

## 紫花芒果花芽生长发育规律

李桂芬<sup>1,2</sup>, 薛进军<sup>2,3\*</sup>, 宋烽瑛<sup>2</sup>

(1. 广西农业科学院 园艺研究所, 南宁 530007; 2. 广西大学 农学院, 南宁 530005; 3. 河北工程大学 农学院, 河北 邯郸 056000)

**摘要:** 用环剥摘叶法和石蜡切片法对紫花芒果花芽生长发育规律进行研究, 结果表明: 紫花芒果花芽生理分化期开始于末次梢停长后 1~6 周(11月初), 到 11 月 23 日为止, 75% 以上的芽完成了生理分化。形态分化始期为末次梢停长后 3~4 周(11月中旬), 到第二年 1 月中下旬止, 持续时间为 60~75 d。从 10 月 30 日到 11 月 6 日为花芽未分化期或是处于叶芽期, 11 月 16 日至次年 1 月 4 日为花芽分化前期, 11 月 16 日至次年 1 月 8 日为花序分化期, 12 月 21 日至次年 1 月 8 日为花序第一分枝分化期, 12 月 21 日至次年 1 月 14 日为花序第二分枝分化期, 1 月 8 日至 1 月 26 日, 开始花序基部的小花花器官的分化, 先是花萼、花瓣的分化, 接着为雄蕊、雌蕊、蜜盘的形成, 此为花器官分化期。

**关键词:** 芒果; 花芽; 生理分化; 形态分化

**中图分类号:** Q944.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2007)05-0780-06

## Rule of growth and development on flower-bud of *Mangifera indica* cv. Zihuamang

LI Gui-Fen<sup>1,2</sup>, XUE Jin-Jun<sup>2,3\*</sup>, SONG Feng-Ying<sup>2</sup>

(1. Horticulture Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China; 2. College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530005, China; 3. College of Agriculture, Hebei Engineering University, Handan 056000, China)

**Abstract:** The growth and development of mango(cv. Zihuamang)flower-bud were studied by using methods of girding, picking off leaves and paraffin section. The results showed that the physiological differentiation started after 1 to 6 weeks, in early November, when last mature shoots stop growing. More than 75% of buds passed the physiological differentiation stage until November 23th. Morphological differentiation stage began in middle November after the last mature shoots stop growing, until middle or late January in next year, and the morphological differentiation stage lasted for 60~75 days. Vegetative stage or the period of leaf bud was from October 30th to November 6th. Preceding differentiation of flower-bud was from November 16th to January 4th in next year. Inflorescence differentiation stage was from November 16th to January 8th in next year. The first branching of inflorescence was from December 21th to January 8th in next year. The second branching of inflorescence was from December 21th to January 14th in next year. The small flower organ of basal inflorescence began to differentiated from January 8th to January 26th in the next year. At first, the calyx and petal begin to differentiate, and then the stamen, pistil and honey plate. It's the differentiated period of flower organ.

**Key words:** Mango; flower bud; physiological differentiation; morphological differentiation

收稿日期: 2006-06-26 修回日期: 2006-12-06

基金项目: 广西自然科学基金(0339011); 农业部“948”项目(2003-Z53)[Supported by Natural Science Foundation of Guangxi (0339011); “948”Program of Agricultural Ministry (2003-Z53)]

作者简介: 李桂芬(1979-), 男, 广西桂林人, 硕士, 主要从事果树栽培及生理研究。

\* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: xuejinjun@163.com)

花芽生理分化和形态分化的时期和过程是果树最基本的生物学特性之一,历来受到研究者的重视(许明宪等,1962;李永忠等,1994;林淑增等,1981;薛妙男等,1991;陶月良等,2002)。花芽生理分化期是果树花芽分化的临界期,此期生长点的代谢物质处于活跃的状态,是决定能否向花芽方向转化的关键时期。不同果树的花芽形态分化过程有很大差异,尤其是分化时间的长短,对于开花起主要作用。紫花芒是广西农学院 80 年代选育出来的优良品种,曾经占据我国芒果栽培面积的 80% 以上。近年随着很多优良新品种的引进,大量的紫花芒被高接更新。我们在生产中发现,紫花芒容易在生长季开花,利用紫花芒调节芒果产期,可能使紫花芒品种在生产上发挥更大的作用。

芒果花芽的形态分化虽然有过研究(李永忠等,1994;林淑增等,1981),但生理分化未见报道。为了探索在广西进行紫花芒产期调节技术及机理,进行了该项研究。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料

试验于 2003 年 11 月至 2004 年 1 月在广西大学农学院教学果园进行,并于 2004 年 10 月 24 日至 2004 年 12 月重复一次。试材为生长结果正常的紫花芒品种,树龄 17 a。

### 1.2 方法

1.2.1 生理分化期研究 采用环剥摘叶法(许明宪等,1962)。选生长正常的外围多年生大枝 6 个,每个大枝上至少有 20 个枝条。分成 3 组,每组 2 个大枝,其中一个大枝环剥摘叶,另一个大枝只环剥不摘叶作对照。2003 年 11 月 2 日,在大枝基部进行环剥,环剥宽度为 5~8 mm。然后将摘叶处理的大枝叶片摘除,只留枝条顶部 1 片大叶,每隔 7 d 处理 1 次,共 10 次,翌年春季观察开花情况。以上 3 组处理的枝条均进行挂牌编号并进行定期观察记录。所有处理枝条均不进行冬季修剪。花芽形成百分率以花芽数占处理芽数的百分比表示。生理分化开始期的确定是根据摘叶组开始有花序形成的日期。根据摘叶组和不摘叶组花芽形成百分比之差数,用“t 检验法”检验花芽形成百分比之差异,当差异不显著时为分化缓慢期,差异显著时为分化盛期(许明宪等,1962)。

1.2.2 花芽形态分化观察 采用石蜡切片法(王彩云等,2002;林淑增等,1981):①取样,在生理分化处理区的树上,从 2003 年 11 月 16 日开始,在树冠不同方向取外围老熟枝条的顶芽,每隔 7 d 采 1 次,每次采 30 个,到 2004 年 1 月 26 日(花序伸长期)为止。②固定,每次取样后,将样品洗干净,用 FAA 固定液固定。③处理,将固定液中的芽取出,剥去鳞片→抽气软化→脱水→透明→浸蜡→包埋→切片(厚度 8 μm)→粘片→脱蜡染色(代氏苏木精)→脱水透明→封片保存。④镜检,在高倍显微镜下观察,每期选有代表性片子 3~5 个。⑤照相,对选出的片子进行显微照相。

1.2.3 形态开始分化旺盛期和缓慢期的划分 依据各观察时期中处于“分化前期”状态芽的百分率而定。当处于分化前期芽数的百分率大于 10% 时,定为开始分化盛期,小于 10% 时,定为开始分化缓慢期(许明宪等,1962)。采用花芽分化指数表示花芽分化的进程。花芽分化指数 =  $\sum(\text{花芽分化级数} \times \text{本级分化芽数}) / \text{最高级数} \times \text{调查总芽数}$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 紫花芒花芽的生理分化期

叶片在成花过程中有重要作用,当去叶不能抑制花芽分化时,表明此时已通过了花芽生理分化时期。从表 1 可知,紫花芒花芽生理分化时间:2003 年 11 月 2 日摘叶处理的芽,仅有 10.3% 的顶芽形成花芽,11 月 9 日摘叶处理的芽,3 个大枝上都有花芽形成,花芽分化率为 50.5%。11 月 16 日摘叶处理的芽,花芽分化率在 64.1% 以上。从 11 月 23 日到次年 1 月 4 日摘叶处理的枝条花芽分化率都在 60%~99% 间,这说明 2003 年 11 月 2 日(枝梢停长后 1~2 周)已有小部分花芽渡过了花芽分化的临界期即生理分化期,随着处理时间的推迟,成花率逐渐提高。至 2003 年 11 月 23 日(枝梢停长后 4~6 周)大部分花芽已度过了花芽分化的生理分化期,以后基本稳定。

据 2003 年的试验结果,2003 年 11 月 2 日第一次进行环剥摘叶的芽,已有 10.3% 的芽完成了花芽生理分化。因此,在 2004 年进行重复试验时将第一次进行环剥摘叶的时间提前了两周。由表 2 可知,2004 年 10 月 24 日摘叶处理的芽,没有顶芽形成花芽,10 月 30 日摘叶处理的芽,花芽分化率只有

2.1%,说明已有小部分顶芽分化成花芽;11月6日摘叶处理的芽,花芽分化率为10.5%,从11月14日到11月28日摘叶处理的枝条其花芽分化率都在21.7%~27.9%间,从12月6~26日,环剥摘叶已不能抑制绝大部分花芽的形成,这说明10月30日(枝梢停长后1~2周)已有小部分花芽渡过了花芽分化的生理分化期,随着处理时间的推迟成花率逐渐提高,而12月6日(枝梢停长后5~6周)大部分花芽已渡过了花芽分化的临界期即生理分化期,以后基本稳定,说明花芽数量基本不再增加。根据表2的摘叶组和不摘叶组花芽形成百分比之差数,经“t检验法”测定,2004年10月30日~11月28日为紫花芒的花芽生理分化盛期;12月6日~12月26日为生理分化缓慢期。

表1 2003年不同时期成花率

Table 1 The rate of flower formation in 2003

处理时间 Date (day/month)	2/11	9/11	16/11	23/11	30/11	7/12	15/12	21/12	28/12	4/1/04
摘叶成花率 Flower formation of treatment (%)	10.3	50.2	64.1	97.8	76.3	59.1	99.3	89.5	87.3	78.5
对照成花率 Flower formation of CK (%)	55.5	84.1	82.4	80	81.9	100	98.2	89.1	92.7	74.3

表2 2004年不同时期成花率

Table 2 The rate of flower formation in 2004

处理时间 Date (day/month)	24/10	30/10	06/11	14/11	21/11	28/11	06/12	12/12	19/12	26/12
摘叶成花率 Flower formation of treatment (%)	0.0	2.1	10.5	21.7	21.3	27.9	87.3	75.0	77.3	85.0
对照成花率 Flower formation of CK (%)	75.1	77.8	85.0	85.9	92.9	92.7	92.7	88.3	87.5	90.0

## 2.2 花芽形态分化时期观察

紫花芒花芽分化从形态上可分为未分化期、分化前期和分化期,其中分化期又可分为:花序分化期、花序第一分枝化期、花序第二分枝分化期、花器官分化期。

从顶芽的外部形态上观察,花芽未分化时,顶芽芽体瘦小,外有褐色苞片包裹。当顶芽的基部膨大,苞片顶尖稍微松开,这时已进入花芽分化前期。之后进入花序分化期,外观上看顶芽的基部继续膨大,苞片顶部松开,花序原始体突起。随后芽体伸长,褐色苞片开始松开,露出内部绿色的鳞片叶,鳞片叶腋间也出现花序原基突起,此即为花序的第一分枝。从第一分枝上再分化第二分枝,这时芽外观是芽体明显伸长,褐色苞片已脱落,绿色鳞片叶松散,剥开鳞片叶可以看见花序雏形。鳞片叶散开后,花序分枝露出鳞片外,第一分枝、第二分枝继续分化伸长,鳞片脱落,在第二分枝上或第三分枝上产生三个小花的聚伞花序,这时花序基部的小花开始分化花器

官(花萼、花瓣、雄蕊、雌蕊)。

对比表1和表2,发现2003年11月2~30日的摘叶成花率比2004年同时期的都高,也就是说2003年的生理分化时期比2004年来得早,历时也短。据统计:2003年11月的平均气温是21.8℃,月平均降水量仅为1.3mm,而2004年11月份的平均气温是19.6℃,月平均降水量为21.8mm,由此可见。2003年11月份比2004年同期高温干旱,不利于植株营养生长,而有利于枝条老熟和花芽分化,所以2003年的芒果生理分化比2004年来得早,历时也短。

综合两年环剥摘叶试验结果,经“t检验法”测定,可确定紫花芒的大部分顶芽是在10月底到12月初完成生理分化的,此时正是枝条停长后的1~6周。在此之前,紫花芒的顶芽处于花芽未分化期。

官(花萼、花瓣、雄蕊、雌蕊)。

经石蜡切片镜检观察:从表3可知紫花芒形态分化各时期的分化时间:(1)未分化期:10月30日到11月6日,芽的生长点平而狭小,生长点细胞致密排列整齐,为未分化期(图版1~2)。(2)分化前期:11月6日至次年1月4日,芽的生长点突起,顶部略圆形,细胞排列疏松,标志花芽开始形态分化。此时期为花序分化前期。从表3得知,分化盛期从11月16日到次年1月1日,花芽分化率平均达到72.4%;1月4日以后花芽分化率只有7.4%,这一时期为分化缓慢期(图版I:3)。也可按分化百分率分为分化初期(11月6日)、分化中期(11月16日~12月14日)、分化后期(12月21日~1月4日)。(3)分化期:经过分化前期的准备,花芽进入各级花序和各个花器官的分化期:①花序分化期:11月16日至次年1月8日,生长点两边突起,为花序原基(图版I:4-8)。②花序第一分枝分化期:12月21日至次年1月8日,花序中轴鳞片叶间突起伸长,即

第一分枝(图版 I:9-10)。③花序第二分支枝化期:12月21日至次年1月14日,第一分枝腋间产生突起并伸长,即第二分枝(图版 I:11-14)。④花器官分化期:1月8日至1月26日,花序基部的小花开始分化花器官,先花萼、花瓣,接着雄蕊、雌蕊、蜜盘先后形成(图版 I:15-18)。

### 2.3 紫花芒形态分化进程

从表3可知,紫花芒花芽分化的速率具有快—慢—快的特点,生理分化快,花序分化慢,花器官分化快。生理分化从10月30日至12月6日,持续37 d。花序分化从11月16日至次年1月4日,持续58 d。花器官分化从1月8日至1月26日,仅持续18 d就可相继分化出花萼、花瓣,雄蕊、雌蕊、蜜盘。

采用花芽分化指数表示花芽分化的进程。花芽分化指数 =  $\sum(\text{花芽分化级数} \times \text{本级分化芽数}) / \text{最高级数} \times \text{调查总芽数}$ ,按芒果花芽分化的各个时期,将未分化期、分化前期、花序分化期、花序第一分枝分化期,花序第二分枝分化期和花器官分化期一约定为0~5级。从表4得知,从11月16日到次年1月1日,紫花芒的花芽分化指数都较低,同时从石蜡切片观察得知,这段时间顶芽的分化时期主要是花芽分化前期,说明芒果形态分化前期分化进程缓慢,分化程度低。从1月4日开始,花芽的形态分化进程开始加快,仅用15 d花芽分化指数从50.4%迅速上升到100%,说明花芽形态分化后期分化进程迅速、分化程度高。

表3 紫花芒花芽分化各时期(%)

Table 3 Each morphological differentiation stage of *M. indica* cv. Zihuamang

采样时间 Date (day/month)	未分化期 Undifferentiation stage	分化前期 Differentiation prophase	花序分化期 Inflorescence differentiation stage	第一分枝分化期 First grade of inflorescence	第二分枝分化期 Second grade of inflorescence	花器官分化期 Flower organ differentiation
30/10/03	100	0	0	0	0	0
06/11/03	87	13	0	0	0	0
16/11/03	0	88	12	0	0	0
23/11/03	0	83	17	0	0	0
30/11/03	0	97	3	0	0	0
07/12/03	0	90	10	0	0	0
14/12/03	0	82	18	0	0	0
21/12/03	0	50	40	10	0	0
28/12/03	0	52	40	8	0	0
01/01/04	0	38	62	0	0	0
04/01/04	0	7	48	30	15	0
08/01/04	0	0	10	26	55	11
11/01/04	0	0	0	0	66	34
14/01/04	0	0	0	0	17	83
20/01/04	0	0	0	0	0	100
26/01/04	0	0	0	0	0	100

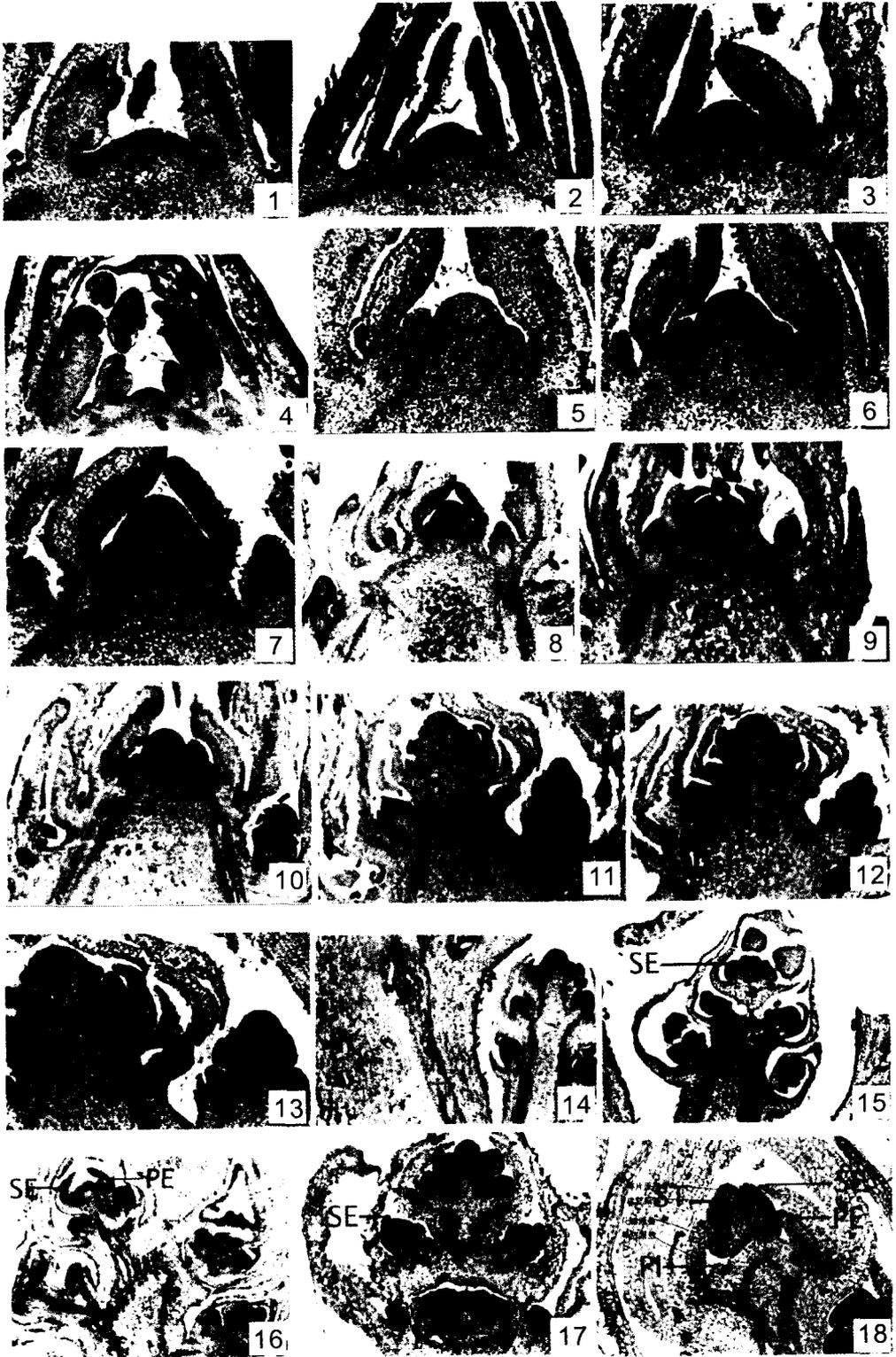
## 3 小结与讨论

(1)不同品种、不同芽体、不同地域花芽分化的程序均相同,但是分化开始时期的早晚及分化时期持续时间的长短有所不同。本研究着重补充了芒果生理分化部分,结果表明,南宁地区花芽生理分化10月底即已开始,花芽形态分化11月中旬开始。在生理分化的临界期,生长点原生质处于不稳定状态,对内部因素,外部条件有高度的敏感性,这一时期的芽处于可塑状态,依内外条件,可转化成花芽,也可转化成叶芽。可见生理分化期是形成花芽的关键时期,是决定紫花芒花芽分化数量的时期,应加强

树体管理,做好整形修剪工作使树体通风透光,增加植株的同化作用,做好环剥、断根工作,增加枝条养分积累,保证树体有大量花芽形成。

(2)果树花芽生理分化的时期,一般都由形态开始分化期向前推一段时间确定,往往只能是一个大致的推断,生产上经常导致促进成花的时间不是很准确。我们通过环剥摘叶的方法,弄清了南宁地区紫花芒花芽生理分化的盛期在11月中旬,这对于准确把握促进紫花芒花芽分化的时间,具有重要的意义。

(3)形态分化始期在11月16日到次年1月4日大约1个半月的时期内,经历的时间较长,这为指导紫花芒在采后加强修剪和肥水管理,争取培养2



图版 I 1. 未分化期; 2-3. 分化前期; 4-8. 花序分化期; 9-10. 花序一级分支分化期; 11-14. 花序二级分支分化期; 15-18. 花器官分化期。SE: 花萼原基; PE: 花瓣原基; ST: 雄蕊原基; PI: 雌蕊原基(放大倍数 1、3、5、6、7、18,  $\times 10$ ; 2、4、8-17,  $\times 5$ )。

Plate I 1. Undifferentiation stage; 2-3. Differentiation prophase; 4-8. Inflorescence differentiation stage; 9-10. The first grade of inflorescence differentiation stage; 11-14. The second grade of inflorescence differentiation stage; 15-18. Flower organ differentiation stage; SE: Sepal primordium; PE: Petal primordium; ST: Stamen primordium; PI: Pistil primordium (Magnification: 1, 3, 5, 6, 7, 18,  $\times 10$ ; 2, 4, 8-17,  $\times 5$ ).

表 4 花芽形态分化进程  
Table 4 The course of flower bud differentiation

观察时期 Date (day/month)	30/10	6/11	11/16	11/23	11/30	12/7	12/14	12/21	12/28	1/1	1/4	1/8	1/11	1/14	20/1	26/1
花芽分化指数(%)Index of flower bud differentiation	0	11.3	22.4	23.3	20.6	22.0	23.6	32.0	32.8	32.5	50.4	72.9	86.9	96.7	100	100

次健壮的秋梢作为来年的结果母枝提供了理论依据。

#### 参考文献:

- 赵宝军. 1997. 树莓花芽分化的研究[J]. 北方园艺, 4:35-37
- Li CY(李长纓), Jian YC(简元才), Du GC(杜广岑), et al. 1999. Research of evaluation method and standard of Sea cabbage's winter habit(甘蓝冬性鉴定方法及标准的研究)[J]. *Acta Agric Boreali-Sin*(华北农学报), 14(3):123-127
- Li YZ(李永忠), Ma WH(马蔚红). 1994. Preliminary study of Mango flower bud differentiation in weat of Guangdong(粤西地区芒果花芽分化初步研究)[J]. *J Guangxi Trop Crop Sci Tech*(广西热带农业科技), 2:15-17
- Lin SZ(林淑增), Chen ZW(陈宗苇). 1981. The first researchful reports of Mango flower bud differentiation(芒果花芽分化研究初报)[J]. *Acta Hort Sin*(园艺学报), 8(4):9-14
- Rao MM, Bojappa KM. 1979. Fruit-bud differentiation in Mango "AlpLonso and Totapuri" under tropical raing conditions[J]. *Sci Hort*, 10(1):95-99
- Ravishankar H. 1979. Studies on fruit bud diffetentiationand flowering in mango (*Mangifera india* L.) CV[J]. *Alphonso and Totapuri Hort Abs*, 49(5)38-70
- Samon JA, Li GX(李国华). 1989. Cultivation of overseas Mango(国外芒果栽培)[J]. *J Yunnan Trop Crop Sci Tech*(云南热带农业科技), 4:43-48
- Tao YL(陶月良), Zeng GW(曾广文), Zhu C(朱成). 2002. The morphological and anatomical studies on differentiation of floral buds in cucumbers(黄瓜花芽起始分化的形态解剖研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 22(3)
- Wang CY(王彩云), Gao LP(高莉萍), Lu DF(鲁涤非), et al. 2002. Study on flower bud morphological differentiation of *Osmanthus fragrans* 'Houban Jingui'('厚瓣金桂'桂花花芽形态分化的研究)[J]. *Acta Hort Sin*(园艺学报), 29(1):52-56
- Xu MX(许明宪), Huang SZ(黄尚志). 1962. The physiological differentiation and morphological differentiation of apple flower bud(苹果花芽的生理分化和形态分化)[J]. *Acta Hort Sin*(园艺学报), 1(2):137-140
- Xue MN(薛妙男), Wei AH(韦安华), Chen TT(陈腾土), et al. 1991. A study on differentiation of the flower buds in Shatinyu Hort(沙田柚花芽分化研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 11(2):177-180

(上接第 802 页 Continue from page 802)

筛选新方法, SRB(suforhodamine B)法(王青青等, 2000), 这种筛选方法比以前常用的 MTT 筛选方法更简单、快速、敏感, 结果更准确、可靠。

(2) 本实验仅对紫玉盘属植物中紫玉盘植物进行不同采收期抗癌生物活性研究, 发现了其分布规律, 抗癌生物活性成分将另文发表。但是, 要弄清其积累规律, 以及同属中其它植物抗癌生物活性物质的分布、积累规律等相关问题, 还有待进一步研究。

本研究得到广西植物研究所刘演副研究员的大力帮助, 特此致谢!

#### 参考文献:

江苏新医学院. 1997. 中药大辞典[M]. 上海: 上海人民出版社:

3 955

- 张小玲, 阮俊, 宋芸娟, 等. 2005. 广西产紫玉盘提取物抗肿瘤活性的粗筛[J]. 南华大学学报·医学版, 32(5):695-696
- 杨早. 2005. 番荔枝科植物抗肿瘤作用研究概况[J]. 安徽医药, 9(7):484-485
- 杨世林, 余竞光, 徐丽珍. 2000. 番荔枝科植物化学成分及其抗肿瘤活性[J]. 中国医学科学院学报, 8(22):376-82
- Fu LW(符立梧), Pan QC(潘启超), Chen WS(陈文森), et al. 1997. The cytotoxicity of the amnonaceous acetogenins *in vitro*(阿蒂莫耶番荔枝总内酯体外抗肿瘤作用)[J]. *Chin J Cancer*(癌症), 16(6):409
- Wang QQ(王青青), Yu H(余海). 2000. Studies on application of SRB cytotoxicity assay in evaluating anti-cancer drugs(SRB 显色法用于抗癌药物敏感性试验的研究)[J]. *Bull Sci Tech*(科技通报), 16(2):104-107