

中央电视台教育节目

王 洪 主编 中国科普研究所组织编撰

高新科技知识漫谈

郭正谊 审定



山西教育出版社

郭正谊 审定

高新科技知识漫谈

王 洪 主编 中国科普研究所组织编撰

山西教育出版社

〔晋〕新登字3号

高新科技知识漫谈

中国科普研究所组织编撰

王 洪 主编 郭正谊 审定

*

山西教育出版社出版 (太原并州北路11号)

山西省新华书店发行 阳泉市印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 12.25 字数: 282千字

1992年9月第1版 1992年9月山西第1次印刷

印数: 1—5,000册

*

ISBN 7—80578—354—3

G·349 定价: 5.50元

前 言

本书是中央电视台《高新科技知识漫谈》节目配套读物。

中央电视台教育节目部为加强科技宣传,帮助广大观众(特别是青少年)学习和了解高新科技知识,组织拍摄了《高新科技知识漫谈》节目;由中国科普研究所组织编撰而由山西教育出版社出版的《高新科技知识漫谈》,则为观众和读者学习了解高新科技知识创造了很好的条件。这个节目的播出和本书的出版,对于加快高新科技知识的传播和普及,加快我国的现代化建设步伐,提高整个中华民族的科学文化素质,必将产生积极的作用。

我们正处在一个知识和信息大爆炸的时代,一个高新科技迅速发展的时代。什么是高新科技?眼下还没有一个公认的定义。一般认为,高科技是知识与技术的密集性高,技术难度大,竞争性和带动性强,风险性大,投资多,对人类社会的发展进步具有重大影响的前沿科学技术。它是新技术中的一个特殊部分。如果我们把新科技看作是一座金字塔,那么高科技就是这座金字塔的塔尖。人们之所以在这里使用了一个“高”字,还因为高科技具有高效益、高增值、高渗透性等显著特点。

其实,高科技是相对于常规科技和传统科技来说的,它并不是一个一成不变的概念,而是一个相对的、历史的、发展着的动态的概念,它在不同的历史时期有着不同的内涵,今天的高科技,将会成为明天的常规科技和传统科技。

高科技的内涵还因地区、因国家而异。各发达国家固然都有各自的高科技发展战略,而一些发展中国家(像印度、巴西等)也都根据各自的国情分别规定了发展高科技的重点项目。我国在1986年3月制定的高科技发展纲要(简称“863”计划)中,把生物技术、航天技术、信息技术、激光技术、自动化技术、新能源技术和新材料技术这七个科技领域,作为研究开发的主要目标。

就世界范围来说,目前各国列入21世纪重点研究开发的高科技领域,大体包括以下六个方面:即生物技术、航天技术、信息技术、新能源技术、新材料技术和海洋工程技术。

本书内容涉及上述各个高科技领域,同时也反映了高科技对某些传统科技(包括医学、交通运输、建筑和环保等)的渗透情况。在写作上,本书是专家学者同科普作家相结合的产物,这样就既保证了其内容的科学性和先进性,又提高了它的知识性和可读性(包括通俗性和趣味性)。

青少年是祖国的未来,是21世纪的主人;青少年具有追求科学真理的精神和强烈的求知欲望。我们希望本书将对广大青少年了解现代化、认识未来世界有所帮助。

本书编者热忱欢迎广大读者和同行们批评指正。

编 者

1992年3月

目 录

生物技术给农业带来无限生机和希望·····	吕秀齐 王 宇(1)
遨游太空——地球·天空·宇宙·····	刘绍球(29)
人脑的延伸——计算机与机器人·····	刘兴良(66)
信息社会的纽带——现代通信·····	沈以淡(103)
人类文明的新曙光——新型能源·····	王 洪(145)
奇妙无穷的材料世界·····	崔金泰(173)
架起海洋与人类的桥梁——海洋高新技术浅谈 ·····	谭 征 董 轩(209)
海阔天空云水路——现代交通·····	罗绍香(244)
人类健康的福音——医学新技术的发展 ·····	马博华 佟绛馨(284)
现代建筑博览·····	乐嘉龙(316)
救救地球·····	刘大澍 严珊琴(364)

生物技术给农业带来无限生机和希望

吕秀齐 王 宇

当你走在熙熙攘攘的北京王府井大街上，当你合家团聚，吃着香喷喷的米饭、烧鸡时，你是否想到过，一个巨大的威胁正悄悄向我们逼近：伴随人口的不断增加，土地资源的不断减少，过度开发致使生态环境的变劣及频繁的自然灾害，食物短缺的问题日益严重。据预测，到 2015 年，世界人口可能将增加到 80 亿，满足人类对食品的需要，包括粮食、畜产品和水产品在内的食品生产，至少需要在目前的基础上翻一番。而按现在的发展水平，到 2000 年，全世界将缺少 600 至 1000 亿公斤的粮食。

那么，面对这一危机，人类将采取哪些对策呢？很显然，靠增加耕地面积求得增产粮食来填补缺口是办不到的。以中国这样一个人口大国和农业大国为例，到 2000 年，人口将突破 13 亿，而耕地面积却以每年 300~500 万亩的速度在递减。因此，要增加食品供给，只能在有限的土地上做文章，以提高单产为手段。提高单产不外乎有以下几条途径：第一，利用现代化手段改变传统的种植方式。始于 40 年代的以农业机械应用为标志的第一次农业革命和始于 50 年代以化肥、农药、杀虫剂等化工产品的投入为标志

的第二次农业革命，无疑大大提高了农作物的产量，为解决世界粮食问题立下了汗马功劳。然而，这些措施仅仅是利用外部条件，改善农作物的生长环境使作物增产，其潜力是有限的，况且，农业化工产品的应用会造成环境的严重污染，天长日久，反利为害，进而会遏制农业生产的发展。第二，依靠培育抗逆性强、高产优质的新品种，改造现有作物品种。我国自 50 年代起就开始了选育优良品种的研究工作，六、七十年代，大面积推广应用杂交玉米、杂交水稻等农作物新品种，使粮食产量大幅度增长，缓解了食物短缺的危机，并使人们看到了利用现有作物遗传资源改良作物品种的巨大优越性。但是，由于生殖隔离（亲缘关系较远的不同物种之间，生物学上是不亲合的，杂交很难成功，杂交后代不育）等因素的限制，依靠传统的育种方式改良作物品种以达到大幅度增产粮食的目的，潜力同样是有限的。经过了几十年的发展历程，人类经历了从理论设计到实践的艰苦探索，终于走上了依靠现代生物技术，从根本上更有效地改变农作物的遗传性状，从而增强其抗性和生产能力，以提高产量的光明道路。现代生物技术的发展及其应用必将给农业带来无限的生机和希望，就像一轮红日，为在解决人类食物短缺问题的道路上艰难行进的人们指明了道路。在不远的将来，人们再也不需要为食物短缺的问题而忧心忡忡。现代生物技术就像人们所预言的那样，它的威力不亚于原子裂变和半导体的发现。

一、现代生物技术概览

所谓生物技术（亦称生物工程）就是利用生物体自身或者生物的细胞组织成份的特性和功能，并结合工程技术原理来进行加工生产，为社会提供商品和服务的一门技术。它是以生命科学为基础发展起来的，是一个涉及多种学科和多种技术的综合性科学技术体系。生物工程技术目前主要包括基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程等方面的内容，它们相互联系、相互渗透。基因工程是生物技术的主体和核心。

就生物技术而言，并不是近年来才出现的，它早就同人类的生活息息相关。远在数千年前人类就已经学会利用微生物发酵酿酒、制醋、造酱油了，其实这就是最古老的生物技术。从本世纪40年代起，人们便开始应用微生物发酵的方法来生产抗生素，使医药工业产生了重大变革，随后，利用发酵技术生产酒精、味精、有机酸等产品，形成了一批近代生物技术工业。随着生命科学的飞速发展，基因重组、细胞融合、细胞大规模培养、植物快速繁殖等一系列具有划时代意义的新兴生物技术先后出现。从此，这门古老的技术焕发出青春的活力，以其所蕴藏的巨大潜力，成为当今世界新技术、新产业革命的重要支柱之一。

现代生物技术的涉及面十分广泛，除了对农业已产生重大影响外，还广泛应用于轻工、食品、医药保健、化工能源、环境保护等各个领域，发挥出巨大的威力。利用基因重组技术和细胞融合技术等，不仅能培育出一批抗旱、抗寒、抗盐碱的农作物新品

种，从而使许多不毛之地成为我所用的绿色耕地，而且可望培育出高产、高品质的粮食及果菜新品种，造福于人类。在医学上，人们不再为因得不到足够的动物内脏、人体细胞来生产胰岛素、干扰素等蛋白质药品来挽救千百万患者的生命而发愁，通过基因工程构建的基因工程菌，是高效、现代化的蛋白药品加工厂，可以在很短的时间里轻而易举地生产出大量药品。在疾病诊断和防治上，当代生物技术的两大支柱之一淋巴细胞杂交瘤技术，发挥了重要作用。目前，单抗诊断试剂已进入商品化生产，已生产出的单抗诊断试剂有百种之多。我国已有用于乙型肝炎检验的乙肝单抗诊断试剂、用于早期妊娠诊断的人绒毛膜促性腺激素单抗诊断试剂、用于癌症诊断的癌胚抗原单抗诊断试剂等都投入批量生产。此外，通过基因工程还可以生产出能有效预防一些恶性传染病的基因工程疫苗如乙肝疫苗、流感疫苗、疟疾疫苗、小儿麻痹疫苗等。遗传工程疫苗的出现，为人类预防疾病开辟了广阔的前景。更为激动人心的是，在医学上，有朝一日，人类将直接采用基因疗法来根治先天性疾病等疑难病症。此外，现代生物技术在开发新能源、治理环境污染、化工冶金、海洋工业等各个领域发挥越来越重要的作用。可以说，现代生物技术为全人类的工农业生产注入了新的生机，诱发了一次新的产业革命。

二、生物技术在农业上大显身手

前面已经谈到，随着世界人口的增加，食物短缺已经成了威胁人类生存的重大问题。因此，世界各国都把生物工程在农业上

的开发应用列为重点。为提高粮食产量，世界各国都正在加紧生物技术的研究。例如：前苏联为了节约谷物，以微生物为代用饲料培育牛，美国在利用基因工程培育转形质动物（通过基因转移使猪肉肉质、牛奶的酪蛋白含量等发生有利变化）方面已接近实用化，中国及亚洲一些国家广泛采用杂交种增产，欧洲则加紧开发人工种子……。据美国 Predicats 公司预测，到 1995 年，利用生物工程在农作物、蔬菜、水果等方面的产值将达 500 亿美元，在畜牧业、养禽业、渔业方面，产值可达 480 亿美元。许多科学家认为，生物工程在农业方面的应用所创造的效益是难以估量的。

（一）通过生物技术培育作物新品种。

很早以前，人们就已经通过自然筛选、杂交等方式来改良作物品种。在过去的半个多世纪里，人们依靠育种技术选育出了许许多多具有优良性状的作物品种，如自 70 年代起大面积推广应用的杂交水稻等，对提高粮食产量作出了巨大贡献。据科学家们估算，这一期间，农作物增产总数的 50% 是由于选育应用了优良品种。由此可见，改变作物的遗传本质，即改变作物的内部因素，是提高粮食产量的根本措施。

农作物群体内，蕴藏着丰富的遗传资源。不论是有利的性状还是无利或不利的性状都受到遗传基因的控制，并代代相传。因此，杂交等方式其目的是达到不同品种间遗传性状的重新组合，是创造作物优良新品种的主要途径。但遗憾的是，植物在长期的进化过程中，形成了生殖隔离，在自然状态下，种间杂交是难以实现的，这给人类利用遗传资源创造新品种的工作造成了很大的困难。另一方面，依靠传统的杂交育种技术，还具有很大的盲目性。杂交后所获得的种子，要经过多代的种植选育，逐步排除不良品系，保留好的品系，往往要经过十几年，甚至几十年的时间，才

能看到稳定的结果，育种效率极低。如何解决这些问题呢？70年代发展起来的基因工程和细胞工程给人们带来了新的希望，凭借这些新兴的技术，人们可以根据自己的意愿，在细胞水平、基因水平上对植物性状加以改造，培育出各种具有优良性状的作物新品种，甚至可能创造出新的物种。到那时，人类所面临的食物短缺问题便可以得到有效的解决。

1. 基因工程育种

植物的遗传性状是由遗传基因决定的，每一种性状都是由控制它的遗传基因所决定的，比如，决定抗性蛋白产生的基因、决定豆科植物高蛋白的基因等等。因此，根据需要改变农作物的遗传本质，其关键是要从控制所需要性状的基因入手。近些年来，随着生物技术的飞速发展，人们已经能够研究甚至调控与农作物性状有关的遗传基因这种生物大分子了，并且通过转移或改造这些大分子来改变农作物的遗传性状，培育出新的农作物品种。这种建立在控制和改造作物基因基础上的育种技术就是基因工程育种，亦称分子育种。

植物的基因工程目前虽然处于研究阶段，但已经取得了可喜的成绩。在利用基因工程培育具有优良品质，如高蛋白含量的农作物新品种方面，科学家们做了大量的工作。例如他们发现在豆类作物细胞里，有一些基因跟蛋白质的合成有密切的关系，因此，如果能把这些基因移植到其它作物中，就有可能提高这些作物的蛋白质含量。1983年，美国科学家首次将菜豆贮藏蛋白基因转移到向日葵细胞中并得到表达，创造出“向日葵豆”这一新物种；把豆科植物蛋白质基因转移到马铃薯细胞中，培育出了富含蛋白质的“肉土豆”。1985年，我国一位留学生，在美国期间，把大豆的一种控制贮藏蛋白质的主要基因转植到了矮牵牛植物体内，并在

其体内检验出了大豆的蛋白质。这些实验的成功都充分表明，人类利用基因工程来提高农作物的蛋白质含量，大有希望。赖氨酸是人体不能自行合成的一种氨基酸，需从植物中获得，因此，需要进行粮食作物的高赖氨酸育种。日本农业生物资源研究所的研究小组弄清了水稻中谷蛋白的基因结构，通过改造基因，可进一步培育出高赖氨酸水稻。此外，在利用基因工程培育抗病虫作物新品种方面，成绩也很喜人。1982年，美国和比利时的科学家先后成功地把细菌抗水那霉素的基因注入到向日葵、烟草、胡萝卜细胞中，使这些植物表现出抗水那霉素的性状。1983年，美国一家生物技术公司应用基因重组技术获得了一种抗冠瘿病的烟草。1987年，美国孟山都公司的科学家成功培育出了抗除草剂的蕃茄和烟草。1986年，比利时的科学家发现，苏云金杆菌中有一种杀虫的毒素蛋白，将这种蛋白的基因转移到植物体内，就有可能培育出抗虫的作物新品种，利用这种方法，已经培育出了抗虫害的烟草、棉花新品种。1989年，美国 Mycogen 公司从苏云金杆菌基因组中分离出编码抗线虫的基因，然后拼接到所要改造的植物基因组内，构建成了抗线虫的转基因植物，其市场前景相当可观。到1989年，美国的11家公司已开发出10种植物的28种转基因株系，正在进行田间试验或等待获准进行田间试验，其中大部分是抗病、抗虫、抗除莠剂的转基因植物类型。

病虫害是农业生产的大敌。在蔬菜生产中，病毒病的感染就是一个损害极大、又无良策可施的大问题，因为喷药对病毒病不起作用。而种植抗病品种，往往又不能兼得高产、优良之性状。但利用基因移植术，则可以使这一问题得到解决。人们早已了解到，遗传物质的本质是脱氧核糖核酸，即DNA，它控制着蛋白质的合成，决定着生物的遗传性状，不仅如此，人类还掌握了对DNA遗

传大分子进行遗传操作的本领，于是，人们从寻找抗性蛋白质入手，继而找到对应的基因，通过基因转移，使植物获得相应的抗性。对病毒病，科学家们经过反复研究，已经找到了把病毒外壳蛋白基因转入植物体内等方法，可使植物获得抗病毒的能力。我国在抗病毒育种方面取得了丰硕的成果。中国科学院微生物所等单位，利用基因工程已构建成了抗烟草花叶病毒的烟草工程株、抗黄瓜花叶病毒的烟草工程植株以及既抗烟草花叶病毒、又抗黄瓜花叶病毒的双价烟草和双价蕃茄工程植株，目前，这几项工作均已完成大田试验或已在进行大田试验。又如，由真菌引起的棉花枯萎病，每年给棉花生产造成很大损失，但也无药可防，唯一的办法是赋予棉花品种自身以抗病能力，把抗病的基因转入到高产的品种中。

利用基因转移进行抗病育种说起来容易，做起来却很困难。因为农作物与病菌之间的斗争，是一个很复杂的过程，有很多种类的生物大分子参与了抗病的斗争，要搞清楚抗枯萎病的能力是由什么因素决定的并非易事，是木质素、植保素，还是抗性蛋白？哪种因素最关键，能否找到控制关键因素的关键基因呢？功夫不负有心人。经过极为艰苦的努力，中科院上海生化所的科学家们终于在一种具有抗枯萎病能力的棉花品种里，找到并分离、纯化了一种抗性蛋白质，并通过分析搞清了控制这种蛋白质合成的基因，从而通过转移这种基因，就可以使高产棉花获得抗病性。

在进行基因转移之前，需要进行遗传大分子脱氧核糖核酸（DNA）的提取和目的基因的分离、提纯和体外克隆（使基因得到复制和增殖）。用化学方法提纯的DNA需要借助于工具酶进行切割，得到所需要的DNA片断，即目的基因。被喻为“分子手术刀”的限制性内切酶，具有识别DNA大分子特定部位并准确在其

特定部位将链切断的高超本领。因此，借助于它的帮助，科学家们可以从提取的 DNA 大分子链上，获得自己想要的一段。至于基因的克隆，则要借助于微生物的帮助。细菌的噬菌体（寄生于细菌体内的病毒）、质粒（细菌中独立于染色体外并能自我复制的环状 DNA）由于具有结构非常简单的 DNA，又能随细菌一起迅速复制繁殖。因此，将经过分离提取和限制性内切酶切割的外源 DNA 片断插入噬菌体 DNA 或质粒 DNA 后，形成质粒 DNA—外源 DNA 的杂交链，再导入细菌。随着 DNA 杂交链在细菌内不断地复制，插入的外源 DNA（目的基因）也就得到了不断的增殖。

基因转移的方法有多种，其中国际上最常用的是应用运载工具将外源基因运入植物体内。70 年代，科学家们发现感染双子叶植物的根瘤土壤杆菌的诱导肿瘤机制是由其 Ti 质粒的一部分整合到植物体内使植物生瘤的。这样，天然载体 Ti 质粒就成为“转嫁”外源基因的理想“红娘”。但是，Ti 质粒大分子带有致瘤基因，影响植物正常生长发育。在与所需基因连接之前，需要进行分子修饰。利用限制性内切酶把致瘤基因切除，再与提取出来的目的基因连接，然后送回根瘤土壤杆菌内。将根瘤土壤杆菌与植物原生质体一起培养，至此外源基因植入植物体内。

此外，近几年还发展了电击穿法、散弹枪法（基因射击枪）、微量注射法等转移基因的新方法。中国科学院上海生化所的科学家们，参照国外研究小麦授粉期以花粉管作为外源基因载体的成功经验，摸索出了适合我国国情的简便易行的外源基因导入植物的方法。他们把带有优良性状品种的 DNA 提取出来，进行纯化。在需要移植外来基因的农作物开花并用自身花粉授粉后，将 DNA 液体注射到花的中轴胎座里面，或者把花的柱头切掉，把 DNA 液体滴在切口上，可以使带有优良性状的 DNA 沿着花粉管通道进

入胚胎，并同将要形成的种子中的 DNA 结合。这样形成的种子种下去，所长出来的作物便有可能就带有人们想要的优良性状。利用这一方法，江苏省农科院与上海生化所合作培育出了抗棉花枯萎病的棉花 3118 新品系，已在生产上应用，累计推广 4 万亩，平均增产 15%。

总之，基因工程育种的前景十分广阔。90 年代，以至下个世纪不仅会有大批“天然”抗病抗虫的作物产生，还会有许多抗冻、抗盐碱、抗旱的作物诞生。到那时，农药的使用量会大大减少，许多不毛之地将得到开发。此外，豆科植物固氮基因的转移，也将是今后基因工程育种的主要任务。一旦固氮基因在主要作物上转移成功，农作物可以直接从大气中利用氮气合成蛋白质，氮素化肥的使用量将大大减少。在向主要粮食作物及经济作物转移外源基因方面，近几年已取得了可喜的进展。欧洲及中国的科学家已经成功地将外源基因导入水稻等单子叶植物，预计在不久的将来，植物基因工程育种将获得惊人的突破。

2. 细胞工程育种

利用生物技术改良作物品种的另一重要领域就是细胞工程育种，它包括花药培养、细胞融合等，其进展显然比基因工程育种要快得多。

早在 30 多年前，人们就证实了植物细胞具有全能性，即植物体的每一个体细胞内部都装有长成完整植株的全部蓝图，也就是它的全部遗传信息，并能在适当的外部条件刺激下分化成完整的植株。根据这一原理，人们开始掌握了植物的组织培养技术。近年来，人们广泛采用植物的花药进行培养，以获得纯合的二倍体植株，这就是单倍体育种。它的原理是这样的，花药中包含着许多花粉细胞；它们是植物的雄性生殖细胞，细胞中的染色体只有

正常体细胞染色体数目的一半，称为单倍体细胞。通过花粉单倍体细胞培育出完整的植株，称为单倍体植株。单倍体植株生长很差，不能开花结实，在生产上没有利用价值，但它却是育种中的宝贵材料，经过特殊的处理，如用秋水仙素溶液浸泡幼苗，可使染色体加倍，得到健壮生长的二倍体植株。

通过花药培养并使染色体人工加倍获得的二倍体植株，由于其控制性状的成对基因是纯合的，所以后代不会发生基因的分离重组，也就不会产生性状的分离了。因此，采用具有优良性状的杂种植株的花粉进行培养，以获得纯合的二倍体植株，可使后代性状随着基因的纯合而很快获得稳定，成为定型品种，避免了繁杂的选种过程，大大加快了育种进程。目前全世界通过花药培养形成的再生植株已有 200 多种。美国利用花药培养的方法已育成了蛋白质含量比普通品种高 10%、赖氨酸含量达 5~7% 的水稻新品种。日本利用这项技术已培育出水稻、小麦、茄子、草莓等新品种。我国在这方面的研究处于世界领先地位，已获得近 50 种植物的花粉植株，其中小麦、玉米、橡胶、柑桔等 10 多种植物的花粉植株均为我国首先培育成功。同时，近几年我国在培育花粉新品种方面已获得令人瞩目的成果。如北京农科院研究员胡道芬等培育的京花 1 号和京花 3 号小麦，分蘖力强、成穗率高，抗病、高产，已大面积推广应用。中国农科院龚明良等培育的单育 1 号烟草，抗病、高产，是我国最早用于生产的花培品种。中国农科院李梅芳等培育的中花 10 号水稻，具抗稻瘟病、高产、优质等特性，也已大面积推广。最近，北京农林科学院细胞工程实验室又成功地利用冬小麦“京花 1 号”的花粉培育出一批原生质体单倍体植株，填补了世界在该领域研究上的空白，为我国利用遗传操作和细胞融合技术改良小麦品种奠定了更雄厚的基础。我国已获得