

青海扁茎早熟禾种群变化特征

伍磊^{1,2},周青平^{1,2},刘文辉¹,颜红波¹,贾志锋¹

(1. 青海省畜牧兽医科学院草原所,青海 西宁 810016; 2. 青海大学,青海 西宁 810013)

摘要:青海扁茎早熟禾(*Poa pratensis* cv. Qinghai)具有根系发达、适口性好、抗寒、耐旱等特点,通过对青海扁茎早熟禾栽培种群的冬眠构件、种群的地下生物量特征、生殖方式和种内竞争的分析 and 讨论得出,青海扁茎早熟禾地下生物量第1—4年呈逐年上升的趋势,第4年达到最大值(1 014 g/m²)后逐渐降低,第2年增长速度最快。冬眠苗和冬眠芽第1年数量最高,分别为185.8±25.34和137.67±28.97株,之后逐年降低。亲株数量第4年达到最大值(672.3±37.74株),呈先增多后降低的趋势。地下生物量最符合的曲线拟合模型为“S”曲线: $y=e^{7.355-1.939/t}$ ($P<0.01$),“S”曲线的时序为,第1年为调整期,第2年为对数期,第3年、第4年和第5年为稳定期,第6年后为衰退期。第1年和第2年进行无性繁殖,第3年和第4年进行有性繁殖,第5年和第6年有性繁殖和无性繁殖能力都衰退。草地植物的有性繁殖可能是导致无性繁殖衰退及栽培草地衰退的原因。

关键词:青海扁茎早熟禾;地下生物量;冬眠构件;繁殖

中图分类号:S543+.901;Q948.15

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2011)06-1070-05

*¹ 青海扁茎早熟禾(*Poa pratensis* cv. Qinghai)为禾本科多年生根茎植物,具有根系发达、适口性好、抗寒、耐旱等特点,适宜在高寒地区种植。目前已对其种群地上生物量积累动态、地下生物量垂直动态和栽培特征做了一定的研究^[1-7]。研究发现,条播的种群第1年和第2年进行无性繁殖占据空间,第3年和第4年种子收获高峰期后种群渐渐衰落或者说栽培草地开始退化。

草地退化与恢复是目前草地生态系统研究的重要内容之一^[8]。天然草地退化的原因主要被归结于气候的变化及人为的不合理利用^[9-10],栽培草地退化的原因主要被归结于管理不当^[11-12],草地恢复策略中也主要提及加强管理和提高草品质等恢复措施^[13-16],在国内很少有学者讨论草地自身生长规律导致的草地退化。草地生产系统存在着系统相悖^[17],同样种间和种内也存在生长相悖,同时种内的密度制约也会导致种内生长和种内抑制生长的相悖。

本研究通过对青海扁茎早熟禾栽培种群的冬眠构件、种群的地下生物量特征、生殖方式和种内竞争的分析 and 讨论,说明草地退化原因以及讨论退化草地恢复的新思路,为其在物种适应特征、草地畜牧业生产、生态环境治理、维护生态系统平衡等方面的研究 and 应用提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地设在青海省畜牧兽医科学院草原所试验站,位于西宁市城北区,地理坐标36°43' N,101°45' E,海拔2 295.2 m,年均温5.5℃,最冷月1月均温-7.9℃,最热月7月均温16.8℃,年均降水量402.3 mm,年蒸发量1 310.8 mm,年平均相对湿度56%,全年日照时间2 618.3 h,无霜期150 d,≥0℃年积温2 723.2℃·d,≥10℃年积温2 230.5℃·d。土壤为灌溉栗钙土^[2,6-7]。

1.2 研究方法 供试材料为青海扁茎早熟禾,由青海省畜牧兽医科学院草原所提供,于每年的成熟期收取种子。

青海扁茎早熟禾分别于2005年6月、2007年6月和2009年6月进行条播,小区面积2 m×5 m,每小区种植4行,共20 m样段。播量24 kg/hm²,行距50 cm,播时施磷酸二铵225 kg/hm²。种子成熟后刈割地上部分。

地下生物量和冬眠构件均于2009年和2010年的10月初(枯黄期前)取样。2005年播种的分别取生长第5年和第6年的样,2007年播种的分别取生

* 收稿日期:2011-04-22 接受日期:2015-05-06
基金项目:“现代农业产业技术体系建设专项”资金;公益性行业专项“青海牧区优质高效饲草生产利用技术与示范”(201003023);农业部“青藏高原牧草种质资源保护利用”(070401)
作者简介:伍磊(1985-),男,湖南澧县人,在读硕士生,研究方向为牧草栽培育种。E-mail:dl_wlei@126.com
通信作者:周青平 E-mail:qpqzh@yahoo.com.cn

长第3年和第4年的样,2009年播种的分别取生长第1年和第2年的样。地下生物量取20cm样段,6次重复。带回,洗净,风干,测量。2009年和2010年9月初记生殖枝和营养株数。于2010年10月计量第4、6年的根密度,取样面积为25cm×25cm,3次重复。根密度取样深度30cm(分0~5、5~10、10~15、15~20、20~30cm5层),每层于地面分别计量根茎和毛根数。冬眠构件每小区取5个大小为25cm×25cm样方。把带回的样洗净根部泥土,逐一计数每个无性系分蘖丛的亲株、冬眠苗和冬眠芽龄级。拔节的亲株作为亲株;刚破土变绿的营养苗和未拔节的亲株,一并作为冬眠苗;从刚萌生到尚未破土的全部芽一并作为冬眠芽。生殖枝为抽穗的枝条,营养株数=亲株数-生殖枝数。

1.3 数据分析 把20cm样段地下生物量以及25

cm×25cm根密度、根比面积和根表面积指标折算成1m²的量。用Excel对所有数据进行初步处理,用SPSS 16.0对各年份间地下生物量变化进行方差分析,对地下生物量变化趋势进行曲线拟合,对各构件年龄结构进行方差分析,对冬眠苗、冬眠芽和亲株的年际变化趋势进行曲线拟合。

2 结果

2.1 根系变化特征

2.1.1 根密度变化特征 根茎密度第4年>第6年,毛根密度除20~30cm层表现为第6年>第4年,其余各层均表现为第4年>第6年,毛根密度每层年份间的差别没有根茎密度明显。根茎密度体现了植物无性繁殖能力,根茎密度第4年远远大于第6年(图1),这说明从第4年到第6年,至少扁茎早熟禾的无性繁殖能力在退化。

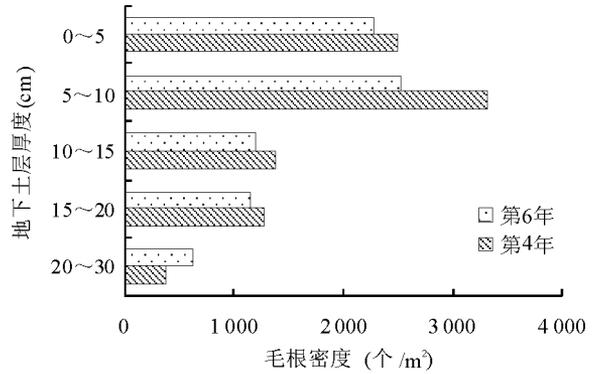
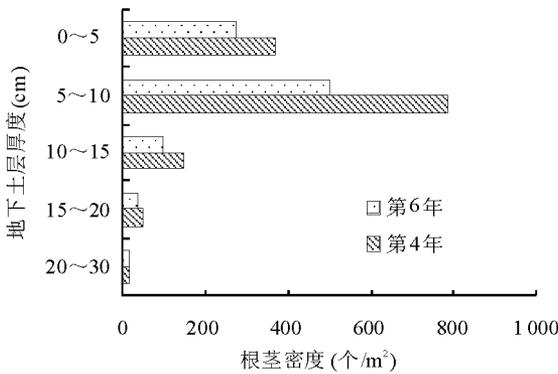


图1 早熟禾根茎和毛根密度分布

2.1.2 地下生物量的时序变化特征 青海扁茎早熟禾地下总生物量第1年到第4年呈逐年上升的趋势,第4年达到最大值(1 014 g/m²)后逐渐降低,第2年增长速度最快(图2)。

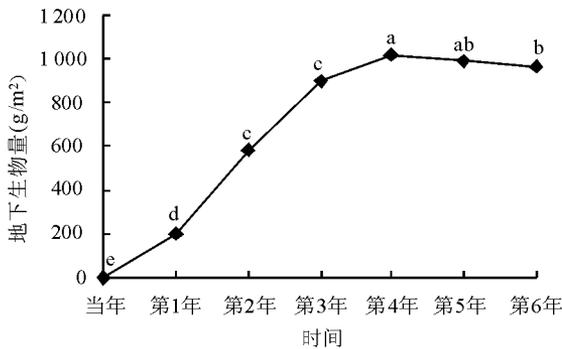


图2 早熟禾地下生物量的时序变化特征

注:图中不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

2.1.3 地下生物量时序变化的曲线拟合 青海扁茎早熟禾地下生物量前6年变化趋势符合“S”曲线(图2),曲线拟合模型为: $y = e^{7.355 - 1.939/t}$ (P<0.01)(y为地下生物量,t为时序)。

2.2 冬眠构件特征

2.2.1 冬眠构件数量和结构特征 青海扁茎早熟禾根茎节处分蘖的各构件组成,每年均以亲株数量最高,冬眠苗次之,冬眠芽数量最低(表1)。冬眠苗和冬眠芽所占的比重呈逐年降低的趋势,而亲株的比重呈逐年增加的趋势。第6年冬眠苗和冬眠芽的比重甚至不足20%。

冬眠苗和冬眠芽的数量逐年减少,冬眠苗和冬眠芽以第1年数量最高,分别为185.80±25.34和137.67±28.97株;第6年达最低值,分别为32.50±11.47和29.46±8.93株。亲株数量呈先

表 1 青海扁茎早熟禾冬眠构件及枝条特性

株

生长年限	亲株	冬眠苗	冬眠芽	营养株	生殖枝
第 1 年	185.50±40.77e	185.80±25.34a	137.67±28.97a	184.00±40.15b	1.50±1.05c
第 2 年	456.00±46.45c	137.60±18.11b	127.00±28.14a	415.40±51.49a	40.60±6.02b
第 3 年	597.50±52.12b	134.00±14.72b	112.75±9.43a	472.00±102.74a	125.00±15.51a
第 4 年	672.30±37.74a	126.40±13.47b	102.50±6.37a	535.80±69.52a	157.30±18.50a
第 5 年	295.40±26.64d	36.20±16.02c	31.40±7.27b	246.40±31.37b	49.00±5.39b
第 6 年	217.60±25.93e	32.50±11.47c	29.46±8.93b	278.40±26.96b	57.97±34.29b

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

增多后降低的趋势,第 1 年数量最低,为 185.50±40.77 株;第 2 年数量开始增加,第 4 年达到最大值,为 672.3±37.74 株;第 5 年、第 6 年数量降低。

2.2.2 冬眠构件数量特征的曲线拟合 对青海扁茎早熟禾的冬眠构件进行了曲线拟合,得出,冬眠苗的数量生长 R 值最大的为三次曲线,但其参数却没有达到显著水平,其 F 值为直线模型的最高,表达式为: $S = -35.96T + 221.3 (P < 0.01)$;冬眠芽的数量生长模型比较 F 值和 R 值后,最符合的是生长曲线模型,表达式为: $S = e^{5.472 - 0.374T} (P < 0.01)$;亲株的数量生长最符合二次曲线模型,表达式为: $S = -86.417T^2 + 547.455T - 279.752 (P < 0.01)$ 。式中, T 为生长年限, S 为数量。

2.3 营养株和生殖枝的数量和结构特征 青海扁茎早熟禾的生殖枝数量呈先增多后降低的趋势。第 1 年几乎没有生殖枝,第 1—3 年生殖枝数量变化很大,说明此时青海扁茎早熟禾从营养生长转入生殖生长。第 3—4 年生殖枝数量仍在增加,而第 4 年生殖枝数量陡然降低,第 5 年、第 6 年差别不大。营养株数量也呈先增多后降低的趋势。第 1 年最低,为 184.00±40.15 株。第 1—2 年数量变化最大,第 2 年、第 3 年和第 4 年逐渐增加。第 4 年数量最高,为 535.8±69.52 株。第 4、5 年间差异显著($P < 0.05$),第 5、6 年间变化不大($P > 0.05$)。

青海扁茎早熟禾营养株和生殖枝的构成呈先增多后稳定的趋势。第 1 年生殖枝不足总量的 1%,第 2 年增加到 10%左右,之后稳定到 25%左右。

3 讨论与结论

3.1 时序变化归类及开始退化的年限 青海扁茎早熟禾的地下生物量在第 4 年达到最大值

1 014 g/m² 后逐渐降低,其曲线拟合为“S”曲线。“S”曲线可分为:调整期、对数期、稳定期和衰退期^[18] 4 个时期。结合对各生长年限的地下生物量方差分析(图 2)可知:第 1 年为调整期;第 2 年为对数期;由于第 4 年、第 5 年和第 6 年之间的差异较复杂,稳定期和衰退期的划分难以区分。就第 4 年、第 5 年和第 6 年而言,第 4 年和第 5 年差异不显著,第 5 年和第 6 年差异不显著,但第 4 年和第 6 年差异显著,说明第 5 年是青海扁茎早熟禾种群由盛转衰的转折点。

冬眠苗和冬眠芽第 1 年数量最高,分别为 185.8±25.34 和 137.67±28.97 株,之后逐年降低。亲株数量第 4 年达到最大值,为 672.3±37.74 株,呈先增多后降低的趋势。从冬眠苗和冬眠芽的方差分析中可看出:第 1 年可划分为一个时期,第 2 年、第 3 年和第 4 年为一个时期,第 5 年和第 6 年为一个时期。冬眠构件中的冬眠芽和冬眠苗在来年就能发育成为亲株,能代表种群在来年的发展趋势,所以其真实表达种群发展规律为:第 2 年为一个时期,第 3 年、第 4 年和第 5 年为一个时期,第 6 年和第 7 年为一个时期。结合“S”曲线的时段划分可分为:第 1 年为调整期,第 2 年为对数期,第 3 年、第 4 年和第 5 年为稳定期,第 6 年和第 7 年为衰退期。从亲株的方差分析看:第 1 年为调整期,第 2 年为对数期,第 3 年、第 4 年和第 5 年为稳定期,第 6 年为衰退期。冬眠构件的时序划分均与地下生物量时期的划分相同。

青海扁茎早熟禾从第 6 年开始退化。本试验的材料并没有人为因素的干扰(仅每年生长季末对地上部分进行刈割),自然条件水平均一,但也出现退化现象,说明种群由于自身的因素也会退化。

3.2 青海扁茎早熟禾的种内竞争 本试验为条播,行距 50 cm。在第 1 年,种内只存在横向的竞争,而纵向竞争微弱。随着根茎纵向的发展,纵向的竞争也在加强,在第 4 年纵向竞争也达到最高峰(从冬眠构件和地下生物量看)。由于再无种群发展的空间,种内竞争越来越强烈,最后导致空间的最大利用。空间的最大利用是一种平衡状态,只要环境没改变,环境容纳量就不会改变,种群也就不会衰退,而是保持平衡的状态。

本试验不可能有使种群衰退的自然因素改变发生,所以密度制约的种内竞争不是种群衰退最主要的原因。同样化感这种慢性的影响也不可能导致种群第 5 年和第 6 年间表现的显著差异。

3.3 生殖方式的转变 青海扁茎早熟禾的根茎密度第 4 年 > 第 6 年,说明根茎的无性繁殖能力从第 4 年到第 6 年是下降的趋势。从种内竞争的角度分析,第 4 年种群密度达到最高后,第 5 年的冬眠构件及地下生物量降低,环境容纳量不变,第 6 年的生长将会有更大的空间。这说明第 6 年时青海扁茎早熟禾的无性繁殖能力有很大的降低。

生殖枝和营养株体现了植物繁殖策略是偏向于营养生长或者生殖生长。从有性繁殖来看,生殖枝的数量在第 4 年达到最高(535.8 ± 69.52 株)后骤降,高峰期只存在了 2 年,2 年后种群的有性繁殖能力也是大大降低。从生殖方式来看,第 1 年、第 2 年、第 3 年和第 4 年种群都是通过无性繁殖来占据空间,但第 3 年和第 4 年无性繁殖减弱,第 5 年和第 6 年的无性繁殖能力降低。有性繁殖主要是在第 3 年和第 4 年进行,之后有性繁殖能力降低。第 1 年和第 2 年为调整期和对数期,无性繁殖旺盛;第 3 年和第 4 年从无性繁殖转向有性繁殖,有性繁殖旺盛而无性繁殖减弱;第 5 年和第 6 年有性繁殖和无性繁殖的能力都骤减。可见,青海扁茎早熟禾的生殖方式为:第 1 年和第 2 年进行无性繁殖 → 第 3 年和第 4 年进行有性繁殖 → 第 5 年和第 6 年有性繁殖和无性繁殖能力都衰退。这也就是栽培草地退化的原因。

草地植物的有性繁殖可能是导致无性繁殖衰退及栽培草地衰退的原因,那么抑制草地植物的有性繁殖从而促进草地的无性繁殖可能是解决根茎植物为主的草地退化的一个新方法。

参考文献

- [1] 周青平,颜红波,韩志林,等. 原根茎型优质草种“青海扁茎早熟禾”的驯化选育[J]. 草地学报,2008,16(4): 328-335.
- [2] 杨艳莉,周青平,颜红波. 行距对青海扁茎早熟禾无性繁殖影响的研究[J]. 草业科学,2009,26(5):66-71.
- [3] 刘文辉,梁国玲,周青平. 青海扁茎早熟禾种子成熟过程中落粒性与生长生理特性的研究[J]. 种子,2009,28(6):18-24.
- [4] 刘文辉,周青平,颜红波. 青海扁茎早熟禾种子生长生理特性研究[J]. 草业科学,2007,24(5):69-73.
- [5] 石红霄,周青平,颜红波,等. 3 种根茎型禾草无性繁殖时空扩展初探[J]. 草业科学,2008,25(5):131-136.
- [6] 刘文辉,周青平,颜红波,等. 青海扁茎早熟禾种群地上生物量积累动态[J]. 草业学报,2009,18(2):18-24.
- [7] 刘文辉,颜红波,周青平. 青海扁茎早熟禾地下生物量垂直动态[J]. 西北农业学报,2009,18(4):233-239.
- [8] 武高林,杜国祯. 青藏高原退化高寒草地生态系统恢复和可持续发展探讨[J]. 自然杂志,2007,29(3): 159-164.
- [9] 郝璐,高景民,杨春燕. 内蒙古天然草地退化成因的多因素灰色关联分析[J]. 草业学报,2006,15(6):26-31.
- [10] 付国臣,杨韞,宋振宏. 我国草地现状及其退化的主要原因[J]. 内蒙古环境科学,2009,21(4):32-35.
- [11] 牛书丽,蒋高明. 人工草地在退化草地恢复中的作用及其研究现状[J]. 应用生态学报,2004,15(9):1662-1666.
- [12] 黄必志,邓菊芬. 云南省人工草地退化原因分析及防治措施研究[J]. 草原与草坪,2001(3):14-17.
- [13] 王月梅,张金林,司宗信. 甘肃省草地资源退化原因及草地生态系统恢复途径[J]. 中国农学通报,2006,22(8):495-498.
- [14] 陈全功. 江河源区草地退化与生态环境的综合治理[J]. 草业学报,2007,16(1):10-15.
- [15] 张耀生,赵新全,黄德清. 青藏高寒牧区多年生人工草地持续利用的研究,2003,12(3):22-27.
- [16] 洪绂曾,王堃. 我国草业发展现状及战略构想[A]. 见:刘志永. 内蒙古草业研究[C]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,2004:9-12.
- [17] 任继周,朱兴运. 中国河西走廊草地农业的基本格局和它的系统相悖[J]. 草业学报,1995,4(1):69-80.
- [18] 孙儒泳,李庆芬,牛翠娟,等. 基础生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2002.

Population characteristics of *Poa pratensis* cv. Qinghai

WU Lei^{1,2}, ZHOU Qing-ping^{1,2}, LIU Wen-hui¹, YAN Hong-bo¹, JIA Zhi-feng¹

(1. Qinghai Academy of Animal Husbandry and Veterinary Sciences, Qinghai Xining 810016, China;

2. Qinghai University, Qinghai Xining 810013, China)

Abstract: *Poa pratensis* cv. Qinghai is palatable forage with strongly cold resistance and drought resistance due to strong root system. An experiment was conducted to determine the dormiens module, root biomass, reproduction and intraspecific competition of population characteristics of *Poa. pratensis* cv. Qinghai. This study showed the root biomass increased with the increase of growing years, and peaked at the fourth year with 1 014 g/m² and then subsequently decreased as the growing year increased. The dormiens seedlings and buds was the highest with the number of 185. 8±25. 34 and 137. 67±28. 97, and then decreased as the growing year prolonged. The maximum of parent strains was 672. 3±37. 74 at the fourth year, indicating that the parent strain firstly increased and then decreased with the increase of growing year. The root biomass could be simulated by $y=e^{7.355-1.939/t}$ ($P<0.01$) and showed a 'S' curve, in which the first year was adaptive period, and the second year was logarithmic, and the periods from third year to fifth year were stable, and the sixth year was recessive. The asexual reproduction of *P. pratensis* cv. Qinghai was observed at the first and second year, and the sexual reproduction was observed at the third and fourth year. However, reproductive ability of asexual and sexual reproduction reduced when the growing years were over 5 due to pasture degradation.

Key words: *Poa pratensis* cv. Qinghai; root biomass; dormiens component; reproduction

2011年5月国际市场主要饲料与畜产品价格分析

饲料价格普遍下跌。美国玉米价格环比下跌5.0%，阿根廷现货大豆市场价格下挫。

畜产品价格有涨有跌，育肥牛价格较4月下跌5.1%，欧盟猪肉价格较4月上涨7.5%。国际牛奶价格较4月上涨2.6%。

表1 5月国际市场主要饲料与畜产品平均价格

饲料	价格	畜产品	价格
玉米	282.38 USD/t	瘦肉猪	2.03 USD/kg
大豆	497.21 USD/t	育肥牛	2.81 USD/kg
大麦	194.00 AUD/t	猪肉*	2.14 USD/kg
春小麦	449.20 AUD/t	鸡肉**	1.91 USD/kg
高粱	245.00 USD/t	牛肉**	4.34 USD/kg
豆粕	406.67 USD/t	羊肉***	2.76 USD/kg
菜籽	577.70 CAD/t	羊羔肉***	4.73 USD/kg
豆饼	374.90 USD/t	牛奶	0.40 USD/kg
棉籽饼	295.00 USD/t		
苜蓿粉	204.00 USD/t		

注：* 表示欧盟，** 表示美国，*** 表示新西兰。5月参考汇率为1 CNY(人民币)=0.154 USD(美元)=0.144 AUD(澳元)=0.151 CAD(加元)=0.094 GBP(英镑)。

(兰州大学草地农业科技学院 孙义)