

陈静波,宗俊勤,张莉,等.狗牙根在江苏滨海盐碱地的适应性评价[J].江苏农业科学,2016,44(11):244-247.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.073

狗牙根在江苏滨海盐碱地的适应性评价

陈静波¹,宗俊勤¹,张莉²,刘明智³,肖怀前³,戴小琳⁴,刘建秀¹,刘劲松⁴

[1. 江苏省中国科学院植物研究所(南京中山植物园),江苏南京 210014; 2. 江苏大丰盐土大地农业科技有限公司,江苏盐城 224145;
3. 江苏省淮沭新河管理处,江苏淮安 223005; 4. 江苏省水利厅,江苏南京 210029]

摘要:以生产上常用的狗牙根品种 C753 (Tifgreen) 为对照,在低养护条件下对 C291-1、C134、C174、C748 和 C754 等狗牙根优良品种(系)进行江苏滨海盐碱地的适应性评价。结果表明,C134 和 C754 在滨海盐碱地环境下具有较好的适应性,盖度、均一性、草坪质量综合评分等最高,坪用价值高;C291-1 和 C748 的适应性稍弱,但在施肥后能快速提高草坪质量,各个指标值能到 C134 和 C754 的水平;C174 和 C753 的适应性较差,尤其是 C174,盖度和均一性最差,综合评分最低。综合来看,C134、C754、C291-1 和 C748 在江苏滨海盐碱地的适应性要强于对照品种 C753,在该地区具有较好的推广应用前景。

关键词:狗牙根;江苏滨海;盐碱地;大田评价;适应性;低养护

中图分类号: S543⁺.904 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0244-04

由于全球淡水供应缺乏,草坪灌溉中含盐的非饮用水使用量增加,而人口膨胀造成对干旱、半干旱以及海滨地区的开发力度增大,这些地区通常土壤含盐量较高^[1]。较高盐度的土壤上建植草坪或使用含盐废水灌溉草坪,会抑制草坪生长,降低草坪质量^[2]。因此减少盐害成为草坪建植管理上一个重要的问题,而盐胁迫下提高草坪质量的一个重要策略是选育使用抗盐性强的草坪草品种^[3]。

狗牙根属(*Cynodon* spp.)植物是一类常用的暖季型草坪草,属于禾本科虎尾草亚科,主要用于热带亚热带的高尔夫球

场、足球场、家庭草坪、公共绿地等地方^[4]。狗牙根自然分布于不同土壤质地、pH 值水平、土壤水分含量、土壤盐度等条件的环境中,具有较高的遗传变异^[5-6]。Maas 等比较了众多的植物的抗盐性,认为狗牙根属植物是一类抗盐的植物^[7]。一些研究也发现,狗牙根的不同基因型存在很大的抗盐性变异^[8-10]。

然而上述抗盐性评价多停留于室内的水培或土(沙)培试验,而盐碱地的大田评价很少。程云辉等对紫苜蓿(*Medicago sativa*)、向日葵(*Helianthus annuus*)、苇状羊茅(*Festuca arundinacea*)和狗牙根(*C. dactylon*)等在沿海滩涂盐渍化地上进行了筛选试验,结果表明只有狗牙根 C121 能在重度盐渍化地上生长^[11]。宗俊勤等在含盐量 0.40%~0.52% 的海边盐土上种植不同暖季型草坪草发现,所有测试的草坪草均能存活,其中海雀稗(*Paspalum vaginatum*) P006 和沟叶结缕草(*Zoysia matrella*) Z014 的抗盐性强于所有狗牙根^[12],与前期的室内水培抗盐评价结果基本一致^[8],但结缕草(*Z. japonica*) Z080 和 Z008 的抗盐性也强于所有狗牙根,而在水培试验中的结缕草 Z080 和 Z008 的抗盐性几乎弱于所有狗牙根材

收稿日期:2015-08-21

基金项目:海洋公益性行业科研专项经费(编号:201505023);江苏省自然科学基金(编号:BK20151371);江苏省水利科技项目(编号:2014019);江苏省盐土生物资源重点实验室开放基金(编号:JKLBS2013001);苏北科技专项(编号:BN201614)。

作者简介:陈静波(1977—),男,浙江余姚人,博士,助理研究员,主要从事草坪草抗逆性研究。E-mail:chenjb19@163.com。

通信作者:刘劲松,高级工程师,主要从事河湖管理和水土保持研究。E-mail:jsliujs@163.com。

[7]张丽丽,赵九洲,赵婷婷,等.重金属铅和镉对溪荪生理特性的影响[J].湿地科学,2011,9(2):198-202.

[8]付佳佳,韩玉林,李亚亚,等. Pb、Cd 单一及复合胁迫对花蔺蒲幼苗生长及部分生理指标的影响[J].植物资源与环境学报,2010,19(3):23-27.

[9]Zhou Y Q, Huang S Z, Yu S L, et al. The physiological response and sub-cellular localization of lead and cadmium in *Iris pseudacorus* L. [J]. Ecotoxicology, 2010, 19(1): 69-76.

[10]夏建国,兰海霞,吴德勇. 铅胁迫对茶树生长及叶片生理指标的影响[J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(1): 43-48.

[11]强维亚,陈拓,汤红官,等. Cd 胁迫和增强 UV-B 辐射对大豆根系分泌物的影响[J]. 植物生态学报, 2003, 27(3): 293-298.

[12]任安芝,高玉葆,刘爽. 铬、镉、铅胁迫对青菜叶片几种生理生化指标的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2000, 6(2): 112-

116.

[13]Sassano C E, Carvalho J C, Gioielli L A, et al. Kinetics and bioenergetics of *Spirulina platensis* cultivation by fed-batch addition of urea as nitrogen source [J]. Applied Biochemistry and Biotechnology, 2004, 112(3): 143-150.

[14]Vitoria A P, da Cunha M, Azevedo R A. Ultrastructural changes of radish leaf exposed to cadmium [J]. Environmental and Experimental Botany, 2006, 58(1/2/3): 47-52.

[15]陈柳燕,张黎明,李福燕,等. 剑麻对重金属铅的吸收特性与累积规律初探[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(5): 1879-1883.

[16]韩玉林. Pb-Cu 复合胁迫对马蔺幼苗生长和生理指标的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2010, 19(4): 24-30.

[17]刘俊,廖柏寒,周航,等. 镉胁迫对大豆花荚期生理生态的影响[J]. 生态环境学报, 2009, 18(1): 176-182.

料^[8],并且室内土壤环境下长期盐处理试验中也证明 Z080 的抗盐性显著低于狗牙根 C291^[13]。这说明室内的抗盐评价结果有时候会与盐碱地的实际种植表现有差异。

前期笔者对大量狗牙根野生资源、优良杂交后代和品种进行了室内的水培和沙培法的评价,获得了一些抗盐优质的狗牙根材料^[8,14-15]。本研究拟在前期室内评价的基础上,选择部分坪用质量较高的基因型,进一步在江苏省沿海的盐碱地开展低养护模式下适应性评价,以筛选出适应当地环境条件的材料,服务于当地盐碱地绿化。

1 材料与方法

1.1 材料

试验中使用的材料包括狗牙根 C291-1、C134、C174,杂交狗牙根(*C. dactylon* × *C. transvaalensis*) C753、C754、C748,其中 C753 为生产上常用的引进品种 Tifgreen,作为对照品种。

1.2 方法

试验地位于江苏省盐城市大丰区金海农场(地理坐标 32°59'N、120°49'E),东距黄海约 4 km,西临大丰麋鹿国家级自然保护区,于 1999 年进行围垦。该区地处北亚热带季风气候区,具有明显的海洋性和季风性,年均降水量 1 058.4 mm,主要集中在 6—8 月份的雨季。土壤平均盐度为 0.60%,pH 值 8.10,土壤全氮、有效磷、速效钾含量分别为 0.04%、11.04 mg/kg、55.4 mg/kg。试验地内及周边的原生植被主要有盐地碱蓬(*Suaeda glauca*)、拟漆姑(*Spergularia salina*)、大穗结缕草(*Z. macrostachya*)、獐毛(*Aeluropus sinensis*)、柽柳(*Tamarix chinensis*)、海州蒿(*Artemisia fauriei*)、牛筋草(*Eleusine indica*)、长芒棒头草(*Polypogon monspeliensis*)、狗牙根、欧亚旋覆花(*Inula britannica*)、小藜(*Chenopodium serotinum*)、灰绿藜(*Chenopodium glaucum*)、大车前(*Plantago major*)、扁鞘飘拂草(*Fimbristylis complanata*)等,多为盐生植物或抗盐性较强的植物。

6 月份铲取完整的草皮块,人工满铺成 1.5 m × 1.5 m 的小区,土壤不作任何处理,种后立即浇 1 遍透水,其后按照低养护模式管理草坪。第 1 年草坪不修剪、施肥和浇水(除建植时);第 2 年草坪生长期每月修剪 1 次,高度 5 cm,由于春季严重干旱,在 5 月初浇水 1 次;第 3 年草坪生长期每月修剪 1 次,高度 5 cm,5 月底施复合肥(氮、磷、钾含量均为 15%)1 次,用量为 20 g/m²。

草坪成活后,在生长期参照 GB/T 30395—2013《草品种审定技术规程》附录 D 中描述的方法,进行草坪质量评价,包括盖度(%),均一性评分(9 分制)、颜色评分(9 分制)、草坪质量综合评分(9 分制)等,其中盖度指草坪草植株垂直投影面积占整个小区面积的比例,采用目测法估计,每年 6、9 月观测(第 1 年仅观察 9 月份,下同);均一性是指整个草坪的外貌均匀程度,是草坪密度、颜色、质地、整齐性等差异程度的综合反映,采用目测打分法,每年 6、9 月观测;颜色采用目测打分法,每年 6、9 月观测;草坪质量综合评分采用目测打分法,根据参试品种(系)的坪用性状(密度、颜色、均一性和叶宽等)和适应性(抗逆性、抗病虫性等)感观的综合表现进行评分,草坪成活后逐月进行评分,观测人员 3 人,每人独立打分,最后采用多人观测值的平均值。

1.3 数据分析

用 Excel 2010 软件进行数据的基本转换,用 SPSS 13.0 软件进行方差分析和 Duncan's 多重比较。

2 结果与分析

2.1 盖度

对 6 份优质的狗牙根品种(系)在江苏省沿海盐碱地 3 年的适应性观察可以看出,不同材料的盖度存在明显的差异,其中 C754 和 C134 的盖度一直维持在 95% 以上,C291-1 和 C753 的盖度基本维持在 90% 以上,C748 一直维持在 85% 以上,而 C174 的盖度一直较低;盖度较低的部分材料,随种植时间的推移,盖度呈上升趋势,如 C174 和 C748(图 1)。从 3 年平均值来看,除 C174 的盖度显著较低外(77.00%),其他 5 种狗牙根平均盖度差异不显著,均维持在 90% 以上(表 1)。

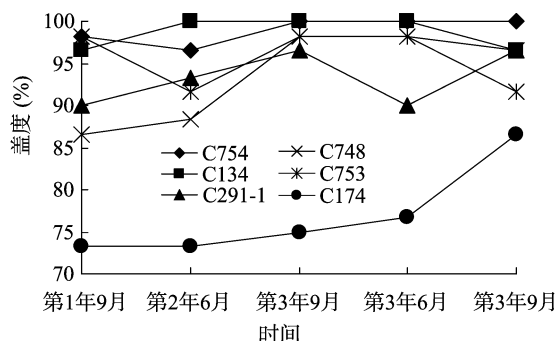


图1 狗牙根在盐碱地的盖度评价

表 1 不同狗牙根材料在盐碱地的草坪质量差异(3 年平均)

材料	盖度 (%)	均一性评分 (分)	颜色评分 (分)	综合评分 (分)
C754	99.00a	6.23a	6.00a	5.52a
C134	98.67a	6.17a	6.03a	5.38ab
C291-1	93.33a	6.10a	6.10a	4.98abc
C748	93.67a	5.77ab	6.23a	4.88bc
C753	95.67a	5.47b	5.43b	4.57c
C174	77.00b	5.23b	6.10a	4.36c

注:同列数据后标有不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

2.2 均一性

不同狗牙根的均一性也存在材料间的差异,C754 在 3 年中均一性评分基本维持在 6.0 分以上;C291-1 和 C134 在前期能够维持较高的均一性评分,到建植第 2 年 9 月份均一性评分呈下降趋势,但通过第 3 年 5 月底施肥后,C291-1 的均一性评分在第 3 年又有较大的提高;C753 和 C174 在整个试验期间的均一性评分一直较低(图 2)。从 3 年平均值来看,C753 和 C174 的均一性评分显著较低,而 C754、C134 和 C291-1 的均一性评分显著较高,C748 居于中间(表 1)。

2.3 颜色

不同狗牙根的草坪颜色变异相对较小,除 C753 叶色明显较浅外,其他材料的差异不明显(图 3)。但随时间变化,草坪颜色发生了明显的变化,从建植当年到第 2 年 9 月份,草坪颜色评分呈下降趋势,第 3 年开始又呈增加趋势,这跟试验期间仅在第 3 年 5 月底施过 1 次肥料有关,说明随种植时间的延长,草坪逐渐出现缺氮、叶色变浅的问题,而通过施肥能够

明显提高草坪叶色,尽管1年中仅施了1次肥。从3年平均值来看,除C753的颜色评分显著最低外,其他材料之间差异不显著(表1)。

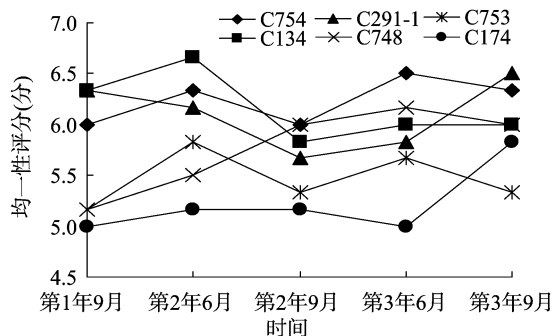


图2 狗牙根在盐碱地的均一性评分

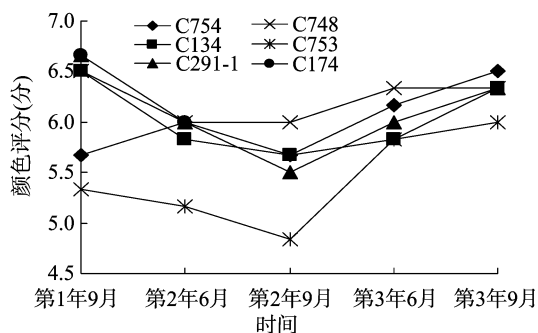


图3 狗牙根在盐碱地的颜色评分

2.4 草坪质量综合评分

狗牙根草坪于第1年6月份建植,从7月份开始,在草坪生长期间逐月进行草坪综合质量评价;在7、8月,除C748外,

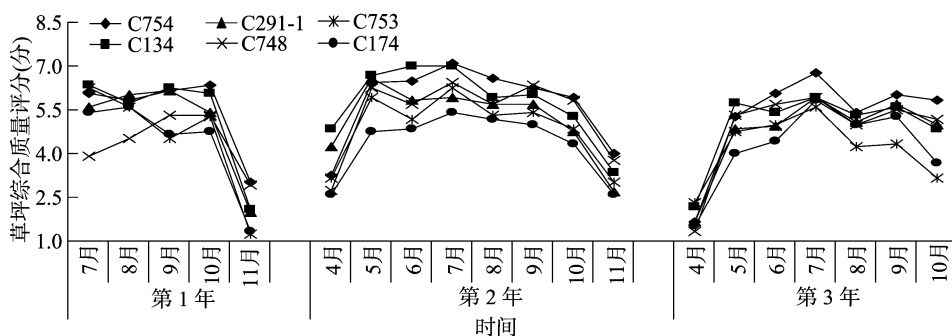


图4 不同狗牙根在盐碱地的草坪质量综合评分

3 讨论

用室内水培或土培法进行抗盐性评价时,环境条件容易控制,影响因素相对比较少,主要是单一的盐处理因素,因此抗盐评价结果反映了在其他条件比较适宜的条件下单一的盐处理因子对植物的影响。而盐碱地大田评价则跟室内评价不一样,一方面大田的盐度存在很大的时空变异,即使在很近的距离内,盐度也会产生成倍的变化,而时间上由于灌溉或降水也会导致盐度的剧烈变化;另一方面,盐碱地通常养分缺乏,土壤结构差,紧实度高,容易板结^[16],土壤理化性质的恶化也会影响植物的生长。因此盐碱地的抗盐性评价,实际是一种综合抗逆性的评价,或者说是一种以抗盐性为主的在盐碱地的

其他狗牙根的草坪质量评分差异不明显,9月份C291-1、C134和C754的草坪质量评分明显高于C748、C753和C174,但在11月份的枯黄期,C754和C748的枯黄较晚,表现较好(图4)。由图4还可见,第2年4月份,草坪草开始返青,其中C134和C291-1返青较早,在返青期的草坪质量比其他材料高,到5月份时除C174外,其他材料的草坪质量差异不明显,其后C754和C134一直维持较高的草坪质量,而C174的草坪质量一直最低,到11月份的枯黄期仍然是C754和C748的枯黄较晚,表现较好。草坪建植第3年由于春季发生严重的干旱,在低养护模式下,草坪返青普遍较晚,所有草坪从4月份开始返青到5月中下旬才完成返青,在4月份的返青期,所有材料的草坪质量均低于第2年同期,但C753和C134的返青相对较早,在返青早期的坪用质量较高;到5月份,C134的草坪质量最高,其次为C754、C748、C291-1、C753、C174最低;由于草坪颜色和质量下降,草坪出现缺肥状态,在第3年的5月底施1次复合肥,到6、7月时,所有草坪的质量均呈上升趋势,尤其是C754,在7月份的草坪质量评分接近7.0,但7—9月份多数材料的草坪质量评分非常接近,除了7月份的C754明显较高和8月份的C753明显较低外,这期间草坪质量评分一直较低的C174在施肥后草坪质量评分也迅速增加,达到与多数材料相近的质量评分;10月份草坪质量评分开始下降,其中C754下降不明显,而C174和C753下降幅度很大;11月中下旬,所有材料基本枯黄,枯黄时间早于前2年(图4)。综合分析3年的平均草坪质量评分,不同材料的坪用质量评分从高到低依次为C754(5.52分)、C134(5.38分)、C291-1(4.98分)、C748(4.88分)、C753(4.57分)、C174(4.36分),其中前3个材料坪用质量评分明显较高(表1)。

适应性评价,而不仅仅是单一的抗盐性评价。

Koch等比较了水培法、温室内土培盐水处理法以及大田盐水处理法等3种方法对草坪草抗盐性评价结果的一致性,发现3种方法具有较高的一致性,即相对抗盐评价结果是一致的^[17],大田法也可以用于草坪抗盐性评价。但同时Koch等也发现,大田评价的结果相对室内水培法和土培法而言,可靠性较差,且盐害较重;从成本上来看,水培法的成本最低,其次为土培法,大田法的成本要明显高于室内评价^[17]。

Friell等采用水培法和路边盐碱地法比较了70多份冷季型草坪草的抗盐性,发现高羊茅和碱茅(*Puccinellia* spp.)均具有较好的生长表现,抗盐性较好^[18-19];不同的是,一些材料的表现有差异,如丘氏紫羊茅[*Festuca rubra* L. ssp. *fallax*

(Thuill.) Nyman], 在水培法中抗盐性较弱, 而在路边生长时表现较好。笔者认为可能是受根际水分含量的影响, 水培法中植株一直处于饱和含水量环境下, 而在路边处于一种变化的土壤含水量环境下, 持续的根际饱和含水量不利于丘氏紫羊茅生长。

本研究中, 6 种狗牙根的草坪质量评分从高到低依次为 C754(5.52 分)、C134(5.38 分)、C291-1(4.98 分)、C748(4.88 分)、C753(4.57 分)、C174(4.36 分)。普通狗牙根中 C134 在水培试验中属于中等敏感类型, 而 C291-1 属于抗盐类型^[8]。然而在盐碱地大田试验中, C291-1 的综合表现并不优于 C134。从材料的原生境来看, C134 来源于陕西咸阳, 属于干旱少雨地区, 年均降水量 500~600 mm, 年平均气温 12℃, 无霜期 213 d, 年极端最低气温 -18.6℃, 抗旱抗寒性较好; 而 C291-1 来源于广东阳江, 该地雨量充沛, 气候温和, 年平均降水量一般在 2 040 mm 左右, 年平均气温 22.0℃左右, 无霜期约 350 d, 偶有低温霜冻, 抗旱抗寒性相对较差。室内水培和土培试验中, 植物处于良好的气温、水分和营养状态下, 这种环境可能更有利于来源于南方的 C291-1 生长, 而对 C134 不一定非常有利, 尤其是处于饱和含水量的水培条件下。当在盐碱地养分缺乏、低养护下干旱时有发生、当地环境条件下冬季低温霜冻经常发生等诸多不利的环境条件和养护水平下, C134 比 C291-1 具有更高的适应性是有可能的。宗俊勤等对江苏南通海边重度盐碱地的大田评价中也证明 C134 比 C291-1 的适应性好, 并且发现 C134 的抗旱性比 C291-1 强^[12]。另外本研究第 3 年 4 月底通过施肥后发现, C291-1 的草坪质量评分迅速上升, 与 C134 基本一致, 这也反映在养分缺乏的盐碱地上, 提高土壤养分含量, 能提高狗牙根的草坪质量, 尤其是 C291-1。

本试验中, 3 种杂交狗牙根中 C754 的适应性要强于 Tifgreen, 这与水培试验的结果相一致^[8]。宗俊勤等的盐碱地评价试验中也认为 C754 的抗盐性强于 C753^[12]。

低养护是草坪管理的发展趋势, 选育适于低养护的新品种也是一种主要的育种目标。在盐碱地大田环境结合低养护管理条件下, 评价不同优良草坪草新品种(系)的适应性, 对解决盐碱地优质草坪的建植和低养护管理具有重要意义。本研究在江苏省沿海盐碱地(含盐量 0.60% 左右)低养护模式下对多个狗牙根材料进行了多年的适应性评价, 得到一些适应性强的材料, 如 C754、C134、C291-1 等, 其草坪质量明显高于生产上常用的 C753(Tifgreen)等老品种。根据生长表现, 大田试验的评价结果基本与室内试验一致, 室内试验虽然能够精确评价纯粹抗盐性差异, 但由于大田存在诸多影响草坪生长的因素, 对于选出的抗盐材料, 需要在大田进行进一步的适应性评价, 以最终筛选出真正适应当地盐碱地环境条件的优良品种, 提高当地草坪质量, 解决生产实际问题。另外, 根据不同草坪草品种的特性, 进行施肥、灌溉、修剪等关键养护措施的研究, 制定其相应的栽培养护规程, 对抗盐草坪在盐碱地的推广也非常重要。

参考文献:

[1] Qian Y L, Follett R F, Wilhelm S, et al. Carbon isotope discrimination of three Kentucky bluegrass cultivars with contrasting salinity

tolerance[J]. *Agronomy Journal*, 2004, 96: 571-575.

[2] Tang J, Camerato J J, Yu X, et al. Growth response, carbohydrate and ion accumulation of diverse perennial ryegrass accessions to increasing salinity[J]. *Scientia Horticulturae*, 2013, 154: 73-81.

[3] 吴欣明, 王运琦, 刘建宁, 等. 羊茅属植物耐盐性评价及其对盐胁迫的生理反应[J]. *草业学报*, 2007, 16(6): 67-73.

[4] 刘伟, 张新全, Wu Y Q, 等. 狗牙根属植物多样性与品种选育研究概况[J]. *园艺学报*, 2003, 30(5): 623-628.

[5] De Silva P H A U, Snaydon R W. Chromosome number in *Cynodon dactylon* in relation to ecological conditions[J]. *Annals of Botany*, 1995, 76: 535-537.

[6] Hameed M, Ashraf M, Naz N. Anatomical and physiological characteristics relating to ionic relations in some salt tolerant grasses from the Salt Range, Pakistan[J]. *Acta Physiologiae Plantarum*, 2011, 33: 1399-1409.

[7] Maas E V, Hoffman G J. Crop salt tolerance - current assessment[J]. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering - ASCE*, 1977, 103: 115-134.

[8] 陈静波, 阎君, 姜燕琴, 等. 暖季型草坪草优良选系和品种抗盐性的初步评价[J]. *草业学报*, 2009, 19(5): 107-114.

[9] 王红玲, 阿不来提·阿不都热依木, 齐曼. Na₂SO₄ 胁迫下狗牙根 K⁺、Na⁺ 离子分布及其抗盐性的评价[J]. *中国草地*, 2004, 26(5): 37-42.

[10] Marcum K B, Pessarakli M. Salinity tolerance and salt gland excretion efficiency of bermudagrass turf cultivars[J]. *Crop Science*, 2006, 46(6): 2571-2574.

[11] 程云辉, 周卫星, 王永霞, 等. 沿海滩涂盐渍化地上几种耐盐牧草的筛选试验[J]. *江苏农业科学*, 2003(3): 61-63.

[12] 宗俊勤, 陈静波, 於朝广, 等. 部分暖季型草坪草品种(系)在沿海滩涂的生长适应性及其对土壤盐度的影响[J]. *植物资源与环境学报*, 2010, 19(3): 48-54.

[13] Chen J, Yan J, Qian Y, et al. Growth responses and ion regulation of four warm season turfgrasses to long-term salinity stress[J]. *Scientia Horticulturae*, 2009, 122(4): 620-625.

[14] Chen J, Zong J, Gao Y, et al. Genetic variation of salinity tolerance in Chinese natural bermudagrass [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] germplasm resources[J]. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 2014, 64(5): 416-424.

[15] Chen J B, Jiang Q F, Zong J Q, et al. Variation in the salt-tolerance of 13 genotypes of hybrid bermudagrass [*Cynodon dactylon* (L.) Pers. × *C. transvaalensis* Burt - Davy] and its relationship with shoot Na⁺, K⁺ and Cl⁻ ion concentrations[J]. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 2014, 89(1): 35-40.

[16] 吴晓卫, 付瑞敏, 郭彦钊, 等. 耐盐碱微生物复合菌剂的选育、复配及其对盐碱地的改良效果[J]. *江苏农业科学*, 2015, 43(6): 346-349.

[17] Koch M J, Bonos S A. Correlation of three salinity tolerance screening methods for cool-season turfgrasses[J]. *HortScience*, 2011, 46(8): 1198-1201.

[18] Friell J, Watkins E, Horgan B. Salt tolerance of 75 cool-season turfgrasses for roadsides[J]. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 2012, 62(3): 44-52.

[19] Friell J, Watkins E, Horgan B. Salt tolerance of 74 turfgrass cultivars in nutrient solution culture[J]. *Crop Science*, 2013, 53(4): 1743-1749.