

干热河谷牛角瓜人工栽培技术研究

高柱¹, 付锦楠², 王小玲¹, 高松金³, 郑元⁴, 马焕成¹

(1. 江西省科学院 生物资源研究所, 江西省重金属污染生态修复工程技术研究中心, 江西 南昌 330096;

2. 江西省科学院 微生物研究所, 江西 南昌 330096; 3. 江西广播电视大学, 江西 上饶 331000;

4. 西南林业大学 国家林业局西南地区生物多样性保育重点实验室, 云南 昆明 650224)

摘要:以牛角瓜野生种群当年生果实为试材, 采用集约化培育方法, 对牛角瓜整个生育周期进行了调查研究, 旨在完善牛角瓜人工栽培技术。结果表明:牛角瓜在干热河谷秋播萌发率达 95.00%, 高于春播, 但萌发速度较春播慢, 与春、秋季播种温度变化有关; 植株生长发育过程经历 1 个峰值, 快速生长期为 6~8 月, 与河谷雨季同期; 果实迅速膨大期出现在谢花后的第 6~15 天, 果实长度增加滞后于粗度增加, 果实成熟期为 33 d 左右; 集约化栽培平均单株产量为 42.50 g, 每 667 m² 可产纤维 78.98 kg, 平均出棉率达 19.37%, 且变异系数达 12.69%; 集约化种植牛角瓜能节约土地, 达到稳产和高产效果。

关键词:干热河谷; 牛角瓜; 栽培技术; 产量

中图分类号:S 567.1⁺9 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)16-0027-04

牛角瓜(*Calotropis gigantea* L.) 属萝藦科(Asclepiadaceae)牛角瓜属常绿直立灌木, 是山地棉类植物之一^[1-2]。生于低海拔向阳坡及空旷地, 广泛分布于亚洲和非洲的热带亚热带地区^[3], 印度、老挝、马来西亚、泰国等干旱、半干旱及盐碱地区均有分布^[4], 我国主要分布于四川、广西、广东、海南及云南的元江、巧家、建水、昆明、元阳、西双版纳等地^[5]。在干热河谷、盐碱地、沙滩等生态脆弱环境下表现出较好适应性, 能起到水土保持和防风固沙作用。乳汁含有多糖和碱, 其提取物在强心、消炎、镇痛、促进伤口愈合方面有显著疗效^[6-11]; 孙世伟等^[12]、Umsalama 等^[13]利用乳汁提取物在南方根结线虫和非洲瓜瓢虫的毒杀药性上表现较好, 可作为新型生物防治药剂提取原料; 产能分析认为牛角瓜热值较高, 作为能源植物开发潜力大, 提炼生物柴油燃烧后残渣和硫氧污染少^[14]; 种毛纤维纺成纱线可与棉花媲美, 面料具有丝滑爽质感, 是一种生态环保的纺织天然纤维新原料, 牛角瓜人工集约化栽培对缓解纺织天然原料供应及

棉粮争地具有重要意义。牛角瓜植株利用率高, 经济、生态效益突出, 目前仅分布于河滩、沟谷、山坡向阳等地, 散生或集中块、带等野生状态, 人工集约化栽培无技术可依。该植物具有天然趋利避害能力, 在自然群落中生长良好, 而作为单一物种集约栽培往往难以达到最佳。通过人工集约化栽培试验示范, 牛角瓜在红河干热河谷人工栽培技术已经初见成效, 现对相关技术进行总结, 以期对牛角瓜人工集约化栽培和产业化种植提供技术借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于云南省红河州个旧市保和乡冷墩村, 为云南攀大木棉科技应用有限公司种植基地。地处东经 102°56'49.3", 北纬 23°11'20.7", 海拔 336 m; 属典型干热河谷气候, 雨季和干季分明, 光照充足, 日照时数 1 770.2 h, 定时风显著, 且干季大于雨季; 年均温 25℃, 最低温 0℃, 最高温 47.5℃, 全年无霜期达 363 d; 蒸发量大于降雨量, 6~9 月为雨季, 占全年降雨量 85% 以上, 2~5 月几乎无雨, 严重干旱。土壤类型为燥红土, pH 7.03, 有机质含量 14.58 g/kg; 碱解氮含量 12.4 mg/kg; 速效钾含量 51.4 mg/kg; 速效磷亏缺。

1.2 试验材料

供试牛角瓜种子采自云南攀大木棉科技应用有限公司种植基地附近红河流域纯野生种群当年生果实, 用手捏果实会产生清脆爆裂声的果实种子即为成熟种子, 取出后自然阴干。种子千粒重为 4.81 g, 单果平均种子数为 104.3 个。

第一作者简介:高柱(1981-), 男, 江西上饶人, 硕士, 助理研究员, 现主要从事重金属污染土壤修复及能源树开发利用等研究工作。E-mail: jxaugz2008@126.com.

责任作者:王小玲(1979-), 女, 陕西白水人, 博士, 副研究员, 现主要从事林木与花卉育种等研究工作。

基金项目:国家林业局林业公益性行业资助项目(201304810); 江西省科学院科研开发专项基金资助项目(2012-YQC-06); 江西省科学院协同创新专项研究经费资助项目(2013-XTPH-06); 江西省科学院产学研合作资金资助项目(2013-09)。

收稿日期:2014-03-25

1.3 试验方法

1.3.1 播种方法及种子处理 选用籽粒饱满、活力高的种子,用水浸泡 12 h,再用 0.1% KMnO_4 溶液浸泡 10 min,清水冲洗干净后播种于无纺布营养袋中,深度为 1.0 cm,用细沙覆盖。秋播于 2010 年 10 月 20 日进行,春播为 2011 年 3 月 5 日。播种营养土采用表层心土:有机肥=9:1(质量比)混合均匀后,用 1 000 倍 75%多菌灵粉剂喷洒消毒,然后装入 10 cm×18 cm 无纺布袋内,浇透水 2~3 次。待土壤含水量降到 75%时,用小竹片在中心位置轻压,放入种子,然后覆盖。

1.3.2 栽种及管理 播种后保持土壤湿润,待真叶展开后,追施 1 次低浓度液态复合肥,燥红土容易干,需及时补充水分。苗期注意防止蚜虫危害,可用 2 000 倍飘甲敌乳油喷雾灭杀,每周 1 次。选用秋播苗,于 2011 年 1 月 4 日移栽至山地。株距为 60 cm,采用宽窄行三角形栽种(图 1-a),宽行 80 cm,窄行 60 cm,1 hm^2 栽种 27 900 株。挖穴长、宽、深为 35 cm×35 cm×30 cm,混入过磷酸钙 500 g 回填。栽种 15 d 后追施尿素 75 kg/hm^2 ,然后每隔 20 d 按照 150 kg/hm^2 追施复合肥 1 次。前期中耕松土 2 次,伴随锄草进行。



图 1 牛角瓜种植

注:a. 种植密度;b. 采收后。

Fig. 1 *Calotropis gigantea* cultivation

Note:a. Planting density;b. After harvest.

1.4 项目测定

从种子萌发开始,每天记录发芽株数,直至发芽结束,计算萌发率、萌发速率系数和萌发指数。移栽后每隔 1 个月采用电子游标卡尺测定地茎,卷尺测量苗高,统计叶片数和分枝数。2011 年 7 月 11 日,选择刚谢花果实 30 个,每隔 3 d 测量 1 次果实长度和宽度,直至果实停止膨大。记录生长物候,自果实成熟期开始,采摘果实后在 103℃ 下烘干称重,计算出棉率,最后折算成 667 m^2 纤维产量。萌发率(%)=(萌发种子数/试验总种子数)×100%;萌发速率系数(%)=[$\sum(t \times n) / \sum n$]/ $\sum t$ × 100%,式中: t 为萌发天数, n 为第 t 天内萌发的种子数;萌发指数=MDG×PV,式中:MDG 为平均每天萌发的种子数,等于萌发种子总数/萌发天数,PV 等于最大萌发数/到达该值的天数^[15-18];出棉率(%)=(单位纤维干重/单位果实干重)×100%。

1.5 数据分析

试验数据采用 SPSS 16.0 软件进行单因子方差分析,用 Duncan 法进行多重比较,采用 Sigmaplot 10.0 软件制图。

2 结果与分析

2.1 不同播种季节对牛角瓜种子萌发的影响

牛角瓜几乎周年可形成种子,在干热河谷全年均可进行播种繁殖。从表 1 可以看出,秋播较春播萌发提前 1 d,萌发高峰均出现在第 7~15 天,最高萌发率分别为 95.00%、53.35%,秋播最终萌发率较春播高 40.96%;秋播萌发率曲线呈抛物线,而春播萌发曲线近似“S”型。萌发速率系数和萌发指数反映了种子萌发的速率,数值越高,表明发芽越迅速。春播萌发速率系数为 1 436.12,较秋播高 166.00;萌发指数分别为 14.54 和 8.15,相差

表 1

不同播种季节对牛角瓜种子萌发的影响

Table 1

Effect of different seasons on the seed germination of *Calotropis gigantea*

季节	天数 Days/d								萌发速率系数	萌发指数
Season	7	9	11	13	15	17	19	21	Coefficient of germination rate	Germination index
春季 Spring	0	26.62	13.64	7.89	5.20	0.65	1.29	0	1 436.12±161.21a	14.54±1.11a
秋季 Autumn	3.75	8.75	42.50	26.25	13.75	1.25	0	0	1 270.12±7.83a	8.15±1.35b

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),相同字母表示差异不显著($P>0.05$)。Note:Different lowercase letters mean significant different($P<0.05$),the same letters mean no significant different($P>0.05$).

6.39。方差分析及 Duncan 多重比较显示,春播和秋播的萌发速率系数差异不显著($P>0.05$),萌发指数差异显著($P<0.05$),牛角瓜春播萌发速度较秋播快。

2.2 牛角瓜营养生长规律研究

由图 2 可知,牛角瓜年生长中,株高、地茎粗度、叶片数、分枝数均出现单峰曲线,5 月份进入生长高峰期,8 月份开始生长量下降,生长最快为 6 月和 7 月。株高生长最快为 7 月,其次为 6 月,6、7 月平均生长量分别达到 60.84 cm 和 51.52 cm,生长最快月是最低月 2 月生长量的 71.58 倍,最终平均高度为 174.10 cm。地茎最终平均粗度达 2.68 cm,生长最快为 5、6、7 月,平均增粗最快月 6 月达 0.90 cm,其余月份增粗速度非常慢。平均叶片数 6~8 月基本持续在 26 片左右,9 月份较低到 19 片以下。分枝数在移栽 4 个月时才出现,增加最快为 6 月,之后基本保持在 4~5 个之间。综合计算可知,牛角瓜 6~8 月生长量占年总生长量的 60% 以上。

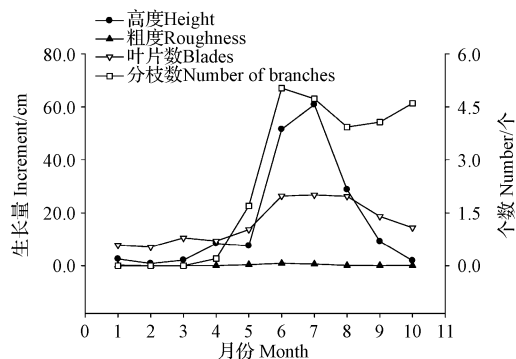


图 2 牛角瓜生育期内生长量

Fig. 2 Increment of *Calotropis gigantea* in the growth period

2.3 牛角瓜果实生长趋势

从图 3 可以看出,牛角瓜果宽呈双峰曲线,峰值分别出现在 0~6 d 和 6~12 d,最高生长量出现在谢花后

表 2 牛角瓜产量分析

Table 2

Yield analysis of *Calotropis gigantea*

序号 No.	小区面积 Plot area/cm	最高单株产量 Highest yield/g	最低单株产量 Lowest yield/g	平均单株产量 Average yield/g	小区产量 Plot yield/kg	折合 667 m ² 产量 Equivalent yield of 667 m ² /kg	出棉率 Cotton rate/%	纤维 667 m ² 产量 Fiber yield of 667 m ² /kg
I	38.19	48.21	30.87	44.32	22.31	389.67	16.54	64.45
II	46.79	51.46	34.98	38.46	30.21	430.58	20.97	90.29
III	33.64	51.53	35.55	44.72	20.12	398.98	20.60	82.19
平均值 Mean	39.54	50.40	33.80	42.50	24.21	406.41	19.37	78.98
极差 Poor value	13.15	3.32	4.68	6.26	10.08	40.91	4.43	25.84
标准差 Standard deviation	6.68	1.90	2.55	3.50	5.30	21.44	2.46	13.22
CV/%	16.89	3.76	7.55	8.25	21.90	5.28	12.69	16.73

注:测产日期为 2011 年 7 月 10 日至 10 月 28 日。

9 月上旬,占全年总生长量的 80% 以上,11 月老叶开始凋落,嫩枝叶不脱落,即使在冬季也不见明显休眠现象,较低温度会引起顶梢或幼嫩侧枝死亡。10 月播种育苗,翌年 1 月移栽,6 月上旬进入始花期,7~10 月为盛花期,同时也是盛果期,9 月为产量高峰期。单株可形成花序约 15 个,花自开放到凋谢为 8~11 d,以 8 d 居多,11 月

的第 9 天,日平均生长量达 0.58 cm,占果实平均粗度 3.71 cm 的 15.63%,第 3~12 天增长量占总长度的 88.14%。果实长度呈单峰曲线,最快生长量出现在谢花后第 3 天以后,第 12~18 天出现峰值,平均每天增长 0.80 cm,果实平均长度为 8.15 cm,第 9~15 天生长量占果实平均长度的 62.33%。因此,牛角瓜果实迅速膨大期为谢花后的第 6~15 天。

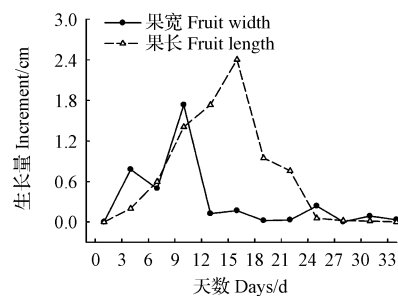


图 3 牛角瓜果实生长量

Fig. 3 Increment of *Calotropis gigantea* fruit

注:测定日期自 2011 年 7 月 11 日起,每隔 3 d 测 1 次。

2.4 牛角瓜产量分析

从表 2 可以看出,牛角瓜最高单株产量为 50.40 g,较最低单株产量高 16.60 g,平均单株产量为 42.50 g;小区面积 39.54 cm,小区牛角瓜平均产量为 24.21 kg,折合平均 667 m² 产量为 406.41 kg,平均出棉率为 19.37%,每 667 m² 纤维产量为 78.98 kg。极差范围为 3.32~40.91,最高、最低单株产量和出棉率极差值较小,小区间差异较小。变异系数范围为 3.76%~21.90%,小区产量、纤维 667 m² 产量、出棉率变异系数均较大。

2.5 牛角瓜主要物候性状描述

干热河谷地区周年温度较高,即使出现低温也较短暂,因此,牛角瓜周年常绿。旺盛生长出现在 5 月上旬到

花量减少,下旬基本结束(图 1-b)。果实自花瓣脱落到成熟爆裂需 33 d 左右,1 年生单株最多可形成 20 个果实,始收期为 7 月中旬,终收期为 11 月中旬。

3 结论

牛角瓜果实成熟期不一致,在干热河谷可周年生

产。秋播较春播发芽率高,且发芽提早 1 d,这与春季播种温度较秋播低有关。春播萌发速率系数和萌发指数较秋播高,说明春播萌发速度较快,同样与温度变化有关。从萌发率表现上认为,秋播较春播好。

牛角瓜个体发育均经历一个快速生长的高峰期,呈现单峰曲线。株高、地茎、叶片数、分枝数增长高峰均出现在 6~8 月,生物量增加占全年总生物量的 60%以上,与此时正值干热河谷雨季有关,雨量充足,温度较高,生长也迅速。试验测定果实发育显示,牛角瓜果实迅速膨大期为谢花后的第 6~15 天,果实长度快速增长较增粗延后,高峰生长相差 9 d。

牛角瓜在干热河谷当年种植,当年收获,6 月中旬开始开花,7 月开始成熟,11 月下旬开花结束,终收期为 11 月中旬。平均单株产量为 42.50 g,最高单株产量可达 50.40 g,平均出棉率为 19.37%,每 667 m² 纤维产量为 78.98 kg,变异系数为 3.76%~21.90%,出棉率变异较大,说明种植区域对纤维产量影响大。因此,今后还有待开展密度及丰产栽培技术,以便合理利用土地,形成高产稳产技术理论。

参考文献

- [1] 高柱,伍建榕,严毅,等. 3 种配方处理吉贝插穗生根过氧化物酶(POD)活性变化的研究[J]. 东北农业大学学报,2012,43(10):151-155.
- [2] 高柱,王小玲,马焕成,等. 干热河谷牛角瓜育苗技术及幼苗生长节律[J]. 云南农业大学学报,2012,27(4):503-507,555.
- [3] 戴好富,王茂媛,梅文莉,等. 牛角瓜属植物化学成分与药理活性研究进展[J]. 河南大学学报(医学版),2009,28(1):1-7.
- [4] Li P T, Gilbert M, Calotropis R. Broewen, Mem. Wern. Nat. Hist. Soc. 1: 39. 1801[A]. Wu Z Y, Raven P. Flora of China [C]. Beijing: Science Press, Missouri: Missouri Botanical Garden Press, 1965, 16: 202-203.
- [5] 高柱,王小玲. 牛角瓜开发价值及栽培技术研究[J]. 北方园艺,2011(18):202-206.
- [6] 邓士贤,王懋德,王德成. 牛角瓜的强心作用及其生物效价[J]. 药学报,1962,9(11):667-670.
- [7] Kumar V L, Shivkar Y M. *In vivo* and *in vitro* effect of latex of *Calotropis procera* on gastrointestinal smooth muscles [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2004, 93(2-3): 377-379.
- [8] Basu A, Nag Chaudhari A K. Preliminary studies on the antiinflammatory and analgesic activities of *Calotropis procera* root extract [J]. Journal of Ethnopharmacology, 1991, 31(3): 319-324.
- [9] Dewan S, Sangrual H, Kumar V L. Preliminary studies on the analgesic activity of latex of *Calotropis procera* [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2000, 73(1-2): 307-311.
- [10] Pathak A K, Argal A. Analgesic activity of *Calotropis gigantea* flower [J]. Fitoterapia, 2007, 78(1): 40-42.
- [11] Rasik A M, Raghubir R, Gupta A, et al. Healing potential of *Calotropis procera* on dermal wounds in Guinea pigs [J]. Journal of Ethnopharmacology, 1999, 68(1-3): 261-266.
- [12] 孙世伟,刘爱勤,苟亚峰,等. 20 种植物提取物对南方线结线虫的毒杀活性[J]. 热带农业科学,2009,29(10):30-33.
- [13] Umsalama A M, Nabil H H, Shi Z H. Evaluation of insecticidal potentialities of extracts from *Calotropis procera* Ait. Against *Henosepilachna elaterii* Rossi [J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2006,32(3):292-299.
- [14] 李瑞,曾建立,王晓东,等. 耐盐碱植物牛角瓜产能成分分析[J]. 过程工程学报,2007,7(6):1217-1220.
- [15] Bongers F P E, Popma J. Leaf dynamics of seeding of rain forest species in relation to canopy gaps[J]. Oecologia, 1990, 82: 122-127.
- [16] Abdul-baki A A, Anderson J D. Relationship between decarboxylation of glutamic acid and vigor in soybean seed [J]. Crop Science, 1973(13): 222-226.
- [17] Mihic M, Modi P. Metabolic syndrome risk factors for atherosclerosis and diabetes[J]. Curr Diabetes Rev, 2008, 4(2): 122-128.
- [18] Santos D L, Palmeira C M, Seica R, et al. Diabetes and mitochondrial oxidative stress: A study using heart mitochondria from the diabetic Goto-Kakizaki rat [J]. Mol Cell Biochem, 2003, 246(1/2): 985-995.

Study on *Calotropis gigantea* Cultivation Technique in Dry-hot Vally

GAO Zhu¹, FU Jin-nan², WANG Xiao-ling¹, GAO Song-jin³, ZHENG Yuan⁴, MA Huan-cheng¹

(1. Institute of Biological Resources, Jiangxi Academy of Sciences, Jiangxi Engineering Research Center for Eco-Remediation of Heavy Metal Pollution, Nanchang, Jiangxi 330029; 2. Institute of Microbiology, Jiangxi Academy of Sciences, Nanchang, Jiangxi 330096; 3. Jiangxi Radio and TV University, Shangrao, Jiangxi 331000; 4. Key Laboratory of Biodiversity Conservation in Southwest China, State Forestry Administration, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224)

Abstract: Taking seeds of annual *Calotropis gigantea* wild population as materials, intensive cultivation methods was used to explore the entire reproductive cycle to aim at clarifying the *Calotropis gigantea* cultivation techniques. The results showed that the autumn germination rate (95.00%) was higher than in spring of *Calotropis gigantea* in the dry-hot valley, but germination rate was lower than in spring, which was mainly affected by temperature. Plant experienced a peak during the development and rapid growth period of June to August, it was same as rainy season. 6~15 days after flower off was the fruit enlargement period. Lag length of the fruit increased with the roughness, and fruit maturity was about 33 days. The average yield per plant up to 42.50 g was used intensive cultivation technique. Per 667 m² can be harvest fiber 78.98 kg, the average cotton rate of 19.37%, and the coefficient of variation of 12.69%. Intensive cropping was used to plant *Calotropis gigantea* can to save the land, to achieve stable and high yield.

Key words: dry-hot vally; *Calotropis gigantea*; cultivation technique; yield