

扁穗牛鞭草草地高效饲草生产系统研究

傅鲜桃, 杨春华*, 陈灵鸷

(四川农业大学动物科技学院草业科学系, 四川雅安 625014)

摘要:秋季在‘广益’扁穗牛鞭草(*Hemarthia compressa* ‘Guangyi’)草地上分别补播‘中饲 828’小黑麦、‘冬牧 70’黑麦、‘长江 2 号’多花黑麦草等冷季型牧草,对补播系统牧草产量、质量进行比较研究。结果表明:补播‘中饲 828’小黑麦、‘长江 2 号’多花黑麦草均能显著增加‘广益’扁穗牛鞭草草地牧草产量和质量,其中补播‘长江 2 号’多花黑麦草的处理干物质和粗蛋白(CP)产量比不补播分别提高 12.3%、15.6%;补播‘中饲 828’小黑麦的处理分别提高 11.3%、10.4%;但补播‘冬牧 70’黑麦的处理增效作用不明显。‘长江 2 号’多花黑麦草的补播效果最好,是较优的冬季补播草种。

关键词:扁穗牛鞭草;补播;产量;质量

中图分类号:S543.099

文献标识码:A

文章编号:1005-3395(2008)02-0134-06

The Complementary Forages System in *Hemarthia compressa* Pasture

FU Xian-tao, YANG Chun-hua*, CHEN Ling-zhi

(Department of Grass Science, College of Animal Science and Technology, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

Abstract: In order to select the suitable grass species in winter, the yield and quality of the forage of *Hemarthia compressa* ‘Guangyi’ pasture resown with *Secale cereale* ‘Dongmu70’, *Triticale* ‘Zhongsi 828’, and *Lolium multiflorum* ‘Changjiang No.2’, respectively, were evaluated in autumn. The results shown that forage yield and quality of ‘Guangyi’ increased significantly by resown with ‘Zhongsi 828’ and ‘Changjiang No.2’, in which the yield of dry matter increased by 11.3% and 12.3%, crude proteins by 10.4% and 15.6%, respectively. No significant difference was found resown with ‘Dongmu70’. It suggested that ‘Changjiang No.2’ was the optimal overseeding grass for *H. compressa* in winter.

Key words: *Hemarthia compressa*; Overseeding; Yield; Quality

扁穗牛鞭草(*Hemarthia compressa*)是禾本科牛鞭草属暖季型多年生草本植物,具生长快、产量高、适应性强等优良特性,在我国西南地区广泛种植。扁穗牛鞭草在四川等南过渡带地区冬季处于休眠或半休眠状态,冬春产草量较低,不能满足家畜生产需要^[1-3]。为了解决扁穗牛鞭草草地冬季供青问题,杨春华等^[4]于 2004 年在‘广益’扁穗牛鞭草草地上补播‘长江 2 号’多花黑麦草,表明冬季补播能

够提高牧草全年产草量,并对次年草地的产量和质量影响不大。但对最优补播草种的选择尚未见报道,为此,本试验应用系统互补理论,在‘广益’扁穗牛鞭草草地上补播生长快、产量高的冷季型牧草,建立“冷-暖”互补系统。扁穗牛鞭草是高产牧草,但是实际产草只局限在气温较高的季节(10 月份到次年的 4 月几乎不产草)。在其上补播的冷季型牧草,耐低温性好,并通过地上部分逐渐积累养

分。在低温短日照的情况下,扁穗牛鞭草与冷季型草有很少的营养竞争^[5]。群落内不同种类牧草伸展空间或养分需求等有一定差异,这样整个系统可以更加有效的利用养分、土地等生态资源,达到延长草地利用时间、提高全年产草量^[6-9]的效果。但是在混生群体中物种间的相互作用比较复杂,竞争结果尚不明确。因此,本试验的宗旨是通过测定补播牧草的生长特性、补播系统的产量和质量变化规律,筛选适合与其共生且表现较优的补播草种,为生产实践提供参考依据。

1 试验地概况

试验在四川省雅安市青衣江流域,二级阶地后缘,四川农业大学草学系基地内进行。该地区位于38°8' N,103°14' E,海拔600 m,属北亚热带湿润季风气候区。年平均气温16.2℃,最热月(7月)平均气温30.3℃,最冷月(1月)平均气温3.6℃,极端最高气温37.7℃,年降水量1774.3 mm,年蒸发量1011.2 mm,相对湿度79%,年日照时数1039.6 h,年无霜期304 d,≥10℃年积温5231℃^[9]。

实验地土壤系白垩纪灌口组紫色沙页岩风化的堆积物形成的紫色土,土壤有机质含量14.62 g kg⁻¹,全氮含量1.91 g kg⁻¹,全磷含量0.06 g kg⁻¹,全钾含量11.58 g kg⁻¹,速效氮含量100.63 g kg⁻¹,速效磷含量4.73 mg kg⁻¹,速效钾含量338.24 mg kg⁻¹,pH为6.2。

2 材料和方法

2.1 研究材料

‘冬牧70’黑麦(*Secale cereale* L. ‘Dongmu70’)由四川省草原工作站提供。‘长江2号’多花黑麦草(*Lolium multiflorum* Lam ‘Changjiang No.2’)由四川农业大学草学系提供。‘中饲828’小黑麦(*Triticosecale wittmack* L. ‘Zhongsi 828’)由四川省草原工作站提供。

2.2 试验设计

2005年9月初,将已种植5 a的‘广益’扁穗牛鞭草草地低茬刈割,留茬6~8 cm,小区设定面积为2 m×3 m,人工清理出50 cm行间距。在其上分别补播‘中饲828’小黑麦(96 g m⁻²)、‘冬牧70’黑麦(48 g m⁻²)、‘长江2号’多花黑麦草(24 g m⁻²),并分别记作处理A、B、C,以不补播为对照,共4个处理(表1),每个处理重复3次。播种后按500 kg hm⁻²

轻施牛粪水,每次刈割后补施尿素和牛粪水,促进牧草再生。

2.3 测定指标与方法

观测补播草种的生长期 记录从出苗期一直到枯黄所需要的天数(80%作为完全进入某一物候期的标准)。

牧草生长速率 随机选取组分草各10株,测量再生草的株高(拉直高度),以平均株高/天数计算。每周测一次。

干物质产量测定 每小区取样方0.5 m×0.5 m=0.25 m²刈割牧草后,人工分离各种牧草和杂草,分别称鲜重,在105℃下杀青30 min,65℃烘至恒重,称干重然后换算成每公顷草地的干物质产量。

营养成分分析 将烘干样(‘广益’扁穗牛鞭草和补播牧草的混合样)粉碎,过40目筛备用。测定牧草粗蛋白(CP)、粗纤维(CF)、粗脂肪(Cfa)的含量。分别采用凯氏定氮法、范氏提取测定法、索氏提取法^[11]测定。

3 结果和分析

3.1 补播草种的生长期

于2005年9月8日同期播种后,‘长江2号’多花黑麦草的出苗期(9月10日)比其它2种牧草快,枯黄期晚(2006年5月12日),生长期约244 d。‘冬牧70’黑麦、‘中饲828’小黑麦的生长期接近,分别为228 d、229 d。从可利用时间看,3个草种在‘广益’扁穗牛鞭草的休眠期间(11月中下旬至次年3月中旬)有很大的互补作用,可以充分利用地力进行青绿饲草生产。

3.2 补播草种的生长速率

由图1可知,不同补播草种的生长速率随着季节变化而变化,在前3次刈割中,由于温度较低,补播草种的生长速率比‘广益’扁穗牛鞭草快,但在第4~5次刈割期间,随着气温的升高,‘广益’扁穗牛鞭草的生长速率超过了补播草种。第3次刈割之前(平均气温<15℃)各补播系统中的‘广益’扁穗牛鞭草一直处于冠层的中下层空间,而冷季型牧草则处于冠层的上部;但是第3次刈割之后群落特征都发生了变化,‘广益’扁穗牛鞭草的生长占绝对优势,成为群落的优势植物。在4、5月份,平均气温升至18~21.6℃(最高气温达到27.4℃)时,冷

季型牧草由于品种特性,生长缓慢,直至消苗。与‘广益’扁穗牛鞭草混生的‘长江2号’多花黑麦草消苗最晚,以至在温度较高的第4次刈割时对产量的贡献较其他2个补播草种多(为 0.17 t hm⁻², 表 1)。

从图 1 可以看出,温度是影响生长速率的主要因子。第2次刈割期间,由于正处于 1~2 月最低温期间(平均气温 6.5~7.7℃,最高气温 9.6~11.1℃),补播系统中‘广益’扁穗牛鞭草完全停止

生长,尤其是‘长江2号’多花黑麦草在这个阶段相对于其它两个草种分蘖多,占据了大量的地上空间。在补播‘冬牧70’黑麦、‘中饲828’小黑麦的系统中,偶尔会发现零星的‘广益’扁穗牛鞭草叶片,但生长速率极低。直到第3次刈割,各个补播系统中的‘广益’扁穗牛鞭草开始恢复生长,但与‘长江2号’多花黑麦草混生的‘广益’扁穗牛鞭草生长最慢。

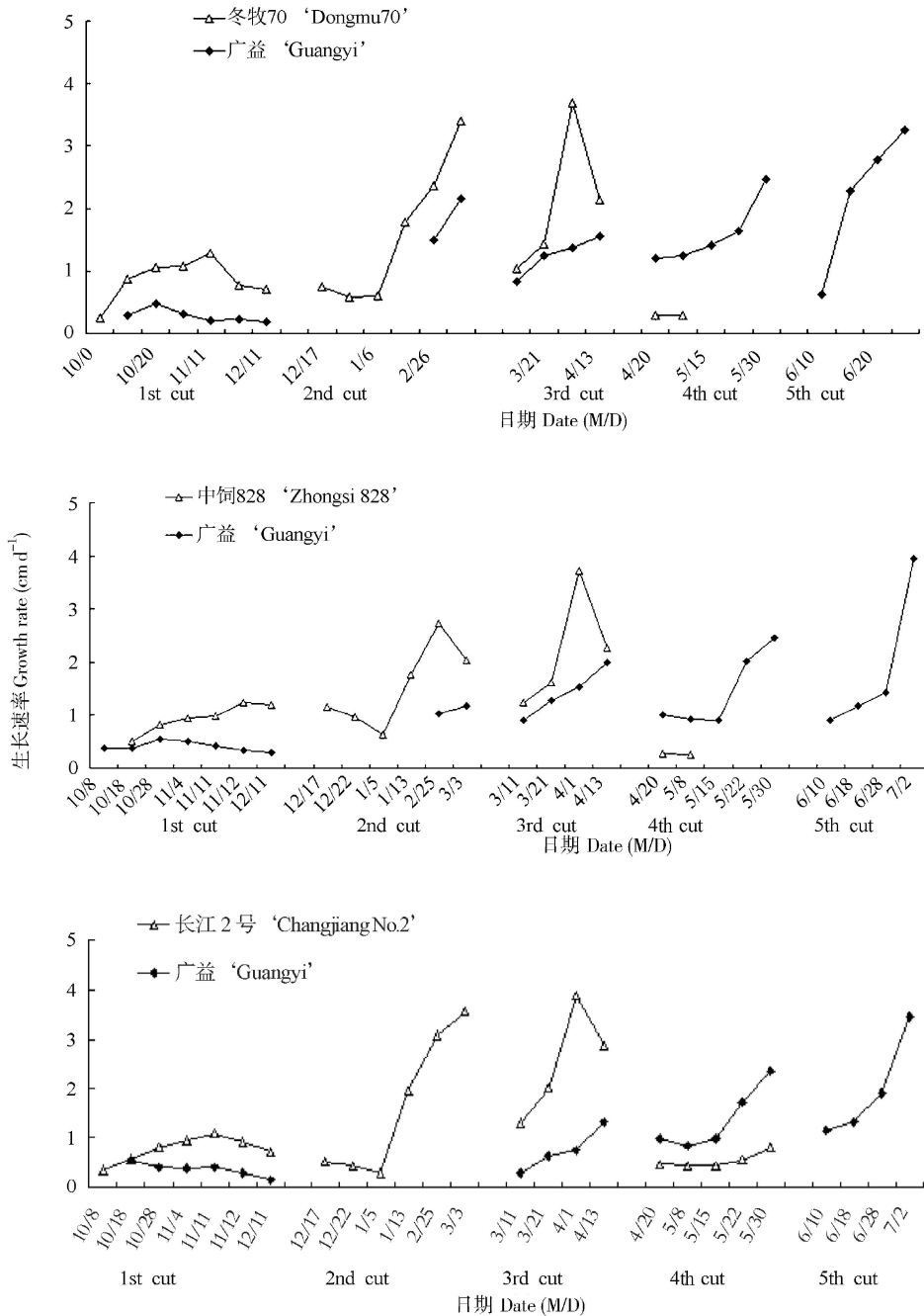


图 1 各补播系统中牧草的生长速率

Fig. 1 Growth rates of grasses in different overseeded systems

表1 不同补播系统的干草产量($t\text{ hm}^{-2}$)Table 1 Yield of dry hay in different overseeded systems($t\text{ hm}^{-2}$)

处理 Treatment	草种 Grasses	刈割次数 Cutting times					总产量 Total yield
		1	2	3	4	5	
A	冬牧70 'Dongmu70'	1.928	4.1	4.63	0.1	0	10.75
	广益 'Guangyi'	0.09	0	0	4.6	12.4	17.09
	小计 Total	2.01a	4.1c	4.63b	4.7a	12.4	27.84a
B	中饲828 'Zhongs828'	1.76	4.8	4.9	0.09	0	11.55
	广益 'Guangyi'	0	0	0	4.2	12.5	16.7
	小计 Total	1.76a	4.8b	4.9b	4.29a	12.5	28.25a
C	长江2号 'Changjiang No.2'	1.13	5.3	8.7	0.17	0	15.3
	广益 'Guangyi'	0.07	0	0	3.7	9.8	13.57
	小计 Total	1.2b	5.3a	8.7a	3.87a	9.8	28.87a
对照 Control	广益 'Guangyi'	0.18c	0d	0c	12.3b	12.9	25.38b

同一列数据后不同字母表示差异显著($P < 0.05$),下同。Data followed by different letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same as below. A: 'Dongmu70' + 'Guangyi'; B: 'Zhongs828' + 'Guangyi'; C: 'Changjiang No.2' + 'Guangyi'.

表2 不同处理牧草营养成分含量(%)

Table 2 Nutrient contents in the forages in different treatments (%)

处理 Treatment	营养成分 Nutrient	刈割次数 Cutting times					平均值 Average
		1	2	3	4	5	
A	粗蛋白 Crude protein	13.1	12	11.5	10.3	9.2	11.2b
	粗纤维 Crude fiber	19.8	20.3	21.4	23.1	23.9	21.7
	粗脂肪 Crude fat	2.9	2.3	2.7	3.1	3.5	2.2
B	粗蛋白 Crude protein	13.5	12.71	12.9	10.5	9.6	12.7a
	粗纤维 Crude fiber	20.3	21.8	22.7	26.5	27.7	24
	粗脂肪 Crude fat	2.73	2.3	3.21	3.3	3.5	3.01
C	粗蛋白 Crude protein	13.6	12.98	12.4	12.3	9.32	13.01a
	粗纤维 Crude fiber	18.8	19.5	20.6	20.7	27	21.4
	粗脂肪 Crude fat	2.32	2.17	2.6	2.5	3.46	2.61
对照 Cntrl	粗蛋白 Crude protein	13.6	-	-	12.1	12.7	12.8a
	粗纤维 Crude fiber	27.1	-	-	32.3	34.5	31.3
	粗脂肪 Crude fat	2.8	-	-	3.7	4	3.5

3.3 不同补播系统的产量分析

不同补播系统牧草产量见表1,刈割时间不同,牧草产量和质量构成不同。从补播系统建立(9月8日)到次年4月中旬,主要是冷季型牧草生长阶段,3个补播系统的牧草产量随着气温升高而逐渐增加,各处理的产量高峰都出现在第3次刈割(即3月上旬到4月中旬),‘冬牧70’黑麦、‘中饲828’小黑麦、‘长江2号’多花黑麦草的产草量最高,分别为4.9、4.63、8.7 $t\text{ hm}^{-2}$;补播‘长江2号’多花黑麦草系统的牧草产量显著高于补播‘冬牧70’黑麦、‘中饲828’小黑麦的牧草产量。补播初期,‘冬牧70’、‘中饲828’的生长速率相对较快,因

此,第1次刈割(2005年12月11日)时,补播系统A、B的产草量较高,其中A最高,为2.01 $t\text{ hm}^{-2}$ 。第2次刈割(2006年3月3日)和第3次刈割(2006年4月13日)时,处理C牧草产量最高,这是不同牧草间竞争的结果。‘长江2号’多花黑麦草能充分利用土壤中的N肥,具较强的竞争力,同时由于‘长江2号’多花黑麦草耐刈割、再生性能好,更能促进干物质积累^[12-13]。第4次刈割(2006年5月30日),不同补播系统干草产量较第3次刈割时低,但处理C的干草产量仍是最高,这与各自的耐刈割性能以及最佳生长时期有关。第4、5次刈割时,不同处理产量以‘广益’扁穗牛鞭草为主,都显著低于

对照的产量,与‘长江 2 号’多花黑麦草共生的‘广益’扁穗牛鞭草产量最低。第 5 次刈割(2006 年 7 月 2 日)处理 A、B、C 的产量都上升,且逐渐接近对照的产量。可见,在第 4 次刈割时,牧草产量组成发生了变化,随着气温的进一步升高,冷季型牧草逐渐失去了最佳生长环境条件,由于高温胁迫,牧草转为开花和结实,产量构成转为以‘广益’扁穗牛鞭草为主。

3.4 不同补播系统牧草的营养成分分析

各处理牧草营养成分含量见表 2。第 1 次刈割各处理牧草粗蛋白(CP)含量最高,酸性洗涤纤维(ADF)含量最低,营养价值最高。之后,随气温的升高茎秆含量增加,叶量相对减少,ADF 含量总体呈上升趋势,CP 和 Cfa 含量呈下降趋势。就各处理几次刈割的平均营养成分含量而言,处理 A 的平均 CP 含量显著低于对照,而 B、C 处理与对照没有显著差异。A、B、C 处理的平均 ADF 含量都低于对照,其中处理 B、C 的平均 ADF 含量相互接近。由此可知,‘广益’扁穗牛鞭草草地补播‘中饲 828’小黑麦、‘长江 2 号’多花黑麦草可以提高牧草品质,而补播‘冬牧 70’黑麦的处理对提高牧草品质没有明显作用。

4 结论和讨论

依据不同牧草的生理生态习性,采用相应的栽培措施,创建合理的群体结构以形成良好的生态环境、获取较高生产力等是一个非常值得研究的理论与实践问题^[9,14-16]。有报道认为混生群落中,不同物种间的生态差异会导致群落中物种对资源更加充分的利用,最终提高草地的产量、质量^[17-18]。

扁穗牛鞭草是我国西南地区广泛种植的优良牧草之一,但其分泌的化学物质在土壤中大量累积,会引起草地产量、质量下降等严重问题^[2-3]。基于现状,在扁穗牛鞭草的人工草地开发利用的研究中,常采用与其它牧草混作。目前有报道引入豆科牧草红三叶(*Trifolium pretense*)、白三叶(*Trifolium repens*)等,能在 1 a 之内协同生长良好,补播禾本科的 1 a 生黑麦草等也能明显提高草地的产量和质量^[1,4,19-20]。为改善其人工草地的质量,拓宽与之混生的牧草范围,避免由于扁穗牛鞭草的人工草地群体空间搭配不当引起种间恶性竞争、牧草生长不良等一系列问题,影响到草地生产力,今后需要进一步寻找更多适合于扁穗牛鞭草混生的牧草。

本试验在‘广益’扁穗牛鞭草草地上补播‘中饲 828’小黑麦、‘冬牧 70’黑麦、‘长江 2 号’多花黑麦草 3 种牧草,都能提高草地牧草生物量。在提高蛋白产量方面补播‘长江 2 号’多花黑麦草的处理和‘中饲 828’小黑麦的效果相对较好,而补播‘冬牧 70’黑麦作用并不明显。

在整个试验期间,补播‘长江 2 号’多花黑麦草的处理单位面积总产量最高,但其中‘广益’扁穗牛鞭草各次产量比补播‘冬牧 70’黑麦和‘中饲 828’小黑麦处理中的产量低。其原因可能是‘长江 2 号’多花黑麦草有较强的分蘖能力,大量消耗土壤养分^[12-13],从而对扁穗牛鞭草的正常生长产生影响,或是‘长江 2 号’多花黑麦草的根系分泌物抑制了‘广益’扁穗牛鞭草的正常生长。就全年总产量而言,补播‘冬牧 70’黑麦的处理地上生物总产量和营养价值都相对偏低,这与其补播草种‘冬牧 70’黑麦的遗传特性有关,也可能是‘广益’扁穗牛鞭草分泌的化学物质与‘冬牧 70’黑麦的相互作用相对较大的缘故。

‘广益’扁穗牛鞭草的分泌物对其它牧草存在一定的化感作用,对其周围的牧草会产生不同程度影响^[1,19],但本试验中补播草种都能正常完成生育期,说明只要各混播组分草物候特点差异较大^[14,21](如各自生态位在最佳生长时间的差异、空间生态位在资源利用层面上的差异),混播就容易成功。依据不同牧草的生理生态特性,采用相应的栽培措施,根据冷-暖季牧草系统互补理论组建的混播人工草地,在冷凉季节草地以冷季型牧草为主,高温天气有扁穗牛鞭草发挥优势植物的作用。按照这样的思路营造出不同牧草对生态条件要求的宽窄梯度,使混播人工草地在不同季节优势植物呈现一定的差异,最终有效的减少草地漏光损失,增加光合面积,为牧草充分利用生态条件又没有太激烈的资源竞争,种间共融提供可能。因此,尽管互补系统内牧草间相互作用比较复杂,种间营养、光照、空间等的竞争也会相对减弱^[6],混生组分草基本能够共存,且能更加有效的利用养分、土地等生态资源,延长产草时间等,属于较为成功的补播草地。

参考文献

- [1] Zuo Y C(左艳春), Yang C H(杨春华). Study on the allelopathy of *Hemarthria compressa* to *Trifolium repens* [J]. Grassland Turf (草原与草坪), 2005(3): 24-26. (in Chinese)
- [2] Yang Y F(杨允菲), Li J D(李建东), Zheng H Y(郑慧英). Vegeta-

- tive propagation of clonal population of *hemarthria* on Songnen Plain of China [J]. Acta Prata Sin(草业学报), 1997, 6(2): 36-40.(in Chinese)
- [3] Wu Y Q(吴雁奇), Du Y(杜逸), Wang Y Q(王益群). The dynamical studies on yield and nutrients of *Hemarthria compressa* cv. Guangyi and *Hemarthria compressa* cv. Chonggao [J]. Acta Prata Sin(草业学报), 1989, 6(3): 53-56.(in Chinese)
- [4] Yang C H(杨春华), Li X L(李向林), Zhang X Q(张新全). Influence of overseeding on herbage production, quality and botanical composition of *Hemarthria compressa* pastures oversown with annual *Lolium multiflorum* in autumn [J]. Acta Prata Sin(草业学报), 2004, 13(6): 80-86.(in Chinese)
- [5] Suzuk M. Fructans in Crop Production and Preservation [M]// Suzuki M, Chatterton N J. Science and Technology of Fructans. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc., 1993: 227-255.
- [6] Li B(李博). Plants Competition — The Empirical Study on Interaction between Crop and Weeds [M]. Beijing: College Higher Education Press, Verlag Berlin Heidelberg: Spritnger Press, 2001: 40-71. (in Chinese)
- [7] Tang C S, Yang C C. Collection and identification of allelopathic compounds from the undisturbed root system of *Biganlta limpogross* (*H. altissima*) [J]. Plant Physiol, 1982, 69(1): 155-160.
- [8] Young C C, Bartholomew D P. Allelopathy in a grass-legume association. I. Effects of *Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf. and Hubb. root residues on the growth of *Desmodium intortum* (Mill.) Urb. and *Hemarthria altissima* in a tropical soil [J]. Crop Sci, 1981, 21(5): 770-774.
- [9] Entz M H, Baron V S, Carr P M. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains [J]. Agron J, 2002, 94: 240-250.
- [10] Zuo Y C(左艳春), Yang C H(杨春华), Yang Y H(杨颖慧). Effect of the cutting treatment, nitrogen quantity and mixture proportion on the total yields and composition of mixed pasture [J]. J Anhui Agri Sci(安徽农业科学), 2006, 34(11): 2383-2385.(in Chinese)
- [11] Zhang L Y(张丽英). Feed Analysis and Feed Quality Detection Technology [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2002: 45-66.(in Chinese)
- [12] Yu Y W(余应文), Xu Z(徐震), Miao J X(苗建勋). The growing characteristics of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and white clover (*Trifolium repens*) and their coexisted behave performance in mixed pasture [J]. Acta Prata Sin(草业学报), 2002, 11(3): 34-39.(in Chinese)
- [13] Manyawu G J, Manzudazo A U K. Influence of sowing date and seedbed preparation on herbage production and botanical composition of tropical grass-clover pastures oversown with midmar ryegrass (*Lolium multiflorum*) for forage production during the dry season [J]. Trop Grassland, 1996, 30: 193-200.
- [14] Yang C H(杨春华), Li X L(李向林), Zhang X Q(张新全). Effect of an extract of *Hemarthria compressa* on the germination and seeding in potential species mixtures [J]. Acta Prata Sin(草业学报), 2006, 15(5): 38-44.(in Chinese)
- [15] Zhang J Z(朱金兆), Zhu Q K(朱清科). A review on niche theory and niche metrics [J]. J Beijing For Univ(北京林业大学学报), 2003, 25(1): 100-107.(in Chinese)
- [16] Case T J, Gilpin M E. Interference competition and niche theory [J]. Proc Nat Acad Sci USA, 1974, 71(8): 3073-3077.
- [17] Diaz S, Cabido M. Vice difference: Plant functional diversity matters to ecosystem processes [J]. Trends Ecol Evol, 2001, 16: 646-655.
- [18] McLaughlin M R, Sistani K R, Fairbrother T E. Effects of overseeding cool-season annuals on hay yield and nitrogen and phosphorus uptake by Tifton 44 Bermudagrass fertilized with swine effluent.[J]. Agron J, 2005, 97(2): 479-486.
- [19] Jiang X L(江小雷), Zhang W G(张卫国), Yan L(严林). Effects of plant species diversity on productivity of ecosystem [J]. Acta Prata Sin(草业学报), 2004, 13(6): 8-13.(in Chinese)
- [20] Yang C H(杨春华), Li X L(李向林), Zhang X Q(张新全). The dynamical studies on biomass and interspecific competition of limpogross and red clover mixture [J]. J Sichuan Agri Univ(四川农业大学学报), 2006, 24(1): 32-36.(in Chinese)
- [21] Loreau M, Hector A. Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments [J]. Nature, 2001, 412: 72-76.