

# 西南地区扁穗牛鞭草与白三叶混播草地种间竞争研究

万里强 李向林 袁庆华 何 峰

(中国农业科学院 北京畜牧兽医研究所 北京 100193)

**摘要:** 在我国西南地区开展了扁穗牛鞭草与白三叶混播草地产量和种间竞争的替代试验。结果表明,处理组合  $A_2B_2$  (扁穗牛鞭草与白三叶混播比例各一半) 的产量高于其他组合,为  $357.38 \text{ g/m}^2$ ; 各个混播组合中,RYT 值大于 1 表明扁穗牛鞭草与白三叶能利用不同的资源,RCC 值大于 1 表明白三叶竞争力强于扁穗牛鞭草,牛鞭草 RSC 值大于 1,而白三叶的却小于 1。总之,白三叶竞争与侵占力较强导致其生长速率较快且植株干质量增长迅速。混播组合中白三叶的竞争力表现也强于扁穗牛鞭草。

**关键词:** 扁穗牛鞭草; 白三叶; 混播草地; 产草量; 种间竞争

中图分类号: S54 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2011)增刊-0110-04

## Study on Interspecific Competition between *Hemarthria compressa* and White Clover on Mixture Pastures in Southwest China

WAN Li-qiang, LI Xiang-lin, YUAN Qing-hua, HE Feng

(Grassland Science Division Institute of Animal Sciences Chinese Academy of Agricultural Sciences Beijing 100193 China)

**Abstract:** The replacement experimentation about yield and interspecific competition of *Hemarthria compressa* and white clover were conducted in the regions of Southwest China. The results indicated that the yield of treatment  $A_2B_2$  (*Hemarthria compressa* 50% + White clover 50%) was  $357.38 \text{ g/m}^2$ , higher than those of other treatments. In the mixed combination, the value of RYT was more than 1.0 and it indicated that *Hemarthria compressa* and white clover can use different resources in part. The value of RCC of white clover was more than 1.0 and it indicated that the competitive ability of white clover was stronger than that of *Hemarthria compressa*. The value of RSC of *Hemarthria compressa* was more than 1.0, but the case was reverse for white clover. In summary, the invasive and occupied abilities of white clover were such strong that its plant growth rate was high and the weight per plant was going up rapidly. The competitive performance of white clover was superior to that of *Hemarthria compressa* in the mixed combination.

**Key words:** *Hemarthria compressa*; White clover; Mixture pastures; Yield; Interspecific competition

扁穗牛鞭草(*Hemarthria compressa*)是暖季型牧草,主要分布在热带、亚热带地区,少数可在北半球温带湿润或较寒冷的立地条件生存<sup>[1,2]</sup>,在我国有相当数量的分布,特别在四川、云南、广西、广东等。白三叶(*Trifolium repens* L.)是冷季型牧草,主要分布在温带地区,在亚热带中山地区经常和多年生黑麦草(*Lolium perenne*)建立长久的混播草地。

扁穗牛鞭草夏季生长速率很高,而在冬季生长速率缓慢或者停止生长,而豆科牧草白三叶冷季时

产量较高,而且可以利用根部的根瘤菌固定空气中的氮素,减少混播草地的氮素施用量。因此建立扁穗牛鞭草和白三叶的混播草地,可以全年充分的利用自然资源同时减少氮肥的使用量。目前国内外对建立扁穗牛鞭草和白三叶混播草地成功的研究尚未见报道,本试验对不同扁穗牛鞭草和白三叶输入比例下种群的产量和组成变化进行了研究,同时对两种牧草的资源竞争能力进行了评价,为建立高产优质多年生混播人工草地提供依据。

收稿日期: 2011-03-22

基金项目: 行业科研项目(200903060)

作者简介: 万里强(1973-),甘肃礼县人,副研究员,博士,主要从事草地生态学研究。

通讯作者: 李向林(1961-),甘肃临洮人,研究员,博士生导师,主要从事草地农业生态学研究。

## 1 试验地自然条件

试验地位于四川省洪雅县阳平种牛场,北纬  $29^{\circ}53'$ ,东经  $103^{\circ}22'$ ,海拔 514 m,年平均气温  $16.8^{\circ}\text{C}$ ,7 月月均温  $25.7^{\circ}\text{C}$ ,年极端最高温度  $36.2^{\circ}\text{C}$ ,无霜期 289~335 d,平均 303 d,年降水量为 1 494 mm,土壤为粘性黄泥土。试验前土壤成分测定 pH 为 5.46,有机质 2.70%,水解氮  $171.3\text{ mg/kg}$ ,有效磷  $12.5\text{ mg/kg}$ ,速效钾  $43.8\text{ mg/kg}$ 。

## 2 材料和方法

### 2.1 试验材料

扁穗牛鞭草为当地推广品种广益,白三叶为拉

迪诺型白三叶,生长迅速,叶柄较长,再生性能好。扁穗牛鞭草地上茎无性繁殖,每棵枝条有两个分蘖节(一个分蘖节插入土中生根,另一个分蘖节长出新的植株);白三叶(苗期)带根移栽。

### 2.2 试验设计

本试验采用随机区组设计,分为 5 个处理如表 1 所示,每个处理重复 3 次。播种方式为条播,每个小区面积为  $2\text{ m}^2$ ,行距为 30 cm,白三叶和扁穗牛鞭草分行移栽。牛鞭草于 2009 年 9 月 5 日移栽,10 月 30 日补栽。白三叶于 9 月 23 日和 24 日移栽,10 月 31 日补栽。播前施过磷酸钙  $30\text{ g/m}^2$ ,氯化钾  $3\text{ g/m}^2$ ,粪水  $7\text{ kg/m}^2$ 。试验于 2010 年 4 月 2 日刈割第一次,留茬均为 7 cm。

表 1 试验处理

Tab.1 Treatments of the experiment

序号 No.	处理号 Treatments	牛鞭草输入量/(株/ $\text{m}^2$ ) Inputs of <i>Hemarthria compressa</i>	白三叶输入量/(株/ $\text{m}^2$ ) Inputs of <i>Trifolium repens</i> L.	混播比例/% Mixed-seeding ratio
1	$A_0$	110	0	100:0
2	$A_3B_1$	83	23	75:25
3	$A_2B_2$	55	45	50:50
4	$A_1B_3$	27	68	25:75
5	$B_0$	0	90	0:100

### 2.3 测定指标

2.3.1 产量测定 每个小区随机选取  $0.25\text{ m}^2$  的样方测产,随机抽取 500 g 样品装袋送到实验室进行拆分,分别测定牛鞭草和白三叶重量以及混播比例,然后每个品种取 200 g 在  $85^{\circ}\text{C}$  下烘干至恒重,计算烘干率,并用 SPSS 软件进行方差分析,以 LSD 方法进行多重比较。

2.3.2 相对总产量 (Relative yield total RYT) 以相对总生物量 (RYT) 作为测定混播组合竞争力的重要指标。该指标被很多植物生态学家应用。相对总生物量以下列公式表示:

$$\text{RYT} = Y_{ab}/Y_{aa} + Y_{ba}/Y_{bb} \quad [3]$$

$Y_{ab}$  为混播中 A 的生物量,  $Y_{ba}$  为混播中 B 的生物量,  $Y_{aa}$  为单播中 A 的生物量,  $Y_{bb}$  为单播中 B 的生物量。RYT 值可以表明两种植物间的相互关系,对同一环境资源的利用情况。RYT > 1 时,植物种占有不同的生态位,利用不同资源,表现出一定的共生关系。RYT = 1 时,植物种间利用共同资源; RYT < 1 时,表示植物间相互拮抗关系。

2.3.3 相对拥挤系数 (Relative crowdly coefficient RCC) 相对总生物量 (RYT) 值只能说明植物间对环境资源利用上的不同及相互关系,为了进一步说明植物间竞争力的大小,引用相对拥挤系数这一概念。

$$\text{RCC}_{ab} = (Y_{ab}/Y_{aa}) + (Y_{ba}/Y_{bb}) \quad [4]$$

$\text{RCC}_{ab}$  即为组分 a 相对于组分 b 的相对拥挤系数; Y 为单株平均重量。在混播中,当  $\text{RCC}_{ab} > 1$  时,表示 A 的竞争力大于 B; 当  $\text{RCC}_{ab} = 1$  时,表示 A 和 B 的竞争力相同; 当  $\text{RCC}_{ab} < 1$  时,表示 A 的竞争力小于 B。

2.3.4 相对竞争严重度 (Relative severity of competition RSC) 相对总生物量 (RYT) 值和相对拥挤系数 (RCC) 值只能说明植物间对环境资源利用上、竞争力的不同及相互关系,为了更进一步说明植物间竞争严重程度,引用竞争严重度 (Severity of competition) 这一概念。

$$\text{RSC}_{ab} = \lg W_{aa} - \lg W_{ab} \quad [4]$$

$W_{aa}$ 、 $W_{ab}$  分别为组分 a 在单播和混播中的单株平均重量。在混播中,当  $\text{RSC}_{ab} > 0$  时,表示 A 的竞争严重度大; 当  $\text{RSC} = 0$  时,表示 A 和 B 的竞争严重度相同; 当  $\text{RSC} < 0$  时,表示 A 的竞争严重度小。

## 3 结果与分析

### 3.1 产量

产量的高低直接反映单播及混播饲草的生产性能,产量高说明其生产性能好,反之则低<sup>[5-6]</sup>。方差分析结果表明(表 2)。处理  $A_2B_2$  与处理  $A_1B_3$ 、处理  $B_0$ 、处理  $A_0$  与处理  $B_0$ 、处理  $A_1B_3$  与处理  $B_0$  产量间都达到 5% 的显著水平; 处理  $A_2B_2$  与处理  $A_1B_3$ 、

处理  $B_0$  产量间达到 1% 的极显著水平。从播种比例和产量间可以看出,在不同处理中,白三叶的播种比例增加,单位面积的总产量也逐渐增加。原因是扁穗牛鞭草单播中的产量比白三叶要高,在扁穗牛鞭草中适当增加白三叶,两种牧草相互竞争,能充分地利用有限的资源,故总产量逐渐增加。当白三叶的播种比例增加到 50% 时,再增加白三叶的播种比例,则总产量又逐渐降低。这时,白三叶占主导地位,又加上它的侵占性强,扁穗牛鞭草的种群减少,种间竞争力减弱,产量随之降低。

表 2 扁穗牛鞭草和白三叶不同处理间的产量

Tab. 2 Yields of different treatments of *Hemarthria compressa* and *Trifolium repens* L.

处理 Treatments	混播比例/% Mixed seeding ratio	产量/(g/m <sup>2</sup> ) Yields
$A_0$	100:0	304.21 ab AB
$A_3B_1$	75:25	308.60ab AB
$A_2B_2$	50:50	357.38 aA
$A_1B_3$	25:75	259.65 bcB
$B_0$	0:100	227.94 cB

注:同列中不同小写字母之间差异显著( $P < 0.05$ ),不同大写字母之间差异极显著( $P < 0.01$ )。

Note: Differences between items with different lowercase letters in the same column are significant( $P < 0.05$ ); Differences between items with different capital letters in the same column are extremely significant( $P < 0.01$ ).

### 3.2 种间竞争力变化

在混播中,虽然扁穗牛鞭草和白三叶对环境中的光、热、水、土壤养分的利用不同,但由于环境资源的有限性,扁穗牛鞭草和白三叶之间存在着激烈的竞争,并影响草种在混播中的作用与地位,从而影响其生产力<sup>[7]</sup>。

3.2.1 相对总产量 从图 1 可见, $A_2B_2$ 、 $A_3B_1$ 、 $A_1B_3$  三种混播处理中的 RYT 值均大于 1,表明扁穗牛鞭草和白三叶在混播组合中占有不同的生态位,利用不同的资源,表现一定的互利关系。扁穗牛鞭草的茎、叶片较长,伸展匍匐,具分枝,茎的上半部直立或半直立。白三叶具匍匐茎,匍匐茎生长迅速,茎上每个节上长出一叶和一条到多条根。刈割时,扁穗牛鞭草和白三叶的平均高度分别为 45.6、36.7 cm。所以,扁穗牛鞭草能充分利用该群落空间上部的生态位,白三叶能充分利用该群落空间下部的生态位,从而扁穗牛鞭草和白三叶对地上、地下环境资源充分利用,表现出一定共存关系。

3.2.2 相对拥挤系数 RYT 值只能说明扁穗牛鞭草和白三叶之间在资源上利用不同,不能说明扁穗牛鞭草和白三叶之间竞争力的大小,而拥挤系数则能表明混播中某种植物竞争力的强弱。其实,种间竞争力总是向一边倒,有一强者<sup>[8]</sup>。从图 2 可见,

$A_2B_2$ 、 $A_3B_1$ 、 $A_1B_3$  三种混播处理中扁穗牛鞭草的相对拥挤系数(RCC)均小于 1,白三叶 RCC 均大于 1。主要是扁穗牛鞭草是暖季型牧草,白三叶是冷季型牧草,在本试验期间适宜白三叶生长,表明白三叶对环境中的光、热、水、土壤养分的竞争力大于扁穗牛鞭草。随着白三叶播种比例的增加而竞争力逐渐增强,说明在扁穗牛鞭草和白三叶混播群落中白三叶的竞争力一直强于扁穗牛鞭草,白三叶抑制了扁穗牛鞭草的生长,在竞争中占优势,从而影响扁穗牛鞭草的生产力。

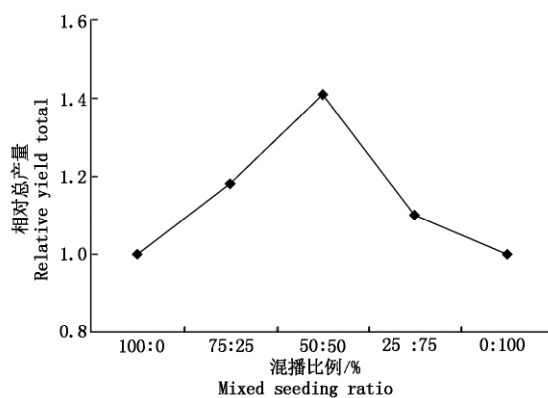


图 1 不同混播比例相对总产量

Fig. 1 Relative yield total of different mixed seeding ratio

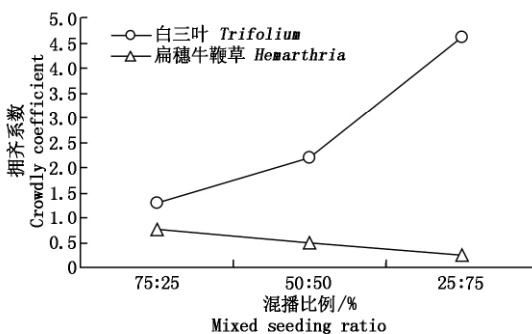


图 2 不同混播比例相对拥挤系数

Fig. 2 Relative crowding coefficient of different mixed seeding ratio

3.2.3 竞争严重度 相对总生物量(RYT)值和相对拥挤系数(RCC)值只能说明扁穗牛鞭草和白三叶之间对环境资源利用上、竞争力的不同及相互关系,为了更进一步说明扁穗牛鞭草和白三叶之间竞争严重程度。其实,植物间的竞争严重度与植物间的竞争力有成反比关系,某种植物竞争力大,则竞争严重度小。从图 3 可见, $A_2B_2$ 、 $A_3B_1$ 、 $A_1B_3$  三种混播处理中扁穗牛鞭草的相对竞争严重度(RSC)均大于 0,白三叶的相对竞争严重度(RSC)均小于 0,表明扁穗牛鞭草的竞争严重度大。原因是扁穗牛鞭草的单株平均重量随着白三叶比例增加而降低,白三叶单株平均重量随着白三叶比例的增加而增加。

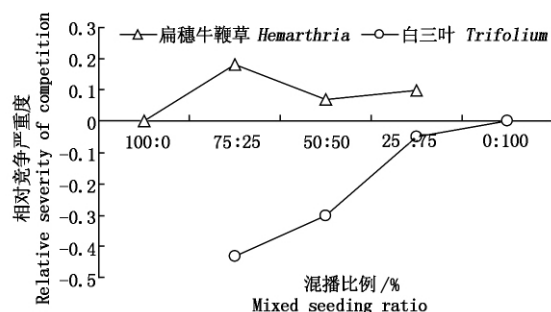


图3 不同混播比例相对竞争严重度

Fig. 3 Relative severity of competition on different mixed seeding ratio

## 4 结论

扁穗牛鞭草和白三叶混播组合中总产量(干物质)均高于单播中白三叶的总产量( $227.94 \text{ g/m}^2$ ),  $A_2B_2$ (扁穗牛鞭草 50% + 白三叶 50%)处理产量( $357.38 \text{ g/m}^2$ )最高。

从整个混播群落看,白三叶生长迅速,侵占性强。所以,白三叶在混播群落中其竞争力超过扁穗牛鞭草,使扁穗牛鞭草一直处于竞争劣势地位。

从扁穗牛鞭草和白三叶混播组合中的总产量及种间竞争力综合来看,处理  $A_2B_2$ (扁穗牛鞭草 50%

+ 白三叶 50%)为最好。

## 参考文献:

- [1] 吴仁润,卢欣石. 中国热带亚热带牧草种质资源[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992: 127 - 128.
- [2] 吴彦奇,杜逸. 牛鞭草的研究[J]. 四川农业大学学报, 1992, 10(2): 260 - 265.
- [3] 王刚,蒋文兰. 人工草地种群生态学研究[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1998: 106 - 112.
- [4] By R W, Aydon S N. Replacement or additive designs for competition studies [J]. Journal of Applied Ecology, 1991, 28: 930 - 946.
- [5] 韩建国,马春晖,毛培胜. 播种比例和施氮肥量及刈割期与豌豆混播草地草产量和质量的影响[J]. 草地学报, 1999, 7(2): 24 - 31.
- [6] 马春晖,韩建国,李鸿祥,等. 播种比例、施氮肥量和刈割期对混播草地牧草产量和质量的影响[J]. 中国草地, 1999(4): 9 - 16.
- [7] 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的动态研究[J]. 草地学报, 1999, 7(1): 14 - 22.
- [8] 马春晖,韩建国,李鸿祥,等. 冬牧 70 黑麦 + 箭筈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.