

我国花药培养和单倍体育种研究的成就

宋 振 能

在我国花药培养和单倍体育种研究的园地上,经过 10 多年来许多生物科学、农林科学工作者的辛勤垦植和培育,已经结出了丰硕的果实。有些方面,特别是应用花药培养于育种实践方面,已经站到了世界的前列。

花药培养和单倍体育种研究,是以植物组织培养和细胞培养领域萌发出来的一个新分支,它已成为植物细胞工程的重要组成部分。早自 1902 年起,科学家们就陆续探索植物组织的离体培养问题,但经历了相当漫长的时期,工作进展缓慢。直到 1934 年,美国的 White 首先用离体的番茄根尖培养成功能活跃生长的无性繁殖系;法国的 Gautheret 用山毛柳、黑杨的形成层组织,诱导出愈伤组织。主要归功于这两位科学家的奠基工作和他们的进一步研究,植物的组织培养法终于在 30 年代后期确立起来了。50 年代以后,植物的细胞培养也获得成功。关于花药培养的研究,就是在这方面长期工作成果和经验积累的基础上进行的。1964、1966 年,印度科学家 Guha 和 Maheshwari 用野生的毛叶曼陀罗的花药,经人工诱导花粉培育出单倍体植株,这是国际上花药培养试验成功的第一个实例。随后,法国 Bourgin、Nitsch 于 1967 年培养成功烟草花粉单倍体植株;1968 年,日本新关宏夫、大野清春又培养出禾本科植物水稻的花粉植株。由于花粉单倍体植株具有育种上的重要价值,以及应用花药培养进行理论研究的意义,因而他们的突破性进展引起了世界上许多遗传育种学者和植物学者的很大重视和兴趣,一时纷纷开展研究工作。可是在后来颇长一段时间里,国外科学家在一些重要作物方面的研究进展并不理想,因为从花药组织诱导出花粉单倍体植株的频率较低,使实际应用乃至理论研究都受到限制。

率先在我国开辟这块园地的,是中国科学院遗传研究所和植物研究所的科学工作者,时间在“文化大革命”中的 1970 年,比国外晚了几年。那是国家动乱、人心摇荡的年代,但不少科学工作者依然不愿虚度时光,尽量利用机会进行科研工作。开展工作不久,水稻和烟草的花粉单倍体植株在国内先后培养成功。1971 年 4 月,遗传研究所欧阳俊闻等在国际上首次诱导出花粉植株。此后,我国这方面的研究进步迅速,并在一些领域后来居上,取得了可喜的成就。

概括说来,我国的贡献主要有以下三个方面:

一、在国际上首先把花药培养技术应用于育种实践

从一开始,我国科学工作者就把开辟育种新途径作为花药培养研究的首要目标。因此,他们选用主要粮食作物和经济植物作为实验材料,并且大都采用杂种第 1 代 (F_1) 花药进行培养。

当水稻、烟草、小麦花药培养成功之后,植物研究所、遗传研究所就跟有关兄弟单位协作,

开展单倍体育种工作。1974年,植物研究所和中国农业科学院山东烟草研究所(山东益都)合作,首先培育出“单育1号”烟草新品系。1975—1976年,植物研究所又跟黑龙江农业科学实验所等单位协作,培育出“早丰1号”水稻和“龙花1号”小麦新品系;遗传研究所也分别同天津市农业科学院水稻研究所、昆明市农业科学研究所合作,培育成功“花育1号”水稻和“花培1号”小麦新品系。这些新品系都在一定的面积推广种植,并获得了增产效果。

花药培养应用于育种实践最值得称道的两项成果,是北京市农林科学院作物研究所胡道芬等育成的“京花1号”小麦新品种和中国农业科学院作物研究所李梅芳、陈银全等育成的“中花9号”水稻新品种。这两个新品种均经鉴定确认为推广品种,并已大面积栽培种植,获得了相当可观的经济效益。之后,胡道芬等又育成“京花3号”新品种和其它一些优良小麦新品系,并建立了比较完整的花粉育种程序,为花药培养与杂交育种相结合开辟了广阔的途径。李梅芳和合作者又选育出“中花10号”等一些水稻优良新品系,已在一些地区扩大种植并申报品种审定。

到1987年为止,据不完全统计,我国各地用花药培养方法培养出来的水稻新品系或新品种约60个,小麦20多个。此外,在烟草、玉米、橡胶、果树和蔬菜的育种工作中,也已不同程度地采用了花粉单倍体育种技术,并获得了一些优良的新品种、新品系或无性系。

我国在花粉单倍体育种上获得的成就,赢得了国际同行科学家的普遍赞誉。有些著名科学家说,单倍体研究1964年起始于印度,但是单倍体育种却在中国广泛应用。就应用而言,中国在上世界上处于领先地位。

17年来的研究和育种实践证明,花粉单倍体育种是一种行之有效的育种新方法,它具有下列其它育种方法不能代替的优越性:(一)可以明显地缩短育种年限,快速、高效地选育出新品系;(二)可以固定那些常规育种后代中难以显现的配子基因重组体,获得较多双亲优良性状的植物新类型;(三)单倍体系统的诱变、无性系变异和突变体筛选,是创造植物新类型的理想系统;(四)花药培养是转移外源有用基因的有效手段。

二、建立了先进的培养技术

在花药培养技术的建立和改进上,我国科学工作者做了大量试验研究工作,从而提高了花粉植株的诱导频率,突破了国外学者原来在这方面所受到的限制。我国所以能够在单倍体育种实践上取得比较显著的成绩,也是跟在培养技术上作出的突破分不开的。

植物研究所朱至清等研制成功的 N_6 培养基,适用于水稻和其它一些禾谷类植物的花药培养和其它组织培养。这种培养基跟国际上有名的MS培养基和Miller培养基相比,可以提高诱导频率1—2倍。现已被国内许多实验室和美国、印度、联邦德国、法国、英国等10余个国家的有关实验室所采用。遗传研究所科技人员研制的马铃薯培养基,证明效果良好,也被国内外不少实验室应用于一些麦类和水稻的花药培养。最近,欧阳俊闻等人在马铃薯培养基的基础上加以改进,又建立了一个高效的 W_{11} 小麦花药合成培养基,对愈伤组织有很高的诱导率,达到了国际先进水平。此外,中国科学院华南植物研究所科学工作者研制的“合五”、“秈苗II”等秈稻花药培养基,也获得比较普遍的应用。在培养方法上,遗传研究所田文忠、陈英改进了花药漂浮培养方法,使水稻愈伤组织的诱导频率得到成倍增长。

目前,在遗传研究所、植物研究所等一些单位的实验室里,粳稻和小麦花粉植株诱导的成功率都在 10% 以上。能够得到这种高的诱导频率,并不是一件简单、容易的事情,而是从多方面长期研究探索的结果。为此,两个研究所的学者曾对花药培养基、适宜的花粉发育时期,适宜的培养条件和供体基因型的作用等问题作了许多研究,因而使其达到能在育种工作和理论研究上应用的水平。不过也要看到,近年来国外有些国家在研究提高稻、麦等重要作物的诱导频率上已有显著的进展,而且我国在玉米、橡胶、蔬菜、籼稻、冬小麦等等的花药培养上,成功率都还不够高,因此这方面的研究仍需进一步加强。

三、诱导成功一些重要植物的花粉植株,并在基础研究上取得了一定的成果

到现在为止,我国科学工作者培养成功花粉单倍体植株的农作物和经济植物的种类已超过 40 种。其中,遗传研究所、植物研究所诱导成功的小麦、玉米、橡胶、杨树、甘蔗、小黑麦、小偃麦、辣椒、茄子、薏苡、枸杞、人参、贝母等 10 多种植物,在国际上均属首次。

关于花粉植株的细胞遗传学特征,遗传研究所胡含等作了比较系统的探讨。他们发现,通过花药培养不仅可得到大量的整倍体,还可以直接获得不少非整倍体和变异体,容易产生染色体断片和染色体重排。当培养杂种花药时,可使各种配子重组体充分显现,因而能将异源基因或染色体快速地转移到栽培种,创造新的类型。这些成果为单倍体育种提供了进一步的科学依据。植物研究所、遗传研究所的工作者还对于雄核发育中的细胞分裂方式和超微结构进行了比较细致的研究。但是总的看来,我国这方面的基础研究还相当薄弱。

花药培养和单倍体育种作为一种技术、一种手段,给生物学研究和育种工作增添了一项新的、有力的武器,但它并不能取代其它的研究技术和育种手段。在对待花药培养和单倍体育种研究的问题上,我国曾经有过两种不同的倾向。当着工作顺利开展并取得一定成绩的一段时间里,在某种程度上出现过“单打一”的现象,人力过份集中于花药培养和单倍体育种研究,而对其他研究和育种手段有所忽略;过后,当着这方面的工作没有取得显著突破的时期,又出现了忽视花药培养和单倍体育种的优越性,对它的作用估计不足的倾向。经历了这两个时期,近数年来,花药培养和单位体育种研究已逐步走上了健康的发展道路。

我国的研究和育种实践已经证明,把花药培养和单倍体育种研究跟其它研究技术、育种手段相结合,是可以收到相互补充、相得益彰的效果的,应该坚持这样做下去。继续把面向国民经济建设作为主要的目标,同时真正重视和加强基础研究,注意充实和填补薄弱环节,那么,在我国的花药培养和单倍体育种研究领域里,就不仅能够保持和进一步发展有些方面已经取得的领先地位,而且也有希望在其它方面不断登上世界科学的高峰,为国家的社会主义建设事业作出更大的贡献。