

# 鲁加 6 号柱型苹果生根的研究

张汝刚, 祝 军  
(青岛 农业大学, 青岛 266109)

**摘要:** 通过对影响生根的生长素种类和浓度等因素的研究, 确定了柱型苹果鲁加 6 号最佳生根生长素组合, 即:  $1/2MS+0.3\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{IAA}+1.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{IBA}$ 。试验结果表明, 鲁加 6 号生根率可达 100%, 平均生根数达到 8.9 根。IAA 和 IBA 组合处理的组培苗生根质量明显比单一生长素处理好。正交试验结果表明, 影响鲁加 6 号生根的主次因素顺序为  $\text{IAA}>\text{IBA}>\text{NAA}$ 。

**关键词:** 柱型苹果; 鲁加 6 号; 生根

中图分类号: S661.1      文献标识码: A      文章编号: 1002-2767(2008)06-0015-04

## Study of Rooting in Columnar Apple Lujia No. 6

ZHANG Ru-gang ZHU Jun  
(Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109)

**Abstract:** The hormone such as type and concentration on rooting has been studied in columnar apple Lujia No. 6. The optimal rooting medium of columnar apple Lujia No. 6 has been chosen, that was  $1/2MS+0.3\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{IAA}+1.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{IBA}$ . The results indicated the treatment with combination of IAA and IBA was the best. In the

收稿日期: 2008-04-30  
第一作者简介: 张汝刚(1980-), 男, 山东省潍坊人, 硕士, 主要从事苹果转基因研究。E-mail: 7330500@163.com.

生长抑制严重。从平均根长可见处理 3 的平均根长要比处理 4(对照)短 1.63 cm, 平均根数也要比处理 4(对照)少 0.96 条, 茎粗也比处理 4(对照)细 0.017 mm。但处理 3 的平均节间数要比处理 4(对照)多 0.55 个, 这对进一步扩繁有重要的意义, 木质化程度要好于对照。

表 8 培养 4 周植株生长情况调查

处理	平均株高/ cm	平均节间数	平均根长/ cm	平均根数/ 条	茎粗/ mm	木质化程度
1	5.31	3.87	4.83	6.38	0.084	强
2	5.08	4.50	3.91	5.56	0.070	强
3	5.69	5.29	4.44	6.29	0.081	强
4	7.60	4.75	6.07	7.25	0.098	弱

注: 木质化程度指脱毒苗茎秆的硬度。

### 3 讨论

从整个马铃薯脱毒试管苗生长过程看, 由以上各调查表可知处理 3(MS 培养基+ $0.8\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  抑菌 A +  $0.4\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  抑菌 B) 的抑菌效果较好, 但总体看此药剂组合对马铃薯脱毒试管苗的生长有抑制作用。从成苗的第四周调查(见表 8)可得出, 此药剂对马铃薯脱毒试管苗的节间的生长要好于常规的对照, 这对进一步试管苗扩繁有很大意义。木质化程度也好于对照, 这对假植有很大的意义。在常规的脱毒试管苗生产的过程中, 在假植前生长 4 周左右的试管苗都要进行处理, 提高木质化程度才可以假植, 药剂处理免消毒培养的试管苗木质化程度基本和处理后的常规试管苗的木质化

程度持平。这又可大大简化脱毒薯生产程序。

存在的问题: ①本试验是基本确定了有效抑菌剂的种类和大致使用浓度, 但参选的药剂不是很多, 还应参照有效药剂的有效成分, 继续筛选, 看是否有更好的药剂。②本试验一直用一个品种的马铃薯脱毒试管苗, 还应选择其它的马铃薯品种做进一步试验。验证此药剂组合是否对马铃薯品种有选择性。③本试验得出的有效浓度只是一个大致浓度, 还要做精确浓度试验。④试验中每个处理做的试管苗管数也不是很多。还应做处理 3 的大批量试验。⑤试验一直用马铃薯脱毒试管苗, 本身是无菌的。如果用免消毒方法继代繁殖下去, 杂菌侵入率逐渐升高, 污染率是否会提高也应探讨。

best root system of Lujia No. 6, rooting rate was up to 100% and average rooting per plantlet reached 8.9. The plantlet *in vitro* treated by IAA and IBA has more root hairs than the one by IBA or NAA. Orthogonal test indicated that their important order was IAA> IBA> NAA.

**Key words:** columnar apple; Lujia No. 6; rooting

柱型苹果(Columnar apple)通常采用高密度栽植,与普通型苹果相比,苗木需求量大。若采用传统的嫁接繁殖方式,柱型苹果的繁殖速率较普通型苹果品种慢,生产成本低,不能满足市场要求,因此建立柱型苹果苗的组培快繁体系很有必要。而高效的生根体系是试管苗快繁成功的关键控制技术,研究表明影响苹果生根的因素很多,如生长调节剂<sup>[1-3]</sup>、培养基类型<sup>[4-6]</sup>、pH<sup>[7-8]</sup>、温度<sup>[9-10]</sup>、光照等。其中科学家证实生长素是不定根形成的主要生长调节剂<sup>[11-12]</sup>。本试验以颇有应用潜力的柱型苹果品种鲁加6号为试材,探讨生长素在诱导鲁加6号上的生根效应,希望建立鲁加6号组培苗的高效生根体系,以促进组培快繁技术在生产中的应用。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试材品种采用青岛农业大学园艺学院培育的拥有自主知识产权的加工专用型苹果新品种鲁加6号(*Malus domestica* cv Lujia 6)。试材采自青岛农业大学园艺学院组培实验室。

MS培养基所用各成分为国产分析纯试剂。细胞分裂素6-BA、生长素IBA、IAA均为北京鼎国生物工程公司化学分析纯产品。

### 1.2 方法

通过选取30 d左右试管苗的生理状态基本一致的单芽,保留长度3 cm,接种在生根培养基上,先暗培养3 d,然后转到2 000 lx,光照比16/8,25℃的条件下培养。

生根培养基为1/2MS培养基,分别添加激素IBA、IAA、NAA进行单因素试验。然后添加激素IBA、NAA与IAA不同浓度配比的多因素试验。以不添加任何激素的处理作对照,每个处理接种10瓶,每瓶接种3个单芽。

IBA、IAA、NAA浓度为3个因素,每个因素分3个水平(见表1)。

表1 生长素对鲁加6号生根的正交试验			
因素	水平(浓度/mg·L <sup>-1</sup> )		
NAA	0	0.2	0.5
IAA	0	0.3	0.6
IBA	0	1.0	2.0

根据正交试验表L<sub>3</sub><sup>4</sup>得到9个激素组合处理(见

表2)。

表2 鲁加6号生根试验处理激素组合正交表			
处理号	NAA	IAA	IBA
1	0	0	0
2	0	0.3	1.0
3	0	0.6	2.0
4	0.2	0	1.0
5	0.2	0.3	2.0
6	0.2	0.6	0
7	0.5	0	2.0
8	0.5	0.3	0
9	0.5	0.6	1.0

### 1.3 测量标准与数据处理方法

各处理均为接种30 d时记录测量。每株上选取长势中等的一条不定根测量根长。每个处理各指标测量数据去除一个最大值和一个最小值后再取平均。生根率等于生根的接种单芽数除以接种的单芽数。

## 2 结果与分析

### 2.1 单种生长素处理对苹果组培苗诱导生根的效应

三种生长素IAA、IBA和NAA在鲁加6号生根上的生理作用明显不同(见图版1~3)。IAA处理过的组培苗直接从茎的基部上长根;IBA处理过的组培苗先在茎的基部长出大量白色愈伤组织,然后从愈伤组织上长出根来;NAA处理的组培苗基部先行成白色愈伤组织,虽能生根,但生出的根很少。在生根时间上也有明显区别,IAA处理的组培苗生根时间最早,比IBA和NAA要早8 d左右。

3种生长素都能不同程度地诱导鲁加6号试管苗生根,而未加任何激素的对照中发现植株没有生根(见表3)。25 d左右观察结果是IAA试验处理的组培苗直接从基部生根,根乳白色,长5 cm左右。随着IAA生长素浓度的逐渐升高,根长和单株生根数均呈现低-高-低的变化趋势,其中IAA在0.5 mg·L<sup>-1</sup>时根长和平均单株生根数达到最大值8.9条。在低浓度IAA的生长素状态下,根较长,且长度变化不大,但当浓度较高时,根伸长生长明显受到抑制,其平均长度降低。IBA试验处理的组培苗基部大都形成大的愈伤组织,没有形成根。愈伤组织随IBA浓度的增大而稍有变大,但不明显。NAA处理的也没有形成根,形成的愈伤组织灰褐色。

表 3 单激素处理对鲁加 6 号生根的影响

处理	生长素浓度(mg ° L <sup>-1</sup> )			单株根数	平均根长 / cm	生根率 / %	愈伤组织
	IBA	IAA	NAA				
A1	0.8	0	0	8.7	5.4	100	严重膨大
A2	1.2	0	0	9.6	5.6	100	严重膨大
A3	1.8	0	0	11.7	5.5	100	严重膨大
A4	2.5	0	0	13.5	6.8	96.7	严重膨大
A5	3.0	0	0	14.3	6.1	100	严重膨大
B1	0	0.1	0	4.9	3.4	100	没有
B2	0	0.3	0	7.1	5.1	96.7	没有
B3	0	0.5	0	8.1	6.6	100	没有
B4	0	0.8	0	5.7	3.5	100	没有
B5	0	1.2	0	6.0	2.1	96.7	没有
C1	0	0	0.3	0	0	0	中等膨大
C2	0	0	0.5	1.0	0.5	11.1	中等膨大
C3	0	0	0.8	0	0	0	中等膨大
C4	0	0	1.2	1.0	0.5	11.1	中等膨大
C5	0	0	1.5	0	0	0	中等膨大
CK	0	0	0	0	0	0	基本没有

注: IAA 处理的结果是 25 d 观察, IBA 和 NAA 处理是 35 d 观察的结果统计数据。

在单激素处理鲁加 6 号组培苗生根试验中, 30 d 观察 IAA 试验处理的组培苗根上形成肉眼可见的毛细根, 根的颜色转为褐色(见图版 1)。IBA 试验处理的组培苗基部愈伤组织不再膨大, 从愈伤组织上开始大量长出白色的不定根。NAA 处理的基本上没有形成根。35 d 时观察, IAA 处理的生根组培苗, 根颜色变褐, 主根上有侧根长出, 根长达到 10 cm 左右, 单株生根数基本不再增加。IBA 处理的生根试验中, 从愈伤组织上长出了几十条白色的细根(见图版 2)。NAA 处理的基本上没有形成根(见图版 3)。

2.2 生长素组合对鲁加 6 号诱导生根的效应

在含有 IBA、NAA 和 IAA 的培养基中, 鲁加 6 号试管苗接种 30 d 时, 可见没有加激素处理的试管苗基部稍膨大, 没有长出不定根, 所有加激素的都有根长出。其中, 在试验结果中我们看出, IAA 与 NAA 或 IBA 任何组合都基本不产生愈伤组织(见图版 4), 而 NAA 和 IBA 的组合试验中, 试管苗茎基部都产生了非常大的愈伤组织(见图版 5)。在生长素组合试验中, 总体来看, 激素组合与单种激素处理组培苗相比, 生根率没有显著提高, 但单株生根条数增多, 根系质量变好。其中以 IAA 与 IBA 组合较好, 很少有愈伤组织发生, 有利于试管苗的移栽成活。0.3 mg ° L<sup>-1</sup> IAA 和 1.0 mg ° L<sup>-1</sup> IBA 的组合是鲁加 6 号较理想的生根激素组合。

采用极差分析法可以看出各因素的主次顺序, 并找出参试因素的最佳水平组合(见表 5)。由 K 值大小可求得柱型苹果生根培养基添加生长激素类及其浓度的最佳水平组合为: 0.3 mg ° L<sup>-1</sup> IAA + 1.0 mg ° L<sup>-1</sup> IBA。从三因素的极差值大小可以看出, 生

长激素对柱型苹果鲁加 6 号组培苗生根影响的主次关系为 IAA> IBA> NAA。

表 4 生长素组合对鲁加 6 号生根的影响

处理	接种数 / 个	生根率 / %	生根数 / 条	愈伤组织	生根长度 / cm
1	30	0	0	无	0
2	30	100	8.9	无	6.5
3	30	100	7.8	无	4.8
4	30	90	6.6	严重膨大	2.7
5	30	100	6.4	无	4.5
6	30	100	4.1	无	4.3
7	30	80	2.1	严重膨大	3.1
8	30	100	8.0	无	4.6
9	30	90	6.7	无	3.4

表 5 极差分析结果

项目	NAA	IAA	IBA
K1	6.3	2.7	4.0
K2	5.3	8.3	7.6
K3	5.3	6.0	5.3
R	1.0	5.6	3.6
K1	3.4	1.9	3.0
K2	3.8	4.9	3.9
K3	3.7	4.2	4.1
R	0.4	3.0	1.1

3 结论与讨论

如果生长素种类和质量浓度使用不合适, 很可能会导致愈伤组织生根, 愈伤组织生根与组培苗的主茎没有维管联系, 容易脱落<sup>[13]</sup>。试验中 IBA 和 NAA 诱导生根时, 在苗基部形成较多白色松散的愈伤组织, 不定根生长在愈伤组织上, 粗而短, 没有须根, 或从愈伤组织上分化许多较长的细根, 移栽时根容易脱落。IAA 诱导生根时, 从组培苗基部直接产生出根来。可见, IAA 最适于用作柱型苹果鲁加 6 号试管苗生根培养。IAA 和 IBA 组合生长素处理和 IAA 单激素处理的组培苗生根频率和生根数没有明显差别, 但根毛多, 根系质量明显提高, 利于以后移栽成活。可见, 合适的激素组合明显提高了鲁加 6 号根系的质量。

本试验结果表明不定根形成过程中, 植物生长调节剂起着决定性作用, 人工合成生长素能有效促进生根。不同植物试管嫩茎诱导生根的合适生长调节剂, 差别很大, 需要进一步通过试验来确定。鲁加 6 号组培苗对激素种类非常敏感, IAA 很适合做生根促进剂, 但 IBA 和 NAA 单独使用就会长出很大的愈伤组织。影响试管苗生根的因素很多, 如试管苗本身生理生化状态、基本培养基、生长调节物质、光照和温度等, 影响生根的这些因素需要在以后试验中逐步探索。

参考文献:

[ 1 ]

周伟香, 龚宁, 李光, 等. 植物生长调节剂对花叶开唇兰原球茎增殖和分化的影响[ J ]. 亚热带植物科学, 2007, 36(1): 17-19.

[ 2 ]

陈兆贵, 谭俊. 不同激素配比对铁皮石斛组织培养的影响研究[ J ]. 惠州学院学报(自然科学版), 2006, 26(3): 11-14.

[ 3 ]

李甫, 唐道城, 梁顺祥. 生长调节剂对万寿菊花药培养的影响[ J ]. 青海大学学报(自然科学版), 2007, 25(1): 51-53.

[ 4 ]

吴美华, 林文革, 兰贺胜, 等. 柳桉组培快繁技术[ J ]. 福建林业科技, 2006, 33(4): 159-162.

[ 5 ]

曹善东. 组培条件对草莓脱毒试管苗玻璃化影响的研究[ J ]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2006, 37(2): 172-174.

[ 6 ]

王静, 娄玉鑫, 郝再彬, 等. 大量元素、有机添加物、激素对蝴蝶兰原球茎增殖的影响[ J ]. 上海农业科技, 2004(3): 21-23.

[ 7 ]

赵伶俐, 葛红, 范崇辉. 蝴蝶兰组培中 pH 和温度对外植体褐化的影响[ J ]. 园艺学报, 2006, 33(6): 1373-1376.

[ 8 ]

孙振元, 徐文忠, 赵梁军. 高 pH 和铁素对毛白杜鹃和迎红杜鹃根系  $\text{Fe}^{3+}$  还原酶活性的影响[ J ]. 核农学报, 2005, 19(6): 456-460.

[ 9 ]

王晓明, 李永欣, 易霏琴, 等. 灰毡毛忍冬新品种组培苗生根的研究[ J ]. 河南林业科技, 2006, 26(4): 1-3.

[ 10 ]

姚莉莉, 赵海汪, 申立营, 等. 西伯利亚花楸组培苗炼苗技术[ M ]. 水土保持应用技术, 2006(3): 59-60.

[ 11 ]

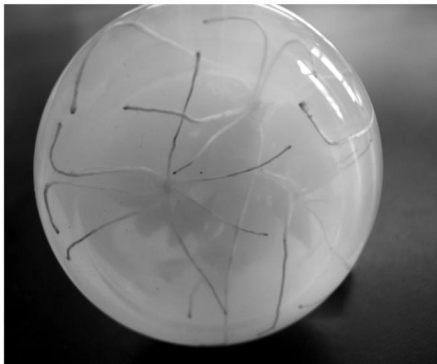
辛蓓. 外源生长素和多胺对 M26 试管苗不定根发生效应的研究[ D ]. 保定: 河北农业大学, 2006.

[ 12 ]

张娟, 杜俊杰. 果树扦插生根的解剖学及生理学研究进展[ J ]. 山西果树, 2004, 11(6): 36-37.

[ 13 ]

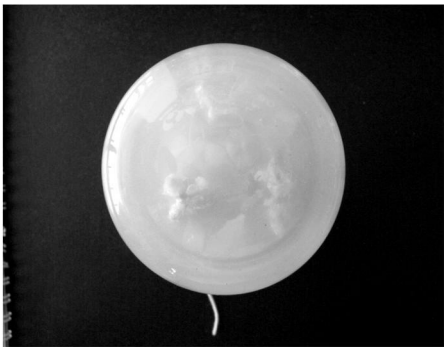
袁小环, 彭向永, 李青, 等. 甜樱桃组培苗的生根研究[ J ]. 西北农林科技大学学报, 2004, 32(4): 71-74.



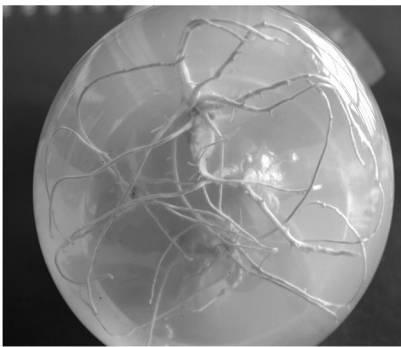
图版 1



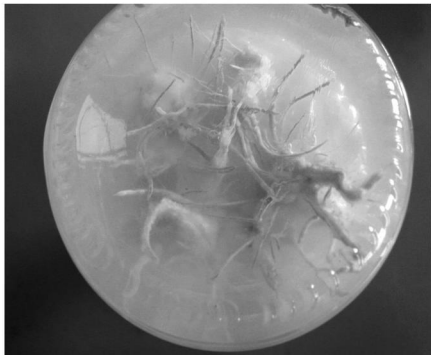
图版 2



图版 3



图版 4



图版 5

图版说明

图版1 IAA处理30 d鲁加6号组培苗生根情况  
图版2 IBA处理30 d的鲁加6号组培苗生根情况  
图版3 NAA处理30 d的鲁加6号组培苗生根情况  
图版4 IAA和IBA处理30 d的鲁加6号组培苗生根情况  
图版5 NAA和IBA处理30 d的鲁加6号组培苗生根情况