

扁穗雀麦单混播草地产草量和品质的研究

田宏, 刘洋, 张鹤山, 蔡化, 王凤, 陈明新*

(湖北省农业科学院 畜牧兽医研究所, 湖北省动物胚胎工程及分子育种重点实验室, 湖北 武汉 430064)

摘要: 通过扁穗雀麦和白三叶、红三叶 2 种豆科牧草在不同混播比例下的组合, 进行株高、地上生物量和营养成分的研究, 结果表明: 混播草地中扁穗雀麦的株高均高于其单播株高, 且随着时间的推移, 高度增加优势减弱。不同混播比例下, 25% 扁穗雀麦 + 75% 白三叶的鲜、干草产草量最高, 分别为 105 910 kg/hm² 和 18 272 kg/hm², 与其它各处理差异显著 ($P < 0.05$)。该混播组合下, 草地的粗蛋白含量和粗蛋白产量也最高, 分别为 20.88% 和 3 815.19 kg/hm², 其 NDF 和 ADF 含量为混播草地中最低。与红三叶混播, 则以 50% 扁穗雀麦 + 50% 红三叶处理下最好, 其鲜干草、粗蛋白含量和产量最高, 而 NDF 和 ADF 则均较低。

关键词: 扁穗雀麦; 单混播; 地上生物量; 品质

中图分类号: S543.3 文献标志码: A 文章编号: 1000 - 2286(2011)02 - 0228 - 06

A Study on the Forage Yield and Quality of *Bromus cartharticus* in Mixture and Single Pasture

TIAN Hong, LIU Yang, ZHANG He-shan,
CAI Hua, WANG Feng, CHEN Ming-xin

(Institute of Poultry and Veterinarian, Hubei Academy of Agricultural Science, Hubei Key Laboratory of Animal Embryo and Molecular Breeding, Hubei Province, Wuhan 430209, China)

Abstract: Both legume forages (*Trifolium repens* and *Trifolium pretense*) were introduced into *Bromus cartharticus* grassland in different mix-sowing ratios and the height of forages, above-ground biomass and nutritive ingredient were measured. The results showed that the height of rescuegrass in all mixture grasslands was higher than that of single rescuegrass. But the extent of increment reduced with time changing. The fresh and dry yields of 25% rescuegrass and 75% white clove were respectively 105 910 kg/hm², 18 272 kg/hm² and had a significant difference from other treatments ($P < 0.05$). The CP content and yield were 20.88% and 3 815.19 kg/hm², and the NDF and ADF contents were lower in all the mixture grasslands. If mixed with red clover, the optimal mixture combination was 50% rescuegrass and 50% red clover because of the highest fresh and dry matter, CP contain and yield and lower NDF and ADF contents.

Key words: *Bromus cartharticus*; single and mixture sowing; above-ground biomass; quality

扁穗雀麦(*Bromus cartharticus* Vahl) 属禾本科雀麦属短期多年生植物, 原产南美洲的阿根廷, 目前澳大利亚和新西兰广为栽培^[1]。在我国北京、新疆、青海等地为一年生, 云南、四川、贵州等地表现为

收稿日期: 2010 - 11 - 26 修回日期: 2011 - 02 - 15

基金项目: 农业部畜牧总站资助项目(070401)、湖北省财政专项(200730)和动物胚胎工程及分子育种湖北省重点实验室开放课题(2010ZD200 ~ 299)

作者简介: 田宏(1978—), 女, 助理研究员, 硕士, 主要从事牧草种质资源保护和育种研究, E-mail: thdzq@126.com;

* 通讯作者, 陈明新, 研究员, E-mail: liuyang430209@163.com。

多年生。扁穗雀麦抗冻性强,在亚热带地区冬季保持青绿,且再生和分蘖能力强,适口性仅次于黑麦草和燕麦等,是解决南方冬春青绿饲料的优良牧草^[2]。目前扁穗雀麦在南方地区种植模式多为单播,一般秋季播种。要提高禾本科牧草人工草地的质量,豆科牧草的引入很是必要,而通过禾-豆科牧草混播提高一年生或短期多年生牧草产量和质量的报道屡见不鲜^[3-6],但关于扁穗雀麦人工草地引入豆科牧草的研究未见报道。

在长江中下游的武汉、南昌、南京地区,由于特殊的气候条件,使得一些喜温凉或温暖气候的多年生牧草往往表现为一年生或短期多年生,扁穗雀麦在这些地区一般作为一年生牧草利用。在武汉地区种植红三叶,秋季播种,第2年刈割利用,经过炎热的夏季后,几乎没有产量;同季播种的根茎型白三叶相对较好,但越夏后也有大量裸斑出现,产量受到一定程度的影响。考虑该区的特殊情况,我们选择可同期播种的红三叶和白三叶分别与扁穗雀麦混播,以不同的混播比例和组合来探讨在扁穗雀麦人工草地中引入豆科牧草是否可行及在类似区域种植的合理模式,为该区域建植高产优质的短期人工草地提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 自然条件

湖北省武汉市江夏区金水闸畜牧所牧草种质资源圃,位于东经 114°10′,北纬 30°18′,海拔 25.7 ~ 31.3 m,属亚热带湿润季风气候,年平均气温 16.7 °C,年降水量 1 277 mm,无霜期 210 ~ 250 d。土壤瘠薄粘重,结构性差,保水保肥能力差。pH 5.6,呈酸性,有机质 18.6 g/kg,碱解氮 91.8 mg/kg,有效磷 20.0 mg/kg;有效钾 128 mg/kg。

1.2 材料来源

扁穗雀麦是湖北省农业科学院畜牧所 2003 年在武汉市江夏区采集的散逸种,在经过资源评价后,连续 2 次进行优良单株选择,再进行优良株系选择,最后混合收种形成的一个新品系,于 2008 年参加国家草品种区域试验。“鄂牧 1 号”白三叶(*Trifolium repens* L. cv. Emu No. 1)和“巴东”红三叶(*Trifolium pratense* L. cv. Badong)均为本单位通过国家草品种审定委员会审定登记的新品种。

1.3 试验设计

试验共设 9 个处理: A(扁穗雀麦 100%); B(白三叶 100%); C(红三叶 100%); D(扁穗雀麦 25% + 白三叶 75%); E(扁穗雀麦 50% + 白三叶 50%); F(扁穗雀麦 75% + 白三叶 25%); G(扁穗雀麦 25% + 红三叶 75%); H(扁穗雀麦 50% + 红三叶 50%); I(扁穗雀麦 75% + 红三叶 25%)。扁穗雀麦单播量 5.0 g/m²,白三叶单播量 1.2 g/m²,红三叶单播量 3.0 g/m²,混播处理播种量根据各草种所占比例乘以单播量后两者之和计算。单播处理的播种方式为条播,行距 30 cm;混播处理则是扁穗雀麦先开沟条播,随后将红三叶或白三叶撒播其间。试验小区面积 3 m × 5 m,3 次重复,随机区组排列。播前每公顷施猪粪 30 000 kg、复合肥 $m(N) : m(P) : m(K)$ 为 15 : 15 : 15) 375 kg 和石灰 750 kg。播后不施肥,整个试验期间视情况及时除草。

1.4 观测项目及分系方法

当扁穗雀麦草层高度达 40 ~ 50 cm 时进行地上生物量测定,首先测定各小区内扁穗雀麦、白三叶和红三叶的自然高度,随机选择 10 株,求平均值。刈割留茬高度 5 ~ 7 cm,对各处理第 1 次刈割测产的鲜草取样 500 g,在 65 ~ 70 °C 的条件下烘干至恒重,计算干鲜比并折合干草产量。然后用粉碎机粉碎,过 40 目筛,用 Tecator1030 型全自动凯氏定氮仪测氮,用 Tecator1020 型半自动纤维分析仪测酸性洗涤纤维(ADF)和中性洗涤纤维(NDF)含量。

2 结果与分析

2.1 株高生长动态

2.1.1 扁穗雀麦的株高变化 与 2 种三叶草混播,扁穗雀麦株高变化总体表现为混播处理中的株高大 于单播处理(图 1)。第 1 次刈割(3 月 10 日),单播扁穗雀麦株高 33.9 cm,与白三叶混播,处理 D、E 和 F 中扁穗雀麦的株高比单播株高分别增加 17.4%、23.3% 和 14.2%;与红三叶混播,处理 G、H 和 I 中扁

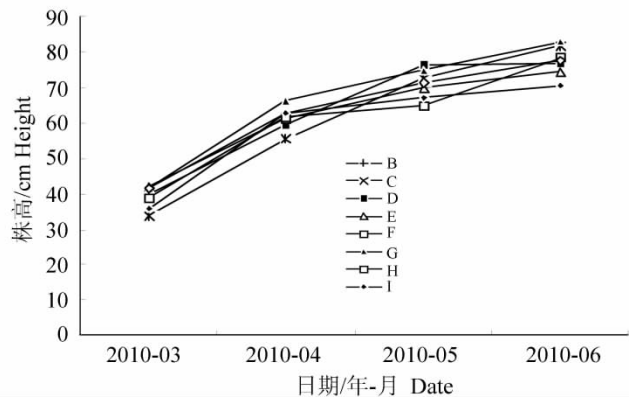
穗雀麦株高比其单播处理下的株高分别增加 22.7%、23.0% 和 5.3%。第 2 次刈割(4 月 9 日),D、E 和 F 三处理中扁穗雀麦的株高平均比单播处理增加 9.32%;G、H 和 I 三处理中禾草株高平均比单播增加 15.0%。5 月 11 日刈割时,扁穗雀麦开始抽穗开花,各混播草地中除 D 和 G 处理外,其它各处理中禾草的株高均有所下降。到最后一次刈割,各混播草地中扁穗雀麦的高度均低于单播草地,在白三叶和红三叶混播草地中比单播处理平均分别降低了 6.49% 和 6.24%。

2.1.2 豆科牧草的株高变化 在混播草地中,豆科牧草的株高均表现为混播处理下白三叶和红三叶的株高高于其各地单播下的株高(图 2)。单播白三叶在 3 月 10 日、4 月 9 日、5 月 11 日和 6 月 18 日 4 次刈割时的株高分别为 27.0 cm、39.3 cm、46.2 cm 和 61.6 cm,而 D、E 和 F 处理下混播草地中白三叶的株高比单播白三叶的株高分别平均增加 17.9%、5.3% 和 9.8%。3 种混播组合,以 E 处理下白三叶的株高较单播增加最为明显。

红三叶与扁穗雀麦混播,其株高也是呈增加趋势,其中 G 处理下红三叶的株高变化较处理 H 和 I 明显。第 1 次刈割时,红三叶单播草地株高 27.0 cm,而混播草地(G、H 和 I 三处理下)其株高分别较单播增加 19.6%、16.7% 和 1.5%;第 2 次刈割,混播草地中红三叶株高分别比单播草地增加 28.5%、25.4% 和 24.4%。随后的 2 次刈割,混播草地豆科牧草株高比单播草地分别平均增加 9.6% 和 5.7%。3 种不同混播模式,以 G 处理下红三叶的株高较单播的增加量最明显。

2.2 地上生物量动态

2.2.1 扁穗雀麦与白三叶混播地上生物量变化 单播扁穗雀麦在 3 月 10 日第 1 次刈割地上生物量最高(表 1),达 22 652 kg/hm²,占全年总产量的 58.1%。D 处理的草地地上生物量最大值出现在第 3 次刈割(5 月 11 日),E 和 F 处理则都在第 2 次刈割(4 月 9 日)。3 种混播组合,以 D 处理的鲜草产量最高,达 105 910 kg/hm²,其次为 E 和 F。干草产量变化与之相同,D 处理最高,为 18 272 kg/hm²,与所有处理的干草产量差异显著(P<0.05),E 和 F 处理与单播扁穗雀麦干草产量差异达显著水平(P<0.05),说明扁穗雀麦与白三叶无论以哪种比例混播,其鲜、干草产量均较单播草地显著增加。

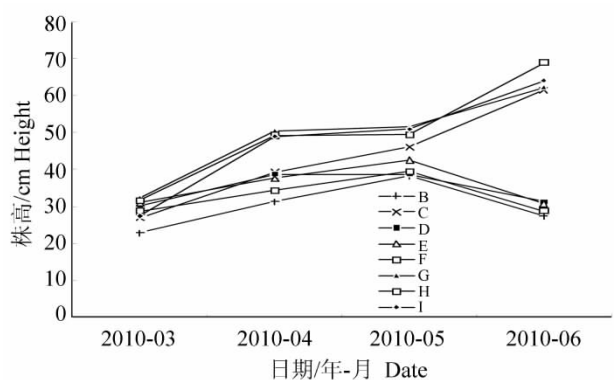


A: 扁穗雀麦 100%; D: 扁穗雀麦 25% + 白三叶 75%; E: 扁穗雀麦 50% + 白三叶 50%; F: 扁穗雀麦 75% + 白三叶 25%; G: 扁穗雀麦 25% + 红三叶 75%; H: 扁穗雀麦 50% + 红三叶 50%; I: 扁穗雀麦 75% + 红三叶 25%。

A: 100% rescuegrass; D: 25% rescuegrass + 75% white clover; E: 50% rescuegrass + 50% white clover; F: 75% rescuegrass + 25% white clover; G: 25% rescuegrass + 75% red clover; H: 50% rescuegrass + 50% red clover; I: 75% rescuegrass + 25% red clover.

图 1 单播和混播扁穗雀麦的株高变化

Fig. 1 The change of height of rescuegrass in both monoculture and mixture



B: 白三叶 100%; C: 红三叶 100%; D: 扁穗雀麦 25% + 白三叶 75%; E: 扁穗雀麦 50% + 白三叶 50%; F: 扁穗雀麦 75% + 白三叶 25%; G: 扁穗雀麦 25% + 红三叶 75%; H: 扁穗雀麦 50% + 红三叶 50%; I: 扁穗雀麦 75% + 红三叶 25%。

B: 100% white clover; C: red clover 100%; D: 25% rescuegrass + 75% white clover; E: 50% rescuegrass + 50% white clover; F: 75% rescuegrass + 25% white clover; G: 25% rescuegrass + 75% red clover; H: 50% rescuegrass + 50% red clover; I: 75% rescuegrass + 25% red clover.

图 2 单播和混播豆科牧草的株高变化

Fig. 2 The change of height of legume forages in both monoculture and mixture

表1 单播和混播扁穗雀麦和白三叶草地群落的地上生物量动态

Tab.1 The dynamics of aboveground biomass of rescuegrass and white clover communities

		in both monoculture and mixture				kg/hm ²
处理		测定日期/月-日 Measured time				合计
Treatment		03-10	04-09	05-11	06-18	Total
A	鲜草 Fresh weight	22 652	19 366	7 341	4 766	54 124
	干草 Dry matter	4 417	3 912	1 329	1 665	11 322d
B	鲜草 Fresh weight	15 894	24 318	28 527	13 609	82 348
	干草 Dry matter	2 082	3 696	3 395	3 103	12 276 cd
D	鲜草 Fresh weight	25 510	28 919	36 909	14 572	105 910
	干草 Dry matter	4 005	4 772	5 352	4 143	18 272a
E	鲜草 Fresh weight	23 238	26 617	23 451	13 668	86 973
	干草 Dry matter	3 625	4 871	3 400	3 800	15 696 b
F	鲜草 Fresh weight	20 918	24 229	15 758	9 143	70 048
	干草 Dry matter	3 661	4 846	2 537	2 590	13 634bc

同一列小写字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$)。A: 扁穗雀麦 100%; B: 白三叶 100%; D: 扁穗雀麦 25% + 白三叶 75%; E: 扁穗雀麦 50% + 白三叶 50%; F: 扁穗雀麦 75% + 白三叶 25%。

Different small letters indicate the significant difference ($P < 0.05$) in the same column. A: 100% rescuegrass; B: 100% white clover; D: 25% rescuegrass + 75% white clover; E: 50% rescuegrass + 50% white clover; F: 75% rescuegrass + 25% white clover.

2.2.2 扁穗雀麦与红三叶混播的产草量变化 扁穗雀麦与红三叶混播,单播和混播草地的地上生物量最高值均出现在4月9日的第2次刈割(表2),单播红三叶的鲜草产量为29 848 kg/hm²,G、H和I 3种混播处理下的鲜草产量分别为29 526 kg/hm²、27 473 kg/hm²和30 162 kg/hm²。3种混播处理下,全年鲜、干草产量以H处理最高,分别为91 952 kg/hm²和14 909 kg/hm²,均与单播扁穗雀麦产草量差异达显著水平($P < 0.05$)。其次为I处理,年干草产量为13 529 kg/hm²,与H处理差异不显著,但与单播扁穗雀麦差异达显著水平($P < 0.05$),G处理下全年干草产量与单播草地红三叶和扁穗雀麦均差异不显著。

表2 单播和混播扁穗雀麦和红三叶的地上生物量动态

Tab.2 The dynamics of aboveground biomass of rescuegrass and red clover communities

		in both monoculture and mixture				kg/hm ²
处理		测定日期/月-日 Measured time				合计
Treatment		03-10	04-09	09-11	06-18	Total
A	鲜草 Fresh weight	22 652	19 366	7 341	4 766	54 124
	干草 Dry matter	4 417	3 912	1 329	1 665	11 322c
C	鲜草 Fresh weight	15 373	29 848	16 030	11 375	72 626
	干草 Dry matter	2 198	4 865	2 004	2 969	12 036bc
G	鲜草 Fresh weight	15 259	29 526	17 834	14 570	77 189
	干草 Dry matter	2 213	4 872	2 604	3 851	13 540bc
H	鲜草 Fresh weight	16 643	27 473	22 862	24 975	91 952
	干草 Dry matter	2 729	4 808	3 086	6 219	16 842a
I	鲜草 Fresh weight	15 511	30 162	19 591	16 120	81 384
	干草 Dry matter	2 435	5 309	2 841	4 514	15 098ab

同一列小写字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$)。A: 扁穗雀麦 100%; C: 红三叶 100%; G: 扁穗雀麦 25% + 红三叶 75%; H: 扁穗雀麦 50% + 红三叶 50%; I: 扁穗雀麦 75% + 红三叶 25%。

Different small letters indicate the significant difference ($P < 0.05$) in the same column. A: 100% rescuegrass; C: 100% red clover; G: 25% rescuegrass + 75% red clover; H: 50% rescuegrass + 50% red clover; I: 75% rescuegrass + 25% red clover.

2.3 营养成分的变化

2.3.1 扁穗雀麦和白三叶混播草地营养成分的变化 一般而言,豆科牧草引入禾草草地后,将会增加草地粗蛋白产量,即提高草地的氮产量,这也是引进优良豆科牧草改良禾草草地的首要条件^[7-9]。本研究对扁穗雀麦和白三叶单混播处理在第 1 次刈割时进行营养成分分析(表 3),结果表明,扁穗雀麦草地中引入白三叶,可增加混播群落的蛋白质含量,而不同混播处理下,粗蛋白含量随着扁穗雀麦比例的减少呈逐渐增加的趋势,D、E 和 F 处理下粗蛋白含量比单播扁穗雀麦分别增加 26.55%、3.15% 和 1.82%。单位面积粗蛋白产量变化与其相一致,以 D 组合最高,达 3 815.19 kg/hm²,与另两混播处理差异显著($P < 0.05$),且高于单播扁穗雀麦和白三叶。

牧草中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)含量的高低直接影响饲草的品质和消化率。中性洗涤纤维含量与干物质的采食量呈负相关^[10],含量越高,饲草适口性越差,采食量越低;酸性洗涤纤维含量则直接影响饲草的消化率^[11],含量低,饲草的消化率高,易被家畜吸收。由表 3 可知,混播草地 D 处理中 NDF 和 ADF 最低,分别为 34.15% 和 22.63%,与单播扁穗雀麦差异显著($P < 0.05$)。NDF 和 ADF 含量均随着混播草地中白三叶比例的增加呈现降低趋势,单播扁穗雀麦的 NDF 和 ADF 含量在所有处理中最高。

表 3 单播和混播扁穗雀麦和白三叶草地群落的营养成分变化

Tab.3 The dynamics of the nutrition of rescuegrass and white clover communities in both monoculture and mixture

处理 Treatment	粗蛋白含量/% CP content	粗蛋白产量/(kg·hm ⁻²) CP yield	中性洗涤纤维/% NDF	酸性洗涤纤维/% ADF
A	16.5bc	1 868.13d	40.44a	25.57a
B	21.39a	2 625.84b	19.09d	18.13c
D	20.88a	3 815.19a	34.15c	22.63b
E	17.02b	2 671.46b	37.21b	23.08b
F	16.80c	2 290.51c	39.02a	25.30a

同一列小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。A: 扁穗雀麦 100%; B: 白三叶 100%; D: 扁穗雀麦 25% + 白三叶 75%; E: 扁穗雀麦 50% + 白三叶 50%; F: 扁穗雀麦 75% + 白三叶 25%。

Different small letters indicate the significant difference ($P < 0.05$) in the same column. A: 100% rescuegrass; B: 100% white clover; D: 25% rescuegrass + 75% white clover; E: 50% rescuegrass + 50% white clover; F: 75% rescuegrass + 25% white clover.

2.3.2 扁穗雀麦和红三叶混播草地的营养成分变化 红三叶和扁穗雀麦混播,混播草地的粗蛋白含量也是随着豆科牧草比例的增加而呈增加趋势,且均高于单播扁穗雀麦的粗蛋白含量(16.5%)。G、H 和 I 三处理下,混播草地的粗蛋白含量分别比单播扁穗雀麦提高 39.27%、23.45% 和 5.70%,与单播扁穗雀麦差异显著($P < 0.05$),但不及单播红三叶的粗蛋白含量(24.26%)。粗蛋白产量以 H 处理最高,达 3 430.72 kg/hm²,并与其它各处理差异显著($P < 0.05$)。G 处理次之,为 3 111.49 kg/hm²,比单播扁穗雀麦粗蛋白产量增加 66.56%。

中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量均随红三叶在混播草地中比例的增加而降低,酸性洗涤纤维含量以 H 处理最低,为 22.39%,与单播扁穗雀麦差异显著($P < 0.05$),但与红三叶差异不显著。中性洗涤纤维含量以 G 处理下最低,为 37.17%,H 处理次之,为 38.72%,两者均与单播扁穗雀麦下中性洗涤纤维的含量差异显著($P < 0.05$)。

3 讨论

在禾本科牧草扁穗雀麦草地中引入豆科牧草白三叶和红三叶,整体提高了草地群落高度,说明混播使得 3 种牧草的种间竞争增加,促进了植株生长,这与大多学者的研究相一致^[12-14],但随刈割次数的增加,扁穗雀麦株高的增加呈降低趋势。扁穗雀麦与两种三叶草混播其株高的增加均以 50% 禾草 + 50% 豆科增加最为明显,其中白三叶株高增加幅度较红三叶要多。

表4 扁穗雀麦和红三叶混播比例下的营养成分

Tab.4 The dynamics of the nutrition of rescuegrass and red clover communities in both monoculture and mixture

处理 Treatment	粗蛋白含量/(g·kg ⁻¹) CP content	粗蛋白产量/(kg·hm ⁻²) CP yield	中性洗涤纤维/% NDF	酸性洗涤纤维/% ADF
A	16.50e	1 868.13e	40.44a	25.57a
C	24.26a	2 919.93c	23.96d	22.79c
G	22.98b	3 111.49b	37.17c	23.60b
H	20.37c	3 430.72a	38.72b	22.39c
I	17.44d	2 633.09d	40.37a	24.78a

同一列小写字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$)。A: 扁穗雀麦 100%; C: 红三叶 100%; G: 扁穗雀麦 25% + 红三叶 75%; H: 扁穗雀麦 50% + 红三叶 50%; I: 扁穗雀麦 75% + 红三叶 25%。

Different small letters indicate the significant difference ($P < 0.05$) in the same column. A: 100% rescuegrass; C: 100% red clover; G: 25% rescuegrass + 75% red clover; H: 50% rescuegrass + 50% red clover; I: 75% rescuegrass + 25% red clover.

扁穗雀麦无论与白三叶还是红三叶混播,如想获得最大地上生物产量和较高的营养利用价值,适时播种也是关键。在我们多年的试验中发现,9月中下旬至10月上旬播种是3种牧草的最佳播种时期,三者均可在冬季来临前进行较好的生长。尤其是扁穗雀麦在入冬前还可进行一次刈割利用,如播种时间推迟到10月中旬之后,此时外界持续秋旱,将会影响全年牧草产量。

豆科牧草引入禾本科牧草人工草地既可增加粗蛋白含量,也可提高消化率,由此增加牲畜的摄取量并改善畜产品品质^[15]。因此 Springer 等^[16]认为,混播草地物种组合是否合理不仅依据干物质产量,还应考虑诸如粗蛋白含量、体外消化率等其它因子。本研究在综合考虑地上生物产量、消化率和适口性等基础上,得出 25% 扁穗雀麦和 75% 白三叶混播,草地的地上生物产量、粗蛋白质含量、单位面积粗蛋白产量、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量均达最优,为最适组合;与红三叶混播,则以 50% 扁穗雀麦和 50% 红三叶组合最佳。

4 结论

(1) 扁穗雀麦草地中引入白三叶和红三叶,3种牧草株高均出现增加趋势。随着刈割次数的增加,扁穗雀麦的高度增加优势减弱,甚至在最后1次刈割时表现不及单播。混播群落中白三叶和红三叶的株高在所有组合和刈割时均表现为高于单播,其中白三叶的整体增加高于红三叶。

(2) 扁穗雀麦与白三叶混播,以 25% 扁穗雀麦 + 75% 白三叶的鲜、干草产草量最高,分别为 105 910 kg/hm² 和 18 272 kg/hm²,经方差分析,干草产量与其它各处理差异显著 ($P < 0.05$)。扁穗雀麦与红三叶混播,以 50% 扁穗雀麦 + 50% 红三叶处理下最高,全年鲜、干草产量分别为 91 952 kg/hm² 和 14 909 kg/hm²,与单播扁穗雀麦干草产量差异达显著水平 ($P < 0.05$)。

(3) 扁穗雀麦和白三叶混播,可增加混播群落的蛋白质含量,D、E 和 F 处理下粗蛋白含量比单播扁穗雀麦分别增加 26.55%、3.15% 和 1.82%。单位面积粗蛋白产量变化与其相一致,以 D 组合最高,达 3 815.19 kg/hm²。中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量以 D 处理最低,分别为 34.15% 和 22.63%。与红三叶混播,H 处理粗蛋白产量最高,为 3 430.72 kg/hm²,酸性洗涤纤维含量最低,为 22.39%;中性洗涤纤维含量以 G 处理下最低,为 37.17%。

(4) 综合考虑混播草地的地上生物产量、消化率和适口性等因素,得出 25% 扁穗雀麦和 75% 白三叶混播为最佳组合;与红三叶的混播,则以 50% 扁穗雀麦和 50% 红三叶处理最好。

参考文献:

- [1] 中国饲用植物志编辑委员会.《中国饲用植物志》(第二卷) [M].北京:农业出版社,1989:12-14.
- [2] 田宏,鲍健寅,蔡化,等.两种野生牧草分蘖性和再生性的初步研究 [J].湖北农业科学,2006,45(2):229-231.
- [3] Jedel P E, Salmon D F. Forage potential of spring and winter cereal mixture in a short-season growing area [J]. Agronomy Journal, 1995, 87(4):731-736.

- [6]王超,张韬,范金霞.春甘蓝抽薹特性的研究.Ⅲ.农艺性状间遗传相关与通径分析[J].东北农业大学学报,2004,35(1):17-20.
- [7]张韬.春甘蓝抽薹性状遗传及相关研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2002:13-18.
- [8]Singh B K, Sharma S R, Kalia P, et al. Character association and path analysis of morphological and economic traits in cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) [J]. The Indian Journal of Agricultural Sciences, 2010,80(2):116-118.
- [9]吉立柱,贾占温,孙德岭.早熟甘蓝几个性状的相关和通径分析[J].天津农业科学,2005,11(3):12-13.
- [10]李成琼,陈世儒,雷建军.甘蓝主要性状的相关和通径分析[J].西南农业大学学报,1990,12(2):166-169.
- [11]陈锦秀,薄天岳,任云英,等.结球甘蓝主要商品性状与农艺性状的遗传相关分析[J].上海农业学报,2007,23(2):57-60.
- [12]缪体云,刘玉梅,方智远,等.一个结球甘蓝DH群体主要农艺性状的遗传效应分析[J].园艺学报,2008,35(1):59-64.
- [13]陈学军.辣椒早熟性状遗传分析、相关基因分子标记及辣椒属栽培种遗传多样性研究[D].南京:南京农业大学,2006:35-37.
- [14]陈学军,方荣,缪南生,等.辣椒属栽培种主要表型性状的因子分析[J].中国蔬菜,2009(2):21-25.
- [15]袁志发,周静芋.多元统计分析[M].北京:科学出版社,2002:207-215.

(上接第233页)

- [4]毛凯,周寿荣.一年生春性牧草混播种群生物量动态研究[J].草业学报,1996,5(2):4-7.
- [5]杨春华,李向林,张新全,等.扁穗牛鞭草和红三叶混播草地生物量及种间竞争的动态研究[J].四川农业大学学报,2006,24(1):32-36.
- [6]马春晖,韩建国,毛培胜.一年生饲用燕麦与豌豆混播最佳刈割期的研究[J].西北农业学报,2001,10(4):76-79.
- [7]Cadisch G, Schunke R M, Giller K E. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil [J]. Tropical Grasslands, 1994,28(1):43-52.
- [8]Thomas R J. Role of legumes in proving N for sustainable tropical pasture systems [J]. Plant and Soil, 1995, 174(1):103-118.
- [9]Thomas R J. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pasture [J]. Grass and Forage Science, 1992, 47(2):133-142.
- [10]贾慎修.草地学[M].2版.北京:农业出版社,1995:85-114,210-215.
- [11]Marten G C.李永宏,汪诗平,尹永军,等.译.放牧研究:设计方法与分析[M].北京:气象出版社,1997:8-18.
- [12]申忠宝,王建丽,李成权,等.苜蓿和无芒雀麦混播草地株高、产草量动态研究[J].黑龙江农业科学,2007,34(5):70-73.
- [13]马春晖,韩建国,李鸿祥,等.一年生混播草地生物量和品质以及种间竞争动态研究[J].草地学报,1999,7(1):62-70.
- [14]马春晖,韩建国,李鸿祥,等.冬牧70黑麦和箭舌豌豆混播草地生物量、品质及种间竞争的动态研究[J].草业学报,1999,8(4):56-64.
- [15]Marten G C. Nutritional value of the legume in temperate pastures of the U. S [M]. //Barnes R F. Forage legumes for energy-efficient animal production. Proc Trilateral Workshop, Palmerston North, NZ, USDA, Washington D C,1985:204-212.
- [16]Springer T L, Aiken G E, McNew R W. Combining ability of binary mixtures of native, warm-season grasses and legumes [J]. Crop Science,2001,41(3):818-823.