

优良豆科牧草白花扁豆 06-1 选育研究*

Breeding Study on an Eminent Leguminous Grass of *Semen dolichoris* Album No. 06-1

滕少花,赖志强,姚娜,易显凤,梁永良,韦锦益,蔡小艳

TENG Shao-hua, LAI Zhi-qiang, YAO Na, YI Xian-feng, LIANG Yong-liang, WEI Jin-yi, CAI Xiao-yan

(广西畜牧研究所,广西南宁 530001)

(Guangxi Institute of Animal Sciences, Nanning, Guangxi, 530001, China)

摘要:以豆科牧草拉巴豆 [*Lablab purpureus* (L.) Sweet] 为材料,通过单株选择,培育出优质高产的豆科牧草白花扁豆 06-1 (*Semen dolichoris* Album No. 06-1),并对其进行品种比较试验和区域试验。结果表明,白花扁豆 06-1 适应性广,抗寒,年平均鲜草产量高达 51063kg/hm²,比对照品种提高 33.2%~44.1%。此外,白花扁豆 06-1 生长速度快,蛋白质含量高达 17.8%,具有较高的营养价值,有望成为亚热带地区的优良豆科牧草品种。

关键词:白花扁豆 选育 特性 生产性能

中图法分类号:S543.5 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2012)03-0284-05

Abstract: *Semen dolichoris* Album No. 06-1 is a new variety, which was bred by individual selection from the *Lablab purpureus* (L.) Sweet. The comparative trial and regional test were investigated among different varieties. The results showed that *Semen dolichoris* Album No. 06-1 had wide adaptability, cold resistance and high yield. The average annual yield of fresh grass was 51063 kg/hm². Compared with reference varieties, its yield of fresh grass increased by 33.2% ~ 44.1%. In addition, *Semen dolichoris* Album No. 06-1 grew fast and had high protein content (17.8%). These results suggested that *Semen dolichoris* Album No. 06-1 has high nutritive value and will become an eminent leguminous forage in subtropical areas.

Key words: *Semen dolichoris* Album, breeding, characteristic, yield

拉巴豆 [*Lablab purpureus* (L.) Sweet] 别名眉豆、扁豆,为一年生或多年生蔓生草本植物,是适宜我国种植与利用的豆科牧草。拉巴豆在世界各地的种植面积很广,主要作为夏季饲料作物和放牧利用,或者与高粱、玉米混合播种作为青贮饲料;或者与果园套种,利用其耐荫性好的特性来提高经济价值^[1,2]。拉巴豆具晚熟的特性,秋季生长旺盛,正好可以补充夏季饲料作物和冬季饲料作物交替造成的饲料断档期^[3]。20 世纪 80 年代初,广西开始引进国内品种进行种植。拉巴豆品种多,而且花有白色、粉红色或紫色之分。为了选育出抗病高产的新品种,我们从

1999 年开始,以拉巴豆豆科牧草为材料,通过单株选择,培育出优质高产的豆科牧草白花扁豆 06-1 (*Semen dolichoris* Album No. 06-1)。该品种具有出苗迅速,从开始就长势旺盛,产草量高,植株强壮,耐寒,抗病等特点,在我国南方缺乏高产豆科牧草的亚热带、热带地区具有十分广阔的推广应用前景。

1 材料与方 法

1.1 小区和大田单株选择

从 1999 年到 2002 年,引进拉巴豆品种进行小区试种,观察植株适应性,选择比较耐寒、耐霜冻、产草量高开白色花的拉巴豆进行单株收种。2003 年至 2005 年,将 2002 年收到的种子进行大田混合播种,在混合群体中继续选择植株,收获成熟期一致,饱满成熟的种子进行连续多次选择,培育出比拉巴豆高产、耐寒,在牧草丰产性能、种子丰产性能等方面趋向稳定的拉巴豆新品种,并命名为白花扁豆 06-1 (*Semen dolichoris* Album No. 06-1)。

收稿日期:2012-05-08

修回日期:2012-05-16

作者简介:滕少花(1969-),女,学士,副研究员,主要从事南方牧草开发与推广利用研究。

* 草食动物优质牧草的筛选与示范项目(桂科产 10100020-6),国家科技支撑计划南方优质饲草高效生产加工利用关键技术与集成示范项目(011BAD17B03)资助。

1.2 品种比较试验

以培育的白花扁豆 06-1 作为供试品种,热研 2 号柱花草 (*Stylosanthes guianensis* cv. *Reyan* No. 2)、圆叶决明 (*Cassia rotundifolia* Pers.)、羽叶决明 (*Chamaecradta nictitans*) 作为对照品种进行品种比较试验。对照品种均由广西畜牧研究所提供。试验地设在广西畜牧研究所内,采用小区随机排列的方法进行试验。每个小区面积为 $2\text{m} \times 5\text{m}$,3 次重复,开行播种,厩薄土,行距 50cm,播种量 $30 \sim 45 \text{ kg/hm}^2$ 。苗期及时补苗和清除杂草。每次刈割后中耕除草,并追施尿素 1500kg/hm^2 ,以利再生。每年刈割 2 次。

试验观察测定豆科牧草品种的生长情况和适应性,包括株高、单位产量、风干率、茎叶比以及营养成分等。生长速度测定是每个试验小区随机抽取 5 株进行定期测量株高,取其平均值。产草量测定是根据牧草生长情况于每年 7 月和 11 月测定鲜草产量 2 次,刈割高度为 $60 \sim 100\text{cm}$,测定鲜草量,取 1kg 风干,折算干草产量。茎叶比测定是将茎、叶分开,待风干后称重,计算各占总重量的百分率。营养成分分析是取相同物候期的鲜草进行粗蛋白质、粗纤维、粗脂肪等指标测定。

1.3 品种区域试验

以培育的白花扁豆 06-1 作为供试品种,热研 2 号柱花草作为对照品种(由广西畜牧研究所提供),分别在广西南宁市广西畜牧研究所牧草试验基地、广西灵山县试验基地以及广西桂林市试验基地 3 个不同海拔,不同土壤类型,不同气候特点的地区进行区域试验。广西南宁市广西畜牧研究所试验基地位于广西西南部,海拔 100m,属亚热带季风气候,年平均气温 21.6°C ,年均降雨量 1341mm,土壤类型为少量有机质砖红壤。广西灵山县试验基地位于广西南部,海拔 700m,属南亚热带季风气候,光照充足,雨量充沛,气候温和,年平均气温 21.7°C ,年均降雨量 1649mm,土壤类型主要为黄红壤,土壤湿润、疏松、肥力高。广西桂林市试验基地位于地处广西省最北端,海拔 150m,中亚热带湿润季风性气候,气候温和,雨量充沛,无霜期长,光照充足,四季分明,气候条件十分优越,年平均温度 19.3°C ,年降雨量 1340mm,土壤类型为黄壤土,pH 值为 6.6,含水量为 3.42%,典型岩溶地貌。

各个试验区均采用统一设计,试验地平整后,采用随机排列法,每个小区面积为 $2\text{m} \times 5\text{m}$,4 次重复,重复间隔 50cm,小区间隔 50cm,试验区周边设保护行 1m。播种量为 60 kg/hm^2 ,开行条播,行距 50cm。

物候期观察包括播种期、出苗期、分蘖期、成熟期等,各时期均以 50% 的植株进入该时期为准;生长速度测定在植株每次刈割前固定调查 5 株株高,以测定其生长速度;产草量测定与品种比较试验相同。所得结果数据采用平均数±标准误表示。数据间的比较采用计算机 SAS 软件进行,各处理组之间的差异采用 Duncan 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 生物学特性

白花扁豆 06-1 为一年生或多年生蔓生草本植物。根系发达,主根和侧根着生根瘤。分枝能力强,斜向上生长。茎长 $3 \sim 6\text{m}$,主根发达,侧根多,三出复叶,叶卵形或偏菱形,长 $7.5 \sim 15\text{cm}$,宽 $4 \sim 5 \text{ cm}$,青绿色,叶面下具短绒毛。叶柄细长 $0.5 \sim 0.8 \text{ cm}$,花序松散,成簇状,或在花梗处长成总状花序。花白色,豆荚长 $4 \sim 5 \text{ cm}$,宽镰刀形状,含 $3 \sim 6$ 粒种子,种子不落粒。浅黄色或褐色,卵形,侧面压缩呈扁平状,有种脐,种子长 $0.8 \sim 1.0 \text{ cm}$,宽 $0.5 \sim 0.7 \text{ cm}$ 。异花受粉,染色体数为 $2n = 22^{[1]}$ 。

白花扁豆 06-1 喜高温潮湿气候,适于我国热带、亚热带地区生长,适宜降雨量为 $750 \sim 2500\text{mm}$ 种植。对土壤适应性很广,能在 pH 值 $6 \sim 8$ 的各类土壤上栽培,在排水良好、肥沃的中性砂壤土生长更好。不宜连作,抗旱性较强,但不耐涝,也不耐盐碱。耐荫性好、抗根腐病能力强,抗豆蝇能力强。但作为留种地,开花结荚期易受豆荚螟虫的危害。白花扁豆 06-1 在均温达 15°C ,开始出土或返青生长,以月均温在 $25 \sim 35^\circ\text{C}$ 的 6~10 月生长最旺盛,能耐短时间的霜冻,但是十分寒冷的气候条件不利于开花、授粉和结实。白花扁豆 06-1 具非常晚熟的特性,不同气候区域生育期限各异,在广西生育期长达 300d,3 月播种,花期长,10 月至次年 2 月仍处于孕蕾、开花期,次年 1 月有种子陆续成熟,需成熟一批收获一批,种子产量为 $300 \sim 600\text{kg/hm}^2^{[1,4]}$ 。

2.2 品种比较试验

白花扁豆 06-1 再生性能好,生长速度快,全年株高达到 269.8cm,比对照品种热研 2 号柱花草、圆叶决明和羽叶决明分别提高 28.7%、41.2% 和 57.3%。在相同的 3 年种植方法和管理水平下,白花扁豆 06-1 产草量最高,年平均鲜草产量高达 51063kg/hm^2 ,比对照品种热研 2 号柱花草年平均鲜草产量 34127.5kg/hm^2 ,提高 33.2%;比圆叶决明产量 31795.5kg/hm^2 提高 37.7%;比羽叶决明产量 28565.5kg/hm^2 提高 44.1%。白花扁豆 06-1 年平均

干草产量达 11591.3kg/hm², 比对照品种热研 2 号柱花草年平均干草产量 7985.9kg/hm², 提高 31.1%, 比圆叶决明产量 6422.7kg/hm² 提高 44.6%; 比羽叶决明产量 7027.1kg/hm² 提高 39.4% (表 1)。白花扁豆 06-1 的叶量在 4 个品种中是最为丰富的, 茎叶比为 0.91:1, 其次是圆叶决明 1.08:1, 热研 2 号柱花草 1.37:1, 羽叶决明 1.55:1。白花扁豆 06-1 的风干率为 22.7%, 与对照品种热研 2 号柱花草的风干率(23.4%)和羽叶决明的风干率(20.2%)比较接近, 羽叶决明的风干率较高, 达 24.6%。白花扁豆 06-1 营养丰富, 粗蛋白质含量达 17.8%, 分别比热研 2 号柱花草(16.7%)、圆叶决明(17.1%)和羽叶决明(16.3%)提高 6.6%、4.1%和 9.2%; 粗纤维含量稍低于对照品种(表 2)。

2.3 品种区域试验

白花扁豆 06-1 和热研 2 号柱花草在南宁试验地、灵山试验地以及桂林试验地播种后 10d 左右出苗, 3 周左右齐苗, 均能适合试验区的气候条件, 长势良好, 在各试验区的各物候期没有明显差异。其中, 白花扁豆 06-1 在各个区域试验点都正常生长, 越冬率均达 100%, 在南宁试验地和灵山试验地的越冬率

达到 90%, 在桂林试验地的越冬较差, 越冬率只有 50%。白花扁豆 06-1 花期较长, 一般花期在 11 月至次年 2 月, 种子成熟不一致, 因此需成熟一批采收一批。热研 2 号柱花草在各个区域试验点都正常生长, 越冬率均达 100%, 不能越冬, 一般在 10 月中旬或 11 月上旬开花, 12 月中、下旬种子成熟。

表 3 结果显示, 在南宁试验地, 3 年间白花扁豆 06-1 的平均鲜草产量是 51411.3kg/hm², 比对照品种热研 2 号柱花草的平均鲜草产量 33812.4 kg/hm² 增产 34.2%, 干草产量 11873.7 kg/hm² 比对照品种增产 33.7%, 差异达到极显著水平 ($P < 0.05$); 在灵山试验地, 白花扁豆 06-1 平均鲜草产量 51787.3 kg/hm², 比对照品种增产 37.5%, 干草产量 11256.0kg/hm² 比对照品种增产 33.8%, 差异达到极显著水平 ($P < 0.05$); 在桂林试验地, 白花扁豆 06-1 的鲜草产量 51780.2 kg/hm², 比对照品种增产 37.4%, 干草产量 11954.1 kg/hm², 比对照品种增产 38.1%, 差异达到极显著水平 ($P < 0.05$)。白花扁豆 06-1 在广西南宁、灵山、桂林等地都具有较高的丰产性, 与对照品种相比, 干草产量分别高出 26.1%~40.8%, 具有较高的应用推广前景。

表 1 白花扁豆 06-1 与对照品种的产量

Table 1 Yield of *Semen dolichoris* Album No. 06-1 and reference varieties

年度 Year	品种 Varieties	鲜草产量 Fresh weight(kg/hm ²)	干草产量 Dry weight(kg/hm ²)
2006	白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	51048.0±532.5a	11587.0±208.2a
	热研 2 号柱花草 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	34076.0±394.0b	7973.8±100.6b
	圆叶决明 <i>Cassia rotundifolia</i> Pers.	31645.5±343.7c	6392.4±37.3c
	羽叶决明 <i>Chamaecradta nictitans</i>	28988.5±496.1d	6977.9±44.0d
2007	白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	51189.0±120.3a	11619.9±314.6a
	热研 2 号柱花草 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	33595.3±282.2b	7861.4±116.7b
	圆叶决明 <i>Cassia rotundifolia</i> Pers.	31312.5±285.3c	6325.1±132.5c
	羽叶决明 <i>Chamaecradta nictitans</i>	28935.3±391.8d	7036.1±89.4d
2008	白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	50967.0±468.4a	11596.5±301.6a
	热研 2 号柱花草 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	34767.0±398.6b	8135.5±85.5b
	圆叶决明 <i>Cassia rotundifolia</i> Pers.	31917.0±175.6c	6447.2±53.4c
	羽叶决明 <i>Chamaecradta nictitans</i>	28839.0±141.3d	7094.4±122.3d

相同年度内, 同一列不同字母间差异显著 ($P < 0.05$)。In the same year, the different letters within the same column show significant difference ($P < 0.05$).

表 2 白花扁豆 06-1 与对照品种的营养成分分析结果

Table 2 Nutrient analysis of *Semen dolichoris* Album No. 06-1 and reference varieties

品种 Varieties	干物质 DM(%)	粗蛋白质 CP(%)	粗脂肪 FAT(%)	粗纤维 Crude fiber(%)	无氮浸出物 NFE(%)	粗灰分 Crude ash(%)	钙 Ca(%)	磷 P(%)
白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	77.6	17.8	3.7	25.0	38.5	7.3	1.25	0.60
热研 2 号柱花草 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	89.3	16.7	3.1	30.8	42.7	8.7	1.56	0.44
圆叶决明 <i>Cassia rotundifolia</i> Pers.	85.0	17.1	4.0	30.3	34.0	5.4	1.20	0.15
羽叶决明 <i>Chamaecradta nictitans</i>	89.9	16.3	4.2	32.7	41.8	4.1	0.50	0.70

表 3 白花扁豆 06-1 与对照品种在不同试验区域的产量比较

Table 3 Yield of *Semen dolichoris* Album No. 06-1 and reference varieties in different regions

试验区域 Test site	年份 Year	品种 Varieties	鲜草 Fresh weight (kg/hm ²)	干草 Dry weight (kg/hm ²)	鲜干比 FW/DW	干草增产(%) Increased production of DW(%)
南宁 Nanning	2006	白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	51078.0±270.6 a	11594.7±1173.6 a	4.41	33.2
		热研 2 号柱 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	33078.6±1056.6 b	7740.4±109.8 b	4.27	
	2007	白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	51189.0±588.04 a	11659.9±337.4 a	4.39	30.1
		热研 2 号柱 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	33591.5±735.1 b	7850.4±165.2 b	4.28	
	2008	白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	51967.0±115.9 a	11496.5±221.7 a	4.52	
		热研 2 号柱 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	34767.0±581.1 b	8035.5±30.6 b	4.33	
平均		白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	51411.3±216.9 a	11873.7±106.1 a	4.33	33.7
		热研 2 号柱 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	33812.4±154.9 b	7875.4±58.2 b	4.50	
灵山 Lingshan	2006	白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	52126.0±174.1 a	10032.6±171.7 a	4.82	27.8
		热研 2 号柱 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	33107.8±535.8 b	7247.2±38.8 b	4.53	
	2007	白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	51249.6±433.5 a	11033.7±130.6 a	5.05	31.9
		热研 2 号柱 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	32965.8±173.7 b	7509.9±59.5 b	4.39	
	2008	白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	51986.4±96.2 a	11896.9±107.5 a	4.37	40.8
		热研 2 号柱 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	30978.5±165.0 b	7048.9±78.6 b	4.40	
平均		白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	51787.3±98.5 a	11256.0±89.7 a	4.60	33.8
		热研 2 号柱 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	32350.7±335.4 b	7051.4±40.1 b	4.59	
桂林 Guilin	2006	白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	51706.8±408.6 a	11837.4±185.1 a	4.37	37.3
		热研 2 号柱 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	32584.6±219.1 b	7424.8±41.3 b	4.39	
	2007	白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	50985.6±337.3 a	10573.7±210.1 a	4.82	27.4
		热研 2 号柱 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	31948.5±379.2 b	7675.9±71.1 b	4.16	
	2008	白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	52648.2±172.0 a	10951.1±128.4 a	4.81	26.1
		热研 2 号柱 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	32586.5±312.4 b	7825.2±73.3 b	4.33	
平均		白花扁豆 06-1 <i>Semen dolichoris</i> Album No. 06-1	51780.2±262.1 a	11954.1±163.8 a	4.34	38.1
		热研 2 号柱 <i>Stylosanthes guianensis</i> cv. <i>Reyan</i> No. 2	32373.2±370.3 b	7175.3±75.2 b	4.51	

同一区域和年度内,同一列不同字母间差异显著 ($P < 0.05$)。In the same area and year, the different letters within the same column show significant difference ($P < 0.05$).

3 结束语

本研究以拉巴豆为材料,通过单株选择,培育出的白花扁豆 06-1 生长速度快,再生性能好,全年株高可达 269.8cm,特别是其苗期生长快,与杂草竞争力强,这是其区别于其他豆科牧草的优势所在^[2]。在广西 3 个不同的区域试验中,白花扁豆 06-1 表现出广泛的适应性,能够在 3 个不同的环境气候条件下长势良好,产草量高,其中在平均气温 19.3℃ 的广西桂林种植,越冬率比对照品种高出了 50%,而且平均鲜草产量达到 51780.2 kg/hm²,比对照品种增产 37.4%;干草产量达到 11954.1 kg/hm²,比对照品种增产 38.1%,说明白花扁豆 06-1 具有较强的抗寒性^[3,4]。白花扁豆 06-1 在历时 3 年的广西 3 个不同的区域试验中,鲜草产量和干草产量均高于对照品种,其中干草产量(10032.6~11896.9kg/hm²)比对照品种(7048.9~8035.5kg/hm²)增产 26.1%~40.8%,达到了显著水平,说明白花扁豆 06-1 具有连续高产的特性^[3]。

白花扁豆 06-1 属于蔓生草本植物,草质柔软,叶量丰富,营养价值高,其粗蛋白含量为 17.8%,比对照品种提高 6.6%,粗脂肪含量提高 19.5%,粗纤维降低 23.2%。此外,白花扁豆 06-1 的适口性好,叶量大,牛、羊、兔等草食家畜都喜食,也可以作为猪、鸡等

畜禽打粉添加到精料中饲喂^[5]。白花扁豆 06-1 一年可刈割 2~3 次,经济价值高。而且,白花扁豆 06-1 具有晚熟的特性,秋季长势旺盛,正好可以补充夏季饲料作物和冬季饲料作物交替造成的饲料断档期,是一种饲用价值极高的优良牧草,饲喂草食动物转化率高,能产生较好的经济效益,是热带、亚热带地区优良青饲料豆科牧草品种^[6]。具有十分广阔的推广应用前景。

参考文献:

- [1] 赖志强. 广西饲用植物志:第一卷[M]. 南宁:广西科学技术出版社,2011:273-276.
- [2] 易显凤,赖志强,蔡小艳,等. 果园套种豆科牧草试验研究[J]. 草业科学,2010,27(8):161-165.
- [3] 滕少花,赖志强,顾国才,等. 四种豆科牧草的种植及生产性能比较试验[J]. 广西畜牧兽医,2010,26(1):3-5.
- [4] 易显凤,赖志强,关常欢,等. 高产优质豆科牧草拉巴豆[J]. 上海畜牧兽医通讯,2011(4):65.
- [5] 蒋爱国. 拉巴豆的经济价值评定[J]. 农村百事通,2009(23):42-43.
- [6] 梁永良,赖志强,韦锦益,等. 四种豆科牧草在桂南地区初步应用[J]. 广西畜牧兽医,2008,24(5):294-296.

(责任编辑:邓大玉)

(上接第 278 页 Continue from page 278)

为 46.1%,3 月最大(65.0%),9 月最小(36.1%),而且低潮区>中潮区>高潮区。矮大叶藻地上部分、地下部分平均生物量分别为 27.8 g·m⁻² 和 30.9 g·m⁻²,其中 4 月最大,8 月最小。就潮区而言,高潮区(12.5 g·m⁻²)<中潮区(49.4 g·m⁻²)<低潮区(49.5 g·m⁻²)。中潮区矮大叶藻的地上高度、覆盖度及生物量与整个海草床平均值最相近,中潮区最能代表整个海草床。在海草研究中,建议选择中潮区的海草作为研究对象。矮大叶藻的生物量和地上高度、覆盖度呈极显著正相关关系($P < 0.01$)。

致谢:

感谢广西北仑河口国家级自然保护区在野外工作中给予的大力支持和帮助!

参考文献:

- [1] 范航清,彭胜,石雅君,等. 广西北部湾沿海海草资源与研究状况[J]. 广西科学,2007,14(3):289-295.
- [2] 范航清,邱广龙,石雅君,等. 中国亚热带海草生理生态学研究[M]. 北京:科学出版社,2011.
- [3] 石雅君. 两种海草植物与土壤的关系及其叶片不同发育

阶段元素含量和热值的研究[D]. 南宁:广西大学,2008.

- [4] 李森,范航清,邱广龙,等. 海草生产力研究进展[J]. 海洋环境科学,2011,30(1):143-147.
- [5] 李森,范航清,邱广龙,等. 广西北海竹林三种海草种群生物量和生产力研究[J]. 生态科学,2009,28(3):193-198.
- [6] Short F T, McKenzie L J, Coles R G, et al. Seagrassnet manual for scientific monitoring of seagrass habitat (Worldwide edition)[M]. New Hampshire: University of New Hampshire Publication.
- [7] Hemminga M A, Duarte C M. Seagrass ecology[M]. United Kingdom: Cambridge University Press, 2000.
- [8] 许战洲,黄良民,黄小平,等. 海草生物量和初级生产力研究进展[J]. 生态学报,2007,27(6):2594-2602.
- [9] 黄道建,黄小平. 海草污染生态学研究进展[J]. 海洋湖沼通报,2007(S1):182-188.
- [10] Short F T. Effects of sediment nutrients on seagrasses: literature review and mesocosm experiment[J]. Aquatic Botany, 1987, 27: 41-57.

(责任编辑:邓大玉)