

广西农业生物工程研究探讨

莫荣达

(广西农科院)

生物技术是目前世界新技术革命中引人注目的技术领域之一。从现在已取得的研究成果来看,它的实际应用已经遍及国民经济的许多方面。有人预言,生物技术将成为未来工业结构调整和改革的重要因素之一。可以预见,它将引起农业、工业和医疗卫生事业的重大变革,在解决粮食、能源等当今世界性难题中发挥巨大的作用。

从目前的研究水平和应用情况来看,与农业关系最为密切、研究最多、应用最广的是细胞工程技术。本文着重介绍细胞工程在农作物育种、品种改良、无性快速繁殖、脱毒(繁殖无毒苗)等方面的研究和应用情况。

一、国外研究水平和发展趋势

1. 育种方面 自从1964年世界上首次获得曼陀罗的花药单倍体植株以来,细胞水平上的遗传操作在育种领域中受到了高度的重视。目前世界上通过花药培养再生植株的已有水稻、油菜、麦类、苜蓿、果树等70个属的206种植物。印度、日本、美国、加拿大、澳大利亚及欧洲各国高度重视这项技术的育种潜在价值,在美国通过花粉培养已获得了蛋白质含量比正常水稻高10%的新品系。一些国际机构,如IRRI等也在积极应用花培技术进行品种改良,目前已有一些作物品系如耐盐水稻、果树和烟草花粉植株开始应用于生产。

应用离体培养及结合理化诱变技术可以产生大量的体细胞无性系变异,其变异频率高、稳定快,是品种改良的有效途径之一。澳大利亚和日本已先后在水稻、甘蔗、烟草、玉米等作物上获得了矮秆、抗病、耐寒、耐盐及优质的体细胞变异体,并在生产上评价了其利用价值,如斐济通过组织培养育成了PiNdar70—31甘蔗新品种。上述研究已在国际上形成一个重要的研究分支,日益显著出在品种改良上的作用。

利用幼胚培养和试管受精技术,是克服种间杂交不孕、打破生殖隔阂、导入外源有利基因的新途径之一。目前国外已在小麦近缘属、棉属等作物中获得离体培养的杂种植株。试管受精也已在40多种植物中获得不同程度的成功。

此外,在改进培养方法、提高分化频率等方面也取得了一定的进展。目前国外的研究趋势已由研究分化、生理、发育、形态建成逐步转向品种改良的开发应用上来。

2. 应用组织培养技术快速繁殖作物的优良品种方面 这是进展较快的一个领域。从1902年德国科学家哈贝兰德预言“植物细胞具有全能性”至今,只不过几十年时间,世界上已经有600多种植物通过组织培养再生植株,特别是70年代以来,植物组织培养技术走出实验

室,进入生产领域之后,发展更快,在农业生产上的作用更加显著。目前在农业植物方面,国外通过组织培养,已经获得甘蔗、水稻、油菜、高粱、马铃薯、蕃茄等许多重要农作物的体细胞植株,有些已开始应用于生产。西欧国家通过组织培养推广草莓品种,一株草莓经组织培养一年可增殖一百万株,澳大利亚利用组织培养方法,在试管中培养荔枝,12个月后即可开花结果;美国利用组织培养方法快速繁殖石刁柏优良植株,用这种优良植株进行种子生产,大大提高了种子的质量,使石刁柏产量可增加60%。

利用组织培养技术快速繁殖大量花卉苗木,更是目前世界上极为活跃的一个领域。近年来出现的“兰花工业”,主要是利用组织培养发展起来的,仅美国就有10个以上的兰花中心,年产值5,000~6,000万美元。新加坡、泰国的“兰花工业”每年出口额都在500万元以上。由于组织培养快速繁殖不受环境和季节的限制,适宜大规模商品生产,因而为花卉商品化生产开创了新途径。

另外,许多农作物由于受到病毒病的感染,造成品质低劣、产量下降,有的直至造成毁灭性的灾害。人们利用病毒在植物上分布不均匀的原理,采用茎尖培养的方法获得“脱毒苗”,大量繁殖这种“脱毒苗”在生产上应用,可以明显地提高品质、增加产量。目前国际上已采用“脱毒苗”生产的作物有马铃薯、草莓、大蒜、百合、矮牵牛、兰花、菊花等。

3. 在利用原生质体培养及原生质体融合技术培育农作物的新品种方面 迄今为止,由原生质体培养再生成植株的植物已达80种以上,绝大多数是双子叶植物,其中以茄科植物居多,技术上较成熟的有烟草、矮牵牛等。单子叶植物,特别是禾本科植物,近年也取得了不少进展,如珍珠谷、紫狼尾草、大黍、无芒雀麦等已培养成苗。豆科作物,如紫苜蓿、三叶草等豆科牧草也已培养成株。随着原生质体培养技术的改进,由原生质体再生成植株的植物种类不断增加。在应用方面,原生质体培养技术已显示出其潜在的实用价值,如美国、英国均从马铃薯原生质体培养再生植株中筛选出生产习性、块茎色泽和产量、成熟期、光周期反应和抗病(早疫病、晚疫病、疮痂病)的稳定无性系。Carlson(1973)在烟草原生质体培养中,将野火病的毒素类似物加入培养基,筛选出抗病的再生植株。

在原生质体融合方面,1972年美国Carlson通过原生质体融合获得粉兰烟草和朗氏烟草的第一个种间体细胞杂种,为体细胞杂交提供了实验证据。据不完全统计,目前通过原生质体融合获得种间、属间体细胞杂种植株的组合已达30种以上。西德Meichers等人(1979)克服了有性杂交不亲和性的障碍,使蕃茄和马铃薯体细胞杂交成功。创造出自然界原来没有的新物种“蕃茄薯”和“薯蕃茄”。Sbhe和Robbelen(1982)通过甘蓝和白菜融合获得人工合成种甘蓝型欧洲油菜。Gleba等人(1978)通过融合转移细胞质雄性不育,在烟草种间体细胞杂种上获得细胞杂种。目前各国科学家正在力图扩大原生质体培养的植物种类,特别是有经济价值的禾谷类作物、蔬菜、果树、花卉等园艺作物及经济作物,以便进行重要作物的品种改良。在体细胞杂交方面,研究的重点则放在转移少数外源基因上,以克服远缘物种融合中染色体丢失,杂交细胞不易分化成株或不能结实,以及导入不良基因等弊病。

二、国内研究现状和存在问题

我国生物工程研究起步较晚,从总的方面看,与世界上一些生物技术先进的国家相比,

还有相当的差距,无论是技术力量或是研究水平都赶不上生物技术先进的国家,但是也取得了一定的进展,特别是在植物组织培养方面进展较快,其中,花药培养技术在育种上的应用在国际上处于领先地位。近年来所取得的成就主要有以下几个方面。

1.在花药培养育种及体细胞无性系变异筛选方面 我国通过花药培养成功的植物已有20多种,其中小麦、小黑麦、玉米、橡胶、甘蔗、甜菜、柑桔等19种花粉植株是我国首先培养成功的。在禾谷类作物花培育种方面,我国在方法上有所创新,采用了多交材料打破性连锁、花培聚合育种、多次杂交花培等,已育成小麦“京花一号”等6个品种,推广面积达300多万亩,水稻“花寒早”、“中花8号、9号”等15个品种,推广面积700万亩,取得了明显的经济效益和社会效益。在花药培养力的提高方面,梗稻已由15年前的1~2%提高到5~6%,小麦提高到2.5~6.2%。

玉米花培已获得100多个花培纯系,其中8个已用于组合配制,利用甘蔗花药培养,已选出含糖量高的个体,其垂度达24~25%。我国研究成适用于禾谷类作物的N6培养基及适合花培的马铃薯培养基,已为国内外广泛采用。

在体细胞无性系变异筛选方面,我国通过水稻的幼穗培养已获得晚粳品系T-42,1984年试种1500亩。利用稻瘟病粗毒素作为培养基添加物,已筛选到抗稻瘟病E₃和F₁生理小种的花粉植株,还筛选出水稻抗白叶枯病、抗稻瘟病的株系。

另外,利用幼胚培养技术、试管受精技术,国内也取得了一批研究成果,如通过幼胚培养获得了大麦与小麦、大麦与提莫菲维小麦、栽培棉与野生棉等杂种,还获得了萝卜与大白菜的属间杂种。我国已获得稻属近缘种7个野生稻的体细胞再生植株。

由于我国细胞工程的应用研究与育种实践密切结合,使得这项技术在世界各国处于领先的地位。尽管如此,从总体来说还存在下列一些问题急待解决:①花培育种技术尚未全面普及到主要农作物(稻、麦、玉米、大豆、果树、蔬菜)中去,有待打开局面。②体细胞无性系变异、组织培养结合理化诱变等育种技术尚未配套,应该加强研究,及早应用于生产。③细胞工程育种的一些重大技术问题,如提高绿苗率、分化机理、变异机理、遗传多样性及稳定性等尚未解决,今后应加强研究。

2.组织培养快速繁殖方面 1980年以来,科技工作者发表有关植物快速繁殖和器官分化方面的论文和研究报告已有300多篇。在生产上应用的,包括大田作物、花卉、果树、林木、药用植物等,有100多种植物,目前正在研究逐步把实验室的研究成果转向工业化生产。如:郑州果树所的猕猴桃、中国农科院特产所的山葡萄等快繁技术已经用于生产;福建省的枇杷以优良单株为外植体已繁殖了200多株,在田间生长健壮,已临近开花年龄,准备投入组培工厂化育苗,扩大苗木供应;北京市农科院应用无性快速繁殖技术繁殖无籽西瓜,已经在京郊地区推广几百亩,收到了良好的效益,不仅抗病性强,而且有明显的增产效果。据报导最近广东省新会县建成了一座年产300万苗的芭蕉试管苗工厂,下半年开始投产,计划引进泰国、澳大利亚等国的优良芭蕉品种进行繁殖,提高芭蕉产品在国际市场上的竞争能力。

另外,我国通过茎尖培养,还获得了大量的无病毒马铃薯植株,并解决了无病毒种薯的一系列技术环节,为长时间保持种性,实现稳产高产提供了条件。应用组织培养技术繁殖柑桔、芭蕉等果树的无病毒苗木研究也取得了进展。

3.在植物原生质体培养和细胞融合研究方面 70年代以来,中国科学院植物所、遗传所、植生所从烟草、胡萝卜、矮牵牛、棒头草等原生质体培养出再生植株,并得到了粉兰烟草与矮牵牛、普通烟草与黄花烟草等种间与属间杂种。我国农业科研单位则着重从农作物、果树、蔬菜等与农业关系密切的植物去进行研究和突破,中国农科院蔬菜所从黄瓜、甘蓝原生质体培养得到再生植株,辽宁农科院从蕃茄原生质体培养得到再生植株;中国农科院烟草所从烟草原生质体融合得到普通烟草与黄花烟草、普通烟草与粉兰烟草等种间杂种再生植株。另外,中国水稻所在水稻、甘蔗上,吉林农科院在大豆、玉米上,江苏农科院在棉花上,中国农科院柑桔所在柑桔上,郑州果树所在中华猕猴桃上,都开展了原生质体培养研究,并取得了进展。到目前为止,我国学者已从园艺、药用、经济作物以及禾本科、豆科植物等10个科、20多个种的原生质体培养再生植株。

应当指出,从农业生产应用角度看,主要农作物,特别是禾谷类及豆科作物的原生质体培养技术尚未取得突破,现已成株的作物中,许多作物的原生质体培养技术在重复性上和再生效率上也未达到应用水平,远缘原生质体融合和外源遗传物质的导入仅处于实验阶段,距离生产上应用尚远。为迎接世界新技术革命的挑战,必须予以加强。

三、我区的现状及今后的设想

(一) 历史与现状

我区的植物细胞工程研究开始于七十年代初期,研究内容包括四个方面:①花药培养及单倍体育种,②无性快速繁殖,③植物原生质体培养研究,④细胞诱变及突变体筛选育种。研究的作物对象有水稻、玉米、甘蔗、花生、苡麻等主要农作物及菠萝、龙眼、荔枝、猕猴桃、柑桔、罗汉果、油茶、桉树等果树和林木,以及多种花卉植物、药用植物等。参加研究的单位主要是自治区一级的专业研究机构及高等农、林、师范院校,部份中等专业学校和一些地、县的农、林科学研究所。研究人员目前大约有30~40人。十多年来,研究所取得的成绩和进展,可以归纳为下列几个方面:

1.应用组织培养技术,快速繁殖农作物、果树林木、花卉等,取得了一批研究成果。已经通过阶段性成果鉴定的有:甘蔗、苡麻、菠萝、罗汉果、油茶、桉树等几种植物的组培快速繁殖技术。其中有的已经进入中试,有的开始试种示范,有的已经应用于生产。甘蔗组培育苗技术已经投入工厂化生产,并在我国建立了第一个组培育苗工厂,其规模达年产300万苗,为加速繁殖和推广我区甘蔗良种“桂糖11号”作出了贡献,而且解决了许多地区秋植蔗种苗不足问题。苡麻组织培养进入中间试验阶段,1986年还用实验室方法为贵县、合浦等地生产了8~10万组培苗,解决他们建立基地的需要。通过组织培养快速繁殖多种花卉植物和药用植物也取得了进展,广西农学院、广西林科所、桂林花木公司等单位,利用组培技术繁殖的花卉已经开始投放市场,收到了一定的经济效益。广西农科院用组培方法繁殖的猕猴桃试管苗也开始小批量供应生产单位。

2.花药培养育种方面我区开始于1973年,70年代末至80年代初组成了“广西花培育种协作组”,对水稻、玉米、花生等作物开展了大量的研究工作,取得了一批有价值的育种材料、组合、品系和品种。①水稻方面,先后育成了珍南(珍珠矮×南特占)、早单一号、晚单七

号,以及杂交水稻花培后代珍汕97A×科印糯、春红A×泰引等品系,产量都稍优于当家品种,在生产上发挥过一定的作用。广西农学院组培室应用花培技术,结合常规育种方法育成的“朝花矮188”水稻品种,具有早熟、高产、耐瘠、抗白叶枯病等优点,在进行品比及多点试种中表现很好,其早熟性、丰产性、抗病性都优于目前的当家品种。1985年全区种植面积已达1.5万多亩,1986年,仅南宁地区就计划种植50万亩。其他一些研究单位也获得了一批有价值的材料,有的正在试种,可望在2~3年内拿出一批花培新品种或品系应用于生产。②玉米方面,广西农学院培育的玉米“群花”纯系已经通过技术鉴定,开始应用于育种和生产;区玉米研究所几年来又先后育成了一批玉米花培优良新组合,其中有些比当家品种增产10%以上,目前正在扩大试种示范,争取尽快应用于生产。

3. 在植物原生质体培养研究方面也取得了一些进展,如广西农学院林学分院用甘蔗和苧麻为材料分离和培养原生质体,获得了愈伤组织和细胞分裂,为我区今后开展植物原生质体培养研究奠定了基础。

(二) 今后发展的设想和建议

综上所述,我区细胞工程研究,虽然起步较晚、基础较差,但是由于我们根据自己的特点,利用广西丰富的作物资源和亚热带气候条件,立足本区,因陋就简地积极开展工作,因而也取得了一定进展,有些项目还是国内首创或是达到了国内先进水平。通过实践,培养了一支基本的技术队伍,创造了一些实验条件,为今后进一步开展研究打下基础。当前存在的主要问题是:技术力量薄弱,研究人员不足,水平较低,技术不配套,研究与开发脱节,科研成果很难转化为生产力;研究经费不足,总体规划不够等。为了把我区生物技术研究搞上去,跟上国内外研究水平,对今后的工作,提出如下设想和建议。

1. “七五”期间(1986~1990),我区植物细胞工程研究应以开发研究和应用研究为主,对近年来我区组织培养研究所取得的初步成果,抓紧技术配套,尽快应用于生产。从农业作物方面来说,重点应开发水稻、玉米、甘蔗、苧麻、菠萝等技术比较成熟,生产上又急需发展的作物。其中水稻和玉米主要是新育成品种或组合的开发,要抓紧试验、示范和推广,尽快在生产上产生效益。甘蔗、苧麻、菠萝则是要进一步完善繁殖技术和技术配套问题,以期能在短期内为生产提供大量的优良种苗,要特别注意利用组培技术繁殖特优的品种和株系,逐年改变品种的组成结构,提高产品质量,以便提高产品在国际市场上的竞争能力。与此同时,抓紧亚热带水果龙眼、芒果、沙田柚、香蕉组织培养的技术研究,争取在“七五”期间达到技术配套水平,形成一定的生产能力。

通过体细胞诱变筛选突变体是一条育种的新途径,近年来国内外应用相当普遍。我区甘蔗研究所利用这一方法筛选出了一些含糖量高的甘蔗新品系,正在生产上推广试种。其他作物的体细胞筛选亦应抓紧研究。

2. 1991~2000年,随着国内外生物技术研究的进展,除继续开展应用研究,加强和进一步完善组培、花培的技术配套体系之外,应逐步开展主要农作物水稻、玉米、甘蔗及亚热带果树的原生质体培养和细胞融合研究,开展细胞核和其他细胞器的移植,以期获得具有突破性的优良新品种。同时要有计划、有步骤地开展农作物基因工程研究,努力赶上国内外的研究进展,使我区生物技术研究达到国内外中等水平。

为了实现上述设想意见,必须采取如下一些措施:

①加强人才培养,扩大技术队伍,提高研究水平。人才是生物技术发展的先决条件,如上所述,我区目前生物技术人才的状况是:数量不足、水平不高、层次结构不合理,这在农村方面表现更为突出。据粗略的统计,目前我区专职从事植物细胞研究的不足40人,其中高级人员只有两人,新生力量也很少,既缺少学科带头人,又缺乏后继接班人,加上近年来队伍不稳定,一些技术骨干先后调离我区,这种状况如不改变,很不利于今后研究工作的开展,必须尽快采取措施加以补充和提高。首先要巩固现有的技术队伍,充分发挥现有技术力量的作用,给他们创造一些必要的条件支持他们的工作,同时要给予学习和提高的机会,更新知识,提高研究水平。办法是加强国内外学术交流活动,一方面可以聘请和吸收一些国外科学家来广西讲学或指导工作,另一方面还应该有计划地派一些人出国考察、学习、疏通渠道,与国外一些单位挂钩,进行合作研究或引进生物技术。其次,要设法补充新生力量,广西的高等院校中目前还没有开设专门的生物技术专业,近年来区外分配来的又很少,解决这个问题只能依靠自己培养。建议从广西高等院校中选择一些优秀毕业生,送到国内一些重点高等院校去定向学习生物技术专业,还应该选择其中一些更为优秀的人才,到国外攻读和深造,以培养更高级的人才。为了培养广西自己的生物技术人才,从长远考虑,建议在广西农学院或师范大学等条件较好的院校开设生物技术专业,培养热心少数民族地区工作的生物技术人才。这是关系到我区生物技术研究是否后继有人,能否在若干年内赶上国内先进水平的问题。

②抓紧技术配套,密切研究与开发之间的联系,使科研成果尽快转化为生产力。概括来说,我区细胞工程研究的过程是前期声势大,中期进展快,目前基本处于停顿水平。具体地说,从80年代初期取得一批阶段性研究成果后,这两年来基本上停留在实验室水平上,许多成果,生产上急需开发,但又还不能应用于生产,不能为生产提供大量的优良种苗。这里面的原因可能有两个,一是技术本身只有实验室研究的水平,还没有经过大规模生产的考验,二是不具备大批量生产的条件。前者只要稍加研究即可解决,后者则是条件和布局问题。因此建议“七五”期间在南宁和钦州增设两个组培苗生产基地,主要繁殖亚热带果树优良种苗,包括引进国外优良材料。更新我区品种。另外,在研究与开发之间还应该有一个适当的机构来进行调节。可否在适当的时候,成立一个“生物技术开发公司”之类的机构来协调和统筹这方面的工作。

③适当增加研究经费,解决当务之急。目前我区生物技术研究经费奇缺,影响了研究工作的开展,有些项目甚至趋于停顿,无法继续下去。如此下去,势必造成我区生物技术研究的“马鞍形”发展。这里可能有个认识问题,与我区近年来细胞工程研究的初步成果不能及时应用于生产有关,正因为这样,就更应该适当的增加一些经费,使一些原来研究已有初步成效的项目尽快完善和配套,投入开发利用。另一方面要有计划地开展一些新的研究项目,这不仅有利于研究工作的连续性,也有利于稳定我区的生物技术队伍。关于经费回收问题,应该区别对待,不要“一刀切”。科学研究是一项探索未知的工作,其本身包含有成功与失败的因素,一项研究成果的获得往往经过多次失败后才取得成功。生物技术研究是一门新兴的学科,其探索性比其他农业研究更强,因此生物技术研究的初试阶段,经费不应回收,可以以合同的方式,根据合同来检查工作,经费包干使用。中试阶段可以适当回收一些,但回收率也不应超过30%,开发阶段再适当多回收一些。这样才有利于生物技术研究工作的开展。