

DOI:10.3865/j.issn.1001-3547(x).2008.07.002

# 瓜类花药培养中激素和碳源的应用研究进展

耿晨光 何刚

(贵州大学生命科学院, 贵阳, 550025)

**摘要** 综述了不同的培养基激素和碳源对瓜类花药组织培养的影响, 以期对瓜类花药组培工作提供参考依据, 并提出了以后的研究方向。结果发现, 适当提高 2,4-D 含量可提高花药培养中愈伤组织诱导率; 适当提高 6-BA 或 KT 浓度, 可提高直接增殖率分化率; 当 6-BA 高浓度时能显著促进不定芽的形成; 当 KT 浓度高时, 能促进根的分化并且对芽的分化表现出抑制作用; 而生长素和细胞分裂素在植物不同生长时期的需求配比有所变化, 激素在不同组织培养中的协同作用也对瓜类花药组织培养有着显著影响。碳源一般在 6%~12% 变化范围即可满足瓜类植物营养需求。

**关键词** 花粉 培养基 组织培养 激素 碳源

葫芦科植物包括 118 个属共 825 个种, 广泛分布于热带、亚热带地区。在我国分布约有 130 个种, 且多为瓜类。瓜类起源于热带, 为 1 a 生蔓生植物, 在我国, 人们喜爱的瓜类蔬菜有黄瓜、西瓜、甜瓜和苦瓜等。由于葫芦科植物的常规遗传育种方法育种周期长且难度大、遗传性状不稳定, 获得一个遗传稳定、纯合的自交系, 一般需要 5~7 a 的时间。单倍体育种技术为缩短育种年限、提高育种效率提供了可能, 因此开展以离体培养为基础的生物技术育种研究显得尤为重要, 花培技术就是其重要途径。

瓜类的花药培养已有一定的历史, 西贞夫等首先对黄瓜花药培养进行了研究, 并诱导出愈伤组织和分化出茎叶器官, 开创了瓜类花药培养的先河。曾淑水、原式琼等分别对甜瓜花药培养进行了研究, 经愈伤组织分化成苗。薛光荣等在 20 世纪 80 年代初就通过西瓜花药培养获得了再生植株。随后, 陶正南对甜瓜花药进行培养, 经愈伤组织诱导获得了完整的再生植株。湖南省新宁县农科所对丝瓜花药培养也作了简要介绍。总体来说, 瓜类花药

培养难度较大, 我国在这方面的研究还较少, 仅西瓜等少数瓜类通过花药培养获得了花粉植株, 且未鉴定其倍性, 与甜椒、大白菜、芦笋等花药培养相比, 其诱导率太低, 仅为千分之几, 难以应用于育种实践。为了解决瓜类花药培养单倍体诱导率低的问题, 研究者尝试利用黄瓜和西葫芦未授粉胚珠进行离体培养, 成功地获得了再生植株, 这为瓜类作物单倍体育种提供了一条新的途径。

迄今, 瓜类花粉离体萌发对杂交育种中良种繁育和高产优质栽培仍具有重要意义。近几年, 利用花粉管为媒介, 通过花粉管将外源 DNA 带入受精卵而获得转基因植株, 可避免离体培养过程遗传变异和转基因植株的嵌合现象, 目前在许多作物育种中已成为一种简单快速而广泛适用的遗传转化方法<sup>[1]</sup>。关于瓜类花粉离体萌发的条件, 对西瓜、甜瓜的研究有一些报道<sup>[2,3]</sup>, 但尚未见其他花粉离体萌发的研究报道。而且瓜类花粉组织培养还要涉及到花期不遇、花粉寿命不同等问题, 为了更好地利用瓜类的杂交优势, 以及利用花粉介导的方法对瓜类进行外源基因的导入, 需要了解花粉在离体情况下保持良好的生活力且能正常萌发的适宜条件。作为培养基的重要成分的激素和碳源无疑对组培的研究有直接影响<sup>[4]</sup>, 而且在实际操作过程中对之看法不一, 利用也不尽相同, 对一些相关报道作如下综述。

**基金项目:** 贵州大学 SRT 项目资助 (贵大 SRT 字 2007059 号)

耿晨光(1986-), 男, 本科, 从事植物生理和组织培养研究,

电话: 13639068203。E-mail: gengxiaoda@126.com

收稿日期: 2008-05-06

## 1 激素试验应用及分析

### 1.1 激素

基本培养基能保证培养物的生存与最低生理活动。但只有配合使用适当的外源激素才能诱导细胞分裂的启动、愈伤组织生长以及根、芽的分化等合乎理想的变化。常用于组织培养的植物激素有两大类:生长素类和细胞分裂素类。

①生长素类 主要作用是重新启动有丝分裂,使已停止分裂的植物细胞恢复分裂能力。常用的生长素有 2,4-D (2,4-二氯苯氧乙酸)、NAA (萘乙酸)、IAA (吲哚乙酸)、IBA (吲哚丙酸),植物生长激素通常被用来诱导愈伤组织形成及增殖<sup>[9]</sup>。不同植物种类对生长素的浓度反应不同,对多数植物材料的培养而言,2,4-D 是生长素中诱导愈伤组织和实现细胞悬浮培养最有效的物质,较高浓度的 2,4-D 液对 (Chinese *Leymus*) 组织培养再生芽的诱导和植株再生非常有效<sup>[6]</sup>。某些植物组培过程中,高浓度的 2,4-D 结合低浓度的 6-BA 对提供胚性愈伤组织的发生是需要的<sup>[7]</sup>。NAA 在植物组织培养中对器官再生有重要的作用,对不定根也有促进作用。有研究认为,适量浓度的脱落酸 (abscisic acid, ABA) 常可抑制不正常胚状体的形成,防止胚状体的过早萌发。

②细胞分裂素 主要作用是促进细胞的分裂和扩大,使茎增粗,而抑制茎伸长,诱导芽的分化,促进侧芽萌发生长。常用的细胞分裂素有激动素 (KT)、6-苄基腺嘌呤 (6-BA)、玉米素 (ZT)、噻二唑苯基脲 (TDZ) 等。细胞分裂素在诱导愈伤组织的时候,一般要和生长素配合使用,增强生长素的诱导作用和效果。当诱导出胚性愈伤组织之后,在进行愈伤组织的增殖 (继代)、分化再生植株或诱导体细胞胚时,细胞分裂素的独特作用就得到了体现,因为此时培养基中生长素的浓度一般要降低甚至去除。在愈伤组织的诱导、器官发生和增殖过程中,细胞分裂素和生长素的比例是非常重要的<sup>[8]</sup>。当细胞分裂素含量高时产生不定芽,反之,产生不定根或愈伤组织<sup>[9]</sup>。而两者的比例因内、外源激素的含量不同而不同。并且内、外源激素对植物离体培养形态发生起着相互的连续性作用<sup>[10]</sup>。KT 对不同外植体器官再生的影响较明显,在组织培养中的主要作用是刺激细胞分裂,诱导芽的分化、叶片扩大和茎的长高,抑制根的生长。随着 KT 浓度的上升,作用效果呈“V”型变化,即高的 KT 浓度不利于不定芽、不

定根的再生,因此,KT 的合适浓度应为 1 mg/L。6-BA 对芽的增殖效果比其他细胞分裂素的效果要好。据分析,6-BA 诱导芽分化的机理是该激素使植物体的代谢能力加强,进一步诱导组织内天然激素如玉米素的产生,进而通过天然激素诱导器官发生。现有许多植物在附加 6-BA 的培养基上得到了较多的再生不定芽,建立了较为完善的组织培养再生体系。TDZ 是人工合成的苯基脲衍生物之一,具有很强的细胞分裂素活性,也能刺激试管内培养细胞的内源生长素水平。对植物芽的增殖和再生、体细胞胚胎发生等有着重要的作用。据报道,TDZ 对木本植物组织培养来说是最有效的,已经应用于多种木本植物组织培养体系的建立<sup>[11,12]</sup>。另外,细胞分裂素对某些植物胚性细胞的诱导有抑制作用。因此,要根据需要选用适当的细胞分裂素种类。

### 1.2 试验品种

①西瓜 薛光荣等以西瓜“琼酥”品种的花药作外植体进行培养,获得了再生的花粉植株。将花药接种于 MS 附加不同浓度的 2,4-D、BA 和 KT 的去分化培养基中,于 25~30℃ 下进行光照培养。花药培养在 MS+2,4-D 0.5 mg/L+BA 0.5 mg/L 或 MS+2,4-D 0.5 mg/L+BA 0.5 mg/L+KT 0.5 mg/L 的去分化培养基上,产生黄绿色、质地疏松的愈伤组织,愈伤组织的诱导率达 50%~90%。但将这类愈伤组织转入分化培养基后,一般很快变成黄褐色甚至死亡,而花药培养在 MS+BA 2.0 mg/L+KT 2.0 mg/L 的去分化培养基上,能产生黄绿色、质地致密的愈伤组织,并可直接分化出根和绿芽或幼叶组织,但这种愈伤组织的诱导率很低,大约为 0.5%。愈伤组织长到 2~3 mm 时,转移到 MS+5.0~10.0 mg/L GA+4.0 mg/L BA+30~40 mg/L 腺嘌呤的分化培养基上,黄绿色、质地致密的愈伤组织能很快地分化出植株,但多数植株畸形,个别植株还出现缺绿、白化现象,成苗率很低。如果将这种已进入分化阶段的材料再转入 MS+20 mg/L 二十烷醇或 MS+20 mg/L 三十烷醇+0.2 mg/L BA 的培养基上,很快分化出发育正常、叶色浓绿的无根植株<sup>[9]</sup>。由此可见,适当提高 2,4-D 含量可提高愈伤组织诱导率,相反,适当提高 BA 或 KT 的浓度,可提高直接增殖率分化率。而且薛光荣的实验还证实花培对优良品种的选育有重要作用。

②黄瓜 1971 年,西贞夫离体培养黄瓜花药首次获得了不定芽,开创了黄瓜组织培养的先河,通

过后人的不断努力,得出一些工作发现和成果。在黄瓜的组织培养中,生长激素是重要的因素。2,4-D 作用最明显,NAA 次之,细胞分裂素中 KT 对愈伤组织的诱导率的作用差异显著,0.2~0.5 mg/L 为最适宜浓度。在黄瓜花药培养中,NAA 和 2,4-D,配合低浓度的 KT,可使愈伤组织诱导率达 100%。也有研究发现,细胞分裂素 BA 优于 KN,TDZ,且诱导培养基中低浓度的细胞分裂素有利于启动雄核发育;同时 ABA 可促进子叶型胚的正常生长并发育成完整植株,对细胞胚性的保持具有较好的作用<sup>[6]</sup>。张承妹、Lear 等研究发现,黄瓜外植体在基本培养基为 MS,2,4-D 或 NAA 浓度极低的条件下即能启动去分化形成愈伤组织,而没有生长调节剂时不能形成愈伤组织。不同浓度的 2,4-D 或 NAA 条件下生成的愈伤组织的分化能力及质地差异显著,但以后者优于前者。当 2,4-D 或 NAA 的浓度在 0.5 mg/L 以上时,不论是 2,4-D 或 NAA,愈伤组织的诱导率都在 98%以上,但分化培养时出苗率不如来自较低浓度的 2,4-D 或 NAA 培养基上生成的愈伤组织<sup>[14]</sup>。经离体培养黄瓜花药获得不定芽以 6-BA 0.5 mg/L 和 2,4-D 1.0 mg/L 为最佳<sup>[21]</sup>。

③甜瓜 甜瓜花药在较低生长激素调节下,即具有较高分化及成苗效率,在甜瓜花培中 NAA 1.0 mg/L+KT 1.0 mg/L+6-BA 0.2 mg/L 为最佳<sup>[22]</sup>,平均愈伤组织诱导率在 80%以上。甜瓜花药单倍体愈伤组织在 MS+KT 1.0 mg/L+6-BA 1.0 mg/L+NAA 0.2 mg/L+IAA 0.5 mg/L 培养基上可以使甜瓜花药愈伤组织通过非胚性途径诱导生根和叶芽。

④哈密瓜 在哈密瓜花药胚培育中,马刘峰等研究涉及到,花药愈伤组织诱导培养基:KT 1.5 mg/L+NAA 0.5 mg/L+6-BA 0.5 mg/L+4%蔗糖。花药胚分化和形成培养基:MS+2,4-D 1.0 mg/L+6-BA 0.5 mg/L+3%蔗糖,2,4-D 0.3 mg/L+6-BA 0.5 mg/L+3%蔗糖。此培养过程缩短了时间,为一种有效的培养方式。

另外,冬瓜、丝瓜、南瓜、番瓜等瓜类的花药培养报道不多见,更多的是应用在常规组织培养实验中,有资料表明这几种瓜类对激素有较高要求。

总的来说,激素是花药培养中显著影响花药胚状体发生的因素。西贞夫认为在不含生长素的培养基上几乎没有愈伤组织形成,即使偶尔形成,也是极少,不能增殖。在瓜类的花培试验中,多数添加的是 6-BA,IAA,NAA,KT,2,4-D,它们的配比是根

据不同的时期和不同需要而变化的。在瓜类花药愈伤组织诱导过程中,6-BA 是一个关键因素。大多数的瓜类花培试验,在基本培养基上添加 6-BA 都能广泛地诱导出愈伤组织,配合使用 2,4-D 和 KT 效果更好。NAA 在瓜类花药愈伤组织诱导过程中使用浓度不宜过高。考虑到 NAA 作用机制,董艳荣认为 NAA 的浓度最好不要超过 0.05 mg/L。在愈伤组织分化过程中,6-BA 的作用仍然很重要,可适当配合使用 IAA,最好它们的浓度是形成一定的比例。KT 和 NAA 也可以适量添加。在西瓜的花培试验中,有学者提出高浓度的 GA,6-BA 和腺嘌呤或者再加 500 mg/L LH 愈伤组织能很快分化出植株,三十烷醇或 BA 可加快分化出正常植株。也有学者提出,增殖培养中 6-BA 是关键因素。在大多数瓜类花培试验中,没有提及生根过程,只有在西瓜较为成熟的研究中提到,在添加 IBA 和 IAA 的培养基上可以诱导生根<sup>[18]</sup>。此外,在花药培养时,调节激素成分不但可以影响花粉发育的类型是形成胚状体还是形成愈伤组织,而且还可以影响到是二倍体体细胞组织生长增殖还是单倍体花粉细胞生长增殖的问题,不同品种、不同基因型的植株对培养基中激素的有无、种类和水平的反应是不同的。早期花药培养中常加入天然成分椰乳。从较多的试验中知道,如果花药一直培养于无激素的培养基中,胚状体的诱导率很低。这说明,适当的外源激素对多细胞团发育有重要的促进作用,因此研究这一问题有着广泛的辐射作用。

## 2 碳源试验应用及分析

碳源是植物组织培养不可缺少的物质。它不仅能给外植体提供能量,而且也能维持一定的渗透压,近期有研究发现,在诱导培养基中糖的类型和浓度可影响雄性单性生殖<sup>[5]</sup>。常用的碳源有果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、山梨醇等,其中蔗糖能支持绝大多数植物离体培养物的旺盛生长,一直被作为植物组织培养的标准碳源而广泛应用。近来,其他糖类对植物组织培养的效应引起广泛关注。许多研究表明,蔗糖并不一定是最佳碳源,不同植物对不同糖类的反应不完全相同。多数植物组织培养物除蔗糖外,在葡萄糖、果糖为碳源时也能良好生长。糖类的浓度大小不仅影响出愈率,而且还影响愈伤组织的质地和结构。当糖类浓度由 4%降到 1%时,西黄松子叶愈伤组织由原来致密、干燥状变为松软,包

围着一层粘液膜的软湿状。山梨醇作为一种糖源可以支持苹果或其他蔷薇科植物愈伤组织的生长。因此,在进行植物组织培养时,选用合适的糖浓度并且配以适当的激素,不仅会提高胚性愈伤组织的诱导率,改善愈伤组织的质量,而且可以控制植株的再生途径。从而提高组织再生的频率。

早期试验证实,碳源不仅起着能量提供者的作用而且对调节渗透压有作用,影响着胚胎形成。据报道,在花药培养阶段蔗糖浓度不宜过大,但相关的具体含量标准并不统一。

经翻阅资料了解,所有瓜类花药培养都是采用蔗糖作为碳源。虽然有学者提出麦芽糖比蔗糖更有利于胚的发生,但在瓜类的花药培养试验中还没有人针对麦芽糖和蔗糖的效果作比较试验。只是在不同的瓜类花培中用了不同的蔗糖浓度,大多数选用的是3%,个别试验选用的是5%<sup>[17]</sup>。马刘峰筛选出甜瓜花药培养最适蔗糖浓度为4%。王少先等在丝瓜、甜瓜的研究中发现蔗糖浓度为15%为宜。喻财铃认为丝瓜花培,蔗糖浓度为5%,并添加15%椰子汁最好。在哈密瓜的花培中有报道介绍12%碳源提供分化率明显较高<sup>[24]</sup>。在黄瓜愈伤组织培养阶段,蔗糖是一个重要的影响因素。降低诱导培养基中的蔗糖浓度,非胚性愈伤增殖很快。当蔗糖浓度为6%时,胚性愈伤的发生频率为100%,同含3%蔗糖诱导培养基相比,含6%~12%蔗糖显著地提高了体细胞的形成频率,而花药细胞的形成率相对较低。而Kunmer等对黄瓜花药培养的碳源及氨基酸的研究表明,花药诱导培养的最佳碳源为蔗糖,浓度0.25 mol/L;混合氨基酸(谷胱氨酸、甘氨酸、精氨酸、天冬氨酸、半胱氨酸)在一定浓度范围内的效果比单一氨基酸的效果更好,这说明黄瓜花药培养需要较为充足的营养环境<sup>[24]</sup>。甘露醇作为唯一碳源时,不能诱导体细胞胚,但当培养基中含有蔗糖或葡萄糖(0.25 mol/L)时。相同浓度的甘露醇能提高胚的产量。蔗糖或葡萄糖能够单独作为碳源,作为花培的主要碳源,而麦芽糖严重抑制愈伤组织的生长<sup>[14]</sup>。陶正南在黄瓜中诱导胚胎形成时蔗糖浓度为85 g/L,在分化时则为30 g/L。相应地,他在甜瓜愈伤组织培养中用60 g/L,在分化时为30 g/L。南瓜较特殊,有研究表明南瓜花粉属好气萌发类型,并且萌发时需要一定的外源营养物质供应,在南瓜的花粉培养中当诱导培养基蔗糖浓度为150 g/L,产生的幼小植株最多。

另外,有试验报道证实,碳源不足,组培苗根系弱,根系发育不良,在后期管理中植株瘦弱,雌花营养供应不足,易化瓜。而且花粉生活力差,呈现淡红色甚至无色,甚至不育或死亡。

总之,在花培前期,高浓度的蔗糖不仅可诱导花粉胚的形成,而且由于花粉细胞的渗透压比体细胞的渗透压高,在一定浓度范围内能降低花丝等体细胞愈伤组织的发生,从而提高花粉愈伤组织发生的比例;在中后期,降低蔗糖浓度可提高培养基水势,促进单倍体细胞生长和繁殖,有利于愈伤组织和胚状体的发育和分化。

### 3 总结及展望

结果表明:适当提高2,4-D含量至0.5 mg/L可提高愈伤组织诱导率;适当提高6-BA或KT至0.5 mg/L的浓度,可提高直接增殖率分化率;6-BA高浓度和低浓度对芽的分化作用不明显;当6-BA的浓度达到2.0~3.0 mg/L时,能显著促进不定芽的形成;KT对芽的分化作用不明显,当KT浓度高时,能促进根的分化,当浓度超过3.0 mg/L时,对芽的分化表现出抑制作用。而NAA,IBA等随着6-BA等的变化在植物不同生长时期的需求配比有所变化。激素在不同组织培养中的协同作用也对瓜类花药组织培养有着显著影响。碳源一般在6%~12%范围即可满足瓜类植物营养需求。

在瓜类生理研究进展中,主要研究内容集中于一些小孢子雄核发育过程和小孢子发生期间花药壁的变化<sup>[18]</sup>。瓜类花药培养的研究报道较少,原因是目前瓜类花药培养还未建立较成熟的植株再生体系,另外花培效率低也是一个很大的问题。只有西瓜和甜瓜等品种花药培养的研究相对较为成熟。尽管如此,与其他科类的花药培养技术相比,还有很多内容有待于更进一步的研究,比如培养基无机成分、基因型、活性炭、培养条件等方面。进行这方面的工作可以为瓜类分子育种和名优特瓜类产品快繁奠定组培基础。在育种工作中,利用花药培养技术建立瓜类的单倍体系,不仅可以缩短材料的纯化时间,还可以通过对杂交F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>的花药培养进行特异性状的选择。另外,针对需要对单倍体系进行加倍,可以建立DH(doubled-aploid,双单倍体)群体。因此,瓜类花药培养的意义在不断扩大,应加快在这方面的研究步伐。

## 参考文献

- [1] Deng D W. Advances in pollen mediated genetic transformation[J]. Developmental and Reproductive Biology, 1997, 6(1): 58-62.
- [2] 康国斌, 周利辉. 西瓜花粉萌发的研究[J]. 北京农业科学, 1996, 14(3): 37-39.
- [3] 王少先. 甜瓜花粉萌发特性的研究[J]. 中国西瓜甜瓜, 1998(3): 12-13.
- [4] 张红晓, 经剑颖. 木本植物组织培养技术研究进展[J]. 河南科技大学学报: 农学版, 2003(3): 66-69.
- [5] 侯艳霞. 木本植物组织培养技术研究进展[J]. 北方园艺, 2006(5): 13-16.
- [6] 苏华 金宝燕 任华中. 黄瓜单倍体育种的进展[J]. 农业工程学报, 2005(12): 13-15.
- [7] 瞿丽华. 植物生长调节物质对组织培养中不定芽不定根的作用[J]. 辽宁师专学报, 2000, 2(2): 97-99.
- [8] Ramage C, Williams R. Mineral nutrition and plant morpho-genesis in vitro cell[J]. Dev Bio Plant, 2002, 3: 264.
- [9] 谷瑞升, 蒋湘宁. 植物离体培养中器官发生调控机制的研究进展[J]. 植物学通报, 1999, 16(3): 238-244.
- [10] 崔凯荣, 刑更生. 植物激素对体细胞胚胎发生的诱导与调节[J]. 遗传, 2000, 22(5): 349-354.
- [11] Onofrio D C. Development of adventitious shoots from in vitro grown cydonia oblonga leaves as influenced by different cytokinins and treatment duration[J]. Biologia Plantarum, 2005(4): 543-549.
- [12] Zeliha I. Indirect somatic embryo gene-sis and plant regeneration from leaf and internode explants of paulownia elongate[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 2004, 18(3): 354-357.
- [13] Coijin C M. Competence for regeneration of cucumber cotyledon is restricted to specific development stages[J]. Plant Cell Tissue Org Cult, 1994, 5(6): 313-315.
- [14] 孙兰英, 卢淑雯. 黄瓜组织培养研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2004(4): 27-29.
- [15] 魏瑛. 低温预处理对西瓜花药愈伤组织诱导的影响[J]. 甘肃农业科技, 1999(4): 14-17.
- [16] 魏跃, 龚义勤, 邓波, 等. 西瓜花药愈伤组织的诱导[J]. 湖北农业科学, 2005(5): 93-95.
- [17] 谢森, 秦丽颖, 潘俊, 等. 黄瓜花器形态发生、小孢子发育与花药培养[J]. 西北植物学报, 2005(25): 1096-1100.
- [18] 陈佳, 李焕秀, 杨永超, 等. 瓜类蔬菜作物花药组织培养研究进展[J]. 长江蔬菜, 2007(3): 39-41.
- [19] 任春梅, 董延瑜. 西瓜组织培养的研究与应用[J]. 长江蔬菜, 2001(12): 30-32.
- [20] 林友豪, 周谟兵, 孙玉宏, 等. 基本培养基、激素在西瓜组织培养中对不定芽发生的影响[J]. 湖北农业科学, 2003(6): 71-73.
- [21] 侯爱菊, 朱延明, 杨爱馥, 等. 诱导黄瓜直接器官发生主要影响因素的研究[J]. 园艺学报, 2003, 30(1): 101-103.
- [22] 顾玉成, 葛双桃, 付志慧, 等. 甜瓜组织培养及快繁技术研究[J]. 中国西瓜甜瓜, 2003(2): 8-10.
- [23] 薛光荣, 余文炎, 杨振英. 西瓜花粉植株的诱导及其后代初步观察[J]. 遗传, 1988, 10(2): 5-8.
- [24] 马刘峰, 辛建华, 付振清. 哈密瓜花药胚的诱导[J]. 北方园艺, 2005(6): 83.

## Progress of Application of Hormone and Carbon Sources on Anther Culture in Cucurbitaceous Crops

GENG Chenguang, HE Gang

(College of Life Science, Guizhou University, Guiyang 550025)

**Abstract:** Anther culture is an important method among the breeding technologies of cucurbitaceous crops. The effect of hormone and carbon sources used in different medium is set forth. The review is a consult for the anther culture, and bring forward further research direction. Analysis reveals that proper increasing of concentration of 2,4-D or 6-BA/KT, the inducement rate or multiplication rate be heightened, respectively. The high concentration of 6-BA or KT accelerate the formation of adventitious bud or root, respectively. The proportion of different hormones in the same medium will co-operate with each other. The interaction of them should not be ignored. Carbon sources will meet the plant nutrition need with a range between 6% and 12%.

**Key words:** Anther culture; Culture medium; Hormone; Carbon sources