

盐生植物利用

与

区域农业可持续发展

Halophyte Utilization and Regional

Sustainable Development of Agriculture



刘小京
刘孟雨

主编

气象出版社

盐生植物利用与 区域农业可持续发展

Halophyte Utilization and Regional Sustainable
Development of Agriculture

刘小京 刘孟雨 主编

气象出版社

-65

图书在版编目(CIP)数据

盐生植物利用与区域农业可持续发展/刘小京,刘孟雨主编. —北京:气象出版社,2002.11
ISBN 7-5029-3422-7

I. 盐... II. ①刘... ②刘... III. ①盐土植物—植物资源—资源利用—国际学术会议—文集 ②农业经济:地区经济—可持续发展—国际学术会议—文集 IV. ①Q949.4—53
②F303—53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 057685 号

盐生植物利用与区域农业可持续发展

刘小京 刘孟雨 主编

责任编辑:崔晓军 终审:周诗健

封面设计:彭小秋 责任技编:刘祥玉 责任校对:杨迪桂

气象出版社出版

(北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮编:100081)

* * *

北京华正印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:21.25 字数:544 千字

2002 第 11 月第一版 2002 年 11 月第一次印刷

印数:1~1200

ISBN 7-5029-3422-7/S·0402

定价:60.00 元

《盐生植物利用与区域农业可持续发展》

编辑委员会

主任委员：刘孟雨

副主任委员：史承民 马七军 耿清国 宋晓明

委员：（按姓氏笔画排列）

马七军 史承民 孙 波 刘小京 刘孟雨 朱志明

纪烈雄 李 宽 李银心 李伟强 李宗昌 李存桢

陈 雷 张长铎 张秀梅 杨艳敏 耿清国 龚金港

雷玉平 Helmut Lieth(德国) Toshiaki Tadano(日本)

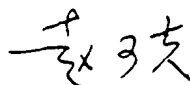
Ajmal Khan(巴基斯坦)

序

由中国科学院石家庄农业现代化研究所组织并主持的“盐生植物利用与区域农业可持续发展国际学术研讨会”于 2001 年 9 月 17 日在河北省黄骅市召开。参会人员 100 余人,会议共收到来自中国、德国、美国、日本、澳大利亚、巴基斯坦、埃及、阿拉伯联合酋长国、阿曼等国家的学者提交的论文 70 余篇,其中国外科学家提交 25 篇。会议安排了大会报告、参看了墙报,并在当地参观考察了盐碱地现状及农业生产情况。会议于 9 月 21 日落下帷幕。会后大会主持单位又将提交的论文整理编辑成册,由气象出版社出版。会议期间及会后,石家庄农业现代化研究所的领导及会务同志们付出了极大的努力,为这次会议的顺利召开作出了极大的贡献。

这次盐生植物国际会议,在我国还是第一次。国外科学家提交的论文占论文总数的 1/3,国内参加的单位 and 提交的论文数量也相当可观,而且大多数论文的水平相当高。另外,提交论文的最大特点都是就地取材,结合实际应用的研究成果,具有极大的应用前景。

我国是一个古老的农业国家,又是一个植物王国,盐生植物资源十分丰富,但有目的有计划的研究工作,与其他国家相比却起步较晚,还有一定的差距。通过这次会议,国内外学者进行了广泛的交流,将对我国盐生植物的研究、开发利用以及区域农业的可持续发展起到极大的促进作用。我们坚信在不久的将来,我国有关盐生植物的研究,很快就会接近或达到国际水平。



(赵可夫)

山东师范大学生命科学院 教授

山东省盐生植物工程技术研究中心 主任

2002 年 5 月 10 日

FOREWORD

During the EXPO 2000 in Hannover/Germany displayed the EU Concerted Action Group their achievements towards Sustainable Utilisation of Halophytes in several ways:

1 — They had a sizable display of halophytes and saline irrigation systems in the Botanical Garden of the University of Osnabrueck.

2— A display of halophytes useful for food and feed was contributed to the hall "food" at the EXPO 2000 fairgrounds in Hannover and

3— Most important, the internet presentation on the home page jointly with the city of Osnabrueck URL www.usf.uni-osnabrueck.de/projects/expo2000. This homepage was visited by 63000 times during the EXPO2000 practically from all continents and most countries of the world.

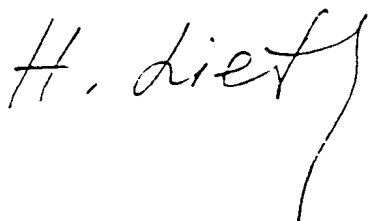
The 4th activity was the workshop at the beginning of the display in May 2000 at the Botanical Garden of the University of Osnabrueck where most participants of the Concerted action presented the final results of their work on halophytes during the preceding 3 years. The results will soon appear in a volume published by Kluwer Acad. Press.

During this workshop was the International Society of Halophyte Utilisation founded. Mr. Xiaojing Liu was founding member of this group. The main purpose of the new society is the promotion of sustainable utilisation of halophytes and saline irrigation all over the world. One of the main activities is the initiation and organisations of conferences in various parts of the world. Mr. Xiaojing Liu offered as first place a meeting in Huanghua City/Hebei Province/China. While we were meeting in Huanghua the next meetings in Doha/Qatar and Cairo/Egypt were initiated and more meetings in Agadir/Morocco and Karachi/Pakistan were planned. The meeting in Doha and Cairo took place already and the results of these conferences will be available in the near future. All meetings organised or coorganised by ISHU will encourage local scientists, engineers and developers to start pilot projects for saline cropping systems and propagation sites for useful halophytes. Research and breeding programs to promote salinity tolerance in plants were also included.

The meeting in Huanghua went extremely well. Organisation and scientific content was so good, that the conference could serve as model for the following meetings; we followed it with the same success in Doha. Mr. Xioajing Liu and his colleagues deserve thanks from all participants for their excellent work. We also thank the South-South Cooperation Fund of Chinese Academy of Sciences, Hebei Foreign Expert Bureau and the other Sponsors for this conference for their support. The scientific contributions are compiled in this volume together with the identification of the next main tasks to achieve universal acceptance of halophytes as cashcrops and of saline irrigation techniques as solution for the management of saline and desert regions of the world.

We hope that this volume contributes to that effort. We thank the publisher for the fine presentation of our objectives and hope that the scientific community makes good use of this volume.

Osnabrueck, April 2002

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'H. Lieth'. The signature is fluid and cursive, with a long, sweeping vertical stroke extending downwards from the end of the name.

(Helmut Lieth)

President of International Society of Halophyte Utilisation
Professor em. Dr. of University of Osnabrueck, Germany

前 言

盐生植物是指一类生长在盐渍生境中,具有较强的抗盐能力,可利用咸水或海水灌溉的植物。据统计,我国有盐生植物 420 多种,约占世界盐生植物种类的四分之一,其中药用的有 76 种,牧草 29 种,绿化、建材及薪炭类 27 种,油脂类 19 种,纤维类 20 种,芳香类 10 种,鞣料类 16 种,食物类 26 种。随着水资源短缺与土壤盐碱问题的日益加重,人们开始把目光转向海水(咸水)灌溉和盐生植物的开发利用上来。盐碱土占地球陆地面积的 25%,我国幅员辽阔,有 5 亿多亩* 盐碱化土壤,1 亿多亩的次生盐渍化耕地,同时拥有 18000km 的海岸线,盐生植物的开发利用是盐碱地区治理开发的有效措施,对推进盐碱地区农业结构调整、改善生态环境、促进区域农业可持续发展具有重要的作用。另外,作为一类重要的基因资源,对培育耐盐作物具有重要的价值。目前,盐生植物的开发利用已成为有关国家非常关注和致力研究的重要领域。一些国家在技术上已取得重大进展,并得到广泛应用。2000 年 6 月在德国成立了“国际盐生植物利用学会”,以加强国际间的交流。我国对盐生植物的开发利用虽起步较晚,但成就突出,在盐生植物生理生态、栽培加工、生物技术等方面已取得明显进展。

为促进盐生植物的研究开发,加强国际间在这一领域的合作交流,2001 年 9 月 17 日至 22 日,在中国科学院南南合作基金、河北省外国专家局、河北省国际科技交流协会、河北省科学技术协会、河北省农业系统工程学会、沧州市人民政府、沧州市科技局、沧州市农林科学院、黄骅市人民政府等单位的大力支持下,我们在河北省黄骅市组织召开了首届“盐生植物利用与区域农业可持续发展国际学术研讨会”。会议收到了来自中国、德国、美国、日本、澳大利亚、巴基斯坦等 14 个国家的论文 70 余篇,并就盐生植物的生理生态、形态结构、分类、生物技术、栽培加工、咸水灌溉、盐碱地农业持续发展等方面开展了广泛交流,会后形成了对今后盐生植物研究具有指导作用的“河北建议”。

本论文集是在这次会议基础上编辑而成的,共收入正式论文 45 篇,摘要 3 篇,建议 2 篇。涉及盐生植物的生理生态、生物技术、栽培开发、盐碱地治理、区域农业持续发展等内容。由于本书涉及的内容较广,加之编者水平有限,在编排上难免出现问题,敬希广大读者批评指正。

最后,编者感谢国际盐生植物利用学会主席 Helmut Lieth 博士、山东师范大学赵可夫教授对本论文集的出版所给予的支持。中国科学院石家庄农业现代化研究所的王容女士对论文集的编辑也倾注了很大心血,在此一并致谢。

本论文集的出版得到了中国科学院石家庄农业现代化研究所所长基金的资助,在此表示感谢!

编 者

2002 年 6 月

* 1 亩 = $\frac{1}{15}$ ha,下同。

目 录

序	
Foreword	
前言	
中国盐生植物的种类、类型、植被及其经济潜势·····	赵可夫等(1)
Next Main Tasks for Halophyte Utilisation Research-Development-Education ·····	
·····	Helmut Lieth <i>et al</i> (10)
盐碱地资源农业与可持续发展 ·····	刘小京等(14)
中国盐生植物资源 ·····	范海等(26)
国内外海水灌溉技术的进展及对产业发展的建议 ·····	徐质斌(33)
Agriculture in the Last 50 Years and Its Sustainable Development in China— a Case Study from North China ·····	Mengyu LIU <i>et al</i> (37)
Utilization of Halophytes in Egypt: an Overview ·····	H. M. El Shaer <i>et al</i> (42)
Some Ecophysiological Aspects of Seed Germination in Halophytes ·····	
·····	M. Ajmal Khan <i>et al</i> (56)
Seed Germination of Halophytes Exposed to High Salinity and Temperature in the Seed Bank ·····	Bilquees Gul <i>et al</i> (69)
Evaluation of Relations between Osmoprotectants and Inorganic Solute Concentrations in Plant and Soil Samples Collected from Huang-Huai-Hai Plain, China ·····	
·····	Jinghua ZHANG <i>et al</i> (77)
Determination of Betaines and Other Solutes in Plants Grown under Saline Conditions and Application of Glycine Betaine to Leguminous Plants ·····	
·····	Naoki Nishimura <i>et al</i> (88)
Osmo-Regulatory Effect of Glycine Betaine on Plant Growth under Salt Stress ·····	
·····	Sunao Yamazaki <i>et al</i> (96)
Strategies of the Halophyte <i>Spartina Townsendii</i> to Avoid Salt Injury ·····	
·····	Hans-Werner Koyro (105)
ACC 促进盐胁迫下野生大豆种子萌发与其能量代谢的关系 ·····	周三等(121)
Physiology of Salinity Tolerance of <i>Beta Vulgaris</i> ssp. <i>Maritima</i> and <i>Beta Vulgaris</i> ssp. <i>Vulgaris</i> ·····	S. Daoud <i>et al</i> (130)
Growth Stimulation of a Halophyte Species, <i>Salicornia Europaea</i> L., by High Concentration of NaCl and Comparison of the Growth Response to Various Salts ·····	Toshiaki Tadano <i>et al</i> (132)
Different Features between Saltwort (<i>S. Europaea</i> L. and <i>S. Herbacea</i> L.) in Japan ·····	Katsuyoshi Shimizu <i>et al</i> (140)
Growing Vegetables in Seawater ·····	Yinxin LI (144)

利用细胞工程技术培育耐盐甜菜育种新材料·····	杨爱芳等(155)
辽宁碱蓬甜菜碱醛脱氢酶基因克隆及转基因烟草耐盐性研究·····	李秋莉等(161)
甜菜遗传转化和转 CDH 基因植株的再生 ·····	杨爱芳等(166)
珠美海棠耐盐植物材料筛选的研究·····	王玉珍等(175)
NaCl 胁迫对不同品种马铃薯试管苗的影响 ·····	王静等(179)
Experiments with <i>Phragmites Australis</i> for Treatment of Waste Water from Oil Industry in Oman ·····	George Heading <i>et al</i> (183)
The Importance of Halophytes in Carbon Cycling in Salt Marshes ····· ·····	I. Caçador <i>et al</i> (199)
河北省滨海盐土土壤与盐生植物养分特征的研究·····	李伟强等(200)
种植盐生植物对改良和利用盐渍土壤的研究·····	宋杰等(203)
盆栽滴灌土壤水盐运移规律试验研究·····	韩淑敏等(210)
黄河三角洲滨海盐荒地生物学改良与示范·····	张方申等(217)
中国盐碱地造林绿化的理论与实践·····	张建锋(221)
怪柳耐盐性能及主要栽培技术研究·····	宋玉民等(226)
绒毛白蜡在盐渍土壤上的适应性及发展前景·····	李志欣等(232)
沙枣的耐盐性及在渤海湾西岸盐渍土壤上的发展前景·····	武婷等(235)
盐生植物——中亚滨藜的开发研究·····	王玉珍等(238)
河北省盐生植物经济价值的初步研究·····	张凤娟等(242)
黄河三角洲盐生野菜种类及其开发前景·····	王玉珍等(247)
碱蓬的人工栽培与品系选育初报·····	邵秋玲等(253)
怪柳、盐地碱蓬人工群落初探 ·····	李翠华等(260)
Prospects of Halophytic Plants Utilisation under Saline Irrigation in Morocco ····· ·····	M. C. Harrouni <i>et al</i> (263)
环渤海盐化潮土适生植物引进及筛选初报·····	刘春田等(265)
人工牧草在渤海湾西岸盐渍土壤上的鉴定及应用·····	武之新等(269)
八个苜蓿品种的耐盐性分析·····	闫旭东等(275)
NaCl 胁迫下珠美海棠某些生理特性的研究 ·····	冯学赞等(278)
The Selection of Salt and Drought Tolerance of Winter Wheat in Semi-arid and Salt Affected Region of North China Plain ·····	Mengyu LIU <i>et al</i> (282)
盐渍环境中丛枝菌根真菌与植物共生关系的生态学意义·····	冯固等(288)
微生物浸种对盐化土壤中豌豆结瘤及产量的影响·····	刘微等(300)
Pakistan Community Development Project for the Rehabilitation of Saline and Waterlogged Lands: UNDP/ AusAID Project ·····	Anwar-Ul-Haq(305)
沧州市近滨海盐碱地开发利用初步构想·····	龚金港等(313)
渤海西岸盐碱地开发利用的研究与探索·····	张长铎(317)
The Hebei 2001 Recommendations by the International Society of Halophyte Utilisation ·····	(321)

中国盐生植物的种类、类型、植被及其经济潜势

赵可夫 范海 宋杰 周三

(山东师范大学逆境植物研究所, 济南 250014)

摘 要 本文主要讨论了有关中国盐生植物的五个方面的问题:(1)中国盐生植物的种类;(2)中国盐生植物的类型;(3)中国盐生植物的植被类型;(4)世界盐生植物名录中漏录的中国盐生植物;(5)中国盐生植物的经济潜势。最后还讨论了今后我国盐生植物研究的方向和重点。

关键词 中国盐生植物 植物的种类 植被类型 经济潜势

据联合国教科文组织(UNESCO)和粮农组织(FAO)不完全统计,全世界盐碱地面积为 9.54 亿 ha。另根据最新研究,我国现代(活性)盐渍化土壤约 3693.3 万 ha,残余盐渍化土壤约 4486.7 万 ha,潜在盐渍化土壤为 1733.3 万 ha,总数为 9913.3 万 ha。

1989 年,美国旱地植物研究室的 Aronson 根据大量报道材料出版了一本《盐生植物——世界耐盐植物汇编》,记载了 1560 余种盐生植物,它们分别属于 117 科和 550 属。虽然记录不全,但已引起世界科学界的重视。1990 年,美国国际事务研究基金国际发展办公室为发展中国家出版了一本《盐地农业》专著,专门介绍世界上的经济耐盐植物。这足以说明,在世界上开始关注这方面的问题。中国是一个拥有丰富植物资源的国家,但长期以来无人专门研究中国盐生植物。只是一些植物生态学家,如侯学煜、周光裕和众多植物分类学家在研究中国的植物学、生态学和植被时,才将盐生植物包括进去进行研究,另外一些少数科学家,如林鹏等,专门研究盐生植物中的红树植物,做出了很大成绩。作者等近年在前人的研究基础上,通过全国盐碱地区的植物调查和采集,将中国境内的大部分盐生植物种类作了鉴定和记录,现将中国盐生植物的种类、类型等加以概括介绍。

1 中国盐生植物种类

1.1 确定盐生植物的标准

要鉴定盐生植物种类,必须确定什么是盐生植物。我们鉴定盐生植物种类时,主要采用 Greenway 等(1980)的盐生植物的定义作为鉴定盐生植物的标准,即凡能在含有 $3.3 \times 10^5 \text{ Pa}$ (相当于 70 mmol/L 的单价盐)以上的盐土壤中正常生长并完成生活史的植物都是盐生植物,否则即是非盐生植物。当然这个标准也有不足之处,有个别的非盐生植物在此种生境中也可以正常生长并完成生活史,例如甜菜就是如此。

1.2 中国盐生植物的种类

根据上述盐生植物的标准,六年间,我们先后多次到东北、西北、内蒙古、华北、华东以及华南盐碱地区,大量采集标本、土样,通过分析鉴定,同时又参考前人的报道以及各地区的植物志,初步确定中国大约有盐生植物 430 种,分属于 66 科、197 属,其中盐生植物最多的科有藜科、禾本科、菊科、豆科等,其种数占中国盐生植物种类总数的 46.8%(表 1)。

表 1 中国盐生植物的种类

科	属	种数量	科	属	种数量
<i>Acanthaceae</i>	<i>Acanthus</i>	2		<i>Petrosimonia</i>	2
<i>Acrostichaceae</i>	<i>Acrostichum</i>	2		<i>Salicornia</i>	1
<i>Aizoaceae</i>	<i>Sesuvium</i>	1		<i>Salsola</i>	16
	<i>Trianthema</i>	1		<i>Suaeda</i>	16
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Allmania</i>	1		<i>Sympegma</i>	1
	<i>Trichurus</i>	1	<i>Combretaceae</i>	<i>Luminitzera</i>	2
<i>Apocynaceae</i>	<i>Apocynum</i>	1		<i>Terminalia</i>	1
	<i>Cerbera</i>	1	<i>Commelinaceae</i>	<i>Murdannia</i>	1
	<i>Poacynum</i>	2	<i>Compositae</i>	<i>Artemisia</i>	7
<i>Asclepiadaceae</i>	<i>Cynanchum</i>	2		<i>Brachyactis</i>	1
	<i>Gymnanthera</i>	1		<i>Chorisis</i>	1
	<i>Tylophora</i>	1		<i>Cirsium</i>	1
<i>Betulaceae</i>	<i>Betula</i>	1		<i>Dendranthema</i>	1
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Dolichandrone</i>	1		<i>Helichrysum</i>	1
<i>Boraginaceae</i>	<i>Coldenia</i>	1		<i>Inula</i>	1
	<i>Cynoglossum</i>	1		<i>Karelinia</i>	1
	<i>Gastrocotyle</i>	1		<i>Ligularia</i>	2
	<i>Heliotropium</i>	2		<i>Mulgedium</i>	1
	<i>Mertensia</i>	1		<i>Paramicrorhynchus</i>	1
	<i>Messerschmidia</i>	2		<i>Parumicror</i>	1
	<i>Nonea</i>	1		<i>Pyrethrum</i>	11
	<i>Rochelia</i>	1		<i>Saussurea</i>	9
	<i>Spergularia</i>	1		<i>Scorzonera</i>	3
	<i>Anabasis</i>	3		<i>Seriphidium</i>	9
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Atriplex</i>	10		<i>Taraxacum</i>	4
	<i>Bassia</i>	3		<i>Tripolium</i>	1
<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Ceratoides</i>	1		<i>Youngia</i>	1
	<i>Chenopodium</i>	4	<i>Convolvulaceae</i>	<i>Calystegia</i>	1
	<i>Corispermum</i>	3		<i>Ipomoea</i>	7
	<i>Halocnemum</i>	1		<i>Stictocardia</i>	1
	<i>Halopeplis</i>	1	<i>Cuciferae</i>	<i>Dilophia</i>	1
	<i>Halostachys</i>	1		<i>Lepidium</i>	4
	<i>Haloxyton</i>			<i>Thellungiella</i>	2
	<i>Kalidium</i>	5	<i>Cyperaceae</i>	<i>Carex</i>	4
	<i>Kirilowia</i>	1		<i>Cyperus</i>	1
	<i>Kochia</i>	3		<i>Fimbristylis</i>	4
	<i>Nanophyton</i>	1		<i>Juncellus</i>	1

续表

科	属	种数量	科	属	种数量
	<i>Mariscus</i>	1		<i>Sophora</i>	1
	<i>Remirea</i>	1		<i>Sphaerophysa</i>	1
	<i>Scirpus</i>	4		<i>Trifolium</i>	1
<i>Dryopteridaceae</i>	<i>Crytomium</i>	1	<i>Liliaceae</i>	<i>Asparagus</i>	1
<i>Elaegnaceae</i>	<i>Elaegmus</i>	1	<i>Loganiaceae</i>	<i>Mitrasacme</i>	1
	<i>Exocoecaria</i>	1	<i>Lythraceae</i>	<i>Pemphis</i>	1
<i>Frankeniaceae</i>	<i>Frankenia</i>	1	<i>Malvaceae</i>	<i>Althaea</i>	2
<i>Goodeniaceae</i>	<i>Scaevola</i>	2		<i>Hibiscus</i>	1
<i>Guttiferae</i>	<i>Calophyllum</i>	1		<i>Thespesia</i>	2
<i>Hernandiaceae</i>	<i>Hernandia</i>	1	<i>Meliaceae</i>	<i>Xylocarpus</i>	1
<i>Hydrocharitaceae</i>	<i>Euhalus</i>	1	<i>Myoporaceae</i>	<i>Mylocarpus</i>	1
	<i>Halophila</i>	3	<i>Myrsinaceae</i>	<i>Aegiceras</i>	1
	<i>Thalassia</i>	1	<i>Najadaceae</i>	<i>Cymodocea</i>	1
<i>Iridaceae</i>	<i>Iris</i>	3		<i>Zannichellia</i>	2
<i>Juncaginaceae</i>	<i>Triglochin</i>	3	<i>Olacaceae</i>	<i>Ximenia</i>	1
<i>Labiatae</i>	<i>Ajuga</i>	1	<i>Onagrceae</i>	<i>Oenothera</i>	1
	<i>Lueucas</i>	3	<i>Palmae</i>	<i>Cistanche</i>	2
	<i>Scutellaria</i>	1		<i>Orobancha</i>	1
<i>Lecythidaceae</i>	<i>Barringtonia</i>	2	<i>Palmae</i>	<i>Nypa</i>	1
<i>Leguminosae</i>	<i>Alhagi</i>	1	<i>Pandaaceae</i>	<i>Pandanus</i>	1
	<i>Astragalus</i>	8	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	4
	<i>Canavalia</i>	2	<i>Plumbaginaceae</i>	<i>Limonium</i>	11
	<i>Derris</i>	1	<i>Poaceae</i>	<i>Achnatherum</i>	1
	<i>Desmodium</i>	1		<i>Aeluropus</i>	2
	<i>Glycine</i>	1		<i>Cenchrus</i>	1
	<i>Glycyrrhiza</i>	6		<i>Crypsis</i>	2
	<i>Gueldenstaedtia</i>	1		<i>Digitaria</i>	3
	<i>Halimodendron</i>	1		<i>Hordeum</i>	3
	<i>Indigofera</i>	1		<i>Ischaemum</i>	1
	<i>Lathyrus</i>	1		<i>Lepturus</i>	1
	<i>Melilotus</i>	2		<i>Leymus</i>	7
	<i>Oxytropis</i>	2		<i>Panicum</i>	1
	<i>Pongamia</i>	1		<i>Parapholis</i>	1
	<i>Sesbania</i>	1		<i>Paspalum</i>	3

续表

科	属	种数量	科	属	种数量
	<i>Phragmites</i>	1	<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Castilleja</i>	1
	<i>Puccinellia</i>	5		<i>Dodartia</i>	1
	<i>Sclerochloa</i>	1		<i>Linaria</i>	1
	<i>Spartina</i>	4		<i>Odontites</i>	1
	<i>Spinifex</i>	1		<i>Lysimachia</i>	1
	<i>Sporobolus</i>	1	<i>Simaroubaceae</i>	<i>Suriana</i>	1
	<i>Thuarea</i>	1	<i>Solanaceae</i>	<i>Lycium</i>	4
	<i>Zoyia</i>	1	<i>Sonneratiaceae</i>	<i>Sonneratia</i>	3
<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum</i>	8	<i>Sterculiaceae</i>	<i>Heritiera</i>	1
	<i>Rumex</i>	2	<i>Tamaricaceae</i>	<i>Reaumuria</i>	2
<i>Potamogetonaceae</i>	<i>Halodule</i>	2		<i>Tamarix</i>	13
	<i>Phyllospadix</i>	2	<i>Umbelliferae</i>	<i>Cnidium</i>	2
	<i>Posidonia</i>	1		<i>Glehnia</i>	1
	<i>Ruppia</i>	1		<i>Peucedanum</i>	1
	<i>Syringodium</i>	1		<i>Schumannia</i>	1
	<i>Zostera</i>	6		<i>Seseli</i>	1
<i>Primulaceae</i>	<i>Glaux</i>	1		<i>Sium</i>	1
	<i>Lysimachia</i>	1	<i>Verbenaceae</i>	<i>Avicennia</i>	1
<i>Panunculaceae</i>	<i>Halerpsetes</i>	5		<i>Clerobendrum</i>	1
<i>Resistonaceae</i>	<i>Leptocarpus</i>	1		<i>Vitex</i>	1
<i>Rhizophoraceae</i>	<i>Bruguiera</i>	4	<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Nitraria</i>	2
	<i>Ceriops</i>	1		<i>Peganum</i>	1
	<i>Kandelia</i>	1		<i>Zygophyllum</i>	5
	<i>Rhizophora</i>	3			
<i>Rosaceae</i>	<i>Potaninia</i>	1			
	<i>Potentilla</i>	1			
	<i>Sibbaldia</i>	1			
<i>Rubiaceae</i>	<i>Scyphiphora</i>	1			
<i>Rutaceae</i>	<i>Haplophyllum</i>	2			
<i>Saliaceae</i>	<i>Populus</i>	1			
<i>Sapindaceae</i>	<i>Allophylus</i>	1			
	<i>Dodonaea</i>	1			

注:总计 66 科, 197 属, 430 种

从中国盐生植物种、属和科类别来看,其中 34 科为世界分布科,约占中国盐生植物科数的 51.5%;其中还有 29 属为世界分布属,约占中国盐生植物属数的 14.7%,这充分表明了中国盐生植物的隐域特性。

根据 Flowers 等(1985)和 Aronson(1989)的报道,以及中国 430 种盐生植物分属于 66 科的事实,不难看出盐生植物是由不同进化水平的科适应于盐渍生境演化出来的一类植物,所以有不少人认为盐生植物是多源起源的。

2 中国盐生植物的类型

2.1 中国盐生植物的生理类型

根据植物体内盐离子积累和转运特点,德国植物生态学家将盐生植物分为三大类:(1)泌

盐 盐生植物 (Recreto-halophytes), 其中又分为两类, 一类是向外泌盐的盐生植物 (Exo-recreto-halophytes), 这类植物具有盐腺, 通过盐腺将吸收到体内的盐分分泌到体外; 另一类为向内分泌盐的盐生植物 (Endo-recreto-halophytes), 它的叶表面具有盐囊泡 (salt bladder), 将体内的盐分分泌到囊泡中, 暂时贮存起来。(2) 真盐生植物 (Euhalophytes), 其中又分为两类, 即叶肉质化真盐生植物 (Leaf succulent euhalophytes), 盐离子积累在叶片肉质化组织及绿色组织的液泡中, 以及茎肉质化真盐生植物 (Stem succulent euhalophytes), 盐离子积累在绿色组织的液泡中及肉质化中柱中。(3) 假盐生植物 (Pseudo-halophytes), 此类盐生植物将盐离子积累在薄壁的液泡和根部木质部薄壁组织中。以上三个类型的盐生植物, 在中国的盐碱土地上都有分布。

第一类型中的向外泌盐盐生植物, 中国有爵床科中的老鼠筋属 (*Acanthus*) 植物, 如老鼠筋 (*Acanthus ebracteatus*); 马鞭草科的海榄雌属 (*A. ricennia*) 植物, 如海榄雌 (*A. marina*); 旋花科中的番薯属 (*Ipomoea*) 植物, 中国有 7 种, 如羽叶薯 (*I. polymorpha*)、虎掌藤 (*I. pesligridis*) 等; 鳞瓣花科中的鳞瓣花属 (*Frankenia*) 植物, 中国只有 1 种鳞瓣花 (*F. puloerulenta*); 紫金牛科的桐花树属 (*Aegiceras*) 植物, 如桐花树 (*A. corniculatum*); 白花丹科中的补血草属 (*Limonium*) 植物, 中国有 10 种, 如二色补血草 (*L. bicolor*)、黄花补血草 (*L. aureum*) 等; 禾本科中有 8 个属是这种类型的植物, 例如獐毛属 (*Aeluropus*)、大米草属 (*Spartina*)、隐花草属 (*Crypsis*)、鼠尾粟属 (*Sporobolus*)、蒺藜草属 (*Cenchrus*)、马唐属 (*Digitaria*)、黍属 (*Panicum*) 和雀稗属 (*Paspalum*), 其中包括多种植物; 报春花科中的海乳草属 (*Glaux*) 植物, 中国有 1 种海乳草 (*G. maritima*); 玄参科中的火焰草属 (*Castilleja*) 植物, 如火焰草 (*C. pallida*); 柽柳科中的柽柳属 (*Tamarix*) 和红砂属 (*Reaumuria*) 植物, 柽柳属有 10 余种, 红砂属有 2 种。

向内分泌盐的盐生植物, 中国有藜科的滨藜属 (*Atriplex*)、藜属 (*Chenopodium*)、猪毛菜属 (*Salsola*) 植物, 其中的滨藜属植物有 10 余种。

第二类盐生植物, 叶肉质化真盐生植物有藜科的碱蓬属 (*Suaeda*), 如盐地碱蓬 (*S. salsa*)、碱蓬 (*S. glauca*) 等, 猪毛菜属 (*Salsola*) 植物, 如猪毛菜 (*S. scopparia*)、天山猪毛菜 (*S. junatouxii*); 茎肉质化的真盐生植物有藜科的盐穗木属 (*Halostachys*) 植物, 如盐穗木 (*H. belonggeriana*), 盐节木属 (*Halocnemum*) 植物, 如盐节木 (*H. strobilaceum*), 盐爪爪属 (*Kalidium*) 植物, 如圆叶盐爪爪 (*K. schrenkianum*)、尖叶盐爪爪 (*K. cuspidatum*) 等, 海蓬子属 (*Salicornia*) 植物, 如海蓬子 (*S. europaea*) 等。

第三类盐生植物, 禾本科中的芦苇属 (*Phragmites*) 植物, 如芦苇 (*P. communis*); 菊科植物中的蒿属 (*Artemisia* L.) 植物, 如碱蒿 (*A. anethifolia*)、滨海牡蒿 (*A. littoricola*) 等。

2.2 盐生植物生态类型

从生态学上可将盐生植物划分为水生盐生植物、中生盐生植物与旱生盐生植物 3 种类型。

2.2.1 水生盐生植物

水生盐生植物主要包括沉水盐生植物与挺水盐生植物。沉水盐生植物分布于海洋的浅水区域、海滨地区的咸水与半咸水区域及内陆的咸水湖与盐湖。水生盐生植物的形态特征与普通的沉水植物相似, 根系主要起固着作用, 植株表面角质层很薄或无, 可直接吸收水分与矿物质; 机械组织不发达, 但常有通气组织以增加浮力。这一系列形态特征主要是对水域生境的适应, 对盐度的适应主要体现在生理方面, 沉水盐生植物的耐盐生理研究较少。多数沉水盐生植物体内不积累盐离子, 而以可溶性有机物进行渗透调节。沉水盐生植物多为单子叶植物, 如大叶藻 (*Zostera*)、川蔓藻 (*Ruppia resteliata*)、虾海藻 (*Phyllospadix* spp.) 等。

挺水盐生植物主要分布于海滨滩涂、沼泽及内陆盐湖、咸水湖的湖滨地带。植物根系周围经常处于水饱和状态,海滨地带则在涨潮时可能全株没入水中,生境含盐量亦较为稳定。植物耐盐机制有泌盐、稀盐与拒盐等各种形式,耐盐幅度也因种类而异。由于生境中过多的水分,根系经常处于缺氧状态,因此植物的根系能忍耐严重的缺氧或有通气组织。植株地上部分表现为中生植物特征而很少具有旱生植物特征。挺水盐生植物常见种类有大米草(*Spartina* spp.)、盐角草(*Salicornia europaea*)、水麦冬(*Triglochin* spp.)、芦苇(*P. australis*,水生生态型)、鹿草(*Scirpus* spp.)等。

2.2.2 中生盐生植物

中生盐生植物指生活在土壤含水量中等但含盐量较高的生境中的盐生植物。植物的耐盐生理机制多种多样。在形态上具有中生植物的一般特征,既不能耐受过度的水淹,也不能耐受长期的干旱,但具有普通中生植物所没有的耐盐能力,可以在高含盐量的土壤上正常生长并完成其生活史,如真盐生植物碱蓬(*Suaeda salsa*)、灰绿碱蓬(*S. glauca*),泌盐植物獐毛(*A. sinense*)、二色补血草(*L. bicolor*)、灰绿藜(*C. glaucum*)和假盐生植物罗布麻(*A. venetum*)、蒿(*A. capilaris*)等。在这类植物中,部分属于专性的盐生植物,它们必须借助盐离子进行渗透调节,如碱蓬等真盐生植物,但另一些植物在非盐渍化生境中生长得更好,但对盐度的耐受幅度较宽,只是因为非盐渍化生境中受到其他植物的竞争排斥才成为盐渍化生境的自然区系成分,如罗布麻、蒿等。罗布麻在黄河三角洲地区黄灌渠(非盐渍土或轻盐渍土)上高可达1.5m以上,在含盐量1.5%的盐渍土上仍可正常生长,但高度不超过0.7m。

2.2.3 旱生盐生植物

旱生盐生植物主要分布于我国内陆干旱区的极端干燥的生境中,土壤不仅具有很高的含盐量,而且水分极度匮乏。多数植物在以各种生理机制适应的同时,也表现出旱生或超旱生结构特征,如叶片强烈缩小或完全退化,气孔下陷,表皮角质层发达并覆盖蜡质,根系极发达,有些植物甚至能吸收深达十几米的地下水。这类植物在我国西北地区较常见,如无叶假木贼(*Anabasis aphylla*)、梭梭(*Haloxyylon ammodendron*)等。

3 中国盐生植物的植被类型

根据吴征镒教授主编的《中国植被》及侯学煜教授著的《中国植被地理及优势植物化学成分》以及作者的调查研究,认为中国盐生植物植被应分为五大类群:(1)热带海滨常绿阔叶红树林;(2)盐生灌丛;(3)盐生荒漠;(4)盐生草甸;(5)沉水盐生植被。

3.1 热带海滨常绿阔叶红树林

根据红树林种类、外貌和结构特征又可分为8个植物群系,即海莲、木榄林群系,红树、角果木林群系,红海榄林群系,秋茄树、桐花树林群系,桐花树林群系,海榄雌、桐花树林群系,海桑林群系和水椰林群系。

3.2 盐生灌丛

根据盐生灌丛植被特点,可分为6个群系:怪柳灌丛群系、多枝怪柳灌丛群系、刚毛怪柳灌丛群系、盐木豆灌丛群系、白刺灌丛群系及小果白刺灌丛群系。

3.3 盐生荒漠

根据盐生荒漠植被特征可分为10个群系:红砂荒漠群系、骆驼藜荒漠群系、小蓬荒漠群系、盐生假木贼荒漠群系、盐穗木荒漠群系、盐节木荒漠群系、白滨藜荒漠群系、囊木碱蓬荒漠

群系、圆叶盐爪爪荒漠群系和尖叶盐爪爪荒漠群系。

3.4 盐生草甸

盐生草甸植被较为复杂,又分为6个类型,每个类型又分为若干群系。6个类型是:丛生禾草盐生草甸,根茎禾草盐生草甸,莎草类盐生草甸,杂草类盐生草甸,一年生盐生植物草甸及海滨禾草、杂草、灌木盐生草甸,这6个类型中总共包括17个盐生草甸群系。

3.5 沉水盐生植被

此类植被比较简单,共分为4个群系,即川蔓藻群系,大叶藻群系,黑纤维虾海藻群系及丝粉藻、二药藻喜盐草群系。

4 世界盐生植物中漏录的中国盐生植物

尽管Aronson(1989)出版了世界盐生植物名录,其中记载了1560余种盐生植物,但是世界上的盐生植物种类远不止于此。虽然没有进行全面统计,从中国的盐生植物种类就证明,他的记录是不完全的。据我们的初步调查统计,中国总共有400余种盐生植物,通过与Aronson的盐生植物名录对照,大约有300余种中国的盐生植物没有被记录其中。

在中国盐生植物中,没有被记录在Aronson名录中的科有12个,它们是卤蕨科(*Acrostichaceae*)、鳞毛蕨科(*Dryopteridaceae*)、杨柳科(*Salicaceae*)、桦木科(*Betulaceae*)、铁青树科(*Oleaceae*)、毛茛科(*Ranunculaceae*)、莲叶桐科(*Hernandiaceae*)、胡颓子科(*Elaeagnaceae*)、苦槛蓝科(*Myoporaceae*)、马钱科(*Loganiaceae*)、列当科(*Orabanchaceae*)和鸢尾科(*Iridaceae*)。在盐生植物中未有记录的属共有107个,如卤蕨属(*Acrostichum*)、贯众属(*Cryptomium*)、合头草属(*Sympegma*)、戈壁黎属(*Iljinia*)、骆驼刺属(*Alhagi*)、碱毛茛属(*Halerpestes*)、盐芥属(*Thellungiella*)、海漆属(*Excoecaria*)、月见草属(*Oenothera*)、川蔓藻属(*Ruppia*)、芨芨草属(*Achnatherum*)等。没有记录的盐生植物种达300多个,在此不一一叙述。

5 中国盐生植物的经济潜势

在中国的400多种盐生植物中,有相当一部分具有多种利用价值,有的可以作为食品的原料,如金合欢属(*Acacia*)的种子,含有丰富的蛋白质和碳水化合物,是做面包的上等原料;黎科的碱蓬(*Suaeda salsa*)和海蓬子属(*salicornia*)的种子,含有30%的脂肪,而且脂肪酸中含有很高比例的不饱和脂肪酸,是一种优质的食用原料。另外,碱蓬、猪毛菜的叶片和枸杞、白刺果实含有丰富的维生素C,甘草、天门冬是制造甜味剂的原料,蔓荆、草木樨、露兜树的花是生产芳香油的原料。除此,还有许多盐生植物可以作为食品。

可作为饲料的盐生植物的种类更多,例如猪毛菜(*Salsola iberica*),茎中含粗蛋白15%,其中的氨基酸类似苜蓿,每公顷年产饲料10t,是一种盐碱地区的优质饲料植物。碱茅属(*Puccinella*)植物耐盐性极强,饲料价值很高,是我国华北、东北一带的优质饲料植物。除此,还有獐毛、披碱草、鼠尾草、芨芨草、滨藜、地肤、盐穗木、骆驼刺等,都可以作为饲料。

盐生植物中还有一些种类,可以作为医药原料,例如枸杞的果实,具有滋补强壮、解热止咳的作用;补血草可以止痛、消炎、活血和补血;甘草的根和茎可以补气、补脾、祛痰止咳;罗布麻可以降压、强心、利尿、安神;蒿属植物可以解热、利尿和利胆;白刺可以健胃和安神;鹅绒萎陵菜可以健脾胃和祛风止痛等等。