

不同践踏强度对鹅绒委陵菜地上部生长的影响

马国良, 汤青川, 沈宁东, 李 宁, 韦梅琴, 韩海明

(青海大学 农牧学院, 青海 西宁 810016)

摘 要:以鹅绒委陵菜为试材,采用人工践踏的方式研究了不同践踏强度对鹅绒委陵菜地上部生长的影响。结果表明:践踏对鹅绒委陵菜草坪的表观质量产生较大影响,随着践踏生长期的延长,在中度和重度践踏下,致使鹅绒委陵菜草坪高度、密度、均一性和表观形质下降;对其基株的复叶数和长度、匍匐茎的数量和长度、地上和地下生物量,随着践踏强度的加强呈下降趋势,而匍匐茎的茎粗大小不受其影响;同时鹅绒委陵菜草坪的反弹系数、滚动摩擦距离随着不同践踏强度的加强,而呈增大的趋势。

关键词:践踏;鹅绒委陵菜;生物量

中图分类号:S 688.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)23-0081-05

近年来,随着城乡休闲、旅游业的发展,我国的草坪业发展迅猛,各大中城市纷纷建设草坪。然而发展草坪业需要大批品质优良的草种,我国建植草坪的草种和种子基本上依赖进口。据不完全统计,1996年我国进口的草坪草种子约1 000 t,1997年达2 000 t,1998年在3 000 t左右^[1]。进口草种不但耗费国家大量外汇,而且引进的草种多因不适应当地气候条件而导致建植失败,故而研究我国自己的草坪草种很有必要。国外对于草坪的研究始于20世纪60年代左右,而我国则更晚,同时我国在草坪耐践踏研究方面比较浅,不管是耐磨还是抗压^[2],其研究手段仍处于传统的测定草坪的生物学、形态学、生理学、解剖学指标的研究水平上^[3]。我国具有丰富的当地地被植物物种资源,其适应性广、抗逆性强,对环境条件的要求不严,可从中选择生长势强、覆盖好、观赏期

长、容易繁殖而且生长迅速的植物^[4],作为城市公园、风景点道路绿化的铺地材料。

青藏高原因其独特的自然条件,大量分布有克隆生长特性的植物,其中鹅绒委陵菜就是比较典型的物种^[5]。鹅绒委陵菜(*Potentilla anserina* L.)属蔷薇科委陵菜属,是一种典型的匍匐茎型莲座状草本植物,多分布于海拔500~4 300 m的草甸、河漫滩和畜圈附近^[6]。具有繁殖快、生长迅速、抗逆性强,栽培管理简单,将其种植后,呈半野生状态,节约用水,植被费用成本低,是近年来备受关注的野生地被植物新秀,具有耐踩踏,绿色期长,花、叶均可观赏的特点,而其它草坪植物均以观叶为主,因此,鹅绒委陵菜可建单一观赏草坪,也可在其它草坪中镶嵌、镶边,因其花色亮丽,效果颇佳,是具有广阔开发前景的草坪草^[7]。因此,现通过对青藏高原特有野生地被植物鹅绒委陵菜采用人工不同践踏强度的试验,以期观赏草坪的建植及其科学的养护和管理,合理有效的选择耐践踏地被植物,以利于新兴绿化植物材料在城市园林中的推广和应用,提供一定的理论依据和实践参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地选在青海大学生态园蕨麻资源试验区,土壤

第一作者简介:马国良(1962-),男,青海西宁人,本科,副教授,现主要从事植物生态方面的教学与科研工作。E-mail: qdmgl@126.com.

责任作者:汤青川(1961-),男,本科,副教授,现主要从事园艺学等方面的教学与科研工作。

基金项目:青海省科技厅重点科技攻关资助项目(2008-N-508)。

收稿日期:2012-07-17

Abstract: Effects of chilling and gibberellin on release dormancy and flowering regulation of *Lilium pumilum* were studied by bulbs of *Lilium pumilum* which were refrigerated for 15, 30, 45, 60 days at 4°C and for 45 days at 4°C combined treatment with 200 mg/L gibberellin. The results showed that the longer refrigerating, the shorter times of the bulb dormancy required. Treatment with 200 mg/L gibberellin compared to the control, 3 days could be shorten for the time of release dormancy, 5 days could be shorten from building stage to squaring stage. The bulbs of *Lilium pumilum* treated with gibberellin could accelerate the bulbs to release dormancy, bloom earlier.

Key words: *Lilium pumilum*; refrigerated; release dormancy; gibberellin; flowering regulation

肥力中等,土壤类型为栗钙土。

1.2 试验材料

试材为试验资源区内的鹅绒委陵菜,为野生采集移植已经自然生长 2 a 以上的植株,生长良好。

1.3 试验方法

试验于 2011 年 5 月 25 日开始,至 2011 年 8 月 4 日结束,期间共践踏 24 次。践踏处理采用固定人员体重为 54 kg,对草坪进行人为践踏,践踏强度设 4 个处理,即 A(CK)未践踏、B 为轻度处理(来回践踏 5 次/d)、C 为中度处理(来回践踏 15 次/d)、D 重度处理(来回践踏 25 次/d),小区面积为 3 m²,试验过程中不施肥,不修剪。

草坪植被的高度采用随机植株测定法,测其自然高度;密度是单位面积内鹅绒委陵菜分蘖的子株数量;草坪均一性采用均匀度法;地上生物量采用收获法测定,地下生物量采用分层挖土法分别冲洗、烘干、称重;土壤容重采用环刀法;草坪土壤总孔隙度、土壤容重计算;草坪反弹系数和滚动摩擦性能由特定的工具和公式计算:反弹系数的测定是将被测区地面上用一个均匀的球(篮球)在一定高度(100 cm)自由下落,目测并记录第 1 次反弹高度,然后计算反弹系数:反弹系数(%)=反弹高度(cm)/下落高度×100。滚动摩擦性能的测定是将一个均匀圆滑的篮球将从固定斜面(45°)的固定位置自由滚下,分别从迎坡和顺坡滚下,测定滚动距离,然后计算滚动摩擦性能:滚动距离=2×迎坡滚动距离×顺坡滚动距离/(迎坡滚动距离+顺坡滚动距离)。践踏试验结束后,对鹅绒委陵菜地上及地下部生物量进行采收,对其鲜重进行测定并记录。

2 结果与分析

2.1 不同践踏强度对鹅绒委陵菜植株高度、密度、颜色、均一性、质地的影响

由图 1 可看出,未践踏的鹅绒委陵菜植株高度为 14 cm,中度和轻度践踏后其植株高度分别为 5~7 cm,而重度践踏后其高度只有 4 cm。由于践踏磨损作用,鹅绒委陵菜的地上复叶和匍匐茎直接受到了机械损伤,使

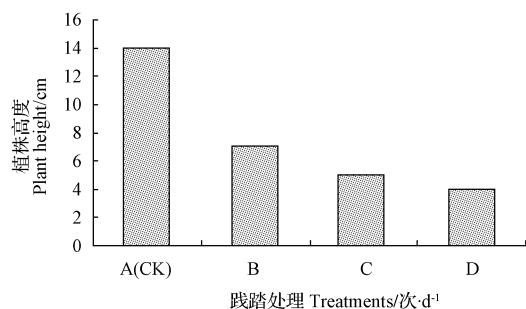


图 1 不同践踏强度对鹅绒委陵菜植株高度的影响

Fig. 1 Effects of different trampling intensities on the plant height of *Potentilla anserina* L.

其植株生长高度随着践踏强度的加强逐渐降低。

由表 1 可看出,随着践踏强度的加强,单位面积内鹅绒委陵菜植株的子株数(分蘖)明显减少,重度践踏后的密度明显低于中度和轻度践踏,显著低于未践踏的密度。同时植株的表观质量也均有不同程度的下降。重度、中度和轻度践踏后的鹅绒委陵菜草坪不均匀,而未践踏的鹅绒委陵菜草坪生长很均匀;其植株的颜色随着践踏强度的加强颜色由浅绿色逐渐变为灰绿色,未践踏的呈绿色;重度践踏后的鹅绒委陵菜草坪质地比中度、轻度践踏后的质地硬,而未践踏的比较松软。综上所述,重度践踏后的鹅绒委陵菜草坪表观质量最差,说明践踏对鹅绒委陵菜茎、叶有很大的损伤,对其草坪表观质量有直接的影响,所以鹅绒委陵菜不宜种植在人们休闲践踏严重的地方,而作为草坪中的镶嵌、镶边、点缀为主的观赏性草坪草。

表 1 不同践踏强度对鹅绒委陵菜坪草密度、颜色、均一性、质地的影响

Table 1 Effects of different trampling intensities on the density, color, homogeneity and texture of *Potentilla anserina* L.

处理 Treatments	密度 Density /分蘖数·m ⁻²	颜色 Color	均一性 Homogeneity	质地 Texture
A(CK)	720	绿色	很均匀	软
B	580	浅绿色	均匀	中
C	470	浅绿色	较均匀	中
D	430	灰绿色	不均匀	硬

2.2 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株生长的影响

2.2.1 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株复叶数的影响

基株是鹅绒委陵菜生长最初形成的源株。随着基株生长期的延长,对其进行不同处理的践踏,其复叶数也随着践踏强度的加强有明显的变化,由图 2 可看出,未践踏(A 处理)的基株的复叶数随着生长期的持续缓慢增多,从 5 月 25 日至 8 月 4 日间呈上升趋势,复叶数达到 10.6 片;而轻度践踏(B 处理)、中度践踏(C 处理)及重度践踏(D 处理)的鹅绒委陵菜基株的复叶数随生长期的持续逐渐减少,在 5 月 25 日至 8 月 4 日间呈下降趋势,尤以 D 处理比 B 处理、C 处理下降最为明显复叶数仅有 5.4 片。这是由于重度践踏后对基株地上茎叶造成直接损伤或某些叶片因踩踏导致死亡,从而影响其正常生长,故重度践踏后使鹅绒委陵菜基株的复叶数逐渐下降。

2.2.2 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株复叶长的影响

鹅绒委陵菜基株的复叶长度在不同的践踏强度条件下显示出逐渐增长的趋势,由图 3 可知,从 5 月 25 日至 8 月 4 日间生长期中,在不同的践踏强度下复叶生长的长度有明显的差异。A 处理条件下复叶的长度随着践踏生长期的延长而增加达 14.37 cm, D 处理与 B 处理和 C 处理相比随着践踏生长期的延长,从 5 月 25 日至 6 月

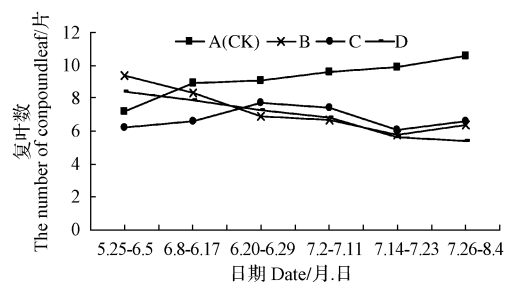


图2 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株复叶数的影响

Fig. 2 Effects of different trampling intensities on genet number of compound leaf of *Potentilla anserina* L.

29日之间生长趋于平稳与恢复之中,复叶的长度增加缓慢,从6月29至8月4日之间复叶的长度逐渐增加,但复叶的长度最长为10.46 cm,因此可看出D处理与A处理之间有明显的差异。研究指出,重度践踏显著降低了结缕草和假俭草的叶片长度^[8],但A处理与B处理和C处理之间差异不明显,说明轻度践踏条件下,复叶的长度随着践踏期的延长而增加,表明了鹅绒委陵菜具有较强的可塑性和耐践踏性,个体和群体生长的活力并未因轻度践踏而减弱,从而形成较好的草坪结构质量。

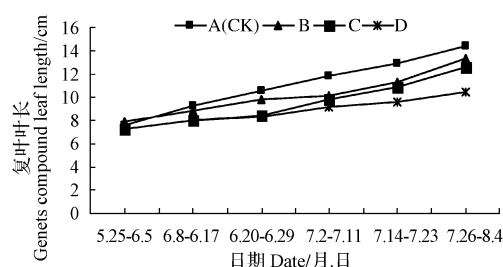


图3 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株复叶长度的影响

Fig. 3 Effects of different trampling intensities on genet compound leaf length of *Potentilla anserina* L.

2.3 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株匍匐茎生长的影响

2.3.1 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株匍匐茎数量的影响 随着鹅绒委陵菜的生长期延续,从基株的基部萌发长出匍匐茎,色泽为紫红色。在不同的践踏强度下鹅绒委陵菜基株匍匐茎的数量增长存在差异性。由图4可看出,A处理的匍匐茎增长数量在5月25日至7月11日生长平稳上升,从7月11日至8月4日匍匐茎数量增长迅速达6.8条。B、C处理在5月25日至8月4日间匍匐茎数量增长较缓慢且较少,分别为4.2条和3.75条,而D处理在此期间匍匐茎数量增长只有3.35条,只有A处理匍匐茎数量增长的一半,说明重度践踏导致某些匍匐茎的组织器官受到破坏而不能正常生长,甚至践踏致死,使鹅绒委陵菜匍匐茎数量和子株数减少,直接影响到了鹅绒委陵菜草坪密度、均一性及质地。

2.3.2 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株匍匐茎长度的影响

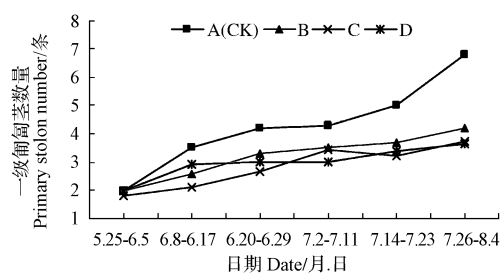


图4 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株一级匍匐茎数量的影响

Fig. 4 Effects of different trampling intensities on genet primary stolon number of *Potentilla anserina* L.

影响 由图5可看出,不同践踏处理下的鹅绒委陵菜基株的匍匐茎长度,在5月25日至6月29日之间有一个较快生长的上升阶段,持续约35 d左右,其平均日增长量约为2.44 cm;从6月29日之后,匍匐茎在处理A、B、C条件下生长趋于缓慢上升,而D处理条件下其生长有下降趋势,其平均日增长量约为1.89 cm,说明重度践踏条件下对鹅绒委陵菜基株的匍匐茎具有一定的损伤,对其生长影响很大。

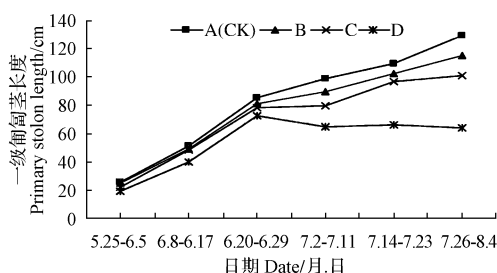


图5 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株一级匍匐茎长度的影响

Fig. 5 Effects of different trampling intensities on genet primary stolon length of *Potentilla anserina* L.

2.3.3 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株匍匐茎上子株数的影响 由图6可看出,不同处理条件下鹅绒委陵菜匍匐茎上的子株数,从5月25至8月4日之间随着生长期的延续,处理A、B、C、D产生的子株数量增加呈上升趋势,尤其A处理的增长速度优于B、C、D处理。但从6月29日之后,随着践踏强度次数的增加,D处理生长速度开始变为缓慢,几乎不再增加子株数量,结果表明,随着践踏强度的增强,鹅绒委陵菜的分株强度逐渐下降,因为子株数的多少是衡量分株强度的指标^[9],也是密度大小的构成因子。

2.3.4 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株匍匐茎茎粗的影响 由图7可看出,不同践踏处理下的鹅绒委陵菜基株匍匐茎的茎粗随着践踏生长期的延长,其基株匍匐茎的茎粗大小不一样,A处理下匍匐茎茎粗增长量大于处理B、C、D,而B、C、D处理间的茎粗增长量均无明显差异,说明践踏处理对鹅绒委陵菜基株匍匐茎的茎粗大小影响不明显。

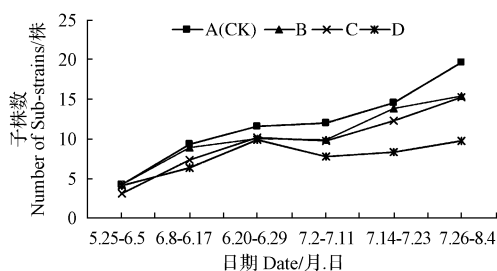


图6 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株一级匍匐茎上子株数的影响

Fig. 6 Effects of different trampling intensities on number of sub-strains of genets primary stolon of *Potentilla anserina* L.

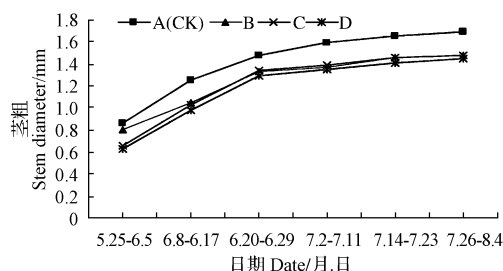


图7 不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株一级匍匐茎茎粗的影响

Fig. 7 Effects of different trampling intensities on stem diameter of genets primary stolon of *Potentilla anserina* L.

2.4 不同践踏强度对鹅绒委陵菜地上和地下部生物量的影响

不同的践踏强度对鹅绒委陵菜地上和地下生物量鲜重有明显的影响,由表2可看出,随着践踏强度的加强,鹅绒委陵菜地上生物量鲜重呈现下降的趋势,经方差分析结果表明($P < 0.01$),处理D与处理C之间无显著性差异,但与处理B、处理A之间有显著性差异,且与处理A有极显著性差异。说明重度践踏对鹅绒委陵菜地上部基株茎叶已造成很大损伤,从而减少了光合作用茎叶的面积,严重影响其光合作用和光合速率,致使鹅绒委陵菜地上部营养物质的合成和积累减少,从而影响其地上部茎叶的生长和生物量的积累。

表2 不同践踏强度对鹅绒委陵菜地上和地下生物量鲜重的影响

Table 2 Effects of different trampling intensities on the fresh weight of above and below ground biomass of *Potentilla anserina* L.

处理 Treatments	生物量 Biomass/g · m ⁻²	
	地上部生物量 Above ground biomass	地下部生物量 Below ground biomass
A(CK)	561.40aA	106.89Aa
B	512.05abAB	85.52abA
C	454.00bcAB	72.29Ba
D	382.01cB	38.74cB

注:不同小写字母表示显著水平($P < 0.05$),不同大写字母表示极显著水平($P < 0.01$),下同。

从表2还可看出,践踏不仅使鹅绒委陵菜地上部茎

叶受到了损害,而且地下生物量也受到了较大影响,经方差分析,处理D与处理C、处理B、处理A之间有显著性差异($P < 0.05$),且与处理B、A之间有极显著性差异($P < 0.01$)。表明当地上部茎叶因随着践踏强度的增加受到损伤后,其地下根部也间接受到了创伤,抑制了地下块根的膨大和生长发育,导致鹅绒委陵菜基株存活率降低和地下生物量的下降。

2.5 不同践踏强度对草坪反弹系数和滚动摩擦性能的影响

草坪的反弹系数和滚动摩擦性能与鹅绒委陵菜草坪的高度、密度、盖度、均一性、质地等因素有密切联系。由于践踏对鹅绒委陵菜的基株造成较大的损害,随着践踏强度的加强,鹅绒委陵菜草坪质地呈下降趋势,使小区内的植被裸地面积逐渐增大。由图8可看出,随着践踏强度的加强,鹅绒委陵菜草坪的反弹系数随之增高达57%,滚动距离也随之增长达235.13 cm,均呈逐渐上升的趋势,说明重度、中度践踏对鹅绒委陵菜草坪质地的均一性、高度和密度具有很大的影响作用。

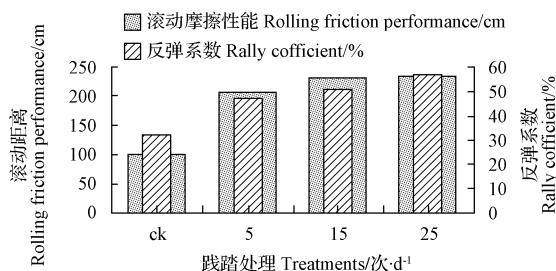


图8 不同践踏强度对鹅绒委陵菜草坪反弹系数和滚动摩擦性能的影响

Fig. 8 Effects of different trampling intensities on rally coefficient and rolling friction performance of *Potentilla anserina* L.

3 结论与讨论

不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株高度、密度、颜色、均一性和质地均有不同程度的影响。随着践踏强度的加强,鹅绒委陵菜基株生长高度、子株数逐渐减少,同时基株的颜色由绿色逐渐变为灰绿色,草地的均一性、质地表现质量逐渐变差,表明重度、中度践踏对其生长发育影响较大,因此鹅绒委陵菜不宜种植在休闲人群聚集践踏严重的地方,而可作为草坪中的镶嵌、点缀为主的观赏性草坪草。

不同践踏强度对鹅绒委陵菜基株的复叶数和长度具有一定的影响,随着践踏期的延长,重度、中度践踏后对鹅绒委陵菜的茎叶损伤加重,使基株的复叶数呈下降趋势;而基株复叶的长度随着践踏期的延长略呈上升趋势,尤其是轻度践踏长度增长明显,表明了鹅绒委陵菜具有较强的可塑性和耐践踏性,个体和群体的生长活力

并未因轻度践踏而减弱。

鹅绒委陵菜基株匍匐茎的数量、长度、匍匐茎上的子株数及茎粗大小,随着践踏强度的不同表现出不同的形态反应,在重度践踏下其匍匐茎数量、长度及子株数呈下降趋势;而在轻度践踏下呈缓慢上升趋势,但践踏对匍匐茎的茎粗影响不明显,表明了野生鹅绒委陵菜具有较强的抗逆性。

不同践踏强度对鹅绒委陵菜地上、地下生物量具有一定的影响,随着践踏生长期的延长和强度的加强,不仅对其地上茎叶的生长造成创伤,使其光合叶面积减少,光合速率降低,导致地上生长缓慢营养物质的合成和积累减少,而且对地下根系的生长发育和块根的膨大受到抑制,使基株的存活率降低、生物量明显减少。

反弹系数和滚动摩擦性能是衡量草坪草质量的指标,随着践踏胁迫强度的增强,鹅绒委陵菜草地质地呈下降趋势,反弹系数和滚动摩擦距离均呈增大的趋势,所以重度、中度践踏对鹅绒委陵菜草坪质地的均一性、高度和密度具有很大的影响作用,未践踏和轻度践踏的则与之相反。

不同践踏强度对鹅绒委陵菜所造成的损伤是否影响翌年基株的发芽和成活率尚待进一步研究。不同强

度的践踏作用改变了土壤物理结构,使之坚实度增大是否抑制野生鹅绒委陵菜地下块根膨大和根的死亡需进一步探讨。

参考文献

- [1] 石定燧,秦明,阿不来提.野生地被植物-鹅绒委陵菜研究初报[J].草原科学,1999,16(6):9-10.
- [2] 董洁,王康,董宽虎.不同践踏程度对观赏草坪的影响[J].中国草地学报,2008,30(2):93.
- [3] 任永宽,干友民,李志丹,等.草坪草耐践踏性的形态学、生理学及解剖学研究进展[J].草叶前沿,2004(4):14-16.
- [4] 王昌腾,林云跃.丽水乡土地被植物资源及在园林中的选用[J].安徽农业科学,2006,34(4):653-654.
- [5] 张彦芬.不同生境下鹅绒委陵菜的生长繁殖特性[J].安徽农业科学,2009,37(7):2901-2902.
- [6] Eriksson O. Mobility and clonal growth in *Potentilla anserina* [J]. Oikos, 1986,46:82-87.
- [7] 杨晓杰,李波,常水晶.鹅绒委陵菜根、叶的结构特征及其与环境关系的研究[J].黑龙江环境通报,2004,28(2):91-92.
- [8] 王晖,周守表.践踏对野生假俭草和结缕草叶几项生理指标的影响[J].南京林业大学学报,2004,28(1):28-30.
- [9] Lovett D L. Pulation dynamics and local specialization in a lonal peren-tial(*Ranunculus repens*). Responsens to light and nutrient supply[J]. Ecol, 1987,75:555-568.

Effects of Different Trampling Intensities on Overground Part Growth of *Potentilla anserina* L.

MA Guo-liang, TANG Qing-chuan, SHEN Ning-dong, LI Ning, WEI Mei-qin, HAN Hai-ming
(College of Agricultural and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining, Qinghai 810016)

Abstract: Taking *Potentilla anserina* L. as test material, the effect of different trampling intensities on the overground part growth of *Potentilla anserina* L. were studied by using artificial trampling. The results showed that there was significant impact on apparent quality of the lawn of *Potentilla anserina* L. with the prolong of growing season, The height, density, uniformity and apparent quality of *Potentilla anserina* L. were decreased under the condition of moderate and severe degree of trample. With the strengthening of trampling intensity, the diameter of stolon had not changed, the number and length of stolon and compound leaf of stock plant and the above and below ground biomass were decreased. Rebound coefficient and rolling friction distance of the lawn of *Potentilla anserina* L. were increased with the strengthening of trampling intensity.

Key words: trampling intensity; *Potentilla anserina* L.; amount of grow