

防除狼毒后模拟秋季放牧对狼毒型退化草地群落的影响

李胜福, 宋梅玲, 王玉琴, 王宏生, 尹亚丽

(青海大学畜牧兽医科学院, 青海省畜牧兽医科学院, 青海 西宁 810016)

摘要:防除狼毒是青藏高原狼毒型退化草地恢复的主要措施之一,同时刈割作为放牧的一种人为模拟,对群落物种多样性和生产力有重要影响。以狼毒型退化草地为研究对象,在防除狼毒后进行为期5年的模拟秋季放牧(留茬10 cm)野外控制试验,研究模拟秋季放牧对狼毒密度、草地群落多样性以及地上生物量等的影响,探讨防除狼毒后模拟放牧对狼毒型退化草地群落的影响。结果表明:围封(FE)、刈割(C)和刈割+防除(C+SC)处理的狼毒密度及地上生物量均显著低于正常放牧(CK)($P < 0.05$),且随着年份的延长,狼毒密度下降明显;各处理下总物种数都随年份增加而相应减少,C和C+SC的物种数下降幅度较小;FE、C和C+SC的多样性指数、丰富度指数、均匀度指数、优势度指数与CK相比均有所下降,FE、C和C+SC处理的均匀度指数在年份间均呈降低趋势;FE、C和C+SC的地上生物量在处理第2年均比CK有增加趋势,其中总地上生物量和禾本科的地上生物量在第2年后就显著高于CK($P < 0.05$),豆科在第3年后显著高于CK($P < 0.05$),同时,C和C+SC处理的总地上生物量、禾本科以及豆科地上生物量随着年份的增加呈显著上升趋势($P < 0.05$),而各处理的莎草科和杂类草的地上生物量均在年份间变化不显著($P > 0.05$)。

关键词:狼毒;刈割;多样性;生物量

中图分类号:S812.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2021)06-0023-07

DOI: 10.13817/j.cnki.cyycp.2021.06.004



青藏高原是我国重要的生态安全屏障区域,而高寒草地作为青藏高原面积最大,分布最广的陆地生态系统,不仅是发挥青藏高原生态屏障的载体,更是发展高原畜牧业的生产基地^[1]。但近年来,由于气候变化,过度放牧,鼠害等多种因素的影响,青藏高原大面积的天然草地处于退化状态,优良牧草数量逐年锐减^[2],而各种毒杂草则凭借其繁殖能力强、耐受性好以及牲畜不采食等原因大量滋生,在退化草地中大面积蔓延,形成了以不同的毒害草为优势种的退化型草地^[3]。其

中,狼毒(*Stellera chamaejasme*)具有极强的抗旱竞争能力,与其他植物争水争肥,严重阻碍草地中优良牧草的生长,使得草地产量和质量下降,使天然草地向狼毒型草地退化^[3-6]。根据相关调查,青海境内天然草地瑞香狼毒危害面积达73.3万 hm^2 ,植株密度平均为3.5株丛/ m^2 ,最多可超过50株丛/ m^2 ^[7]。狼毒型退化草地在青海省内的大面积蔓延,加大了当地的畜草矛盾,给畜牧业生产以及天然草地的保护利用带来了一系列的问题。

刈割作为放牧的一种人为模拟,是草地资源的主要利用方式之一^[8]。通过人为地移除部分或者全部地上生物量,能有效缓解凋落物的积累对草地造成的影响,还可以通过改变草地群落内的竞争,提高物种多样性和稳定性,增加草地群落的盖度,密度等相关指标。因此,合理刈割有利于天然草地的可持续发展^[9-10]。不同的刈割时期和刈割强度(留茬高度)对牧草的生物

收稿日期:2021-01-15; 修回日期:2021-01-25

基金项目:青海省科技成果转化专项(2019-SF-151,2016-NK-136)资助

作者简介:李胜福(1997-),男,青海门源人,本科。

E-mail:bylishengfu@163.com

王玉琴为通信作者。

E-mail:gsndwangyuqin@126.com

量,产量,群体结构都会产生不同程度的影响^[11],且不同类型草地与不同类型的牧草,有着不同的刈割时期^[12],刈割时期决定了草地单位面积产量、总产量、再生产量等相关指标的高低^[13]。同时,不同的刈割强度影响着牧草的草地收获量、牧草再生能力、下一年的产量和品质等^[14]。罗彩云等^[15]的研究表明对于青海省的天然草地而言,其适宜的刈割时期为8—9月。王丽华等^[16]研究表明中等程度的刈割(留茬10cm),草地群落生物量恢复最快,适度刈割不仅不会阻碍草地植物的生长,反而会提高草地生产力。王玉琴等^[5]研究发现,秋季刈割措施能有效降低狼毒型退化草地中的狼毒密度,增加其他牧草产量,在狼毒的防治中可以起到重要作用。国内外关于狼毒型退化草地的研究主要包括狼毒型退化草地的管理措施以及狼毒的防除方法等^[17-21],而对于防除该草地狼毒之后草地的恢复和合理利用的研究较少。为了更好地恢复狼毒型退化草地,本试验先采用青海省畜牧兽医科学院研制的“狼毒净”高效除草剂防除狼毒,其防效可达94%以上^[22-23],而后采用秋季刈割方式进行模拟放牧,并于第2年,第3年,第5年分别进行狼毒密度、草地群落结构以及地上生物量等相关指标的调查测定,分析采取措施后退化草地群落多样性以及地上生物量的变化情况,探讨防除狼毒后模拟秋季放牧对狼毒型退化草地群落特征的影响,以期为合理利用及恢复狼毒型退化草地提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地位于青海省海北州海晏县青海湖乡达玉德吉村(N 37°4'1", E 100°52'48"),海拔3 230 m,属高原大陆性气候,年均气温0.20℃~3.4℃。年均降水量277.8~499.5 mm,主要集中在5~9月。年均日照2 580~2 750 h。主要草地类型为草甸化草原,线叶嵩草(*Kobresia capillifolia*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)为优势种,伴生种为狼毒(*Stellera chamaejasme*)、高原早熟禾(*Poa alpigena*)、中华羊茅(*Festuca sinensis*)、扁蓿豆(*Medicago ruthenica*)等,狼毒型退化草地为该地草甸化草原的主要退化类型。

1.2 样地设置

2016年5月,选取狼毒危害严重,且狼毒与牧草分布比较均匀,地势较为平坦的狼毒型天然退化草地,

通过网围栏设置4个80 m×80 m的样区,各样区隔离带距离为500 m,并在每个样区内设置围封(FE),刈割(C),刈割+防除(C+SC),共3个处理,每个处理重复3次,每个重复为20 m×7 m的小区,各小区随机区组排列。2016年6月中旬采用“狼毒净”750 mL/hm²用量进行狼毒防除。每年9月中下旬,将小区内的植物地上部分齐地面刈割,留茬高度为10 cm左右。对照(CK)处理正常放牧(全年连续放牧),放牧强度约为7.94羊单位/hm²。

1.3 调查方法

分别在狼毒防除后第2年,第3年,第5年的8月初进行各小区的草地群落调查,具体方法为:在各小区内随机选取3个50 cm×50 cm的样方,采用计数法清查样方内的狼毒株数确定狼毒密度,并调查样方内的植物群落结构,记录物种名,用针刺法测定不同物种的盖度,并在样方内随机选取5株或全部该种植物,测量其高度,然后齐地面剪取其地上部植物组织,植物样品带回室内,在105℃杀青30 min,65℃条件下烘干24 h后称重。计算各物种的地上生物量以及总生物量。

1.4 计算方法

按照采集到的数据进行植物群落的多样性指数计算,具体公式如下:

物种丰富度指数(R): $R=S$

物种重要值(N_i)=(相对盖度+相对高度+相对地上生物量)/3

Simpson指数(D),代表草地植物群落物种优势

度指数: $D=1-\sum_{i=1}^S P_i^2$

Shannon-Wiener指数(H),代表草地植物群落

物种多样性指数: $H=-\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$

Pielou指数(E),代表草地植物群落均匀度指数:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i}{\ln(S)}$$

式中, S 为样地样方内平均物种数; $P_i = N_i/N$, P_i 代表物种 i 在群落内的相对重要值, N 代表样方内各物种的重要值总和, N_i 代表样方内第 i 物种的重要值^[24]。

1.5 数据分析

运用SPSS 20.0软件采用单因素方差分析进行各处理之间和各处理年份间的狼毒密度、狼毒地上生物

量、草地群落多样性指数以及地上生物量差异显著性检验,显著性区间定义为 95%水平。采用 Excel 进行数据统计、初步分析并进行作图。

2 结果与分析

2.1 模拟秋季放牧对草地狼毒密度及地上生物量的影响

模拟秋季放牧对狼毒密度影响显著($F=22.987, P<0.05$)(图 1-A)。FE、C 和 C+SC 处理的狼毒密度

均显著低于 CK($P<0.05$),其中 FE 的狼毒密度随着年份的延长呈显著降低趋势($F=28.862, P<0.05$),而 C 处理下年份间变化不显著($F=1.630, P>0.05$),C+SC 处理下狼毒密度显著低于 FE 和 C 处理($F=22.987, P<0.05$),但年份间差异不显著($F=0.336, P>0.055$)。狼毒地上生物量的变化和狼毒密度的变化趋势一致,FE、C 和 C+SC 处理的狼毒密度显著低于 CK($P<0.05$),其中 FE 和 C 的狼毒地上生物量随着年份的延长显著降低($P<0.05$)(图 1-B)。

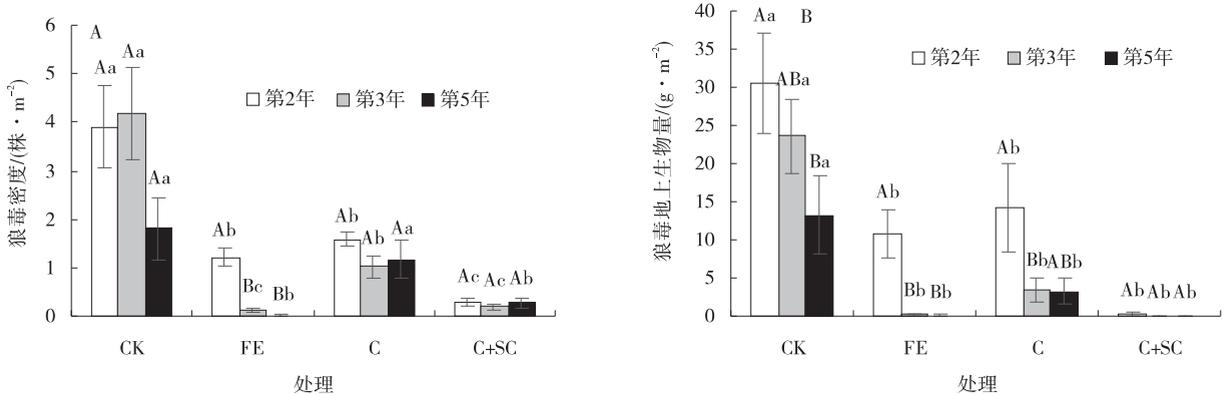


图 1 不同处理下狼毒密度及地上生物量

Fig. 1 Density and aboveground biomass of *S. chamaejasme* under different treatments

注:CK:对照;FE:围封;C:模拟秋季放牧;SC:防除狼毒;不同大写字母表示相同处理下不同年份间差异显著($P<0.05$),不同小写字母表示同一年份不同处理间差异显著($P<0.05$),下同

2.2 模拟秋季放牧对草地群落多样性的影响

防除狼毒后各处理的总物种数都随年份增加而相应减少(图 2-A),其中 CK 处理下总物种数由第 2 年的 40 种下降为第 5 年的 24 种,FE 处理下由 42 种下降为 19 种,C 处理下由 43 种下降为 30 种,C+SC 处理下由 41 种下降为 29 种。FE、C 和 C+SC 的多样性指数(图 2-B)、丰富度指数(图 2-C)、均匀度指数(图 2-D)、优势度指数(图 2-E)与 CK 相比均有所下降,其中 C+SC 的多样性指数显著下降($F=1238.065, P<0.05$),其他处理下降不显著($F=8.505, P>0.055$)。C+SC 的多样性数、丰富度指数、均匀度指数、优势度指数均低于 C,但不显著($P>0.055$),FE 和 C 的多样性指数、丰富度指数、优势度指数随年份延长呈显著降低趋势($P<0.05$)。FE、C 和 C+SC 处理的均匀度指数在年份间均呈降低趋势,且 FE、C+SC 在第 5 年显著降低($P<0.05$)。

2.3 防除狼毒后模拟秋季放牧对草地植物地上生物量的影响

防除狼毒后模拟秋季放牧对草地群落的地上生物

量有显著影响(图 3)。FE、C 和 C+SC 的地上生物量在处理第 2 年均比 CK 有增加趋势,其中总地上生物量(图 3-A)和禾本科的地上生物量(图 3-B)在第 2 年后显著高于 CK($P<0.05$),豆科(图 3-C)在第 3 年后显著高于 CK($F=28.477, P<0.05$),而莎草科(图 3-D)地上生物量变化不显著($F=0.157, P>0.05$),C 处理的杂类草地上生物量(图 3-E)第 1 年显著高于 CK($F=2.096, P<0.05$),但与其他处理不显著($P>0.05$)。同时,C 和 C+SC 处理的总地上生物量、禾本科以及豆科地上生物量随着年份的增加呈显著上升趋势($P<0.05$),而各处理的莎草科和杂类草的地上生物量均在年份间变化不显著($P>0.05$)。

3 讨论

本研究发现在对狼毒型退化草地采取不同的处理措施后,试验区内狼毒的密度及地上生物量都发生了显著变化,均为对照区最大,显著高于其他处理样区($P<0.05$)。而 C+SC 处理下的狼毒密度显著低于 C 和 FE($P<0.05$)。说明 FE、C 和 C+SC 处理均对

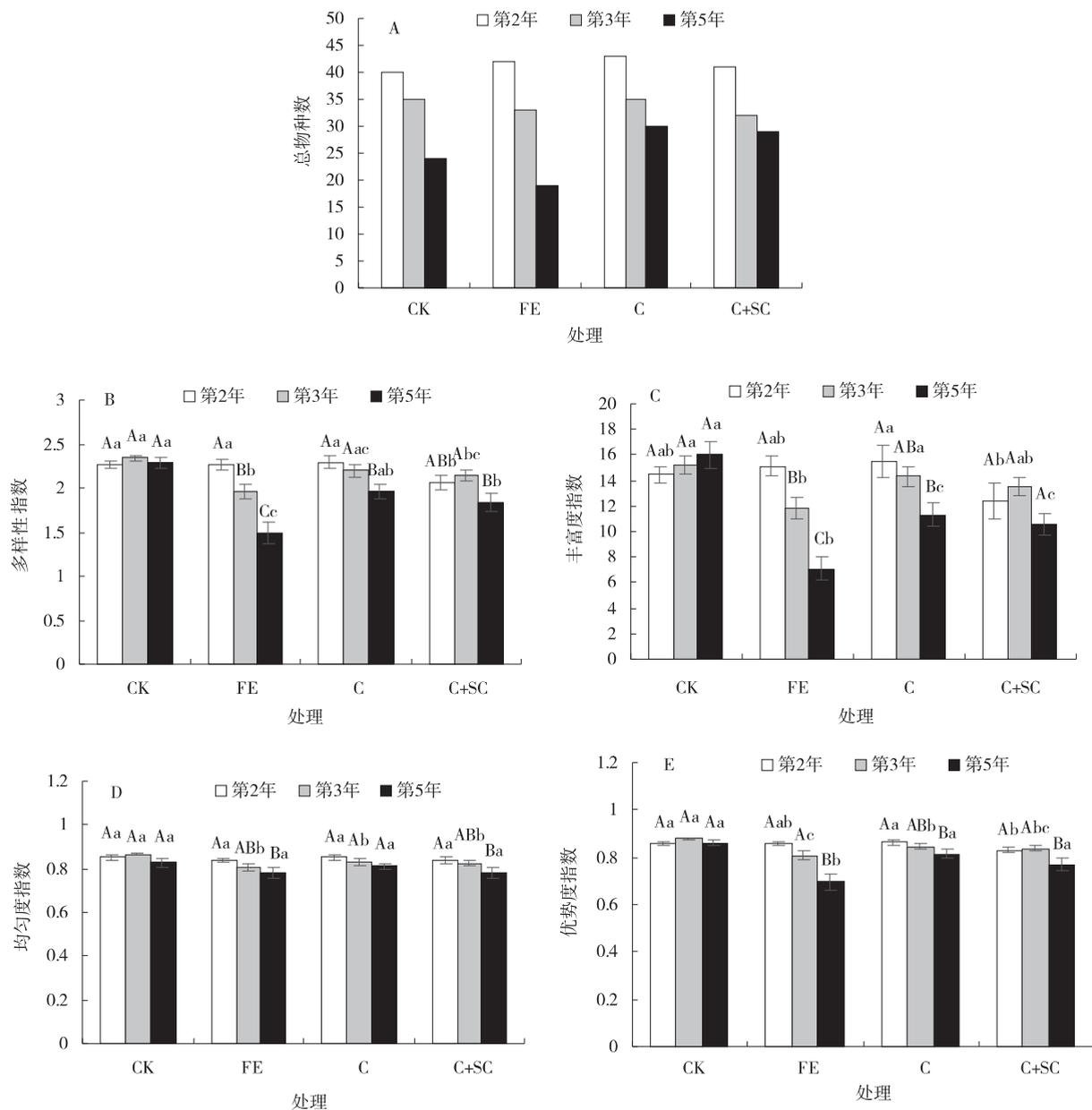


图2 不同处理下草地群落多样性

Fig. 2 Change of grassland community diversity under different treatments

狼毒密度及其地上生物量有一定的抑制作用,且防除狼毒后模拟秋季放牧对狼毒的治理效果显著。王宏生等^[25]研究表明,围封和秋季刈割措施可以有效降低狼毒型退化草地中的狼毒密度,与本研究结果一致。而水宏伟等^[17]研究显示,禁牧在增加其他牧草产量的同时,也会提高狼毒生产力,对狼毒型退化草地的治理不显著。马玉寿等^[26]研究说明,返青期休牧可以有效控制草地毒害草的蔓延,上述研究结论与本研究结果有所不同,但水宏伟等^[17]的研究地处于西藏自治区,海拔高,降水少,土壤为沙壤土,以矮嵩草为主要建群种。马玉寿等^[26]的研究地位于青海省祁连县,草地类型为

高山嵩草草甸,草地退化类型为非毒草型退化。因此可能是由于研究所处的地理位置、气候条件、群落结构、草地退化类型等不同导致了研究结果的差异性。

生物多样性反映了群落组织化水平,是通过结构和功能的关系间接反映群落功能特征的重要指标^[27]。本研究表明,第2年与第3年各处理的总物种数都无太大差异,但在第5年,FE处理的总物种数要远远低于CK、C和C+SC,说明在围封3-5年之后进行适当放牧更有利于维持草地群落的生物多样性。张伟娜等^[28]研究说明,禁牧5年可以维持草地较高的物种多样性和可利用生物量,禁牧超过5年多样性指数则会

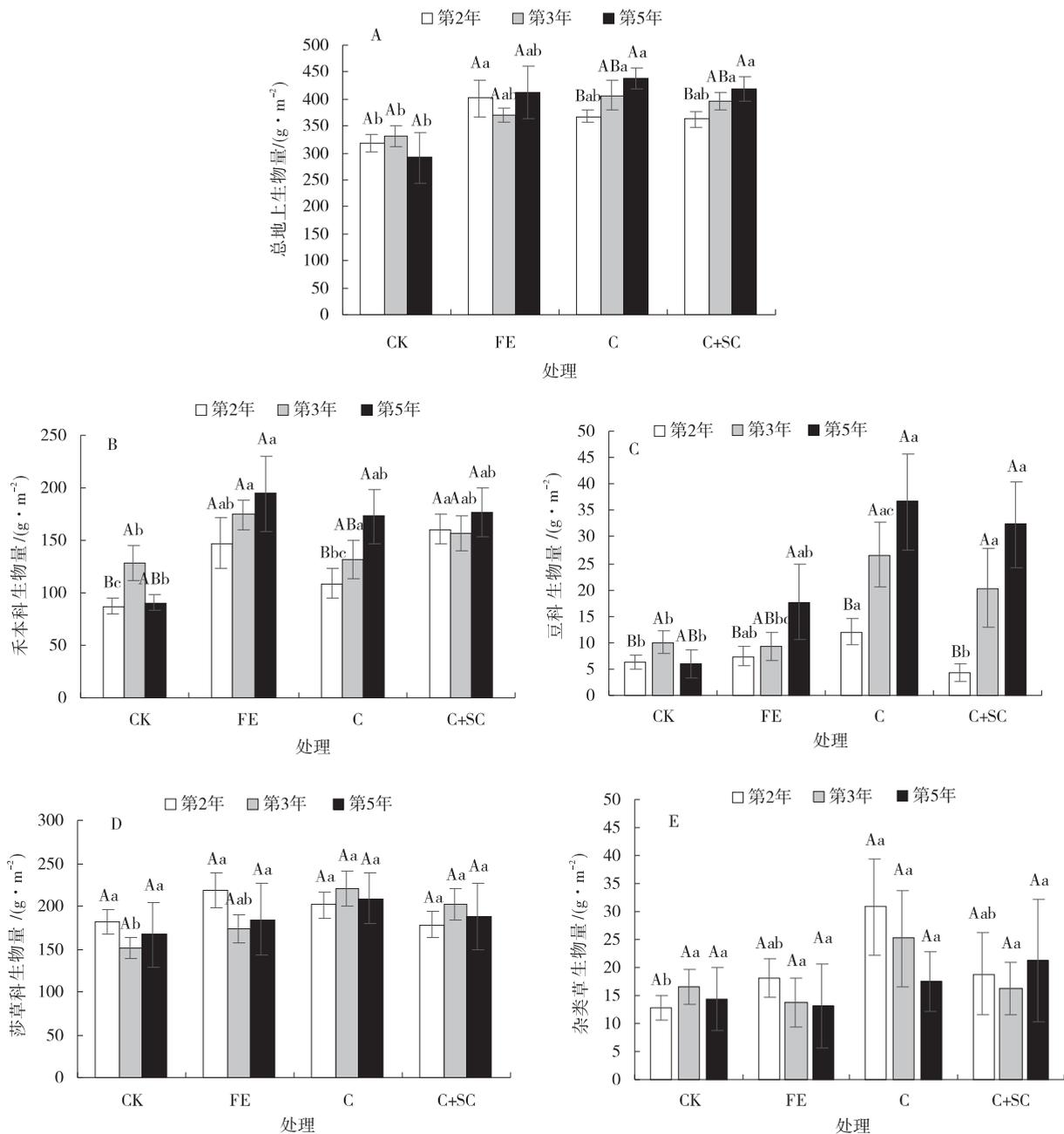


图 3 不同处理下草地群落生物量的变化

Fig. 3 Change of grassland community biomass under different treatments

降低,与本研究结果一致。而在同一处理下,各样区内的总物种数都随着年份增加而相应减少,这可能是由于光照、降水等气候原因而引起的共同变化。而其中 C 和 C+SC 的物种数下降幅度远远低于 CK 和 FE,说明在一定年限内 C 和 C+SC 可以更好的保持物种多样性。在 FE、C 和 C+SC 处理的样地中多样性指数、丰富度指数、均匀度指数、优势度指数与 CK 相比均有所下降。而 C+SC 处理的多样性指数、丰富度指数、均匀度指数、优势度指数均低于 C 处理。这可能是由于防除狼毒后改变了周围植物的优势度,光环境等从

而对周围植物的生长产生了不同的影响,一段时间内降低了草地群落的多样性。也可能是“狼毒净”在防除狼毒的同时,对草地群落内其他植物的生长产生了影响,导致了草地群落多样性的变化。FE 和 C 和 C+SC 处理的多样性指数、丰富度指数、优势度指数都随年份延长呈降低趋势,与总物种数变化相同,这可能同样是由于气候变化所引起。

生物量作为生态系统最基本的生态特征,反映了生态系统获取能量的能力,是研究草地生态系统的重要指标之一^[29]。本试验表明,防除狼毒后进行模拟秋

季放牧对草地的地上生物量有一定的影响,C 和 C+SC 处理的样地,总地上生物量以及禾本科和豆科的地上生物量显著高于 CK,莎草科和杂类草的生物量也高于 CK,但差异不显著,说明适度的刈割有利于草地植物的生长。李晓刚等^[30]研究表明,经过适度的刈割,可以消除草地生态系统内的植物生长冗余,致使草地的净初级生产潜力获得增长,与本研究结果一致。C 和 C+SC 处理的总地上生物量以及禾本科和豆科的地上生物量随着年份的增加有显著上升趋势。莎草科和杂类草在 4 种处理下均没有年份间的显著变化,说明在一定时间段内,适度的刈割有利于优良可食牧草的生长。

4 结论

防除狼毒后模拟秋季放牧在一定程度上对增加狼毒型退化草地的草产量,提高可食优良牧草占比有积极的影响。但在维持草地生物多样性的方面,FE 和 C 效果更好,在围封 3—5 年后进行适当的放牧对维持草地群落的生物多样性会更有利。但本研究只对草地群落的地上生物量和群落多样性的变化进行了比较分析,而模拟秋季放牧对牧草品质、土壤养分及土壤微生物等方面的影响还需进一步的研究。

参考文献:

- [1] 孙鸿烈. 青藏高原科学考察研究的回顾与展望[J]. 资源科学,2000(3):6—8.
- [2] 赵改江,旦增塔庆,魏学江. 青藏高原高寒草地沙化特征的研究进展[J]. 草原与草坪,2012,72(5):83—89.
- [3] 鲍根生,王玉琴,宋梅玲,等. 狼毒斑块对狼毒型退化草地植被和土壤理化性质影响的研究[J]. 草业学报,2019,28(3):51—61.
- [4] 崔雪,潘瑶,王亚楠,等. 退化草地瑞香狼毒对小尺度群落组成及土壤理化性质的影响[J]. 生态学杂志,2020,39(8):2581—2592.
- [5] 王玉琴,鲍根生,宋梅玲,等. 两种措施下施氮肥对狼毒型退化草地群落及营养品质的影响[J]. 草业学报,2018,27(12):177—186.
- [6] 任珩,赵成章. 高寒退化草地狼毒与赖草种群空间格局及竞争关系[J]. 生态学报,2013,33(2):435—442.
- [7] 陆元彪,周翰信,殷显智. 海北藏族自治州草原毒草棘豆、狼毒调查报告[J]. 四川草原,1995(4):29—31.
- [8] 张璐璐,王孝安,朱志红,等. 模拟放牧强度与施肥对青藏高原高寒草甸群落特征和物种多样性的影响[J]. 生态环境学报,2018,27(3):406—415.
- [9] 娜日苏,梁庆伟,杨秀芳,等. 刈割对羊草草甸草原生物量及牧草品质的影响[J]. 畜牧与饲料科学,2018,39(11):38—43.
- [10] 潘石玉,孔彬彬,姚天华,等. 刈割和施肥对高寒草甸功能多样性与地上净初级生产力关系的影响[J]. 植物生态学报,2015,39(9):867—877.
- [11] 章家恩,刘文高,陈景青,等. 不同刈割强度对牧草地上部和地下部生长性状的影响[J]. 应用生态学报,2005(9):1740—1744.
- [12] 贾淑庚,黄仁录. 刈割对牧草品质的影响研究进展[J]. 饲料广角,2014(3):45—47.
- [13] 李诚,艾尼瓦尔,哈德尔,孔广超,等. 不同饲用小黑麦品种在的最佳收草期研究[J]. 石河子大学学报,2006(4):406—409.
- [14] 朱珏,张彬,谭支良,等. 刈割对牧草生物量和品质影响的研究进展[J]. 草业科学,2009,26(2):80—85.
- [15] 罗彩云,徐世晓,赵亮,等. 5 种多年生牧草在青海环湖地区的最佳刈割时期[J]. 草原与草坪,2018,38(6):63—67.
- [16] 王丽华,刘尉,王金牛,等. 不同刈割强度下草地群落、层片及物种的补偿性生长[J]. 草业学报,2015,24(6):35—42.
- [17] 水宏伟,干珠扎布,吴红宝,等. 禁牧对藏北高原狼毒型退化草地群落特征及生产力的影响[J]. 草业学报,2020,29(10):14—21.
- [18] 宋梅玲,王玉琴,鲍根生,等. 不同草地管理措施对狼毒型退化草地群落结构及牧草品质的影响[J]. 草业科学,2018,35(10):2318—2326.
- [19] 拉措吉. 草原狼毒的防除技术[J]. 当代畜牧,2017(14):43—44.
- [20] 沈景林,周学东,孟杨,等. 草地狼毒化学防除的试验研究[J]. 草业科学,1999,16(6):53—56.
- [21] 赵成章,樊胜岳,殷翠琴. 喷施灭狼毒治理毒杂草型退化草地技术研究[J]. 草业学报,2004(4):87—94.
- [22] 王宏生,刚存武,周青平,等. 应用“狼毒净”除草剂防治草地恶性毒草——狼毒的技术研究[J]. 青海畜牧兽医杂志,2008(2):16—18.
- [23] 赵海鹏. “狼毒净”防除狼毒及对牧草产量的影响[J]. 青海草业,2016,25(2):15—17.
- [24] 刘晓琴,张翔,张立锋,等. 封育年限对高寒草甸群落组分和物种多样性的影响[J]. 生态学报,2016,36(16):5150—5162.
- [25] 王宏生,鲍根生,王玉琴,等. 不同草地管理措施对狼毒

- 型退化草地植物生产力的影响[J]. 草业科学, 2018, 35(11): 2561—2567.
- [26] 马玉寿, 李世雄, 王彦龙, 等. 返青期休牧对退化高寒草甸植被的影响[J]. 草地学报, 2017, 25(2): 290—295.
- [27] 陈文业, 戚登臣, 李广宇, 等. 施肥对甘南高寒草甸退化草地植物群落多样性和生产力的影响[J]. 中国农业大学学报, 2009, 14(6): 31—36.
- [28] 张伟娜, 干珠扎布, 李亚伟, 等. 禁牧休牧对藏北高寒草甸物种多样性和生物量的影响[J]. 中国农业科技导报, 2013, 15(3): 143—149.
- [29] 刘伟, 周华坤, 周立. 不同程度退化草地生物量的分布模式[J]. 中国草地, 2005(2): 9—15.
- [30] 李晓刚, 朱志红, 周晓松, 等. 刈割、施肥和浇水对高寒草甸物种多样性、功能多样性与初级生产力关系的影响[J]. 植物生态学报, 2011, 35(11): 1136—1147.

Effect of simulated autumn grazing on the community of degraded grassland after control of *Stellera chamaejasme*

LI Sheng-fu, SONG Mei-ling, WANG Yu-qin, WANG Hong-sheng, YIN Ya-li

(Qinghai University of Animal Science and Veterinary Medicine (Qinghai Academy of Animal Science and Veterinary Medicine), Xining 810016, China)

Abstract: Control of *Stellera chamaejasme* is one of the main measures to restore the degraded grasslands in the Qinghai-Tibet Plateau. Clipping, used as artificial simulation of grazing, has important effects on species diversity and productivity. After the prevention and control of *S. chamaejasme*, this study investigated the effects of a five-year simulated autumn grazing (10 cm stubble) on the density of *S. chamaejasme*, diversity and aboveground biomass of grassland community in a degraded grassland caused by *S. chamaejasme*. The results showed that the density and aboveground biomass of *S. chamaejasme* in the FE, C and C+SC treatments were significantly lower than that of CK ($P < 0.05$), and the density of *S. chamaejasme* significantly decreased with the extension of years ($P < 0.05$). While the number of total species decreased with the increase of years under each treatment, the number of species in the C and C+SC treatments only decreased slightly. The Shannon-Wiener index, richness index, Pielou index and Simpson index in the FE, C and C+SC treatments were lower relative to CK, the Pielou index in FE, C and C+SC decreased along the extension of years. The aboveground biomass of FE, C and C+SC in the second year increased relative to CK. Particularly, the total aboveground biomass of Gramineae in the second year and Leguminosae in the third year were significantly higher than CK (both $P < 0.05$). Meanwhile, the total aboveground biomass, aboveground biomass of Gramineae and Leguminosae of C and C+SC increased significantly with the extension of years ($P < 0.05$), while the aboveground biomass of Cyperaceae and forbs in each treatment did not change significantly between years ($P > 0.05$).

Key words: *Stellera chamaejasme*; clipping; diversity; biomass