

文章编号: 1007-0435(2005) 02-0117-05

牧草蔗闽牧 42 产草量及饲用价值动态变化

曾日秋, 卢川北, 洪月云, 郑芥丹

(福建省农科院甘蔗研究所, 漳州 363005)

摘要: 以牧草蔗闽牧 42[(*S. officinarum* cv. Co419) × (*S. robustum* Brand Et Jeswiet BC₁PT43-52) cv. Minmu No. 42]、象草(*Pennisetum purpureum*)和糖用甘蔗闽糖 86-05(*Sugarcane* variety cv. Mintong 86-05)为研究材料,在两种土壤类型进行两年品比试验。结果表明:牧草蔗闽牧 42与象草产草量之间无显著差异;品质分析结果表明,牧草蔗和糖用甘蔗闽糖 86-05 饲用价值在冬、春两季高于象草,一年四季产草量均衡价与营养均衡价表现较均衡,波动较小,说明牧草蔗闽牧 42 一年四季均可利用,是一种优质亚热带禾本科牧草。

关键词: 牧草蔗闽牧 42; 牧草产量; 饲用价值; 动态

中图分类号: S 541 文献标识码: A

Yield and Dynamic Change of Forage Value of Forage Cross-Sugarcane Minmu 42

ZENG Ri-qiu, LU Chuan-bei, HONG Yue-yun, ZENG Gai-dan

(Sugarcane Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Zhangzhou, Fujian Province 363005, China)

Abstract: A study of the varieties comparative test among forage cross-sugarcane Minmu 42, *Pennisetum purpureum*, and sugarcane variety Mintong 86-05, was conducted within two years, on two soil types. The following conclusions are reached. The grass yield of forage cross-sugarcane Minmu 42 and *P. purpureum* are similar. A quality analysis confirms that Minmu 42 and Mintong 86-05 are higher than *P. purpureum* in palatability, nutritive value and forage value from winter to next spring. The two varieties' balanced value of grass yield and of nutrients show no fluctuation through the four seasons of the year. It shows forage cross-sugarcane Minmu 42 can be used in four seasons of the year. All tests prove that forage cross-sugarcane Minmu 42 is a quality subtropical grass forage, available and usable all year round.

Key words: Forage cross-sugarcane Minmu 42; Forage yield; Forage value; Dynamic

甘蔗(*Saccharum officinarum*)属 C₄ 植物,具有很高的能量转换能力,其生物产量高于其他作物。传统上甘蔗主要用于制糖,其副产物—蔗梢、蔗渣、糖蜜常用做动物饲料。为进一步改良、开发利用甘蔗,福建省农科院甘蔗研究所丰产、适应性广的甘蔗栽培良种 Co419 为母本,以大茎野生蔗(*S. robustum* Brand et Jeswiet)的杂种后代 PT43-52 为父本,人工诱导开花进行有性杂交,并经杂种圃、选种圃和品种比较圃选育出高产、优质、再生性强的多年生的牧草蔗闽牧 42 品种,1999 年经全国牧草品种委员会审定。本文对育成品种牧草蔗闽牧 42[(*S. officinarum* cv. Co419) × (*S. robustum* Brand Et Jeswiet BC₁ PT43-52) cv.

Minmu No. 42]^[1]、本地当家牧草象草(*Pennisetum purpureum*)、糖用甘蔗闽糖 86-05(*Sugarcane* variety cv. Mintong 86-05)在不同季节的产草量、适口性、营养成分、干物质消化率、均衡价等评定牧草饲用价值的品质指标进行初步评价,为进一步合理利用牧草蔗提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 实验区自然概况

试验区包括两个地点,一个位于福建省漳州市福建省农科院甘蔗研究所农场,前作为甘蔗,土壤为冲积

洲地土壤,含有机质 1.23%。年均降水量为 1600 ~ 2300 mm, 年均气温 21.5, 年日照时数 1473.6 ~ 1909.3 h, 1月、7月平均气温为 13.7 和 28.2, 极端最高气温 37.3, 极端最低气温 3.7。另一地点设在漳州长泰国家(96-016-02-03)科技攻关试验站, 试验地前作是柑桔园, 土壤为红壤土, 含有机质 1.28%, 年降水量 1400 ~ 1600 mm, 年均气温 21.2, 1月、7月平均气温为 13.9 和 28.7, 极端最高气温 40.9, 极端最低气温 -2.1, 无霜期 328 d。均属南亚热带海洋性季风气候, 3-9月高温多雨, 占全年总雨量 88.4% ~ 90.3%。无灌水条件。

1.2 供试材料

以牧草蔗闽牧 42(自育品种)、象草(引自福建农林大学)、糖用甘蔗闽糖 86-05(自育品种)为试验材料, 均采用带有活芽的两个节间的茎段 8段/m²。

1.3 实验方法

1.3.1 试验设计 在福建省农科院甘蔗研究所设 4 个重复, 1 个重复用于观察牧草生长生殖情况和留种, 另 3 个重复用于测定牧草地上生物产量; 在漳州长泰国家(96-016-02-03)科技攻关试验站, 只设 3 个重复用于测定地上生物产量; 行长 5.6 m, 行宽 50 cm, 4 行区, 小区面积 11.2 m², 试验地四周设置保护行。田间管理在每次刈割后每小区追施氯化钾 0.25 kg, 尿素 0.3 kg。

1.3.2 产草量测定 于 1996 年 4 月种植, 至 1998 年 3 月 28 日收获结束。3 个供试品种均在草层高 120 ~ 150 cm 时刈青, 闽牧 42 和闽糖 86-05 在 5-11 月每隔 70 d 测产 1 次, 象草在 6-9 月每隔 35 d 测产 1 次。其它月份均在草层达 120 ~ 150 cm 时刈青。1996 年 5 月第 1 次测产, 闽牧 42 和闽糖 86-05 每年测产 3~4 次, 象草每年测产 5~6 次, 留茬 5~10 cm。

1.3.3 生长速度调查 从 1996 年 7 月起, 每隔半个月定点调查 20 株, 测量茎高(从地面至最高可见肥厚带)和株高代表叶生长速度(从地面至最高叶尖)。

1.3.4 营养成分分析 在 3-5 月、6-8 月、9-10 月、11 月- 下年 2 月分别取样分析粗蛋白质、粗纤维、粗脂肪、粗灰分、钙、磷、无氮浸出物等。

1.3.5 适口性试验 青饲喂奶牛、肉牛、家兔, 观察供试材料的采食情况, 将适口性分为嗜食、喜食、乐食、少食和不食 5 个等级, 分别以 5、4、3、2、1 表示; 根据植物全部被取食或仅食其个别部分, 将适口性分为植物全

株被采食、采食茎、采食叶, 分别以 A、B、C 表示^[2]。

1.3.6 饲用价值评价 采用综合评价测度值 $R = \sum_{i=1}^n W_i K_i$, 式中 W_i 为各层次因素指标的权重值, K_i 为各因素的指标, i 为各因素。

运用综合评价的模糊数学原理, 进行多层次、多因素评判方法, 本文选用两个层次的性状指标进行综合评价, 第一层次指标为营养价值、适口性和有机质消化率, 第二层次指标则选取粗蛋白质(CP)、粗脂肪(EE)、无氮浸出物(NFE)和粗纤维(CF)^[3-5]。

1.3.7 有机物消化率 选取有机物质消化率作为评价牧草饲用价值的消化率指标^[6], 由经验公式 $Y = 123.5068 - 2.2790X$ 计算, 式中 Y 为有机物质消化率, X 为粗纤维含量^[7]。消化率与牧草中所含粗纤维的量呈线性负相关。

1.3.8 均衡价的评定 用公式 $TB = \bar{X} / S$ 求得, 式中 TB 为均衡指数, 为标准差, \bar{X} 为平均值^[2]。

2 结果与分析

2.1 物候期状况

甘蔗属牧草(指闽牧 42 和闽糖 86-05)进入同一物候期(出苗期、分蘖期、拔节期)的时间比象草迟, 但甘蔗属牧草一年四季都不开花, 而象草在 9 月以后开始开花(表 1)。

2.2 生长速度及其动态

供试材料的生长速度调查, 均指从收割后至拔节前、中期的生长动态。结果表明(表 2), 甘蔗属牧草与象草有相同的生长趋势, 即从 4 月至 10 月生长速度均较快, 且象草比甘蔗属牧草快。但从 11 月至翌年 2 月, 甘蔗属牧草还保持一定的生长量, 而象草几乎处于停止状态, 且叶片枯黄。甘蔗属牧草还是保持青绿, 在拔节后期可立地越冬 5 个月。

2.3 鲜草产量

供试材料在不同土壤类型和不同季节的产量累计列于表 3。闽牧 42 与象草均表现较高的产草量, 年产草量平均分别可达 171.25 t/hm² 和 185.2 t/hm², 方差分析结果两者差异不显著。闽糖 86-05 产量较差, 这主要是甘蔗与牧草育种所确定的经济性状指标不同有关。

表 1 供试材料物候期观察(月-日)

Table 1 Observation of phenological period of tested materials (month-day)

品种 Varieties	播种期 Sowing stage	出苗期 Seedling emergence	分蘖始期 Beginning of tillering	拔节初期 Beginning of jointing	孕穗期 Boot stage	开花始期 Beginning of flowering	种子成熟期 Seed mature	病虫害害情况 Situation of disease and pest
闽糖 86-05 Mintong 86-05	3-11	4-08	5-19	6-25	/	/	/	/
闽牧 42 Minmu 42	3-11	4-07	5-13	6-23	/	/	/	/
象草(CK) <i>Pennisetum purpureum</i>	3-11	3-31	4-28	6-02	9-05	10-08	10-28	叶蝉危害 Damage by cicada

表 2 供试材料生长速度(cm/月)

Table 2 Growing rate of tested materials (cm/month)

品种 Varieties		月份 Month											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
闽牧 42	茎 Stem	5.8	13.0	15.6	31.6	36.5	44.1	51.4	55.6	56.8	53.2	22.1	14.1
Minmu 42	叶 Leaf	25.7	23.5	30.0	38.0	90.0	120.0	117.9	116.1	96.4	97.0	53.4	43.7
闽糖 86-05	茎 Stem	0.5	1.2	16.4	19.2	21.0	36.4	34.3	32.0	53.8	30.4	8.1	13.5
Mintong 86-05	叶 Leaf	10.7	15.5	23.4	39.0	57.7	115.0	120.0	110.5	89.8	68.3	21.4	20.7
象草	茎 Stem	0.8	1.0	22.6	54.9	57.4	58.3	65.1	60.0	51.1	43.6	16.9	5.7
<i>Pennisetum purpureum</i>	叶 Leaf	5.2	9.9	33.6	97.0	110.0	127.0	146.1	133.0	97.8	100.0	40.9	1.0

2.4 品质初步评价

2.4.1 产草量动态及季节贮草量均衡评价 通过以最高贮草量的季节为 100%,其他各季与之比较得到

各自的贮草量的百分数,结果显示,3 个品种的季节产草量均衡价以甘蔗属牧草较高,而象草的 TB 值均较低,表明其产草量分配较不均匀(表 4)。

表 3 不同土壤类型与季节产草量分析

Table 3 Forage yield on the different soil types and in different seasons

品种 Varieties	土壤类型 Soil types	测产季节产量(kg/667 m ²) Tested yield of gather season				年产鲜草量(t/hm ²) Fresh grass yield for one year	差异显著性 Significance of difference	
		3- 5 月 Month	6- 8 月 Month	9- 10 月 Month	11- 2 月 Month		0.05	0.01
		闽牧 42	红壤土 Red earth	2040	3490		3668	2320
Minmu 42	沙壤土 Sand soil	2582	3406	3073	2254	169.73		
闽糖 86-05	红壤土 Red earth	1689	2000	2659	2614	134.43	B	B
Mintong 86-05	沙壤土 Sand soil	992	1000	1051	1710	71.30		
象草	红壤土 Red earth	1476	5707	4168	1778	196.94	A	A
<i>Pennisetum purpureum</i>	沙壤土 Sand soil	1635	5944	3185	800	173.46		

表 4 供试材料在不同季节贮草量动态及均衡价

Table 4 Yield and equilibrium index of three varieties in different seasons

品种 Varieties	土壤类型 Soil types	3- 5 月 Month(%)	6- 8 月 Month(%)	9- 10 月 Month(%)	11- 2 月 Month(%)	\bar{X}	T B	T B 排序
闽牧 42	红壤土 Red earth	55.6	95.1	100.0	63.2	78.5	863.4	0.09
Minmu 42	沙壤土 Sand soil	75.8	100.0	90.2	66.2	83.1	389.4	0.21
闽糖 86-05	红壤土 Red earth	63.5	75.2	100.0	98.3	84.3	552.7	0.15
Mintong 86-05	沙壤土 Sand soil	58.0	58.5	61.5	100.0	69.5	719.8	0.10
象草	红壤土 Red earth	25.9	100.0	73.0	31.2	57.5	2156.1	0.03
<i>Pennisetum purpureum</i>	沙壤土 Sand soil	27.5	100.0	53.6	13.5	48.5	2506.6	0.02

2.4.2 常规营养成分 在冬季以闽牧 42 粗蛋白质含量最高,比糖用甘蔗和象草分别增加 24.7% 和 113.1%。在一个年度内,甘蔗属牧草的粗蛋白质含量在 6.04% ~ 10.40%,粗纤维含量在 30.9% ~ 36.1%,波动不大。象草年度间粗蛋白质含量在 4.88% ~ 16.45%,粗纤维含量为 25.1% ~ 37.28%。闽牧 42 主要

矿物质钙含量一年四季均高于象草(表 5)。

2.4.3 营养成分动态 甘蔗属牧草一年四季均处于营养生长期不开花,象草在 9 月以后进入开花期。通过营养均衡价的计算(表 6),结果显示,就不同物候期的均衡价看,闽糖 86-05 优于闽牧 42,闽牧 42 优于象草。整体评价甘蔗属牧草的营养成分在一个年度中较为均

衡,波动较小,表现较优。

表 5 营养成分含量
Table 5 Nutrient content

月份 Month	品种 Varieties	营养成分(DM%) Nutrient content(DM%)						
		粗蛋白质 Crude protein	粗纤维 Crude fiber	粗脂肪 Crude fat	灰分 Ash	无氮浸出物 N-free extract	磷 Phosphate	钙 Calcium
11- 2	闽牧 42 Minmu 42	10.40	30.90	2.32	13.46	42.92	0.19	0.58
	象草 <i>Pennisetum purpureum</i>	4.88	35.00	1.74	10.16	48.22	0.15	0.36
	闽糖 86-05 Mintong 86-05	8.34	37.25	1.98	8.21	44.22	0.17	0.34
3- 5	闽牧 42 Minmu 42	6.04	32.07	1.75	11.36	48.78	0.12	0.57
	象草 <i>Pennisetum purpureum</i>	4.88	31.41	1.36	13.68	48.67	0.18	0.49
	闽糖 86-05 Mintong 86-05	7.48	33.70	2.97	7.91	47.94	0.23	0.33
6- 8	闽牧 42 Minmu 42	10.35	34.40	3.55	9.62	42.08	0.32	0.81
	象草 <i>Pennisetum purpureum</i>	16.45	25.10	4.40	12.46	41.59	0.39	0.35
9- 10	闽牧 42 Minmu 42	8.43	36.10	2.12	8.60	44.75	0.13	0.40
	象草 <i>Pennisetum purpureum</i>	10.02	37.28	2.44	9.47	40.79	0.30	0.28

2.4.4 适口性情况 在试验过程观察,甘蔗属牧草和象草同时舍饲时,参试的奶牛、肉牛、家兔适口性表现好,且较喜食甘蔗属牧草。在夏、秋季节,象草草层在 150 cm 时,参试动物会很快把叶片吃光,但一般都不吃象草基部的茎秆。在冬春季节,象草处于开花期,参试动物的适口性降低,甘蔗属牧草刚好相反。

2.4.5 营养价值、饲用价值的综合评价 通过规范化

计算得出营养价值、适口性和有机物质消化率的权值分别为 57.1%、28.7% 和 14.2%,而粗蛋白质、粗脂肪、无氮浸出物和粗纤维的权值分别为 49.6%、28.7%、14.4% 和 7.3%^[3,4,7]。从表 7 可知,在春、冬、秋季,甘蔗属牧草的饲用价值排序均高于象草。在冬春两季甘蔗属牧草的营养价值综合效果测定值排序也高于象草。排序值越高,说明其价值越好。

表 6 营养均衡价计算

Table 6 Equilibrium of nutrition calculation

品种 Varieties	闽牧 42 Minmu 42			象草 <i>Pennisetum purpureum</i>		闽糖 86-05 Mintong 86-05	
	分蘖期 Tillering stage	拔节初期 Beginning of jointing	拔节后期 End of jointing	分蘖期 Tillering stage	开花期 Flowering stage	分蘖期 Tillering stage	拔节初期 Beginning of jointing
粗蛋白质(%) Crude protein	8.93	7.98	7.49	10.02	4.88	8.34	7.48
平均值 \bar{x}		8.13			7.46		7.91
评价值 TB		10.70			0.56		21.97
排序 Order							

3 讨论与结语

3.1 参试材料通过两年在不同土壤试验条件下种植,牧草蔗的产草量与象草相当,糖用甘蔗闽糖 86-05 产量较差,这主要是甘蔗与牧草育种所确定的经济性状指标不同有关。闽牧 42 和闽糖 86-05 茎叶生长速度(指出苗—拔节前期)在夏、秋比象草生长慢,但在冬春两季优于象草,茎叶仍可保持一定生长速度,且保持青绿。季节性贮草量较均衡,说明甘蔗属牧草在一定程度上可解决亚热带地区冬春饲料缺青难题,是禾本科中的优质牧草。

3.2 在适口性方面,参试的奶牛、肉牛、家兔均表现嗜食。特别是在试验过程中,用甘蔗属牧草饲喂的以上动物,均未出现病理反应。而大量饲喂象草常会出现拉稀

现象,有关这方面机理尚待进一步探讨。

3.3 从品质指标分析结果表明,甘蔗属牧草整个生育期的营养波动不大,年度间营养均衡价较高,在冬春季仍可保持茎叶青绿,粗蛋白质含量较高,在春、秋、冬季,甘蔗属牧草的饲用价值排序均高于象草,因此在亚热带地区可考虑在夏、秋季利用高产牧草象草,在冬、春利用牧草蔗和糖用甘蔗,保证一年四季牧草产草量的供求平衡。

3.4 牧草的饲用价值受多个因素的影响,文中牧草分析样品的采集均在同一地点、同一时期,且利用模糊数学原理进行综合评价可减少人为因素的影响,其结果相对客观合理,由于甘蔗属牧草含有较高的蔗糖是否影响有机物质消化率尚待深入研究。

(下转第 129 页)

5. 2), 以去除多糖类及色素等杂质, 同时可沉淀更多的蛋白质; (4) 由于实验材料为野生种, 加入 PVP-40 和巯基乙醇, 以防止酚类、醌类物质对 DNA 的降解; (5) 增加酚/氯仿抽提次数, 以去除杂质和多余的酚, 可能会损失一些 DNA, 但是从长远看还是值得的; (6) 第一次异丙醇沉淀后, 用牙签调处沉淀, 反复清洗, 而不是离心, 不仅能够使 DNA 沉淀和其他杂质分开, 而且 DNA 沉淀在松弛状态下漂洗, 可以洗去粘附在上面的大部分色素; (7) 将已充分溶解过的 DNA 溶液高速离心, 弃沉淀, 从而能除去附着在 DNA 上的不溶物。

3.2 柠条锦鸡儿 AFLP 指纹图谱构建过程, 除对模板 DNA 的质量要求高外, 酶切连接、预扩增、选择性扩增以及扩增产物的检测每一步都很关键。任何一步出错, 都会导致整个实验的失败, 因此必须对反应的每一步进行优化。本实验在参照其它植物 AFLP 分析的基础上^[7-11], 经过反复优化, 探索出适合柠条锦鸡儿 AFLP 分析的整个程序, 用 *MseI* 和 *EcoRI* 对 200 ng/1 的模板 DNA 进行双酶切; 在总体积 20 l 的条件下, 预扩增体系包括 *EcoRI* 引物(50 ng/1) 0.6 l、*MseI* 引物(50 ng/1) 0.6 l、10 x PCR Buffer 2 l、MgCl₂(25 mM) 1.2 l、dNTP(2.5 mM) 0.16 l、Taq 酶(5 U/1) 0.12 l; 选扩体系包括 *EcoRI* 引物(50 ng/1) 0.8 l、*MseI* 引物(50 ng/1) 0.8 l、10 x PCR Buffer 2 l、MgCl₂(25 mM) 1.2 l、dNTP(2.5 mM) 0.18 l、Taq 酶(5 U/1) 0.2 l。

参考文献

- [1] Vos P, Hogers R, Bleeker M, *et al.* AFLP, a new technique for DNA fingerprinting [J]. *Nucleic Acids Research*, 1995, 23: 4407-4414
- [2] Rahman M S M, Shimada T, Yamamoto T, *et al.* Genetic diversity of cherimoya cultivars revealed by AFLP analysis [J]. *Breeding Science*, 1998, 48(1): 5-10
- [3] Zhu J, Gale M D, Quarrie S, *et al.* AFLP markers for the study of rice biodiversity [J]. *Theor. Appl. Genet*, 1998, 96: 602-611
- [4] Mackill DJ, Zhang Z, Redona ED, *et al.* Level of polymorphism and genetic mapping of AFLP markers in rice [J]. *Genome*, 1996, 39(5): 969-977
- [5] 魏伟, 王洪新, 胡志昂, 等. 毛乌素沙地柠条群体分子生态学初步研究: RAPD 证据 [J]. *生态学报*, 1999, 19(1): 16-22
- [6] McDonald M B, Elliot L J, Sweeney P M. DNA extraction from dry seeds for RAPD analysis in variety identification studies [J]. *Seed Sci & Technol.*, 1995, 22: 171-176
- [7] 贾璇, 杨文香, 刘大群. 小麦基因组 AFLP 反应体系的建立 [J]. *河北农业大学学报*, 2003, 26(2): 55-59
- [8] 明军, 张启翔, 晏小兰, 等. 梅花基因组 AFLP 银染反应体系得建立和优化 [J]. *北京林业大学学报*, 2003, 25(5): 17-21
- [9] 王献, 柴永生, 职永普. 紫薇叶片 DNA 的提取及 AFLP 反应体系的建立 [J]. *河南农业大学学报*, 2004, 38(2): 189-192
- [10] 张吉宇, 袁庆华, 张文淑, 等. 多花胡枝子基因组 DNA 提取与 RAPD 反应体系优化 [J]. *草地学报*, 2004, 12(3): 219-222, 230
- [11] 袁庆华, 桂枝. 苜蓿基因组 DNA 提取和 RAPD 反应条件优选 [J]. *草地学报*, 2001, 9(2): 99-105

(上接 120 页)

表 7 品质指标分析

Table 7 Quality index analysis

月份 Month	品种 Varieties	干物质 Dry matter (%)	适口性 Palatability	消化率 Digestible rate (%)	营养价值 Nutritive value	饲用价值 Feeding value	叶茎比 (leaf/stem)
11- 2	闽牧 42 Minmu 42	17.1	5A	53.09	14.26	17.12	7.16
	象草 <i>Pennisetum purpureum</i>	20.8	3C	43.74	12.42	14.16	5.92
	闽糖 86-05 Mintong 86-05	18.8	5A	38.61	13.79	14.79	5.31
3- 5	闽牧 42 Minmu 42	16.3	5A	50.42	12.86	15.94	5.24
	象草 <i>Pennisetum purpureum</i>	20.55	3C	51.92	12.11	15.15	5.92
	闽糖 86-05 Mintong 86-05	17.2	5A	46.70	13.93	16.02	7.30
6- 8	闽牧 42 Minmu 42	18.72	5A	45.11	14.72	16.25	1.17
	象草 <i>Pennisetum purpureum</i>	16.7	5C	66.30	17.24	20.69	0.43
	闽糖 86-05 Mintong 86-05	23.5	5C	/	/	/	1.65
9- 10	闽牧 42 Minmu 42	16.3	5A	41.23	13.87	15.21	3.34
	象草 <i>Pennisetum purpureum</i>	16.9	5C	38.55	14.27	15.06	1.14
	闽糖 86-05 Mintong 86-05	22.9	5A	/	/	/	2.25

参考文献

- [1] 卢川北, 洪月云, 曾日秋. 四季常青、高产优质的 C4 亚热带牧草新品系 94-42 育成报告 [J]. *中国草地*, 1998, (5): 13-17
- [2] 任继周. 草业科学研究方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998. 37, 122-136
- [3] 白昌军, 刘国道. 臂形草属牧草产草量及饲用价值研究 [J]. *草地学报*, 2001(2): 110-116
- [4] 张喜军. 牧草饲用价值综合评价的数学模型 [J]. *中国草地*, 1991, (6): 63-67
- [5] 韦家少, 白昌军. 热研 5 号柱花草产量与质量动态变化研究 [J]. *草地学报*, 2001, 9(3): 228-231
- [6] 许振英. 家畜饲养学 [M]. 北京: 农业出版社, 1982. 90
- [7] 韩建国, 贾慎修. 放牧绵羊采食量及消化率的研究 [J]. *草原牧业杂志*, 1987, 4(4): 35-37