

## 三倍体枇杷的茎尖培养及诱导生根

邓仁菊<sup>1,2,\*</sup>, 范建新<sup>1,3,\*</sup>, 王永清<sup>1,\*\*</sup>, 潘翠萍<sup>1</sup>, 邓群仙<sup>1</sup>, 张继伟<sup>1</sup>, 吕玲玉<sup>1</sup>, 孙靛<sup>1</sup>, 康伟<sup>4</sup>, 徐元军<sup>4</sup>, 张家志<sup>4</sup>

<sup>1</sup>四川农业大学园艺学院, 四川雅安625014; <sup>2</sup>贵州省生物技术研究, 贵阳550006; <sup>3</sup>贵州省亚热带作物研究所, 贵州兴义562400; <sup>4</sup>四川省石棉县农业局, 四川石棉625400

**摘要:**以三倍体枇杷为材料, 研究了不同消毒方式、MS培养基浓度、植物生长调节剂及浓度配比对茎尖培养及诱导生根的影响。结果表明, 初代培养时, 选择生长饱满、健壮的顶芽及适宜的消毒方式, 外植体剥离长度0.5~0.8 cm, 能显著提高茎尖培养的成活率; MS培养基浓度的变化对外植体的褐化没有明显的影响; 最适茎尖的启动培养基为MS+1.0 mg·L<sup>-1</sup> 6-BA+0.5 mg·L<sup>-1</sup> NAA, 成活率高达84.8%; 最适组培苗生根培养基为1/2MS+0.1 mg·L<sup>-1</sup> NAA+0.01 mg·L<sup>-1</sup> IAA+0.3%活性炭, 生根率达66.7%, 每株平均生根2.83条。该研究结果将为三倍体枇杷再生体系的建立及利用转基因技术对三倍体无籽枇杷进行遗传改良奠定基础。

**关键词:** 三倍体枇杷; 茎尖培养; 诱导生根

## Shoot Tip Culture and Root Induction of Triploid Loquat (*Eriobotrya japonica*)

DENG Ren-Ju<sup>1,2,\*</sup>, FAN Jian-Xin<sup>1,3,\*</sup>, WANG Yong-Qing<sup>1,\*\*</sup>, PAN Cui-Ping<sup>1</sup>, DENG Qun-Xian<sup>1</sup>, ZHANG Ji-Wei<sup>1</sup>, LÜ Ling-Yu<sup>1</sup>, SUN Liang<sup>1</sup>, KANG Wei<sup>4</sup>, XU Yuan-Jun<sup>4</sup>, ZHANG Jia-Zhi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>College of Horticulture, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China; <sup>2</sup>Guizhou Biotechnological Institute, Guiyang 550006, China; <sup>3</sup>Guizhou Subtropical Crops Institute, Xingyi, Guizhou 562400, China; <sup>4</sup>Agricultural Bureau of Shimian County, Shimian, Sichuan 625400, China

**Abstract:** The materials were treated with different sterilization ways, and cultured on the media with different MS concentrations and plant growth regulators, respectively. The rates of contamination, browning and survival of shoot tips were analyzed to obtain the most suitable culture conditions of triploid loquat (*Eriobotrya japonica*) *in vitro*. The results indicated that the survival rate of shoot tips was significantly improved by choosing plump and healthy terminal buds and treating with suitable way of disinfection, and then isolating shoot tips of 0.5–0.8 cm in length. The change in MS concentration had no obvious effect on browning of shoot tips. The optimum initial medium for shoot tip culture was MS+1.0 mg·L<sup>-1</sup> 6-BA+0.5 mg·L<sup>-1</sup> NAA, which resulted in a survival rate of 84.8%. The most suitable medium for root formation was 1/2MS+0.1 mg·L<sup>-1</sup> NAA+0.01 mg·L<sup>-1</sup> IAA+0.3% active charcoal (AC), giving rise to a rooting rate of 66.7% and an average rooting number of 2.83. These results would lay the foundation for the establishment of plant regeneration system in triploid loquat, and also for genetic improvement by using transgenic approaches.

**Key words:** triploid loquat; shoot tip culture; root induction

枇杷为蔷薇科枇杷属植物, 是集营养价值、经济价值、生态价值、药用价值于一身的亚热带常绿果树(邱武陵和章恢志1996; 林顺权等2004)。但目前大多数枇杷栽培品种籽多、核大、肉薄, 可食率较低(陈红和王永清2007)。因此, 选择少核、小核或无核品种是枇杷育种工作的关键。

三倍体无籽枇杷以其独特的优势受到了专家和学者的广泛关注。在育种方面, 国内外学者进行了物理化学诱导、胚乳培养及杂交育种等研究, 但由于较难获得大量的变异群体, 且无论是通过

人工杂交还是自然选育的三倍体枇杷, 都表现出育性较差或不育等现象, 因此未能得到生长结果习性和遗传特性相对稳定并能推广应用的无籽枇杷材料(梁国鲁等2007a, b; 梁国鲁等2011; 陈瑶2008; 汪卫星2008)。而枇杷本身存在离体培养再

收稿 2014-01-16 修定 2014-04-28

资助 国家公益性行业(农业)科研专项经费项目(201003073)和四川省“十二五”农作物育种攻关项目(2011NZ0098-8)。

\* 同等贡献。

\*\* 通讯作者(E-mail: yqw14@sicau.edu.cn; Tel: 0835-2882940)。

生率低、分化难度大等问题,国内外可供参考的文献较少(杨凤玲2004;邓朝军等2011;林顺权和陈振光1994;崔文宁2012),因此这也成为限制枇杷现代生物技术育种的主要因素之一(吴延军等2007)。与二倍体植株相比,三倍体植株生长旺盛、分枝少、叶色浓绿、茸毛长而密,花粉活力低且在柱头上的萌发量少,结实率低且无籽,离体再生较二倍体难度大,污染率高,褐化严重,且愈伤组织再分化困难(郭启高等2010;汪卫星等2011)。目前,有关三倍体枇杷再生体系建立及利用生物技术获得三倍体再生植株的研究尚未见报道。作者参照二倍体枇杷及其他果树的组织培养方式(崔文宁2012;邓朝军等2011;杨凤玲2004;林顺权和陈振光1994;时保华等1995;徐凌飞等2002),试图通过三倍体枇杷的花药、叶片等材料进行再生培养,但均未取得实际效果。本研究以三倍体枇杷为试材,采用茎尖培养并对培养条件进行优化,诱导出完整植株,以期三倍体枇杷再生体系的建立及利用转基因技术对三倍体枇杷进行遗传改良奠定基础。

## 材料与方 法

### 1 材料

三倍体枇杷 [*Eriobotrya japonica* (Thunb) Lindl] 材料取自四川农业大学教学实习农场。实验于2012年2~12月在四川农业大学园艺生物技术研究中心实验室进行。

### 2 实验设计及处理

选取健壮饱满和不饱满的外植体,经流水冲洗、75%乙醇和0.1%的HgCl<sub>2</sub>消毒处理后,茎尖剥离长度为0.2~0.4、0.5~0.8和0.9~1.2 cm,接种于培养基MS+1.0 mg·L<sup>-1</sup> 6-BA+0.5 mg·L<sup>-1</sup> NAA上,研究茎尖种类及大小和不同消毒方式对外植体培养成活的影响。

采用正交设计,6-BA设计3个浓度梯度(0.5、1.0、2.0 mg·L<sup>-1</sup>);NAA设4个浓度梯度(0、0.1、0.5、1.0 mg·L<sup>-1</sup>),GA<sub>3</sub>为3个浓度梯度(0、0.2、0.5 mg·L<sup>-1</sup>),共11个处理,3次重复,筛选出适宜三倍体枇杷茎尖的启动培养基。

改变基本培养基浓度(MS、1/2MS、1/4MS和1/8MS),附加1.0 mg·L<sup>-1</sup> 6-BA和0.5 mg·L<sup>-1</sup> NAA,统

计茎尖的污染、褐化及成活率。

选取茎尖培养成活且生长相对一致的试管苗,以1/2MS+0.6%琼脂+3%蔗糖为基本培养基,附加不同浓度的NAA、IAA及活性炭(AC),筛选出适宜三倍体枇杷组培苗生根的培养基。

### 3 培养条件

由于三倍体枇杷资源较少,为防止相互感染,每瓶接种1个茎尖,每个处理为12~18个不等。培养温度为(25±2)℃,每天16 h光照(白天)/8 h暗(晚上)培养。每天观察茎尖的污染、褐化及愈伤组织的形成,发现污染及时转接,培养15、30和45 d时分别统计污染率、褐化率及成活率,以45 d统计的数据进行统计分析。

生根培养每瓶接种1株试管苗,每个处理接种18瓶,置于(25±2)℃、每天16 h光照(白天)/8 h暗(晚上)培养,每隔10 d观察统计生根率和每株有效生根数,直到结果稳定。

### 4 数据统计

褐化率=(发生褐化的外植体数/接种的外植体数)×100%;污染率=(发生污染的外植体数/接种的外植体数)×100%;成活率=(成活的外植体数/接种的外植体数)×100%;生根率=(生根组培苗/接种组培苗)×100%。所得结果均采用DPS软件进行统计分析。

## 实验结果

### 1 茎尖种类及大小对三倍体枇杷茎尖成活率的影响

从图1-A中可以看出,不饱满茎尖的成活率显著低于饱满的茎尖,且褐化较为严重。选择饱满的茎尖,剥离大小为0.5~0.8 cm,其成活率可高达90%以上,显著高于茎尖大小为0.2~0.5和0.9~1.2 cm的成活率(图1-B)。另外,如茎尖太小,褐化较快且严重,茎尖太大则污染和褐化都较为严重。

### 2 不同消毒方式对三倍体枇杷茎尖成活率的影响

由表1可以看出,流水冲洗3~5 h+75%乙醇消毒30 s+0.1%升汞浸泡6 min+无菌水冲洗5次,茎尖的成活率最高(84.8%);仅用75%的乙醇消毒,茎尖污染率高达60%,成活率最低(36.7%)。流水冲洗时间过长(大于8 h),接种后茎尖的褐化率最高,其原因一方面可能由于外植体长期暴露在空气中,本身已经开始褐变,另一方面是因为消毒剂的浸泡使其产生褐变。

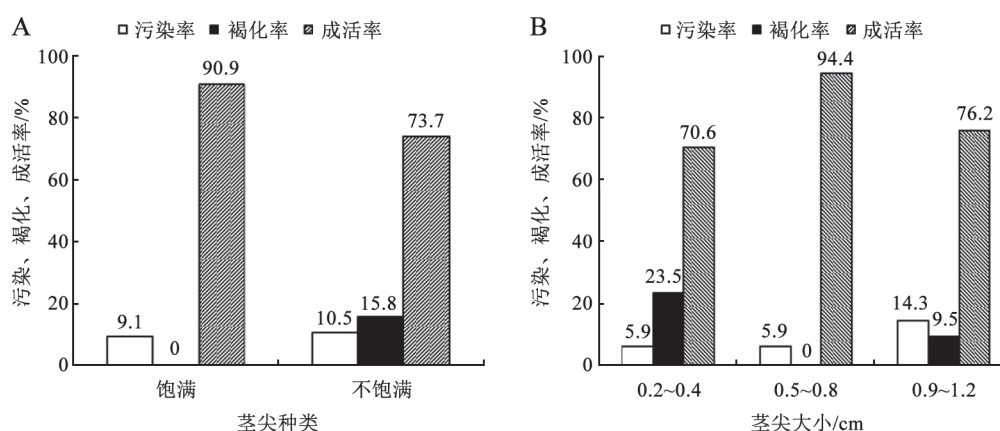


图1 茎尖种类(A)及大小(B)对三倍体枇杷成活率的影响

Fig.1 The effects of shoot tips (A) and sizes (B) on survival rate of triploid loquat

表1 不同消毒方式对三倍体枇杷茎尖成活率的影响

Table 1 The effects of different disinfection methods on survival rate of shoot tips of triploid loquat

编号	消毒方式	污染率/%	褐化率/%	成活率/%
1	流水冲洗3~5 h+75%乙醇10 s+0.1%升汞6 min, 无菌水冲洗5次	25.0 <sup>b</sup>	7.1 <sup>b</sup>	67.9 <sup>c</sup>
2	流水冲洗3~5 h+75%乙醇20 s+0.1%升汞6 min, 无菌水冲洗5次	16.7 <sup>c</sup>	6.7 <sup>b</sup>	76.6 <sup>b</sup>
3	流水冲洗3~5 h+75%乙醇30 s+0.1%升汞6 min, 无菌水冲洗5次	9.1 <sup>d</sup>	6.1 <sup>b</sup>	84.8 <sup>a</sup>
4	流水冲洗3~5 h+75%乙醇30 s+0.1%升汞4 min, 无菌水冲洗5次	13.6 <sup>c</sup>	9.1 <sup>b</sup>	77.3 <sup>b</sup>
5	流水冲洗3~5 h+75%乙醇30 s+0.1%升汞2 min, 无菌水冲洗5次	21.7 <sup>b</sup>	8.7 <sup>b</sup>	69.6 <sup>c</sup>
7	流水冲洗>8 h+75%乙醇30 s+0.1%升汞6 min, 无菌水冲洗5次	14.8 <sup>c</sup>	25.9 <sup>a</sup>	59.3 <sup>d</sup>
8	流水冲洗3~5 h+75%乙醇30 s, 无菌水冲洗8次	60.0 <sup>a</sup>	3.3 <sup>c</sup>	36.7 <sup>e</sup>

不同小写字母表示0.05显著性水平; 表2~4同此。

### 3 不同植物生长调节剂及浓度对比对三倍体枇杷茎尖成活率的影响

从表2中可以看出, 6号培养基(MS+1.0 mg·L<sup>-1</sup>

6-BA+0.5 mg·L<sup>-1</sup> NAA)和11号培养基(MS+2.0 mg·L<sup>-1</sup> 6-BA)上培养的茎尖成活率较高, 均达到85%以上; 后期观察也表明, 茎尖的长势最好, 愈伤

表2 不同植物生长调节剂对三倍体枇杷茎尖成活率的影响

Table 2 The effects of different plant growth regulators on survival rate of shoot tips of triploid loquat

编号	植物生长调节剂浓度/mg·L <sup>-1</sup>			污染率/%	褐化率/%	成活率/%	污染情况
	6-BA	NAA	GA <sub>3</sub>				
1	0.5	0	0	22.2 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	77.8 <sup>b</sup>	外植体污染
2	0.5	0.1	0.2	15.4 <sup>c</sup>	7.7 <sup>b</sup>	76.9 <sup>b</sup>	培养基污染
3	0.5	0.5	0.5	25.0 <sup>ab</sup>	6.3 <sup>b</sup>	68.7 <sup>d</sup>	外植体污染
4	1.0	0	0.2	27.6 <sup>a</sup>	0 <sup>c</sup>	72.4 <sup>c</sup>	培养基污染, 外植体污染
5	1.0	0.1	0.5	23.5 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>	76.5 <sup>b</sup>	培养基污染
6	1.0	0.5	0	13.2 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	86.8 <sup>a</sup>	培养基污染
7	1.0	1.0	0	6.8 <sup>e</sup>	14.3 <sup>a</sup>	78.9 <sup>b</sup>	外植体污染
8	2.0	0	0.5	16.6 <sup>c</sup>	8.3 <sup>b</sup>	75.1 <sup>b</sup>	培养基污染
9	2.0	0.1	0	19.6 <sup>bc</sup>	0 <sup>c</sup>	80.4 <sup>b</sup>	培养基污染
10	2.0	0.5	0.1	26.3 <sup>a</sup>	0 <sup>c</sup>	73.7 <sup>c</sup>	培养基污染
11	2.0	0	0	14.3 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	85.7 <sup>a</sup>	培养基污染

组织产出率较高。7号培养基上的褐化率最高, 主要由于接种的外植体质量较差。从表中还可以看出, 培养基中加入GA<sub>3</sub>的污染率普遍高于未加GA<sub>3</sub>的, 这可能是因为GA<sub>3</sub>过滤灭菌的操作过程中造成的培养基污染。

#### 4 不同MS浓度对三倍体枇杷茎尖成活率的影响

从表3中可以看出, 在1/4MS基本培养基上的茎尖成活率最高, 而褐化率均为0。由于基本培养基浓度的变化主要影响外植体褐化, 从而影响其成活率。本实验中外植体褐化现象并未随MS浓度的改变而发生变化, 说明MS浓度的变化对三倍体茎尖成活的影响不明显。

#### 5 不同植物生长调节剂浓度变化对三倍体枇杷组培苗生根的影响

由表4可以看出, 1/2MS培养基中附加不同浓度的NAA、IBA及AC, 均对三倍体枇杷组培苗生根有一定的效果, 生根率为27.8%~66.7%, 每株生根数在1.40~2.83条。NAA和IAA的浓度分别控制

在0.01~0.10和0.01~0.02 mg·L<sup>-1</sup>, 苗基部产生的愈伤组织较少, 根长势较好, 苗生长健壮(图2)。其中, 最适组培苗生根培养基为1/2MS+0.1 mg·L<sup>-1</sup> NAA+0.01 mg·L<sup>-1</sup> IAA+0.3% AC, 生根率达66.7%, 平均生根2.83条; 其次为1/2MS+0.1 mg·L<sup>-1</sup> NAA+0.02 mg·L<sup>-1</sup> IAA+0.6% AC, 生根率达55.6%, 平均生根2.70条; 1/2MS+0.01 mg·L<sup>-1</sup> NAA培养基上的生根效果最差, 生根率仅为27.8%, 平均生根1.40条。

## 讨 论

枇杷属典型的亚热带植物, 其茎尖茸毛较多, 消毒剂不易渗透, 而延长消毒时间茎尖又会褐变死亡(杨凤玲2004)。本研究采用三倍枇杷内部茎尖接种, 通过合理的消毒方式和优化培养条件, 能很好地控制茎尖的污染和褐化, 其成活率显著高于崔文宁(2012)、杨凤玲和林顺权(2005)、朱作为等(1989)的研究结果。大量试验表明, 外植体生长健壮、饱满是提高枇杷茎尖培养成活的前提和保证, 选择合理的消毒方式、严格控制消毒时间是提高枇杷茎尖培养成活的关键。本研究中筛选出的消毒方式, 能有效控制污染率和褐化率, 成活率在80%以上, 显著高于杨凤玲和林顺权(2005)的相关报道。其次, 茎尖剥离要快而准。由于茎尖剥离较难, 如不能很好地掌握茎尖剥离技巧, 会导致外植体未接种之前已经开始褐化, 严重影响其成活率。本研究发现, 每个茎尖剥离时间控制在12 s以内, 剥离大小为0.5~0.8 cm, 能显著降低外植体

表3 不同MS培养基浓度对三倍体茎尖成活率的影响

Table 3 The effects of MS concentration on survival rate of shoot tips of triploid loquat

编号	基本培养基	污染率/%	褐化率/%	成活率/%	污染情况
1	MS	21.3 <sup>b</sup>	0	78.7 <sup>b</sup>	外植体污染
2	1/2MS	24.6 <sup>b</sup>	0	75.4 <sup>b</sup>	外植体污染
3	1/4MS	16.7 <sup>c</sup>	0	83.3 <sup>a</sup>	培养基污染
4	1/8MS	20.4 <sup>b</sup>	0	79.6 <sup>b</sup>	外植体污染

基本培养基中添加1.0 mg·L<sup>-1</sup> 6-BA和0.5 mg·L<sup>-1</sup> NAA。

表4 不同浓度植物生长调节剂及AC培养对三倍体枇杷生根的影响

Table 4 The effects of plant growth regulators and active charcoal on root induction of triploid loquat

编号	植物生长调节剂浓度/mg·L <sup>-1</sup>		AC浓度/%	生根率/%	平均生根数/条·株 <sup>-1</sup>
	NAA	IAA			
1	0.01	0	0	27.78 <sup>e</sup>	1.40 <sup>e</sup>
2	0.01	0.01	0.3	38.89 <sup>d</sup>	1.83 <sup>b</sup>
3	0.01	0.02	0.6	33.33 <sup>de</sup>	1.97 <sup>b</sup>
4	0.05	0	0	38.89 <sup>d</sup>	1.57 <sup>c</sup>
5	0.05	0.01	0.3	50.00 <sup>bc</sup>	2.17 <sup>b</sup>
6	0.05	0.02	0.6	44.44 <sup>c</sup>	2.03 <sup>b</sup>
7	0.10	0	0	50.00 <sup>bc</sup>	1.78 <sup>c</sup>
8	0.10	0.01	0.3	66.67 <sup>a</sup>	2.83 <sup>a</sup>
9	0.10	0.02	0.6	55.56 <sup>b</sup>	2.70 <sup>a</sup>

基本培养基为1/2MS, 添加0.6%琼脂和3%蔗糖。

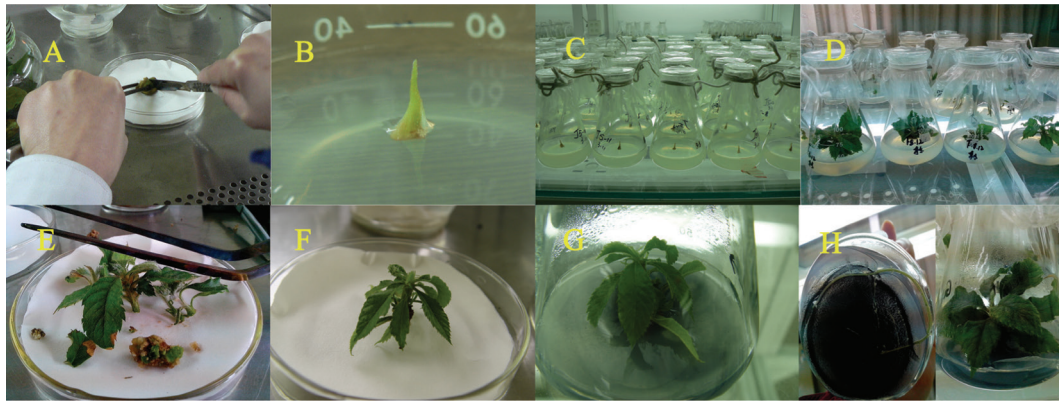


图2 三倍体枇杷的茎尖培养及诱导生根

Fig.2 Shoot tip culture and root induction of triploid loquat

A: 茎尖剥离; B: 茎尖接种; C: 茎尖培养; D: 中期长势; E: 愈伤组织剥离; F: 分离芽苗; G: 生根培养; H: 长成植株。

的褐化率。三是接种要迅速,特别是控制好实验操作过程引起的污染,每剥离一个茎尖要快速接种到培养瓶内,为防止交叉感染,一瓶接种一个外植体效果较好,如发现培养基或外植体已污染,应及时转接。四是选择适宜的培养基及培养条件,本研究参考了二倍体枇杷及其他果树再生体系建立筛选出的最佳方法,并在此基础上不断优化培养方案,最终筛选出适宜三倍体枇杷茎尖培养的条件。

另外,本研究中在添加了不同浓度植物生长调节剂及AC的1/2MS基本培养基上,三倍体枇杷的最高生根率(66.7%)和生根数量(2.83条·株<sup>-1</sup>)显著低于宋卫平等(2002)研究二倍体枇杷试管苗的生根率(91.0%)及生根数量(5.4条·株<sup>-1</sup>),其他有关枇杷试管苗生根的研究尚未见报道。这一方面可能与培养基的组成有关,本研究参照葡萄(刘娜等2013)、日本小果树(魏耐2011)、阳桃(刘建福等2004)、猕猴桃(王大平和杨玲2008)等果树组培苗生根的培养方法,而宋卫平等(2002)在生根培养基中加入了La(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>、Eu(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>,稀有金属离子可能对枇杷生根具有一定的正效应;另一方面可能与三倍体枇杷本身的形态特征有关,与二倍体枇杷相比,三倍体枇杷表现出较为明显的生长性状杂种优势(汪卫星等2011),这种优势的形成与基因组变异和DNA甲基化模式的重新调整尤其是大量过或超甲基化变异有关(边禹2010),从而可能造成三倍体枇杷的生长特性与二倍体枇杷存在一定的差距。

## 参考文献

- 边禹(2010). 不同倍性多倍体枇杷基因组变异及其DNA甲基化分析[学位论文]. 重庆: 西南大学
- 陈红, 王永清(2007). 枇杷花药培养诱导愈伤组织的研究. 安徽农业科学, 35 (27): 8453~8454
- 陈瑶(2008). 天然三倍体枇杷小孢子母细胞减数分裂研究[学位论文]. 重庆: 西南大学
- 崔文宁(2012). 成年植株枇杷叶片再生体系建立的初步研究[学位论文]. 雅安: 四川农业大学
- 邓朝军, 章希娟, 郑姗, 魏秀清, 李韬, 郑少泉(2011). 枇杷茎尖愈伤组织诱导及种质体外保存研究. 福建果树, (1): 1~6
- 郭启高, 季昆, 吴琼, 何桥, 武宇坤, 李晓林, 梁国鲁(2010). 龙泉1号天然三倍体枇杷的花粉形态及生活力. 果树学报, 27 (3): 391~396
- 梁国鲁, 李晓林, 汪卫星, 向素琼, 何桥, 郭启高(2007a). 大果三倍体无核枇杷新优系介绍I: “金丰” D425、D327. 中国园艺学会十届二次理事会暨学术研讨会论文(摘要)集, 54
- 梁国鲁, 李晓林, 汪卫星, 向素琼, 何桥, 郭启高(2007b). 大果三倍体无核枇杷新优系介绍II: “软条白沙” H324. 中国园艺学会十届二次理事会暨学术研讨会论文(摘要)集, 55
- 梁国鲁, 李晓林, 郭启高, 何桥, 汪卫星, 向素琼(2011). 三倍体无核枇杷新优系介绍: ‘常白1号’Q11及‘77-1’K375. 第五届全国枇杷学术研讨会论文(摘要)集, 82
- 林顺权, 陈振光(1994). 枇杷原生质体培养再生植株. 福建农业大学学报, 23 (1): 125
- 林顺权, 杨向晖, 刘成明, 胡又厘, 何业华, 胡桂兵, 张海岚, 何小龙, 刘月学, 刘宗莉(2004). 中国枇杷属植物自然地理分布. 园艺学报, 31 (5): 569~573
- 刘建福, 吴清, 梁国鲁(2004). 阳桃的组织培养与植株再生. 植物生理学通讯, 40 (1): 69
- 刘娜, 许轲, 张文, 王琢, 朱元娣(2013). 四个酿酒葡萄品种组培快繁

- 体系的初建. 植物生理学报, 49 (10): 1071~1076
- 邱武陵, 悼恢志主编(1996). 中国果树志(龙眼 枇杷卷). 北京: 中国林业出版社
- 时保华, 付润民, 赵政阳, 税守岐(1995). 苹果叶片离体培养研究. 西北植物学报, 15 (1): 67~72
- 宋卫平, 洪法水, 万志刚, 周玉珍, 顾福根(2002). 镧、钕对白沙枇杷试管苗生根效应的研究. 中国稀土学报, 20 (5): 458~462
- 王大平, 杨玲(2008). 猕猴桃组培苗生根培养的研究. 安徽农业科学, 36 (21): 8930~8931
- 汪卫星(2008). 天然与人工合成三倍体枇杷基因组变异及其DNA甲基化分析[学位论文]. 重庆: 西南大学
- 汪卫星, 李晔, 李晓林, 向素琼, 郭启高, 何桥, 梁国鲁(2011). 天然三倍体枇杷与其二倍体植株的形态学比较. 果树学报, 28 (6): 1090~1092
- 魏耐(2011). 不同处理方法对日本小果树HASKOP组培苗生根的影响[学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学
- 吴延军, 谢鸣, 蒋桂华, 陈俊伟, 吴江, 张上隆(2007). 枇杷成熟子叶及叶片不定芽再生研究. 林业科学, 43 (1): 107~114
- 徐凌飞, 马锋旺, 王喆之, 任小林, 曹晓雁(2002). 梨叶片离体培养和植株再生. 园艺学报, 29 (4): 367~368
- 杨凤玲(2004). 枇杷离体再生体系的建立及优化[学位论文]. 广州: 华南农业大学
- 杨凤玲, 林顺权(2005). 枇杷茎尖组织培养初代培养物的建立. 中国南方果树, 34 (6): 36~37
- 朱作为, 孙立华, 唐邦根(1989). 提高枇杷茎尖培养成活率的研究. 江苏农业学报, 5 (2): 26~30