿化植物资源,黄惠聪等在此引种共 9 个产地、25 个家系的杉木种苗,历经 9 年的观察研究,综合成活率、抗病能力总结出适合本地种植的杉木为黔锦 17、亚林和湖南的苗木、四川和福建的苗木,丰富了当地滨海植物资源^[16]。海兴农场 2013 年起扶持柳树基因库,培育“渤海柳 1 号”旱柳新品种,其具有根系发达,抗风,抗雪压,可适应多种不同类型土壤的特点,并且在环渤海盐碱地上生长良好,具有速生性特点,可作为先锋树种进行推广^[17]。

中度盐碱地:杜高唐在山东省滨州市,通过对苜蓿播种时间的研究,探索出一套中度盐碱地苜蓿出苗与保苗技术,为其它地区栽植提供了科学依据,也为农牧业良性循环贡献了一份力量^[18]。后又对蓖麻生长过程中氮,钾的吸收及地上部干物质积累进行了研究,研究从出苗率,成活率等方面进行了阐述,发现其高产时的氮含量百分值,为各地蓖麻增产提供了科学依据^[19]。

重度盐碱地:孙昌禹等在河北省沿海区滨海泥质重盐碱地依据适地选树及梯次推进等原则,对重盐碱地进行原土直栽,栽植国槐、刺槐、金叶刺槐、西府海棠、竹柳、杜梨、合欢等,经过多年的试验发现在栽植绿化植物时,采取相应的技术措施,可以提高绿化植物的成活率并通过精心栽植、养护管理,可以有效的防治病虫害,在滨海泥质重盐碱地改良方面取得较好的效果^[20]。邓丞针对滨海地区盐碱地治理的紧迫性和造林资源与技术的缺乏性,经过试验研究筛选出 62 种植物材料,为中、重度滨海盐碱地的植物选择提供了更多的植物资源^[21]。

因为植物在降低地下水位、减少地表蒸发量、形成稳定植物群落等方面有着不可取代的地位,所以耐盐碱植物的引用筛选是十分必要的。选择耐盐碱植物时应根据当地盐碱程度、矿化度、植物特性等方面选择,确保在栽植后有有效的出苗率、成活率。下表总结了研究者们多年来经过大量试验证明对盐碱地改良有明显效果并且可以营造滨海植物景观的景观植物(见表 1)。

表 1 盐碱地景观植物表
Table 1 Landscape plants in saline land

序号 No.	名称 Name	拉丁名 Latin name	耐盐能力 Salt tolerance	用途及植物特性 Uses and plant characteristics
1	圆柏	<i>Sabina chinensis</i> (L.) Ant.	轻度	盐碱地改良及常绿绿篱
2	龙柏	<i>Juniperus chinensis</i> cv. Kaizuca	轻度	盐碱地改良及常绿绿篱
3	侧柏	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	轻度	盐碱地改良及常绿绿篱
4	大叶黄杨	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	轻度	盐碱地改良及常绿绿篱
5	小叶女贞	<i>Ligustrum quihoui</i> Carr.	轻度	盐碱地改良及绿篱
6	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	轻度	盐碱地改良先锋树种及绿化树种
7	白蜡	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	轻度	盐碱地改良及秋色叶乔木
8	合欢	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	轻度	盐碱地改良及观花乔木
9	垂柳	<i>Salix babylonica</i> L.	轻度	盐碱地改良及绿化树种
10	石榴	<i>Punica granatum</i> L.	轻度	盐碱地改良及春花秋果树种
11	棣棠	<i>Kerria japonica</i> (L.) DC.	轻度	盐碱地改良及观花、叶、枝灌木
12	紫荆	<i>Cercis chinensis</i> Bunge	轻度	盐碱地改良及观花乔木
13	黄刺玫	<i>Rosa xanthina</i> Lindl.	轻度	盐碱地改良及观花、观果、花篱植物
14	金银花	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	轻度	盐碱地改良及色香具备藤本植物
15	葡萄	<i>Vitis vinifera</i> L.	轻度	盐碱地改良及观果、观秋叶垂直绿化植物
16	紫藤	<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) Sweet	轻度	盐碱地改良及观花、观果、垂直绿化植物
17	月季	<i>Rosa chinensis</i> Jacq.	轻度	盐碱地改良及观花植物
18	国槐	<i>Sophora japonica</i> L.	中度	盐碱地改良及观花、观果乔木
19	金叶女贞	<i>Ligustrum</i> × <i>vicaryi</i> Rehd.	中度	盐碱地改良及观叶树种
20	美国皂荚	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	中度	盐碱地改良及观秋叶树种
21	杜梨	<i>Pyrus betulifolia</i> Bunge	中度	盐碱地改良及观春花秋果树种
22	龙爪槐	<i>Sophora japonica</i> L. pendula	中度	盐碱地改良及绿化树种
23	海棠	<i>Malus spectabilis</i> (Ait.) Borkh.	中度	盐碱地改良及观花、观果树种
24	紫叶李	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. 'Pissardii'	中度	盐碱地改良及观花、观果、彩色叶树种
25	丁香	<i>Syzygium oblata</i> Lindl.	中度	盐碱地改良及观花树种
26	金叶榆	<i>Ulmus pumila</i> cv. jinye.	中度	盐碱地改良及彩色叶树种
27	金丝垂柳	<i>Salix-auxeo-pendula</i>	中度	盐碱地改良绿化树种
28	香花槐	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. idaho	中度	盐碱地改良及观花树种
29	复叶槭	<i>Acer negundo</i> L.	中度	盐碱地改良及观秋叶、观果树种
30	沙柳	<i>Salix cheilophila</i>	中度	盐碱地改良及绿化树种
31	无花果	<i>Ficus carica</i> L.	中度	盐碱地改良及观果树种
32	玫瑰	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	中度	盐碱地改良及观花植物
33	藤本月季	<i>Rosa hybrid</i> Hort. Climbing Roses	中度	盐碱地改良及观花攀援植物
34	大果蔷薇	<i>Rosa albertii</i> Reg.	中度	盐碱地改良及观花植物
35	连翘	<i>Forsythia suspense</i> (Thunb.) Vahl	中度	盐碱地改良及早春观花灌木
36	木槿	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	中度	盐碱地改良及夏秋花灌木
37	蜀葵	<i>Althaea rosea</i> Cavan.	中度	盐碱地改良及观花植物
38	醉鱼草紫花	<i>Buddleja fallowiana</i> Balf. f. et W.W.Sm.	中度	盐碱地改良及观花植物
39	三七景天	<i>Sedum aizoon</i> L.	中度	盐碱地改良及观花植物
40	假龙头	<i>Physostegia virginiana</i>	中度	盐碱地改良及观花植物
41	细叶芒	<i>Miscanthus sinensis</i> cv.	中度	盐碱地改良及观叶植物
42	彩叶玉带草	<i>Phalaris arundinacea</i> L. var. <i>picta</i> L.	中度	盐碱地改良及观叶植物
43	佛甲草	<i>Sedum lineare</i> Thunb.	中度	盐碱地改良及观叶植物
44	观赏谷子	<i>Pennisetum glaucum</i>	中度	盐碱地改良及绿化植物
45	红运萱草	<i>Hemerocallis baltimore oriole</i>	中度	盐碱地改良及观花植物
46	花叶芦竹	<i>Arundo donax</i> L. var. <i>versicolor</i>	中度	盐碱地改良及观叶植物
47	黑麦草	<i>Lolium perenne</i> L.	中度	盐碱地改良及观叶植物
48	松柏	<i>Taxillus calareas</i>	重度	盐碱地改良先锋树种及绿化树种
49	桧柳	<i>Tamarix chinensis</i> L.	重度	盐碱地改良先锋树种及绿化树种
50	白刺花	<i>Sophora davidii</i> (Franch.) Skeels	重度	盐碱地改良先锋树种及果实具经济价值
51	枸杞	<i>Lycium chinense</i> Mill.	重度	盐碱地改良先锋树种及夏花秋果, 果实具经济价值植物
52	沙枣	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	重度	盐碱地改良先锋树种及观花、观果, 果实具有经济价值植物
53	火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i> (Maxim.) Li	重度	重度盐碱地改良先锋树种及春花秋果, 果实具经济价值植物
54	白柠条	<i>Caragana korshinskii</i> Kom.	重度	盐碱地改良及绿化树种
55	金叶莠	<i>C. ×clandonensis</i> 'Worcester Gold'	重度	盐碱地改良及观花植物
56	水生鸢尾	<i>Iris tectorum</i> Maxim.	重度	盐碱地改良及观花植物
57	萱草	<i>Hemerocallis middendorffii</i> Trautv. et Mey.	重度	盐碱地改良及观花植物
58	八宝景天	<i>Sedun spectabile</i> Boreau.	重度	盐碱地改良及观花植物
59	菊芋	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	重度	盐碱地改良及观花植物
60	芦竹	<i>Arundo donax</i> L.	重度	盐碱地改良及观叶植物

4 滨海盐碱地改良措施研究

研究者们不同地区的盐碱地进行试验,运用物理、化学、生物改良方法,并获得了显著的成效,但单一的改良方法都有一定局限性,若综合运用物理、化学、生物改良方法,将可以形成更有效的改良措施。设想第一阶段,运用物理改良方法有效的降低地下水位,进行合理脱盐,达到水土平衡;第二阶段,选择适合当地地质条件的化学改良剂,尤以当地工业或农业副产物、固体废弃物为佳,对盐碱地进行离子置换,达到多盐类平衡;第三阶段,种植经济作物,培肥地力,再选种耐盐碱强的先锋树种,建植防护林带,构建稳定的小气候。两次种植达到地力气候平衡;第四阶段,选种适应当地盐碱度的景观植物,组建竖向植物群落,逐步改良盐碱地,适宜大多数景观植物在此生长,达到多类植物品种平衡;第五阶段,选择不同景观效果的植物,观花、叶、果、干,依据对比与谐调、分隔与联系、层次与序列、节奏与韵律等园林形式构图原理组建合理的植物群落,形成立体多季的滨海植物景观,如选用耐盐碱植物松柏+紫荆+火棘,以常绿的松柏为背景,春季映衬着紫与白的花色,秋冬又衬托着红色的果实,形成多季植物景观,这个组合还有其特殊的人文景观,春季“满条红”的紫荆象征着滨海经济的高速发展与兴旺发达,秋冬的火棘果又时刻提醒着我们要忆苦思甜,积极进取。滨海盐碱地中景观植物合理的选择搭配可以达到改良与景观的平衡。希望通过五大平衡,用最小的投入,选择最适合的景观植物实现滨海盐碱地治理目标。

5 结语

中国现已有盐生植物 587 种,分属 71 科、242 属,约占世界盐生植物总数的 27.1%^[22],包括药用植物资源、芳香植物资源、纤维植物资源、油脂植物资源、饲用植物资源、景观植物资源。而现在只有小部分的景观植物被应用,尚有很多品种没有被开发应用在滨海盐碱地上,即使是已应用植物也因地域限制而分为耐轻、中、重度盐碱地植物,本就不多的植物资源又被地域划分,使得景观植物在滨海绿化中出现品种单一,无法形成稳定且具有景观效果的植物群落。寻求不受地域限制、可持续性强的形成稳定滨海景观的景观植物是当前滨海盐碱地改良中亟待解决的问题。

由于景观植物可以改善土壤的渗透性、黏重性、盐碱度、地下水矿化度等问题,我们可以致力于研究景观植物的筛选及引种驯化,综合多种改良方法,从而改善当地脆弱的生态环境,提高当地生态系统的防御能力,营造美丽的滨海景观。

参考文献

- [1] Van Genuchten MTh, Wagenet RJ. Two-site/ two-region models for pesticide transport and degradation: Theoretical development and analytical solutions[J]. Soil Sci Soc Am, 1989, 53(5): 1303-1310
- [2] 王 苗, 齐树亭, 葛美丽. 盐生植物对滨海盐渍土生物改良的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(7): 2898-2899, 2954
- [3] 刘庆生, 刘高焕, 赵 军. 土壤类型、质地和土地类型对土壤盐渍化水平的指示[J]. 中国农学通报, 2008, 24(1): 297-300
- [4] 枚德新, 张德顺, 王 振. 滨海盐碱地生态修复现状及趋势[J]. 中国农学通报, 2013, 29(5): 167-171
- [5] 黄明勇, 张民胜, 张 兴, 等. 滨海盐碱地地区城市绿化技术途径研究——天津开发区盐滩绿化 20 年回顾[J]. 中国园林, 2009(9): 7-10
- [6] 刘 云, 孙书洪. 不同改良方法对滨海盐碱地修复效果的影响[J]. 灌溉排水学报, 2014, 33(4/5): 248-250, 272
- [7] 李 洋. 中国盐碱地水利、物理和生物改良技术专利申请分析[NOL]. 中国知识产权报 2012-12-20(2) [2015.01.03]. <http://epub.cnki.net/kns/default.htm>
- [8] 于淑会, 刘金铜, 刘慧涛, 等. 暗管控制排水技术在近滨海盐碱地治理中的应用研究[J]. 灌溉排水学报, 2014, 33(3): 42-46
- [9] 闫少峰, 吴玉柏, 俞双恩, 等. 江苏沿海地区竖井排盐试验研究[J]. 节水灌溉, 2014(8): 42-44
- [10] 朱 伟. 我国盐碱地化学改良专利技术分析[NOL]. 中国知识产权报 2012-12-12(07) [2015.01.03]. <http://epub.cnki.net/kns/default.htm>
- [11] 孙昌禹, 薛志忠, 王文成, 等. 磷石膏对滨海盐碱土的改良效果研究[J]. 中国园艺文摘, 2012(2): 23-24
- [12] 冯国艺, 张 谦, 林永增, 等. 不同土壤改良剂对滨海盐碱地棉苗光合特性及生长的影响[J]. 河南农业科学, 2014, 43(7): 38-42, 51
- [13] 史玉淼, 李 静. 盐碱土壤改良技术措施[J]. 现代农业科技, 2014(7): 261-263
- [14] 李振桥, 王世来. 杂交小麦“杂 4 号”在海兴轻盐碱地试种成功[J]. 河北师范大学学报(自然科学版), 1989(3): 12-15
- [15] 谢逸萍, 孙厚俊, 王 欣, 等. 新型能源植物菊芋资源的引种鉴定与海涂利用评价[J]. 江西农业学报, 2010(9): 62-63, 71
- [16] 黄惠聪, 周富娥, 龚菊娣, 等. 沿海轻盐碱地引种不同杉木种源生长表现[J]. 林业科技开发, 2001(Z1): 71-72
- [17] 戴绍志, 孙宝学, 冯新义. 海兴: 建设柳树基因库绿化盐碱地[NOL]. 河北日报, 2014-09-30(01) [2015.01.03]. <http://epub.cnki.net/kns/default.htm>
- [18] 杜高唐. 中度盐碱地苜蓿出苗与保苗技术试验[J]. 山东畜牧兽医, 2010, 31(7): 6-7
- [19] 周桂生, 董伟伟, 夏玉荣, 等. 密度和施氮量对沿海滩涂中度盐碱地蓖麻产量和氮素吸收的影响[J]. 中国油料作物学报, 2011, 33(3): 270-274
- [20] 孙昌禹, 王文成, 郭艳超, 等. 滨海泥质重盐碱地原土直栽绿化技术研究[J]. 北方园艺, 2012(4): 102-103
- [21] 邓 丞. 天津滨海盐碱地沿海防护林配置模式及构建技术的研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2014: 29-32
- [22] 赵可夫, 李法曾, 张福锁. 中国盐生植物[M]. 2 版. 北京: 科学出版社, 2013: 1-30