

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

宗俊勤, 陈静波, 於朝广, 郭爱桂, 刘建秀^①, 殷云龙

[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]

摘要: 采用 8 个指标(密度、质地、均一性、盖度、耐旱性、萎蔫率、烧伤率及生长量)对 12 个暖季型草坪草品种(系)在江苏省沿海滩涂上的生长适应性进行了评价,并以电导率为指标分析了 12 个品种(系)对种植地土壤盐度的影响。结果表明,12 个品种(系)8 个评价指标的变异系数为 32.51%~40.76%,差异不大;12 个品种(系)在 8 个评价指标方面的排序不一致,但总体上各指标中得分最高的前 3 位均包含了海雀稗‘P006’(*Paspalum vaginatum* ‘P006’)和沟叶结缕草‘Z014’(*Zoysia matrella* ‘Z014’),而得分最低的均为狗牙根[*Cynodon dactylon* (L.) Pers.]的品种(系)。12 个品种(系)中,海雀稗‘P006’综合排名第 1,生长适应性最好;沟叶结缕草‘Z014’、结缕草‘Z080’(*Z. japonica* ‘Z080’)和中华结缕草‘Z008’(*Z. sinica* ‘Z008’)的综合排名分别为第 2、第 3 和第 4 位,生长适应性也较好;而 8 个狗牙根品种(系)的得分排在第 5 至第 12 位,生长适应性较差。从 2006 年 7 月至 2007 年 11 月,12 个品种(系)种植地的土壤平均电导率均随时间的延长出现一定的波动,但总体上呈现逐渐下降的趋势并达到相对一致的水平,且均明显小于空白地的土壤平均电导率。不同品种(系)对种植地土壤的脱盐作用有一定的差异,其中,狗牙根‘C807’的脱盐效应最佳,在所有供试品种(系)中排序第 1;而海雀稗‘P006’和沟叶结缕草‘Z014’也具有一定的脱盐效应,在所有供试品种(系)中分别排在第 6 和第 7 位。综合分析结果显示,海雀稗‘P006’和沟叶结缕草‘Z014’对盐碱地的适应性较强并具有一定的脱盐效应,可作为滩涂绿化和盐碱地土壤改良的优良草种;而狗牙根‘C807’可以作为滩涂绿化和土壤改良的先锋草种。

关键词: 暖季型草坪草; 滩涂; 生长适应性; 综合评价; 土壤盐度

中图分类号: S688.4; S156.4⁺2 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2010)03-0048-07

Growth adaptability of some cultivars (lines) of warm-season turfgrass in coastal beach and their influence on soil salinity ZONG Jun-qin, CHEN Jing-bo, YU Chao-guang, GUO Ai-gui, LIU Jian-xiu^①, YIN Yun-long (Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2010, 19(3): 48-54

Abstract: The growth adaptability of twelve cultivars (lines) of warm-season turfgrass in coastal beach of Jiangsu Province was evaluated by eight indexes (including density, texture, uniformity, coverage, drought resistance, wilting rate, firing rate and growth increment), and the effect of these cultivars (lines) on soil salinity was also analyzed using the electrical conductivity as an index. The results show that there are not obvious differences among eight evaluation indexes of twelve cultivars (lines) with the variation coefficients of 32.51%–40.76%. The ranking of twelve cultivars (lines) in eight indexes is different, but generally the top three of the highest score in every index all include *Paspalum vaginatum* ‘P006’ and *Zoysia matrella* ‘Z014’, while the scores of cultivars (lines) of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. are the lowest. In twelve cultivars (lines), the growth adaptability of *P. vaginatum* ‘P006’ is the best with comprehensive ranking of the first, and that of *Z. matrella* ‘Z014’, *Z. japonica* ‘Z080’ and *Z. sinica* ‘Z008’ is all better with comprehensive ranking of the second, the third and the fourth, respectively, while that of eight cultivars (lines) of *C. dactylon* is poor with comprehensive ranking from

收稿日期: 2009-12-15

基金项目: 江苏省高新技术项目(BG2006320); 江苏洋口港临港工业区耐盐绿化植物引种试验研究项目

作者简介: 宗俊勤(1980—),男,江苏盐城人,硕士,助理研究员,主要从事禾草资源评价与研究。

^①通信作者 E-mail: turfunit@yahoo.com.cn

the fifth to the twelfth. Soil average electrical conductivity of planting land of twelve cultivars (lines) appears some fluctuations with prolonging of cultivated time from Jul. 2006 to Nov. 2007, but generally shows a gradually decreasing trend and reaches a relatively consistent level, and is obviously lower than that of the blank land. There are some differences in desalination to soil among different cultivars (lines), in which, the desalination of (*C. dactylon* × *C. transvaalensis*) 'C807' is the best with the first ranking among twelve cultivars (lines), while *P. vaginatum* 'P006' and *Z. matrella* 'Z014' also appear a certain desalination with the sixth and the seventh ranking. Comprehensive analysis result indicates that *P. vaginatum* 'P006' and *Z. matrella* 'Z014' possess stronger growth adaptability and a certain desalination to saline soil, and may be the optimal grasses for beach greening and saline soil improvement. While (*C. dactylon* × *C. transvaalensis*) 'C807' can be used as the pioneer plant for greening and soil modifying of coastal beach.

Key words: warm-season turfgrass; coastal beach; growth adaptability; comprehensive evaluation; soil salinity

土壤盐碱化是一个世界性的问题,土壤盐碱化地区植被稀少、生态系统脆弱,严重制约了当地经济的可持续发展^[1-2]。江苏作为沿海大省,有广阔的沿海滩涂需要开发和保护,如何通过园林绿化的手段来改善与创造一个良好的投资环境,是近年来沿海地区环境建设的重点。由于沿海滩涂土壤盐度高和土壤蒸发量大等原因,在滩涂绿化过程中如何选择适合的植物以及植物的养护是目前面临的难题之一^[3]。草坪作为园林绿化的重要组成部分,对城市环境起着保护、改善和美化的积极作用,其数量和质量已成为衡量当地园林绿化水平和环境质量的标准^[4]。

不同的草坪草种间和品种间的抗盐性存在明显的差异。Marcum等^[5]对6种C₄型草坪草耐盐性的研究结果显示,沟叶结缕草品种‘马尼拉’(*Zoysia matrella* ‘Matrella’)和海雀稗(*Paspalum vaginatum* Sw.)等的耐盐性较好,狗牙根品种‘Tifway’(*Cynodon dactylon* ‘Tifway’)的耐盐性中等,结缕草(*Z. japonica* Steud.)的耐盐性较差,假俭草[*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.]的耐盐性最差。陈静波等^[6]对6种暖季型草坪草优良品系耐NaCl胁迫能力的研究表明,沟叶结缕草‘Z123’、狗牙根‘C291’和海雀稗‘P006’的抗盐性较强。周兴元等^[7]研究了在NaCl含量不同的土壤中假俭草、中华结缕草(*Z. sinica* Hance)和沟叶结缕草的生物学特征和生物量变化,认为:在不同浓度NaCl胁迫条件下,不同草坪草的生物学特征有很大差异,假俭草耐盐性最差,中华结缕草耐盐性中等,沟叶结缕草耐盐性最强。总之,许多的研究结果均显示,狗牙根属(*Cynodon* Rich.)、结缕草属(*Zoysia* Willd.)和雀稗属(*Paspalum* L.)植物是选育耐盐草坪草的首选植物。

国内外有关暖季型草坪草耐盐性鉴定的研究已有很多,但多数研究是在模拟盐胁迫环境下进行的。由于模拟环境和盐碱地实际环境有很大的差异,因此不同环境下得出的结论可能存在较大差异。为此,作者所在课题组自2006年7月起,在采用水培法对50余份暖季型优良草坪草品种(系)抗盐性鉴定的基础上,对其中抗盐性较强的12种暖季型草坪草品种(系)在江苏如东沿海滩涂的生长适应性进行了连续观测,以期找到适宜于滩涂生境的优良草坪草品种(系),为沿海滩涂绿化提供切实可行的绿化植物。

1 材料和方法

1.1 实验地概况

实验于2006年7月至2007年12月中旬在江苏洋口港临港工业区围海大堤边进行。实验地位于江苏省如东市东海岸,为2003年新围垦滩地,总面积30 km²;土壤全盐含量为0.40%~0.52%,为重盐土,一般植物难以适应;土壤中含全氮0.021%、速效磷0.000 292%~0.000 490%、速效钾0.018 8%~0.025 9%、有机质0.22%~0.37%;土壤pH 8.1~pH 8.7。经调查,实验地原生植物包括盐角草(*Salicornia europaea* L.)、鹅观草(*Roegneria kamoji* Ohwi)、疏花雀麦[*Bromus remotiflorus* (Steud.) Ohwi]、碱茅[*Puccinellia distans* (L.) Parl.]、棒头草(*Polypogon fugax* Nees ex Steud.)、小藜(*Chenopodium serotinum* L.)、碱蓬[*Suaeda glauca* (Bunge) Bunge]、拟漆姑(*Spergularia salina* J. Presl et C. Presl)、繁缕[*Stellaria media* (L.) Vill.]、牛繁缕[*Myosoton aquaticum* (L.) Moench]、猪殃殃[*Galium aparine* L.

var. *tenerum* (Gren. et Godr.) Rechb.]、波斯婆婆纳 (*Veronica persica* Poir.)、直立婆婆纳 (*V. arvensis* L.)、刺果毛茛 (*Ranunculus muricatus* L.)、芥 [*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.]、油菜 (*Brassica campestris* L.)、臭芥 [*Coronopus didymus* (L.) J. E. Smith]、播娘蒿 [*Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl]以及茵陈蒿 (*Artemisia capillaris* Thunb.)等。

1.2 材料

供试12份草坪草品种(系)中,狗牙根有8份:狗牙根‘C134’(*Cynodon dactylon* ‘C134’)、狗牙根‘C291’(*C. dactylon* ‘C291’)、狗牙根‘C754’[(*C. dactylon*×*C. transvaalensis*) ‘C754’]、狗牙根‘C807’[(*C. dactylon*×*C. transvaalensis*) ‘C807’]、狗牙根‘C755’[(*C. dactylon*×*C. transvaalensis*) ‘C755’]、狗牙根‘C118’(*C. dactylon* ‘C118’)、狗牙根‘C751’[(*C. dactylon*×*C. transvaalensis* ‘Tifdwarf’) ‘C751’]和狗牙根‘C753’[(*C. dactylon*×*C. transvaalensis*) ‘C753’];结缕草属有3份:沟叶结缕草‘Z014’(*Zoysia matrella* ‘Z014’)、中华结缕草‘Z008’(*Z. sinica* ‘Z008’)和结缕草‘Z080’(*Z. japonica* ‘Z080’);海雀稗1份:海雀稗‘P006’(*Paspalum vaginatum* ‘P006’)。其中以生产中常用的‘Z014’和‘C751’作为参照。所有供试品种(系)均采用满铺法种植,每份种植4个小区,每个小区面积为2 m²,共计8 m²。除种植初期适量浇水以保证成活外,未实施其他的管理措施。

1.3 方法

1.3.1 草坪草评价方法 评价指标包括草坪的密度、质地、均一性、盖度、耐旱性、萎蔫率、烧灼率及生长量等,各指标均以九级制打分,1为最差,6为可以接受,9为最好,并分别以‘Z014’和‘C751’为参照。具体的观测指标及标准如下:

密度:指1 m²内直立枝的数目。采用五点取样法测定,每个取样点面积10 cm×10 cm,测定样方内直立枝的数量。具体分级标准为:1分,直立枝数少于或等于5;2分,直立枝数6~10;3分,直立枝数11~15;4分,直立枝数16~20;5分,直立枝数21~25;6分,直立枝数26~30;7分,直立枝数31~35;8分,直立枝数36~40;9分,直立枝数多于或等于40。

质地:为植株末端倒数第3片叶的叶宽。每个小区随机选取30株用游标卡尺进行测量。具体分级标准为:1分,叶宽大于6.0 mm;2分,叶宽5.6~6.0

mm;3分,叶宽5.1~5.5 mm;4分,叶宽4.6~5.0 mm;5分,叶宽4.1~4.5 mm;6分,叶宽3.6~4.0 mm;7分,叶宽3.1~3.5 mm;8分,叶宽2.6~3.0 mm;9分,叶宽小于或等于2.5 mm。

均一性:采用目测法分级。具体分级标准为:1分,草坪密度、颜色、质地及整齐性差异很大;2~3分,草坪密度、颜色、质地及整齐性差异较大;4~5分,草坪密度、颜色、质地及整齐性略有差异;6~7分,草坪密度、颜色、质地及整齐性差异不明显;8~9分,草坪密度、颜色、质地及整齐性差异极小。

盖度:为地上器官垂直投影面积占样地面积的百分比。具体分级标准为:1分,草坪盖度小于或等于44%;2~3分,草坪盖度45%~59%;4~5分,草坪盖度60%~74%;6~7分,草坪盖度75%~89%;8~9分,草坪盖度大于或等于90%。

耐旱性:为植株干旱枝条数与样方(10 cm×10 cm)内所有植株的比率。具体分级标准为:1分,耐旱性大于或等于90%;2~3分,耐旱性75%~89%;4~5分,耐旱性60%~74%;6~7分,耐旱性45%~59%;8~9分,耐旱性小于或等于44%。

萎蔫率:为发生萎蔫的叶面积占总叶面积的百分比,采用目测法进行估测。具体分级标准为:1分,萎蔫率大于或等于90%;2~3分,萎蔫率75%~89%;4~5分,萎蔫率60%~74%;6~7分,萎蔫率45%~59%;8~9分,萎蔫率小于或等于44%。

烧灼率:为黄叶面积占总叶面积的百分比,采用目测法进行估测。具体分级标准为:1分,烧灼率大于或等于90%;2~3分,烧灼率75%~89%;4~5分,烧灼率60%~74%;6~7分,烧灼率45%~59%;8~9分,烧灼率小于或等于44%。

生长量:自草坪成活后,在每个小区中随机选择10根匍匐茎并进行标记,用游标卡尺测量其原始长度,计算平均值;在生长季节每2个月分别测量其长度至实验结束,计算平均值;2次平均值之差即为匍匐茎的生长量。具体分级标准为:1分,匍匐茎生长量小于或等于5.0 cm;2分,匍匐茎生长量5.1~6.9 cm;3分,匍匐茎生长量7.0~8.9 cm;4分,匍匐茎生长量9.0~10.9 cm;5分,匍匐茎生长量11.0~12.9 cm;6分,匍匐茎生长量13.0~14.9 cm;7分,匍匐茎生长量15.0~16.9 cm;8分,匍匐茎生长量17.0~18.9 cm;9分,匍匐茎生长量大于或等于19.0 cm。

1.3.2 土壤盐度测定 自草坪成活后,对各栽培小

区的土壤盐度进行测定,在生长季节每2个月定期测定1次,并以空白地块为对照。使用Field Scout 2265FS型盐度计(美国Spectrum Technologies, Inc生产)采用五点取样法进行测定,每个点均测定20 cm深处土壤的电导率,观察土壤电导率的变化。

1.4 数据处理

根据12个品种(系)草坪草各指标的观测结果计算其相对值。其中密度、均一性、盖度、耐旱性和生长量的相对值为每一品种(系)草坪草某一指标的观测结果除以对应指标的最大值;萎蔫率、烧伤率和质地的相对值为每一品种(系)草坪草某一指标的观测结果除以最小值的倒数;将每一品种(系)所有指标的相对值相加,得到的总相对值越高,说明该品种(系)草坪草的坪用质量越高,反之则越低。

采用SPSS及Excel软件对12个品种(系)草坪草栽培土壤的盐度数据进行处理和分析。

2 结果和分析

2.1 12个暖季型草坪草品种(系)在沿海滩涂生长适应性的评价

12个暖季型草坪草品种(系)在沿海滩涂生长条件下8个评价指标的平均分值见表1。由表1可以看出,在8项评价指标中,盖度的变异系数最大,为40.76%,变异范围也最大,为0.89~5.78;密度和质地的变异系数也较大,分别为38.75%和38.98%,变异范围分别为1.89~6.22和1.89~6.33;而耐旱性、萎蔫率、烧伤率以及生长量的变异系数相对较小,分别为33.00%、35.27%、34.51%及36.73%;均一性的变异幅度最小,变异系数仅为32.51%。分析结果显示,各指标间的变异系数差异不大。

表1 12个暖季型草坪草品种(系)在沿海滩涂条件下8个生长适应性评价指标的平均分值

Table 1 Average score of eight evaluation indexes of growth adaptability of twelve cultivars (lines) of warm-season turfgrass in coastal beach

品种(系) ¹⁾ Cultivar (line) ¹⁾	不同指标的平均分值 Average score of different indexes							
	密度 Density	质地 Texture	均一性 Uniformity	盖度 Coverage	耐旱性 Drought resistance	萎蔫率 Wilting rate	烧伤率 Firing rate	生长量 Growth increment
P006	6.11	6.11	5.56	5.78	5.67	5.44	5.44	5.67
Z014	6.22	6.33	7.11	5.67	5.33	5.33	5.33	4.22
Z080	4.78	4.44	5.22	4.78	4.44	4.44	4.44	3.56
Z008	4.89	4.22	4.22	4.78	4.67	4.67	4.78	3.33
C134	4.11	4.33	5.22	4.44	4.33	4.33	4.11	4.44
C291	4.11	3.89	4.67	4.22	3.89	4.22	3.89	4.00
C754	3.56	3.56	4.00	3.78	3.44	3.56	3.56	3.67
C807	3.00	3.00	3.00	2.44	2.56	2.56	2.56	2.11
C755	2.44	2.78	2.78	2.44	2.44	2.44	2.33	2.67
C118	2.33	2.33	2.44	3.00	3.00	2.11	2.44	2.00
C751	2.33	2.00	3.67	2.22	2.22	2.11	2.11	2.11
C753	1.89	1.89	3.00	0.89	2.22	2.22	2.22	1.67
平均值 Average	3.81	3.74	4.24	3.70	3.69	3.62	3.60	3.29
标准差 SD	1.48	1.46	1.38	1.51	1.22	1.28	1.24	1.21
CV/%	38.75	38.98	32.51	40.76	33.00	35.27	34.51	36.73

¹⁾ P006: 海雀稗‘P006’ *Paspalum vaginatum* ‘P006’; Z014: 沟叶结缕草‘Z014’ *Zoysia matrella* ‘Z014’; Z080: 结缕草‘Z080’ *Z. japonica* ‘Z080’; Z008: 中华结缕草‘Z008’ *Z. sinica* ‘Z008’; C134: 狗牙根‘C134’ *Cynodon dactylon* ‘C134’; C291: 狗牙根‘C291’ *C. dactylon* ‘C291’; C754: 狗牙根‘C754’ (*C. dactylon* × *C. transvaalensis*) ‘C754’; C807: 狗牙根‘C807’ (*C. dactylon* × *C. transvaalensis*) ‘C807’; C755: 狗牙根‘C755’ (*C. dactylon* × *C. transvaalensis*) ‘C755’; C118: 狗牙根‘C118’ *C. dactylon* ‘C118’; C751: 狗牙根‘C751’ (*C. dactylon* × *C. transvaalensis* ‘Tifdwarf’) ‘C751’; C753: 狗牙根‘C753’ (*C. dactylon* × *C. transvaalensis*) ‘C753’.

由表1还可见,不同品种(系)各指标的分值高低不一致。密度指标得分前3位的分别是沟叶结缕草‘Z014’、海雀稗‘P006’和中华结缕草‘Z008’,得分最低的为狗牙根‘C753’;质地指标得分前3位的分别是沟叶结缕草‘Z014’、海雀稗‘P006’和结缕草‘Z080’,

得分最低的仍为狗牙根‘C753’;均一性指标得分前2位的是沟叶结缕草‘Z014’和海雀稗‘P006’,结缕草‘Z080’和狗牙根‘C134’并列第3,得分最低的则为狗牙根‘C118’;盖度指标得分前2位的是海雀稗‘P006’和沟叶结缕草‘Z014’,结缕草‘Z080’和中华

结缕草‘Z008’并列第 3,得分最低的仍为狗牙根‘C753’;耐旱性指标得分前 3 位的是海雀稗‘P006’、沟叶结缕草‘Z014’和中华结缕草‘Z008’,得分最低的则并列于狗牙根‘C751’和狗牙根‘C753’;萎蔫率指标得分前 3 位的是海雀稗‘P006’、沟叶结缕草‘Z014’和中华结缕草‘Z008’,得分最低的则并列于狗牙根‘C118’和狗牙根‘C751’;烧伤率指标得分前 3 位的是海雀稗‘P006’、沟叶结缕草‘Z014’和中华结缕草‘Z008’,得分最低的为狗牙根‘C751’;生长量指标得分前 3 位的是海雀稗‘P006’、狗牙根‘C134’和沟叶结缕草‘Z014’,得分最低的仍为狗牙根‘C753’。分析结果显示,暖季型草坪草不同品种(系)在沿海滩涂生长条件下各生长指标的表现并不完全一致,因此,利用某一单项指标进行耐盐适应性的评价,其结果并不能客观反映某一品种(系)在沿海滩涂的生长适应性,而应该对相关指标进行综合分析。

12 个暖季型草坪草品种(系)在江苏沿海滩涂生长适应性的综合评价结果见表 2。由表 2 可见,在 12

个草坪草品种(系)中,海雀稗‘P006’8 个评价指标的总分最高,为 6.438,在沿海滩涂的生长适应性最好。其次为结缕草属的‘Z014’、‘Z080’和‘Z008’,其中,沟叶结缕草‘Z014’的评价总分与海雀稗‘P006’较接近,为 6.406;结缕草‘Z080’和中华结缕草‘Z008’的评价总分较为接近,分别为 5.078 和 5.000,二者在沿海滩涂的生长适应性相近。8 个狗牙根品种(系)中,‘C134’的评价总分最高,为 4.969,略低于中华结缕草‘Z008’;‘C291’和‘C754’的评价总分也在 4 以上,分别为 4.625 和 4.094;其余 5 个狗牙根品种(系)的评价总分均较低,在沿海滩涂的生长适应性较差,其中,生产上常用的‘C751’的评价总分仅高于‘C753’,说明该草种不适宜在沿海滩涂生长。

综合评价结果表明,在供试的 12 个暖季型草坪草品种(系)中,海雀稗‘P006’在沿海滩涂的生长适应性最好,结缕草属的 3 个品种(系)的生长适应性也较好,8 个狗牙根品种(系)的生长适应性较差。

表 2 12 个暖季型草坪草品种(系)在沿海滩涂生长适应性的综合评价结果

Table 2 Comprehensive evaluation result of growth adaptability of twelve cultivars (lines) of warm-season turfgrass in coastal beach

品种(系) ¹⁾ Cultivar (line) ¹⁾	不同评价指标的相对值 Relative value of different evaluation indexes								总分 Total score	排名 Ranking
	密度 Density	质地 Texture	均一性 Uniformity	盖度 Coverage	耐旱性 Drought resistance	萎蔫率 Wilting rate	烧伤率 Firing rate	生长量 Growth increment		
P006	0.859	0.859	0.781	0.813	0.797	0.766	0.766	0.797	6.438	1
Z014	0.875	0.891	1.000	0.797	0.750	0.750	0.750	0.594	6.406	2
Z080	0.672	0.625	0.734	0.672	0.625	0.625	0.625	0.500	5.078	3
Z008	0.688	0.594	0.594	0.672	0.656	0.656	0.672	0.469	5.000	4
C134	0.578	0.609	0.734	0.625	0.609	0.609	0.578	0.625	4.969	5
C291	0.578	0.547	0.656	0.594	0.547	0.594	0.547	0.563	4.625	6
C754	0.500	0.500	0.563	0.531	0.484	0.500	0.500	0.516	4.094	7
C807	0.422	0.422	0.422	0.344	0.359	0.359	0.359	0.297	2.984	8
C755	0.344	0.391	0.391	0.344	0.344	0.344	0.328	0.375	2.859	9
C118	0.328	0.328	0.344	0.422	0.422	0.297	0.344	0.281	2.766	10
C751	0.328	0.281	0.516	0.313	0.313	0.297	0.297	0.297	2.641	11
C753	0.266	0.266	0.422	0.125	0.313	0.313	0.313	0.234	2.250	12

¹⁾ P006: 海雀稗‘P006’ *Paspalum vaginatum* ‘P006’; Z014: 沟叶结缕草‘Z014’ *Zoysia matrella* ‘Z014’; Z080: 结缕草‘Z080’ *Z. japonica* ‘Z080’; Z008: 中华结缕草‘Z008’ *Z. sinica* ‘Z008’; C134: 狗牙根‘C134’ *Cynodon dactylon* ‘C134’; C291: 狗牙根‘C291’ *C. dactylon* ‘C291’; C754: 狗牙根‘C754’ (*C. dactylon*×*C. transvaalensis*) ‘C754’; C807: 狗牙根‘C807’ (*C. dactylon*×*C. transvaalensis*) ‘C807’; C755: 狗牙根‘C755’ (*C. dactylon*×*C. transvaalensis*) ‘C755’; C118: 狗牙根‘C118’ *C. dactylon* ‘C118’; C751: 狗牙根‘C751’ (*C. dactylon*×*C. transvaalensis* ‘Tifdwarf’) ‘C751’; C753: 狗牙根‘C753’ (*C. dactylon*×*C. transvaalensis*) ‘C753’.

2.2 12 个暖季型草坪草品种(系)对种植地土壤电导率的影响

土壤 pH 值和电导率是反映土壤盐碱化程度的主要指标,在本研究中通过 12 个暖季型草坪草品种(系)对种植地土壤电导率的影响间接反映它们对土

壤盐度的影响,也即对土壤的脱盐效应。在 2006 年 7 月至 2007 年 11 月 12 个暖季型草坪草品种(系)对种植地土壤电导率的影响见表 3。

由表 3 可以看出,2006 年 7 月至 2007 年 11 月,海雀稗‘P006’种植地的电导率呈明显的下降趋势;在

2006年7月,土壤的电导率为 $2.860\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$,至2007年11月下降至 $0.314\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$,且2007年11月仅为空白地块的9.9%。表明种植海雀稗‘P006’对土壤盐度有一定的降低作用。

由表3还可见,结缕草属植物的生长对种植地的盐度也有一定的降低作用。从2006年7月至2007年11月,沟叶结缕草‘Z014’、结缕草‘Z080’和中华结缕草‘Z008’种植地的土壤电导率有微小的波动,但总体呈逐渐减小的趋势。其中,沟叶结缕草‘Z014’种植地的电导率下降幅度最大,为 $2.472\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$;结缕草‘Z080’和中华结缕草‘Z008’种植地的电导率下降幅度分别为 1.447 和 $1.766\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。说明在3个结缕草属品种(系)中,沟叶结缕草‘Z014’对种植地土壤盐度的降低效应更为明显。

表3的数据还显示,种植狗牙根也有一定的土壤脱盐作用,但不同品种(系)的脱盐效应有明显的差异。从2006年7月至2007年11月,8个狗牙根品种(系)种植地的土壤电导率均波动下降,总体趋势是逐渐减小。其中,狗牙根‘C807’种植地土壤电导率的下降幅度最大,下降幅度达到 $4.148\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$;狗牙根‘C291’种植地土壤的电导率降低幅度最小,仅为 $1.378\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。说明狗牙根‘C807’能更有效地降

低种植地的盐度。

对12个品种(系)脱盐效果的综合分析结果显示,从2006年7月至2007年11月,12个品种(系)草坪草种植地块的土壤平均电导率随时间的推移表现出一定的波动,但波动幅度均小于空白地块,且总体上呈下降趋势。虽然各品种(系)种植地起始电导率不同,而且有些品种(系)种植地起始电导率还高于空白地块,但经过17个月的种植后,12个品种(系)种植地土壤平均电导率均明显减小,且都小于空白地块。据此推测:种植草坪草是导致种植地土壤平均电导率总体下降的主要原因。此外,尽管各品种(系)种植地的起始电导率有一定的差异,但在种植约17个月,各地块的平均电导率差异减小,种植草坪草的实验地的盐度已趋于较为稳定的范围。

对12个品种(系)的脱盐效应的排序结果显示,狗牙根‘C807’的脱盐效应最佳,排名第1,但其在生长适应性的综合评价排名中仅排在第8位;脱盐效应排序靠后(第11位)的结缕草‘Z080’的综合评价排名则为第3位;而综合评价排名第1的海雀稗‘P006’的脱盐效应排序仅为第6位。因此,在沿海滩涂中生长状况良好的草坪草不一定具有较好的土壤脱盐效果。另外,海雀稗‘P006’和沟叶结缕草‘Z014’的综

表3 12个暖季型草坪草品种(系)种植地土壤电导率的动态变化

Table 3 Dynamic change of soil electrical conductivity of planting land of twelve cultivars (lines) of warm-season turfgrass

品种(系) ¹⁾ Cultivar (line) ¹⁾	不同时间(YYYY-MM)土壤的电导率/ $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$								排序 Ranking
	Soil electrical conductivity in different times (YYYY-MM)								
	2006-07	2006-09	2006-11	2007-04	2007-07	2007-09	2007-11	差值 Difference	
P006	2.860	2.758	2.589	0.732	0.840	0.704	0.314	2.546	6
Z014	3.776	4.778	3.508	1.950	1.738	1.432	1.304	2.472	7
Z080	2.587	2.928	2.834	1.846	0.822	1.122	1.140	1.447	11
Z008	2.786	4.303	3.302	1.490	0.726	1.590	1.020	1.766	9
C134	4.048	2.861	2.062	1.236	0.580	1.682	1.996	2.052	8
C291	3.182	4.181	4.022	1.992	1.996	1.346	1.804	1.378	12
C754	4.012	3.311	3.136	2.304	1.482	2.268	0.972	3.040	3
C807	6.258	6.140	6.190	1.966	2.084	3.468	2.110	4.148	1
C755	3.528	3.158	3.768	1.218	1.498	2.030	0.650	2.878	4
C118	4.058	3.768	3.331	1.383	1.535	1.615	1.484	2.574	5
C751	2.842	3.534	2.276	1.026	0.730	0.902	1.332	1.510	10
C753	5.014	2.821	3.708	1.378	1.046	2.436	1.686	3.328	2
M ²⁾	3.746	3.712	3.394	1.543	1.256	1.716	1.318	2.428	
空白 Blank	4.086	4.512	4.898	1.702	2.832	5.736	3.182	0.904	

¹⁾ P006: 海雀稗‘P006’ *Paspalum vaginatum* ‘P006’; Z014: 沟叶结缕草‘Z014’ *Zoysia matrella* ‘Z014’; Z080: 结缕草‘Z080’ *Z. japonica* ‘Z080’; Z008: 中华结缕草‘Z008’ *Z. sinica* ‘Z008’; C134: 狗牙根‘C134’ *Cynodon dactylon* ‘C134’; C291: 狗牙根‘C291’ *C. dactylon* ‘C291’; C754: 狗牙根‘C754’ (*C. dactylon*×*C. transvaalensis*) ‘C754’; C807: 狗牙根‘C807’ (*C. dactylon*×*C. transvaalensis*) ‘C807’; C755: 狗牙根‘C755’ (*C. dactylon*×*C. transvaalensis*) ‘C755’; C118: 狗牙根‘C118’ *C. dactylon* ‘C118’; C751: 狗牙根‘C751’ (*C. dactylon*×*C. transvaalensis* ‘Tifdwaf’) ‘C751’; C753: 狗牙根‘C753’ (*C. dactylon*×*C. transvaalensis*) ‘C753’。²⁾ M: 12个草坪草品种(系)种植地土壤电导率的平均值 The average of soil electrical conductivity of planting land of twelve cultivars (lines) of turfgrass.

合评价排名分别为第1和第2位,而二者的脱盐效应排序则居中,分别为第6和第7位,说明这2个草坪草品种(系)对盐碱地的适应性较强,并有改良盐碱地土壤的作用,是理想的改良和绿化盐碱地的草种。

3 讨论和结论

对12个暖季型草坪草品种(系)生长适应性各指标的分析结果显示,各指标间变异系数相差不大,但不同品种(系)各指标的分值排序结果不尽相同,因此,必须对各指标进行综合分析。综合评价结果表明:在12个草坪草品种(系)中,海雀稗‘P006’在沿海滩涂的生长适应性最好且最稳定。以生产上常用的沟叶结缕草‘Z014’和狗牙根‘C751’作为参照,结缕草属的沟叶结缕草‘Z014’、结缕草‘Z080’和中华结缕草‘Z008’在沿海滩涂生长适应性的综合评价得分仅次于海雀稗‘P006’,而8个狗牙根品种(系)的生长适应性整体较差,排名均在海雀稗‘P006’和3个结缕草属品种(系)之后,其中狗牙根‘C751’在12个品种(系)中的综合评价较差。总体上看,在12个品种(系)中,海雀稗‘P006’在盐碱地上的适应性和生长均较佳,是盐碱地草坪绿化的最佳草种之一。

对12个草坪草品种(系)种植地土壤电导率动态变化的研究表明,没有种植草坪草的空白地土壤电导率随时间的推移波动幅度较大,而12个品种(系)种植地的土壤平均电导率总体上均呈相对平稳并逐渐下降的趋势,但不同品种(系)对土壤电导率的降低作用有一定差异,其中狗牙根‘C807’对土壤电导率的影响最大。孙国荣等^[8]的研究结果表明,覆盖在盐碱地上的植被可以有效降低土壤水分的蒸散,从而抑制土壤的返盐,改善土壤的物理和化学性质,有利于植被在盐碱地上的生长。而张冈等^[9]的研究结果显示,随着苜蓿(*Medicago sativa* L.)在盐碱地上的生长,盐碱地土壤的盐度呈降低趋势。在本研究中,12个草坪草品种(系)在沿海滩涂种植后均存活并形成了良好的覆盖层,随着种植时间的延长,12个品种(系)种植地的土壤电导率总体上呈平稳、缓慢的下降趋势,推测土壤电导率的下降可能是草坪草在盐碱地上形成的覆盖层减少了地表水分的蒸发,有效地抑制了土壤返盐,改善了土壤的含水量,进而减弱土壤的

返盐和积盐过程,使土壤盐度降低、土壤电导率下降。

赵芸晨等^[10]对几种牧草对盐渍土改良效果的研究结果表明,苜蓿的产草量最高,而碱茅对盐碱土的改良效果最好,不同植物在盐渍土上的生长状况和耐盐性有一定的差异。而在作者研究的12个暖季型草坪草品种(系)中,在盐碱地上适应性最强的草坪草品种(系)并不一定就是脱盐效果最好的品种(系),这可能是由于不同草坪草品种(系)对盐碱地生境的适应方式不同造成的。在12个草坪草品种(系)中,海雀稗‘P006’和沟叶结缕草‘Z014’对盐碱地的适应性较强并且具有一定的脱盐效应,可以达到改良盐碱地土壤的目的,可作为兼顾盐碱地土壤改良和绿化的理想草种在沿海滩涂加以推广。而具有较佳土壤脱盐效应的狗牙根‘C807’则可作为盐碱地脱盐改良的先鋒植物,首先利用其对盐碱地土壤进行改良脱盐,待土壤盐度降低后再种植其他的园林植物进行绿化。而在草坪建设中常用的草种狗牙根‘C751’在沿海滩涂的生长适应性较差且对土壤的脱盐效应也较差,不适用于盐碱地的绿化和土壤改良。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 张 飞,丁建丽,塔西甫拉提·特依拜,等. 干旱区典型绿洲土壤盐渍化特征分析——以渭干河-库车河三角洲为例[J]. 草业学报, 2007, 16(4): 34-40.
- [3] 汤巧香. 天津滨海地区草坪草的耐盐性鉴定研究[J]. 草业科学, 2004, 21(2): 61-65.
- [4] 武之新,纪剑勇,陈志德. 几种牧草耐盐性的研究初报[J]. 草业科学, 1989, 6(6): 43-47.
- [5] Marcum K B, Murdoch C L. Salinity tolerance mechanisms of six *C₄* turfgrasses[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1994, 119: 779-784.
- [6] 陈静波,阎 君,姜燕琴,等. NaCl胁迫对6种暖季型草坪草新选系生长的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2007, 16(4): 47-52.
- [7] 周兴元,曹福亮. NaCl胁迫对几种暖季型草坪草的影响[J]. 草原与草坪, 2005(4): 66-69.
- [8] 孙国荣,阎秀峰,李 晶. 星星草对碱化土壤物理性质的影响[J]. 草地学报, 2002, 10(2): 118-123.
- [9] 张 冈,周志宇,张彩萍. 利用方式对盐渍化土壤中有机质和盐分的影响[J]. 草业学报, 2007, 16(4): 15-20.
- [10] 赵芸晨,秦嘉海. 几种牧草对河西走廊盐渍化土壤改土培肥的效应研究[J]. 草业学报, 2005, 14(6): 63-66.