植物学通报 *Chinese Bulletin of Botany* 2008, **25** (1): 14–19, www.chinbullbotany.com

·综述·

魔芋属植物组织培养与遗传转化研究进展

胡建斌[1*], 柳俊[2]

[1] 河南农业大学林学园艺学院, 郑州 450002; [2] 华中农业大学生命科学技术学院, 武汉 430070

摘要 本文对近20年来魔芋生物技术研究取得的进展进行了系统的回顾分析。组织培养是当前魔芋生物技术研究的主要内容, 魔芋离体植株再生以器官发生途径为主, 包括不定芽和拟球茎两种途径, 后者是当前研究的热点。利用组织培养进行有用突变体的筛选和种质资源的保存也取得了一些有价值的结果。以抗病和品质改良为目的的转基因技术取得了较快发展, 如抗病基因和抗除草剂基因等已实现成功转化。此外, 本文还分析了魔芋生物技术研究中存在的主要问题并提出了相应的对策。

关键词 魔芋属, 遗传转化, 离体保存, 突变体筛选, 组织培养

胡建斌, 柳俊 (2008). 魔芋属植物组织培养与遗传转化研究进展. 植物学通报 **25**, 14–19.

魔芋为天南星科(Araceae)多年生草本植物, 是我国传统栽培的重要经济作物, 具有极高的经济价值, 在我国四川、云南、贵州、湖北、广西和台湾等地有广泛分布(李恒, 1986)。据统计, 我国现有魔芋属植物21种, 可食用的有6种, 其中大面积主栽培种为花魔芋(*A. revieri*)和白魔芋(*A. albus*)(张盛林等, 1999)。魔芋是迄今发现的植物界中唯一能大量合成葡甘聚糖(konjac glucomannan, KGM)的高等植物。葡甘聚糖具有良好的胶溶性、凝胶性、增稠性、成膜性以及与其它植物胶的复配性等优点, 因而在食品、化工和医药等领域具有广泛的用途(Zhang et al., 2005)。魔芋作为一种半野生植物, 自然繁殖率极低, 具商品价值的器官形成周期过长(3-4年), 种芋退化严重, 且容易受到多种病虫的侵害。另外, 魔芋研究基础十分薄弱。近年来, 由于魔芋用途的不断发掘, 其市场需求量日益增加, 有关魔芋的研究报道也不断增多, 特别是关于魔芋组织培养的研究。在魔芋种质资源保存、突变体筛选和遗传转化等方面取得了一定的研究成果, 对魔芋的种质资源创新和新品种的开发具有积极的意义。

1 组织培养

利用组织培养的方法离体再生植株并建立高效的再生体系, 是对植物进行遗传转化和原生质体操作等的前提条件。目前国内外对魔芋组织培养的研究主要集中在组培体系的建立上。由于魔芋为单叶柄支撑的单叶植物, 不能通过腋芽或分蘖方式繁殖, 且茎尖培养方式尚未获得突破, 因此, 现有的组织培养体系绝大部分建立在愈伤组织培养的基础上(刘佩瑛, 2002)。通过愈伤组织培养, 魔芋可以通过不同的途径进行形态建成。

1.1 芽器官发生途径

器官发生是植物离体形态建成的一种重要途径, 绝大部分高等植物在组织培养过程中能产生芽, 并最终形成植株(谷瑞升等, 1999)。黄丹枫和刘佩瑛(1994)对花魔芋离体植株形态建成的方式进行了统计, 发现通过愈伤组织形成芽进而形成植株是最主要的途径, 而外植体上的极少数(5% 以下)潜伏芽可直接萌发形成植株。众多的研究发现, 魔芋的球茎(Irawati et al., 1986; 张兴国, 1988; 马林等, 2003)、叶柄(胡建斌等, 2004; Hu et al.,

收稿日期: 2006-12-30; **接受日期**: 2007-05-10
基金项目: 国家科技攻关项目(No. 2003BA901A05)和河南农业大学博士启动基金项目(No. 30400247)
* **通讯作者**。E-mail: jbhu220@yahoo.com.cn

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t27-008

2006)、叶鞘和花序(庄承纪和周建葵, 1987)、主芽(顾玉成等, 2004)和种子(柳俊等, 2001)等外植体都能形成愈伤组织, 大部分愈伤组织在适宜的培养基上均能分化出芽。一般认为, 魔芋不定芽起源于愈伤组织中的胚性细胞或胚性细胞团, 这些细胞或细胞团在分化培养过程中可直接形成芽原基(黄丹枫和刘佩瑛, 1994)。Hu 等(2005)利用组织切片技术对花魔芋植株再生过程进行了详细观察, 发现不定芽主要起源于愈伤组织浅层或表层细胞。这些细胞体积较小, 细胞质浓厚, 核仁明显, 内含物丰富, 具有典型的胚性细胞特征, 经分化培养形成拟分生组织团, 拟分生组织团可直接发育成芽原基, 进而形成植株。他们还发现魔芋组织培养中产生的不定芽属于外起源, 因为位于愈伤组织深处的拟分生组织团在发育过程中受到周围细胞的挤压而不能正常生长, 最后只形成一些畸形芽原基, 而不能发育成植株。

现有的研究表明, 魔芋愈伤组织培养中生长素与细胞分裂素的比值控制着不定芽的分化。张兴国(1988)研究了不同浓度的细胞分裂素(b-benzyladenine, BA)和生长素(a-haphthaleneacetic acid, NAA)组合(浓度单位均为 $mg \cdot L^{-1}$)对魔芋愈伤组织分化的影响, 结果发现, 当 BA/NAA>1 时有利于芽发生; BA/NAA<0.5 时有利于根的形成; BA 与 NAA 浓度相当时则促进愈伤组织生长。Irawati 等(1986)和 Asokan 等(1994)的研究结果均表明, MS 培养基中 BA 与 NAA 的比值大于 10 时花魔芋愈伤组织分化率较高, 若降低BA浓度, 愈伤组织分化率也随之降低。庄承纪和周建葵(1987)用激动素(kinetin, KT)和玉米素(zeatin, ZT)代替 BA 与 NAA 组合, 结果发现, KT/NAA 或 ZT/NAA 比值只需大于 2 即可使花魔芋愈伤组织芽分化率达到 100%。在以后的不同种类魔芋组织培养的研究中, 大多数研究者均发现, 提高细胞分裂素/生长素的比值有利于愈伤组织分化, 同时也能较好地促进愈伤组织生长(马林等, 2003; 顾玉成等, 2004; 陈永波等, 2005)。

1.2 拟球茎再生途径

黄丹枫和刘佩瑛(1994)在观察魔芋离体形态建成时发现, 除了能形成不定芽以外, 魔芋愈伤组织在培养基蒸发较快的条件下还可以形成一种类球状的结构——拟球茎, 其主芽萌发可形成植株。Irawati 等(1986)在 *A. campanulatus* var. *hortensis* 离体培养中发现, 继代 9 个月的愈伤组织容易形成类似于魔芋地下球茎状的结构(拟球茎), 这种拟球茎继续培养可形成具有发达根系的植株。柳俊等(2001)也发现多次继代的白魔芋愈伤组织容易形成拟球茎, 这种拟块茎即使不转入分化培养基也会在其顶端长出芽。随后, 许多研究者在不同种类的魔芋组织培养中均发现有拟球茎形成, 他们称之为试管魔芋, 并试图用试管魔芋代替试管苗作为魔芋离体繁殖的突破口(柳俊等, 2004; 谢庆华等, 2005)。Hu 等(2005)对花魔芋拟球茎发生的组织细胞学进行了研究, 结果发现, 愈伤组织浅层的拟分生组织团除了可直接形成芽原基外, 还可形成一种体积更大的中间球状组织, 这种球状体突破愈伤组织表皮后形成拟球茎, 然后在其顶部和基部分别形成芽和根, 进而形成完整植株。

胡建斌等(2004)研究发现, 魔芋组织培养中可形成不同类型的愈伤组织, 但只有结构致密且表面呈瘤状的愈伤组织(III型)才具有形成拟球茎的能力, 其它类型的愈伤组织(I 型和 II 型)则倾向于形成不定芽。为了明确这两种形态建成模式的调控机理, 胡建斌[①] 利用高效液相色谱分别分析了这两种途径的愈伤组织中内源激素的含量, 结果发现赤霉酸(gibberellic acid, GA_3)与茉莉酸(jasmonic acid, JA)的平衡是调控魔芋离体形态建成方式的主要因素, 即GA_3/JA值升高时, 形态建成以不定芽途径为主, 反之则以拟球茎途径为主。Hu 等(2006)又通过激素配比实验发现, MS +0.5 $mg \cdot L^{-1}$ NAA + 2.0 $mg \cdot L^{-1}$ BA 培养基最有利于拟球茎的形成, 提高 NAA 与 BA 的比值会导致愈伤组织生长而不分化, 降低其比值则会产生多芽或丛生芽。此外, 他们还发现, 高浓度蔗糖(4% - 6%)和适当低温(22 - 25°C)均可促进拟球茎发育, 并据此建立了一套以试管球茎为中心的白魔芋繁殖技术体系。与试管苗相比, 拟球茎因体积小、可贮运、易出苗和易生根等优点而有望代替试管苗用于魔芋种芋繁殖, 但如何提高这一途径的发生频率则是令该项技术实

① **胡建斌** (2006). **魔芋离体形态发生机制及其繁殖技术**. **博士学位论文**. **武汉**: **华中农业大学**. pp. 54-65.

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t27-008

用化的关键。

1.3 体细胞胚发生

有关魔芋体细胞胚的报道甚少，以至有些研究者认为天南星科植物不能形成体细胞胚(刘淑琼等，1990)。黄丹枫和刘佩瑛(1994)却发现，经过多次继代的魔芋球茎愈伤组织可形成体细胞胚，但发生频率非常低且不能形成植株。经研究发现胚原细胞经过1次分裂形成二细胞原胚后便进行无序分裂，形成球型胚和心型胚，但最终只形成珠芽结构，而不是成熟的体胚。Hu 等(2005)发现在 MS +4.0 mg·L^{-1} NAA + 1.0 mg·L^{-1} BA 培养基上反复继代培养的花魔芋，其愈伤组织偶尔也可形成体细胞胚，但未发现植株形成。超微观察表明，这些体胚在结构上均存在不同程度的畸形，例如，子叶期胚顶端无分生组织或分生组织侧移、胚的子叶融合等，这可能是导致其不能进一步发育的主要原因(崔凯荣等，1993)。魔芋体细胞胚途径发生频率低且不能成苗，因此要使其成为植株再生的一种方式则需对体胚的分化和发育做进一步深入研究。

2 体细胞无性系变异与突变体选择

体细胞无性系变异是植物组织培养中普遍存在的现象。由于现有的魔芋组织培养技术是以愈伤组织培养为基础的，而愈伤组织培养则易诱发无性系变异。Huang 等(1995)将花魔芋愈伤组织继代培养了11次，每次继代取其再生植株根尖细胞进行染色体计数和核型分析，结果发现，再生植株的染色体变异主要表现为倍性变化，即随着继代次数的增加，正常的二倍体细胞数目减少，而亚二倍体、超二倍体和亚单倍体细胞数目增加。核型分析表明，继代次数对再生植株的核型并没有影响，即使多次继代后，再生植株的染色体形态学指标仍保持原始材料的特征。胡建斌[①]利用 RAPD 和 ISSR 方法分析了不同继代次数的花魔芋再生植株的遗传变异，结果发现再生植株中存在着丰富的变异，RAPD 变异频率在 6.7%-15.6%之间，ISSR 变异频率则在9.4%-18.0%之间，且初代植株的基因组变异频率最大。魔芋组织培养中存在的丰富变异为有用突变体的筛选提供了可能。吴金平等(2005)以花魔芋愈伤组织为材料，应用甲基磺酸乙酯(ethyl methylsulfonate, EMS)诱变获得了抗软腐病的新材料。他们还发现用 0.4% EMS 处理预培养 4 天的愈伤组织或用0.6% EMS处理预培养6天的愈伤组织均可获得较高的存活率，对存活后的愈伤组织进行软腐病菌接种，经过6个月继代培养与筛选，得到了少量生长正常并能与病菌共存活的愈伤组织。该项成果对魔芋抗病育种研究具有积极的意义。

3 种质资源低温保存

魔芋属于变态器官作物，其种质资源通常通过球茎保存，但球茎在贮藏过程中容易受到病菌侵染而造成种质丢失(Long et al., 2003)。另外，魔芋球茎体积大，贮藏需要大量的空间，这也给种质资源保存带来了一定的困难。离体保存是魔芋种质资源保存的首选方法，但由于魔芋无法通过植株继代，而现有的愈伤组织保存方法极易产生变异。因此，寻求适宜的离体种质保存方法对于魔芋种质资源多样性保护以及魔芋育种具有重要的意义。张玉进等(1999)首次对魔芋不定芽进行了离体低温保存，发现不定芽大小是影响其存活率的决定性因素。他们将长约 1.5 cm 的不定芽接种于添加有 20 g·L^{-1} 甘露醇、0.5 mg·L^{-1} BA、0.1 mg·L^{-1} NAA 和 30 g·L^{-1} 蔗糖的 MS 培养基上并保存了 180 天，恢复培养后不定芽存活率达 100%。而过于幼小的不定芽(小于 0.5 cm)则因难以忍耐低温胁迫和生长延缓剂的作用而死亡。张玉进等(2001)还建立了魔芋不定芽超低温保存体系。他们将 1 mm 大小的魔芋不定芽茎尖在含有 0.7 mg·L^{-1} 蔗糖的 MS 培养基上预培养 2 天后用玻璃化溶液 PVS_2 处理 20 分钟，再直接投入液氮中保存。保存后的茎尖经40-77°C水浴快速化冻，不定芽可直接生长发育成植株，其存活率达 70%，经 RAPD 技术检测未发现无性系变异。张玉进等(2002)利用上述超低温保存方法对魔芋花粉进行保存，发现保存后的花粉具有“冷刺激”效应，

① 胡建斌 (2006). 魔芋离体形态发生机制及其繁殖技术. 博士学位论文. 武汉: 华中农业大学. pp. 75-83.

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t27-008

即比新鲜花粉具有更高的萌发率, 该项技术可用于人工辅助授粉, 以解决因魔芋雌蕊先熟而不能获得种子的问题。

4 遗传转化

自1983年人类首次获得转基因植物以来, 植物遗传转化技术发展十分迅速, 该项技术已经成为目前植物性状遗传改良的重要手段。但是魔芋的遗传转化研究起步较晚, 到目前为止, 国内外仅有几例成功的报道。张兴国等(2001)采用RT-PCR方法从白魔芋组培苗的幼嫩球茎组织中克隆到ADP-葡萄糖焦磷酸化酶大亚基基因, 这是有关魔芋基因克隆的首次报道。严华兵(未发表资料)以具有广谱抗性的目的基因*NtPRP27-like*构建表达载体, 用农杆菌EHA105菌株对2 300多个白魔芋试管苗叶柄愈伤组织进行了转化, 获得了大批抗性愈伤组织及其所分化出的PCR阳性植株。另外, 他还发现30 mg·L^{-1} G418可作为以愈伤组织为转化受体的筛选压, 预培养4天可得到较高的转化率且有利于转化后愈伤组织的存活。李贞霞和张兴国(2006)利用农杆菌LBA4404和基因枪两种方法将*AGPS1*(腺苷二磷酸葡萄糖焦磷酸化酶小亚基基因)反义基因和*PAT*基因(抗除草剂基因)成功地导入白魔芋愈伤组织, 并获得了Southern检测呈阳性的植株。他们还发现在农杆菌转化后, 初期以75 mg·L^{-1}卡那霉素作为选择压, 后期将选择压提高到100 mg·L^{-1}卡那霉素可提高选择的效果且不影响愈伤组织的生长。基因枪转化体系以1 mg·L^{-1}膦丝菌素作为早期选择压, 后期将膦丝菌素浓度提高到2 mg·L^{-1}, 可确保得到真正的转化子并可抑制假阳性的发生, 氦气压力与轰击距离的比值以7.6×10^3 kPa : 9 cm为宜。周盈等(2006)以潮霉素抗性基因为选择标记, 建立了根癌农杆菌介导的花魔芋遗传转化体系。他们通过比较发现, 20 mg·L^{-1}膦丝菌素不能在短时间内有效抑制非转化细胞的生长, 而22.5 mg·L^{-1}潮霉素既能够有效抑制非转化细胞的生长, 又不会造成非转化细胞的过早死亡而影响转化细胞的生长, 因此该方法是理想的筛选方法。

5 问题与展望

魔芋是一种集食用、药用和产品加工为一体的重要经济作物, 在我国山区农业种植结构中占有较大的比重。因此, 魔芋的生产和育种研究将有利于促进我国山区农业经济的发展。受魔芋本身生物学性状的限制, 加之其基础研究十分薄弱, 给魔芋育种带来很大困难, 魔芋的生物技术育种也仍面临着不少问题。第一, 魔芋生物技术研究尚处于初始的组织培养阶段, 其它深入的研究还很少。第二, 目前还没有建立起稳定且有效的魔芋离体继代繁殖方式, 植株再生和离体快繁均以愈伤组织培养为基础, 由于愈伤组织培养易诱发无性系变异, 这不仅增加了组织培养技术在魔芋快速繁殖中应用的难度, 也给转基因植株的种质保存和扩繁带来了一定的困难。Hu等(2006)发现了魔芋可通过变态器官(拟球茎)的形式进行继代繁殖, 这一发现对魔芋继代繁殖技术的突破具有极其重要的意义, 但如何提高增殖率则需深入研究。第三, 魔芋转基因研究起步较晚, 且转基因植株主要采用抗生素筛选。许多学者认为, 抗生素浓度对假阳性产生有一定的影响。低浓度抗生素筛选, 出现假阳性的比例较高, 会加大后期的检测工作量。高浓度抗生素则易导致转化植株死亡, 因此确定适宜的筛选压对于转基因研究至关重要。在今后的研究中, 抗生素筛选应该结合*GUS*基因或绿色荧光蛋白等标记基因一起进行, 以提高魔芋的转化效率。另外, Cheng等(2004)指出NH_4NO_3、乙酰丁香酮和共培养时间等都对转化效率具有较大的影响, 这些影响转化效率的因素亦是魔芋转基因研究的关键。魔芋转化效率较低, 阳性植株少且苗龄不一, 降低了田间移栽的成活率。而魔芋组织培养中形成的拟球茎具有可贮运和田间种植出苗率高等优点(Hu et al., 2006), 如果使转化后的抗性愈伤组织直接形成拟球茎而不是使其再生成植株, 则可采用拟球茎集中种植, 进而提高成活率。

总之, 组织培养是目前魔芋生物技术研究的主要内容, 同时组织培养的研究成果也为细胞工程和基因工程等生物技术研究奠定了基础。随着生物技术研究的不断深入, 它将在魔芋种质资源创新和遗传育种中发挥更

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t27-008

为重要的作用。

参考文献

陈永波, 赵清华, 滕建勋, 钟刚琼 (2005). 正交试验优化花魔芋组织培养条件. 氨基酸和生物资源 **27**, 29-30.

崔凯荣, 陈克明, 王晓哲, 王亚馥 (1993). 植物体细胞胚胎发生研究的某些现状. 植物学通报 **10**, 14-20.

谷瑞升, 蒋湘宁, 郭仲琛 (1999). 植物离体培养中器官发生调控机制的研究进展. 植物学通报 **16**, 238-244.

顾玉成, 吴金平, 万进, 宋志红 (2004). 魔芋不同外植体诱导比较实验. 中南民族大学学报 (自然科学版) **23**, 17-19.

胡建斌, 柳俊, 谢从华 (2004). 魔芋不同类型愈伤组织及分化能力研究. 华中农业大学学报 **23**, 645-658.

黄丹枫, 刘佩瑛 (1994). 魔芋再生植株形态发生途径的细胞组织学观察. 上海农学院学报 **12**, 25-30.

李恒 (1986). 天南星科的生态地理和起源. 云南植物研究 **8**, 363-381.

李贞霞, 张兴国 (2006). 魔芋的遗传转化研究. 园艺学报 **33**, 411-413

刘佩瑛 (2002). 魔芋学. 北京: 中国农业出版社. pp. 87-98.

刘淑琼, 桂耀林, 顾淑荣 (1990). 石刁柏胚乳愈伤组织内胚胎发生的组织细胞学观察. 实验生物学学报 **24**, 391-397.

柳俊, 胡建斌, 谢从华 (2004). 魔芋离体繁殖的继代方式研究. 见: 陈振光主编. 植物组织培养与试管育苗. 北京: 中国农业科学技术出版社. pp. 98-102.

柳俊, 谢从华, 余展深, 刘勇 (2001). 魔芋(*Amorphophallus*)离体繁殖研究. 华中农业大学学报 **20**, 283-285.

马林, 张玲, 李卫锋 (2003). 影响魔芋愈伤组织形成的几个因素. 广西植物 **23**, 553-557.

吴金平, 顾玉成, 万进, 宋志红, 侯明生 (2005). 魔芋抗软腐病突变体筛选的初步研究. 华中农业大学学报 **24**, 448-450.

谢庆华, 张云峰, 严胜柒, 桑林, 谢世清 (2005). 不同外植体诱导魔芋微球茎的比较研究. 云南农业大学学报 **20**, 350-355.

张盛林, 刘佩瑛, 张兴国, 张玉进, 苏承刚 (1999). 中国魔芋资源和开发利用方案. 西南农业大学学报 **21**, 215-219.

张兴国 (1988). 魔芋组织培养的研究. 西南农业大学学报 **10**, 345-349.

张兴国, 杨正安, 杜小兵, 李正国, 刘佩瑛 (2001). 魔芋 ADP-葡萄糖焦磷酸化酶大亚基 cDNA 片段的克隆. 园艺学报 **28**, 251-254.

张玉进, 张兴国, 刘佩英 (1999). 魔芋不定芽的低温保存研究. 西南农业大学学报 **21**, 303-306.

张玉进, 张兴国, 庞杰, 刘佩瑛 (2001). 魔芋茎尖玻璃化冻存研究. 作物学报 **27**, 97-102.

张玉进, 张兴国, 刘佩瑛 (2002). 魔芋花粉的低温和超低温保存. 园艺学报 **27**, 139-140.

周盈, 林拥军, 柴鑫莉, 孙明 (2006). 根癌农杆菌介导的花魔芋遗传转化体系的研究. 分子植物育种 **4**, 559-564.

庄承纪, 周建葵 (1987). 魔芋属植物愈伤组织的诱导和再生植株的研究. 云南植物研究 **9**, 339-347.

Asokan MP, O'Hair SK, Litz RF (1994). *In vitro* plant regeneration from corm callus of *Amorphophallus rivieri* Durieu. *Sci Hortic* **24**, 251-256.

Cheng M, Brenda AL, Michael S, Ye XD, Charles LA (2004). Factors influencing *Agrobacterium* mediated transformation of monocotyledonous species. *In Vitro Cell Dev Biol Plant* **40**, 31-45.

Hu JB, Liu J, Yan HB, Xie CH (2005). Histological observations of morphogenesis in petiole derived callus of *Amorphophallus rivieri* Durieu *in vitro*. *Plant Cell Rep* **24**, 642-648.

Hu JB, Liu J, Xie CH (2006). Corm induction and multiplication of *Amorphophallus albus in vitro*. *J Hortic Sci Biotechnol* **81**, 859-863.

Huang DF, Wu AZ, Liu PY (1995). Studies on genetic stability of *Amorphophallus rivieri* tissue culture progenies. *Acta Hortic* **402**, 214-221.

Irawati, Arditti J, Nyman LP (1986). *In vitro* propagation of the elephant yam, *Amorphophallus campanulatus* var. *hortensis* Backer (Araceae). *Ann Bot* **57**, 11-17.

Long CL, Li H, Ouyang ZQ, Yang XY, Li Q, Trangmar B (2003). Strategies for agrobiodiversity conservation and promotion: a case from Yunnan, China. *Biodivers Conserv* **12**, 1145-1156.

Zhang YQ, Xie BJ, Gan X (2005). Advance in the applications of konjac glucomannan and its derivatives. *Carbohydr Polym* **60**, 27-31.

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t27-008

Progress in Tissue Culture and Genetic Transformation of *Amorphophallus* Blume

Jianbin Hu[1*], Jun Liu[2]

[1]*College of Forestry and Horticulture, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China*
[2]*College of Life Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China*

Abstract This article reviews the progress in biotechnology research and development of *Amorphophallus* Blume (konjac) in the past 20 years. At present, tissue culture is a major part of the konjac biotechnology. *In vitro* plant regeneration occurs mainly via organogenesis, which consists of bud or cormlet formation; the latter is the focal point of current research. Useful results have been obtained in the selection of useful somaclonal variation and germplasm conservation by konjac tissue culture. In addition, rapid progress has been made in genetic transformation, with the aim of improving disease resistance and quality. Disease- and herbicide-resistant genes have been successfully transformed into konjac plants. Meanwhile, problems remaining for biotechnology research and development are discussed, and the solutions pertinent to the problems are also put forward.

Key words *Amorphophallus* Blume, genetic transformation, *in vitro* germplasm, somaclonal variation, tissue culture

Hu JB, Liu J (2008). Progress in tissue culture and genetic transformation of *Amorphophallus* Blume. *Chin Bull Bot* **25**, 14–19.

* Author for correspondence. E-mail: jbhu220@yahoo.com.cn

(**责任编辑**: **孙冬花**)

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t27-008