

生长调节剂对麻疯树成花及营养物质的影响

王秀荣, 赵 杨, 丁贵杰, 韩 磊, 谢 毅

(贵州大学 林学院, 贵州 贵阳 550025)

摘 要:运用正交实验设计,用不同水平的 6-苄氨基嘌呤(6-BA)+赤霉素(GA₃)+肥种处理麻疯树茎尖,研究外源物质对麻疯树花芽分化及树体内营养物质的影响。结果表明:各处理对麻疯树成花数量有显著影响,6-BA(2 mg/L)+GA₃(50 mg/L)+肥种(氮)为最优促花组合,正交实验设计中以 6-BA(0.5 mg/L)+GA₃(50 mg/L)+肥种(氮)的促花效果较好;GA₃是影响麻疯树成花的主要因子。处理促进营养生长和生殖生长,二者交错进行。处理株叶片内氮、可溶性糖、淀粉、C/N 比、钾的含量和变化趋势均呈增加-降低-再增加的 S 型模式。磷的含量在早期达到最大,之后便持续下降。叶片内钾在最高含量是最低含量的 4.8 倍,变幅最大,磷和钾呈极显著正相关。枝条生长与叶片内可溶性糖含量显著负相关。

关键词:麻疯树;生长调节剂;花芽分化;营养物质

中图分类号:S 482.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)12-0047-04

麻疯树是重要的生物能源树种,目前生产上产量过低是影响麻疯树形成产业发展的重要原因之一。近年

第一作者简介:王秀荣(1972-),女,在读博士,副教授,现主要从事森林培育和园林植物及遗传育种方面的教学与科研工作。

责任作者:丁贵杰(1960-),男,博士,教授,博士生导师,现主要从事森林培育的研究与教学工作。

基金项目:贵州省重大专项资助项目(黔科合重大专项字(2007)6004-5);教育部博士点基金资助项目(20070657001);贵州省自然科学基金资助项目(黔科合 J 字[2010]2048 号);贵州省人才基地建设资助项目(黔人领发[2009]9 号);省创新团队资助项目(黔科合人才团队(2011))。

收稿日期:2012-03-07

来对麻疯树的开花习性、传粉生物学特性及花的解剖结构方面的研究较多,主要集中在麻疯树花粉活力、柱头可授性、人工授粉试验^[1-2]、传粉生物学特性^[3]、雌雄花的形态解剖学观察^[4]、性比及雌雄花器官尺寸数量^[5]方面的观察和研究。植物激素对植物的生长发育有重要的调节控制作用。目前激素调节植物开花方面的研究多集中在蔬菜如黄瓜^[6]及果树如龙眼^[7]、荔枝^[8]、板栗^[9]等。研究表明,适合浓度的 GA₃ 处理有助于提高麻疯树雌花数量^[10],关于其它生长调节剂对麻疯树花芽分化的调节作用,及施用外源调节剂期间麻疯树体内生理物质如何发生变化,目前尚未见相关报导。该试验运用多

参考文献

- [1] 毛忠贵.生物工程下游技术[M].北京:中国轻工业出版社,2009(7):110-112.
- [2] 李香兰,王仲英.马齿苋不同部位总黄酮含量的测定[J].光谱实验室,2004,21(5):898-900.
- [3] 李秋红,罗莉萍,叶文峰.超临界 CO₂ 萃取杜仲叶总黄酮的研究[J].食品科学,2006,27(12):553-555.
- [4] 王正芸.超临界 CO₂ 萃取芦笋中总黄酮的工艺研究[J].食品研究与

开发,2007,28(10):42-46.

- [5] 章爱华,邓斌,蒋刚彪,等.马齿苋黄酮提取液抗氧化活性的初步研究[J].食品科技,2008(8):140-143.

- [6] 黄春红,殷武平,郝小花.野生马齿苋草粉总黄酮的提取及含量测定[J].湖北农业科学,2011,50(7):1462-1464.

- [7] 雷红伟,陆付耳,徐丽君,等.紫外分光光度法测定马齿苋总黄酮的含量[J].中西医结合研究,2011,2(3):126-128.

Study on Supercritical CO₂ Extraction of Flavonoids from *Portulaca oleracea* L.

ZHAI Shuo-li

(Department of Biology, Hengshui University, Hengshui, Hebei 053000)

Abstract: By single factor and orthogonal experiment, the supercritical CO₂ technology was used to extract flavonoids from *Portulaca oleracea* L. The effects of pressure, temperature, time and dosage of chemical preparation on extractabilities of flavone were studied. The results showed that the best craft conditions were: extraction tressure 30 MPa, extraction temperature 45°C, extraction time 2.0 h, dosage of chemical preparation 4.0 mL/g, and the extraction rate was 8.55%. The successive order of different effect factors was extraction pressure > dosage of chemical preparation > extraction temperature > extraction time.

Key words: supercritical CO₂; *Portulaca oleracea* L.; flavonids

种外源物质处理麻疯树茎尖,对明显促进开花的处理组合进行树体内相关物质的分析,了解麻疯树花芽分化期间营养物质的需要及变化,对于全面系统地研究麻疯树开花机理,确定人工调控麻疯树开花的合理时期,同时生产上可使开花期相对集中,便于果实采收和树体管理,以及在不能正常开花的年份通过人工调控提高麻疯树产量都有着重要的理论和实际意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

于2011年5月8号,在试验地选择年龄、生长势基本一致的麻疯树植株,每株上选8个枝条进行挂牌标记。

1.2 试验地概况

罗甸县位于贵州省南部罗甸县国营林场麻疯树分布区,海拔500 m左右。北纬25°43'58",东经106°42'56",属于亚热带季风气候,年平均温度达20℃,极端最高气温40.5℃,极端最低气温零下3.5℃,年均降雨量1335 mm。

1.3 试验方法

试验采用 $L_9(3)^4$ 正交实验设计,施用的外源物质及浓度见表1。将药品喷施于茎尖及周围的叶片上,以喷到叶面自动向下滴水为准,连续喷施2 d,每天1次,以喷施清水作为对照(A0)。施药1周后定期调查其开花及叶片的生长情况;并采集枝条上部数第4片叶片,低温保存后带回实验室,105℃杀青,85℃烘到恒重,进行N、P、K、可溶性糖(Sug)及淀粉(Sta)测定。

表1 $L_9(3)^4$ 正交实验设计

激素种类	6-BA(A) /mg·L ⁻¹	GA ₃ (B) /mg·L ⁻¹	肥种(C)
水平(1)	0.5	50	N(尿素1%)
水平(2)	1.0	100	PK(KH ₂ PO ₄ 0.3%)
水平(3)	2.0	200	硼锰(硼砂0.3%+硫酸锰0.1%)

1.4 项目测定

氮(N)采用H₂SO₄-H₂O₂比色法测定,磷(P)采用H₂SO₄-H₂O₂消煮钼锑抗比色法测定,钾(K)采用H₂SO₄-H₂O₂消煮火焰光度计法测定,可溶性糖(Sug)及淀粉(Sta)采用蒽酮比色法测定^[11]。C/N=(Sug+Sta)/N。

1.5 数据分析

试验数据采用Excel及DPS软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 药物处理对麻疯树生长的影响

由表2可知,3个处理因子中,6-BA的各水平成花差异不显著,以水平3成花最好,GA₃各水平间成花数差异显著,以水平1效果最好,平均每枝0.5889个。以A3B1C1[6-BA(6-苄氨基嘌呤)(2 mg/L)+GA₃(赤霉素)(50 mg/L)+肥种(N)]为最优处理组合,该组合没有出

现在设计的A1~A9试验中。在试验设计的组合中以A1即A1B1C1[6-BA(6-苄氨基嘌呤)(0.5 mg/L)+GA₃(赤霉素)(50 mg/L)+肥种(N)]的促花效果较好,平均每枝1.00个花序,其次较好的是A7、A8,每枝平均分别形成0.6和0.4个。极差分析表明,各因子极差值表现为GA₃(0.6444)>A×B(0.3556)>肥种(0.2444)>6-BA(0.1111),以GA₃对花序形成的影响最大,6-BA的影响最小。且随着GA₃浓度增高,成花数呈下降趋势,表明高浓度的GA₃不利于成花。

表2 正交实验结果分析

因素试验	6-BA(A)	GA ₃ (B)	A×B	肥种(C)	花序数/显著性
1	0.5	50		N	1.00a
2	0.5	100		PK	0.00b
3	0.5	200		硼锰	0.00b
4	1	50		硼锰	0.33ab
5	1	100		N	0.33ab
6	1	200		PK	0.00b
7	2	50		PK	0.60ab
8	2	100		硼锰	0.40ab
9	2	200		N	0.00b
K ₁	0.3333	0.6444a	0.4667	0.4444	
K ₂	0.2222	0.2444ab	0.1111	0.2000	
K ₃	0.3333	0.0000b	0.3111	0.2444	
R	0.1111	0.6444	0.3556	0.2444	

注:不同小写字母表示在5%水平的差异显著。

2.2 处理后生长及营养物质含量的变化

以已有组合中促花效果最好的A1为例,对药物处理后麻疯树花序及营养元素进行分析,以了解在整个发育过程中内源营养变化与生长间的关系。

2.2.1 生长情况 由图1可知,处理1周后从5月初萌芽开始到15号,为叶片数量增多的阶段,5月15~31日为叶片面积增大的阶段,故周平均叶片增长数有所下降,5月31至6月12日期间叶片数量又开始1次快速增加,之后增长速度便持续下降,到7月17日后茎尖基本停止生长;5月初至5月22日基本没有新梢形成(图1D),5月22日至6月12日为新梢大量形成期,此期麻疯树随着叶片数量和叶面积增加,树体营养充足,树体开始萌发新梢。生殖生长方面,处理株在5月15日和6月30日左右出现2次成花高峰期。由生长曲线可以看出(图1G、H、I),在花序出现较多的时间叶片的增长速度较缓慢,而叶片快速增加的时间,没有花序出现。5月22至6月12日期间为新梢大量萌发的时间,对应的时间几乎没有花序形成。这说明是生殖生长与营养生长之间由于对营养的竞争,而出现交错生长的现象,也

可能是叶片快速增长后合成营养的能力加强,为形成花芽提供足够的营养保证。而对照株(图略)在观测期内营养生长一直保持较缓的增长,生殖生长方面,对照株只在6月13日前后出现成花高峰。二者在最终的叶片数量上并没有明显差异,只是早期叶片数量的迅速增加可能有利于植株进行光合作用,积累营养物质,为花芽分化及开花做物质上的准备。

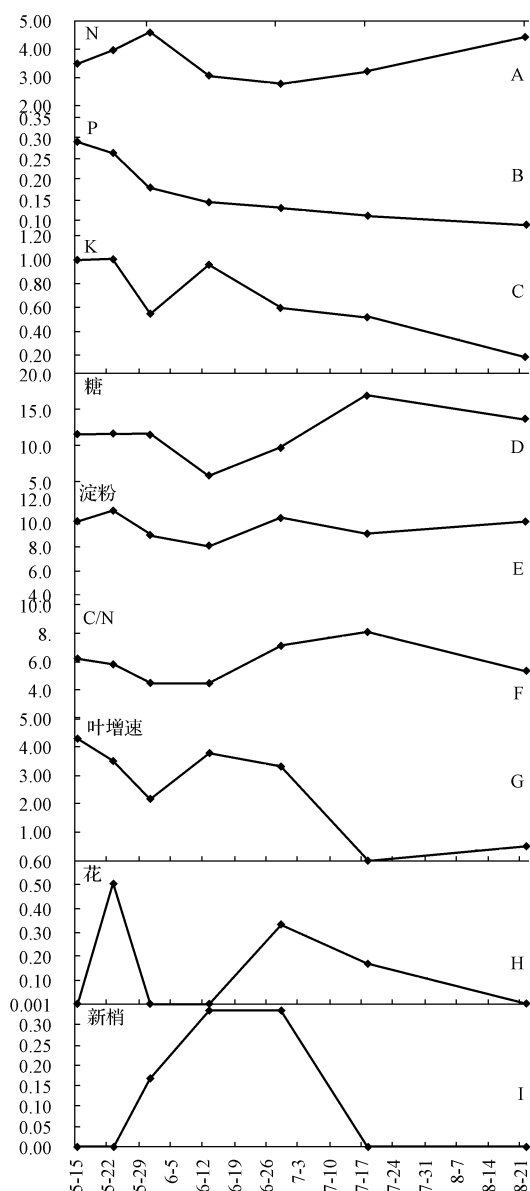


图1 处理后不同时间内生长情况及营养物质变化

2.2.2 营养物质含量变化 由图1A可知,N含量保持快速增加,5月31日达到最高值,之后便连续降低,6月29日前后达到最低值,之后又开始增加,到8月22日出现第2次峰值。Sug、Sta、C/N比的变化趋势也基本与N含量相似(图1),呈现出先升后降再升高的趋势。表明在花芽出现之前,植株要进行物质上的准备,加上叶片萌发,光合作用加强,使叶片内的各种营养物质含量快

速增高。之后随着花芽出现,开始进行花的形态分化,叶片中的营养物质开始向花序中转移,从而出现N、Sug、Sta、C/N比下降,6月29日前,随着第1次开花期结束及果实发育进入稳定期,且叶片数量及叶面积增大,植株的营养积累开始增多,叶片内各物质的含量开始增加。处理植株叶片内P含量在5月15日达到最高0.289%(图1B),之后便持续下降,到8月22日降到仅有0.089%,在整个花和果实的发育过程中,叶片内P含量呈现持续下降,说明花和果实的发育需要大量的P,所以保证充足的P供应也是促进麻疯树花芽形成及开花结实顺利进行的前提。药物处理后植株叶片内的K含量快速增加(图1C),在5月23日达到最高1.003%,之后伴随着5月15~23日出现的花序进行花形态分化,叶片内K的含量降低,之后又迅速增加,并在第2次花芽出现后开始持续降低到0.228%,最高含量是最低含量的4.8倍,表明K对花芽分化过程有着重要的作用。

2.3 各元素相关性分析

对各营养元素含量进行相关性分析表明,叶片的周增长速度与叶片内P含量显著相关,与K极显著相关,而与可溶性糖含量则呈显著负相关,这可能是因为在叶片快速增长需要消耗大量可溶性糖,而此时由于成花数量减少,使叶片内的P、K向花芽的运输减少,从而使叶片内P、K含量增高,表现出与叶增速的正相关;新梢数与叶片可溶性糖含量呈显著负相关,表明在花芽分化过程中,可溶性糖起着重要作用。

P和K显著相关,P和K是植物体必须的2种矿质元素,磷在植物体中参与氮代谢、硝酸盐还原、氮的同化以及蛋白质合成,使用磷肥能促进植物对氮的吸收;K⁺能促进叶绿素的合成,改善叶绿体的结构,从而加强光合作用,促进植物对P的吸收,K⁺能促进NO₃⁻的吸收,钾能明显提高植物对氮的利用,也促进植物从土壤中吸取氮素。氮、磷、钾在植物吸收利用过程中相互影响,三要素的比例,往往直接决定着树木的生长状况。银杏种子内的磷、钾元素对氮元素含量具有加合效应^[12],与该试验的结果一致。

3 结论与讨论

运用正交实验设计,用GA₃+6-BA+肥种处理麻疯树茎尖,结果表明,不同处理间麻疯树形成花芽的数量显著差异。其中对麻疯树促花的最优组合是A3B1C1[6-BA(6-苄氨基嘌呤)(2 mg/L)+GA₃(赤霉素)(50 mg/L)+肥种(N)],已有试验组合中以A1B1C1[6-BA(6-苄氨基嘌呤)(0.5 mg/L)+GA₃(赤霉素)(50 mg/L)+肥种(N)]的促花效果较好。极差值比较表明,以GA₃对花序形成的影响最大,6-BA的作用最小。GA₃+6-BA+肥种还可以促进植株营养生长,处理后叶片内营养物质含量

表 3

花、叶与营养物质间相关性分析

相关系数	N	P	K	糖	淀粉	C/N	叶增速	花
P	0.0800							
K	-0.3800	0.7900 *						
糖	0.3200	-0.1600	-0.5200					
淀粉	0.1500	0.3900	0.0200	0.2900				
C/N	-0.5400	-0.1400	-0.1400	0.5900	0.3200			
叶增速	-0.3200	0.7200 *	0.8400 * *	-0.7700 *	0.1400	-0.3200		
花	-0.2500	0.2300	0.2600	0.0800	0.6700	0.4300	0.1700	
新梢	-0.4900	-0.3000	0.1200	-0.7900 *	-0.4300	-0.2500	0.4000	-0.0400

注: * 表示 $P < 0.05$ 显著相关, * * 表示 $P < 0.01$ 极显著相关。

有剧烈的变化, N、Sug、Sta、C/N 比、K 的含量和变化趋势均呈增加-降低-再增加的变化模式; P 的含量在早期达到最大, 之后便持续下降。K 的最高含量是最低含量的 4.8 倍, P 和 K 呈极显著正相关。快速生长期叶片内可溶性糖含量降低。

该试验结果表明, 合理浓度的 $GA_3 + 6-BA +$ 肥种处理可促进麻疯树茎尖形成花芽, 外源物质刺激麻疯树体进行花芽分化, 最终是通过控制其内在物质的变化进行的。但这些外源物质是如何刺激麻疯树体内营养物质发生变化及其调控开花的机理还需进一步深入研究。

参考文献

- [1] 李昆, 尹伟伦, 罗长维. 小桐子繁育系统与传粉生态学[J]. 林业科学研究, 2007, 20(6): 775-781.
- [2] 罗长维, 李昆, 陈友, 等. 膏桐花粉活力与柱头可授性及其生殖特性研究[J]. 西北植物学报, 2007, 27(10): 1994-2001.
- [3] 杨清, 彭代平, 段柱标, 等. 小桐子传粉生物学研究[J]. 华南农业大学学报, 2007, 28(3): 62-66.
- [4] 王秀荣, 丁贵杰. 麻疯树花的形态和解剖结构[J]. 林业科学, 2011, 47(9): 57-61.
- [5] 何亚平, 蔡小虎, 费世民, 等. 单性花同株植物麻疯树性比的大小依赖性[J]. 四川林业科技, 2011, 32(1): 14-24.
- [6] 谢无畏, 林凡荣, 徐莺, 等. 麻疯树育种指标的研究[J]. 安徽农业大学学报, 2009, 36(3): 387-392.
- [6] 吴良进. 乙烯利对夏黄瓜雌花发生的影响[J]. 园艺博览, 2009(1): 18, 21.
- [7] 廖文彬, 彭明. 龙眼花芽分化生物学调控研究进展[J]. 热带农业科学, 2009, 29(3): 56-58.
- [8] 肖华山. 荔枝 (*Litchi chinensis* Sonn.) 花性分化的细胞学及生理生化基础[D]. 福州: 福建农林大学, 2002: 102-111.
- [9] 雷新涛, 夏仁学, 李国怀, 等. GA_3 和 CEPA 喷布对板栗花性别分化和生理特性的影响[J]. 果树学报, 2001, 18(4): 221-223.
- [10] 王港, 罗扬, 陈波涛. 外源植物激素对麻疯树开花影响初探[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(5): 86-89.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [12] 王建, 贾玉彬, 张钢民. 银杏种子生长发育过程中营养元素含量相关性分析[J]. 河北林果研究, 1998, 13(1): 49-53.

Effect of Growth Regulator on the Flower Bud Differentiation and Nutritive Material of *Jatropha curcas*

WANG Xiu-rong, ZHAO Yang, DING Gui-jie, HAN Lei, XIE Yi
(Forestry College, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025)

Abstract: To understand the effect of allogenic material on flower bud differentiation and nutritive material of *Jatropha curcas*, different levels of 6-BA(6-benzylaminopurine) + GA_3 (gibberellin) + fertilizer were sprayed on the stem apex with orthogonal test. The results showed that it had obvious effect on promoting flower bud formation. The best combination in promoting flowering was 6-BA(2 mg/L) + GA_3 (50 mg/L) + N(urea1%). Flower buds were borne most upon the stem tips treated with 6-BA(0.5 mg/L) + GA_3 (50 mg/L) + N(urea1%). GA_3 was the key factor in promoting flower bud formation. Treatments increased the rate of vegetative growth and reproductive growth alternatively. The leaf-status of N, K, sugar, starch and C/N changed in S-bend: increasing-decreasing-increasing. P content reached the highest after treatment and then steady declined. The maximum level of K was 4.8 times the minimum of itself. The content of P and K was significantly positive. Vegetative growth had a significant negative correlation with the content of soluble sugar.

Key words: *Jatropha curcas*; growth regulator; flower bud differentiation; nutritive material