

人工践踏对无土草坪基质的影响

张 旭, 杨有俊, 郑明珠, 刘译锴, 刘金荣

(草地农业生态系统国家重点实验室 兰州大学草地农业科技学院, 甘肃 兰州 730020)

摘要:本试验采用人工践踏的方式,研究了不同组合配比的基质对无土草坪耐践踏性的影响。结果表明,良好的无土草坪基质配比及适合的厚度是保证无土草坪优良的耐践踏性及观赏性的关键。本试验中,草坪草生长基质层和弹性材料层均为 25 mm,结构合理、厚度适中,克服了现有草坪基质薄、持水力差的缺点。在相同践踏强度下,能维持较高水平的草层高度、草坪盖度和草坪草分蘖数,分别达到了 5.14 cm、97.60% 和 123.97 个·dm⁻²,且停止践踏后草坪质量能快速恢复。均匀混合的草坪草生长基质层和弹性材料层,在厚度一致的前提下并不耐践踏,实际效果不好。土壤坪床的处理效果最差。因此,具有独立的草坪草生长基质层和弹性材料层且厚度适中的基质,适用于生产耐践踏性好的无土草坪。

关键词:无土草坪基质;耐践踏性;草坪质量

中图分类号:S688.4

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2013)09-1349-05

* 1

随着草坪在美化环境、改善气候、维持生态平衡等方面重要性的逐步体现,寻求高质量、耐胁迫能力强的草坪建植技术显得越来越重要。在众多的胁迫因素中,践踏是影响草坪质量和使用寿命的重要因素,每次践踏都会对草坪造成不同程度的影响^[1]。传统草坪基质受践踏后会更容易发生土壤紧实,从而极易使草坪植物的根系生长环境恶化,导致草坪植物生长受阻甚至死亡^[2-3]。无土草坪建植技术用新型混合基质代替了天然土壤,所以在同样的践踏胁迫下具有更好的耐受能力^[4]。

无土草坪基质含有的有机污泥、泥炭等材料,能有效改善基质的理化性质^[7],可使草坪基质中有机的含量提高,使其具有良好的排水性能和适宜的湿度^[5-6],促进草坪幼苗生长和分蘖^[8]。而且,基质中弹性填充物的使用,对提高草坪使用寿命、改善根带稳定性以及增强草坪耐践踏能力有着重要的作用^[9-10]。以上材料的使用在无土草坪基质中已较为常见,但研究的重点多在不同基质材料的配比,并没有过多考虑基质材料空间上的层次结构。由此可见,寻求一种质地松软、有弹性、具缓冲能力且结构合理的无土草坪生长基质配方,是提高草坪植物耐践踏性以及践踏后恢复能力的关键。本试验研究了不同配方及不同结构的耐践踏无土草坪基质,以期

为在人口日趋密集的城市绿化中选择耐践踏无土草坪基质提供理论依据,对科学合理地扩大城市绿地面积具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在兰州大学榆中校区草地农业科技学院人工智能温室进行。试验期间温室环境设定为白天 25 ℃ (07:00—21:00),晚上 19 ℃ (21:00—07:00),相对湿度 65%,光照强度 800 μmol·m⁻²·s⁻¹。

1.2 试验材料及坪床构成 于 4 月 20 日播种,选择耐践踏性强的冷季型草坪草草地早熟禾(*Poa pratensis*)^[11]品种公园(Park)和多年生黑麦草(*Lolium perenne*)品种顶峰(Pinnacle),以质量比 7:3 进行混播,播种密度为 20 g·m⁻²。草坪草萌发期始终保持坪床湿润,生长期平均日给水量 5~10 mm。

无土草坪由下到上的结构为隔离层(塑料地膜)、草皮底层(丙纶遮阳网)、生长基质层、弹性材料层、种子层和护芽层(无纺布)。

弹性材料层:蘑菇生产下脚料、锯末、秸秆粉、工业脲醛泡沫颗粒(直径 1~2 mm)按 3:2:1:4 的体积比混匀。蘑菇生产下脚料、锯末、秸秆粉预先堆制发酵。

生长基质层:炉渣、腐熟发酵的有机污泥堆肥按

* 收稿日期:2012-09-12 接受日期:2012-10-16

基金项目:兰州市科技计划项目(2010-1-24);兰州市科技局(2011-1-115)

作者简介:张旭(1989-),男,甘肃张掖人,在读硕士生,研究方向为草坪逆境生理。E-mail:zhangxu11@lzu.edu.cn

通信作者:刘金荣(1967-),男,甘肃张掖人,副教授,博士,研究方向为草坪建植与养护。E-mail:liujinr@lzu.edu.cn

55:45的体积比混匀。炉渣预先过筛,除去较大颗粒及粉尘,颗粒直径2~5 mm。

1.3 试验设计 采用随机区组试验设计,小区面积1 m×1 m。试验设5个基质结构配方处理,分别是:处理1为草坪草生长基质层(25 mm)+弹性材料层(25 mm);处理2为草坪草生长基质层(15 mm)+弹性材料层(15 mm);处理3为草坪草生长基质层和弹性材料层等比例混匀平铺(30 mm);处理4为草坪草生长基质层和弹性材料层等比例混匀平铺(50 mm);处理5为土壤坪床,土壤类型为黄绵土,质地中壤。每处理3次践踏重复,以无践踏为对照。

践踏方法:让一位体质量为65 kg的男生,每天10:00在每个处理草坪上均匀践踏5次。践踏处理从5月25日开始,6月13日结束,期间共进行18次践踏处理。停止践踏后恢复正常管理18 d。践踏处理及恢复正常管理期间(5月25至7月1日),每3 d测定一次指标。

1.4 测定指标及方法 测定指标包括草坪草层高度、草坪盖度和草坪草分蘖数。践踏结束后和恢复结束后分别测定草坪草根系的生长情况。

草坪草层高度采用直尺测量法测定;草坪盖度采用针刺法测定^[12],即选取样点进行针刺,针尖接触草坪草的次数占总样点数的百分比为盖度;草坪草分蘖数采用小样方法测定,各小区随机选取10 cm×10 cm的小样方,数小样方内草坪草的分蘖数;根系测定时,在各处理小区用直径50 mm,高50 mm,容积100 cm³的环刀取样,将地下部分装入纱布袋中,用自来水反复冲洗,洗净后取样,利用WinRHIZO根系扫描系统测定须根数,称量根系鲜质量作为根质量^[13],根系活力采用改良TTC法测定^[14]。

1.5 数据处理 采用Excel 2003软件处理数据,用SPSS 18.0软件进行数据分析,用SigmaPlot 10.0软件做图。

2 结果与分析

2.1 践踏对不同坪床结构草坪草层高度的影响 践踏处理使各处理基质草层高度随时间延长不断下降,其中处理1由于上层的弹性材料层较厚、弹性好、容重低,可减缓践踏对草坪草生长点的伤害,因而其草层高度下降幅度最小。而处理3、5没有独立的弹性材料层,基质也较薄,故其草层高度急剧下降,胁迫结束时处理5草层高度显著低于其它

处理($P<0.05$)(图1)。

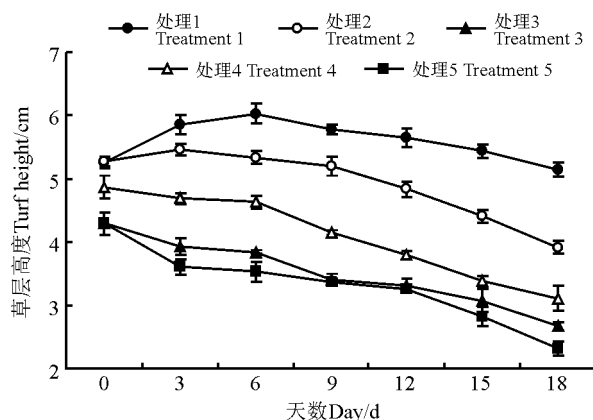


图1 践踏后不同处理基质草层生长高度的变化

Fig. 1 Change of turfgrass height in different mediums after trampling

注:处理1,草坪草生长基质层(25 mm)+弹性材料层(25 mm);处理2,草坪草生长基质层(15 mm)+弹性材料层(15 mm);处理3,草坪草生长基质层和弹性材料层等比例混匀平铺(30 mm);处理4,草坪草生长基质层和弹性材料层等比例混匀平铺(50 mm);处理5,黄绵土土壤坪床。下同。

Note: Treatment 1, Turfgrass growth stromal layer (25 mm) + Elastic material layer (25 mm); Treatment 2, Turfgrass growth stromal layer (15 mm) + Elastic material layer (15 mm); Treatment 3, Mixed turf substrate between Turfgrass growth stromal layer and Elastic material layer (30 mm); Treatment 4, Mixed turf substrate between Turfgrass growth stromal layer and Elastic material layer (50 mm); Treatment 5, Soil substrate with Loessial soil. The same below.

2.2 践踏对不同坪床结构草坪盖度的影响

盖度是指草坪草地上部分的垂直投影面积与取样面积的百分比,可综合反映草坪的均一性和裸地率。试验结果表明,相同践踏强度下,各处理的草坪盖度随时间延长不断下降(图2)。践踏后各处理草坪植被盖度的大小依次为处理1>处理4>处理2>处理3>处理5,且处理5与其它各处理差异显著($P<0.05$)。处理2和3厚度和用材完全一样,但结构不同,处理2践踏后的盖度高于处理3,说明其结构对于践踏具有一定的缓冲作用。

停止践踏后各基质处理的草坪盖度都得到了不同程度的恢复。停止践踏18 d时,各处理草坪盖度大小依次为处理1>处理2>处理4>处理3>处理5。处理2恢复程度最大,其盖度超过了处理4,说

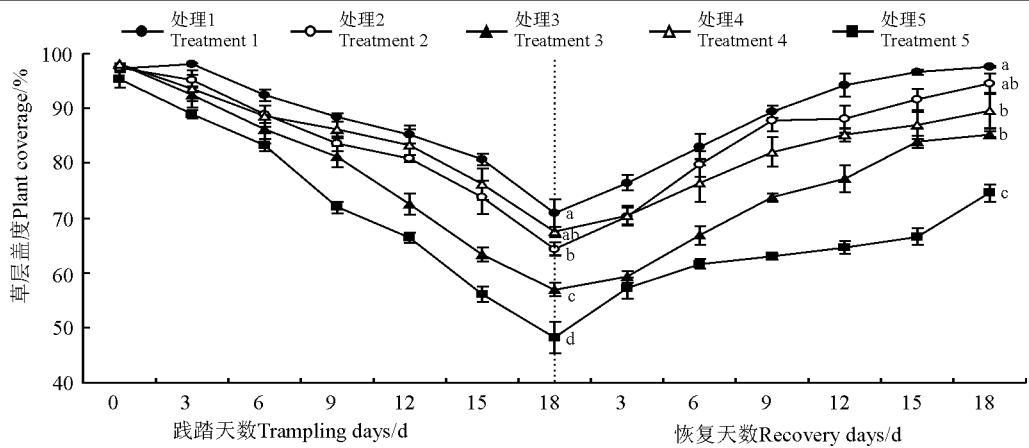


图 2 不同基质处理践踏后草层盖度变化及恢复动态变化

Fig. 2 Change of plant coverage of different mediums during and after trampling

注:同一测定时间不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。图 3 同。

Note: Different lower case letters for the same measuring time mean significant difference among five treatments at 0.05 level. The same in fig. 3.

明基质结构在践踏后草坪草的恢复生长中发挥着重要作用。处理 2 基质结构合理,即使基质层较薄,其草坪草恢复生长能力也强于处理 4。而处理 5 恢复程度最小,盖度仍为最低值。处理 1 基质结构合理,基质层较厚,因而在恢复 18 d 时盖度恢复到践踏胁迫前水平,而其它处理盖度则未恢复到胁迫前水平。说明在干旱区增加基质层厚度,可提高其保水性,对践踏后草坪的恢复具有重要意义。

2.3 践踏对不同坪床结构草坪分蘖数的影响

分蘖是植物枝条自地表或地下分蘖节、地下茎叶、根茎上的分蘖芽形成枝条的现象。分蘖对草坪植物有着重要的意义,通过促进草坪植物的生长,增加草坪植物的枝条数,从而提高草坪的成坪速度,使草层

增厚,增强草坪对于外界各种胁迫的抵抗力。

践踏胁迫下,各处理草坪分蘖数不断减少,停止践踏后又得到不同程度的恢复(图 3)。践踏胁迫期间,处理 1 分蘖数下降幅度最小,停止践踏后分蘖数不断增加,恢复 18 d 时,分蘖数已经超过胁迫前水平,整个试验期间处理 1 的分蘖数始终维持在最高水平。处理 5 分蘖数下降最多,停止践踏后恢复也最慢,其分蘖数在整个试验期间都是最低值。说明无土草坪基质对增加草坪的抗践踏能力起了较大的作用,科学合理的基质结构(如处理 1 和处理 2)所起的减缓作用尤为明显。

2.4 践踏对不同坪床结构草坪根系生长的影响

相同践踏胁迫下,与土壤基质(处理 5)相比,无

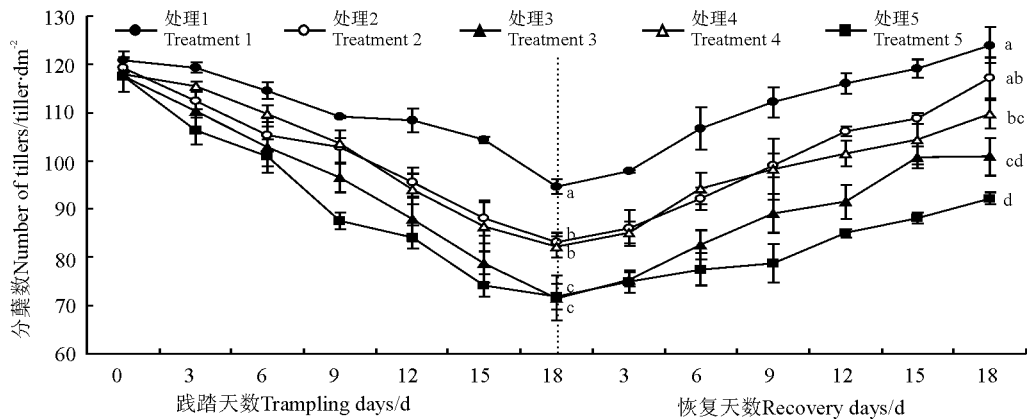


图 3 不同处理基质践踏后分蘖数变化及恢复动态变化

Fig. 3 Change of tillers of different mediums during and after trampling

土草坪基质均明显提高了草坪草的须根数、根质量及根活性(表 1)。其中处理 1 的提高效应最为显著,践踏后其须根数、根质量、根活性分别为土壤基质的 256.9%、225.0%和 134.3%。停止践踏恢复 18 d 后,各指标均有不同程度的上升。处理 1、2、3 须根数上升幅度较高,均为其践踏胁迫后的 137%,

处理 5 为其践踏胁迫后的 123%,而处理 4 须根数未出现明显上升。就根质量而言,处理 1、2 的根质量较其践踏胁迫后上升程度最大,处理 4 根质量上升程度最小。就根活性来看,各基质处理根活性较其践踏胁迫后上升程度排序为处理 3>处理 4>处理 2>处理 5>处理 1。

表 1 各基质践踏 18 d 后及恢复 18 d 后的根系生长状况
Table 1 Growth condition of roots after 18 days of trampling and recovery

处理 Treatment	须根数 Root number/根·dm ⁻²		根质量 Root quality/g·dm ⁻²		根活性 Root activity/%	
	践踏后	恢复后	践踏后	恢复后	践踏后	恢复后
	Trampling	Recovery	Trampling	Recovery	Trampling	Recovery
处理 1 Treatment 1	621.4±57.3a	853.4±92.5a	35.63±1.0a	51.5±1.0a	82.6±7.1a	92.3±8.3a
处理 2 Treatment 2	388.5±40.6c	532.5±51.6b	23.8±1.5d	34.7±0.8b	74.5±7.8ab	90.6±6.9a
处理 3 Treatment 3	351.7±49.5c	482.2±54.4bc	18.4±1.0c	21.5±1.0c	67.6±7.5bc	83.3±7.3b
处理 4 Treatment 4	486.5±35.8b	492.1±46.7c	27.3±1.0b	29.4±1.0d	71.3±8.4c	87.6±8.1b
处理 5 Treatment 5	241.9±25.8d	297.9±33.5d	15.8±0.9e	18.5±0.8e	61.5±5.8e	71.5±8.5c

注:同列不同小写字母表示各指标在不同基质处理间差异显著($P<0.05$)。
Note:Different lower case letters wthin the same column show significant difference among five mediums at 0.05 level.

3 讨论与结论

在整个践踏期间,不同基质种植草坪的草层高度、草坪盖度和分蘖数不断下降,无土基质的草坪草表现均优于土壤基质。践踏后各处理草层高度、草坪盖度及草坪分蘖数均为处理 1 最高,处理 2、4 次之,处理 3 较低,处理 5 最低。停止践踏后,经 18 d 的恢复,各处理草坪盖度、草坪草分蘖数均得到不同程度恢复,从恢复能力上看,处理 2 基质草坪的恢复速度和能力优于处理 4。各处理草坪盖度、草坪草分蘖数排序均为处理 1>处理 2>处理 4>处理 3>处理 5。

一定强度的践踏会造成坪床紧实,影响土壤通气性、土壤强度、植物与水分或与土壤温度^[15-16],增加草坪草根系生长的机械阻力,影响草坪草根系吸收土壤水分和养分的效率^[17],进而导致草坪草生长减缓,活力和抗性下降^[18]。而耐践踏性强的坪床基质则可降低这种践踏伤害,使草坪草对践踏强度的承载能力增大。处理 5 土壤坪床在践踏处理下易发生坪床紧实,而其它处理由于所使用的材料容重低于土壤,富有弹性,因而不易发生紧实状况,草坪草表现比土壤基质好。

践踏造成草层高度、草坪盖度和草坪草分蘖数降低,但处理 1、2 上述指标下降幅度低,草层高度、草坪盖度、草坪草分蘖数仍能维持较高水平,说明处

理 1、2 基质结构合理,耐践踏性强。一定强度的践踏处理对草坪草产生一定刺激作用,使草坪草茎叶分泌的可抑制茎叶伸长的植物激素乙烯增多,从而促进草坪草直立茎的分蘖,使草坪草更加低矮致密,也降低了修剪养护的难度。

处理 3 为现有无土草坪基质生产技术,尽管在我国大部分地区被广泛应用,但只能适用于南方园林绿地中,不具备耐践踏能力;处理 4 为了增加基质持水力,加大了厚度,草坪质量有所提高,但因为基质结构不合理,草坪草经过践踏后表现较差;处理 2 是一种创新性设想,基质结构上进行科学合理的布局,尽管基质较薄,但遭受践踏胁迫后草坪表现较好;处理 1 既克服了现有草坪基质薄、持水力差的缺点,又对基质结构进行科学合理的布局,这种结构可以减缓草坪草践踏胁迫伤害,提高草坪草耐践踏性和恢复生长能力。

由上可知,良好的无土草坪基质配比及适宜的厚度是保证无土草坪优良的耐践踏性及观赏性的关键。本研究认为,在相同践踏强度下,具有独立的草坪草生长基质层和弹性材料层,厚度为 25 mm 的无土草坪基质可保证草坪草受践踏影响较小,且停止践踏后,草坪质量能快速恢复,因而该基质可用来生产耐践踏性好的无土草坪。

参考文献

- [1] 宋桂龙. 践踏对足球场草坪草生长和生理影响的研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2003.
- [2] Carrow R N, Johnson B J. Turfgrass wear as affected by golf car tire design and traffic patterns[J]. American Society for Horticultural Science, 1989, 114 (2): 240-246.
- [3] Mellor D R. Picture perfect: Moving techniques for lawns, landscapes, and sports[M]. Michigan: Ann Arbor Press, 2001: 85-88.
- [4] 黄晓露, 杨志民. 不同草种和床基的运动型草坪耐践踏性研究进展[J]. 草业科学, 2009, 26(6): 180-186.
- [5] 胡林, 边秀举, 阳新玲. 草坪科学与管理[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2001: 118-119, 372.
- [6] 尹淑霞. 正确对待草坪的践踏问题[J]. 中国花卉园艺, 2001, 20(13): 28.
- [7] 唐国斌, 白鸿祥, 朱基恺. 泥炭对草坪生长综合作用的研究[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 1998, 21(1): 74-76.
- [8] 胡雪华, 周丕生, 何亚丽, 等. 结缕草成坪综合因素研究Ⅲ. 结缕草草坪运动场的坪床表土层研究[J]. 上海农学院学报, 1999, 17(3): 167-171.
- [9] Aldous D E. International turf management handbook [M]. Melbourne: Inkata Press, 1999: 231-263.
- [10] 宋桂龙, 韩烈保. 足球场草坪运动质量影响因素的研究进展[J]. 中国草地, 2003, 25(1): 54-62.
- [11] 戴其根, 周兰胜, 张国良, 等. 践踏对草坪影响的研究进展[J]. 草业科学, 2005, 22(10): 102-106.
- [12] 孙吉雄. 草坪学[M]. 第2版. 北京: 中国农业出版社, 2003: 358.
- [13] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999: 164-165.
- [14] 白宝璋, 金锦子, 白崧, 等. 玉米根系活力 TTC 测定法的改良[J]. 玉米科学, 1994, 2(4): 44-47.
- [15] 王小君, 宋桂龙. 践踏胁迫对三种草坪草地下生物量及土壤物理性质的影响[J]. 园林科技, 2007(2): 10-12.
- [16] 周兰胜, 戴其根, 张洪程, 等. 不同践踏强度对狗牙根和马尼拉形态生理的影响[J]. 草业科学, 2005, 22(12): 77-81.
- [17] 周兰胜, 戴其根, 张洪程. 践踏胁迫对马尼拉草坪的影响[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2006, 27(1): 85-90.
- [18] 邵麟惠, 李庆旭, 刘自学, 等. 北京地区 57 个冷季型禾草草坪品种的生态适应性评价[J]. 草业科学, 2010, 27(8): 69-75.

Effects of artificial trampling on soil-free turf substrate

ZHANG Xu, YANG You-jun, ZHENG Ming-zhu, LIU Yi-kai, LIU Jin-rong

(State Key Laboratory of Grassland Agro-ecosystems; College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730020, China)

Abstract: The effects of trampling stress on different soil-free turf substrates were studied in this study. The results showed that, a reasonable soil-free turf medium can improve the capacity of resistance to trampling and ornamental value of turfgrass. In this study, both the turfgrass growth substrate layer and elastic material layer in soil-free substrates were 25 mm, and individual. They had a reasonable structure and thickness, which could overcome the shortcomings of thick substrate and low water-holding capacity. Under the same trampling stress, the soil-free turfs had a higher turfgrass height, plant coverage and number of tillers than that of normal turf, and the highest values were 51.4 cm, 97.60%, and 123 tiller · dm⁻², respectively. Besides, the soil-free turfs could recover in a short time after stopping trampling. However, for the same thickness, the substrate mixed turfgrass growth substrate layer and elastic material layer together had a lower ability of resistance to trampling. The soil substrate was the worst. So substrates with a individual turfgrass growth substrate layer and elastic material layer, and a reasonable thickness are fit to produce good soil-free turfs with a high capacity of resistance to trampling stress.

Key words: soil-free turf substrate; trampling resistance; turf quality