

践踏对坪用高羊茅和草地早熟禾生长的影响

奇 凤, 郑扬帆, 宋桂龙

(北京林业大学草坪研究所, 北京 100083)

摘要:以高羊茅(*Festuca arundinacea*)和草地早熟禾(*Poa pratensis*)为试验材料,研究了不同践踏强度处理下两种草坪草的分蘖数、草坪质量、草坪色泽、土壤紧实度、地上生物量及地下根系分布状况指标的变化。结果表明,轻度践踏处理可提高分蘖数、草坪质量、草坪色泽和地上生物量,从而提高草坪的坪用价值。坪床土壤紧实度随着践踏强度的增加而递增,且践踏能改变草地早熟禾 0~5 cm 和高羊茅 10~15 cm 的根系分布。

关键词:践踏处理;分蘖数;草坪质量;土壤紧实度;地下根系分布

中图分类号:S688.4;S54

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2013)07-1007-07

* 1

践踏是草坪不得不应对的一种重要胁迫,践踏一方面会造成草坪植株受损,生长缓慢,另一方面又造成土壤紧实,间接影响草坪草的生长发育,降低草坪草密度,进而影响到其坪用价值^[1]。

践踏会对草坪草产生直接的磨损伤害。Cattani 和 Clark^[2]用鞋子对 10 种生态型匍匐剪股颖(*Agrostis stolonifera*)进行模拟践踏胁迫,研究发现单位面积的叶片数、分蘖数及单位分蘖的干质量和叶片数都有所减少。但也有研究认为,适度磨损会导致草坪草的分蘖数增加,但是新生幼枝在随后的磨损和土壤更为紧实的影响下,存活率较低^[3]。周兰胜等^[4]用特制的中空铁质圆柱体对狗牙根(*Cynodon dactylon*)和马尼拉(*Zoysia matrella*)进行模拟践踏,结果发现,践踏对这两种草的高度、盖度、地上和地下生物量等坪用性状均有显著或极显著影响。另外,轻度和中度践踏胁迫都可降低草坪的反射率,改善草坪色泽。重度践踏则增加草坪反射率,降低草坪质量,这可能是由于重度践踏破坏了草坪草的叶绿体结构。

践踏引起土壤紧实是影响草坪生长的主要因素,尤其影响根系向深层生长^[5]。多数研究表明,生长在紧实度较高的土壤中的植物地上干物质量较生长在紧实度低的土壤中的植物低^[6-9]。而 Goodman 和 Ennos^[9]认为,紧实度高的土壤对植物地上和地下部都有影响,但不明显,甚至有的研究者认为土壤

紧实度对地上部没有影响^[10]。相对于磨损的影响,土壤紧实相对较滞后,但持续的时间较长。土壤紧实对草坪草的最大影响是改变了其根系的分布及生物量^[11]。在紧实土壤中植物根系生长速度减慢,根形态也会发生改变,主要是变短变粗^[12]。王小君和宋桂龙^[5]对草地早熟禾(*Poa pratensis*)、高羊茅(*Festuca arundinacea*)和日本结缕草(*Z. japonica*)进行了研究,并对土壤容重和草坪草地下生物量进行了相关分析,发现土壤紧实度对草坪草根系生长影响明显,但未达到阻碍根系生长的程度。

本研究以草地早熟禾和高羊茅为实验材料,测定了不同践踏处理下,两种草坪草的分蘖数、草坪质量、色泽、地上生物量及地下根系分布特征及土壤紧实度等指标的变化,探寻不同践踏处理对两种草坪草生长的影响,以期为提高草坪草耐践踏性和研究耐践踏机制提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地位于北京市昌平区白浮村北京林业大学草坪研究所试验基地,115°50'~116°29' E, 40°02'~40°23' N,属暖温带半湿润大陆性季风气候。其主要气候特征是夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥,春秋两季相对短促。气温的日较差和年较差都比较大,年平均气温 8.5~9.6℃,无霜期

* 收稿日期:2012-09-05 接受日期:2012-12-17

基金项目:交通运输部科技项目——“京承高速公路(沙峪沟—市界段)边坡综合防护及治理技术研究”(2009353311050);国家林业局林业科学技术推广项目——“裸露坡面植被恢复综合技术示范推广”(201131)

作者简介:奇凤(1986-),女(蒙古族),内蒙古乌海人,在读研究生,研究方向为草坪草生理学。E-mail:daheqi153@163.com

通信作者:宋桂龙(1976-),男,河北沧州人,副教授,博士,研究方向为草坪科学与管理、植被恢复理论与地建论。

E-mail:syihan@163.com

150 d 左右,年平均降水量约为 600 mm。土壤全氮含量 $0.752\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,有机质含量 $13.9\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效磷含量 $35.6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效钾含量 $103.2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,土壤 pH 值 7.79。

1.2 试验材料 根据本研究的目的和前人的研究成果,本研究选择草地早熟禾品种乐土(Arcadia)和高羊茅品种王朝(Dynasty)为试验材料。草地早熟禾根茎发达,高羊茅没有或只有较短小的根茎,两者均为冷季型草坪草且耐践踏性强。

1.3 试验设计 本试验采用裂区设计,以不同践踏处理和草坪草种为试验因素。主处理为践踏处理,分为 4 个践踏梯度(对照、轻度、中度和重度),副处理为草种处理,分为两个草种(高羊茅和草地早熟禾),试验设 3 次重复,共计 3 个区组,24 个小区。每小区 4 m^2 ,各小区间隔 20 cm,各区组间隔 50 cm。

1.4 试验处理 将成坪后的草地早熟禾草坪按照日常养护高度进行修剪(3.5~4 cm),保持各处理草坪草层初始高度均匀,之后使用特制圆形辊子进行践踏处理。采用截面为圆形的中空辊子,直径为 45 cm,辊子长为 1 m,用沙装载至质量 150 kg 为止。该辊子与地的接触面积为 0.07 m^2 ,践踏过程对草坪产生的压强为 $2.1\times 10^4\text{ Pa}$,一个体质量为 65 kg,每只鞋的底面积为 150 cm^2 的成人在行走过程中对草坪产生的压强为 $4.2\times 10^4\text{ Pa}$,辊子践踏两次相当于成年人在草坪上行走 1 次。践踏处理在草坪成坪后进行,践踏频率为每周 1 次,从 2001 年 5 月底开始,共进行 6 次践踏处理,处理期间进行正常的养护管理,每次践踏处理后立即按需灌溉。避免出现干旱胁迫。践踏强度设置见表 1。

表 1 试验处理
Table 1 Experimental treatment

践踏处理 Traffic treatment	每周辊子处理趟数 Times of roller treatment per week	每周成人践踏次数 Times of adult trample per week
对照 Control	0	0
轻度践踏 Mild	20	10
中度践踏 Moderate	40	20
重度践踏 Severe	60	30

注:此处成人体质量 65 kg,每只鞋的底面积为 150 cm^2 ,上表意为辊子处理次数相当与成人行走的次数。
Note:The adult weight here is 65 kg. The bottom area of each shoe is 150 cm^2 . The table above shows that the number of adult trample is equivalent to the number of roller treatment.

1.5 指标测定及方法 第 1、3 和 6 周践踏处理完成后,分别测定高羊茅和草地早熟禾的分蘖数、草坪质量、草坪色泽以及土壤紧实度等,践踏完成后测定两种草坪草地上生物量及地下根系分布状况指标。

分蘖数:采用实测法,取样时用直径为 10 cm、长度为 15 cm 的土钻将地上植株连同地下根茎一起挖出,清洗干净,注意保存其完整性,人工计数草皮柱圆形平面内的草坪草枝条数(株 $\cdot 78.5\text{ cm}^{-2}$)。

草坪质量:NTEP 评分法^[13]。

草坪色泽:以叶绿素含量表示,95%乙醇浸提法^[14]。

地上生物量:环刀取草皮柱,测定单位面积内的地上部分质量($\text{g}\cdot 78.5\text{ cm}^{-2}$)。

地下根系分布状况:土钻法测定根系的分布。将所取的草皮柱的地下部分取出,按 0~5、5~10 和 10 cm 以下分为 3 层,分别冲洗,烘干,称重。

土壤紧实度:TJSD-750 型土壤紧实度仪直接测定,插入深度为地下 30 cm。

2 结果与分析

2.1 分蘖数 践踏 1 周和持续践踏 3 周后,草地早熟禾和高羊茅分蘖数随着践踏强度的增加呈先升高后下降趋势,持续践踏 6 周后表现为持续下降趋势。随着践踏时间的持续,处理间的分蘖数差异增大,且表现为践踏强度越大,分蘖数减少越明显,且草地早熟禾处理间分蘖数的差异大于高羊茅。同一践踏强度处理下,草地早熟禾分蘖数随践踏时间的持续差异增大,对照和轻度处理组为增多趋势,中度和重度处理组分蘖数为减少趋势。高羊茅分蘖数随践踏时间的持续差异变化缓慢(图 1)。

践踏 1 周后,草地早熟禾重度处理组分蘖数显著低于其余 3 个践踏处理($P<0.05$);持续践踏 3 周,草地早熟禾对照组和轻度处理组分蘖数显著高于其余两个处理($P<0.05$);践踏持续 6 周后,草地早熟禾对照组分蘖数显著高于轻度处理组,轻度处理组显著高于中度和重度处理组($P<0.05$)。随着践踏时间的持续,草地早熟禾只有对照组和轻度处理组分蘖数表现出显著差异($P<0.05$)。

践踏第 1 周和持续践踏 3 周后高羊茅照组和轻度处理组分蘖数显著高于其余两个践踏处理($P<0.05$),轻度处理组分蘖数最高,重度处理组最低;践踏持续 6 周后,高羊茅对照组和轻度处理组分蘖数

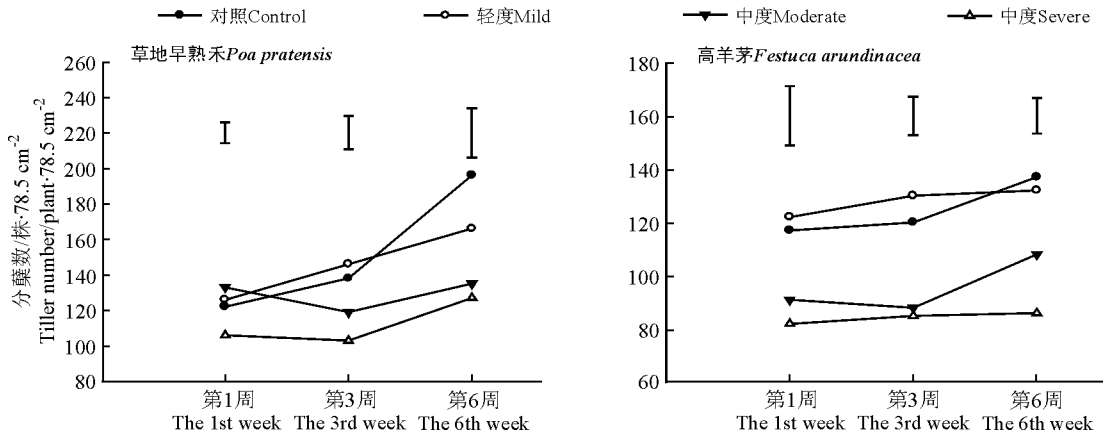


图 1 不同践踏处理下两种草坪草的分蘖数的变化

Fig. 1 Change of the two kinds of turf grasses tiller number with different traffic treatments

注:图上方的竖线表示同一践踏时间下不同处理间的 LSD 值($P<0.05$)。下同。

Note: Vertical line segments indicate LSD values($P<0.05$) of different treatments done at the same time. The same below.

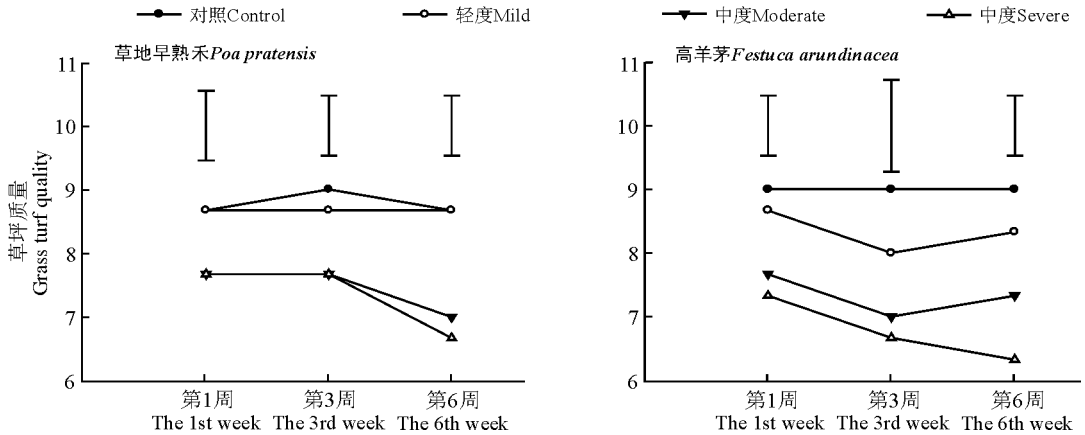


图 2 不同践踏处理下两种草坪草的草坪质量变化

Fig. 2 Turf quality change of two kinds of turf grasses with different traffic treatments

个显著高于其余两践踏处理($P<0.05$),对照组最高,中度处理组又显著高于重度处理组($P<0.05$)。随着践踏时间的持续,高羊茅分蘖数变化较为平缓,无显著升高,只有对照组第6周的分蘖数显著高于第1周和第3周($P<0.05$)。

2.2 草坪质量 草地早熟禾和高羊茅草坪质量随着践踏强度的增加呈下降趋势。践踏1周后,草地早熟禾草坪质量无显著差异,持续践踏3周和6周均表现为对照组和轻度处理组显著优于中度和重度处理组($P<0.05$)。在第3周时,对照草地早熟禾草坪质量上升,可能由于气温的上升,更适合其生长。轻度践踏降低草坪质量,从第1周到第3周,降低幅度越来越大,而3周后幅度减小。践踏1周后,

高羊茅处理间的草坪质量表现出显著差异($P<0.05$),对照和轻度处理组显著优于中度和重度处理组;持续践踏3周后,高羊茅草坪质量的显著差异表现为对照组显著优于中度和重度处理组,与轻度处理组无显著差异;持续践踏6周后,为对照组和轻度处理组显著优于中度处理组($P<0.05$),重度处理组最差。第6周践踏完成后,高羊茅草坪质量随践踏强度的增大,下降幅度最大,下降约30%,下降幅度大于草地早熟禾。两种草坪草处理间草坪质量的差异随着时间的延续增大,表现为除轻度践踏外其余处理组践踏强度越大,草坪质量下降程度越大。同一践踏强度处理下的草坪质量随着践踏时间的持续表现不同,对照和轻度处理维持较好的草坪质量,

但中度和重度处理草坪质量表现为持续下降趋势，重度处理下降幅度最大。

2.3 草坪色泽 本研究用叶绿素含量表示草坪色泽。同一践踏时间下，草地早熟禾和高羊茅叶绿素含量随着践踏强度的加大呈下降趋势，践踏前中期叶绿素含量随着践踏强度的加大均未表现出显著差异($P<0.05$)。践踏完成后，草地早熟禾轻度和重度处理组叶绿素含量显著高于对照组和重度处理组($P<0.05$)，中度处理组叶绿素含量略微高于轻度处理组，为最大值；高羊茅对照组叶绿素含量显著高于中度和重度处理组，对照组和轻度处理组间无显著差异。

随着践踏时间的持续，处理间叶绿素含量的差异有增大趋势且在持续践踏6周后表现出显著差异。同一践踏强度处理组随践踏时间的持续叶绿素含量先升高后下降，表明时间的累积效应对叶绿素

含量影响较大，且轻度践踏处理可促进草坪草叶绿素含量的积累。

2.4 土壤紧实度 草坪坪床的土壤紧实度随着践踏强度的增大而递增且差异显著($P<0.05$)，其中重度处理组坪床土壤紧实度最大。草地早熟禾和高羊茅初次践踏后，对照和轻度处理组间土壤紧实度表现出显著差异，随着践踏时间的延续，对照组和轻度处理组同中度和重度处理组差异显著($P<0.05$)。同一践踏处理随着践踏时间的延续，除高羊茅重度处理组坪床践踏1周后土壤紧实度显著小于后两次时间段外，其余处理组坪床土壤紧实度无显著差异。这表明对于土壤紧实度而言，时间的累积效应不明显，践踏强度之间差异明显，且中度和重度处理下的土壤紧实度显著高于对照和轻度处理，即中度和重度践踏对土壤紧实具有一定的胁迫贡献。

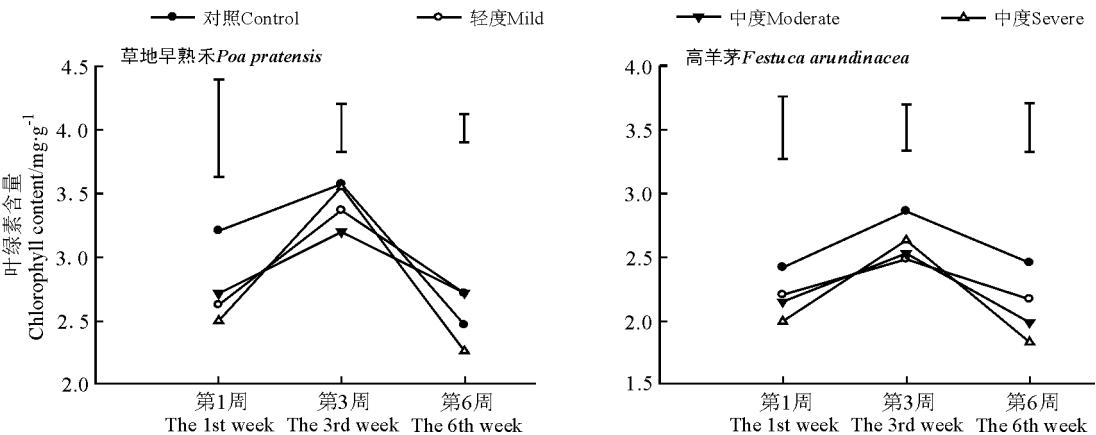


图 3 不同践踏处理下两种草坪草的叶绿素含量变化

Fig. 3 Changes of chlorophyll content of two kinds of turf grasses with different traffic treatments

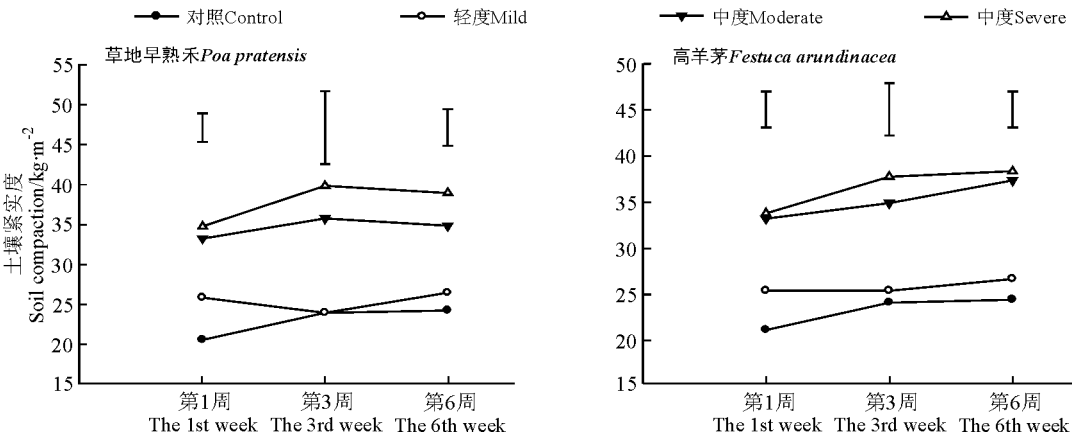


图 4 不同践踏处理下两种草坪草的土壤紧实度的变化

Fig. 4 Changes of soil firmness of two kinds of turf grasses with different traffic treatments

2.5 生物量及地下根系分布 草地早熟禾地上生物量随践踏强度的增大先上升后下降,轻度处理组地上生物量最大且显著高于重度处理组。高羊茅地上生物量随践踏强度的增大持续下降,对照组地上生物量最大,显著高于重度处理组($P<0.05$),对照组、轻度和中度处理组间均无显著差异。

草地早熟禾地下根系的分布为 0~5 cm 根质量约占根系总质量的 90%以上,践踏处理后,轻度处理组 0~5 cm 根质量显著大于其余处理组,为6.452

g,占根系总质量的 95%,其余处理组间无显著差异;高羊茅 0~5 cm 根系占总根系比重为 85%左右,较草地早熟禾低,除 10~15 cm 根质量外其余均无显著差异,10~15 cm 根质量随践踏强度的加大所占比重逐渐减少,对照组和轻度处理组间无显著差异,中度和重度处理组 10~15 cm 根质量较 5~10 cm 有较大幅度的下降。草地早熟禾地下根茎数和根茎干质量在各处理间均有显著差异,以轻度处理组为最高,但各处理间根茎总长度无显著差异。

表 2 不同践踏处理下两种草坪草的地上生物量和根系分布特征

Table 2 Aboveground biomass and root distribution characteristics of two kinds of turf grasses with different traffic treatments				
践踏处理 Traffic treatment	草地早熟禾 <i>Poa pratensis</i>			
	对照 Control	轻度 Mild	中度 Moderate	重度 Severe
地上生物量 Aboveground biomass/g·78.5 cm ⁻²	6.834±0.346ab	7.585±0.688a	6.526±0.931ab	5.790±0.312b
0~5 cm 根质量 Weight of root (0~5 cm)/g	3.708±0.273b	6.452±0.241a	4.035±0.449b	3.795±0.401b
5~10 cm 根质量 Weight of root (5~10 cm)/g	0.252±0.076a	0.215±0.081a	0.252±0.047a	0.257±0.098a
10~15 cm 根质量 Weight of root (10~15 cm)/g	0.171±0.018a	0.106±0.056a	0.129±0.034a	0.095±0.042a
地下根茎数 Number of underground rhizome	75.000±2.055b	84.000±3.300a	66.000±3.091c	48.000±5.910d
根茎总长度 Total length of underground rhizome	233.000±24.783a	237.000±24.944a	250.000±27.084a	171.000±22.983a
根茎干质量 Dry weight of underground rhizome/g	0.834±0.014b	0.974±0.052a	0.792±0.043b	0.590±0.053c

践踏处理 Traffic treatment	高羊茅 <i>Festuca arundinacea</i>			
	对照 Control	轻度 Mild	中度 Moderate	重度 Severe
地上生物量 Aboveground biomass g/78.5 cm ⁻²	13.427±2.111a	13.250±0.965a	11.020±0.844ab	8.480±0.563b
0~5 cm 根质量 Weight of root (0~5 cm)/g	2.986±0.602a	2.871±0.370a	2.722±0.474a	3.222±0.450a
5~10 cm 根质量 Weight of root (5~10 cm)/g	0.317±0.128a	0.386±0.058a	0.364±0.119a	0.306±0.038a
10~15 cm 根质量 Weight of root (10~15 cm)/g	0.264±0.043a	0.228±0.025ab	0.154±0.071b	0.153±0.012b
地下根茎数 Number of underground rhizome	—	—	—	—
根茎总长度 Total length of underground rhizome	—	—	—	—
根茎干质量 Dry weight of underground rhizome/g	—	—	—	—

3 讨论与结论

践踏 1 周和持续践踏 3 周后,草地早熟禾和高羊茅分蘖数随着践踏强度的增大呈先升高后下降趋势,持续践踏 6 周后表现为持续下降。草地早熟禾对照组和轻度处理组随着践踏时间的延续呈现上升趋势并表现出显著差异($P < 0.05$),均以第 6 周分蘖数为最高。高羊茅对照组随着践踏时间的延续,第 6 周的分蘖数显著高于前两个时间段,其余处理组随时间并未显示出显著差异。很多研究已经证实,适度践踏可以促进草坪草分蘖数的增加,但是随着践踏胁迫强度的增大,分蘖数显著下降^[15]。本试验结果同之前的研究一致。轻度践踏处理在一定程度上促进了草坪草分蘖,但是中度和重度处理一定程度上抑制了新的分蘖,部分老的分蘖枝在持续践踏下因受损严重无法及时恢复而枯萎死亡。草地早熟禾分蘖数多于高羊茅,可能与草地早熟禾拥有较多的地下根茎有关。持续践踏到 3 周时,轻度践踏处理可促进草坪草分蘖,且此时分蘖数最高,但持续践踏后,对照组的分蘖数达最高,说明草坪草可承受的践踏次数是有限的,践踏持续时间过长会造成分蘖数下降,使轻度处理的促进作用消失。

Trenholm^[16]认为,践踏会对草坪植株造成伤害,使植株生长减缓,草坪质量下降。本研究显示,不同践踏强度处理对草地早熟禾草坪质量有显著影响($P < 0.05$),但轻度践踏处理并未对草坪产生过大损伤,轻度处理下的草坪质量与对照组并无显著差异,随着践踏强度的加大,草坪质量逐渐下降。对于高羊茅,对照组一直优于其余处理组,践踏完成后,重度处理组草坪质量最差,这不仅跟践踏强度有关,也有可能是持续践踏处理产生的累积效应。

叶绿素可以吸收、传递和转化光能,可将光能转化为植物生理生化反应过程需要的化学能,因此叶绿素是光合作用中最为关键的色素分子,在植物的物质生产和再生中有十分重要的作用^[17-18]。周守标^[19]等认为,狗牙根叶绿素、可溶性糖和纤维素含量随践踏强度的加大都呈下降趋势,轻度践踏可促进草坪草叶绿素、可溶性糖和纤维素含量的积累。本研究结果显示,草地早熟禾和高羊茅叶绿素含量

随着践踏强度的加大大体呈下降趋势。草坪草叶绿素含量随着践踏时间的持续才逐步表现出显著差异($P < 0.05$)。践踏完成后,草地早熟禾轻度和中度处理组叶绿素含量显著高于对照组和重度处理组($P < 0.05$),高羊茅对照组叶绿素含量显著高于其余处理组。草坪草各处理叶绿素含量随着践踏时间的持续先升高后降低,原因可能是践踏处理期间,草坪草生长旺盛,光合作用强度增大,叶绿素分子活跃,含量增大,随着践踏的进一步进行,叶片受损程度加大,叶绿素分子降解,含量减少。

随着践踏强度的增加,坪床土壤紧实度升高,草地早熟禾植株地下 0~5 cm 根系的分布比重显著增大($P < 0.05$),大约占根系总质量的 90% 以上,5~10 和 10~15 cm 根质量依次呈下降趋势但无显著差异,可能是践踏造成土壤紧实,加大了根系向下生长的机械阻力,导致根系分布向上集中,0~5 cm 根系质量增加,5~10 和 10~15 cm 根质量减少。轻度践踏可以增加草地早熟禾地下根茎的数量和根茎干质量,但地下根茎总长度无显著变化。这说明践踏可以改变草坪草地下根系的分布及地下根茎数的发生和生长。地下根茎通常集中存在于 0~5 cm 土层,这可以解释践踏对草地早熟禾 0~5 cm 根质量有显著影响,可能是因为践踏影响根茎的发生和生长,影响到根系分布。也正是因为草地早熟禾地下根茎发达,而高羊茅没有或只有较小的根茎,草地早熟禾 0~5 cm 的根质量明显高于高羊茅。高羊茅地下根系的分布由浅至深逐步减少,只有 10~15 cm 根质量分布与其余处理组有显著差异,10~15 cm 根质量随践踏强度的加大所占比重逐渐减少。由于高羊茅没有或很少有地下根茎,践踏对 0~5 cm 根系分布影响较小,高羊茅 10~15 cm 地下根质量随着践踏强度的增大而减小并表现出显著差异,可能是践踏造成土壤紧实后,会间接影响根系抑制激素的生成,从而影响高羊茅的分蘖及其生长发育等,进而影响根系向下生长的能力。

参考文献

- [1] Douglas J T, Crawford C E. The response of a ryegrass sward to wheel traffic and applied nitrogen[J]. Grass and Forage Science, 2006, 48(2): 91-100.

- [2] Cattani D J, Clark K W. Influence of wear-stress on turf-grass growth components and visual density ratings[J]. Canadian Journal of Plant Science, 1991, 71(1): 305-308.
- [3] O'Neil K J, Carrow R N. Kentucky bluegrass growth and water use under different soil compaction and irrigation regimes[J]. Agronomy Journal, 1982, 74(6): 933-936.
- [4] 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.
- [5] 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]. 中国园林, 2007(7): 65-67.
- [6] Buttery B R, Tan C S, Drury C F, *et al.* The effects of soil compaction, soil moisture and soil type on growth and nodulation of soybean and common bean[J]. Canadian Journal of Plant Science, 1998, 78(4): 571-576.
- [7] Masle J, Passioura J B. The effect of soil strength on the growth of young wheat plants[J]. Functional Plant Biology, 1987, 14(6): 643-656.
- [8] Atwell B J. The effect of soil compaction on wheat during early tillering. I. Growth, development and root structure[J]. New Phytologist, 1990: 29-35.
- [9] Goodman A M, Ennos A R. The effects of soil bulk density on the morphology and anchorage mechanics of the root systems of sunflower and maize[J]. Annals of Botany, 1999, 83(3): 293-302.
- [10] Oussible M, Crookston R K, Larson W E. Subsurface compaction reduces the root and shoot growth and grain yield of wheat[J]. Agronomy Journal, 1992, 84(1): 34-38.
- [11] 黄登峰, 姬承东, 赵运林. 草坪草耐践踏性研究进展[J]. 安徽农业科学, 2008(8): 3216-3218.
- [12] 刘晚苟, 山仑. 植物对土壤紧实度的反应[J]. 植物生理学通讯, 2001, 37(3): 254-260.
- [13] 孙吉雄. 草坪学[Z]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 41.
- [14] 赵汝. 转 DREBI 基因高羊茅及其子代的抗性研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [15] 任永宽. 四川野生狗牙根耐践踏性研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2004.
- [16] Trenholm L E, Carrow R N, Duncan R R. Mechanisms of wear tolerance in seashore paspalum and bermudagrass[J]. Crop Science, 2000, 40(5): 1350-1357.
- [17] 骆娟. 高羊茅抗寒性生理及分子机理研究[D]. 福建: 福建农林大学, 2008.
- [18] 潘瑞炽, 董愚得. 植物生理学[M]. 第五版. 北京: 高等教育出版社, 2004: 83.
- [19] 周守标, 王晖. 践踏胁迫对两种暖地型草坪草叶片形态及生理的影响[J]. 草业学报, 2004, 13(5): 70-74.

Effects of traffic stress on growth of tall fescue and Kentucky bluegrass

QI Feng, ZHENG Yang-fan, SONG Gui-long

(Turf Institute of Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The research was made, using tall fescue (*Festuca arundinacea*) and Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) as experimental materials, on the changes of number of tillers, turf quality, turf color, ground biomass, soil compaction and roots distribution after different traffic stress treatments on them. It showed that light traffic could improve the number of tillers, turf quality, turf color and ground biomass, then improve the use value of turf. With the increasing of traffic intensity, soil compaction of flat bed increased and 0—5 cm root distribution of Kentucky bluegrass and 10—15 cm root distribution of tall fescue were also changed.

Key words: traffic stress; number of tillers; turf quality; soil compaction; root distribution

Corresponding Author: SONG Gui-long E-mail: syihan@163.com