

黄河三角洲地区耐盐植物引种现状分析及评价

董玉峰,王月海*,韩友吉,杨庆山

(山东省林业科学研究院,山东 济南 250014)

摘要:在阐述目前黄河三角洲地区原生植物资源概况基础上,对引进的耐盐植物资源现状进行分析,并对其在黄河三角洲盐碱地造林绿化中的适应性进行评价,以期为黄河三角洲地区盐碱地生物治理选择耐盐植物提供理论依据和重要参考。

关键词:黄河三角洲;盐碱地;耐盐植物;引种;造林绿化

中图分类号:S722.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2017)04-0117-03

Present Situation Analysis and Evaluation of Salt Tolerant Plant Introduction in the Yellow River Delta Area

DONG Yu-feng, WANG Yue-hai*, HAN You-ji, YANG Qing-shan

(Shandong Academy of Forestry, Jinan, Shandong 250014, China)

Abstract: Based on the previous researches and the relevant information, the resources of native plants occurring in the Yellow River delta were expounded. The present situations of the salt tolerant plants induced were analyzed. The salt tolerance ability of common used plants in saline land afforestation was evaluated to provide references for the selection of salt tolerant plant species in saline alkali land in the Yellow River delta area.

Key words: Yellow River delta; saline alkali land; salt-tolerant plant; introduction; afforestation

我国黄河三角洲地区的生态问题日益突出,特别是土地盐渍化问题,严重制约着区域农业的发展,成为区域经济发展和生态建设的瓶颈^[1]。综观国内外在盐碱地改良方面的研究,治理成功的2种途径:一是通过水利、物理、化学等方法进行的土壤改良,但不仅成本高而且不稳定,又易出现反复^[2];二是以栽植耐盐植物来降低土壤盐碱含量的生物改良,这种方法具有费用低、经济和生态效益高、节省能源和淡水、可推广应用、面积大等优点,且改良效果稳定、持久,是治理最根本、最稳定、最有效措施^[3-5]。因此,在盐碱地栽植耐盐植物造林绿化,是黄河三角洲地区植被恢复与生态改良、持续利用土地、建设高效生态经济区之有力保障^[6]。然而,黄河三角洲盐碱地区乡土植物资源较为贫乏,具有较高生态、经济价

值的耐盐植物资源更是相当匮乏。又由于本地原生耐盐植物改良盐碱地效果差、加工利用经济价值低等方面的因素,使得其难以在生产中大面积推广应用。为此,大量引进国内外具有高效生态、经济效益的耐盐植物实施生物措施改良,是目前黄河三角洲地区盐碱地改良中的重要举措。

本研究以前人的成果和作者多年在盐碱地生态改良中的研究和实践,结合调查、试验,参考有关文献,阐述目前黄河三角洲地区原生乡土植物资源概况,分析引进的耐盐植物资源现状,并对其在黄河三角洲盐碱地生物改良中的适应性进行评价,以期为黄河三角洲地区选择耐盐植物提供理论依据和重要参考。

收稿日期:2016-12-29 修回日期:2017-03-11

基金项目:国家引智项目(Y20143700003、Y20153700001)。

作者简介:董玉峰,男,博士,高级工程师,研究方向:生态、森林培育等。E-mail:dongyf719@163.com

*通信作者:王月海,男,本科,研究员,研究方向:生态、森林培育、植被恢复和盐碱地改良等。E-mail:wuyuehai@163.com

1 黄河三角洲地区原生耐盐植物资源概况

依据《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》，黄河三角洲范围包括山东省东营市、滨州市、潍坊市寒亭区、寿光市、昌邑市，德州市的乐陵市、庆云县，淄博市的高青县和烟台市的莱州市，共 19 个县(市、区)，陆地面积 2.65 万 km²^[1]。黄河三角洲地区植被类型被划分为暖温带落叶阔叶林，但由于该区土地多为新淤土，自然条件恶劣(土壤盐碱重，旱、涝、风暴潮等灾害交织发生频繁)^[7]，自然植被类型主要是一些盐生的灌木丛和滨海盐生草甸^[8]。植物区系的特点是以暖温带成分为主，植被类型少、结构简单、组成单一。据王海洋^[9]等调查，黄河三角洲地区野生植物有 50 科共 202 种，以怪柳(*Tamarix chinensis*)、杞柳(*Salix purpurea*)等灌木和碱蓬(*Suaeda glauca*)、獐毛(*Aeluropus littoralis* var. *sinensis*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、芦苇(*Phragmites australis*)、香蒲(*Typha orientalis*)等草本组成的灌草丛天然植被群落维持着本地的生态平衡。在这些天然植被中，以滨海盐生草本为主，占总数的 56.5%，沼生和水生草本占的比例为 21%，怪柳等灌木占的比例是 21%，旱柳(*S. matsudana*)等乔木仅占天然植被的 1.5%左右^[9]。

2 黄河三角洲地区耐盐植物引种现状分析

黄河三角洲地区的原生植物虽然都是耐盐植物，但由于其生态和经济价值较低等原因，难以在生产中大面积推广应用，使得盐碱地植被恢复的难度加大，盐碱地改良工作难以取得实际性突破^[1,7]。因此，有目的引进国内外耐盐植物，特别是木本植物进行选育，是开发利用和改良盐碱地的快速有效途径。在 20 世纪 60 年代前，黄河三角洲地区盐碱地用于造林绿化的木本植物只有怪柳、旱柳、杞柳、桑(*Morus alba*)、国槐(*Sophora japonica*)、白刺(*Nitraria sibirica*)等少数树种。60 年代后，科技工作者开始着手引种工作，使得许多外地绿化植物安家落户于黄河三角洲地区，并逐渐乡土化，如刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、八里庄杨(*Populus × xi-aozhuanica*)、白榆(*Ulmus pumila*)、臭椿(*Ailanthus altissima*)、绒毛白蜡(*Fraxinu velutina*)等一度成为当地造林绿化的当家树种，在盐碱地生态改良中发挥了巨大作用。尤其是进入 90 年代后，从国内外引进大量耐盐植物，丰富了盐碱地区植物资源

的生态多样性、遗传多样性和种质优异性，从而使盐碱地的造林绿化增加了更多的植物材料选择。但从总体来看，近些年黄河三角洲地区所引进的耐盐植物，尤其是乔、灌木种能在土壤中度盐碱(0~40 cm 土壤含盐量 0.4%以上)且经常出现春旱、夏涝、秋吊的地块上栽植形成片林，又有生态效益和经济效益的则为数不多。因此，引进适宜于黄河三角洲地区盐碱地具有耐盐、抗旱和耐涝等生物学特性协调统一的综合优良性状且经济价值高的植物，是目前黄河三角洲地区植物引种工作的迫切任务。

3 黄河三角洲地区引种的耐盐植物在盐碱地的适应性评价

植物在盐碱地的适应性主要指其耐盐渍、抗干旱、耐涝及耐寒等方面的能力，是植物形态和生理适应的综合体现^[10]，而其中植物的耐盐能力是诸因素中最重要指标^[11]。因此，在盐碱地上造林绿化，通常将植物的耐盐性指标作为首要考虑的因素，依据盐碱地的生境选择适宜的耐盐植物。根据前人的研究和参阅相关资料^[1,7,12-16]，结合实地调查、试验，以存活率、生长势和叶片受害程度(盐害指数)等形态表现指标来衡量引种植物的耐盐性^[14,16-17]，将黄河三角洲地区不同生境盐碱地适宜栽植的引种耐盐植物进行了汇总(表 1)。

一般来说，植物的耐盐能力是由植物的遗传特性决定的，因植物种特性不同而有差异^[18-19]。但同一植物种的耐盐性也因立地条件及其物候期和生长节律而有较大差别^[20-21]。亦即植物的耐盐能力受植物生长的发育阶段、气候条件、土壤条件等多种因素综合作用的影响。因此，在黄河三角洲地区滨海盐碱地上选择耐盐植物造林绿化时，除了考虑树种的耐盐能力外，还应依据盐碱地的立地条件，综合考虑其抗旱和耐涝及抗寒的能力，才能确保造林绿化效果。因为黄河三角洲地区的春旱、夏涝、秋吊及冬季的寒冷常常是影响耐盐植物存活的关键因素^[14]。据我们的试验，桃、刺槐、君迁子、构树、皂角、五角枫、火炬树、紫穗槐、沙棘、枸杞等耐盐树种虽然耐干旱、瘠薄，但栽植在土壤黏重、板结、透气性差的盐碱地，夏季的淹涝常常使其“全军覆没”；而旱柳、盐柳、北美金叶槭等耐盐树种具有耐水湿的能力，但受到春旱、秋吊的危害常常出现成活率和保存率较低的情况。王玉祥^[14]等的调查表明，黄河三角洲地区冬季的寒冷，使引进的小叶女贞、枸桔、黄山栎和水杉等耐盐树种易遭受冻害，植物的抗寒能力也是该区引种耐盐植物中应考虑的因素^[14]。

表 1 黄河三角洲地区不同生境盐碱地适宜栽植的引种耐盐植物
Table 1 Salt-tolerant plants introduced to Yellow River delta area

耐盐能力		植物类型	植物种(种类、品种)
允许土壤 含盐量/%	极限土壤 含盐量/%		
0.2~0.3	0.35	乔木	苹果(<i>Malus pumila</i>)*、桃(<i>Prunus persica</i>)*、梨(<i>Pyrus</i>)*、杏(<i>P. armanica</i>)*、无花果(<i>Ficus carica</i>)、山楂(<i>Crataegus pinnatifida</i>)*、欧美杨类(<i>Populus</i>)、毛白杨(<i>P. tomentosa</i>)*、八里庄杨(<i>Populus</i> × <i>xiaozhuanica</i>)*、旱柳(<i>S. matsudana</i> Koidz.)*、法桐(<i>Platanus orientalis</i>)、皂角(<i>Gleditsia sinensis</i>)、侧柏(<i>Platycladus orientalis</i>)、球桧柏(<i>Sabina chinensis</i> cv. ‘Kaizuca’)君迁子(<i>Diospyros lotus</i>)、栾树(<i>Koelreuteria paniculata</i>)、构树(<i>Broussonetia papyrifera</i>)、紫叶李(<i>P. cerasifera</i>)、刺槐*、国槐*、五角枫(<i>Acer truncatum</i>)、接骨木(<i>Sambucus williamsii</i>)
		灌木(藤本)	胶东卫茅(<i>Euonymus kiautschovicus</i>)、冬青卫茅(<i>E. japonicus</i>)、扶芳藤(<i>E. fortunei</i>)、北美海棠(<i>Malus</i> sp.)、金银木(<i>Lonicera maackii</i>)、金银花(<i>L. japonica</i>)、文冠果(<i>Xanthoceras sorbifolia</i>)、紫藤(<i>Wisteria sinensis</i>)、紫荆(<i>Cercis chinensis</i>)
		草本	黑麦草(<i>Lolium perenne</i>)、紫花苜蓿(<i>Medicago sativa</i>)、田菁(<i>Sesbania cannabina</i>)*
0.3~0.4	0.45	乔木	枣(<i>Ziziphus</i>)*、石榴(<i>Punica granatum</i>)、桑*、白榆*、美国红叶白蜡(<i>F. pennsylvanica</i>)、丝棉木(<i>E. bungeanus</i>)、美国竹柳(<i>S. americana</i>)、盐柳(<i>S. cheilophila</i>)、北美金叶复叶槭(<i>A. negundo</i> ‘jinye’)、苦楝(<i>Melia azedarach</i>)、龙柏(<i>S. chinensis</i> cv. ‘Kaizuca’)、栾树(<i>Koelreuteria paniculata</i>)、臭椿*、核桃(<i>Juglans regia</i>)
		灌木(藤本)	沙地柏(<i>S. vulgaris</i>)、杜梨(<i>P. betulaeifolia</i>)、木槿(<i>Hibiscus syriacus</i>)、火炬树(<i>Rhus typhina</i>)、葡萄(<i>Vitis vinifera</i>)*、五叶地锦(<i>Parthenocissus quinquefolia</i>)、美国凌霄(<i>Campsis grandiflora</i>)、水蜡树(<i>Ligustrum obtusifolium</i>)、锦带花(<i>Weigela florida</i>)、蔷薇(<i>Rosa multiflora</i>)、月季(<i>R. chinensis</i>)、玫瑰(<i>R. rugosa</i>)
		草本	鸢尾(<i>Iris tectorum</i>)、马蔺(<i>I. lactea</i> var. <i>chinensis</i>)
0.4~0.6	0.7	乔木	沙枣(<i>Elaeagnus angustifolia</i>)
		灌木(藤本)	枸杞(<i>Lycium chinense</i>)、沙棘(<i>Hippophae rhamnoides</i>)、珠美海棠(<i>M. zuni</i>)、紫穗槐(<i>Amorpha fruticosa</i>)*、凤尾兰(<i>Yucca gloriosa</i>)
		草本	蜀葵(<i>Althaea rosea</i>)、千屈菜(<i>Lythrum salicaria</i>)
0.6~1.0	1.5	乔木	
		灌木(藤本)	单叶蔓荆(<i>Vitex trifolia</i>)
		草本	NyPa 草(<i>Distichlis spicata</i>)

注:带*植物种表示引进后已成为乡土化植物。

4 结论

由于黄河三角洲滨海盐碱地区的恶劣条件,区内植被稀少,适宜该地区盐碱地造林绿化的植物种类十分匮乏,因而植被的恢复十分缓慢^[16]。毋庸置疑,耐盐植物的引种是黄河三角洲地区造林绿化、促进植被恢复的重要途径和保障。引进的耐盐植物,丰富了该区的造林绿化植物材料,尤其是木本耐盐植物的引入,对盐碱地的造林绿化、改善区域生态环境起到了极大作用。但也应该看到,黄河三角洲地区近些年来盲目地引入外来植物也带来了很大的损失,不仅浪费了财力和物力,而且使得本已脆弱的生态环境“雪上加霜”。例如,1993 年开始引进的耐盐大米草,由先期的积极作用日渐被负面影响所取代,成为“害草”,已经对黄河三角洲地区生物多样性、沿海滩涂和海洋渔业造成了严重后果^[22],应引以为戒。针对黄河三角洲地区不同的盐碱生境,有目的地引进并经系统耐盐、抗旱、耐涝及抗寒性综合鉴定筛选,才能为盐碱地造林绿化中因地制宜选择耐盐

植物提供科学依据和生产上的重要参考,保障耐盐植物在盐碱地栽植存活率及提高其生长量。

参考文献:

[1] 王月海,姜福成,佘庆柱,等. 黄河三角洲盐碱地造林绿化关键技术[J]. 水土保持通报,2015,35(3):203-206.
WANG Y H,JIANG F C,SI Q Z,*et al.* Key technology of afforestation in saline-alkali soil in Yellow River Delta[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation,2015,35(3):203-206. (in Chinese)

[2] 朱虹,祖元刚,王文杰,等. 盐碱地的植被恢复与盐碱地改良方法的评述[J]. 吉林林业科技,2007,36(5):14-21.

[3] 赵可夫. 盐生植物资源及盐碱土改良利用研究动态[J]. 资源与环境,1989,1(1):40-43.

[4] 张永宏,吴秀梅,班乃荣,等. 盐碱地的生物修复研究[J]. 农业科技通讯,2009,25(7):99-101.

[5] 王立艳,潘洁,肖辉,等. 种植耐盐植物对滨海盐碱地土壤盐分的影响[J]. 华北农学报,2014,29(5):226-231.
WANG L Y,PAN J,XIAO H,*et al.* Effect of soluble salt on planting salt-tolerant plants of coastal saline soil[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica,2014,29(5):226-231. (in Chinese)

rethane modified by raw and silylated palygorskite[J]. Industrial Crops and Products,2014,57:29-34.

[19] TONG X J, LUO X L, LI Y B. Development of blend films from soy meal protein and crude glycerol-based waterborne polyurethane[J]. Industrial Crops and Products,2015,67:11-17.

[20] TIAN H F, WANG Y X, ZHANG L N, *et al.* Improved flexibility and water resistance of soy protein thermoplastics containing waterborne polyurethane [J]. Industrial Crops and Products,2010,32:13-20.

[21] SHAIK A, VARAPRASAD S, THUMU R, *et al.* One-pot synthesis and physicochemical properties of high functionality soy polyols and their polyurethane-Urea coatings[J]. Industrial Crops and Products,2016,32:361-371.

[22] 李爱玲,熊金平,左禹,等. 聚氨酯胶粘剂的热分解动力学[J]. 物理化学学报,2007,23(10):1622-1626.

LI A L, XIONG J P, ZUO Y, *et al.* Thermal decomposition kinetics of polyurethane adhesive [J]. Acta Physico-Chimica Sinica,2007,23(10):1622-1626. (in Chinese)

[23] EMANUELA P, GUILLAUME B, FRANCOIS M. Biomass modelling: estimating thermodynamic properties from the elemental composition[J]. Fuel,2016,181:207-217.

[24] 王勇,邹献武,秦特夫. 生物质醇解重质油燃烧动力学研究[J]. 林产化学与工业,2012,32(1):35-38.

[25] 周利民,王一平,黄群武,等. 生物质/塑料共热解热重分析及动力学研究[J]. 太阳能学报,2007,28(9):979-983.

ZHOU L M, WANG Y P, HUANG Q W, *et al.* TG analysis and kinetics of biomass/plastic co-pyrolysis[J]. Acta Energiæ Solaris Sinica,2007,28(9):979-983. (in Chinese)

(上接第 119 页)

[6] 王月海,许景伟,韩友吉,等. 黄河三角洲五个耐盐树种苗木生物量比较[J]. 林业科技开发,2013,27(4):52-55.

[7] 郗金标,宋玉民,李克俭,等. 山东省滨海盐碱地造林绿化及可持续利用的对策[J]. 山东林业科技,1999,23(6):43-46.

[8] 于锡军,莫大伦. 黄河三角洲环境脆弱带与农业发展研究[J]. 农业环境保护,1998,17(2):91-93.

[9] 王海洋,黄涛,宋莎莎. 黄河三角洲滨海盐碱地绿化植物资源普查及选择研究[J]. 山东林业科技,2007(1):12-15.

[10] 宋丹,张华新,刘涛,等. 滨海盐碱地引种及植物耐盐性评价研究与展望[J]. 农业网络信息,2006(2):98-99.

[11] 龚洪柱,魏庆营,金子明,等. 盐碱地造林学[M]. 北京:中国林业出版社,1986.

[12] 韩希忠,赵保江. 黄河三角洲耐盐园林树种的选择[J]. 中国林业,2002,19:40.

[13] 杨莉莉. 滨海景观乔灌木资源及应用[J]. 科技通讯,2015,31(3):54-60,83.

[14] 王玉祥,刘静,乔来秋,等. 41 个引种树种的耐盐性评定与选择[J]. 西北林学院学报,2004,19(4):55-58.

WANG Y X, LIU J, QIAO L Q, *et al.* Evaluation and selection of salt tolerance of 41 introduced species of trees[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2004, 19(4): 55-58. (in Chinese)

[15] 邢尚军,郗金标,张建锋,等. 黄河三角洲常见树种耐盐能力及其配套造林技术[J]. 东北林业大学学报,2003,31(6):94-95.

[16] 姜福成,王月海,囤兴建,等. 黄河三角洲盐碱地不同树种耐盐性形态指标的比较研究[J]. 水土保持通报,2015,35(6):202-206.

JIANG F C, WANG Y H, TUN X J, *et al.* Comparative research on several salt-tolerance-related morphological indicators of different tree species in saline lands in Yellow River Delta[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2015, 35(6):202-206. (in Chinese)

[17] 杨升,张华新,张丽. 植物耐盐生理生化指标及耐盐植物筛选综述[J]. 西北林学院学报,2010,25(3):59-65.

YANG S, ZHANG H X, ZHANG L. Physiological and biochemical indices of salt tolerance and scanning of salt-tolerance plants: a review[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(3): 59-65. (in Chinese)

[18] 隋德宗,王保松,施士争,等. 灌木柳无性系苗期耐盐性指标的筛选和综合评价[J]. 西北林学院学报,2011,26(1):61-64.

SUI D Z, WANG B S, SHI S Z, *et al.* Selection of identification index and comprehensive evaluation of salt tolerance at seeding stage of shrub willow clones[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011, 26(1): 61-64. (in Chinese)

[19] 翁森红,李维炯,刘玉新,等. 关于植物的耐盐性和抗盐性的研究[J]. 内蒙古科技与经济,2005(10):15-17.

[20] 李国雷. 盐分胁迫下 13 个树种反映特性的研究[D]. 泰安:山东农业大学,2004.

[21] 李秀芬,朱金兆,刘德玺,等. 黄河三角洲地区 14 个树种抗盐性对比分析[J]. 上海农业学报,2013,29(5):28-31.

[22] 杨光,张锡义,宁志文. 黄河三角洲地区大米草入侵与防治对策[J]. 青岛建筑工程学院学报,2015(26)2:57-59.