

## 模拟放牧强度对燕麦再生性能的影响

宋国英, 边巴卓玛 (西藏自治区农业资源与环境研究所, 西藏拉萨 850032)

**摘要** [目的]研究不同放牧强度对燕麦(*Avena sativa* L.)再生性能的影响。[方法]在拉萨采用刈割模拟放牧的方式设置休牧、轻牧、中牧和重牧4个处理,研究不同放牧强度下燕麦再生速度、再生干草产量和再生速率的变化。[结果]随着放牧强度的增加,燕麦的最大再生速度、再生干草积累量以及最大再生速率均呈下降趋势;再生期内,放牧强度对燕麦最大再生速度、再生干草积累量和最大再生速率的影响均达极显著水平( $P < 0.01$ )。[结论]在拉萨种植燕麦刈割后再生性较差,不适宜频繁刈割。

**关键词** 放牧强度;燕麦;再生性能

中图分类号 S812 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)07-0107-02

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.07.034



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Effects of Simulated Grazing Intensity on the Regenerative Properties of Oats

SONG Guo-ying, BIAN Ba-zhuoma (The Research Institute of Agricultural Resources and Environment in Tibet Autonomous Region, Lhasa, Tibet 850032)

**Abstract** [Objective] To study the effects of different grazing intensity on the regenerating properties of forage oats. [Method] Four treatments for grazing, light grazing, medium grazing and heavy grazing were set up in Lhasa by means of mowing simulated grazing. The changes of regenerating speed, regenerating hay yield and regenerating rate of oats were studied under different grazing intensity. [Result] The maximum regeneration speed, the maximum regenerated hay yield and the maximum regenerated rate of oats decreased with the change of grazing intensity. During the regrowing period, the effects of grazing intensity on the maximum regeneration speed, hay yield and rate of forage oats reached a very significant level ( $P < 0.01$ ). [Conclusion] The reproduction of oats after mowing is poor and is not suitable for frequent mowing.

**Key words** Grazing intensity; Oats; Regenerative properties

放牧是一种简单、直接的草地利用方式。在大气环境条件一致的区域,放牧对草地植物的影响远远超过其他环境因子,成为控制植物群落特征的主导因子<sup>[1-3]</sup>。对草地植物进行合理的放牧,植物会利用补偿性生长和提高繁殖水平抵御家畜采食来提高其耐牧性,从而增加其生长速率和利用次数<sup>[4-5]</sup>。但随着放牧强度的增加,家畜对牧草采食的强度和草地的践踏作用增大,使得牧草的再生能力降低<sup>[6]</sup>。因此,研究燕麦的耐牧性,探讨燕麦对刈割强度的响应差异,为高寒地区草地植被恢复种植燕麦进行合理放牧、科学利用人工草地具有重要意义<sup>[7]</sup>。

青藏高原作为我国主要牧区之一,对牧草的需求量较大,冬春季节饲草的严重短缺给畜牧业生产造成了很大的影响。燕麦在青藏高原种植,适应性强,适口性好<sup>[8]</sup>,营养价值高<sup>[9-10]</sup>,栽培面积逐年增加<sup>[11]</sup>。在青藏高原,对燕麦的研究主要集中在引进燕麦品种对高寒气候的适应性<sup>[12]</sup>,不同时期燕麦的生物产量及营养成分的测定<sup>[13-14]</sup>以及饲用燕麦在高寒牧区的利用方式<sup>[15]</sup>等方面,对于燕麦在高海拔地区的耐牧性研究鲜见报道。笔者通过人工模拟放牧试验<sup>[16]</sup>,研究不同放牧强度对燕麦再生性能的影响,旨在为西藏退化草地开展生态补偿种植燕麦提供科学依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 参试燕麦品种为青引2号,在拉萨具有较好的生态适应性<sup>[17-18]</sup>。

**1.2 试验地概况** 研究样地设在西藏自治区农牧科学院农业资源与环境研究所试验地。该区域地理坐标为91°06'E、29°63'N,海拔3 634 m,属高原温带半干旱季风气候,具有昼夜温差大、冬春季节寒冷干燥多大风的气候特点。年降水量200~510 mm,全年降雨稀少,主要集中在6—9月,年日照时数2 900~3 200 h<sup>[19]</sup>。试验地前茬作物为马铃薯,土壤偏砂壤土。

**1.3 试验设计** 选取地势平坦、土壤肥力均匀的地段开展试验,共设置对照不放牧(NG)、轻度放牧(LG)、中度放牧(MG)和重度放牧(HG)4个处理。采用定期刈割来模拟放牧,轻度放牧为播种后40 d进行一次刈割,中度放牧分别在播种后40和56 d进行2次刈割,重度放牧分别为播种后40、56和91 d进行3次刈割。试验分别在播种后40、56、91、109和145 d进行刈割取样称干重(以牧草含水率为14%为标准)。刈割留茬高度为8 cm,刈割前随机取10株测量株高。

再生速度:每次刈割(模拟放牧)前在样方内随机选取10株测量株高,根据2次刈割间隔时间内株高的变化计算再生速度。

再生速度(cm/d) = (前一次刈割后到下一次刈割前株高的变化)/间隔时间段

再生速率:根据设置的放牧强度对刈割(模拟放牧)产草量进行测定,2次刈割间隔时间内产草量的变化(再生草量)来计算再生速率。

再生速率 $[g/(m^2 \cdot d)]$  = 再生草量/再生间隔时间

**1.4 数据处理** 采用统计软件SPSS 21.0以及Excel 2003对试验数据进行分析,对各处理采用LSD法进行差异显著性检验( $P < 0.05$ )。

**基金项目** 现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS-08-E-4);国家重点研发计划课题(2016YFC0502003)。

**作者简介** 宋国英(1982—),女,山西代县人,副研究员,硕士,从事饲草作物种植与退化地植被恢复研究。

**收稿日期** 2018-10-29

## 2 结果与分析

**2.1 不同放牧强度下燕麦再生速度的变化** 以再生期内株高的变化来衡量燕麦再生速度大小。不同放牧强度下,燕麦再生速度的变化见图1。由图1可知,对照及轻度放牧在播种后91 d再生速度达到最大,分别为2.619和2.956 cm/d,但轻度放牧后最大再生速度比对照快0.337 cm/d;燕麦在播种后109 d,对照及轻度放牧的再生速度达到最低,植株高度无明显变化;中度和重度放牧强度下,燕麦再生速度最高均出现在播种后109 d,即中度和重度放牧后54和18 d燕麦的再生速度达到最高,分别为2.294和1.906 cm/d。随着放牧强度的变化,燕麦的最大再生速度呈不同程度的下降,再生期内放牧强度对最大再生速度的影响达极显著水平( $P<0.01$ )。

**2.2 不同放牧强度下燕麦再生速率的变化** 以再生期内再生干草产量的变化来衡量燕麦的再生速率大小。由表1可知,随着放牧强度的增加,燕麦在生长期内再生干草的积累量出现不同程度的下降,其中对照的干草积累量最高,为20.45 t/hm<sup>2</sup>。与对照相比,重度放牧后燕麦在生长期内干物质积累量减少了10.648 t/hm<sup>2</sup>。对放牧强度对再生干草量的影响进行方差分析,结果显示,放牧强度对再生干草积累量

的影响达极显著水平( $P<0.01$ )。除重度放牧外,燕麦在再生期内再生速率随时间的变化呈上升趋势;轻度放牧在刈割后50 d再生速率达到最大,为17.402 g/(m<sup>2</sup>·d),中度放牧在刈割后90 d再生速率达到最大,轻度和中度放牧的最大再生速率均高于对照。随着放牧强度的变化,燕麦干草的积累量呈不同程度的下降,再生期内放牧强度对燕麦干草积累量以及最大再生速率的影响达极显著水平( $P<0.01$ )。

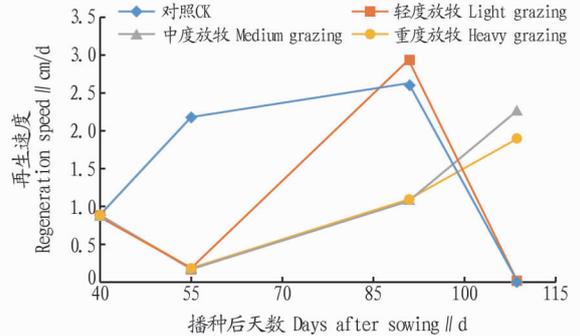


图1 不同放牧强度下燕麦再生速度变化

Fig. 1 Regeneration speed change of oat under different grazing intensity

表1 不同放牧强度下燕麦再生产草量及再生速率的变化

Table 1 Variation of hay yield and regeneration rate of oats under different grazing intensity

再生时间 Regeneration time	再生干草产量 Dry matter of Regeneration//kg/m <sup>2</sup>				再生速率 Regeneration rate//g/(m <sup>2</sup> ·d)			
	对照 CK	轻度放牧 Light grazing	中度放牧 Medium grazing	重度放牧 Heavy grazing	对照 CK	轻度放牧 Light grazing	中度放牧 Medium grazing	重度放牧 Heavy grazing
播种后 0~40 d 0~40 d after sowing	0.163 8	0.163 8	0.163 8	0.163 8	4.095	4.095	4.095	4.095
播种后 40~55 d 40~55 d after sowing	0.343 8	0.173 8	0.173 8	0.173 8	6.251	11.587	11.587	11.587
播种后 55~91 d 55~91 d after sowing	1.155 0	0.887 5	0.446 3	0.446 3	12.692	17.402	12.397	12.397
播种后 91~145 d 91~145 d after sowing	2.045 0	1.800 0	1.406 9	0.196 3	14.103	17.143	15.632	3.635
总产草量 Total hay yield	2.045 0	1.963 8	1.744 5	0.980 2				

## 3 结论与讨论

(1)随着放牧强度的增加,燕麦的最大再生速度呈不同程度的下降,对照及轻度放牧在播种后91 d再生速度达到最大,分别为2.619和2.956 cm/d。不同放牧强度下燕麦再生速度最高均出现在抽穗期,此时正处于营养生长的快速增长期;在对照和轻度放牧强度下,播种后91~109 d燕麦株高无明显变化,再生速度降低,此时正值燕麦生殖生长期<sup>[20]</sup>;不同放牧强度下燕麦株高表现为三叶期至抽穗期株高缓慢上升,抽穗期后株高急速增长,乳熟期株高缓慢变化至成熟期停止生长<sup>[21]</sup>,主要是由于燕麦在拉萨4月中旬播种,播后91 d正值雨季,充足的光热水条件使得刈割后燕麦生长较快,因此对照和轻度放牧在该时期再生速度最大。

(2)随着放牧强度的增加,燕麦在生长期内再生干草的积累量出现了不同程度的下降,其中对照的干草积累量最多为20.45 t/hm<sup>2</sup>,重度放牧最低为9.802 t/hm<sup>2</sup>;除重度放牧外,燕麦在再生期内再生速率随时间的变化呈上升趋势;轻度放牧在刈割后50 d再生速率达到最高,为17.402 g/(m<sup>2</sup>·d),中度放牧在刈割后90 d再生速率达到最大,轻度和中度放牧的最大再生速率均大于对照。在生长期

内对燕麦进行适度放牧(轻度放牧)对燕麦再生干草积累量的影响不大,但重度放牧导致燕麦在生长期内再生干草积累量显著下降。原因可能是轻度放牧解除了燕麦的顶端优势,刺激茎叶生长,对燕麦再生期内生物量的积累影响不大;而重度放牧破坏了燕麦的生长点,减少了地上部的有效光合面积,使燕麦草产量显著下降<sup>[22-23]</sup>。

由于早熟牧草品种产草量高<sup>[24]</sup>,该试验所选燕麦品种为拉萨试验种植筛选出的较早熟品种,因此对照的干草产量较高。但燕麦的生物学特性决定了其对频繁刈割的响应较为明显,表现为适度放牧不影响燕麦的再生性能,但重度放牧使燕麦发生不足补偿<sup>[25]</sup>,再生性较差<sup>[26]</sup>,作为牧草品种单播重度放牧后使草地生产力明显下降。因而,燕麦作为牧草品种不适宜在草地进行单播后放牧,可与多年生牧草品种混播以提高当年的植被盖度,以利于高寒退化草地生态的修复,保护草地生态环境。

## 参考文献

[1] 朱志红,李希来,刘伟,等.矮嵩草对模拟放牧反映的研究[J].草业科学,2002,19(1):42-44.

(下转第112页)

- method for detection of the microsporidian *Ovipleistophora ovariae* in the cyprinid fish *Notemigonus crysoleucas* [J]. *Diseases of aquatic organisms*, 2007, 76(3): 215-221.
- [7] LOM J, DYKÓÁ I. Ultrastructure of *Nucleospora secunda* n. sp. (Microsporidia), parasite of enterocytes of *Nothobranchius rubripinnis* [J]. *European journal of protistology*, 2002, 38(1): 19-27.
- [8] HUANG J, ZHANG Q L, BAI N, et al. Covert mortality nodavirus (CMNV): The pathogen, epidemiology, and co-infection with EMS/AHPND [R]. Panama: International Technical Seminar/Workshop on EMS/AHPND: Government, Scientist and Farmer Responses, FAO TCP/INT/3502: Reducing and Managing the Risk of Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND) of Cultured Shrimp, 2015: 91-93.
- [9] TANG K F, HAN J E, ARANGUREN L F, et al. Dense populations of the microsporidian *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP) in feces of *Penaeus vannamei* exhibiting white feces syndrome and pathways of their transmission to healthy shrimp [J]. *Journal of invertebrate pathology*, 2016, 140: 1-7.
- [10] RAJENDRAN K V, SHIVAM S, PRAVEENA P E, et al. Emergence of *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP) in farmed *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* in India [J]. *Aquaculture*, 2016, 454: 272-280.
- [11] HAN J E, TANG K F, PANTOJA C R, et al. Detection of a new microsporidium *Perezia* sp. in shrimps *Penaeus monodon* and *P. indicus* by histopathology, in situ hybridization and PCR [J]. *Diseases of aquatic organisms*, 2016, 120(2): 165-171.
- [12] SANTHOSHKUMAR S, SIVAKUMAR S, VIMAL S, et al. Biochemical changes and tissue distribution of *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP) in naturally and experimentally EHP-infected whiteleg shrimp. *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), in India [J]. *Journal of fish diseases*, 2017, 40(4): 529-539.
- [13] 骆云慧, 石坚, 方磊, 等. 虾肝肠胞虫 TaqMan 实时荧光定量 PCR 检测方法的建立及应用 [J]. *中国兽医科学*, 2016, 46(7): 847-852.
- [14] FLEGEL T W. Historic emergence, impact and current status of shrimp pathogens in Asia [J]. *Journal of invertebrate pathology*, 2012, 110(2): 166-173.
- [15] 陈祿芝, 余霞艳, 胡一丞, 等. 粤西地区凡纳滨对虾肝肠胞虫、传染性皮下和造血组织坏死病毒感染情况的初步调查 [J]. *渔业研究*, 2016, 38(4): 273-280.
- [16] 李色东, 陈祿芝, 余霞艳. 粤西白对虾 EHP 和 IHNV 流行性初步调查 [J]. *海洋与渔业·水产前沿*, 2016, 38(7): 35-37.
- [17] 吴兴泰. 南美白对虾微孢子虫病的防治方法 [J]. *海洋与渔业*, 2010(6): 41-42.
- [18] 魏俊利, 孙金生, 李翔, 等. 氨氮对凡纳滨对虾稚虾的急性毒性作用 [J]. *天津农学院学报*, 2012, 19(3): 58-61.
- [19] 张克俭. 锌和氨氮对对虾肝胰脏的毒性作用 [J]. *水产学报*, 1993, 17(1): 52-59.
- [20] 刘宝彬, 杨冰, 吕秀旺, 等. 凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*) 传染性皮下及造血组织坏死病毒 (IHNV) 及虾肝肠胞虫 (EHP) 的荧光定量 PCR 检测 [J]. *渔业科学进展*, 2017, 38(2): 158-166.
- [21] 刘雅梅, 邱亮, 程东远, 等. 检出虾肝肠胞虫 (*Enterocytozoon hepatopenaei*) 的凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*) 群体的体长和体重的关系 [J]. *渔业科学进展*, 2017, 38(4): 96-103.
- [22] 孙舰军, 丁美丽. 氨氮对中国对虾抗病力的影响 [J]. *海洋与湖沼*, 1999, 30(3): 267-272.
- [23] 王克行. 虾蟹类增殖学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 1-314.
- [24] 胡贤德, 孙成波, 蔡鹤翔, 等. 不同盐度条件下氨氮对斑节对虾的毒性试验 [J]. *广西科学*, 2009, 16(2): 206-209.
- [25] ARMSTRONG D A, CHIPPENDALE D, KNIGHT A W, et al. Interaction of ionized and un-ionized ammonia on short-term survival and growth of prawn larvae, *macrobrachium rosenbergi* [J]. *The biological bulletin*, 1978, 154(1): 15-31.
- [26] 王芸, 李健, 张喆, 等. pH、氨氮胁迫对中国对虾 *HSP90* 基因表达的影响 [J]. *渔业科学进展*, 2013, 34(5): 43-50.
- [27] 王方国, 刘金灿. 水体环境因子与对虾疾病关系 [J]. *东海海洋*, 1992, 10(4): 37-41.
- [28] 姜令绪, 潘鲁青, 肖国强. 氨氮对凡纳对虾免疫指标的影响 [J]. *中国水产科学*, 2004, 11(6): 537-541.
- [29] 刘珍, 张庆利, 万晓媛, 等. 虾肝肠胞虫 (*Enterocytozoon hepatopenaei*) 实时荧光定量 PCR 检测方法的建立及对虾样品的检测 [J]. *渔业科学进展*, 2016, 37(2): 119-126.
- [30] 刘雅梅. 虾肝肠胞虫 Taqman 荧光定量 PCR 检测技术的建立及其与对虾生长相关性的研究 [D]. 上海: 上海海洋大学, 2016: 35-37.
- [31] 沈健安, 钱坤, 郭慧, 等. 氨氮对虾类毒性影响的研究进展 [J]. *饲料工业*, 2014, 35(22): 52-58.
- [32] BOAKYE D W, JAROENLAK P, PRACHUMWAT A, et al. Decay of the glycolytic pathway and adaptation to intranuclear parasitism within *Enterocytozoonidae microsporidia* [J]. *Environmental microbiology*, 2017, 19(5): 2077-2089.
- [33] 程东远. 虾肝肠胞虫的流行病学及其致对虾生长缓慢机理的探索 [D]. 上海: 上海海洋大学, 2017.

## (上接第 108 页)

- [2] 杨智明, 王琴, 杨刚, 等. 滩羊不同放牧强度对盐池草地植被组成的影响 [J]. *草业科学*, 2006, 23(8): 68-72.
- [3] 张荣华, 安沙舟, 杨海宽, 等. 模拟放牧强度对针茅再生性能的影响 [J]. *草业科学*, 2008, 25(4): 141-144.
- [4] 张溢, 王慧娟, 于长青. 珍珠草原对不同模拟放牧强度的响应 [J]. *草业科学*, 2010, 27(8): 125-128.
- [5] 戎郁萍, 韩建国, 王培, 等. 放牧强度对牧草再生性能的影响 [J]. *草地学报*, 2001, 9(2): 92-98.
- [6] 李永宏. 放牧空间梯度上和恢复演替时间梯度上羊草草原的群落特征及其对应性 [M]//中国科学院内蒙古草原生态系统定位站. 草原生态系统研究: 第 4 集. 北京: 科学出版社, 1992: 1-6.
- [7] 李振武, 许鹏. 天山北坡低山带春秋场优势种牧草的再生性能 I. 几种优势种牧草再生性能的观测 [J]. *中国草地*, 1993(5): 18-24.
- [8] 陆家宝. 良种燕麦丰产性能的测定 [J]. *青海畜牧兽医杂志*, 1991, 21(5): 13-16.
- [9] 赵桂琴, 师尚礼. 青藏高原饲用燕麦研究与生产现状. 存在问题与对策 [J]. *草业科学*, 2004, 21(11): 17-21.
- [10] 董世魁, 蒲小朋, 马金星, 等. 甘肃天祝高寒地区燕麦品种生产性能评价 [J]. *草地学报*, 2001, 9(1): 44-49.
- [11] 张耀生, 周兴民, 王启基. 高寒牧区燕麦生产性能的初步分析 [J]. *草地学报*, 1998, 6(2): 115-123.
- [12] 赵明义, 刘延香. 高海拔地区适宜种植燕麦品种生态适应性评价与筛选试验 [J]. *草业与畜牧*, 2013(3): 12-13.
- [13] 李伟楷, 孙涛, 旺扎, 等. 西藏地区燕麦与箭筈豌豆不同混播比例对牧草产量和质量的影响 [J]. *草地学报*, 2011, 19(5): 830-833.
- [14] 陈季贵, 王晓力, 朱新强, 等. 青藏高原农牧交错区燕麦种植品种筛选 [J]. *中兽医医药杂志*, 2018, 37(1): 65-68.
- [15] 常明华. 燕麦青贮技术在高海拔地区的试验 [J]. *中国畜禽种业*, 2014, 10(5): 33-34.
- [16] 高莹. 松嫩平原羊草种群模拟放牧耐受性研究 [D]. 长春: 东北师范大学, 2008.
- [17] 宋国英, 杨素涛, 孙全平. 高海拔地区引种燕麦栽培试验研究 [J]. *西藏农业科技*, 2017, 39(4): 5-9.
- [18] 宋国英. 拉萨河谷冬青裸后复种燕麦品种筛选与经济效益研究 [J]. *西藏农业科技*, 2014, 36(2): 15-18.
- [19] 谭淑琼, 安妮, 刘瑛. 拉萨地区农业气候资源分析 [J]. *西藏农业科技*, 2007, 29(3): 31-33.
- [20] 陈功, 张自和, 胡自治. 高寒地区一年生人工草地上生物量动态及光能转化效率 [J]. *草业学报*, 2003, 12(1): 69-73.
- [21] 柴继宽. 燕麦在甘肃不同生态区域的适应性、生产性能及品质研究 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2009.
- [22] 雷抒情, 王海洋, 杜国桢, 等. 刈割后两种不同体型植物的补偿式样对比研究 [J]. *植物生态学报*, 2005, 29(5): 740-746.
- [23] 孙小凡, 魏益民, 张国权, 等. 麦类作物青贮饲料营养价值分析 [J]. *粮食与饲料工业*, 2003(4): 27-29.
- [24] 张志芬, 付晓峰, 刘俊青, 等. 不同燕麦品种再生生长特性研究 [J]. *麦类作物学报*, 2014, 34(11): 1495-1500.
- [25] 陈红, 王海洋, 杜国桢. 刈割时间与刈割强度与施肥处理对燕麦补偿的影响 [J]. *西北植物学报*, 2003, 23(6): 969-975.
- [26] 刘刚, 赵桂琴. 刈割对燕麦产草量及品质影响的初步研究 [J]. *草业科学*, 2006, 23(11): 41-45.