

高度重视基因工程技术应用中的环境问题

Environmental Problem in the Application of Genetic Engineering Technology

杨永岗

(国家环境保护局南京环境科学研究所, 博士

南京 210042)

一、基因工程技术概况与应用现状

基因是细胞核染色体上具有一定座位并能为一个功能产物多肽或 RNA(核糖核酸)分子编码的 DNA(脱氧核糖核酸)分子片段。基因储存有遗传信息,生物体的一切生命过程都有基因水平改变的物质基础。因此,近年来许多国家纷纷投入巨资研究生物体的基因组(健康导报,1997 年 12 月 5 日第 2 版)。基因工程是一项应用技术,是用一种在自然状况下或自然过程中不可能的方法,实现生物体转化的分子或细胞生物学(据 OCIA Communicator, Sept. ~Dec., 1997)。发展到今天,基因技术和基因工程已成为现代生物技术的主要内容(Linda Bullard etc., 1994)。

本世纪 70 年代,随着限制性核酸内切酶的发现和重组 DNA 技术的相继成功,基因工程技术取得了重大突破。1976 年,美国加州大学旧金山分校 H. BOYER 教授首次将外源基因——生长抑制素释放因子(SOMATOSTATIN)以质粒为载体转入大肠杆菌并获表达。企业家 SWANSON 闻讯拜访了 HOBER 教授并协议建立了基因公司,于 1977 年第一个开发出治疗肢端肥大隐性胰腺炎的生长抑制素释放因子。按以往常规的生产方法,这种物质需要从动物的下丘脑提取,每获得 1 毫克需 10 万只羊,该技术的成功则使每克价格降至 300 美元。此后,该公司相继推出基因工程新产品:人胰岛素(1978),胸腺素 R-1(1979),干扰素 α 、 β (1980)和 γ (1981)等,基因工程产品的开发极大地刺激了基因技术的发展,使基因技术的应用范围越来越广。

基因技术产品的销售额,以美国为例,1995 年为 100 亿美元,预计到 2000 年可达到 340 亿美元,每年增长 12%。其中医学类产品占到 75%,但从目前的发展来看,基因技术应用的高潮已从医学领域转向了农业、海洋和环境。1983 年美国出现了第一例转基因植物,1986 年首次批准田间试验,到 1994

年底转基因植物已达 116 种,并从 1989 到 1993 年间在全世界进行了 1 025 种大田试验,包括了 38 种粮食作物,涉及 31 个国家(王伟,1996)。

基因工程自问世以来显示出巨大的威力。它广泛地应用于食品、饮料、医药卫生、轻工、化工、农业、能源工业、材料工业、环境保护与治理等领域。从下一个世纪人类面临的能源、食品和环境三大危机来看,基因技术的应用将具有更广阔的前景,主要表现在以下几方面。

1. 基因技术开创了医学研究领域的新纪元

人的生长、发育和衰老均与基因有关,运用基因工程技术可有效地进行疾病的诊断、治疗和预防(健康导报,1997 年 12 月 15 日)。基因技术在制药业中的应用也改变了传统制药的原料、工艺和生产方式,使产值、效益呈指数上升。据 1997 年 12 月 19 日出版的美国《科学》杂志报道,英国苏格兰罗斯林研究所的科学家在世界上首次培育出两头带有人类基因的克隆绵羊“莫利”和“波利”,从它们的奶中廉价地获得大量药物或其他化合物。人们利用细胞工程研制出了抗白血病“生物导弹”,比单纯药物的疗效提高 12 倍。根据分子杂交原理制备的“DNA 探针”,已成功地用于遗传病的产前诊断和流行病(外源基因)调查。基因工程疫苗(如乙肝疫苗)的研制成功,扩大了免疫学的领域。90 年代以来,研究重点转向癌症和艾滋病疫苗,并取得相当进展。

2. 基因技术的应用为新能源的开发提供了有效的途径

人类文明的发展带来的能源消耗与日俱增。根据联合国专家的(1988)报告,按目前的开采速度,世界石油最多只够开采 30 年。一些发达国家纷纷寻求新的能源。美国率先成立了石油植物研究所,估计到 2010 年,美国将用“石油植物”提供机动车燃料的 8%。现在,如何进一步开发生物量已引起科学家的极大兴趣。生物量(BIOMASS)是指把一株植物的全部质量都看作是能量的来源。研究表明,每年所有植物形成的生物质量可折合 1 000 亿吨石

油,相当于世界总能耗的 50 倍。现在运用基因技术培育出一种酵母,可把秸秆、废纸的纤维素降解为葡萄糖,进而转变成酒精,实现了生物物质向能量的转化。

3. 基因工程技术拓宽了食品的供应渠道

基因技术的发展在农牧业中涌现出许多奇迹。利用基因工程和组织培养培育成功的植物达 1 000 多种。超数排卵(使大牲畜一次排卵 10~40 个)和胚胎移植增加了大牲畜的繁育能力。通过基因重组细菌已成功地研制出新一代的动物疫苗和药剂,比如运用干扰素增加动物的免疫力,运用生长激素提高动物生长速度和奶产量。现已开发出基因重组的微生物,将其拌入畜禽的饲料可有助于饲料的消化,也可降低饲料中的硝酸盐水平。这些手段主要用于相对集约的畜产品生产系统。在作物育种方面,用花药培养和染色体工程育种等技术与常规技术结合的方法已培育出许多具有特殊抗性和耐性的优质品种,如菲律宾国际水稻研究所培育的“超级水稻”和“超超级水稻”,为解决人类粮食问题带来了一线光明。

4. 基因技术引发了传统工业的革命

通常,化学反应的进行不仅需要高温、高压,往往和毒性、危险性相联系;而生命过程只在常温下进行,每个活细胞中同时进行的化学反应大约有 2 000 种,每个反应都由专一的酶来催化。于是模拟生命工程的生物反应器在酶工程和发酵中应运而生。近年来,化学工业有 20% 被生物反应器所取代,其设备投资减少 80%,能耗降低 50%。在重工业中,已有 40 个矿山用细菌冶金。美国培育的基因工程“超级菌”几小时便可降解自然菌种 1 年才能降解的水上浮油。

二、基因工程技术应用中的环境问题

1. 对食品安全性的影响

研究表明,常喝经 rBGH 处理的牛产的奶易产生过敏反应和致癌,一些科学家认为这是因为 BT 毒素已转移到食品中。同样,有关的健康组织提醒消费者食用基因工程大豆也会引起过敏反应,事实上这种大豆仅在美国就种植了 100 万英亩。由于没有特殊标记,消费者也无法避开基因工程产品。转基因生物食品会产生过敏反应,这是因为转入蛋白与已知蛋白的氨基酸序列在免疫学上有明显的同源性。英国在 2 万人中作调查,发现食物过敏的人数占到 1.4~1.8%,最敏感的是 2 岁前的婴儿。澳大利亚墨尔本的调查结果是对牛奶过敏的婴儿中有 75% 对其他食物也过敏,与过敏有关的正是人体内的免疫球蛋白。1995 年世界各地有 25 位科学家郑重指出,基因工程的泛滥会对人类的将来造成预

想不到的灾难。

2. 主要是不可预见的风险

基因工程用一种比其他措施更复杂的方法干预生态系统,从而使人类显得很被动。在这一点上,曾有人将基因技术与农药和核裂变进行了比较。他们认为对于农药,人们所关心的是其降解速度有多快,而对于基因工程生物,人们则更关心其繁殖速度有多快。可见较之农药,基因工程危险性更大,更不易控制。

Paul Lycett (1997) 在《生活在地狱的边缘》一文中是这样比较核裂变和基因工程的:“上年纪的人都会记得当年对核裂变的认识是‘无尽的能源’、‘便宜的能源’、‘清洁的能源’。现在还有人这么认为吗? 生物技术之危险事实上更甚于核裂变。人类可直接控制核裂变副产品(放射性废物)的产生,甚至一些所谓的核事故也处于我们的控制之中。拆掉核设施,不再使用核材料就会使核污染的影响逐渐消失。但基因工程不同于核裂变,因为一旦基因被导入生物体内就会自我复制,我们又无法对其加以控制,而且这个基因还会从‘工程’生物自由地转移到亲缘关系相近的种中(比如有机的非基因工程农作物)。一个基因不只控制一种蛋白质的合成,而一些新蛋白的产生可导致食用后人体的过敏。这样发展下去难免会导致我们的食物变得有害于健康。这样一来,一项原拟增加粮食产量的技术最终将破坏人类食品的安全性”。在文章的最后他还提醒消费者要警惕起来:“加拿大和美国政府已经同意将这些产品与非基因工程产品混在一起,在这些国家如果您吃的食品没有得到‘有机颁证’的话,那说明您已经吃了基因工程食品”。

3. 投入农用方面的风险

起初,某些基因工程作物的应用确实降低了农用化学物质的用量,但随着生物适应性的增强,又需开发新型的农药、除草剂、生长激素和疫苗等,其结果只能是现有投入的更替和总体用量的增加,比如随着转基因抗病毒植物的发展就可能会出现更严重的病害。

BT (*Bacillus thuringiensis*, 苏云金杆菌) 是一种微生物制剂,能有效地防治 150 多种害虫。BT 用来防虫已有 30 多年的历史,却很少出现抗性的案例。现在全世界已有 60 多种 BT 制剂工业化商品,年产量达 8 000 吨左右。自从 GIBA (一个瑞士的 TNC) 将 BT 基因导入玉米,使玉米对欧洲玉米螟产生抗性,并将 BT 称为化学农药的替代物以来,自然条件下发生的细菌与寄主之间相互适应的动力学过程就转变成了一个静态的关系。然而昆虫对其抗性的发展比对自然界中 BT 抗性的发展更快,而且一旦对植物体内基因工程的 BT 产生了抗性,那么人工喷洒的 BT 也就对它无能为力了。一些科学家

预测这种抗性在几个生长季节以后就会发展得很明显(据“The Gene Exchange”, July 1995)。这些问题会导致一项有用的有机农业技术被基因工程在不知不觉中瓦解了(Linda Ballard etc., 1994)。

4. 对生态平衡的破坏

由于同一地区只种同一种作物,造成抗性基因专一化,使得抗性基因所不能对付的病虫害肆虐,从而造成农作物减产。此外基因技术生物的推广将替使数以千计的品种被淘汰,导致自然界的一些食物链被切断,破坏了生态平衡。专家认为,经过一二十年后,杂草、虫害和病菌适应了环境,使基因工程作物的抗除草剂和抗病虫害能力丧失,则这些特性有可能传给杂草、昆虫、病菌或某些动物,产生超级杂草、超级害虫、超级细菌和超级病毒,从而给人类及生态环境带来严重危害。

5. 基因多样性方面

基因工程只对其“工程”生物的工业化生产感兴趣,以图规模效益,自然而然地刺激了未来物种向单一化方向发展。基因技术促进农业向工业化生产方向发展的同时,也会引起全球生物种群的变化,结果只能是传统品种减少,基因基础变窄(基因流失)。

6. 对自然物种的影响

随着基因工程技术的发展,动植物及微生物间由基因相互导入产生的物种逐渐增多,生殖隔离距离越来越小,其结果有可能会造成地球自然物种的混乱。这样不加限制的发展只能导致 3D (deadly, dangerous and dirty),即有害的、危险的和肮脏的生物生态后果(Richard Hindmarsh, 1994)。

7. 基因工程技术的专利问题

尽管基因工程技术的应用在许多行业的发展中发挥了重大的作用,但也必须看到专利技术垄断会越来越限制发展中国家将来对基因技术的研究和应用。如最近 Dekalb 遗传合作公司被授予可育的抗除草剂 glyphosate 转基因玉米的美国专利;比利时植物遗传系统(PGS)被美国专利办公室授予在耐除草剂作物上的广泛专利,这项专利将覆盖所有通过遗传操作的含有抗 glufosinate 的蛋白质转基因植物和细胞。这些做法不利于发展中国家生物技术产业的发展及应用,因而发展中国家如何迅速集中力量赶上,同时特别加强保护自己的知识产权已显得尤为重要(吴金虎, 1997)。

8. 地区发展方面的新问题

农业生产在基因工程的支持下进一步向工业化方向发展,与地方发展的矛盾也越来越大。同样由于受专利的影响,一些物种或产品的使用将受到限制,与专利拥有人利益相冲突的任何生物进化工作都要受到阻碍。比如在印度,农民必须花钱买 NEEM 的产品,尽管他们自己也有生产能力。老百姓

无法接近基因资源,一些地方品种的发展将变得更加困难,消费者对自己的食品基本上没有选择的余地,生产者和消费者之间的隔阂也将越来越大。

9. 伦理上的思考

基因工程强调了简化论者的观点,即把生物体看成一个基因集合,为了“设计”一个优化有机体可变换其任何组成部分,把有机体当作机器对待。基因工程从本质上讲是淡化了生物体的完整性。消费者可能无意中就吃了人类自己的基因。素食者在其所吃的食物中常常含有动物基因。当人体基因工程发展到超出现代法律和伦理道德的约束范围时,基因工程给人类带来的灾难将更是无法想象的。

三、有关基因工程技术的一些争论

1. 一些消费者的基因技术观

1997 年第四期的 OCIA 通讯报道了最近美国的一项民意测验结果,它表明绝大多数人要求基因工程食品应有明确的标志,但同时消费者也已经意识到要使其与非基因工程食品分开是一个极为困难的事情,近乎不实际和不可能。

另一项在美国和英国的调查还表明,一旦消费者了解到一点关于基因工程的内容(知识),他们就会对这些食品充斥市场而感到恐慌。

1997 年 5 月 21 日的纽约时报也有类似的评论,在文章的最后指出“种种迹象表明,消费者会赢得胜利,内布加斯加(Nebraska)和缅因(Maine)两州正考虑对其进行立法。‘自然法之母(Mothers for Natural Law)’”,一个替消费者辩护的非赢利组织,已发起了一场让消费者大众觉醒的战役。……评论家们已对一些潜在的环境问题表现出极大的关注,比如不知不觉中杂草产生了对除草剂的抗性,以及害虫产生了对农药的抗性等等”。

OCIA Communicator (1997) 在“生物技术的警告”中谈到:“基因工程应用中存在的问题和危害在几年的有机农业运动中已被认识到。由于该技术对有机食品的生产加工及消费者有巨大影响,因此近几年全球范围内的诉讼案件突然多了起来”。

2. 基因技术支持者的观点

与上述观点正好相反,一些基因工程研究机构认为基因工程(GE)是有利的、安全的、干净的和绿色的,它可提供一种进步的、可严格控制的生产模式,是一种可行的持续农业途径(Richard Hindmarsh, 1994)。有些基因技术支持者为了使其“新型食品”被消费者所接受,主张重新划分食品类别,使其按功能分为四个等级:保健食品(有机食品可归为这一类)、加工食品、专用作添加剂的食品、有助于提高消费者生物功能的食品。

Monsanto 是全球经销转基因作物的主要公

司,仅1997年该公司的抗除草剂作物的种植面积就达14 173 000英亩,BT作物面积达5 390 000英亩(M. Cline and D. Re,1997)。不幸的是1997年4月中旬,由于一起种子事件使该公司陷入尴尬的局面。《OCIA Communicator》第4期以题为“Monsanto:加拿大基因工程的失误”的文章报道了这一事件:“今年4月中旬Monsanto宣布收回其已投放市场的Canola基因工程种子,因为这批种子中带有违禁基因——抗除草剂glyphosate的Canola基因RT-200”。该公司方面负责人Gary Bauman表示要尽力查明原因,但同时他也坦率地讲这是比较困难的,因为现在可供分析的种子样品都是原来种子的后代,他还说“也许我们永远也不会了解到问题的真相”。

美国的环境研究周刊谈到:“从违禁Canola基因在市场上的出现这件小事情上可以看出Monsanto的质量保证计划破产了,生产技术管理体系在加拿大是无效的”。

3. IFOAM(国际有机农业运动联合会)的基因工程技术观:基因工程与有机农业的规律大相径庭。

有机农业旨在使生产系统作为一个整体尽可能地完善,而基因工程的简化论思想却与有机农业不相匹配。IFOAM在有机农业的生产标准中明确提出禁止使用基因工程种子,但至今还没有其他组织明确表态。IFOAM认为(Linda Bullard etc.,1994):(1)基因工程的品种趋于依赖农业的高投入,其产业在生产系统的发展上没有一个长期的观点;(2)基因工程推动下的“工业化”农业与有机农业的目的相冲突,而有机农业的宗旨是扶持农产品产地的加工和贸易;(3)基因工程会带来一个时空上不再受限制的新风险,而有机农业却是在寻求一种使农业生产系统稳定发展的途径;(4)目前正在发展的基因工程,不会减少生产的投入,一方面由于类似抗除草剂作物的发展会导致现有投入的增加,另一方面还会带来一个全新的投入类型;(5)基因工程物种的大规模销售将进一步破坏生物多样性,一些病虫害将会迅速蔓延;(6)基因工程技术专利直接威胁到传统育种工作,并且对有机农业有很大的负作用;(7)基因工程不重视植物的遗传特性,将生物视为纯粹的生产因素,视生物体为机器一样能再组装,这是有机农业所无法接受的;(8)IFOAM在有机食品的生产标准中不允许使用基因工程的种子,但是,这些基因已经在不知不觉中转入了有机生产的种子中,这是违反宪法的,因为它剥夺了人们选择食品的自由;(9)基因技术将整个人类和全球生态系统当作其试验品,任其发展下去,将会改变人类的生活环境,而且永远无法挽回,人类的傲慢和贪心正在使自己走向毁灭。

美国人文研究会家畜和伦理部副主席Michael WY Fox(1994)认为如果对基因工程在有机农业中的适宜性作出评判,首先要真正理解以下有机农业思想:(1)不伤生(佛教语)——有机农业要寻求一种减少对农业生态系统和自然生态系统的损害的生产方式;(2)生物多样性——有机农业要增加家养的和野生动植物的生物多样性;(3)基因资源的世代公平利用——要对后代负责,以保证环境质量和土地生产力的逐渐提高。

由此可见,如前述,将基因重组微生物加入家畜饲料以利于饲料的吸收,若从有机农业的角度讲,是完全不可接受的,不管其效果有多好,经济效益有多高。这种通过基因技术对家畜的生理功能进行重大改变与有机农业的宗旨正好背道而驰。

IFOAM认为,除了需要从其他种中得到基因来调节功能紊乱的生物体外,禁止在没有关系的种或属之间进行基因转移,除非能够绝对地保证不会带来任何灾难,不会引起任何生态和环境的负效应。基因工程与有机农业有很大距离,二者的宗旨不同。基因工程在有机农业系统以外的应用也会对有机农业带来负面影响。到目前为止,没有理由相信基因工程有利于农业的持续发展。事实上,有明显的事实可说明它正走向反面,将使现在存在的问题变得更糟,而不会提供解决问题的任何办法。

当然IFOAM目前还未完全清楚基因工程对环境、农业、经济等等各方面会产生哪些具体的影响。只希望对这些问题能有更多的研讨,以指导其健康发展(Ecology and Farming,Nov. 1994,P21)。

基因技术的环境问题已引起人们越来越多的关注,国际社会在本世纪70年代就开始讨论生物技术的安全性问题,纷纷进行立法、制定规范。目前,许多国家已制定了管理转基因植物大田试验和商业应用的规则。国际上正积极对话,以达成一种协调、平等、合理的规则,便于转基因生物及其产品的国际贸易。根据加拿大的法律,基因工程作物必须满足三个条件:环境方面,需要的作物能够种植;畜禽方面,该作物的产品可以喂养畜禽;人类方面,该作物的产品可供人类食用(Louis Post Dispatch,1997)。与发达国家相比,我国基因技术领域的工作开展较晚,人们对其知之甚少,对其褒贬不一,还有很大的盲目性。这就迫切需要我们完善这方面的制度,健全这一领域的政策法规。基因技术的所有问题归根到底就是一个环境问题,因此尽快在我国进行基因技术应用的环境影响评价显得尤为重要;并且不论是立法还是环境影响评价,都需要公众、消费者与政府部门积极配合,有关的具体作法尚待进一步探讨。

(注:删去参考资料中文6篇、外文9篇,需者请与作者联系)
(责任编辑 王宏章)