

影响魔芋愈伤组织形成的几个因素

马 林, 张 玲, 李卫锋

(西南科技大学生命科学与工程学院, 四川绵阳 621002)

摘 要: 研究了魔芋不同外植体类型、激素种类和激素组合、光暗培养条件、不同生理时期取材等因素对愈伤组织诱导能力的影响以及不同处理所得愈伤组织的分化能力。结果表明, 不同外植体类型诱导愈伤组织能力顺序为: 顶花芽 > 幼嫩芽鞘 > 子芋 > 根状芋; 经过 4 °C 低温预处理的子芋和根状芋比未经预处理的外植体更易诱导出愈伤组织; MS+BA1.0~2.0+NAA1.0~2.0 培养基均能诱导外植体产生愈伤组织, 愈伤组织诱导率大多在 50% 以上, 最高达 87.5%; 在魔芋生长期取材比在休眠期取材更易诱导出愈伤组织; 不同处理所得愈伤组织在分化能力上具有较明显的差异。

关键词: 魔芋; 愈伤组织; 诱导; 分化

中图分类号: Q944 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2003)06-0553-05

The factors influencing on the induction of callus in *Amor phophallus*

MA Lin, ZHANG Ling, LI Wei-feng

(College of Life Science and Technology, Southwest University of Science & Technology, Mianyang 621002, China)

Abstract: Effects of several factors such as different explants, hormones, mediums and physiological periods of explants on the induction of callus in *Amor phophallus* and differentiation ability of callus from different treatments were studied. Results showed that the apical blossom bud was the best explants for inducing to form callus, next was the infancy bract, the daughter corms and root corms could also be induced but they had low induced rate. The daughter corms and the root corms treated by low temperature at 4 °C had better induced effect than the fresh explants. Four explants were all induced to form callus in media such as MS+NAA1.0~2.0 mg/L+BA1.0~2.0 mg/L, the induced rate was mostly above 50% and the highest ratio was 87.5%. Results also showed that the explants gathering at growth period were more easy to be induced to form callus than that of gathering at dormancy period. There was distinct difference between callus induced from different explants and induced medium.

Key words: *Amor phophallus*; callus; induction; differentiation

魔芋 (*Amor phophallus*), 为天南星科魔芋属多年生草本植物, 我国南方各省都有分布和栽培。魔芋块茎富含葡甘露聚糖, 其干制品——魔芋角耐贮运, 不仅可制作很好的蔬菜, 精制成魔芋精粉后, 还可在医药、食品和工业上广泛应用, 是四川盆周山区重要的出口资源。由于魔芋粉新用途的不断开

拓, 国内国际市场对魔芋的需要量与日俱增。目前, 在魔芋的大规模生产上, 正面临着种源不足和病虫害防治两大难题(何家庆, 1995)。魔芋作为多年生植物, 在自然状态下, 需 3~5 a 以上才开花结实, 魔芋一旦开花就会影响地下球茎的生长, 而且结实率很低。因此, 生产上很少用种子繁殖, 一般利用块茎

收稿日期: 2002-08-06 修订日期: 2003-01-20

作者简介: 马林(1964-), 男, 四川绵竹人, 理学硕士, 副教授, 植物生理学专业, 主要从事植物生理学教学和科研工作。

进行无性繁殖。但采用这种繁殖方式,不仅用种量大,而且繁殖系数低。采用植物组织培养技术,是解决魔芋优良品种快速繁殖和发展魔芋生产中缺种问题的一条有效途径。近年来已有不少的研究者对魔芋的组织培养技术作了报道(曾昭初等,1994,1997;吴毅歆等,2001;王平华等,2001;徐刚等,1994;彭昌操,2000;苏承刚等,2001;柳俊等,2001),但对魔芋组织培养中各个环节的影响因素的研究报道还较少。本文通过对不同外植体类型、不同激素种类和激素组合、光暗培养条件、不同生理时期取材等因素对愈伤组织分化能力的影响进行探讨,以期寻找到魔芋组织培养中愈伤组织诱导的最佳途径,为魔芋的人工快繁提供更进一步的参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

魔芋材料采自西南科技大学西山校区苗圃园野生种。以休眠期和出苗期的子芋(小球茎)、根状芋(芋鞭)、幼嫩芽鞘和顶花芽作外植体。从苗圃中选取无病菌、无损伤残缺、健壮的地下球茎,用自来水反复冲洗干净、晾干表面水分,取一部分子芋和根状芋材料在低温 4℃冰箱中预处理 15 d 后再接种,其余材料在采回后即经灭菌处理后接种。

1.2 方法

1.2.1 外植体处理及接种 将材料分为子芋、根状芋、顶花芽、幼嫩芽鞘 4 种外植体,先用体积分数为 70% 的酒精浸泡 30 s,无菌水冲洗 3 次后用质量分数为 0.1% 的升汞(HgCl_2)处理 8 min,再用无菌水冲洗 5 次。将子芋和根状芋切成厚 0.2 cm、长宽为 0.5 cm 见方的小块,顶花芽切成 0.5 cm 长的切段,幼嫩芽鞘切成 0.5 cm 见方的小块,在无菌条件下接种到不同处理的培养基上,每处理接种 5~8 瓶,每瓶接种外植体 4 块。

1.2.2 诱导培养基及培养条件 以 MS 为基本培养基,附加 3% 蔗糖、0.8% 琼脂及不同种类和浓度的植物激素,培养基 pH 值在灭菌前调至 5.9~6.0,分装到 50 mL 三角瓶中,分装量 15~20 mL,在 121℃、0.1 MPa 灭菌 20 min。试验设单种激素诱导(表 1)和激素组合诱导(表 3)两类处理,在单种激素诱导处理中设置光照培养和暗培养对比试验,激素组合诱导处理在接种后先暗培养 15 d,再进行光照培养。光照培养时间为 12 h/d,光照强度为 1 500

~2 000 lx,培养温度无论光照培养或暗培养均为 25 ± 1 ℃。

1.2.3 分化培养基及培养条件 将从部分处理诱导得到的愈伤组织分别接种到 MS+BA2+NAA0.01 培养基上进行芽的分化诱导,每处理接种 7 瓶,每瓶接种 3 块。光照培养(时间为 12 h/d,强度为 1 500~2 000 lx),培养温度为 25 ± 1 ℃。

1.2.4 试验结果的统计和计算 每一处理在接种后除记录愈伤组织诱导和褐变现象外,在培养第 30 d 分别统计接种数、褐变数和出愈数。接种数为去除污染后的数量,褐变率为褐变数与无污染的接种数的比值,诱导率为出愈数与无污染的接种数的比值。

2 结果与分析

2.1 单种激素处理对魔芋愈伤组织的诱导效果

将采于生长期的魔芋子芋和根状芋的组织切块接种于添加单种激素(BA、NAA 和 2,4-D)的诱导培养基上,在光照条件下培养。试验中发现,在接种后第 2 d,部分外植体周围出现“水圈”现象,培养 8 d 后,少量外植体开始褐变,培养 25 d 后,附加 2,4-D 的外植体 90% 已褐变,培养 30 d 后,附加 2,4-D 的外植体几乎全部褐变,而附加 BA 及 NAA 的外植体褐变率也都超过 40%,高的达 60%。从诱导情况来看,附加 2,4-D 的处理始终未能诱导形成愈伤组织,附加 NAA 的处理在接种后 20 d 左右开始有愈伤组织分化,但分化慢且数量少,30 d 左右分化出白色根状物,50 d 左右从带芽的外植体处分化出芽状体,附加 BA 的处理在接种后 20 d 开始出现分化,愈伤组织呈球状,颜色为白色或淡绿色,生长快,数量多,但培养 40 d 后愈伤组织逐渐变褐。表 1 为接种 30 d 后的统计结果。由表 1 可见,由于接种后外植体的褐变,极大地影响了愈伤组织的诱导分化,附加 BA 及 NAA 的处理诱导率最高未超过 40%,两种处理的平均诱导率分别仅为 34.3% 和 17.7%。但表 1 的结果表明,在 MS 培养基中添加 NAA 和 BA 两种激素有利于诱导魔芋愈伤组织的形成。

2.2 光暗培养条件对魔芋愈伤组织诱导的影响

根据表 1 的试验结果,选择诱导效果较好的 MS+BA1.0 和 MS+NAA1.0 培养基进行光照培养和暗培养对比试验,培养 30 d 后的结果见表 2。由表 2 可见,暗培养在一定程度上降低了魔芋外植体的褐变率,相应地提高了愈伤组织的诱导率。试

验中还发现,外植体出现褐变现象在暗培养比在光照培养要晚 10 d 左右。

2.3 不同激素组合对魔芋愈伤组织的诱导效果的影响

根据单种激素处理诱导试验结果,进一步试验了 MS 附加 BA 与 NAA、2,4-D、KT 不同组合培养基的诱导效果,仍然采用生长期的魔芋子芋和根状芋作外植体,接种后先进行 15 d 暗培养再转至光照下培养。接种 30 d 后的统计结果见表 3。结果表

明,当 BA 浓度为 0.5 mg/L 时,子芋和根状芋的愈伤组织诱导率均较低,当 BA 浓度为 1.0 mg/L 和 2.0 mg/L 时,愈伤组织诱导率有明显的提高,其中,对子芋诱导效果较好的培养基是 BA2.0 + NAA2.0,其次为 BA1.0 + NAA1.0~2.0,对根状芋诱导效果较好的培养基是 BA1.0 + NAA2.0,其次为 BA1.0 + NAA1.0。同时发现,在 BA1.0 + NAA1.0 基础上附加 0.5 mg/L 的 2,4-D 反而降低了愈伤组织的诱导率。

表 1 单种激素处理对子芋和根状芋愈伤组织的诱导效果

Table 1 Induced effects of single hormone on callus of daughter corms and root corms

培养基 Medium ¹⁾	子芋 Daughter corms				根状芋 Root corms			
	接种数 No. of inoculation	褐变数 No. of browning	出愈数 No. of produced callus	诱导率(%) Induced rate	接种数 No. of inoculation	褐变数 No. of browning	出愈数 No. of produced callus	诱导率(%) Induced rate
MS+BA0.5	28	12	10	35.7	24	11	6	25.0
MS+BA1.0	24	10	9	37.5	28	15	11	39.3
MS+BA2.0	24	13	8	33.3	20	11	7	35.0
MS+NAA0.1	28	14	3	10.7	24	10	4	6.7
MS+NAA0.5	28	16	5	17.9	28	12	4	14.3
MS+NAA1.0	24	13	6	25.0	28	17	6	21.4
MS+2,4-D0.1	24	23	0	0	20	20	0	0
MS+2,4-D0.5	28	26	0	0	24	22	0	0
MS+2,4-D1.0	20	20	0	0	20	19	0	0

¹⁾ 激素浓度单位为 mg/L,以下同。 The unit of hormone concentration is mg/L and the following is the same as this.

表 2 光暗培养条件对魔芋愈伤组织诱导的影响

Table 2 Effects of light culture or dark culture on induction of callus in *Amor phophallus*

培养条件 Condition of culture	培养基 Medium	子芋 Daughter corms					根状芋 Root corms				
		接种数 No. of inoculation	褐变数 No. of browning	出愈数 No. of produced callus	褐变率 Browning rate	诱导率 Induced rate (%)	接种数 No. of inoculation	褐变数 No. of browning	出愈数 No. of produced callus	褐变率 Browning rate	诱导率 Induced rate (%)
光照 Light	MS+BA1.0	32	15	11	46.9	34.4	28	10	9	35.7	32.1
暗培养 Dark	MS+BA1.0	32	10	16	31.2	50.0	32	9	14	28.1	43.8
光照 Light	MS+NAA1.0	28	15	8	53.6	28.6	24	14	7	58.3	29.2
暗培养 Dark	MS+NAA1.0	32	12	15	37.5	46.9	28	9	14	32.1	50.0

2.4 魔芋不同外植体诱导形成愈伤组织的差异

休眠期采集魔芋的子芋、根状芋、顶花芽及幼嫩芽鞘接种,同时将一部分子芋和根状芋置于 4℃ 冰箱中预处理 15 d 后接种于 BA1.0 + NAA1.0 和 BA1.0 + NAA2.0 两种培养基上,培养 30 d 后的统计结果见表 4。结果表明,在两种培养基上不同的外植体均能诱导出愈伤组织,但诱导率有一定的差异,诱导愈伤组织的顺序为:顶花芽>幼嫩芽鞘>子

芋>根状芋。同时可见,经过预处理的子芋和根状芋比未经预处理的外植体容易诱导产生愈伤组织,诱导率提高了 12%~24%。观察发现,顶花芽在接种后 14 d 左右便开始分化,且分化快、数量多,培养第 20 d 已分化出呈小颗粒球状的愈伤组织,颜色为白色或黄绿色,50 d 后变为淡红色。

表 4 的结果表明,以顶花芽和幼嫩芽鞘作外植体比子芋和根状芋更易于诱导产生愈伤组织,因此,

进一步试验了这两种外植体在其它激素组合培养基上的诱导效果。表 5 为接种 30d 后的统计结果,结果表明,顶花芽和幼嫩芽鞘在 BA2.0+NAA2.0 培

养基上的诱导效果最好,诱导率分别达 70.0% 和 57.1%,其次为 BA1.0+NAA1.0+2,4-D0.5 培养基,诱导率分别为 54.2% 和 37.5%。

表 3 不同激素组合对子芋和根状芋愈伤组织的诱导效果

Table 3 Induced effects of hormone combinations on callus of daughter corms and root corms

培养基激素组合 Combinations of hormone in medium	子芋 Daughter corms				根状芋 Root corms			
	接种数 No. of inoculation	褐变数 No. of browning	出愈数 No. of produced callus	诱导率(%) Induced rate	接种数 No. of inoculation	褐变数 No. of browning	出愈数 No. of produced callus	诱导率(%) Induced rate
BA0.5+NAA1.0	24	9	3	12.5	28	8	0	0
BA0.5+NAA1.0+KT0.5	28	11	7	25.0	24	4	3	12.5
BA0.5+NAA2.0+KT0.5	28	9	3	10.7	24	7	4	16.7
BA1.0+NAA0.2+2,4-D0.5	24	4	7	29.2	24	11	6	25.0
BA1.0+NAA1.0	28	7	16	57.1	28	5	15	53.6
BA1.0+NAA1.0+2,4-D0.5	28	6	10	35.7	20	5	7	35.0
BA1.0+NAA2.0	24	4	14	58.3	28	6	20	71.4
BA2.0+NAA2.0	24	5	16	66.7	28	8	10	35.7

表 4 魔芋不同外植体愈伤组织的诱导

Table 4 Induction of callus in different explants

外植体 Explants	BA1.0+NAA1.0			BA1.0+NAA2.0		
	接种数 No. of inoculation	出愈数 No. of produced callus	诱导率 Induced rate (%)	接种数 No. of inoculation	出愈数 No. of produced callus	诱导率 Induced rate (%)
子芋 Daughter corms	32	13	40.6	28	12	42.9
预处理子芋 Pretreatment daughter corms	28	18	64.3	28	16	57.1
根状芋 Root corms	28	11	39.3	32	12	37.5
预处理根状芋 Pretreatment root corms	24	14	58.3	28	14	50.0
顶花芽 Apical blossom bud	32	28	87.5	28	23	82.1
幼嫩芽鞘 Infancy bract	28	22	78.6	32	20	62.5

表 5 顶花芽和幼嫩芽鞘在不同激素组合培养基上的诱导效果

Table 5 Induced effects of apical blossom bud and infancy bract in different mediums

培养基激素组合 Combinations of hormone in medium	顶花芽 Apical blossom bud				幼嫩芽鞘 Infancy bract			
	接种数 No. of inoculation	褐变数 No. of browning	出愈数 No. of produced callus	诱导率(%) Induced rate	接种数 No. of inoculation	褐变数 No. of browning	出愈数 No. of produced callus	诱导率(%) Induced rate
BA0.5+NAA1.0	20	2	5	25.0	24	5	5	20.8
BA0.5+NAA1.0+KT0.5	24	4	7	29.2	28	3	9	32.1
BA0.5+NAA2.0+KT0.5	28	3	13	46.4	20	4	6	30.0
BA1.0+NAA0.2+2,4-D0.5	28	2	10	35.7	20	3	4	20.0
BA1.0+NAA1.0+2,4-D0.5	24	5	13	54.2	24	7	9	37.5
BA2.0+NAA2.0	20	0	14	70.0	28	4	16	57.1

2.5 不同生长期取材对魔芋愈伤组织的诱导效果的影响

将分别采于休眠期(12月)和出苗期(5月)的魔芋顶花芽接种于 MS+BA2.0+NAA2.0 培养基上,休眠期的顶花芽 15 d 左右才开始膨大,25 d 以后才会产生少量的愈伤组织,而出苗期的顶花芽在

培养第 7 d 已经充分膨大,25 d 以后愈伤组织诱导率已达 85%。这表明,在魔芋的出苗生长期取材比在休眠期取材更易诱导出愈伤组织。

2.6 不同处理诱导的愈伤组织的分化能力比较

选择愈伤组织诱导率较高的处理,将愈伤组织接种到相同的诱导芽分化培养基上,比较接种 60 d

后愈伤组织分化形成不定芽的差异,结果表明,从不同处理诱导的愈伤组织具有不同的分化能力。比较从相同诱导培养基上诱导的愈伤组织的芽诱导率,生长期子芋明显比根状芋更高,同一外植体在不同的诱导培养基之间也有一定差异,从 BA1+NAA1 诱导的愈伤组织具有较高的芽诱导率(表 6)。表 7 为 6 种外植体从 BA1+NAA1 诱导的愈伤组织在同一分化培养基上的诱导结果,由表可见,从顶花芽得到的愈伤组织的芽诱导率最高(61.9%),其次为预处理子芋(52.4%),预处理根状芋最低(33.3%),但子芋和根状芋在未作预处理与预处理之间的诱导率的差异不明显。

表 6 从生长期外植体诱导的愈伤组织的分化能力

Table 6 Differentiation of callus induced from explants during growing period

外植体 Explants	诱导培养基 Induced medium	接种愈伤 组织块数 No. of inoculated callus	分化出芽个数 No. of differentia- tion buds	诱导率 Induced rate (%)
子芋	BA1+NAA1	21	13	61.9
Daughter	BA1+NAA2	18	8	44.4
corms	BA2+NAA2	21	6	28.6
根状芋	BA1+NAA1	21	11	52.4
Root	BA1+NAA2	21	5	23.8
corms	BA2+NAA2	21	2	9.5

表 7 从休眠期外植体诱导的愈伤组织的分化能力

Table 7 Differentiation of callus induced from explants during dormant period

外植体 Explants	接种愈伤 组织块数 No. of inoculated callus	分化出 芽个数 No. of differentia- tion buds	诱导率 Induced rate (%)
子芋 Daughter corms	21	10	47.6
预处理子芋 Pretreatment daughter corms	21	11	52.4
根状芋 Root corms	21	8	38.1
预处理根状芋 Pretreatment root corms	21	7	33.3
顶花芽 Apical blossom bud	21	13	61.9
幼嫩芽鞘 Infancy bract	18	8	44.4

3 讨 论

不同类型的魔芋外植体的愈伤组织诱导率存在明显的差异,本试验结果表明顶花芽是最适合诱导愈伤组织的外植体,其次为幼嫩芽鞘,这与其他研究

者的报道有所不同,可能与魔芋品种的不同存在一定关系,也可能与取材时间不同有关,吴毅歆等(2001)对白魔芋进行研究,发现皮上胞芽组织为最好的接种材料,曾昭初等(1997)同样用白魔芋作材料却发现最好的接种材料是球茎的底心块,苏承刚等(2001)在桂平魔芋得到的结果是球茎切块和鳞片切块均有较高的愈伤组织诱导率,而芽切块却基本无效。外植体之间愈伤组织诱导的差异主要是由于不同组织器官的内源激素水平的不同而引起的(肖关丽等,2002)。

试验研究中发现,外植体的幼嫩程度和处理方式也显著影响愈伤组织的诱导率,一年生子芋比二年生的子芋的诱导率高,即使是同一个子芋,不同部位的组织切块的诱导率也存在较大的不同。通过低温预处理的子芋和根状芋比未处理的诱导率明显提高,可能是低温处理部分抑制了魔芋外植体组织内的多酚氧化酶活性所致。

在魔芋外植体诱导愈伤组织过程中会出现“水圈”现象,可能是魔芋自身含有的亲水性很强的多聚糖类物质将培养基中的水凝聚在外植体的周围形成的,培养一段时间后,部分“水圈”会自行消失,它是否对愈伤组织的诱导存在影响有待进行试验研究。

魔芋组织培养中外植体和愈伤组织易发生褐变,严重影响了愈伤组织诱导及植株再生,防止褐变的方法在其它植物多有报道,在魔芋,彭昌操(2000)报道了将花魔芋灭菌外植体在 10% 柠檬酸溶液或 0.5% Vc 溶液或二者的混合液中进行切割可有效防止外植体褐变,暗培养结合低温培养对抑制褐变也有一定效果。本试验发现通过一定时间的暗培养,可在一定程度上减轻外植体褐变,但要有效地防止褐变提高愈伤组织诱导率可能要采取多种方法相结合的方式。

愈伤组织诱导分化能力除与所用外植体和诱导培养基的不同有关外,也与诱导分化培养基的激素种类和浓度有关。本文结果表明从不同外植体和诱导培养基所得的愈伤组织具有一定的差异,这与柳俊等(2001)的结果类似。诱愈培养基中激素浓度可能与愈伤组织分化不定芽有一定关系,试验发现生长期子芋和根状芋随诱愈培养基中 NAA 浓度的增加,愈伤组织的分化能力反而降低,表明组织中较高的 NAA 可能对分化不定芽不利。

园艺专业 1999 级蒋付容同学参加了本文部分(下转第 576 页 Continue on page 576)

带花粉为雌花授粉相适应。作者在观察过程中发现有雌性传粉小蜂卡在花序孔口,头部朝向花序腔,估计其在孔口已经关闭或关闭末期来到花序而未能进入,由此,口部苞片可以调节小蜂进入花序时期使之与花药开裂同步,这是保证传粉和产卵获得最大成功的一种机制。

在榕与榕小蜂的共生体系中,如小蜂几天内不能找到宿主,会死亡(Ramirez,1970)。但如果一棵榕树在一段时间内不能被传粉,它可以活到另一时期再接受传粉。在这一意义上讲,榕树是有利的。但如果没有这专一的传粉者,这种共生关系将不能维持。所以,榕树可以在一年的任何时期结果,来避免这一情况的发生。粗叶榕一年到头树上皆有不同发育阶段的花序,保证在一年的任何时期都有适合于传粉者幼虫生存的花序,同时也保证粗叶榕一年四季都有种子生成。序内开花同步,株内开花异步还可使种群内的雌花期和雄花期相对延长,从而提高整个种群的传粉率和产卵率。这也是榕和榕小蜂在长期进化过程中形成的一种适应性机制。

参考文献:

- 李宏庆,陈勇,鲁心安,等. 2000. 辟荔榕小蜂繁殖的代价[J]. 昆虫知识, 37(5): 302—303.
- 杨大荣. 1999. 我国对榕小蜂与榕树协同进化研究的进展[A]. 见:李晓明. 资源昆虫学研究进展[C]. 昆明: 昆明科技出版社, 22—29.
- 张秀实,吴征镒,曹子余. 1998. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 23(1): 160—165.
- Galil J, Eisikowitch D. 1968. On the pollination ecology of *Ficus sycomorus* in East Africa[J]. *Ecology*, 49(2): 69—259.
- Galil J, Neeman G. 1977. Pollen transfer and pollination in the common fig (*Ficus carica* L.)[J]. *New Phytol.* 79: 163—171.
- Hill HD. 1967. Figs of Hong Kong[M]. Hong Kong University Press.
- Ma WL(马炜梁), Chen Y(陈勇), Li HQ(李宏庆). 1997. A summarize of the study on fig trees and its pollinators(榕树及传粉者研究综述)[J]. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), 7(2): 209—215.
- Ramirez WD. 1970. Host specificity of fig wasps (Agaonidae)[J]. *Evolution*, 24: 680—691.
- Wiebes JT. 1979. Co-evolution of figs and their insect pollinators[J]. *A Rev Ecol Syst*, 10: 1—2.
- Xu ZF(许再富). 1994. *Ficus* a keystone plant species in the tropical rainforest ecosystem of south Yunnan(榕树——滇南热带雨林生态系统中的一类关键植物)[J]. *Chinese Biodiversity*(生物多样性), 2: 21—23.
- Yang DR(杨大荣), Li ChD(李朝达), Han DB(韩灯保), et al. 1999. The effects of fragmenting of tropical rainforest on the species structure of fig wasps and fig trees, China (热带雨林片断化对榕小蜂和榕树物种的影响)[J]. *Zoological Research*(动物学研究), 20(2): 126—130.
- 23(1): 63—65.
- Wu YX(吴毅歆), Xie QH(谢庆华). 2001. Study on tissue culture of explants from *Amorphophallus albus* under different conditions(白魔芋不同外植体的组培和分化条件初探)[J]. *Plant Physiology Communications*(植物生理学通讯), 37(6): 513—514.
- Xiao GL(肖关丽), Yang QH(杨清辉), Li FS(李富生), et al. 2002. Study on endogenous hormones in different leaf nodes of sugarcane(甘蔗不同叶位幼叶鞘内源激素与愈伤诱导率关系研究)[J]. *Seed*(种子), (1): 6—8.
- Xu G(徐刚), Wang CL(王彩莲), Shen M(慎玫), et al. 1994. Shoot tips culture and plants regeneration in *Amorphophallus konjak* in vitro(魔芋茎尖组织培养和植株再生的研究)[J]. *Biotechnology*(生物技术), 4(1): 19—21.
- Zen ZC(曾昭初), Luo HY(罗鸿源), Ge JH(葛菁华), et al. 1994. Tissue culture of konjak plants(魔芋组织培养技术研究初报)[J]. *Guizhou Agricultural Science*(贵州农业科学), (5): 19—21.
- Zen ZC(曾昭初), Gao X(高翔), Luo HY(罗鸿源), et al. 1997. Rapidly reproductive technique of tissue culture of konjak plants(白魔芋组织培养快速繁殖技术的研究)[J]. *Guizhou Agricultural Science*(贵州农业科学), 25(1): 28—31.
- 何家庆. 1995. 魔芋栽培及加工技术[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 73—78.
- Liu J(柳俊), Xie CH(谢从华), Yu ZS(余展深), et al. 2001. Research on the propagation of *Amorphophallus* in vitro(魔芋离体繁殖研究)[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*(华中农业大学学报), 20(3): 283—285.
- Peng CC(彭昌操). 2000. The callus induction culture of *Riviera Glanturum Amorphophallus rivieri*(花魔芋愈伤组织诱导研究)[J]. *Journal Hubei Institute for Nationalities*(Nat. Sci.) (湖北民族学院学报(自然科学版)), 18(3): 1—3.
- Su CG(苏承刚), Zhang XG(张兴国), Zhang SL(张盛林). 2001. Tissue culture of *Albus guripingensis*(桂平魔芋组织培养研究)[J]. *Journal of Southwest Agricultural University*(西南农业大学学报), 23(3): 228—229.
- Wang PH(王平华), Xie QH(谢庆华), Wu YX(吴毅歆), et al. 2001. Study on conditions for differentiation tissue culture on different explants from *Amorphophallus albus*(白魔芋不同外植体组培分化条件研究)[J]. *Journal of Southwest Agricultural University*(西南农业大学学报),

(上接第 557 页 Continue from page 557)

研究工作,特此致谢!

参考文献: