

藏北乡土牧草栽培草地生产力研究

周娟娟

(省部共建青稞和牦牛种质资源与遗传改良国家重点实验室/西藏自治区农牧科学院草业科学研究所, 西藏 拉萨 850000)

摘要:以乡土草种垂穗披碱草(*Elymus nutans*, P), 麦宾草(*Elymus tangutorum*, M)和中亚早熟禾(*Poa litwinowiana*, Z)为研究材料, 设置 P、M、Z、PM、MZ、PMZ 7 个播种组合, 通过施肥、刈割人工扰动, 比较不同播种组合的草地生产力, 以期为藏北栽培草地建植提供理论依据。结果表明: 驯化的乡土草种两两混播和 3 者混播均能增加草地的地上生物量, 3 者混播的生产力最高, 且显著高于其他组合, 中亚早熟禾单播的生产力最低; 施肥、刈割或施肥 + 刈割可不同程度增加草地生产力, 施肥的效果优于刈割, 二者组合处理的效果最佳。综上所述, 藏北海拔 4500 乡土草地构建的草种选择为垂穗披碱草 + 麦宾草 + 中亚早熟禾, 并辅助刈割和施肥人工扰动。

关键词:藏北; 乡土草种质; 栽培草地; 生产力

中图分类号: S543

文献标识码: A

Artificial Grassland Productivity of Native Grass in North of Tibet

ZHOU Juan-juan

(State Key Laboratory of Highland Barley and Yak Germplasm Resources and Genetic Improvement, Tibet Lhasa 850000, China; Institute of Pratacultural Science, Tibet Academy of Agriculture and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850000, China)

Abstract: In order to screen the suitable sowing combination of native grasses, including *Elymus nutans* (P), *E. Tangutorum* (M) and *Poa litwinowiana* (Z) in the north of Tibet. The experiment was carried out by seven sowing patterns, including monocultures of *E. nutans* (P), *E. Tangutorum* (M) and *P. litwinowiana* (Z), combination of *E. Nutans* + *E. Tangutorum* (PM), *E. Tangutorum* + *P. litwinowiana* (MZ), *E. nutans* + *P. litwinowiana* (PZ), and *E. nutans* + *E. Tangutorum* + *P. litwinowiana* (PMZ). The productivity of different sowing patterns were compared to provide a theoretical basis for the establishment of artificial grassland. The result showed that both PM, MZ, PZ and PMZ could increase the aboveground biomass of grassland compared to P, M and Z, and the aboveground biomass of PMZ was the highest; the productivity of monocultures of Z was the lowest. Fertilization or mowing all could increase the productivity to varying degrees. The effect of fertilization was better than mowing, and fertilization + mowing could have the best effects. In summary, the appropriate sowing combination for the establishment of artificial grassland is *E. nutans* + *E. Tangutorum* + *P. litwinowiana* (PMZ), with artificial disturbance of assisted fertilization and mowing.

Key words: The north of Tibet; Native grasses; Artificial grassland; Productivity

青藏高原是我国重要的牧区, 以“世界第三极”和“亚洲水塔”著称, 目前仍是以天然草地为饲草来源的传统畜牧业模式为主。天然草地生态系统十分

脆弱, 生产力不稳定制约着草地畜牧业发展。解决西藏天然草地草畜平衡失调问题是遏制草地退化和构建高原生态安全屏障的关键所在^[1], 发展人工草地已成为缓解牧区天然草地放牧压力和提升草地生产力的有效途径, 其不仅为牧区畜牧业的发展提供所需的优质牧草, 而且也有助于保护和恢复退化的天然草地^[2-4]。通过建立人工草地和发展草地畜牧业, 可以使因长期过牧而普遍退化的天然草地得以退牧还草, 恢复退化天然草地的生态与生产功能^[5-6]。2018 年西藏自治区农业农村厅的最新数据显示, 西藏人工草地面积约 9.9 万 hm^2 ^[7], 占可利

收稿日期: 2020 - 10 - 12

基金项目: 西藏自治区自然科学基金“藏北乡土混播草地群落间竞争与生产力研究”(XZ2019ZR G-96-Z); 第二次青藏高原综合科学考察研究课题植物多样性可持续利用与评估(2019QZKK0502)子课题“传统农业植物资源调查与研究评估”(2019QZKK05020302); 西藏饲草产业专项(XZ201901NA09)子课题“那曲抗寒野生牧草驯化和牧草种植示范”; 国家牧草产业技术体系拉萨综合试验站(CARS-34)

作者简介: 周娟娟(1987 -), 女, 助理研究员, 从事草地资源与育种, E-mail: zhoujjcaoye@126.com。

用草地面积的 0.13 %^[8],且主要集中在海拔低于 4000 m 的藏南农牧结合区域^[9]。人工草地种植规模小、牧草产量低、持续性和稳定性差,且试验研究多围绕人工草地的群落特征、稳定性和持续性^[10-12],鲜有高寒牧区人工草地种植模式的探究。本研究拟通过在藏北高寒地区,利用在高海拔生境筛选驯化的乡土禾本科草种建植多年生混播草地,通过对草地不同牧草的植物学特征生产力特性研究,旨在为青藏高原腹地乡土混播草地的构建提供草种选择、组合搭配的参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 试验地概况 试验地概况:试验地位于那曲市那曲镇 14 村那曲市草原站综合试验站,地理坐标为北纬 31°26′、东经 92°07′。该区平均海拔 4440 m,属于高原亚寒带半干旱季风气候,干燥、多风,雨热同季。年均温 -2.5 ℃,最冷月(1 月)℃,最热月(6 月)℃,年均降水量约 400 mm,降水主要集中在 5-9 月,无绝对无霜期。土壤类型为高寒草原土,土壤有机质缺乏,呈微碱性(表 1)。试验区地势平坦,为重度退化的高寒草原开垦的试验田,主要杂类草有银洽草(*Koeleria argentea*)、二裂委陵菜(*Potentilla bifurea*)、紫花针茅(*Stipa purpurea*)、藏豆(*Stracheya tibetifca*)、狗娃花(*Heteropappus hispidus*)独行菜(*Lepidium apetalum*)等。

1.1.2 试验材料 选择青藏高原最常见的在那曲“藏北优质牧草选育试验站”驯化的 3 种牧草作为研究材料,它们分别是垂穗披碱草(*Elymus nutans*),麦宾草(*Elymus tangutorum*)和中亚早熟禾(*Poa*

litwinowiana),供试种子来源详见表 2。

1.2 试验方法

本研究中播种处理包含单播和混播。单播为 3 个物种分别单独播种,有 3 个处理(P、M、Z);混播分为两两混播和 3 种混播,有 4 个处理(PM、MZ、PZ、PMZ)此,共有 7 个播种组合。每个播种组合播种在面积为 3 m × 4 m 的小区。播种组合随机分布在一个区组内,重复 4 次,播种小区间有 0.5 m 的缓冲地带。然后,把每个播种小区分割成四个 1.5 m × 2 m 的子区,分别为对照(CK)、施肥(F)、刈割(C)和刈割加施肥(F + C)。施肥处理所施肥料为(NH₄)₂HPO₄。于播种第 2 年喷灌后施肥 1 次,施肥量为 90 g/m²;于牧草灌浆期,在 C 和 C + F 子区内进行留茬 5~6 cm 的刈割处理,计算生物量。播种采用人工开沟条播,播深 3~5 cm,行距 25 cm,每个子区播种 6 行,出苗后人工除杂 2 次。

1.3 数据处理

试验数据采用 Excel 与 SPSS 统计软件进行单因素方差分析(One-way ANOVA),Duncan 法进行多重比较,分析不同处理间的差异。

2 结果与分析

2.1 不同播种组合的草地生产力

由表 3 可以看出,相同(刈割、施肥)处理下不同播种组合间相互比较,均呈现出 3 个物种混播的地上生物量最高,分别达到 344.0、605.7、561.9 和 970.3 g/m²,且均显著($P < 0.05$)高于两两混播和单播处理。对照组(CK)的两两混播的草地地上生物量显著($P < 0.05$)高于 3 个物种单独播种,且中亚早熟禾单播的地上生物量最低,仅为 120.1 g/

表 1 试验地土壤养分概况

Table 1 Soil nutrients of testing plot

| 指标 | 有机质 (g/kg) | 全氮 (g/kg) | 全磷 (g/kg) | 全钾 (g/kg) | 速效氮 (mg/kg) | 有效磷 (mg/kg) | 速效钾 (mg/kg) | pH |
|----|---------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| | 17.58 ± 2.59 | 1.22 ± 0.04 | 0.41 ± 0.06 | 2.42 ± 0.93 | 118.18 ± 8.21 | 9.97 ± 2.45 | 87.47 ± 6.78 | 8.30 ± 1.43 |

表 2 供试种子来源

Table 2 Source of testing seeds

| 名称 | 经纬度 | 海拔 (m) | 采集地 | 植物学特征 |
|----------------------------------|-------------------|-----------|---------|---|
| 垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i> | 30°35′ N、91°18′ E | 4360 | 拉萨当雄县 | 基部和根出的叶鞘具肉毛,穗状花序较紧密,小穗成熟后紫色,长 5~12 cm。 |
| 麦宾草 <i>E. tangutorum</i> | 29°53′ N、30°06′ E | 4045 | 林芝工布江达县 | 穗状花序直立,较紧密,穗轴边缘具小纤毛,小穗绿色稍带紫色,颖脉明显而粗糙或被有短硬毛。 |
| 中亚早熟禾 <i>Poa litwinowiana</i> | 29°53′ N、92°30′ E | 4200 | 那曲巴青县 | 叶舌长 1.8 mm;圆锥花序狭窄,主轴和分枝隐藏,小穗紫色,长 4~7 cm。 |

表 3 不同播种组合的地上生物量

Table 3 Aboveground biomass of different sowing patterns (g/m²)

| 编号 | 对照 CK | 施肥 F | 刈割 C | 施肥 + 刈割 F + C |
|-----|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| P | 264.8 ± 6.28 c | 491.5 ± 29.70 d | 453.5 ± 10.06 c | 790.3 ± 15.35 cd |
| M | 270.0 ± 13.63 c | 495.8 ± 25.59 d | 471.4 ± 10.55 bc | 810.4 ± 36.90 bc |
| Z | 120.1 ± 20.87 d | 335.6 ± 15.32 e | 252.3 ± 4.09 d | 611.7 ± 13.41 d |
| PM | 318.0 ± 5.34 b | 542.5 ± 7.65 c | 503.5 ± 2.69 c | 856.3 ± 12.37 bc |
| MZ | 322.0 ± 0.81 b | 561.5 ± 3.25 bc | 523.7 ± 3.40 b | 895.2 ± 16.31 b |
| PZ | 327.7 ± 5.80 b | 563.1 ± 1.46 b | 519.6 ± 2.20 c | 883.3 ± 42.49 bc |
| PMZ | 344.0 ± 3.52 a | 605.7 ± 5.04 a | 561.9 ± 2.68 a | 970.3 ± 2.13 a |

注:表中数据为平均值 ± 标准误;同一(施肥、刈割)处理不同的小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。
Note: Data are mean ± standard errors; Different small letters in the same treatment mean significant difference ($P < 0.05$).

表 4 不同播种组合的不同处理的地上生物量变化

Table 4 Aboveground various biomass of different sowing patterns (%)

| 编号 | 对照 CK | 施肥 F | 刈割 C | 施肥 + 刈割 F + C |
|-----|-------|--------|--------|---------------|
| P | 1 | 85.61 | 71.26 | 198.53 |
| M | 1 | 83.63 | 74.59 | 200.15 |
| Z | 1 | 179.43 | 110.07 | 409.33 |
| PM | 1 | 70.60 | 58.33 | 169.28 |
| MZ | 1 | 74.38 | 62.64 | 178.01 |
| PZ | 1 | 71.83 | 58.60 | 169.55 |
| PMZ | 1 | 76.08 | 63.34 | 182.06 |

m²,显著($P < 0.05$)低于其他播种组合;施加磷酸二铵处理组(F),3个物种两两组合的地上生物量均显著($P < 0.05$)高于各自单播,但PM组合显著($P < 0.05$)低于MZ和PZ组合,MZ和PZ间差异不显著($P > 0.05$);刈割处理组(C),中亚早熟禾单播的地上生物量显著低于($P < 0.05$)其他播种组合,地上生物量仅达到252.3 g/m²,其他播种组合间差异不显著($P > 0.05$);施肥+刈割处理组(F+C),3个物种单播和两两混播间生产力表现差异不显著($P > 0.05$)。

2.2 不同播种组合的地上生物量变化

施肥、刈割或施肥+刈割可不同程度增加不同播种组合的草地生产力。对于3个物种单播,施肥、刈割或施肥+刈割均能大幅增加草地地上生物量,其中中亚早熟禾单播的涨幅最大,且均超过100个百分点;两两混播的涨幅略偏低。对不同混播组合进行施肥、刈割,均能增加地上生物量,且施肥的效果优于刈割;二者的组合(施肥+刈割)处理效果最佳,皆能使草地地上生物量相较于对照增加100%。

3 讨论

高海拔建植栽培草地,应首先兼顾积温和水热

条件。燕麦对积温的要求不高,但种植一年生牧草,耕作频繁,投入产出和效益较低,且难以保证可持续性。本试验选择西藏重要的乡土优势植物披碱草属(*Elymus*)和早熟禾属(*Poa*)植物作为供试材料,具有草产量高、品质好、抗逆性强等特性^[13],可作为高寒栽培草地构建和退化草地恢复重建的重要草种^[14-15]。

陆地生态系统的净初级生产力取决于土壤营养可用性水平^[16-17]。当环境营养匮乏时,施肥可缓解这种限制,促进物种共存增加群落生物多样性^[18]。因此,被广泛用于植被的恢复重建^[19]。本试验,施肥后垂穗披碱草、麦宾草或中亚早熟禾单播、两两混播和三者混播的地上生物量均有不同程度增加,施肥有利于植物的营养生长,生产力提升。刈割作为模拟放牧对生态系统的影响同施肥一样强烈,有学者认为刈割是恢复中午多样性的重要举措^[20]。Bernhardt-Römermann^[21]等认为中等程度的刈割群落的生物量是最高的。试验结果显示,刈割干扰下,不同播种组合的生产力涨幅均比对照增加50%,中亚早熟禾的涨幅最大。施肥和刈割对生态系统的影响不是孤立的,二者的相互作用可显著增加栽培草地的地上生物量的产量,且效果最佳。

4 结 论

垂穗披碱草 + 麦宾草 + 中亚早熟禾三者混播建植的草地生产力最高;施肥、刈割,均能增加草地地上生物量,且施肥的效果优于刈割,二者的组合效应效果最佳;不同混播处理的草地地上生物量对施肥、刈割及其二者的组合效应的响应程度依次为:垂穗披碱草 + 麦宾草 < 垂穗披碱草 + 中亚早熟禾 < 麦宾草 + 中亚早熟禾 < 垂穗披碱草 + 麦宾草 + 中亚早熟禾 < 垂穗披碱草 < 麦宾草 < 中亚早熟禾。

参考文献:

- [1]何永涛,张宪洲,余成群. 青藏高原农牧系统耦合发展及其生态效应[J]. 中国科学院院刊,2014,189-190:11-18.
- [2]方精云. 我国草原牧区呼唤新的草业发展模式[J]. 科学通报,2016,61(2):137-138.
- [3]方精云,白永飞,李凌浩,等. 我国草原牧区可持续发展的科学基础与实践[J]. 科学通报,2016,61(2):155-164.
- [4]方精云,潘庆民,高树琴,等. "以小保大"原理:用小面积人工草地建设换取大面积天然草地的保护与修复[J]. 草业科学,2016,33(10):1913-1916.
- [5]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.
- [6]张新时,唐海萍,董孝斌,等. 中国草原的困境及其转型[J]. 科学通报,2016,61(2):165-177.
- [7]西藏农牧信息网. 区农牧厅关于改革开放40年来西藏农牧业重大发展成就的报告[R]. (2018-05-31). <http://xznm.agri.gov.cn/index/xinxi/gonggao/2018/0725/1640.html>.
- [8]西藏自治区人民政府. 西藏发布最新草原普查数据:草原总面积13.23亿亩.(2016-10-25)[R]. http://www.xizang.gov.cn/zwgk/xwfbh/201610/t20161028_91436.html.
- [9]魏学红,郑维列. 浅谈西藏人工草地的建设[J]. 西藏科技,2006

(5):53-54.

- [10]张耀生,赵新全,黄德清. 青藏高原高寒牧区多年生人工草地持续利用的研究[J]. 草业学报,2003,12(3):22-27.
- [11]周华坤,赵新全,赵亮,等. 高山草甸垂穗披碱草人工草地群落特征及稳定性研究[J]. 中国草地学报,2007,29(2):13-25.
- [12]董全民,赵新全,马玉寿,等. 放牧强度对高寒混播人工草地群落特征及地上现存量的影响[J]. 草地学报,2012,20(1):10-16.
- [13]张卫红,苗彦军,马飞,等. 披碱草属牧草在西藏草地系统中的地位探究[J]. 黑龙江畜牧兽医,2017(2):172-174.
- [14]陆光平,聂斌. 垂穗披碱草利用价值评价[J]. 草业科学,2002,19(9):13-15.
- [15]侯宪宽,董全民,施建军,等. 青海草地早熟禾单播人工草地群落结构特征及土壤理化性质研究[J]. 中国草地学报,2015,37(1):65-69.
- [16]Elser J J, Fagan W F, Denno R F, et al. Nutritional constraints in terrestrial and freshwater food webs[J]. Nature, 2000, 408: 578-580.
- [17]Tilman D, Reich P B, Knops J, et al. Diversity and productivity in a long-term grassland experiment[J]. Science, 2001, 294: 843-845.
- [18]Chapin F S, Vitousek P M, Vancleve K. The nature of nutrient limitation in plant communities[J]. American Naturalist, 1986, 127: 48-58.
- [19]echáčkováS, HadincováV, MünzbergováZ, et al. Restoration of Species-Rich, Nutrient-Limited Mountain Grassland by Mowing and Fertilization[J]. Restoration Ecology, 2010, 18: 166-174.
- [20]PavlůV, Schellberg J, Hejerman M. Cutting frequency vs. N application: Effect of a 20-year management in Lolio-Cynosuretum grassland[J]. Grass and Forage Science, 2011, 66(4): 501-515.
- [21]Bernhardt-Römermann M, Römermann C, Sperlich S, et al. Explaining grassland biomass-the contribution of climate, species and functional diversity depends on fertilization and mowing frequency[J]. Journal of Applied Ecology, 2011, 48: 1088-1097.