

DOI:10.11829/j.issn.1001-0629.2015-0303

罗天琼,莫本田,王小利,谭金玉,龙忠富,赵明坤.豆科饲用灌木多花木蓝 803 在贵州喀斯特山区的生产表现.草业科学,2016,33(2):259-267.

Luo T Q, Mo B T, Wang X L, Tan J Y, Long Z F, Zhao M K. Production performance of leguminous forage shrub *Indigofera Amblyantha craib* cv. 803 in Guizhou karst mountain area. Pratacultural Science, 2016, 33(2): 259-267.

豆科饲用灌木多花木蓝 803 在 贵州喀斯特山区的生产表现

罗天琼,莫本田,王小利,谭金玉,龙忠富,赵明坤

(贵州省草业研究所,贵阳 小河 550006)

摘要:多花木蓝 803(*Indigofera amblyantha* cv. 803)是豆科木蓝属多年生饲用灌木,是贵州省草业研究所利用野生多花木蓝经多年多次单株选择法培育而成的耐旱、耐寒、耐瘠薄、适应性广、产量高的新品种。对其育成系系的生长和生产性能的区域适应性评价表明,多花木蓝 803 年产干草 $12.74 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 分别比野生多花木蓝和鄂西多花木蓝增产 13.75% 和 16.56%; 其种子产量为 $1.92 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 分别比后者增产 15.70% 和 11.60%; 其粗蛋白质含量为 17.58%~19.04%, 是热带和亚热带地区天然草地改良、栽培草地建植的优质豆科饲用灌木,也是控制喀斯特山区水土流失和推进石漠化综合治理进程的优良植物,有较好的推广利用价值。

关键词:多花木蓝 803; 豆科饲用灌木; 生产; 喀斯特山区

中图分类号:S816

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2016)2-0259-09*

Production performance of leguminous forage shrub *Indigofera amblyantha* cv. 803 in Guizhou karst mountain area

Luo Tian-qiong, Mo Ben-tian, Wang Xiao-li, Tan Jin-yu, Long Zhong-fu, Zhao Ming-kun

(Guizhou Institute of Prataculture, Xiaohé 550006, China)

Abstract: *Indigofera amblyantha* Craib cv. 803 is a new legume forage shrub cultivar bred by Guizhou Institute of Prataculture. It was bred from wild *I. amblyantha* using multiple individual choice method for years. Based on the region adaptive evaluation on the growth and production performance of *I. amblyantha* cv. 803, the annual hay yield and seed yield of *I. amblyantha* cv. 803 were 12.74 and $1.92 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, respectively, which were 13.75%, 16.56% and 15.70%, 11.60% higher than wild *I. amblyantha* and *I. amblyantha* cv. erxi, respectively; the crude protein content varied from 17.58% to 19.04%. It is an excellent leguminous forage shrub for grassland improvement and pasture planting in the tropical and the subtropical area. It is also a good choice to control soil and water loss in the karst mountain and push forward rocky desertification comprehensive management process and can be popularized widely.

Key words: *Indigofera amblyantha* cv. 803; leguminous forage shrubs; production; karst mountain area

Corresponding author: Wang Xiao-li E-mail: wangxiaolizhenyuan@126.com

* 收稿日期:2015-06-08 接受日期:2015-10-09

基金项目:贵州省农业攻关(黔科合 NY 字[2011]3058 号);国家科技支撑计划(2011BAD17B03);国家牧草产业技术体系黔南综合试验站(CARS-35)

第一作者:罗天琼(1969-),女,贵州独山人,研究员,硕士,研究方向为牧草育种与栽培利用。E-mail:ltq19691102@163.com

通信作者:王小利(1977-),男,甘肃镇原人,副研究员,博士,研究方向为牧草育种。E-mail:wangxiaolizhenyuan@126.com

贵州是全国唯一没有平原支撑的典型喀斯特山区,水热资源丰富,雨热同季,立地条件复杂,拥有丰富的植物资源,具有极大的开发利用价值。长期以来,贵州栽培草地建植中多为红三叶(*Trifolium pratense*)、白三叶(*T. repens*)、黑麦草(*Lolium spp.*)、鸭茅(*Dactylis glomerata*)、紫花苜蓿(*Medicago sativa*)等进口草种,由于其生态适应性较差、病虫害严重、利用年限短等缺点,严重影响栽培草地的稳定性及持续生产能力。而利用丰富的地方优良牧草资源,选育具有生态适应性强、高产优质的地方牧草品种,对推进贵州省草地生态畜牧业的健康发展具有重要意义^[1-4]。

多花木蓝(*Indigofera amblyantha*)为豆科木蓝属饲用灌木,产于我国海南、广东、福建、湖北、贵州和云南等热带、南亚热带地区,主要分布于山地、丘陵地带,是改良岩溶石山区退化草地和人工放牧草地建植优良饲用灌木^[5-9]。至 2013 年,我国仅鄂西多花木蓝 1 个品种通过审定。多花木蓝 803(*I. amblyantha* cv. 803)是贵州省草业研究所于 2005 年利用采集于贵州省独山县麻万镇葛家坝山坡上的野生多花木蓝种子,以其种子繁殖群体为原始材料,利用多次单株选择法、经多年的人工栽培、自然选择和人工选择培育而成的饲用灌木新品种。该品种耐旱、耐瘠薄、抗寒、丰产性能好,营养价值高;当年生长较快,生育期为 206 d,鲜草产量达 55.00 t·hm⁻²,年可刈割 3~4 次,越冬率为 95%以上,越夏率为 100%。分枝能力强、嫩枝期适口性好,适应性强,种子成熟期较整齐一致,利用年限长,

是热带和亚热带地区天然草地改良、栽培草地建植的优质豆科饲用灌木之一。同时,其生物量大,根系发达,还是控制喀斯特山区水土流失和推进石漠化综合治理进程的优良植物,具有广阔的应用前景。

本研究以多花木蓝 803 为材料,于 2009—2011 年,将多花木蓝 803 进行品比试验,2012—2014 年在独山、贵阳、望谟和威宁等地进行多年多点适应性试验和示范推广,主要用于灌丛草地建植、天然草地改良等,以期为当地养羊业发展提供优质豆科牧草资源,为喀斯特山区生态环境建设提供优质草被植物资源,从而推动贵州草地生态畜牧业的快速健康发展。

1 材料与方法

1.1 试验地自然概况

设独山县、贵阳市、望谟县和威宁县 4 个试验点,试验地气候、土壤环境信息详见表 1 和表 2。

1.2 试验材料

以综合性状表现最好的育成品系多花木蓝 803 与对照鄂西多花木蓝(国审品种,登记号 93 号,*I. amblyantha* cv. erxi)和野生多花木蓝原始群体进行品系比较试验;区域试验以多花木蓝 803 和生产上已推广利用的鄂西多花木蓝为材料。

1.3 试验设计

1.3.1 品比试验 设在贵州省草业研究所独山试验基地内。单因素随机区组设计,小区面积 5 m×6 m,

表 1 试验点地理坐标与气候条件
Table 1 The geographical coordinates and climate conditions of the test sites in this study

指标 Parameter	地点 Site			
	独山 Dushan	贵阳 Guiyang	望谟 Wangmo	威宁 Weining
经纬度 Latitude and longitude	25°51' N, 107°33' E	26°50' N, 107°03' E	24°54' N, 105°53' E	26°51' N, 104°17' E
海拔 Altitude/m	970	1 070	450	2 200
年平均气温 Mean annual temperature/℃	15	15.3	19	11.2
年降水量 Annual precipitation/mm	1 346	1 129	2 000.3	739
极端高温 Extreme high temperature/℃	34.0	39.5	41.8	31.0
极端低温 Extreme low temperature/℃	—8.0	—9.5	—4.8	—15.3
≥10 ℃年积温 ≥10 ℃ Annual accumulated temperature/℃·d	4 538	4 050	6 076	2 486
无霜期 Frost-free duration/d	271	270	339	195
年日照时数 Annual sunshine hours/h	1 337.0	1 148.3	1 222.5	1 812.0
年均相对湿度 Annual relative humidity/%	82	85	80	80

表 2 试验点土壤条件

Table 2 The soil condition of the test sites in this study

指标 Parameter	地点 Site			
	独山 Dushan	贵阳 Guiyang	望谟 Wangmo	威宁 Weining
土壤类型	黄棕壤	黄棕壤	潮土	黑色砂壤土
Soil type	Yellow brown soil	Yellow brown soil	Moisture soil	Black silty loam
pH	5.97	5.89	6.12	5.64
有机质 Organic matter/%	1.698	1.865	1.986	1.896
全氮 Total nitrogen/%	0.21	0.22	0.23	0.245
水解氮 Hydrolysis nitrogen/mg · kg ⁻¹	156.98	162.85	164.56	175.23
速效磷 Available phosphorus/mg · kg ⁻¹	18.3	42.2	43.3	141.0
速效钾 Available potassium/mg · kg ⁻¹	110.2	285.0	135.0	302.0
肥力等级 Fertility level	中等 Middle	中等 Middle	中等 Middle	中等 Middle

重复 7 次。播前施有机肥 2.27 kg · m⁻² 作底肥,磷肥 0.075 kg · m⁻² 作拌种肥。于 2009 年 4 月 18 日播种,采用条播方式,行距 60 cm,播种深度 2~3 cm,播种量为 3 g · m⁻²,播后覆土 1~2 cm,苗期中耕除草 1 次,并追施磷肥 0.075 kg · m⁻²,遇干旱淋水 1~2 次,每年刈割 3~4 次。试验时间 2009—2011 年。

1.3.2 区域试验 设在独山县、贵阳市、望谟县和威宁县 4 个试验点。单因素随机区组设计,重复 7 次。小区面积 6 m×5 m,小区间隔 80 cm。播种期:独山县为 2012 年 4 月 15 日、贵阳市为 2012 年 4 月 15 日、望谟县为 2012 年 4 月 10 日、威宁县为 2012 年 4 月 20 日。播种方法和田间管理同品比试验。试验时间 2012—2014 年。

1.4 测定指标和方法

1.4.1 品比试验 于 2009—2011 年,对多花木蓝 803、野生群体、鄂西多花木蓝生育期、植株高度、鲜干草产量、种子产量、茎叶比和营养成分含量等进行观察记载和测定。即 1 个重复用作生育期、抗逆性、植株高度观察(生育期和植株高度测定:50%植株达该生育期的日期为记载标准,在种子完熟期时测定其植株高度);另外 6 个重复平均用作鲜草和种子产量测定。于分枝期(播种当年 6 月 20 日、生长第 2、3 年于 5 月 25 日)进行产草量、茎叶比测定,以后每次于植株生长至 55~60 cm 时刈割测产,折算其年产量;测产后每小区取样 1 000 g 鲜样测风干重,折算其年产干草量;种子产量测定于每年 90%以上种子达完熟期时,采收荚果晒干、除荚壳,称净种子重,折算其年产种子量^[10]。营养成分含量测定于 2010 年分枝期和初花期进行,每个品种分别取样 500 g,送贵州大学农产品食品质量安全

检测中心,测定粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维、无氮浸出物、粗灰分、钙、磷含量^[11-13]。

1.4.2 区域试验 于 2012—2014 年,对多花木蓝 803 和鄂西多花木蓝在 4 个区域的生长适应性、植株高度进行观察记载,测定牧草鲜干产量、种子产量,同时进行丰产性评价。测定方法同品比试验。不同的是牧草产量测定时间为:贵阳点和独山点,播种当年均于 6 月 20 日、生长第 2、3 年于 5 月 25 日进行产草量测产;威宁点于播种当年 7 月 15 日、生长第 2、3 年于 6 月 20 日测产;望谟点于播种当年 6 月 10 日,生长第 2、3 年于 5 月 15 日测产;以后每次于植株生长至 55~60 cm 时刈割测产。丰产性是以 4 个参试点鲜草及种子平均产量进行评价。

1.5 数据分析

试验数据采用 EXCEL 软件预处理后,用 DPS 软件进行多年多点区域试验方差分析、丰产性及稳定性分析,多重比较用 Duncan 新复极差法^[14]。

2 结果与分析

2.1 品比试验

2.1.1 物候期 3 个参试材料播种后第 1 年,22 d 出苗,两周后齐苗,6 月下旬分枝,7 月下旬现蕾,8 月份开花,9 月下旬至 10 月上旬结荚,11 月底至 12 月上旬种子成熟(表 3)。生长第 2、3 年均在 4 月中旬返青,5 月中下旬分枝,6 月中下旬现蕾,6 月底至 7 月份开花,8 月底至 9 月初结荚,11 月中上旬种子成熟,生育期为 200~217 d,其中多花木蓝 803 生育期分别比野生多花木蓝和鄂西多花木蓝短 7 和 8 d,枯黄期分别早 5 和 8 d。

表 3 多花木蓝物候期
Table 3 Phenological phase of *Indigofera amblyantha*

物候期 Phenological phase	多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803			野生多花木蓝 Wild <i>I. amblyantha</i>			鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi		
	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年	2009 年	2010 年	2011 年
	Year	Year	Year	Year	Year	Year	Year	Year	Year
出苗/返青期 Emergence(green) period/mm-dd	05-10	04-12	04-14	05-10	04-12	04-12	05-10	04-12	04-12
分枝期 Branch period/mm-dd	06-20	05-15	05-16	06-25	05-18	05-19	06-20	05-20	05-22
现蕾期 Squaring period/mm-dd	07-23	06-18	06-20	07-28	06-23	06-25	07-30	06-25	06-27
初花期 Early blooming period/mm-dd	08-02	06-28	06-30	08-07	07-03	07-05	08-10	07-06	07-08
盛花期 Full bloom period/mm-dd	08-20	07-16	07-18	08-25	07-20	07-22	08-28	07-24	07-26
结荚期 Fruiting period/mm-dd	09-25	08-25	08-27	10-02	08-30	09-02	10-05	09-03	09-05
成熟期 Mature period/mm-dd	11-26	11-05	11-07	12-02	11-12	11-14	12-04	11-13	11-15
枯黄期 Withering period/mm-dd	12-11	11-28	11-30	12-16	12-03	12-05	12-18	12-06	12-08
生育天数 Days of growth period/d	200	207	209	206	214	216	208	216	217

2.1.2 株高 3 个参试材料中,多花木蓝 803 三年的平均株高为 178.0 cm,分别比对照野生多花木蓝和鄂西多花木蓝的株高增高 36.5%和 14.1%。三者平均株高之间差异达显著水平($P<0.05$)(图 1)。

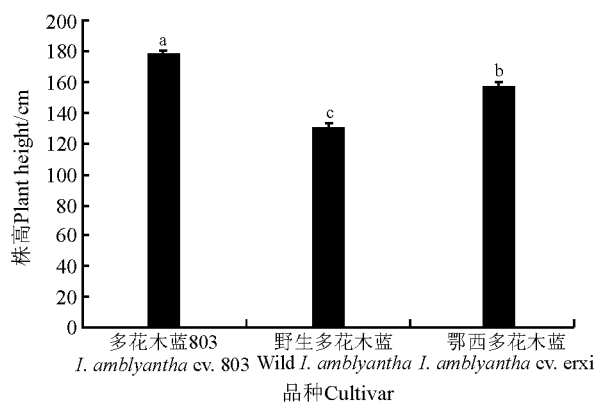


图 1 不同品种多花木蓝株高比较
Fig.1 Comparison of plant height of different *Indigofera amblyantha* cultivars

注:不同小写字母表示不同品种间株高差异显著($P<0.05$)。
Note: Different lower case letters indicate significant difference among different cultivars of height at 0.05 level.

2.1.3 牧草和种子产量 3 年分枝期牧草鲜干产量测定结果表明,鄂西多花木蓝和野生多花木蓝的鲜干草产量差异不显著($P>0.05$),但二者均显著低于多花木蓝 803 的($P<0.05$)。多花木蓝 803 鲜草产量分别比野生多花木蓝和鄂西多花木蓝增产 15.74% 和 28.36%,干草产量分别比鄂西多花木蓝和野生多花木蓝增产 13.75%和 16.56%(表 4)。

2009—2010 年,鄂西多花木蓝和野生多花木蓝种子产量差异不显著($P>0.05$),二者种子产量均低于多花木蓝 803 的($P<0.05$);2011 年,三者种子产量差异达显著水平($P<0.05$),分别为多花木蓝 803>鄂西多花木蓝>野生多花木蓝。对 3 年种子产量进行平均,多花木蓝 803 年均种子产量为 $1.92\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$,分别比野生多花木蓝和鄂西多花木蓝增产 15.66% 和 11.63%(表 4)。

2.1.4 茎叶比

分枝期对参试材料茎叶比的测定结果表明,多花木蓝 803 茎叶比较低,仅为 0.45 : 1,鄂西多花木蓝与野生多花木蓝茎叶比接近,分别为 0.53 : 1 和

0.54 : 1。多花木蓝 803 茎叶比较低,表明其叶量比鄂西和野生多花木蓝丰富,品质较好。

2.1.5 营养成分

植物养分测定结果表明,多花木蓝 803 与野生多花木蓝营养成分含量接近,而鄂西多花木蓝比多花木蓝 803 和野生多花木蓝略低 0.28~0.50 个百分点,其营养成分间无显著差异($P>0.05$)(表 5、6)。分枝期和初花期,3 个多花木蓝的粗蛋白质含量分别为 17.32%~17.58%和 18.56%~19.04%,粗脂肪含量分别为 3.86%~4.04%和 2.95%~3.11%,粗纤维分别为 17.23%~18.16%和 24.40%~25.46%,无氮浸出物含量分别为 41.93%~42.23%和 35.85%~36.11%,全

磷含量分别为 0.350%~0.357%和 0.313%~0.325%,钙含量分别为 2.48%~2.54%和 1.92%~2.01%。因此,3 个多花木蓝在分枝期至初花期刈割或放牧利用,蛋白质含量均较高,营养成分较丰富。

2.2 区域试验

2.2.1 适应性 多花木蓝 803 和鄂西多花木蓝在独山、贵阳、望谟 3 个点均能正常生长和开花结实,其中贵阳点和独山点物候期基本无差异,生育期为 200~217 d,而在望谟点生育期为 185~197 d,比独山点和贵阳点短 15~20 d;贵阳点和独山点参试品种平均株高为 150~170 cm,望谟点为 180~190 cm;3 个点均能安全越冬和越夏,越冬率和越夏率均在 95%以上。

表 4 多花木蓝的牧草和种子产量
Table 4 The herbage yield and seed yield of *Indigofera amblyantha*

年份 Year	品种 Cultivar	鲜草产量 Fresh yield/t · hm ⁻²	干草产量 Hay yield/t · hm ⁻²	种子产量 Seed yield/t · hm ⁻²
2009	多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803	49.65±1.83a	11.34±0.42a	1.53±0.02a
	野生多花木蓝 Wild <i>I. amblyantha</i>	41.70±0.70b	9.45±0.16b	1.34±0.01b
	鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi	36.87±4.84b	9.50±0.48b	1.39±0.01b
2010	多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803	55.43±1.52a	12.66±0.35a	1.91±0.02a
	野生多花木蓝 Wild <i>I. amblyantha</i>	47.53±0.58b	10.78±0.13b	1.72±0.00b
	鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi	43.15±0.70b	11.12±0.18b	1.76±0.01b
2011	多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803	62.31±1.38a	14.23±0.31a	2.32±0.04a
	野生多花木蓝 Wild <i>I. amblyantha</i>	55.40±1.10b	12.56±0.15b	1.92±0.02c
	鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi	50.40±0.64b	12.98±0.23b	2.01±0.01b
平均 Mean	多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803	55.80±1.58a	12.74±0.36a	1.92±0.03a
	野生多花木蓝 Wild <i>I. amblyantha</i>	48.21±0.79b	10.93±0.15b	1.66±0.01c
	鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi	43.47±2.05b	11.20±0.29b	1.72±0.01b

注:同列中不同小写字母表示同一年份不同品种间差异显著($P<0.05$)。下同。
Note: Different lower case letters within the same column for the same year mean significant difference among different cultivars at 0.05 level. The same below.

表 5 分枝期多花木蓝营养成分
Table 5 The nutrition analysis of *Indigofera amblyantha* during branch periods

品种 Cultivar	水分 Water/%	粗蛋白 Crude protein/%	粗脂肪 Crude fat/%	粗纤维 Crude fiber/%
多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803	8.28±0.04a	17.58±0.02a	4.04±0.06a	17.23±0.04a
野生多花木蓝 Wild <i>I. amblyantha</i>	8.14±0.04a	17.52±0.04a	4.02±0.06a	17.32±0.07a
鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi	8.00±0.18a	17.32±0.06a	3.86±0.08a	18.16±0.05a

品种 Cultivar	无氮浸出物 Nitrogen free extract/%	粗灰分 Crude ash/%	全磷 Total phosphorus/%	钙 Calcium/%
多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803	42.23±0.08a	10.61±0.08a	0.357±0.005a	2.54±0.07a
野生多花木蓝 Wild <i>I. amblyantha</i>	42.36±0.10a	10.64±0.08a	0.351±0.005a	2.52±0.10a
鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi	41.93±0.09a	10.76±0.04a	0.350±0.004a	2.48±0.06a

表 6 初花期多花木蓝营养成分

Table 6 The nutrition analysis of *Indigofera amblyantha* during early blooming periods

品种 Cultivar	水分 Water/%	粗蛋白 Crude protein/%	粗脂肪 Crude fat/%	粗纤维 Crude fiber/%
多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803	8.82±0.03a	19.04±0.05a	3.11±0.07a	24.40±0.06a
野生多花木蓝 Wild <i>I. amblyantha</i>	8.65±0.15a	19.00±0.04a	3.06±0.03a	24.60±0.05a
鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi	8.32±0.09a	18.56±0.04a	2.95±0.07a	25.46±0.08a

品种 Cultivar	无氮浸出物 Nitrogen free extract/%	粗灰分 Crude ash/%	全磷 Total phosphorus/%	钙 Calcium/%
多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803	36.11±0.04a	8.50±0.06a	0.325±0.004a	2.01±0.06a
野生多花木蓝 Wild <i>I. amblyantha</i>	36.23±0.11a	8.46±0.07a	0.320±0.005a	1.99±0.05a
鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi	35.85±0.07a	8.86±0.04a	0.313±0.035a	1.92±0.04a

威宁点参试品种能正常生长和开花,但不能结实;能安全越冬,但越冬率较低,仅为 65%;其植株较矮,仅为 100 cm 左右,生长势较差,鲜草产量较低。多花木蓝 803 和鄂西多花木蓝在不同海拔地区生长,其生育期不同,但均集中在 6—9 月开花,盛花期为 7—8 月,种子成熟期在 11 月中下旬至 12 月中旬。

2.2.2 牧草和种子产量 3 年 4 个参试点的牧草产量测定结果显示,多花木蓝 803 鲜草和种子产量均显著高于鄂西多花木蓝的($P<0.05$)(表 7)。其中,独山点和望漠点的鲜草产量差异不显著($P>0.05$),但二者

表 7 多花木蓝 803 与鄂西多花木蓝在不同试验区域的牧草和种子产量

Table 7 Herbage and seed yield of *Indigofera amblyantha* cv. 803 and *I. amblyantha* cv. erxi in the different test regions

地点 Site	年份 Year	鲜草产量 Fresh yield			种子产量 Seed yield		
		多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803/t·hm ⁻²	鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi/t·hm ⁻²	增产 Increased production/%	多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803/t·hm ⁻²	鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi/t·hm ⁻²	增产 Increased production/%
独山 Dushan	2012	49.39±3.46a	37.20±1.86b		1.79±0.03a	1.57±0.02b	
	2013	55.96±2.56a	41.04±0.48b		1.91±0.02a	1.66±0.01b	
	2014	62.29±1.22a	48.36±1.21b		2.25±0.02a	1.98±0.04b	
	平均 Mean	55.88±2.41aA	42.20±1.18bA	32.42	1.98±0.02aA	1.74±0.02bA	13.79
贵阳 Guiyang	2012	45.85±3.26a	34.39±1.56b		1.74±0.06a	1.44±0.07b	
	2013	50.71±2.46a	36.11±1.46b		1.84±0.04a	1.56±0.06b	
	2014	57.44±1.36a	42.99±1.32b		2.27±0.05a	1.91±0.05b	
	平均 Mean	51.33±2.36aB	37.83±1.45bB	35.69	1.95±0.05aA	1.65±0.06bA	18.19
望漠 Wangmo	2012	52.42±3.12a	39.01±2.56b		1.90±0.16a	1.61±0.23b	
	2013	57.86±3.26a	40.95±2.36b		2.03±0.15a	1.71±0.32b	
	2014	66.11±3.15a	48.76±2.32b		2.35±0.17a	2.04±0.42b	
	平均 Mean	58.88±3.18aA	42.91±2.41bA	37.22	2.09±0.16aA	1.79±0.32bA	16.76
威宁 Weining	2012	28.80±2.36a	22.70±1.32b		0.00	0.00	
	2013	33.27±2.16a	24.89±1.46b		0.00	0.00	
	2014	38.36±2.25a	29.36±1.78b		0.00	0.00	
	平均 Mean	33.48±2.25aC	25.65±1.52bC	30.53	0.00B	0.00B	0.00

注:同行不同小写字母表示同一指标两个品种间差异显著($P<0.05$)。同列不同大写字母表示同一品种不同地点间差异显著性($P<0.05$)。

Note: Different lower case letters within the same row for the same parameter mean significant difference between two cultivars at 0.05 level, and different capital letters within the same column for the same cultivar mean significant difference among different sites at 0.05 level.

表 8 多花木蓝 803 与鄂西多花木蓝丰产性及稳定性分析

Table 8 *Indigofera amblyantha* cv. 803 and *I. amblyantha* cv. erxi of high performance and stability analysis

生产性能 Production performance	品种 Cultivar	丰产性参数		稳定性参数		适应地区 Adaptive region	综合评价 Comprehensive evaluation
		High performance parameter		Stability parameter			
		产量 Yield/t · hm ⁻²	效应 Effect	方差 Variance	变异度 Degree of variation		
鲜草产量 Fresh yield	多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803	49.89 * *	7.12	2.72	3.21	E1~E4	很好 Good
	鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi	37.15	—7.12	2.72	4.43	E1~E4	较差 Bad
种子产量 Seed yield	多花木蓝 803 <i>I. amblyantha</i> cv. 803	1.505 *	0.21	0.005	4.918	E1~E4	很好 Good
	鄂西多花木蓝 <i>I. amblyantha</i> cv. erxi	1.295	—0.21	0.005	5.748	E1~E4	较差 Bad

注: * 和 * * 分别表示差异显著($P<0.05$)或极显著($P<0.01$)。E1~E4 是指独山、贵阳、望谟和威宁 4 个试验点。
Note: * and * * means significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively. E1~E4 means four test sites of Dushan, Guiyang, Wangmo, Weining in this study.

牧草产量显著高于贵阳点的($P<0.05$);且三者的鲜草产量均显著高于威宁点的($P<0.05$)。独山点、贵阳点、望谟点、威宁点的多花木蓝 803 鲜草产量比鄂西多花木蓝的分别增产 32.42%、35.69%、37.22% 和 30.53%。两个多花木蓝在 4 个参试点的种子产量测定结果表明,独山点、贵阳点和望谟点平均产量差异不显著($P>0.05$),而在威宁点均不能结籽;多花木蓝 803 的种子产量均显著高于鄂西多花木蓝($P<0.05$),且前者比后者平均增产为独山点 13.79%、贵阳点 18.19%、望谟点 16.76%。

进一步对两个多花木蓝牧草及种子丰产性分析表明:多花木蓝 803 在 4 个参试点的稳定性和适应性好,丰产性能高,平均鲜草产量为 49.89 t · hm⁻²;而鄂西多花木蓝的丰产性能低,稳定性和适应性差,平均鲜草产量为 37.15 t · hm⁻²(表 8)。虽然多花木蓝 803 在威宁点不结实,但在其它 3 个参试点的种子产量较高,因而在 4 个参试点平均产量仍为 1.505 t · hm⁻²;而鄂西多花木蓝的种子产量较低,仅为 1.295 t · hm⁻²。

3 讨论

从近 10 年的选育情况来看,多花木蓝 803 种植当年分枝较少,开花结实也较少,种子产量较低。播种后出苗缓慢且前期发芽率相对较低,出苗历时近 1 月。其原因可能是种皮较厚不易发芽,虽播前做了处理,但对种子的吸水作用仍有阻碍,这与已发表关于种子硬

实性与种子活力关系的研究结果一致^[15-18]。因此,播种前除做好种子处理外,还需注意土壤墒情,最好在雨后播种,另外,种子播种深度不宜过深,1~2 cm 为宜。

多花木蓝种子发芽率的高低、出苗快慢及生长发育与温度、光照等密切相关。由于在贵州易出现“倒春寒”天气,故多花木蓝 803 播种太早影响出苗,甚至不能发芽;播种太晚影响种子结实。其播种期可适当提前,以利于生长期间充分利用有效积温,也可延长当年生长期,增加根系的物质储存量,有利于安全越冬。这与程龙等^[19]和赵丽丽等^[20]研究结果相一致。本研究发现,多花木蓝 803 春季应在 4 月中上旬播种,秋季应在 9 月下旬至 10 月上旬播种,以利于越冬;适宜在排水畅通的地块上生长,不耐水淹,在水淹地方易烂根。

本研究结果表明,多花木蓝 803 在贵州海拔 400~1 600 m 地区能完成整个生育周期,生育期为 207 d,在种植第 2、3 年后鲜草产量较鄂西多花木蓝和野生多花木蓝提高 28.36%和 15.74%,干草产量比鄂西多花木蓝和野生多花木蓝增产 13.75%和 16.56%,种子产量分别提高 11.6%和 15.7%,表现出很强的生态适应性;在海拔 2 200 m 的威宁等地区能正常生长,但不能开花结实,且植株生长较矮。

茎叶比是评价牧草品质的重要指标,在相同条件下,茎叶比越小,叶量越丰富,其适口性越好,饲用价值越高^[21]。多花木蓝 803 的茎叶比较鄂西多花木蓝低,

说明其叶量丰富,干物质积累快,适口性及品质均较好。

4 结 论

通过单株多次选择法培育而成的多花木蓝 803,在贵州中部地区,4 月中旬播种,6 月中下旬分枝,7 月下旬至 8 月初开花,11 月下旬种子成熟,全年生育期

200~209 d。803 多花木蓝再生性能好,牧草和种子产量及营养价值较高,年可刈割 3~4 次,年产干草 12.74 t·hm⁻²,年产种子 1.92 t·hm⁻²,粗蛋白质含量 17.58%~19.04%。该饲用灌木是喀斯特山区退化草地改良和人工灌丛草地建植的优良灌木之一。适宜于海拔 400~1 500 m 的南方热带、亚热带季风湿润气候区的山地和丘陵种植。

参考文献 (References)

- [1] 龙忠富,刘华荣,吴佳海,罗天琼,张新全.威宁球茎草芦新品种选育.种子,2008,27(9):110-114.
Long Z F, Liu H R, Wu J H, Luo T Q, Zhang X Q. Breeding report on *Phalaris tuberosa* L. cv. Weiningcaolu. Seed, 2008, 27(9): 110-114. (in Chinese)
- [2] 尚以顺,陈燕萍,舒健虹,熊先勤,阮培均.牧草新品种黔草 3 号扁穗雀麦的选育.贵州农业科学,2009,37(4):7-10.
Shang Y S, Chen Y P, Shu J H, Xiong X Q, Ruan P J. Breeding of Qiancao 3, a new forage variety (Resuce Brome). Guizhou Agricultural Sciences, 2009, 37(4): 7-10. (in Chinese)
- [3] 唐成斌,龙忠富.贵州牧草育种研究现状及发展方向.贵州农业科学,2007,35(6):143-146.
Tang C B, Long Z F. Present research situation and development direction on pasture breeding in Guizhou. Guizhou Agricultural Sciences, 2007, 35(6): 143-146. (in Chinese)
- [4] 韦锦益,滕少花,姚娜,易显凤,梁永良,蔡小艳.优良豆科牧草大翼豆 06-2 选育研究.广西科学,2013,20(3):210-214,225.
Wei J Y, Teng S H, Yao N, Yi X F, Liang Y L, Cai X Y. Breeding of an eminent leguminous grass of *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb. cv. WSiratro No. 06-2. Guangxi Science, 2013, 20(3): 210-214, 225. (in Chinese)
- [5] 吴新江,徐泓.鄂西多花木蓝的性状特征及其栽培应用技术.四川草原,2005(5):30.
Wu X J, Xu H. The traits and its cultivation technology of *Indigofera amblyantha* Craib cv. erxi. Journal of Sichuan Grassland, 2005(5): 30. (in Chinese)
- [6] 李维俊,李昌桂,洪齐.多花木蓝的驯化栽培及应用技术.湖北畜牧兽医,2000(6):31-32.
Li W J, Li C G, Hong Q. The domestication cultivation and application of technology about *Indigofera amblyantha* Craib. Animal Husbandry and Veterinary of Hubei Province, 2000(6): 31-32. (in Chinese)
- [7] 杨特武,李平.多花木蓝有性繁殖特性研究.牧草与饲料,1992(2):25-26.
Yang T W, Li P. The research of sexual reproduction characteristics about *Indigofera amblyantha* Craib. Forage Grass and Fodder, 1992(2): 25-26. (in Chinese)
- [8] 曹国军,文亦芾,周微.多花木蓝应用价值及丰产栽培技术研究.草食家畜,2006(4):57-58.
Cao G J, Wen Y F, Zhou W. A review of the research and development of the utilization value and cultivation techniques for high output of *Indigofera amblyantha*. Grass-Feeding Livestock, 2006(4): 57-58. (in Chinese)
- [9] 贵州省农业厅畜牧局,贵州省畜牧兽医研究所.贵州主要野生牧草图谱.贵阳:贵州省人民出版社,1986.
Guizhou Province Agriculture Department of Bureau of Animal Husbandry, Guizhou Institute of Animal Husbandry and Veterinary. Guizhou Main Wild Herbage Atlas. Guiyang: Guizhou People's Press, 1986. (in Chinese)
- [10] 罗天琼,莫本田,龙忠富,吴佳海,刘华荣,吴永仙.几种热带豆科饲用灌木在贵州南部地区的生态适应性研究.热带作物学报,2011,32(7):1372-1380.
Luo T Q, Mo B T, Long Z F, Wu J H, Liu H R, Wu Y X. Ecological adaptability of severa tropical legumes forage shrubs in south Guizhou Province. Chinese Journal of Tropical Crops, 2011, 32(7): 1372-1380. (in Chinese)
- [11] 文亦芾,曹国军,樊江文,毛华明,罗富成.6 种豆科饲用灌木中酚类物质动态变化与体外消化率的关系.草业学报,2009,18(1):32-38.
Wen Y F, Cao G J, Fan J W, Mao H M, Luo F C. Relationship between phenols and in vitro digestibility of six legume feeding

- shrubs. *Acta Prataculturae Sinica*, 2009, 18(1): 32-38. (in Chinese)
- [12] 文亦蒂, 曹国军, 张英俊, 毛华明. 云南主要豆科饲用灌木营养成分含量的研究. *草原与草坪*, 2009(1): 51-54.
Wen Y F, Cao G J, Zhang Y J, Mao H M. Study on Yunnan main leguminous shrub forage nutrient content. *Grassland and Turf*, 2009(1): 51-54. (in Chinese)
- [13] 马鸣. 四种禾本科牧草生产性能及营养价值研究. 兰州: 甘肃农业大学硕士学位论文, 2008.
Ma M. Four gramineous forage of production performance and nutritive value. Master Thesis. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2008. (in Chinese)
- [14] 唐启义. DPS 数据处理系统第三卷——专业统计及其他. 北京: 科学出版社, 2013: 1147-1150.
Tang Q Y. DPS Data Processing System Third Volume——Professional Statistics and Other. Beijing: Science Press, 2013: 1147-1150. (in Chinese)
- [15] 李朝凤, 赵小社, 王玉萍, 路飞奇. 多花木蓝种子研究与萌发特性研究. *草业与畜牧*, 2007(12): 8-10.
Li C F, Zhao X S, Wang Y P, Lu F Q. Research of *Indigofera amblyantha* seed and germination characteristics. *Prataculture and Animal Husbandry*, 2007(12): 8-10. (in Chinese)
- [16] 文亦蒂, 周显垠, 毛华明. 打破多花木蓝种子硬实特性的效果研究. *种子*, 2007(6): 34-37.
Wen Y F, Zhou X G, Mao H M. Study on the effect of breaking *Indigofera amblyantha* hardseededness. *Seed*, 2007(6): 34-37. (in Chinese)
- [17] 白春霞, 韩建国, 孙彦, 秦歌菊. 多花木蓝和二色胡枝子种子硬实特性与活力关系的研究. *草业学报*, 2006(5): 82-85.
Bai C X, Han J G, Sun Y, Qin G J. Study on the relationship of *Indigofera amblyantha* and two bicolor of hardseededness and vitality. *Acta Prataculturae Sinica*, 2006(5): 82-85. (in Chinese)
- [18] 武祎, 田雨, 张红香, 杨健, 吴志红. 盐、碱胁迫与温度对黄花苜蓿种子发芽的影响. *草业科学*, 2015, 32(11): 1847-1853.
Wu Y, Tian Y, Zhang H X, Yang J, Wu Z H. Effects of salinity, alkalinity, temperature and their interactions on seed germination of *Medicago falcata*. *Pratacultural Science*, 2015, 32(11): 1847-1853. (in Chinese)
- [19] 程龙, 李志军, 韩占江, 石新建. 盐节木种子萌发对温度、光照和盐旱胁迫的响应. *草业科学*, 2015, 32(6): 961-966.
Chen L, Li Z J, Han Z J, Shi X J. Response of *Halocnerrum strobilaceum* to light, temperature, salt and drought stress during seed germination. *Pratacultural Science*, 2015, 32(6): 961-966. (in Chinese)
- [20] 赵丽丽, 王普昶, 陈超, 马林. 高温胁迫下百脉根生理生化响应及耐热性评价. *草业科学*, 2013, 30(12): 2018-2023.
Zhao L L, Wang P C, Chen C, Ma L. Physiological response and heat tolerance evaluation of *Lotus corniculatus* under high temperature stress. *Pratacultural Science*, 2013, 30(12): 2018-2023. (in Chinese)
- [21] 来强, 李青丰, 莫日根敖其尔, 师桂花, 吴雪宾. 草地牧草含水量测定暨干鲜比估测方法研究. *内蒙古草业*, 2008, 20(3): 4-7.
Lai Q, Li Q F, Mo R, Shi G H, Wu X B. The determination of moisture content of grassland forage and study on the method of estimating the dry fresh ratio. *Inner Mongolia Prataculture*, 2008, 20(3): 4-7. (in Chinese)

(责任编辑 武艳培)

本刊如有印装质量问题, 请将原杂志寄回编辑部, 由本部负责调换。