

“花魔芋”顶芽组织培养快繁技术研究

李晓亮, 杨进成, 马文彬, 张钟, 邓成忠, 张玉荣, 左丽娟, 胡新洲, 廖凯, 段永华*

(玉溪市农业科学院, 云南玉溪 653100)

摘要 [目的]通过器官发生直接途径再生植株的方式,研究建立完善的“花魔芋”组织培养快繁技术体系。[方法]以“花魔芋”球茎的顶芽为外植体,研究不同的灭菌方法、培养基、继代周期等因素对“花魔芋”组织培养的影响。[结果]适合“花魔芋”顶芽灭菌的方法是0.20% HgCl₂ 灭菌10~15 min;适合初代培养的培养基是MS+6-BA 1.0~3.0 mg/L+NAA 0.2~0.5 mg/L;适合增殖培养的培养基是MS+6-BA 1.0~2.0 mg/L+NAA 0.1~0.2 mg/L;适合生根培养的培养基是1/2MS+NAA(或IBA) 0.1~0.2 mg/L+活性炭0.1%。[结论]得出了一套完善的“花魔芋”组织培养快繁技术体系,能育出有较高素质的“花魔芋”种苗,可以推广应用于“花魔芋”的工厂化育苗,同时也为其他品种的魔芋组织培养快繁技术研究提供参考。

关键词 花魔芋;球茎;顶芽;组织培养;快速繁殖;培养基

中图分类号 S632.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)16-0123-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.16.033



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on Rapid Propagation Technology in Tissue Culture of Apical Buds from *Amorphophallus konjac*

LI Xiao-liang, YANG Jin-cheng, MA Wen-bin et al (Yuxi Academy of Agricultural Sciences, Yuxi, Yunnan 653100)

Abstract [Objective] To study and further establish a perfect technology system of rapid propagation in tissue culture of *Amorphophallus konjac*, by means of direct organogenesis and plant regeneration. [Method] Apical buds sprouting from the corms of *Amorphophallus konjac* were used as explants, and effects of different sterilization method, medium and subculture cycle on tissue culture of *Amorphophallus konjac* were studied. [Result] The results showed that the suitable explants sterilization method was treatment 10~15 min by 0.20% HgCl₂, suitable primary culture medium was MS+6-BA 1.0~3.0 mg/L+NAA 0.2~0.5 mg/L, suitable proliferation medium was MS+6-BA 1.0~2.0 mg/L+NAA 0.1~0.2 mg/L, and suitable rooting medium was 1/2MS+NAA(or IBA) 0.1~0.2 mg/L+activated carbon 0.1%. [Conclusion] The technology system was acquired in this study, which can produce high quality seedling, promote and apply in the factory seedling production of *Amorphophallus konjac*, and also provide important reference for study on tissue culture technology of other varieties in *Amorphophallus konjac*.

Key words *Amorphophallus konjac*; Corm; Apical bud; Tissue culture; Rapid propagation; Medium

魔芋,又名磨芋或蒟蒻,是天南星科(Araceae)魔芋属(*Amorphophallus* Blume)的总称,栽培学上归属于薯芋类作物。魔芋属于多年生宿根草本植物,在我国有2 000余年的栽培历史。魔芋是一种具有较高价值的经济作物,含有丰富的具有独特理化特性的葡甘聚糖,对高血脂、高胆固醇、糖尿病、肥胖病、便秘症等具有防治作用,在食品及食品添加剂上有广泛的应用价值,是化妆品、纺织业印花糊料、建筑业涂料、食用膜、地膜中的绿色无污染原料,在钻探中作护壁剂、压裂剂等效果更佳,具有广阔的开发前景^[1]。正因如此,魔芋在各地被广泛种植。魔芋的常规繁殖主要是采用块茎进行无性繁殖,但存在着用种量大、繁殖系数低、生产成本低、生产周期长、种性易退化等问题,制约着魔芋产业的发展^[1-2]。为解决这些问题,目前最有效的技术措施是植物组织培养技术。

花魔芋(*Amorphophallus konjac*)是魔芋属的代表种^[1],是我国分布最广、栽培最多的魔芋种类^[3]。目前,国内已有较多关于“花魔芋”的组织培养技术研究报道^[4-12],但这些报道的绝大部分是通过器官发生间接途径再生植株的方式^[4-10],而这种方式因经愈伤组织成苗会出现遗传不稳定的现象,表

现为生长习性、熟性、发育特性和抗性发生变异^[13],虽有少许关于“花魔芋”通过器官发生直接途径再生植株的研究报道^[11-12],但其存在试验处理较少、研究内容简单、不涉及种苗素质等,技术体系尚不成熟^[2]。鉴于此,笔者开展“花魔芋”的组织培养快繁技术研究,旨在建立一套完善且能高效繁育优质种苗的“花魔芋”组织培养快繁技术体系,从而促进魔芋产业的发展。

1 材料与方法

1.1 试验材料 采用“花魔芋”球茎的顶芽为供试材料。选择经通风阴干后的生长健壮、无病虫害、作生产用种(单个重量70.34~162.63 g)、高1.4~1.6 cm顶芽的“花魔芋”球茎。

1.2 外植体灭菌 从魔芋球茎上端凹陷处的顶芽基部切取顶芽,沿顶芽基部四周切除根部分,剥离顶芽的一层鳞片叶苞。先用流水冲洗顶芽0.5 min,然后用洗洁精水溶液浸泡顶芽2.5 min,再流水冲洗顶芽0.5 min,最后在超净工作台上先用75%乙醇浸泡消毒顶芽30 s后,进行顶芽灭菌处理。

1.3 培养方法 初代培养:将灭菌好的顶芽接种入不同初代培养基中培养30~50 d。增殖培养:将培养出的新芽接种入不同增殖培养基中30~40 d。生根培养:将个体形态良好、生长健壮的单个芽接种入不同生根培养基中培养25~30 d。培养条件:培养室的温度、相对湿度分别控制在(25±2)℃、30%~40%,光照强度2 000~3 000 lx,光照时间12 h/d。

1.4 数据统计 细菌污染率(%)=细菌污染的瓶数/接种瓶的总数×100;死亡率(%)=死亡的瓶数/接种瓶的总数×100;增殖系数=新生的芽个数/接种的芽个数;褐变率(%)=褐变

基金项目 玉溪市农业科学院科研项目“作物组培扩繁及配套栽培技术与应用”(YXNKYZP2020)。

作者简介 李晓亮(1982—),男,云南江川人,高级农艺师,硕士,从事植物(作物)组织培养技术与应用、果蔬作物的育种及栽培研究。*通信作者,高级农艺师,从事果蔬作物育种及栽培研究。

收稿日期 2021-04-23;修回日期 2021-05-21

的瓶数/接种瓶的总数 $\times 100$;生根率(%)=生根的植株数/植株总数 $\times 100$ 。采用 Excel 2003 和 SPSS 16.0 统计软件进行数据处理与分析。

2 结果与分析

2.1 外植体灭菌 由表 1 可知,不同灭菌方法对“花魔芋”顶芽灭菌效果的差异明显;用 0.20% HgCl_2 灭菌魔芋顶芽,随着灭菌时间的延长,细菌污染率逐渐降低,而死亡率却逐渐增加。当灭菌时间为 10~15 min 时,细菌污染率为 16.25%~17.81%,死亡率为 1.25%~6.19%,分别高于或低于灭菌时间为 20~25 min 时的值($P < 0.05$)。综合权衡考虑灭菌时间对“花魔芋”顶芽的细菌污染率和死亡率的影响,得出适合“花魔芋”顶芽灭菌方法为 0.20% HgCl_2 灭菌 10~15 min。

表 1 不同灭菌方法对“花魔芋”顶芽灭菌效果的影响

Table 1 Effects of different sterilization treatments on apical buds of *Amorphophallus konjac* %

灭菌方法 Sterilization method	细菌污染率 Bacterial conta- mination rate	死亡率 Death rate
0.20% HgCl_2 灭菌 10 min	17.81 \pm 1.19 a	1.25 \pm 0.82 b
0.20% HgCl_2 灭菌 15 min	16.25 \pm 1.67 a	6.19 \pm 1.23 b
0.20% HgCl_2 灭菌 20 min	9.97 \pm 1.26 b	28.32 \pm 1.15 a
0.20% HgCl_2 灭菌 25 min	6.05 \pm 1.04 b	32.10 \pm 1.08 a

注:同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference among treatments at 0.05 level

2.2 初代培养 “花魔芋”顶芽接种入 6 种处理的初代培养基后,培养的过程中仅有 12.45% 的顶芽保持绿色状态,其余绝大部分都褐化,但均能诱导腋芽的分化。6 种处理的培养基诱导顶芽分化出腋芽的量为 2.33~4.00 个,处理间的腋芽分化量差异不显著($P > 0.05$),各处理间的腋芽形态较好、健壮(表 2)。因此,适合“花魔芋”顶芽初代培养的培养基是 MS+6-BA 1.0~3.0 mg/L+NAA 0.2~0.5 mg/L。

表 2 不同培养基处理对“花魔芋”顶芽初代培养的影响

Table 2 Effects of different medium treatments on primary culture of apical buds in *Amorphophallus konjac*

培养基 Medium	新芽/顶芽 New bud/ apical bud//个	芽生长势 Growth vigour of bud
MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.2 mg/L	2.67 \pm 0.33 a	个体形态较好、健壮
MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L	3.00 \pm 1.00 a	个体形态较好、健壮
MS+6-BA 2.0 mg/L+NAA 0.2 mg/L	2.33 \pm 1.33 a	个体形态较好、健壮
MS+6-BA 2.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L	3.33 \pm 0.33 a	个体形态较好、健壮
MS+6-BA 3.0 mg/L+NAA 0.2 mg/L	3.67 \pm 0.88 a	个体形态较好、健壮
MS+6-BA 3.0 mg/L+NAA 0.5 mg/L	4.00 \pm 0.58 a	个体形态较好、健壮

注:同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference among treatments at 0.05 level

2.3 增殖培养 由表 3 可知,不同培养基对“花魔芋”增殖培养的影响差异明显,6 种处理的培养基均能促进“花魔芋”

芽的增殖发生,增殖系数为 2.73~4.17,且芽(芽丛)的生长势较好、健壮;在同一浓度的 6-BA 条件下,随着 NAA 浓度的增加,“花魔芋”芽的增殖系数增大($P < 0.05$)。因此,适合“花魔芋”增殖培养的培养基 MS+6-BA 1.0~2.0 mg/L+NAA 0.10~0.20 mg/L。

表 3 不同培养基处理对“花魔芋”增殖培养的影响

Table 3 Effects of different medium treatments on proliferation culture of *Amorphophallus konjac*

培养基 Medium	增殖系数 Proliferation coefficient	芽(丛芽)生长势 Growth vigour of buds
MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.01 mg/L	2.73 \pm 0.23 b	较好、健壮
MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.10 mg/L	3.47 \pm 0.28 a	较好、健壮
MS+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.20 mg/L	4.07 \pm 0.19 a	较好、健壮
MS+6-BA 2.0 mg/L+NAA 0.01 mg/L	2.80 \pm 0.50 b	较好、健壮
MS+6-BA 2.0 mg/L+NAA 0.10 mg/L	3.73 \pm 0.12 a	较好、健壮
MS+6-BA 2.0 mg/L+NAA 0.20 mg/L	4.17 \pm 0.20 a	较好、健壮

注:同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference among treatments at 0.05 level

从图 1 可见,“花魔芋”的芽在继代增殖培养过程中,会发生褐变,随着继代周期的增加,褐变率呈现出逐渐降低直至为 0 的趋势,在第 1~3 代,褐变现象严重,褐变率为 40.38%~92.83%,第 6 代起,褐变率为 0。

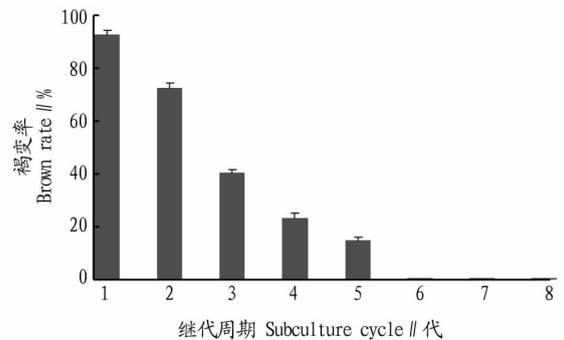


图 1 “花魔芋”继代增殖培养中的褐变发生规律

Fig. 1 The regularity of browning in proliferation culture of *Amorphophallus konjac*

2.4 生根培养 由表 4 可知,“花魔芋”的芽接种入 9 种处理的培养基中培养,所有植株均能生根,说明“花魔芋”较易生根;各处理间的株高(3.43~3.77 cm)、生根量(4.13~5.00 条)、根长(2.90~3.53 cm)差异不显著($P > 0.05$);有些处理间的根粗差异($P < 0.05$),培养基中 NAA 或(和)IBA 浓度高的处理对应的根粗明显大于浓度低的根粗;处理间根的发生情况差异明显,随着 NAA 或(和)IBA 浓度的逐渐升高,植株基部由无愈伤组逐渐增加到较多的愈伤组织,当 NAA 或 IBA 浓度为 0.1~0.2 mg/L 时,根从植株基部发出,根系发育良好,植株基部无愈伤组织;各处理间的植株生长势无差异,植株的生长势均较好、健壮。因此,综合分析不同处理对“花魔

芋”生根培养的影响,得出适合“花魔芋”生根培养的培养基 为 1/2MS + NAA(或 IBA)0.1~0.2 mg/L+活性炭 0.1%。

表 4 不同培养基处理对“花魔芋”生根培养的影响

Table 4 Effects of different medium treatments on rooting culture of *Amorphophallus konjac*

培养基 Medium	生根率 Rooting rate//%	株高 Plant height//cm	生根量 Number of roots//条	根长 Length of roots//cm	根粗 Root diameter mm	根的发生 Rhizog- enesis	植株生长势 Plant growth vigour
1/2MS+NAA 0.1 mg/L+ 活性炭 0.1%	100	3.50±0.17 a	4.27±0.15 a	3.40±0.21 a	0.16±0.01 b	根从基部发出,基部 无愈伤组织	较好、健壮
1/2MS+NAA 0.2 mg/L+ 活性炭 0.1%	100	3.73±0.27 a	4.87±0.09 a	3.17±0.18 a	0.19±0.01 b	根从基部发出,基部 无愈伤组织	较好、健壮
1/2MS+NAA 0.5 mg/L+ 活性炭 0.1%	100	3.62±0.19 a	4.93±0.09 a	3.10±0.06 a	0.30±0.01 a	根从基部发出,基部 少量愈伤组织	较好、健壮
1/2MS+IBA 0.1 mg/L+ 活性炭 0.1%	100	3.53±0.19 a	4.13±0.12 a	3.53±0.15 a	0.15±0.01 b	根从基部发出,基部 无愈伤组织	较好、健壮
1/2MS+IBA 0.2 mg/L+ 活性炭 0.1%	100	3.67±0.28 a	4.63±0.09 a	3.30±0.10 a	0.20±0.02 b	根从基部发出,基部 无愈伤组织	较好、健壮
1/2MS+IBA 0.5 mg/L+ 活性炭 0.1%	100	3.60±0.35 a	4.82±0.20 a	3.07±0.03 a	0.31±0.03 a	根从基部发出,基部 少量愈伤组织	较好、健壮
1/2MS+NAA 0.1 mg/L+ IBA0.1 mg/L+活性炭 0.1%	100	3.77±0.38 a	4.30±0.12 a	3.27±0.07 a	0.26±0.04 a	根从基部发出,基部 少量愈伤组织	较好、健壮
1/2MS+NAA 0.2 mg/L+ IBA0.2 mg/L+活性炭 0.1%	100	3.43±0.26 a	4.97±0.11 a	2.97±0.09 a	0.27±0.02 a	根从基部发出,基部 附有中等量的愈伤 组织	较好、健壮
1/2MS+NAA 0.5 mg/L+ IBA0.5 mg/L+活性炭 0.1%	100	3.47±0.34 a	5.00±0.15 a	2.90±0.06 a	0.38±0.01 a	根从基部或基部愈 伤组织发出,基部附 较多愈伤组织	较好、健壮

注:同列不同小写字母表示处理间在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference among treatments at 0.05 level

3 结论与讨论

(1) 该研究筛选出了适合“花魔芋”顶芽灭菌的方法,细菌污染率较低,仅 16.25%~17.81%,说明“花魔芋”顶芽较易灭菌,这与杨琴等^[14]的研究结果一致。王玲等^[10]研究指出,1.0 mg/L 6-BA 和 NAA 配合使用,当 NAA 浓度为 0.5~1.0 mg/L 时,“花魔芋”顶芽生长点的愈伤组织诱导率高达 80%左右。谢庆华等^[11]研究表明,1.0 mg/L 6-BA 和 NAA 配合使用,NAA 浓度为 0.1 mg/L 时,能较好地诱导“花魔芋”的主芽生长及侧芽的分化。胡悦等^[12]研究发现,2.4 mg/L 6-BA 和 NAA 配合使用,NAA 浓度为 0.1 mg/L 时,能较好地诱导“花魔芋”顶芽的腋芽分化。在该研究中,1.0~3.0 mg/L 6-BA 和 NAA 配合使用,当 NAA 浓度为 0.2~0.5 mg/L 时,能很好地诱导“花魔芋”顶芽的腋芽分化。由此说明,在配合 1.0~3.0 mg/L 6-BA 使用时,NAA 的浓度大小是决定“花魔芋”顶芽分化的关键性因子,其较高浓度(>0.5 mg/L)时分化成愈伤组织,而低浓度(<0.5 mg/L)时则分化成芽。谢庆华等^[11]研究没有单独涉及“花魔芋”芽的增殖培养。胡悦等^[12]的研究中,“花魔芋”芽的增殖是使用初代培养基 MS+6-BA 2.4 mg/L+NAA 0.1 mg/L,增殖系数为 3.58。该研究基于“花魔芋”芽在增殖培养中的生长势,筛选出 6-BA、NAA 浓度范围更宽的增殖培养基,增殖系数为 3.47~4.17。

(2) 褐变现象是魔芋初代培养中的重要问题^[13,15]。该研究表明,褐变现象不仅发生在“花魔芋”的初代培养中(褐变率占 87.55%),也明显存在于继代增殖培养中,特别是第 1~3 代,在第 6 代后褐变现象才消失。这说明褐变现象在“花魔

芋”组织培养中发生比较严重。同时,从其可获得启示,在“花魔芋”继代增殖培养过程中,可通过调配激素浓度降低芽的增殖、增加继代周期以降低褐化的技术手段,从而获得无褐化、高质量的芽,这对于“花魔芋”的组织培养工厂化育苗具有重要的指导意义。

(3) 魔芋苗在 MS+NAA 0~0.5 mg/L 生根培养基上都能生根,但有一定差异^[15]。陈国爱^[6]研究表明,“花魔芋”不定芽在 1/2MS+NAA 1.0 mg/L 培养基上的生根率为 80.0%。鲁红学等^[8]研究指出,“花魔芋”芽在 MS+NAA 0.5 mg/L 和 1/2MS+NAA 0.5 mg/L 上的生根率均在 78%以上。郭政宏等^[9]研究指出,“花魔芋”不定芽在 MS+NAA 0.5 mg/L 上的生根率可达 94%。在上述生根培养的研究报道中,未涉及魔芋种苗素质和生根特点。而在该研究中,9 种生根培养基均能促使“花魔芋”芽的生根率达 100%,说明“花魔芋”较易生根,这与秦廷豪等^[7]的观点一致。另一方面,尽管“花魔芋”生根容易,但根发生却有较大差异,因此,基于生根培养中“花魔芋”的株高、生根量、根长、根粗、根的发生、植株生长势 6 个“种苗素质”指标筛选出了能育出优质种苗适合“花魔芋”生根培养基。

(4) 该研究通过器官发生直接途径再生植株的方式,研究建立了“花魔芋”组织培养快繁技术体系,能繁育出优质的“花魔芋”种苗,可以推广应用于“花魔芋”的工厂化育苗,同时也为其他品种的魔芋组织培养快繁技术研究提供参考。

(下转第 152 页)

续表 3

序号 No.	名称 Name	病害(抗性) Disease(resistance)	虫害(抗性) Pest(resistance)	长势 Growth
22	GPT Cyrano De Bergerac	无	蚜虫少	好
23	Raffaello	黑斑病 2%	无	好好
24	Papa Meilland	无	较少	好好
25	Jubile Papa Meilland	黑斑病 13%,白粉病 20%	蚜虫少	一般
26	Black Baccara	无	蚜虫少	好好
27	GPT Mini Pierre De Ronsard	白粉病<5%	少量白色虫	好好
28	Red Leonardo Da Vinci	白粉病<5%	蚜虫少	好好
29	Belles Rives	黑斑病 35%	蚜虫较多	一般
30	Christophe Dechavanne	黑斑病<6.7%	蚜虫少	好好
31	Sophia Romantica	黑斑病<5%	蚜虫较少	好好
32	Princesse Charlene De Monaco	白粉病<5%	蚜虫少	好好
33	Botero	无	无	好好
34	Donatella	黑斑病 33%,白粉病 47%	无	一般
35	GPT Allegro	黑斑病<7%	蚜虫少	好好
36	Prince Jardinier	无	无	好好
37	Caprice De Meilland	黑斑病<5%	蚜虫少	好好
38	GPT Princesse De Monaco	无	无	好好
39	GPT Botero	无	无	好好
40	Lady Romantica	黑斑病<7%	蚜虫少	好好
41	Summertime	黑斑病 7%	蚜虫少	一般

3 结论

3.1 引种法国月季生长情况 从法国月季的生长状况来看, Deborah Meillandecor、Christophe Dechavanne、Raffaello、GPT Mini Pierre De Ronsard、Sophia Romantica 等品种长势强,植株生长健壮,且抗病性强。从切花质量看,Louis Bleriot、Scarlet Bonica、Astronomia、Liane Foly、Rayon De Soleil 花色明亮艳丽,花瓣伸展度好,产量好;Jubile Papa Meilland、Donatella 易感染白粉病,抗病性较差;Pierre Arditi、Belles Rives 等品种长势一般^[10]。

3.2 引种法国月季研究前景 月季生长最佳温度为白天 20~27℃、夜晚 12~18℃。当气温低于 5℃或超过 30℃时,生长受到抑制。栽培地的气候状况符合月季生长条件,该试验引种的大部分品种能较好地生长。法国月季的引种栽培应选择观赏性好、移植易成活、适应能力强的品种。长势强且抗病性强的法国月季品种,在惠水县引种试验中的表现基本符合这些需求^[11]。月季引种繁育与推广可为花卉产业建

设及农村经济结构调整提供有效的途径,为农民致富奔小康开辟新的途径。

参考文献

- [1] 周艳,金平,黄承玲,等.贵阳市不同切花月季品种引种适应性研究[J].贵州科学,2010,28(4):78-82.
- [2] 李荣,韩卫民,秦荣.不同切花月季品种的引种适应性研究[J].安徽农业科学,2008,36(7):2730-2731,2802.
- [3] 岳玲,迟东明,宋伟,等.月季抗性研究进展[J].北方园艺,2010(9):225-227.
- [4] 刘晓伟.北方月季鲜切花栽培技术[J].现代农业科技,2007(17):67,69.
- [5] 步洪凤.常德市月季引种栽培试验研究[J].农业科技通讯,2013(3):139-141.
- [6] 朱立,储蓉,吴洪娥,等.十三个美国切花月季品种引种栽培试验[J].南方农业,2015,9(27):8-9.
- [7] 闫永胜,张黎.银川地区不同品种切花月季引种适应性研究[J].农业科学,2009,30(2):23-26.
- [8] 张涛,高文江,段大娟.观花藤本月季引种及抗性试验研究[J].河北水果研究,2000,15(S1):100-103.
- [9] 刘应珍,董万鹏,吴楠,等.贵州园林绿化中不同月季品种的综合评价[J].贵州农业科学,2017,45(12):112-114.
- [10] 吴楠,董万鹏,金晶,等.玫瑰种植技术研究[J].花卉,2020(2):4-5.
- [11] 金晶,阳鑫,董万鹏,等.贵州山地观赏月季栽培技术[J].耕作与栽培,2020,40(4):56-58.

(上接第 125 页)

参考文献

- [1] 刘佩瑛.魔芋学[M].北京:中国农业出版社,2004:1-10,212.
- [2] 宋志红,吴金平,曾祥国,等.魔芋组织培养快繁技术研究进展[J].安徽农学通报,2008,14(20):57-59,90.
- [3] 谢春梅,赵庆云,杨艳,等.云南花魔芋优良品种比较试验[J].长江蔬菜,2010(16):33-35.
- [4] 廖倩,胡尚连,曹颖,等.北川花魔芋愈伤组织与试管微球茎离体诱导研究[J].种子,2016,35(5):87-90.
- [5] 刘荣鹏,龙应霞,刘洋,等.贵州花魔芋的组织培养及植株再生体系[J].贵州农业科学,2012,40(7):42-47.
- [6] 陈国爱.花魔芋根茎组培配方优化研究[J].蔬菜,2016(11):19-21.
- [7] 秦廷豪,李晓梅,张军,等.花魔芋离体再生体系的建立[J].湖北农业科学,2015,54(23):6054-6057,6078.
- [8] 鲁红学,胡桂香,周姝,等.花魔芋组织培养初步研究[J].长江大学学报

(自科版),2005,2(5):52-54.

- [9] 郭政宏,乐超银,王健,等.花魔芋组织培养的研究[J].安徽农业科学,2009,37(25):11867-11868.
- [10] 王玲,李勇军,房亚南,等.魔芋组织培养的一步成苗技术研究[J].西南农业学报,2004,17(5):636-638.
- [11] 谢庆华,吴毅毅,谢世清,等.花魔芋不同外植体分化及生根条件研究[J].云南农业大学学报,2004,19(6):696-699.
- [12] 胡悦,冉兴宇,张兴国,等.魔芋组培快繁的影响因素[J].中国蔬菜,2012(8):75-79.
- [13] 崔继梅,梁艳丽,谢世清.魔芋组培快繁中常见的问题及对策[J].云南农业大学学报,2008,23(1):96-98,117.
- [14] 杨岑,杨艳,杨睿,等.外植体类型及取材时期对花魔芋组织培养效果的影响[J].现代园艺,2016(20):8-10.
- [15] 林蓉,谢春梅,谢世清.优质魔芋组培快繁技术研究进展[J].中国农学通报,2005,21(1):153-155.