

低养护草坪草种研究进展

张 静, 张巨明

(华南农业大学农学院草业科学系, 广东 广州 510642)

摘要:综述了国内外低养护草坪的热点草种, 主要是羊茅属(*Festuca*)草坪草、野牛草(*Buchloe dactyloides*)、扁穗冰草(*Agropyron cristatum*)、丛生毛草(*Deschampsia cespitosa*), 在低养护条件下的建植与养护相关的最新研究进展, 旨在为低养护草坪研究感兴趣的人们提供参考。此外还讨论了我国假俭草(*Erenochloa ophiuroides*)、地毯草(*Axonopus compressu*)和竹节草(*Chrysopogon aciculatus*)种质资源的搜集评价工作。低养护草坪今后的研究方向将集中在继续探索建植多年生混播与盖播草坪、内生真菌在低养护草坪上的应用以及解决扁穗冰草的夏枯、丛生毛草的夏季虫害问题等方面。提出将“低养护”概念扩展, 可为中高养护的草坪研究和养护开辟一个新的视角。

关键词:低养护草坪; 羊茅属; 野牛草; 扁穗冰草; 丛生毛草

中图分类号: S32; S688. 4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0629(2010)07-0035-06

*¹ 草坪在现代社会中的积极作用越来越凸显, 而面对全人类共同的环境与能源难题, 在保证草坪功能实现的基础上, 减少草坪在建植以及养护过程中的投入, 一直以来是专家学者们研究的重点。研究选育节约水资源及适应各种极端环境的草坪草种类, 研究肥料与水分、混播草坪草种的最佳组合, 以期满足人类对草坪的各种需求。

草坪从规划建植到以后的养护管理, 按投入资源的不同大致分为 3 种类型, 分别是低养护(low maintenance turf)、中度养护(medium maintenance turf)和高养护(high maintenance turf)草坪^[1]。高养护草坪指足球场、高尔夫球场等养护强度相对较高的草坪。而低养护草坪包括道路绿化草坪等对表观质量及使用质量要求较低的草坪。

草种选择是建植草坪的关键步骤之一。根据实际需要选择适宜的草种能够抵抗病虫害, 降低投入。综述国内外热点草种的研究资料, 建植及养护贯穿其中, 旨在为对低养护草坪研究感兴趣的人们提供一个参考的视角。此研究在 20 世纪 70—80 年代就有记载。早期的研究涉及面亦不浅, 主要包括可用于低养护草坪草种的鉴定(主要是生物形态学方面的特征)^[2-3]。低养护草坪建植^[4]、养护措施的研究^[5-6]及坪床里节肢动物的研究^[7]。此外, 低养护草坪草种对除草剂的研究也有记载^[8]。在这些研究中, 羊茅属(*Festuca*)倍受

青睐^[2-4, 7-8]。草地早熟禾(*Poa pratensis*)^[7]、假俭草(*Erenochloa ophiuroides*)、雀稗属(*Paspalum notatum*)^[8]都有涉及。90 年代至今, 野牛草(*Buchloe dactyloides*)作为低养护草坪草受到众多关注。在原有研究基础之上, 新方法不断被应用, 新的种质资源不断被挖掘出来。紧跟着冰草属(*Agropyron*)开始成为 21 世纪低养护草坪草种的研究热点。近一两年, 丛生毛草(*Deschampsia cespitosa*)作为低养护用草的潜质也开始为学者们所重视。

1 羊茅属

羊茅属的草坪草种在低养护草坪上的研究一直较热。从其在不同程度修剪、低肥、遮荫等低养护条件下的研究到与其他草种混播、盖播, 再到内生真菌侵染方面都有涉及^[9-14]。

1.1 修剪频率 在草坪养护管理中, 修剪所耗资金占相当比例。降低修剪频率不仅能节省人工、汽油方面的费用, 还能减少因机械磨损和潜在意外带来的开销。此外因能减少噪音污染, 降低养分损失(减少施肥量)而起到环保的作用。因此它也是低养护草坪的研究热点。国内外在化学药

收稿日期: 2009-07-25
基金项目: 广东省科技攻关项目(2007A020300009-5)
作者简介: 张静(1984-), 女, 重庆永川人, 在读硕士生, 主要从事草坪研究工作。
E-mail: pps0224@sina.com
通信作者: 张巨明 E-mail: jimmzh@sina.com

剂修剪方面做了许多研究,利用除草剂或者生长调节物质(生长延缓剂和生长抑制剂)控制草坪生长,来达到减少草坪修剪的目的^[15]。而 Dernoeden 等^[9,12]主要针对羊茅属的草种在低养护条件下的最适修剪方式进行了研究,发现草坪建植第 2 年后,经每月修剪至 8~9 cm 和不时修剪到 5.5~6.5 cm 的草坪质量没有显著差异,前者的修剪次数比后者减少了 40%。并且前者的草坪终年杂草覆盖率都低于 2%。

1.2 低肥遮荫 Bourgoin^[16]对 4 种细羊茅(*Festuca* sp.)类草坪草在低肥条件下的种内和种间差异性进行了研究。发现最低施肥水平下的差异性最大,这为选育低肥下表型优良的草坪草种提供了依据。Gardner 和 Taylor^[17]研究了羊茅属的几个草种、草地早熟禾、粗茎早熟禾(*P. trivialis*)和多年生黑麦草(*Lolium perenne*)在低养护尤其遮荫条件下的草坪表现。发现草坪建植后 8 年收集到的数据与建坪 2 年时很不一致。高羊茅(*F. elata*)综合质量最高,遮荫条件下盖度也最高。

1.3 混播或盖播 用混播或盖播建植多年生草坪的方法更适合低养护草坪,因混播与混合草坪在遗传上具有多样性,能更好抵御环境胁迫与虫害的影响^[9]。而低养护草坪对草坪外观要求也比较低,使可用于混播或盖播的草种范围增大。羊茅属的草种用于混播或盖播建植低养护草坪的研究较多^[9-10,18]。盖播草种的选择主要依据 2 个草种生长期的互补性。成败的关键在于平衡 2 种草的竞争,以免一种草成为优势种完全阻碍另一草种在生长季的生长。Johnson 在低养护野牛草(*Buchloe dactyloides*)草坪上分别盖播细羊茅类草坪草和河边冰草(*Agropyron reparium*)^[18]。他利用细羊茅类草坪草在夏季需要蒸散量 70%的灌溉量的性质对其生长进行控制。但在 50%蒸散量水平的灌溉下细羊茅类草坪草仍在夏季占据了优势^[18]。未来对野牛草和细羊茅类草坪草的盖播研究应从以下几个方面入手:使用竞争力较弱的细羊茅类草坪草或其他潜力草种,继续减少夏季灌溉量以增加对细羊茅类草坪草及其他潜力草种的胁迫作用、转向温度更高的地区实验^[18-19]。

Dernoeden 等^[12]对高羊茅、蓝羊茅(*F. ovi-*

na)、硬羊茅(*F. longifolia*)在低养护条件下形成单播或者混播草坪的表现进行了研究。刚开始高羊茅建植的草坪质量最佳。但过 1 年高羊茅遭遇春旱后,高羊茅草坪质量下降,杂草入侵情况严重。在未施用水肥的 3 年里,蓝羊茅与硬羊茅比起高羊茅都具有更好的草坪质量与抗杂草入侵的能力。Dernoeden^[9]在进一步的研究中,发现高羊茅与匍匐紫羊茅(*F. rubra*)混播的草坪夏季表现好,但需要修剪频率高,而低修剪频率下其质量同硬羊茅、蓝羊茅和高羊茅单播草坪一样。

1.4 内生真菌侵染 在内生真菌侵染羊茅属草坪草研究中,高羊茅占多数,紫羊茅也有涉及。Zabalgogeaacoa 等^[14]研究了被内生真菌侵染和非侵染的紫羊茅在低养护条件下的生长差异及营养物质含量的不同。发现被侵染的紫羊茅在营养生长期的磷含量高于没被侵染的紫羊茅。在生殖生长期,两者的钙、镁及铜含量有差异。中性纤维在被侵染的紫羊茅中高。在土壤营养物质总体不足的情况下,磷含量的增加成为紫羊茅生长的有利条件。这可能是在天然紫羊茅草地中,被内生真菌侵染的紫羊茅占到 70%的原因之一。而 Richmond 等^[20]致力于高羊茅和多年生黑麦草内生真菌的杂草控制,通过 4 年的试验发现,内生真菌侵染只明显抑制 1 种杂草卷耳(*Cerastium vulgatum*)的生长。内生真菌在草坪草如高羊茅和紫羊茅生长发育及抗逆性上发挥着积极的作用^[21-23],其在城市草坪尤其是低养护草坪上有良好的应用前景。

2 野牛草

野牛草原产于北美大草原半干旱地区,是具有发达匍匐茎的暖季型草。它因其出色的耐旱性而长期用作免灌溉的低养护草坪草^[24-25]。野牛草在我国长江以北地区广泛种植^[26],应用前景广阔。国内外关于它的研究深入到各个方面,从选种繁育、建植到管理养护等,其出色的低养护表现已经得到大多数人的承认。较新发表的文章关注起野牛草对除草剂的抗性及其冬季休眠的问题。野牛草在建植第 1 年很容易因与杂草的竞争而使得草坪质量下降。Goss 等^[24]研究了野牛草对芽前和芽后除草剂的耐性研究。发现在推荐的剂量下,它对大部分施用于暖季型草坪草除草剂的耐

性都较强,包括新近研究的磺酰脲类(sulfonylurea herbicide family)除草剂。其中施用过恶唑灵(fenoxaprop-ethyl)的野牛草草坪的恢复时间最长。Shearman^[27]在美国林肯州的研究表明,细羊茅类草坪草交播野牛草草坪可能延长草坪的绿期,提高草坪质量。并且蓝羊茅和野牛草在秋季盖播的草坪显现出80%的覆盖度,野牛草仍是优势种。

野牛草作为草坪草的不足之处仍有待进一步的研究。如色泽不够、绿期较短^[28]等,有望通过栽培措施、品种改良或品种选育的方法加以改善。

3 扁穗冰草

扁穗冰草(*A. cristatum*)近来成为低养护草坪研究的热点之一^[29]。它是冰草属草种,尤其适合在干旱地区建植低养护草坪,那些地区由多年生黑麦草或草地早熟禾建植的草坪需水量大,养护费用较高^[30-31]。它还常被用于建植高尔夫球场的球道^[32]。较早的草坪品种有Fairway, Ruff和Ephraim。20世纪末Asay等^[33]育出Roadcrest,其更加耐寒抗旱,因而广泛用于北美的低养护草坪。CWG-R是扁穗冰草一个已经过4次选育的试验种,其根状茎延伸比Roadcrest还广^[34]。Justin等^[34]通过研究,提出CWG-R在低养护条件下的坪用性状差异显著,因此极有潜力在低养护草坪性状改良中发挥作用,从而选育出更加优良的品种。播量也是建植低养护草坪的重要因素。Robins等^[31]对扁穗冰草的3个品种建植低养护草坪的播量进行了研究。最后推荐冰草属草种快速建植低养护草坪的播量为30 g/m²,而10 g/m²也能够建植,但可能需要强度略高的养护^[30]。然而扁穗冰草在夏季会出现夏枯现象,影响其总体草坪品质。今后其研究方向是改善夏枯。

4 丛生毛草

近年来美国和欧洲的育种家们将注意力转移到了丛生毛草上,提出它尤其适合在贫瘠与光照不足的地方建植低养护草坪^[35-36]。它在我国的东北、华北、西北、西南等地有分布,能在重金属污染的土壤里生长,但夏季表现不佳^[32,37]。高温、干旱胁迫、谷象(*Sphenophorus* spp.)虫害可能是导致其夏季草坪质量下降的关键因素^[32,35]。Wat-

kins等^[37]研究了丛生毛草在热胁迫与干旱条件下的生理反应,结果表明其抗高温能力决定它们在夏季表现的好坏,并且在不同种间(line)抗高温能力存在差异。因此育种家们有望从中选育出抗热的品种,用于建植低养护草坪。美国新泽西州的Rutgers大学对在欧洲一些地区收集到的大量丛生毛草种质资源进行了选育及评价工作,发现了夏季表现良好、抗虫害的品种^[35]。在抗虫害方面,Watkins等^[38]对丛生毛草释放的挥发性物质进行了研究。结果表明在对丛生毛草喷施茉莉酸后,它会释放出单萜类物质,从而吸引捕食性昆虫。此方法可用于防治谷象。

5 国内研究

我国在低养护草坪上缺乏系统的研究,相关资料不多。但我国有丰富的草坪草种质资源,其中具低养护特性的结缕草属(*Zoysia*)植物在我国分布广泛,遗传多样性丰富。我国对结缕草属种质资源的系统收集和利用研究始于20世纪90年代,利用水平还很低^[39]。董厚德和宫丽君^[40]在中国和日本、韩国等地系统收集了不同生境的结缕草属种质资源。江苏省中国科学院植物研究所收集了我国结缕草属5个种1个变种的近140份材料。这些资源无疑都是我国低养护草坪研究的宝贵资料。

另外,我国也收集和评价了一些其他的具有低养护草坪草种潜质的种质资源。如假俭草(*Eremochloa ophiuroides*)^[41-44]、地毯草(*Axonopus compressus*)^[45-46]和竹节草(*Chrysopogon aciculatus*)^[47-48]等。

5.1 假俭草 假俭草植株低矮、生长缓慢,具有养护水平低、容易建植、耐瘠薄和病虫害少等优点^[41]。我国对于假俭草的研究尚处于资源收集和评价阶段。江苏省中国科学院植物研究所^[42]在假俭草种质资源的搜集上做了10多年的工作,从20°02'~34°36' N, 98°36'~120°34' E,海拔0~1460 m收集到175份假俭草资源,并从重要经济性状变异物候期、抗性生理和遗传多样性等方面进行了研究评价。贵州省草业科学研究所^[44]从20世纪90年代初开始对省内的野生假俭草资源进行收集、评价和鉴定。白史旦等^[45]对采自四川、重庆、广东、湖南、湖北、江西以及江苏的共计15份假俭草种源的种群变异及形态特征进行了

研究,结果表明,株高、匍匐茎长度以及叶长等变异较大。郑玉红和刘建秀^[42]对我国 59 份(其中包括分布在云贵高原的有代表性的种源)假俭草的 11 个重要经济性状(花序密度、叶长、结实率、草层高度、生殖枝高度、百粒重、叶宽、花序长、花序小花数、节间长度、节间直径)的变异及形态类型的分析结果表明,花序密度和叶长的变异最大。这些研究对假俭草种质资源的利用和改良奠定了基础。

5.2 地毯草 地毯草,别名大叶油草,是禾本科地毯草属的一种多年生草本植物。我国早期从美洲引入。因其耐热、耐水淹、耐贫瘠,在我国热带及亚热带地区大面积应用于管理粗放、低养护型草坪。

近年来,对地毯草种质资源的研究开始将性状的鉴定与控制性状的基因以及基因的传递和变异规律结合起来。席嘉宾等^[45-46]对地毯草在我国分布、抗逆性分析以及 ISSR(简单重复序列区间扩增多态)反应体系的建立做了一些工作,为我国培育有自主知识产权的草坪草品种奠定了基础。他们观察到台湾高雄和广东乐昌地区地毯草匍匐茎节间距离最小,又具有较低的自然生长高度,因而这 2 个野生材料可能具有良好的利用价值。但优良性状是否能遗传还有待进一步研究。

5.3 竹节草 竹节草是禾本科金须茅属的一种多年生草本,又名粘人草、地路蜈蚣。其根系发达,因而用作水土保持植物,适用于公路与水土保持的草皮建植。国内对其较系统的研究包括郑玉忠等调查了竹节草野生居群在我国的分布区域,并研究了其分布区气候及土壤、生境类型、群落组成及其形态学多样性^[47]。竹节草在抗旱节水上的潜力得到研究者的重视。席嘉宾和杨中艺^[48]对我国热带亚热带地区 7 省 15 个地区的竹节草野生居群的抗旱性进行了研究,结果表明竹节草不同居群的抗旱性差异较大,说明我国亚热带地区竹节草野生种质资源具有较丰富的遗传多样性。但需要进一步以纬度、海拔高度或降水量等因素将竹节草分类比较,以期将其抗旱性状与地理环境联系起来。

6 结语

将“低养护”概念延伸出来,使中高养护包括

运动场草坪研究也能够从中获得启示。

第一,在低养护环境下生长的草坪草研究能为中高养护草坪提供理论基础。因“低养护”描述的生长环境下,草坪草可能遭受一定的逆境胁迫,比如缺肥缺水或外来杂草入侵。站在草坪草的角度,这可能为它们的生长提供了一个更加广阔的空间。比如它可以长得更高,不用担心长到 5 mm 就被修剪。它的根系因为主动地取水而伸展得更长。

第二,能为选育具优良特性的草坪草提供来源。因低养护草坪的研究方向主要是不断收集可供利用的新种质资源,评价其在节水低肥、低修剪频率、抗病虫害、抗药性等方面的草坪表现。国外专家与学者就十分注重种质资源的收集工作。如美国农业部农业研究服务署与犹他州立大学合作在世界范围内尤其是干旱跟盐碱的地区收集早熟禾属可用于低养护草坪的种质资源,并进行鉴定、选育工作^[49]。另外他们还特别在欧亚大陆开展收集工作^[50]。研究者们通过开发本地低养护环境下的草种资源,更加推动了草坪及其相关产业的繁荣。

今后,因低养护草坪对外观一致性要求不如高养护的草坪,建植多年生混播和盖播草坪的研究依然是低养护草坪研究的主要内容之一。同时,内生真菌对草坪草的影响还需进一步研究以便应用于低养护草坪中。另外,新近关注的可用于低养护草坪的热点草种如丛生毛草、扁穗冰草的研究将更广泛地展开。以不断进行的种质资源收集、鉴定评价工作为基础,着眼于解决优良草种的限制因素(如扁穗冰草的夏枯,丛生毛草的高温、干旱、虫害胁迫)的研究将为低养护草坪开拓越来越广的发展空间。我国低养护草坪的研究也应充分利用国内资源,从搜集评价潜力种质资源开始进行系统地研究,为日后更广阔的开发应用打下坚实的基础。

参考文献

- [1] Robert L. L. Ortho's all about lawns[M]. Des Moines, Iowa: MeredithBooks, 1999.
- [2] Shildrick J P. Evaluation of red fescue cultivars[J]. Journal of the Sports Turf Research Institute, 1976, 52(4):14-25.

- [3] Shildrick J. Choosing cultivars for low maintenance [J]. Parks and Sports Grounds, 1984, 49(5): 30-32.
- [4] Trautmann W, Lohmeyer W. Studies on the development of turfgrass seedings on roadsides in the Federal Republic of Germany[R]. Madison Wisconsin USA: American society of Agronomy, 1980, 401-105.
- [5] Shildrick J P, Dunn R. Multi-centre trials of turfgrass cultivars in the UK[J]. Journal of the Sports Turf Research Institute, 1983, 59(10): 73-92.
- [6] Duell R W, Markus D K. Guttation deposits on turfgrass[J]. Agronomy Journal, 1977, 69(5): 891-894.
- [7] Cockfield S D, Potter D A. Predatory arthropods in high- and low-maintenance turfgrass [J]. Canadian Entomologist, 1985, 117(4): 423-429.
- [8] Lewis W M, Dipaola J M. Tolerance of *Eremochloa ophiuroides*, *Paspalum notatum* and *Festuca arundinacea* to herbicides[R]. France: Proceedings of 5th International Turfgrass Research Conference. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 1985: 717-726, 12.
- [9] Dernoeden P H. Low Maintenance performance of five *Festuca* species in monostands and mixtures [J]. Crop Sci., 1998, 38: 434-439.
- [10] Shildrick J P. Evaluation of red fescue cultivars[J]. Journal of the Sports Turf Research Institute, 1976, 52(4): 14-25.
- [11] Bourgoin B. Variability of fine-leaved fescues grown at low nitrogen levels[J]. International Turfgrass Society Research Journal, 1997, 8(4): 611-620.
- [12] Dernoeden P H, Carroll M J, Krouse J M. Mowing of three fescue species for low-maintenance Turf Sites[J]. Crop Science, 1994, 34: 1645-1649.
- [13] Gardner D S, Taylor J A. Change over time in quality and cover of various turfgrass species and cultivars maintained in shade [J]. Hort Technology, 2002, 12(3): 465-469.
- [14] Zabalgogeaacoa I, Garcia Ciudad A, Vazquez de Aldana, *et al.* Effects of the infection by the fungal endophyte *Epichloe festucae* in the growth and nutrient content of *Festuca rubra* [J]. European Journal of Agronomy, 2006, 24(4): 374-384.
- [15] 刘伟. 草坪草药剂修剪的应用研究进展[J]. 草原与草坪, 2001, 92(1): 14-17.
- [16] Bourgoin B. Variability of fine-leaved fescues (*Festuca* spp.) grown at low nitrogen levels[J]. International Turfgrass Society Research Journal, 1997, 8(4): 611-620.
- [17] Gardner D S, Taylor J A. Change over time in quality and cover of various turfgrass species and cultivars maintained in shade [J]. Hort Technology, 2002, 12(3): 465-469.
- [18] Johnson P G. Mixtures of buffalograss and fine fescue or streambank wheatgrass as a low-maintenance turf [J]. Hortscience, 2003, 38(6): 1214-1217.
- [19] Severmutlu S, Riordan T P, Shearman R C. Overseeding buffalograss turf with fine-leaved fescues [J]. Crop Science, 2005, 45: 704-711.
- [20] Richmond D S, Cardina J, Grewal P S. Influence of grass species and endophyte infection on weed populations during establishment of low-maintenance lawns [J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2006, 115(22): 27-33.
- [21] 韩春梅, 张新全, 彭燕, 等. 内生真菌与高羊茅之间的共生关系[J]. 草原与草坪, 2005, 109(2): 8-11.
- [22] 余承忠. 内生真菌对草坪草抗逆性的影响[J]. 信阳农业高等专科学校学报, 2006, 16(3): 102-104.
- [23] 李飞, 李春杰. 内生真菌对禾草类植物抗旱性的影响[J]. 草业科学, 2006, 23(3): 57-62.
- [24] Goss R M, McCalla J H, Gaussolin R E, *et al.* Herbicide tolerance of buffalograss [J]. Applied Turfgrass Science, 2006, 12(6): 1-6.
- [25] Fry J, Huang B R. Applied turfgrass science and physiology[M]. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.
- [26] 李会彬, 边秀举, 赵炳祥. 坪用野牛草研究进展[J]. 草原与草坪, 2005(3): 9-15.
- [27] Shearman R C. Overseeding buffalograss turf with fine-leaved fescues [J]. Crop Science, 2005, 45: 704-711.
- [28] 胡晓艳. 坪用野牛草种质资源搜集及品种选育研究进展[J]. 中国草地, 2005, 27(6): 54-60.
- [29] Robins J, Waldron B, Johnson P. Potential for the improvement of turf quality in crested wheatgrass for low-maintenance conditions [J]. Hortscience, 2007, 42: 1526-1529.
- [30] Justin D H, Paul G J, Waldron B L. Recommended seeding rates for reduced-maintenance, turf-type wheatgrasses [J]. Applied Turfgrass Science, 2006, 17(8): 1-5.
- [31] Robins J G, Waldron B L, Cook D W, *et al.* Evaluation of crested wheatgrass managed as turfgrass [J]. Applied Turfgrass Science, 2006, 17(8): 1-5.
- [32] Turgeon A J. Turfgrass management[M]. New Jersey: Englewood Cliffs, 2005.

- [33] Asay K H, Jensen K B, Horton W H. Registration of 'RoadCrest' crested wheatgrass [J]. *Crop Science*, 1999, 39: 1535-1540.
- [34] Justin D H. Breeding CWG-R crested wheatgrass for reduced-maintenance Turf [J]. *Crop Science*, 2005, 45: 524-528.
- [35] Watkins E, Meyer W A. Evaluation of tufted hairgrass germplasm as low-maintenance turf [R]. Llandudno, UK; International Turfgrass Society Research Journal. International Turfgrass Society, 2005: 666-674.
- [36] Brilman L A, Watkins E, Meyer W A. Tufted hairgrass: A new turfgrass species [J]. *Golf Course Management*, 2000, 68: 56-60.
- [37] Watkins E, Huang B R, Meyer W A. Tufted Hairgrass Responses to Heat and Drought Stress [J]. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 2007, 132(3): 289-293.
- [38] Watkins E, Gianfagna T J, Sun R Q, *et al.* Volatile compounds of tufted hairgrass [J]. *Crop Science*, 2006, 46: 2575-2580.
- [39] 王文强,李志丹,白昌军. 结缕草属种质资源及其应用研究进展[J]. *草原与草坪*, 2006, 115(2): 3-8.
- [40] 董厚德,宫丽君. 中国结缕草生态学及其资源开发与应用[M]. 北京:中国林业出版社, 2001.
- [41] 刘学诗. 假俭草种质资源研究进展[J]. *安徽农业科学*, 2004, 32(5): 1007-1080.
- [42] 郑玉红,刘建秀. 假俭草种质资源改良研究进展[J]. *植物学通报*, 2004, 21(5): 587-594.
- [43] 尚以顺,杨桦,陈燕萍. 贵州南部草坪草引种栽培实验研究[J]. *草业科学*, 1995, 12(4): 44-46.
- [44] 白史且,苟文龙,张新全,等. 假俭草种群变异与生态特性的研究[J]. *北京林业大学学报*, 2002, 24(4): 97-101.
- [45] 席嘉宾,郑玉忠,杨中艺. 地毯草 ISSR 反应体系的建立与优化[J]. *中山大学学报*, 2004, 43(5): 80-84.
- [46] 席嘉宾,杨中艺. 中国地毯草野生种质资源调查[J]. *草业学报*, 2004, 13(1): 52-57.
- [47] 郑玉忠,席嘉宾,杨中艺. 中国竹节草野生种质资源调查及生物学特性研究[J]. *草业学报*, 2005, 45(5): 88-91.
- [48] 席嘉宾,杨中艺. 中国竹节草野生种质资源的抗旱性研究[J]. *中山大学学报*, 2006, 45(5): 97-100.
- [49] Waldron B, Jensen K. 2006 Annual Report of USDA-ARS' s project: select, breed, develop and/or use low maintenance turf grasses [EB/OL]. http://www.ars.usda.gov/research/projects/projects.htm?accn_no=410025, 2008.
- [50] Johnson D. 2007-2012 research project of USDA-ARS: collection of low-maintenance turf grass seeds in Eurasia [EB/OL]. http://www.dbnrrc.ars.usda.gov/research/projects/projects.htm?accn_no=411878, 2008.

Research progress on low-maintenance turfgrass

ZHANG Jing, ZHANG Ju-ming

(Dept. of Pratacultural Science of Agronomy College, South China Agricultural University, Guangdong Guangzhou 510642, China)

Abstract: The low-maintenance turfgrasses, including fescue grass (*Festuca*), buffalograss (*Buchloe dactyloides*), crested wheatgrass (*Agropyron cristatum*) and tufted hairgrass (*Deschampsia cespitosa*), and their characteristics of establishment and maintenance were introduced in order to provide necessary information. Besides, the research work involving germplasm collection and evaluation of turfgrasses (*Erenochloa ophiuroides*, *Axonopus compressu* and *Chrysopogon aciculatus*) in China was discussed as well. Future studies should focus on the establishment of the perennial mixed or overseeded low-maintenance turf, application of endophyte, solution of summer decline of crested wheatgrass and billbug damage to tufted hairgrass. The concept of low-maintenance should be expanded in order to develop a new view for medium and high maintenance of turf.

Key words: low-maintenance turf; fescue grass; buffalograss; crested wheatgrass; tufted hairgrass