

DOI: 10.12101/j.issn.1004-390X(n).202101053

夏/秋播种鸭茅+多年生黑麦草+白三叶 草地建植效果比较研究*

王 文¹, 赵一军^{2,3}, 李梦瑶^{2,3}, 宣文婷^{2,3}, 于应文^{2,3}, 徐 震^{2,3**}

(1. 云南省种羊繁育推广中心, 云南 昆明 655204; 2. 兰州大学 农业农村部草业创新重点实验室, 甘肃 兰州 730020; 3. 兰州大学 草地农业科技学院, 甘肃 兰州 730020)

摘要:【目的】研究鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地建植适宜播种时期, 为其建植和管理提供理论依据。

【方法】以夏季和秋季建植的鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地为对象, 分析2个建植时期草地植物种群、群落和土壤养分变化特征。【结果】秋播草地鸭茅重要值较高, 夏播草地非播种植物入侵较多, 两类草地鸭茅种群小株丛个体储备丰富, 大株丛个体数较低, 种群总体呈增长型模式; 鸭茅株丛密度和白三叶匍匐茎密度、质量和个体大小以及播种禾草地上生物量比例均为秋播草地>夏播草地, 而杂类草地上生物量比例、物种多样性和物种分布均匀程度均为夏播草地>秋播草地; 土壤有机质和牧草全氮含量为秋播草地>夏播草地。

【结论】秋播鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地建植效果整体较优, 可有效抑制杂草生长, 利于播种牧草生长和牧草营养价值提高及土壤培肥, 适于在研究区及南方相关区域推广。

关键词: 鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地; 年龄结构; 分蘖/匍匐茎; 生物量构成; 物种多样性

中图分类号: S 812 文献标志码: A 文章编号: 1004-390X (2021) 06-1057-08

Research on the Planting Effect of *Dactylis glomerata*+ *Lolium perenne*+*Trifolium repens* Grasslands in Summer/Autumn Sowing Dates

WANG Wen¹, ZHAO Yijun^{2,3}, LI Mengyao^{2,3}, XUAN Wenting^{2,3}, YU Yingwen^{2,3}, XU Zhen^{2,3}

(1. Yunnan Sheep Breeding Promotion Center, Kunming 655204, China; 2. Key Laboratory of Grassland Livestock Industry Innovation of Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Lanzhou University, Lanzhou 730020, China; 3. College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730020, China)

Abstract: [Purpose] To study the suitable sowing date of *Dactylis glomerata*+*Lolium perenne*+*Trifolium repens* grasslands, which will provide some basis for the management and sowing of this kind of grasslands. [Method] We analyzed the characteristics of plant population, community and nutrients of soil and herbage of *D. glomerata*+*L. perenne*+*T. repens* grasslands under summer/autumn sowing dates. [Result] The dominance of *D. glomerata* was higher in autumn sowing grasslands, while native plants was higher in summer sowing grasslands. For *D. glomerata* in autumn and summer sowing grasslands, the small plant number was abundant and the large plant num-

收稿日期: 2021-02-02

修回日期: 2021-04-12

网络首发时间: 2021-11-10 10:44:42

*基金项目: 中国南方草地牧草资源调查项目 (2017FY100601); 云南省重点研发计划项目子课题 (2018BB001-03); 兴义市众彝农牧发展有限公司委托项目 [(17)0274]。

作者简介: 王文 (1964—), 男, 甘肃镇原人, 博士, 高级畜牧师, 主要从事草畜生产管理研究。

E-mail: 470178443@qq.com

**通信作者 Corresponding author: 徐震 (1974—), 男, 贵州兴义人, 学士, 工程师, 主要从事草畜生产管理研究。E-mail: xuzhen@lzu.edu.cn

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20211109.1534.015.html>



ber was lower, and their population age structure showed an increasing pattern. The plant density of *D. glomerata*, stolon density, stolon weight and individual stolon weight of *T. repens* and the above-ground biomass proportion of sowing herbage were higher in autumn sowing grasslands than in summer sowing grasslands, while the biomass proportion of native forbs, plant species diversity and species distribution indices in summer sowing grasslands were higher than in autumn sowing grasslands. The contents of soil organic matter and herbage total nitrogen were higher in the autumn sowing grasslands than in summer sowing grasslands. [Conclusion] The planting effect of *D. glomerata*+*L. perenne*+*T. repens* grasslands in autumn sowing was better, which was beneficial for discouraging native plant species growth, herbage growth and enhancing herbage nutritional value and improving soil fertilization, and suitable for promotion in the research area and relevant regions in the south China.

Keywords: *Dactylis glomerata*+*Lolium perenne*+*Trifolium repens* grasslands; age structure; tiller/stolon; biomass composition; species biodiversity

鸭茅 (*Dactylis glomerata*) + 多年生黑麦草 (*Lolium perenne*) + 白三叶 (*Trifolium repens*) 是世界温带地区建植面积最广的混播组合之一^[1-3], 具有优质、高产、提高畜产品质量和家畜生产力等特点^[4-6]。自 20 世纪 80 年代以来, 在中国南方地区广为种植, 多用于退耕地、幼林和开阔疏林地、草山草坡改良或植被恢复。建植鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地, 不仅可增加植被覆盖率, 防止水土流失, 还可改善草地质量, 提高草畜生产力, 进而提高草地经济和生态效益^[7]。因此, 鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地在中国南方地区草牧业发展和生态环境保护中发挥着重要作用^[8-10]。

鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地建植和管理的关键是其高产、稳产及群落稳定性的维持。研究表明: 鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地的建植效果和稳定性维持, 不仅与其建植方法和建植时间等有关, 还与建植后的草地管理和利用模式有关^[6, 8, 10]。通常, 不同播种时期鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地土草特征存在差异^[11-12], 进而影响草地植物群落组分和功能特征变化^[10, 13]。因此, 比较不同播种时期鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地土草特征、建植效果及稳定性水平, 可为该类草地的建植和管理提供一定的实践价值。

国外对鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地的建植和管理研究涉及土—草—畜—环境系统各环节, 研究内容系统而深入^[3, 5, 14-15], 具有维持该类草地高产、稳产和稳定性的成熟技术体系。与国外相比, 国内鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地研

究起步较晚, 对其研究涉及土—草—畜系统, 集中于草地群落植被构成^[4, 6]、物种竞争^[12]、群落演替^[13, 16-17]、草地稳定性及其影响因素^[12-13]和土草养分^[10, 18]等。中国鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地建植主要采用飞播法和机械翻耕播种法, 虽然也采用绵羊宿营法, 但因其改良速度慢和成本高而仅用于试验研究, 并未在生产实践中推广应用。近年来, 云南省种羊繁育推广中心采用轮作改良建植方法^[19], 其草地建植效果较好, 并在相关区域推广, 取得显著的经济、社会和生态效益。长期以来, 中国南方地区鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地建植常在春末夏初和秋季播种, 但近年来, 气候异常, 有时春末夏初播种后因气候干旱而影响草地建植效果。鉴于此, 本研究通过分析夏/秋播种时期鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地植物种群和群落特征、土草养分及草地稳定性, 研究该类草地建植的适宜播种时期, 为研究区该类草地的建植和管理提供实践依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于云南省昆明市寻甸县云南省种羊繁育推广中心 (N25°36'35", E103°13'38"), 年均气温 11.0 ℃, 年均降水量 1429.6 mm, 海拔 2 050 m; 无霜期 285 d, 为典型亚热带季风气候; 土壤类型为砖红壤。主要伴生种有黑穗画眉草 (*Eragrostis nigra*)、扁穗雀麦 (*Bromus cartharticus*)、牛膝菊 (*Galinsoga parviflora*) 和砖子苗

(*Mariscus umbellatus*) 等。

1.2 样地设置和草地管理

2019年6月末,在研究区分别选择2014年秋季(8月)和夏季(5月)建植的鸭茅+多年生黑麦草+白三叶混播草地各4块,作为4次样地重复,每块样地面积约0.5 hm²。草地于每年4—11月轮牧利用,轮牧时间为每月下旬,每次轮牧5~7 d,旺盛期牧后草层高度为6~8 cm、其他时期为4~6 cm,放牧家畜均为波尔山羊繁育母羊。每年牧草生长旺盛期(7月中、下旬),因草地利用不足,可刈割收获牧草裹包青贮,留茬高度约5~6 cm。每年刈割后施钙镁磷复合肥(过磷酸钙)300 kg/hm²、尿素(含N 46.2%) 75 kg/hm²和硫酸钾(K₂SO₄) 75 kg/hm² 1次。

1.3 测定指标和方法

植物群落特征测定:2019年7月初,在已设置的秋播和夏播草地各样地内,轮牧前均匀设置20个50 cm×50 cm的样方,调查各样方内牧草的高度和盖度、每种植物的高度和密度(以株计)及鸭茅的株丛基径和株丛分蘖数,因多年生黑麦草在试验期间数量很少,故未统计其株丛基径和株丛分蘖数;然后齐地刈割收获地上生物量,先按绿色物质(即活物质)和死物质分开,再将绿色物质按不同植物种分开,所有植物样品装袋带回实验室,65℃下烘干称干质量后,将分种地上生物量和死物质按同一样方混合,粉碎,以备养分分析。

白三叶匍匐茎特征测定:在牧草地上生物量收获后的各50 cm×50 cm样方内,按对角线设置2个10 cm×10 cm的小样方,挖取小样方内0~5 cm深土芯。先检出各个小样方内所有白三叶匍匐茎,按不同样方测定白三叶匍匐茎总长度;再装入信封袋,带回实验室,洗净后于65℃下烘干称干质量,即为白三叶匍匐茎质量,换算为单位面积内匍匐茎质量(g/m²);最后依据白三叶地上生物量质量(g/m²)和匍匐茎密度(m/m³),计算出白三叶匍匐茎个体质量(g/m)。

植物种重要值计算:以样方植物种的高度、密度和生物量数据为基础,按公式计算植物种重要值:

$$IV = (RH + RD + RB)/3$$

式中,IV为植物种重要值(important value),RH、

RD和RB分别为植物种的相对高度(relative height,样方内某植物种的高度/该样方内所有植物种的高度之和)、相对密度(relative density,样方内某植物种的密度/该样方内所有植物种的密度之和)和相对生物量(relative biomass,样方内某植物种的生物量/该样方内所有植物种的生物量之和)^[20]。

功能群地上生物量构成计算:基于样方地上分种生物量数据,按播种禾草(鸭茅和多年生黑麦草)、白三叶、非播种禾草和其他4类,统计类群地上生物量及其构成。

植物种多样性指数计算:基于样方植物物种数和重要值数据,按公式计算各植物种的多样性指数^[20]。

Patrick 丰富度指数: $R = S$;

Shannon-Wiener 多样性指数: $H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$;

Pielou 均匀度指数: $E = H/\ln S$;

Simpson 优势度指数: $D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$ 。

式中, S 表示群落物种数, P_i 表示*i*种的相对重要值。

鸭茅年龄结构划分及龄级结构图绘制:基于鸭茅株丛基径和株丛分蘖数数据,对其龄级进行等级划分。鸭茅株丛分蘖数等级划分从20个分蘖起,按20个分蘖级差分级统计;基径等级划分从2 cm起,按2 cm级差分级统计。同时,绘制不同龄级鸭茅植株龄级结构图,用横柱高低表示株丛分蘖数或基径大小的龄级等级,横柱宽度表示不同株丛分蘖数或基径大小龄级的株丛数及其比例。

土草养分测定:植被特征测定同期,在各50 cm×50 cm的样方内,用直径5 cm的土钻采集2钻0~10 cm土壤,按样地重复混合,挑出植物根系和石块等杂物,风干过筛后用于养分分析。土壤有机质含量采用重铬酸钾法测定,土壤和牧草氮含量采用凯氏定氮法测定,土壤和牧草全磷含量采用钼锑抗比色法测定^[21-22]。

1.4 数据统计分析

用Origin 9.0制图,SPSS 19.0中的*t*-test对草地植被(除鸭茅龄级分级)及土草养分等数据进行差异显著性分析,数据以“平均值±标准误”表示。

2 结果与分析

2.1 植物种重要值

由表 1 可知：夏播和秋播时期鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地群落优势种均为鸭茅，其重要值分别为 0.204 和 0.417；且秋播草地鸭茅重要值是夏播草地的 2.0 倍；秋播草地群落亚优势种为白三叶和艾蒿，夏播草地亚优势种为艾蒿和黑穗画眉草；且秋播草地白三叶重要值是夏播草地的 1.3 倍，夏播草地艾蒿和黑穗画眉草的重要值分别是秋播草地的 3.7 倍和 2.1 倍。此外，多年生黑麦草、狗牙根、苦苣菜、砖子苗和积雪草的重要值均为秋播高于夏播，且前者分别是后者的

6.0 倍、1.2 倍、5.0 倍、2.5 倍和 1.4 倍；秋播草地特有种有风轮菜、鼠曲草、小飞蓬、长柔毛野豌豆、猪殃殃、蓝花参、凹头苋、百里香、紫花地丁和芥；夏播草地特有种有戟叶酸模、石生繁缕、铺地狼尾草、鱼眼草、尼泊尔蓼、马鞭草和藜。说明秋播草地优良牧草比例高且杂草入侵少，夏播草地非播种植物入侵较多，秋播草地较符合人工草地建植目的。

2.2 种群特征

2.2.1 鸭茅年龄结构

由图 1 可知：秋播时， $n \leq 20$ 时 (n 为鸭茅株丛分蘖数)，其株丛数所占比例约为 36.2%； $20 < n \leq 40$ 时，其株丛数所占比例约为 41%； $40 < n \leq$

表 1 鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地主要植物种重要值
Tab. 1 Important values of plant species in *Dactylis glomerata*+*Lolium perenne*+*Trifolium repens* grasslands

植物名 plant name	秋播草地 autumn sowing grassland	夏播草地 summer sowing grassland
鸭茅 <i>Dactylis glomerata</i>	0.417±0.020	0.204±0.010
多年生黑麦草 <i>Lolium perenne</i>	0.030±0.011	0.005±0.000
黑穗画眉草 <i>Eragrostis nigra</i>	0.040±0.030	0.083±0.010
狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	0.040±0.030	0.034±0.020
铺地狼尾草 <i>Pennisetum clandestinum</i>	0±0	0.028±0.030
白三叶 <i>Trifolium repens</i>	0.090±0.010	0.070±0.000
长柔毛野豌豆 <i>Vicia villosa</i>	0.010±0.010	0±0
牛膝菊 <i>Galinsoga parviflora</i>	0.030±0.000	0.040±0.020
苦苣菜 <i>Sonchus oleraceus</i>	0.030±0.020	0.006±0.010
小飞蓬 <i>Conyza canadensis</i>	0.010±0.010	0±0
艾蒿 <i>Artemisia argyi</i>	0.050±0.020	0.187±0.010
鱼眼草 <i>Dichrocephala integrifolia</i>	0±0	0.012±0.010
鼠曲草 <i>Gnaphalium affine</i>	0.040±0.020	0±0
戟叶酸模 <i>Rumex hastatus</i>	0±0	0.035±0.010
尼泊尔蓼 <i>Polygonum nepalense</i>	0±0	0.024±0.010
凹头苋 <i>Amaranthus blitum</i>	0.020±0.010	0±0
反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	0.010±0.010	0.080±0.010
藜 <i>Chenopodium album</i>	0±0	0.010±0.010
风轮菜 <i>Clinopodium chinense</i>	0.010±0.010	0±0
百里香 <i>Thymus mongolicus</i>	0.030±0.040	0±0
石生繁缕 <i>Stellaria vestita</i>	0±0	0.048±0.010
砖子苗 <i>Mariscus umbellatus</i>	0.050±0.000	0.020±0.010
积雪草 <i>Centella asiatica</i>	0.010±0.010	0.007±0.010
猪殃殃 <i>Galium spurium</i>	0.020±0.020	0±0
酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	0.030±0.010	0.038±0.010
马鞭草 <i>Verbena officinalis</i>	0±0	0.071±0.010
蓝花参 <i>Wahlenbergia marginata</i>	0.020±0.020	0±0
紫花地丁 <i>Viola philippica</i>	0.010±0.010	0±0
芥 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	0.010±0.010	0±0

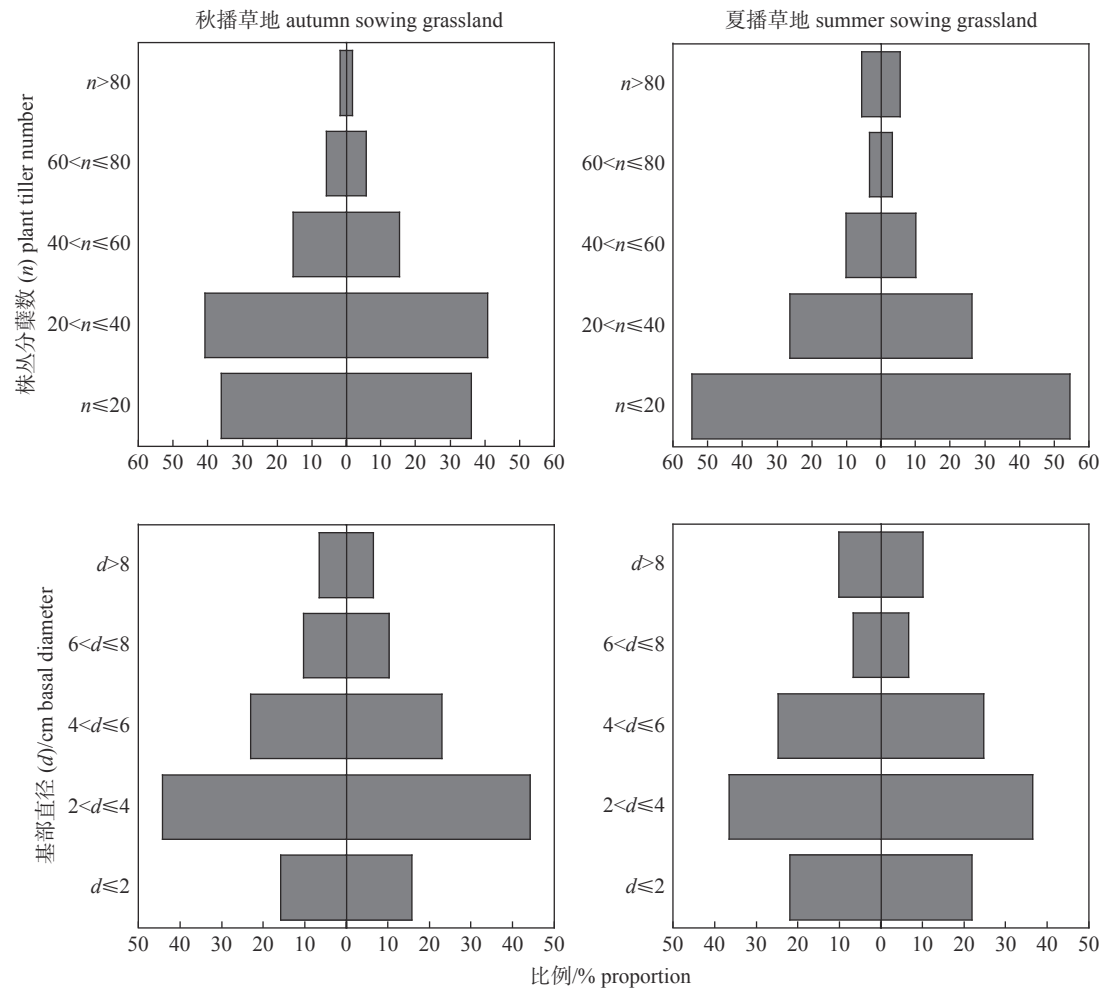


图 1 鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地鸭茅的龄级结构

Fig. 1 Age structure of *Dactylis glomerata*+*Lolium perenne*+*Trifolium repens* grasslands

60 时, 其株丛数所占比例约为 15.5%; $60 < n \leq 80$ 时, 其株丛数所占比例约为 5.8%; $n > 80$ 时, 其株丛数所占比例约为 1.8%。鸭茅株丛分蘖数 (n) 在 $20 < n \leq 40$ 时所占比例是 $n > 80$ 时的 22.7 倍。夏播时, 鸭茅分蘖数分布较不均匀, $n \leq 20$ 时, 其株丛数所占比例约为 54.5%; $20 < n \leq 40$ 时, 其株丛数所占比例约为 26.4%; $40 < n \leq 60$ 时, 其株丛数所占比例约为 10.1%; $60 < n \leq 80$ 时, 其株丛数所占比例约为 3.4%; $n > 80$ 时, 其株丛数所占比例约为 5.6%。鸭茅株丛分蘖数在 $n \leq 20$ 时所占比例是 $60 < n \leq 80$ 时的 16 倍。

由图 1 还可知: 秋播时, $d \leq 2$ 时 (d 为鸭茅株丛基部直径), 其株丛数所占比例约为 15.8%; $2 < d \leq 4$ 时, 其株丛数所占比例约为 44.2%; $4 < d \leq 6$ 时, 其株丛数所占比例约为 23.1%; $6 < d \leq 8$ 时, 其株丛数所占比例约为 10.4%; $d > 8$ 时, 其

株丛数所占比例约为 6.5%。鸭茅株丛基部直径 (d) 在 $2 < d \leq 4$ 时所占比例是 $d > 8$ 时所占比例的 6.8 倍。夏播时, $d \leq 2$ 时, 其株丛数所占比例约为 22.0%; $2 < d \leq 4$ 时, 其株丛数所占比例约为 36.5%; $4 < d \leq 6$ 时, 其株丛数所占比例约为 24.7%; $6 < d \leq 8$ 时, 其株丛数所占比例约为 6.7%; $d > 8$ 时, 其株丛数所占比例约为 10.1%。鸭茅株丛基部直径在 $2 < d \leq 4$ 时所占比例是 $6 < d \leq 8$ 时所占比例的 5.4 倍。

上述结果说明鸭茅株丛年龄结构秋播与夏播相近, 整体上均为幼年植株密度大, 为增长型, 且相对而言, 秋播较合理。

2.2.2 鸭茅分蘖和白三叶匍匐茎特征

由表 2 可知: 鸭茅株丛密度为秋播 $>$ 夏播 ($P < 0.05$), 前者为后者的 1.3 倍; 鸭茅株丛分蘖数和分蘖密度在秋播和夏播之间相近 ($P > 0.05$)。白

三叶匍匐茎密度、匍匐茎质量和匍匐茎个体质量均为秋播>夏播 ($P<0.01$, $P<0.001$), 前者分别为后者的 1.3 倍、1.4 倍和 1.1 倍。说明秋播利于草地中鸭茅植株数量的增加和白三叶匍匐茎的生长。

2.3 群落特征

由表 3 可知: 草层高度、盖度、活物质量、死物质量、地上生物量以及植物物种 Patrick 丰富度指数在秋播草地和夏播草地之间均无显著差异 ($P>0.05$), 而 Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指和 Simpson 优势度指数均为夏播草地>秋播草地 ($P<0.05$, $P<0.001$), 前者分别为后者的 1.1 倍、1.2 倍和 1.1 倍。说明秋播降低草地植物物种多样性指数。

由图 2 可知: 播种禾草、白三叶和非播种禾草的生物量及生物量构成比例均为秋播草地>夏播草地 ($P<0.05$, $P<0.001$), 前者生物量分别为后者的 1.5 倍、8.7 倍和 4.4 倍, 前者生物量构成比例分别为后者的 1.5 倍、5.2 倍和 4.0 倍; 其他杂

类草的生物量及生物量构成比例均为夏播草地>秋播草地 ($P<0.001$), 前者生物量及其生物量构成比例分别为后者的 4.6 倍和 5.1 倍。说明秋播可以有效抑制杂草, 利于播种牧草生长。

2.4 土壤养分

由表 4 可知: 土壤全氮和全磷含量在秋播和夏播草地之间相近 ($P>0.05$), 但土壤有机质和牧草全氮含量为秋播草地>夏播草地 ($P<0.05$), 前者分别为后者的 1.3 倍和 1.5 倍; 牧草全磷含量为夏播草地>秋播草地 ($P<0.001$), 前者为后者的 3.2 倍。说明秋播利于土壤培肥和牧草营养价值提高。

3 讨论

本研究中, 秋播草地播种牧草生物量及其构成比例大而杂草比例小, 牧草营养价值高, 较符合人工播种草地预期和需求。夏播草地植物物种多样性高, 播种牧草比例相对降低, 草地呈一定

表 2 鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地中鸭茅分蘖和白三叶匍匐茎特征

Tab. 2 The traits of *D. glomerata* tillers and *T. repens* stolon of *D. glomerata*+*L. perenne*+*T. repens* grasslands

种群特征 population characteristics	秋播草地 autumn sowing grassland	夏播草地 summer sowing grassland	显著性 significance
鸭茅 <i>D. glomerata</i>			
株丛密度/m ² plant density	68.75±9.93	51.84±24.01	*
单株分蘖数 tiller number of per plant	30.27±1.20	25.22±1.83	ns
分蘖密度/m ² tiller density	2 070.25±315.44	1 218.13±298.77	ns
白三叶 <i>T. repens</i>			
匍匐茎密度/(m·m ⁻²) stolon density	18.25±0.87	14.01±3.12	**
匍匐茎质量/(g·m ⁻²) stolon weight	20.22±0.69	14.14±2.77	***
匍匐茎个体质量/(g·m ⁻¹) individual stolon weight	1.12±0.07	1.04±0.08	**

注: “*”“**”和“***”分别表示2种建植时期草地在 $P<0.05$ 、 $P<0.01$ 和 $P<0.001$ 水平上差异显著; ns表示在0.05水平上差异不显著; 下同。
Note: “*”“**” and “***” represent the differences are significant between two sown dates grasslands at 0.05, 0.01 and 0.001 levels, respectively; ns represents the difference is no significant at 0.05 level; the same as below.

表 3 鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地植物群落特征

Tab. 3 Plant community characteristics of *D. glomerata*+*L. perenne*+*T. repens* grasslands

群落特性 community characteristics	秋播草地 autumn sowing grassland	夏播草地 summer sowing grassland	显著性 significance
草层高度/cm height	15.50±2.87	12.40±1.43	ns
盖度/% coverage	97.46±1.33	99.49±0.37	ns
活物质量/(g·m ⁻²) living matter	271.96±28.25	236.20±16.99	ns
死物质量/(g·m ⁻²) dead matter	106.77±12.03	71.57±12.17	ns
地上生物量/(g·m ⁻²) above ground biomass	378.73±30.31	307.77±21.53	ns
Patrick丰富度指数 Patrick richness index	13.50±0.87	12.75±0.95	ns
Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener diversity index	2.05±0.07	2.33±0.06	*
Pielou 均匀度指数 Pielou uniformity index	0.79±0.02	0.92±0.01	***
Simpson 优势度指数 Simpson dominance index	0.79±0.01	0.88±0.00	***

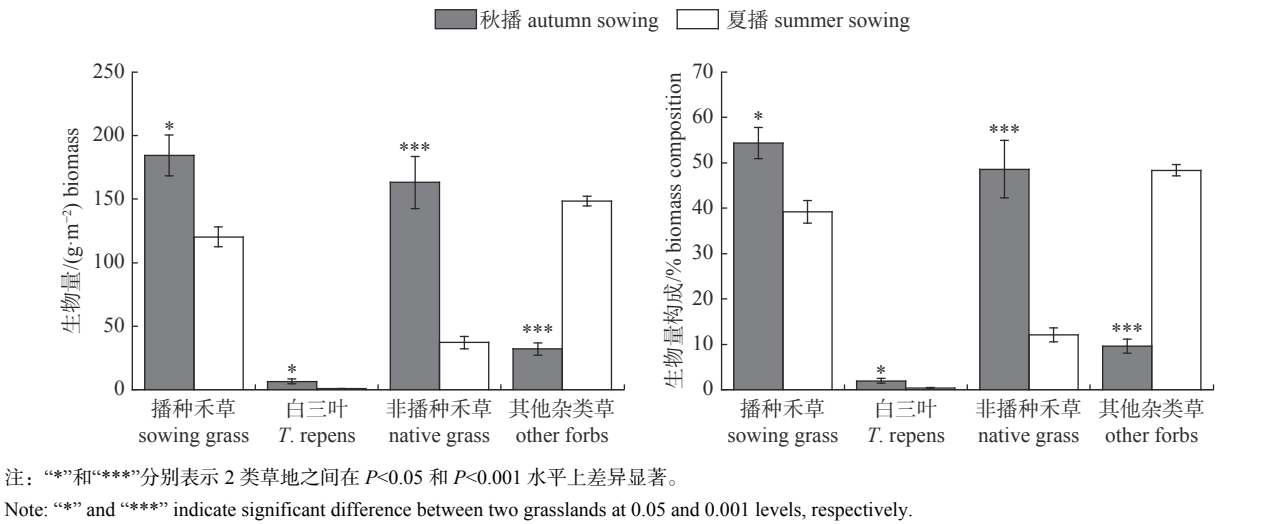


图 2 鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地功能群生物量及其生物量构成

Fig. 2 Biomass and composition of different functional groups of *D. glomerata*+*L. perenne*+*T. repens* grasslands

表 4 鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地土壤养分			
Tab. 4 The nutrients in soils and herbage of <i>D. glomerata</i> + <i>L. perenne</i> + <i>T. repens</i> grasslands			
指标 name of index	秋播草地 autumn sowing grassland	夏播草地 summer sowing grassland	显著性 significance
土壤全氮含量 content of soil total nitrogen	0.210±0.015	0.172±0.021	ns
土壤全磷含量 content of soil total phosphorus	0.063±0.011	0.051±0.002	ns
土壤有机质含量 content of soil organic matter	5.677±0.263	4.289±0.502	*
牧草全氮含量 content of grass total nitrogen	1.873±0.157	1.264±0.073	*
牧草全磷含量 content of grass total phosphorus	0.063±0.011	0.203±0.009	***

退化趋势。这与以往报道的“群落物种多样性增加，群落更稳定”的结果^[23-24]不一致，其原因是秋播草地刚建植时，杂草不易入侵或野生物种还没完全侵入播种草地，因此草地群落植物物种多样性较低；也可能是因为秋播时气温和地温正适合播种牧草种子发芽生长，而当地野生草则不再出土，进而减少杂草比例。此外，草地建植后，适当刈牧管理，能刺激播种牧草产生更多分蘖，并抑制杂草生长，利于草地中播种牧草生长^[11,25-26]，使播种牧草在和野生牧草竞争中处于绝对优势地位，进而增强其竞争力，降低野生物种入侵机会，最终使草地群落物种数基本保持平衡^[27]。因此，鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地建植中播种牧草种群格局变化及表现可视为草地群落结构特征变化的关键。秋播可提高草地群落中鸭茅株丛密度，使其分蘖数和分蘖密度呈增加趋势，这与包国章等^[25]的研究结果一致，随采食强度增加，鸭茅种群向小株丛个体分配更多能量来提高其单个株丛生存概率，进而提高其种群竞争力。

本研究表明：秋播草地白三叶生物量比例、

匍匐茎的密度、质量和个体大小以及牧草全氮含量均高于夏播草地，是因为白三叶属匍匐型生长牧草，其节间的伸长和叶片数量的增多受到红光/远红光比率的调节^[28-29]，夏播草地中戟叶酸模、艾蒿和苦苣菜等阔叶类杂草生长较多，且艾蒿株型高大，会极大减弱到达白三叶匍匐茎生长点上的辐射量，进而抑制白三叶匍匐茎和叶片的生长。

本研究中秋播草地土壤有机质高于夏播草地，其原因是夏播草地较秋播草地杂类草比例高，由于家畜不喜食草质粗糙、营养价值低的杂类草，家畜对夏播草地利用程度不够，进而经家畜转化后输入到草地土壤的养分有限，降低了夏播草地土壤有机质含量；另一方面，植物生长过程中产生的凋落物的分解与自身碳、氮和木质素含量密切相关^[30-31]，通常，凋落物氮含量越高，木质素含量越低，凋落物越容易分解，而夏播草地中杂类草比例较高，其凋落物中氮含量也可能较秋播草地低，因凋落物分解缓慢而导致的夏播草地土壤养分输入减少也是造成其土壤有机质含量较低的重要原因。

4 结论

研究区秋季播种建植鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地, 不仅能有效抑制杂草生长, 还能提高草地牧草饲用价值, 并能维持草地高产高质。同时, 由于秋季多数杂草枯萎, 秋季播种时当地野生植物对播种牧草的竞争降低, 更利于播种牧草迅速占据更大空间。因此, 秋季播种建植鸭茅+多年生黑麦草+白三叶草地可作为研究区人工草地建植成功模式在南方相关区域推广应用。

[参考文献]

- [1] 蒋文兰, 李向林. 不同利用强度对混播草地牧草产量与组分动态的影响[J]. 草业学报, 1993, 2(3): 1. DOI: 10.3321/j.issn:1004-5759.1993.03.001.
- [2] GRIFFITHS W M, HODGSON J, ARNOLD G C. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. I. Patch selection[J]. Grass and Forage Science, 2003, 58(2): 112. DOI: 10.1046/j.1365-2494.2003.00360.x.
- [3] SOEGAARD K. Nitrogen fertilization of grass/clover swards under cutting or grazing by dairy cows[J]. Acta Agriculturae Scandinavica, 2009, 59(2): 139. DOI: 10.1080/09064710802022911.
- [4] WEN Y, JIANG H F. Cutting effects on growth characteristics, yield composition, and population relationships of perennial ryegrass and white clover in mixed pasture[J]. New Zealand Journal of Agricultural Research, 2005, 48(3): 349. DOI: 10.1080/00288233.2005.9513666.
- [5] DODD M B, MACKAY A D. Effects of contrasting soil fertility on root mass, root growth, root decomposition and soil carbon under a New Zealand perennial ryegrass/white clover pasture[J]. Plant and Soil, 2011, 349(1/2): 291. DOI: 10.1007/s11104-011-0873-0.
- [6] 周姗姗, 孙红, 廖加法, 等. 放牧对黑麦草+白三叶混播草地植被构成的作用[J]. 草业科学, 2012, 29(5): 814.
- [7] 谢双红. 北方牧区草畜平衡与草原管理研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2005.
- [8] 王元素, 洪绶曾, 蒋文兰, 等. 喀斯特地区红三叶混播草地群落对长期适度放牧的响应[J]. 生态环境, 2007, 16(1): 117. DOI: 10.16258/j.cnki.1674-5906.2007.01.022.
- [9] YU Y W, NAN Z B, MATTHEW C. Population relationships of perennial ryegrass and white clover mixtures under differing grazing intensities[J]. Agriculture Ecosystems and Environment, 2008, 124(1/2): 40. DOI: 10.1016/j.agee.2007.08.010.
- [10] 孙红. 贵州高原禾草+白三叶草地养分及植被异质性形成研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2014.
- [11] 于应文, 徐震, 苗建勋, 等. 混播草地中多年生黑麦草与白三叶的生长特性及其共存表现[J]. 草业学报, 2002, 11(3): 34. DOI: 10.3321/j.issn:1004-5759.2002.03.006.
- [12] 徐震, 于应文, 常生华. 放牧强度对黑麦草/白三叶混播草地种群牧草量构成与年生产力的影响[J]. 草业学报, 2003, 12(5): 31. DOI: 10.3321/j.issn:1004-5759.2003.05.005.
- [13] 王元素, 蒋文兰, 洪绶曾, 等. 白三叶与不同禾草混播群落17年稳定性比较研究[J]. 草业学报, 2006, 15(3): 55. DOI: 10.3321/j.issn:1004-5759.2006.03.008.
- [14] RUTTER S M, ORR R J, YARROW N H, et al. Dietary preference of dairy cows grazing ryegrass and white clover[J]. Journal of Dairy Science, 2004, 87(5): 1317. DOI: 10.3168/jds.s0022-0302(04)73281-6.
- [15] ROCHE J R, TURNER L R, LEE J M, et al. Weather, herbage quality and milk production in pastoral systems. 1. Temporal patterns and intra-relationships in weather variables[J]. Animal Production Science, 2009, 49(3): 192. DOI: 10.1071/EA07307.
- [16] 呼天明, 王培, 姚爱兴, 等. 多年生黑麦草/白三叶人工草地放牧演替及群落稳定性的研究[J]. 草地学报, 1995, 3(2): 152. DOI: 10.11733/j.issn.1007-0435.1995.02.009.
- [17] 蒋建生. 滇东北低山丘陵白三叶—鸭茅混播人工草地肉牛放牧系统优化研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2002.
- [18] 傅林谦, 余亚军. 亚热带黑麦草/三叶草草地牧草与群落中几种元素季节动态及分布[J]. 草地学报, 1996, 4(1): 26. DOI: 10.11733/j.issn.1007-0435.1996.01.005.
- [19] 刘慧紧. 轮作改良下禾草/白三叶草地植被特征及生产效益[D]. 兰州: 兰州大学, 2019.
- [20] 覃林. 统计生态学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009.
- [21] 杨胜. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993.
- [22] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [23] TILMAN D, REICH P B, KNOPS J, et al. Diversity and productivity in a long-term grassland experiment[J]. Science, 2001, 294(5543): 843. DOI: 10.1126/science.1060391.
- [24] 刘晓媛. 放牧方式对草地植被多样性与稳定性关系的影响[D]. 长春: 东北师范大学, 2013.
- [25] 包国章, 李向林, 白静仁. 放牧及刈割强度对鸭茅密度及能量积累的影响[J]. 应用生态学报, 2001, 12(6): 955. DOI: 10.13287/j.1001-9332.2001.0226.
- [26] 王文, 胡廷花, 刘慧紧, 等. 放牧牛羊对云贵地区禾草/白三叶草地群落稳定性的影响[J]. 草业科学, 2020, 37(3): 542. DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2019-0275.
- [27] 吴艳玲, 吕世杰, 刘红梅, 等. 不同放牧强度对短花针茅草原植物种群间关系的影响[J]. 生态科学, 2016, 35(6): 34. DOI: 10.14108/j.cnki.1008-8873.2016.06.005.
- [28] HARPER T J L. The growth, distribution and neighbour relationships of *Trifolium repens* in a permanent pasture: II. Inter- and intra-specific contact[J]. Journal of Ecology, 1979, 67(1): 219. DOI: 10.2307/2259346.
- [29] HARPER T J L. The effect of grasses on the quality of transmitted radiation and its influence on the growth of white clover *Trifolium repens*[J]. Oecologia, 1988, 75(3): 343. DOI: 10.2307/4218580.
- [30] BERG B, EKBOHM G. Litter mass-loss rates and decomposition patterns in some needle and leaf litter types. Long-term decomposition in a Scots pine forest. VII[J]. Canadian Journal of Botany, 1991, 69(7): 1449. DOI: 10.1139/b91-187.
- [31] 宋新章, 江洪, 马元丹, 等. 中国东部气候带凋落物分解特征——气候和基质质量的综合影响[J]. 生态学报, 2008, 29(10): 5219. DOI: 10.3321/j.issn:1000-0933.2009.10.006.

责任编辑: 何馨成