

公慧珍,李升峰.江苏省东台市滩涂垦区不同自然植被下的土壤/沉积物盐分特征[J].江苏农业科学,2015,43(12):395-398.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.122

江苏省东台市滩涂垦区不同自然植被下的土壤/沉积物盐分特征

公慧珍,李升峰

(南京大学地理与海洋科学学院,江苏南京 210046)

摘要:对江苏省东台市滩涂垦区 2009—2013 年围垦年限及不同自然植被下土壤或沉积物的盐分进行研究,结果表明,研究垦区土壤/沉积物盐分含量变幅为 0.11%~2.63%,沉积物盐分含量随着围垦年限增加(自海向陆)总体呈递减态势;自然滩涂互花米草群落下的沉积物盐分空间变幅小,垦区内互花米草群落盐度变幅大,盐蒿滩内盐分变幅更大;垦区光滩、盐蒿群落下剖面盐分表现为底聚型,白茅群落、盐角草群落表现为表聚型,互花米草群落则兼顾表聚型、底聚型、均匀型等多种类型;垦区内互花米草在盐分 0.80%~1.00% 范围内生长最好,盐蒿在盐分为 0.30% 左右时群落密度最大;垦区主要植物种类耐盐能力从高到低依次为:互花米草>盐蒿>盐角草>白茅,这与垦区植被主要演替顺序互花米草群落→互花米草+盐蒿群落→盐蒿群落→盐角草群落/白茅群落基本一致。

关键词:土壤/沉积物;滩涂垦区;盐分;空间分布;自然植被

中图分类号: S151.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)12-0395-04

随着沿海发展上升为国家战略,大规模围垦成为缓解我国土地资源紧张的有效措施,但高强度的围垦活动会导致滨海盐沼湿地生态系统的结构与功能发生变化^[1-2]。围堤改变了潮汐交流的水文条件,围堤内外的潮滩生态环境演化特征出现差异。垦区内潮滩湿地与外部海域隔绝,垦区土壤/沉积物表层不再有波浪或潮汐带来的泥沙沉积,逐渐丧失了湿地生态系统的特点^[3]。土壤/沉积物盐分变化对植物群落演替具有重要作用,尤其是水盐梯度的变化对盐沼植物群落演替的影响尤为明显^[4-5]。研究表明,土壤/沉积物盐分是海岸带盐沼地区植物类型分布的决定性因子,盐分在调节海岸带地区植物类型中的作用相比其他土壤因子而言更为重要^[6-8]。

江苏省苏北沿海地区滩涂资源丰富,滩涂面积不断淤涨,围垦面积不断增加。已有的相关研究主要是关于沿海垦区土壤/沉积物盐分空间分异性及其影响因素,如不同围垦年限土壤盐分特征^[9-10]、不同耕作方式下表层土壤盐分特征^[11]等。仲崇庆等指出,互花米草适宜在土壤盐分含量较高的地方生长,碱蓬对高盐分含量土壤的适应性较强^[12]。关于围垦时限不长的不同自然植被类型下土壤/沉积物盐分含量特征研究较少^[13-15]。江苏省东台市滩涂是江苏省滩涂资源的重要组成部分,近期规划围垦 6.67 万 hm^2 。本研究选取 2009—2013 年东台市沿海限垦区为研究对象,分别在不同植被类型下设置采样点,探讨不同自然植被下及相同自然植被下土壤盐分的时空变化特征,分析植物群落特征与土壤/沉积物盐分含量

的关系,以期后续农业生产及滩涂资源保护、开发、利用提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于江苏省中部、东台市沿海滩涂垦区,大致为梁垛河口与方塘河口之间,为长江、淮河两大水系冲积回流之沉积物,长 10 km,宽 6 km。研究区主要位于潮间带上部和高潮带下部,跨越分别建成于 2005 年、2009 年、2013 年的 3 道海堤,与黄海相连(图 1),属亚热带和暖温带的过渡区,季风显著,四季分明,雨量集中,年降水量 1 061.2 mm。土壤为潮盐土亚类,是典型的淤泥质海岸带盐渍土,全剖面土质较为均匀,以粉沙占优势。研究区内分布着滩涂草本植物群落,其中 2013 年垦区海堤前端有约 200 m 宽的水面,互花米草群落向陆一直延伸至 1 150 m 左右,出现互花米草与盐蒿(盐地碱蓬)混合群落,1 450 m 左右过渡为盐蒿群落,约 1 700 m 处进入 2009 年垦区,主要分布有白茅群落,夹杂盐角草群落。互花米草为研究区内的先锋植被,1988 年在东台河北部区域种植,至 1999 年形成南至川水港、北至川东港约 17 km^2 的连片互花米草^[16]。

1.2 样品采集与分析

根据自然植被分布特征尤其是梯度变化情况,采用样线和样方相结合的方法,于 2013 年 10 月开展野外调查,重点研究 2013 年、2009 年垦区,采样区域及样线、样点位置见图 1。研究区共设置 4 条样线,分别为 A、B、C、D,此外在研究区北侧(垦区外侧)互花米草群落加设 1 条样线 Cw,共布设 22 个植物样方,具体不同植被类型下样方数量分布见表 1,主要依据群落类型及群落的代表性、过渡性、可达性原则设置样方,间距 50~400 m 不等。对应 22 个 30 cm 土壤/沉积物剖面,同时在光滩设置 3 个剖面。土壤/沉积物剖面根据质地、颜

收稿日期:2014-12-09

基金项目:国家自然科学基金(编号:41230751)。

作者简介:公慧珍(1990—),女,山东临沂人,硕士研究生,主要从事环境演变与生态环境研究。E-mail:ghuizhendifferent@126.com。

通信作者:李升峰,副教授,主要从事环境演变与生态环境教学与研究工作。E-mail:lisf@nju.edu.cn。

色、根系等差异自上而下划分为 a、b、c 3 层,大致每 10 cm 1 层,个别仅有 a、b 2 层。每个层次采集土壤样品 500 g 左右,共计 80 个样品。将土样带回实验室自然风干,磨碎、过

2 mm 筛后备用,按照 1 g : 5 mL 土水比配制浸提液,采用电导法测定土壤/沉积物全盐含量。

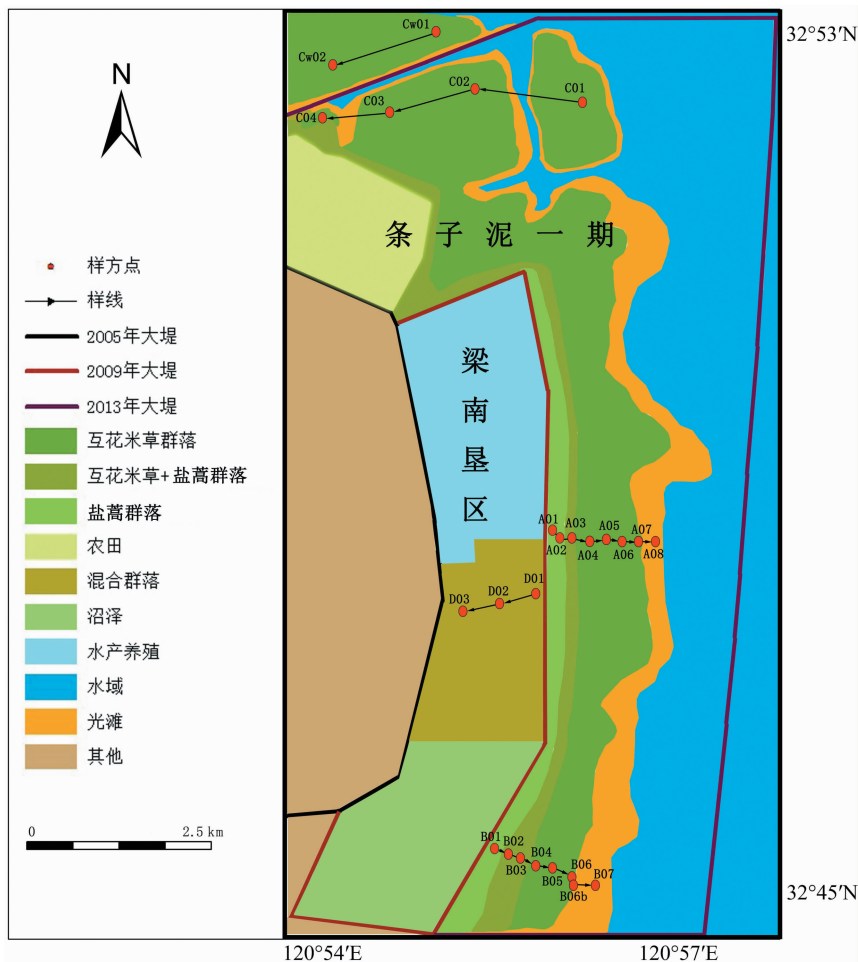


图1 研究区及样方布点示意

2 结果与分析

2.1 不同植被类型下土壤/沉积物盐分水平分布特征

从表 1 可以看出,垦区土壤/沉积物盐分含量(0 ~ 30 cm)变化范围为 0.11% ~ 2.63%,最高值、最低值均出现在 20 ~ 30 cm 深度(剖面底层),分别出现在 2013 年垦区最外侧光滩、2009 年垦区白茅群落样方内,基本上反映了 2009—2013 年垦区内脱盐效果相对最差、最好的 2 种情形。2013 年垦区 3 种主要植被类型下的表层盐分含量范围分别为:互花米草滩(0.17% ~ 0.97%)、互花米草 + 盐蒿群落带(0.35% ~ 0.53%)和盐蒿滩植物群落(0.12% ~ 0.75%),三者盐分均值分别为 0.59%、0.44%、0.33%,由此可见,垦区土壤/沉积物剖面表层盐分含量总体依次降低。2009 年垦区土壤/沉积物剖面表层盐分含量范围变异大,白茅群落、盐角草群落表层土壤/沉积物盐分平均值分别为 0.22%、0.85%。实地踏查发现,2009 年垦区盐角草群落规模不大,主要分布在地势相对较低的地方。可见,盐角草群落及其植被下高盐分这种异常现象与采样点地势较低等原因有关,但本质上还是与未脱盐彻底的地下水埋深、返盐有关^[17]。

堤外自然滩涂互花米草群落调查样方中,盐分含量范围

为 0.62% ~ 1.13%,随着离海距离的增加,水平、垂直方向盐分含量均逐渐降低。相比之下,垦区内互花米草群落下土壤/沉积物盐分水平分布则出现分异,盐分含量变化范围明显增大,为 0.17% ~ 2.03%,群落内自海向陆方向各层盐分含量总体表现为逐渐递减趋势,但 2013 年垦区南部出现例外,靠近垦区南部边缘的 2 个样点(B05、B06)盐分含量明显偏低(仅为 0.17% ~ 0.31%),这应该与群落位置地势偏高有关。盐蒿滩内盐分含量变化范围为 0.12% ~ 2.05%,变幅范围较互花米草群落大,各层盐分水平方向呈自海向陆减小的特点也更为明显。与 2013 年垦区南部互花米草滩情况相反,垦区南部盐蒿滩内样点(B03、B04)盐分含量相对偏高,底层盐分甚至高于互花米草滩中盐分含量,这也与微地形变化有关。垦区内光滩盐分水平方向变化特征也表现为自海向陆逐渐减小。

可见,垦区土壤/沉积物盐分间的空间差异,主要受海陆差异及地下水埋深等综合因素影响^[18-19]。同时可以看出,海陆差异控制垦区盐分变化总格局,微地形、地下水埋深控制盐分斑块变化。

2.2 不同植被类型下土壤/沉积物盐分垂直分布特征

由表 1 可以看出,垦区互花米草群落下不同样点土壤/沉积物盐分垂直分布变化特征多样,总体以自上而下逐渐增加

的底聚型为主(A04、A06、A07),兼有表聚型(A05、C03、C04)和中间型(C01、C02)的分布方式。各层间盐分差异以底聚型变幅最大,表聚型最小。相对而言,底聚型剖面盐分含量最高,表聚型最低。盐蒿滩内均为底聚型。互花米草与盐蒿的过渡带内剖面盐分变化表现为底聚型(A03)和均匀型(B02)。由此可见,2013 年垦区剖面盐分总体表现为底聚型。与之不同,2009 年垦区的白茅群落、盐角草群落剖面盐分均表现为表聚型,只是白茅群落下各层间盐分含量低、差异小。堤外互花米草滩剖面盐分变化总体属于均匀型,显然是海水频繁浸淹导致。

与不同植被类型下盐分垂直变化特征相比,光滩下土壤/沉积物剖面盐分均表现为底聚型,且底聚特征最为明显。不过由于无植被覆盖,强烈的蒸发作用使得盐分更容易在最表层累积,甚至肉眼可见地表白色的盐花。对光滩最表层样品(0~1 cm)盐分分析也证实了这一点,盐分含量可达 4.50% 以上,这与前人研究结论^[17]一致。光滩盐分的聚集效应主要受降水淋洗、地表蒸发影响。与之相比,植被覆盖下的土壤/沉积物剖面盐分还受植物根系吸收影响,剖面盐分随围垦年限长短总体逐渐趋向表聚型,同时植物种类的耐盐性、根系的深浅与发达程度等对剖面盐分变化影响较为明显,如剖面盐分同为表聚型的盐角草群落和白茅群落,前者耐盐性、聚盐能力强,表聚特征更为明显。底聚型的互花米草群落和盐

蒿群落,前者根系深而发达,且具有泌盐生长的特点,可以降低土壤/沉积物中盐分浓度^[20],盐蒿生长会吸收富集的土壤盐分,垂直运移更为明显^[21],因此互花米草群落下剖面盐分变率总体相对小些。

2.3 垦区主要植物种类耐盐性

研究区植物根系主要分布在 0~30 cm 深度土壤/沉积物中,该深度土壤/沉积物的盐分含量与植物分布状况密切相关。垦区外互花米草在盐分含量为 1.10% 左右时长势最好(Cw01),株高、株茎分别可达 190、1.0 cm;当盐分为 0.70% 左右时(Cw02),株高、株茎下降明显。垦区内互花米草在盐分为 0.80%~1.00% 范围时生长最好,当盐分超过 1.50% 时(A07),互花米草株高、株茎均明显减小。在不同剖面深度盐分间差异在 0.10%~0.20% 的样点处(A05、B06),互花米草生长也较好,说明互花米草的长势不仅与盐分大小有关,还与一定剖面深度各层盐分含量有关。互花米草虽然具有高适盐性,适盐范围可达 0~3.00%,相对而言,盐分过低或过高都不利于互花米草生长。盐蒿滩内不同剖面深度盐分含量在 0.11%~0.33% 时(A01、A02、B01),盐蒿群落盖度最大可达 95%,株数最高达 775 株/m²,但是盐蒿植株相对瘦小。在盐分为 0.44%~1.76% 的点(B04),盐蒿单株分枝最多,生长茂盛,可见株数与长势间具有一定的负相关性,这可能还与盐蒿受土壤/沉积物水分大小影响有关^[22]。

表 1 土壤/沉积物盐分及样方植物

垦区	群落类型	样方号	群落盖度(%)	主要优势种	种盖度(%)	株高(cm)	株数(株/m ²)	株径(cm)	盐分(%)			其他物种
									a	b	c	
2013 年垦区	盐蒿群落	A01	90	盐蒿	90	25	775		0.12	0.15	0.33	互花米草、碱菀、田菁、白茅、线叶旋覆花
		A02	95	盐蒿	95	35	261		0.17	0.31		
		B01	90	盐蒿	90	45	478		0.15	0.27	0.27	
		B03	85	盐蒿	85	25	255		0.75	0.93	2.05	
	互花米草 + 盐蒿群落	B04	35	盐蒿	25	40	2		0.44	0.59	1.76	互花米草
		B02	80	互花米草	55	130	86	0.60	0.35	0.32	0.36	
				盐蒿	50	55	136					
		A03	80	互花米草	50	130	170	0.50	0.53	0.70		
	互花米草群落			盐蒿	40	40	58					盐蒿、碱菀
		A04	70	互花米草	70	153	103	0.70	0.53	0.61	1.20	
		A05	100	互花米草	100	170	201	0.75	0.67	0.51		
		A06	90	互花米草	90	144	290	0.72	0.96	1.07	1.40	
		A07	70	互花米草	70	124	177	0.50	0.97	2.03		
		B05	75	互花米草	55	120	119	0.40	0.22	0.27	0.31	
		B06	100	互花米草	100	168	185	0.70	0.17	0.20	0.28	
		C01	95	互花米草	95	150	191	0.70	0.75	1.05	0.96	
		C02	100	互花米草	100	185	127	0.90	0.82	0.98	0.90	
		C03	95	互花米草	95	150	189	0.55	0.46	0.37	0.26	
		C04	70	互花米草	70	113	171	0.60	0.33	0.33	0.25	
	光滩	A06B	0						0.68	1.06		
		A08	0						0.55	0.61	2.23	
		B07	0						0.67	0.92	2.63	
2009 年垦区	白茅群落	D01	100	白茅	100	85	407		0.24	0.20	0.14	芦苇、蘆草、线叶旋覆花
		D02	95	白茅	70	80	291		0.19	0.12	0.11	
	盐角草群落	D05	65	盐角草	60	20	77		0.85	0.61	0.27	盐蒿、蘆草、芦苇
	堤外自然滩涂 互花米草群落	Cw01	95	互花米草	95	190	99	1.00	1.13	1.09	1.11	
		Cw02	85	互花米草	85	145	83	0.75	0.79	0.62	0.74	

同时还发现,出现竹叶菊、田菁、白茅、线叶旋覆花、猪毛草、芦苇等的样方下平均盐分小于 0.27%,不同剖面深度盐分含量小于 0.30%,其他仅由互花米草、盐蒿及盐角草中 1 种或 2 种构成的样方平均盐分含量甚至可达 1.94%。研究表明,围垦初期,自然植被下土壤/沉积物剖面盐分含量关系为光板地 > 盐蒿地 > 茅草草地 > 茅草地光板地^[14]。本研究结果表明,自然植被下土壤/沉积物剖面盐分含量关系为光滩 > 互花米草滩 > 盐蒿滩 > 盐角草群落 > 互花米草 + 盐蒿群落 > 白茅群落,与之有相似之处。总体而言,土壤/沉积物剖面盐分含量自海向陆总体呈递减态势,但因微地形差异和距离垦区排水沟远近等原因使得盐分特征并不是沿垂直海岸绝对递减,物种分布与之具有很好的对应关系^[23]。

3 结论与讨论

本研究表明,东台市 2009—2013 年垦区土壤/沉积物剖面盐分含量变幅为 0.11% ~ 2.63%,盐分总体表现为自海向陆逐渐降低的规律,即呈互花米草群落→互花米草 + 盐蒿群落→盐蒿群落→白茅等群落演替方向递减态势,但互花米草与盐蒿群落中的盐分因微地形、离排水远近等原因而例外。与自然滩涂沉积物剖面盐分垂直变化自海向陆由均匀型向非典型的表聚型演变不同,垦区盐分垂直变化总体随围垦年限表现为底聚型向表聚型方向演变。其中 2013 年垦区盐蒿群落下盐分垂直分布均表现为底聚型,互花米草与盐蒿过渡带表现为底聚型、均匀型,互花米草群落下盐分垂直分布特征更为多样,兼顾表聚型、底聚型、均匀型多种类型,堤外互花米草群落下为均匀型,光滩则表现为显著的底聚型特征。2009 年,垦区白茅群落、盐角草群落表现为表聚型。研究区内不同物种有不同的适盐范围,垦区内互花米草在盐分为 0.80% ~ 1.00% 之间长势最好,垦区外则以盐分 1.10% 左右时长势最好;盐蒿在盐分为 0.30% 左右时群落密度最大。中生植物出现在土壤/沉积物盐分含量低于 0.30% 的地段。植被分布规律与植物种类耐盐生物学特性、根系深浅以及围垦年限差异等有关。研究区中度盐化土到盐土均有分布,基于垦区脱盐过程中因排盐不畅、地下水埋深等原因造成局部盐分富集的情形,建议垦区在现有基础上适当挖深排盐水网并加强排水管理。垦区内适时开展农业活动,对加快滩涂垦区土壤/沉积物脱盐速率十分必要,其中水产养殖由于利润较高,是围垦初期较为常用的土地改良利用方式。同时,可以利用盐蒿、田菁等改良作物的特性进行脱盐,如盐蒿具有吸收累积盐分的作用,通过施肥增加盐蒿生物量,可实现改良盐碱土的目的;还可在盐分含量小于 0.30% 的区域,如盐蒿群落大部及白茅群落所在区域种植水稻、棉花,对于加速脱盐具有重要作用。

参考文献:

- [1] Lee S Y, Dunn R J, Young R A, et al. Impact of urbanization on coastal wetland structure and function[J]. *Austral Ecology*, 2006, 31 (2): 149 - 163.
- [2] 慎佳泓, 胡仁勇, 李铭红, 等. 杭州湾和乐清湾滩涂围垦对湿地生物多样性的影响[J]. *浙江大学学报:理学版*, 2006, 33 (3):

- 324 - 328, 332.
- [3] 闫 芊, 蒋海涛, 陆健健. 崇明东滩湿地植被及土壤环境因子特征研究[J]. *人民长江*, 2008, 39 (23): 75 - 76, 79.
- [4] 葛振鸣, 王天厚, 施文斌, 等. 崇明东滩围垦堤内植被快速次生演替特征[J]. *应用生态学报*, 2005, 16 (9): 1677 - 1681.
- [5] 李 侠, 于明坚, 慎佳泓, 等. 杭州湾滩涂 Na 元素含量对植物多样性和优势度的影响[J]. *生态学报*, 2007, 27 (11): 4603 - 4611.
- [6] Cacador I, Tiberio S, Cabral H N. Species zonation in corroios salt marsh in the Tagus estuary (Portugal) and its dynamics in the past fifty years[J]. *Hydrobiologia*, 2007, 587: 205 - 211.
- [7] 仲崇庆, 王进欣, 邢 伟, 等. 不同植被和水文条件下苏北盐沼土壤 TN、TP 和 OM 剖面特征[J]. *北京林业大学学报*, 2010, 32 (3): 186 - 190.
- [8] Griffiths M E. Salt spray and edaphic factors maintain dwarf stature and community composition in coastal sandplain heathlands [J]. *Plant Ecology*, 2006, 186 (1): 69 - 86.
- [9] 李 鹏, 濮励杰, 朱 明, 等. 江苏沿海不同时期滩涂围垦区土壤剖面盐分特征分析——以江苏省如东县为例[J]. *资源科学*, 2013, 35 (4): 764 - 772.
- [10] Xu Y, Pu L J, Zhu M, et al. Spatial variation of soil salinity in the coastal reclamation area, eastern China [J]. *Journal of Coastal Research*, 2014, 30 (2): 411 - 417.
- [11] 张建兵, 杨劲松, 姚荣江, 等. 苏北典型新围垦海涂农田盐碱障碍因子特征分析[J]. *土壤*, 2013, 45 (3): 548 - 553.
- [12] 仲崇庆, 王进欣, 钦 佩. 苏北海岸带盐沼植物分布与土壤理化性质的关系[J]. *海洋湖沼通报*, 2011 (4): 151 - 157.
- [13] 张华兵, 刘红玉, 李玉凤, 等. 自然条件下盐城海滨湿地土壤水分/盐度空间分异及其与植被关系研究[J]. *环境科学*, 2013, 34 (2): 540 - 546.
- [14] 刘广明, 杨劲松, 姜 艳. 江苏典型滩涂区地下水及土壤的盐分特征研究[J]. *土壤*, 2005, 37 (2): 163 - 168.
- [15] 姚荣江, 杨劲松, 陈小兵, 等. 苏北海涂典型围垦区土壤盐渍化风险评估研究[J]. *中国生态农业学报*, 2010, 18 (5): 1000 - 1006.
- [16] 沈永明, 刘咏梅, 陈全站. 江苏沿海互花米草 (*Spartina alterniflora* Loisel) 盐沼扩展过程的遥感分析[J]. *植物资源与环境学报*, 2002, 11 (2): 33 - 38.
- [17] 何贵平, 陈益泰, 黄一青, 等. 杭州湾海涂造林后土壤盐分和水分的动态变化[J]. *林业科学研究*, 2006, 19 (2): 257 - 260.
- [18] 赵秀芳, 杨劲松, 姚荣江. 苏北典型滩涂区土壤盐分动态与水平衡要素之间的关系[J]. *农业工程学报*, 2010, 26 (3): 52 - 57.
- [19] 吴志芬, 赵善伦, 张学雷. 黄河三角洲盐生植被与土壤盐分的相关性研究[J]. *植物生态学报*, 1994, 18 (2): 184 - 193.
- [20] 刘 瑜. 互花米草富集腺细胞转录组测序分析及耐盐相关基因的克隆与鉴定[D]. 烟台: 烟台大学, 2011.
- [21] 赵秀芳, 张 清, 王振宇. 微地形对天津滨海吹填土土壤理化性质和植被状况的影响[J]. *土壤通报*, 2014, 45 (2): 281 - 285.
- [22] 李洪山, 李慈厚, 申玉香, 等. 滩涂盐地碱蓬生态分布特点与生长竞争性研究[J]. *江苏农业科学*, 2009 (2): 296 - 298.
- [23] 黄 玮, 李志刚, 乔海龙, 等. 旱盐互作对盐地碱蓬生长及其渗透调节物质的影响[J]. *中国生态农业学报*, 2008, 16 (1): 173 - 178.