

《生物工程讲座》(I)

——生物工程的内容、现状与展望

张 树 庸

(北京实验动物中心)

生物工程这个词来自国外 (Biotechnology) 一词。也有人把它译成生物工艺学或生物技术。

生物工程(生物技术)是当今世界上正在兴起的第三次浪潮,第四次产业革命(我们国家提出的新技术革命)的重要组成部分。因此它的研究成果与进展为世人所瞩目。

一、生物工程的内容

一般认为生物工程包括基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程。也有人把医学工程、仿生学诸如模拟酶也包括在内。现将具体内容分述如下:

(一) 基因工程 基因工程是七十年代初兴起的一门新技术。小到病毒大到高等生物,一切生物的遗传物质都是核酸。通常,遗传物质(核酸)传给后代是通过有性杂交,精卵结合的方法,产生受精卵,这个受精卵不断的分裂、增生、特化形成新的生命体。通过杂交创造生物新种是有一定局限性的。亲缘关系比较近的才可以杂交。亲缘关系较远的不能杂交。例如,牛和猪不能杂交(不是同一个种属)。基因工程可解决这个困难。

基因工程是用人工方法把不同生物遗传物质(核酸分子)分离出来,在体外进行剪切,拼接、重组在一起,然后再把其重组体放回宿主细胞内进行大量复制,并使遗传信息在新宿主细胞或个体中高效表达,最终获得基因产物。这种人工创造新生物并给予生物以新功能的过程称为基因工程。换言之,也可称之为按照人们预想重新设计生命的过程。因为是遗传物质(基

因)的重组,所以又叫重组 DNA 技术。

下面简单介绍一下基因的操作原理。

1. 操作前的准备

(1) 工具酶 1) 限制性内切酶 它能识别 DNA 上特异的、一般都是对称的核苷酸顺序,并在其两个对应的位置上进行切割,所以双链环状 DNA 被切开后的片段具有两个互补的粘性末端。即正好是来源不同的 DNA,经同一种限制性内切酶切割后产生的片段,尽管长短可能差别很大,但其两端的核苷酸顺序都是严格互补的。把它们混在一起,任何两个片段的粘性末端由于彼此有吸引力都能连接起来。

2) DNA 连接酶 这种酶能修复 DNA 裂口,并能在一定条件下连接 DNA 链的释放端。在基因的体外重组过程中连接酶用于修复双链 DNA 分子上的缺口或裂口。

3) 末端脱氧核糖核酸转移酶 另一种连接 DNA 的方法是利用末端转移酶。这种连接法完全靠 $dA:::dT$ 配对以后再用连接酶把它们连接起来。

4) 反转录酶 经研究发现有一种劳斯 RNA 病毒进入寄主细胞时,产生一种酶,它以 RNA 作模板合成 DNA,再用 DNA 作模板合成劳斯病毒的 RNA,由 RNA 再合成出劳斯病毒的蛋白质。

从哺乳动物细胞里提取人们所要的基因是很难的。但若从哺乳动物细胞里提取信使核糖核酸(mRNA)后利用反转录酶再合成 DNA,就可得到人们所需要的基因。

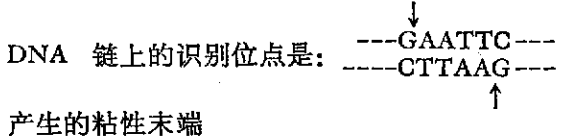
(2) 运载体: 基因从体内分离或人工合成后,通过限制性内切酶便剪成具有粘性末端的

片段,这需再经一定的运载体带入宿主,使之遗传特性在宿主里表现出来。目前使用的运载体多为细菌的质粒或感染细菌的噬菌体。它们可自由出入某些细菌细胞。并在细菌体内进行复制,借细菌细胞将所保存的遗传密码转录并翻译。由于这些特性,遗传学家用它们作基因工程的运载体。另外高等生物的某些病毒也可以充当运载体。例如,感染猴的病毒 SV 40 能把外源基因转入哺乳动物细胞。

(3) DNA 重组体 (即 DNA 片段与载体 DNA 分子的连接) 要组成重组体首先要获得目的基因(产生 DNA 片段)。一般来说产生 DNA 片段的方法有四种: 1) 用限制性内切酶来消化 DNA; 2) 用机械剪切; 3) 从信使 RNA (mRNA) 合成互补 DNA(cDNA); 4) 化学合成。

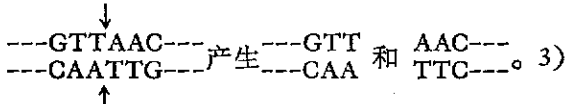
目的基因和载体相连接时也有四种方法

1) 用限制内切酶作用在 DNA 链上,能产生两个具有互补性的粘性末端。限制性内切酶有很多种。例如,来自大肠杆菌的有 EcoR 1 作用在



是 $\begin{array}{c} \text{---G} \\ \text{---CTTAA} \end{array}$ 和 $\begin{array}{c} \text{AATTC---} \\ \text{G---} \end{array}$ DNA 片段。

将要进行基因操作的 DNA 和载体 DNA 用同一种限制性内切酶处理后,再经 DNA 连接酶连接,就组成了一个重组体。2) 平整末端的连接,有些限制性内切酶作用在 DNA 链上,产生不含粘性末端的平整末端。例如,来自副流感嗜血杆菌的限制酶 Hpa 1 作用在 DNA 链上。



同聚末端连接(见末端转移酶)。4)人工接头分子连接,在两个平整末端 DNA 片段的一端接上用人工合成的短核苷酸接头片段,里面含有某一限制性内切酶的识别位点,经这一处理便可得到具有粘性末端的两个 DNA 片段,即可用 DNA 连接酶组成重组体。

(4) 选择受体 也就是将重组体导入宿主细胞。现在基因操作使用的受体通常是大肠杆菌。此外还有枯草杆菌、酵母和动植物细胞。将含人们所需要的基因载体导入宿主细胞,有下列四种方法: 1) 转化 用质粒作载体所用的方法; 2) 转染 用噬菌体作载体时所用的方法; 3) 转导 所使用的噬菌体 DNA 包上了它的外壳,是在离体情况下包上的所以叫体外包装; 4) 注射 把所需的基因用注射法注入动植物细胞。

2. 操作 其操作过程分为三步(见图 1)。

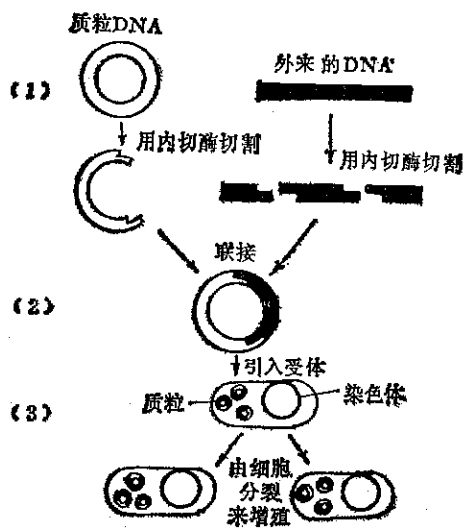


图 1 基因工程的操作过程

(1) 从给体细胞中分离目的基因,同时制备运载体。(2) 组成重组体。(3) 将重组体转化到受体细胞中。目的基因在宿主细胞里增殖。

接受了外源 DNA 的宿主细胞其中只有一小部分是含有所需要的基因,因此要进行选择,一般用三种方法: 1) 遗传学方法, 2) 免疫学方法, 3) 分子杂交法。

上面举的基因操作法只是最简单的一般方法。综上所述可以看出基因操作有很多种方法。要选择哪条路线,主要取决于基因的来源,基因本身的性质和操作的目的。可将各种基因操作概括如下(见图 2)。

(二) 细胞工程 关于细胞工程的定义和

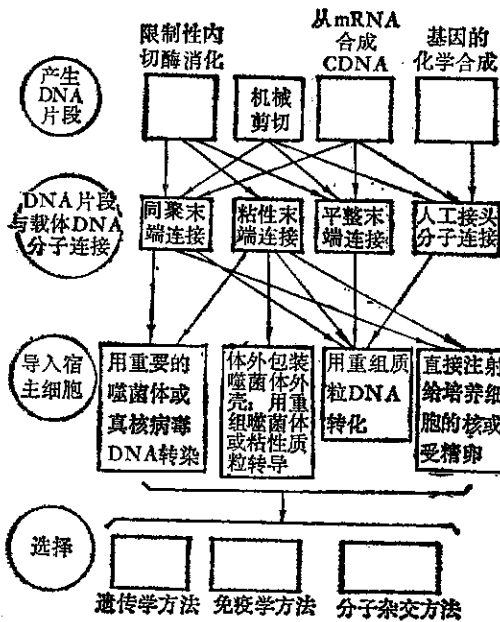


图2 各种基因操作概略图

范围现在还没有一个统一的看法。不过一般认为,以细胞为基本单位在离体条件下进行培养、繁殖或人为地使细胞某些生物学特性按照人们的意愿发生改变,从而来改良生物品种和创造新品种,或加速繁育动植物个体或获得有用物质的过程。所以细胞工程包括细胞融合技术(也称体细胞杂交);动植物细胞和组织培养技术;细胞器移植技术;染色体工程技术。

不过当前重点发展的细胞工程是细胞融合和动植物细胞大量培养技术。

在动物细胞融合方面,发展最快的是单克隆抗体技术。

这种新技术是1975年英国学者米尔斯坦(Milstein)发明的。人的淋巴细胞中有T细胞和B细胞两种,而B细胞是专管产生抗体的。但是淋巴细胞没有繁殖能力,而癌细胞的繁殖能力极强。于是米尔斯坦利用这一特点把B淋巴细胞和骨髓瘤细胞进行融合形成一个杂交瘤细胞。把这种杂交瘤细胞取出进行培养或注入动物腹腔内繁殖,这样所分泌的同种抗体就叫单克隆抗体。

目前单克隆抗体不仅用于疾病的诊断和治疗,同时还可用于疾病的预防以及发酵工业的

分离提纯工作和生物医学研究等方面。

动物细胞可用大量培养技术产生有用物质。早在60年代末就已用这种方法制造疫苗,近年用人的细胞生产干扰素、尿激酶等贵重物品。不过当前对动物细胞大量培养所用的培养基需添加5—10%的小牛血清,这不但来源困难而且价格昂贵。因此当前努力研究出一种不用小牛血清培养基是十分重要的。

(三) 酶工程 酶是生物(如微生物、动植物细胞)体内进行新陈代谢、物质合成、降解、转化所不可缺少的生物催化剂。酶在生物体内的催化特点只需要常温常压而且在催化反应时特异性很高,某种酶专门催化某一反应。

所谓酶工程是利用酶或细胞或细胞器所具有的某些特异催化功能,借助生物反应器和工艺过程来生产人类所需要的产品的一种技术。包括固定化酶和固定化细胞技术和设计酶反应器等。

固定化技术是将酶或细胞吸附在固体载体上或用包埋剂包埋起来,使酶不易失活,可以多次使用,从而提高了催化效率和酶的利用率。而固定化细胞又是固定化酶技术的一个发展,可以不必把酶从细胞中提取出来。现在又发展到固定化增殖细胞,就是固定化了的细胞可以增殖,这样使催化效率更高。

在固定化技术的基础上最近几年又发展起了生物传感器。生物传感器是一种测试分析工具。它的特点是灵敏、快速、准确。它主要用在化学分析、临床诊断、环境监测、发酵过程控制等方面。生物传感器的类型有酶传感器、细胞传感器、微生物传感器和免疫传感器等四种。在发酵工业中已能用传感器来测定温度、pH值、氧液流量、液位、罐压等指标。

另外在酶工程的开发中,迅速发展的还有生物反应器的设计。目前设计的生物反应器有活细胞反应器、游离酶反应器、固定化酶和固定化细胞反应器、细胞培养装置、生物污水处理装置等。固定化酶反应器的形式目前多到几十种。

(四) 发酵工程 是指给微生物提供最适宜的生长条件,利用微生物的某种特定功能,通

过现代化工程技术手段生产出人类需要的产品。所以有人把发酵工程也叫做微生物工程。

微生物本身能生产的产品有蛋白质(通常是单细胞蛋白和酶);初级代谢产物(如氨基酸、核苷酸、有机酸等);次级代谢产物(如抗生素、维生素、生物碱、细菌毒素等);同时利用微生物还能浸提矿物;利用微生物对某些化学物质进行改造;利用微生物对有毒物质进行分解从而达到环境保护的目的。

现在,发酵工程不仅用微生物,而且也可以用动植物细胞发酵生产有用物质。

基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程不是孤立存在的,而且彼此之间相互渗透、互相结合。例如用基因重组技术和细胞融合技术可以创造出许多具有特殊功能和多功能的“工程菌”和超级菌,再通过微生物发酵来产生新的有用物质。酶工程和发酵工程相结合可以改革发酵工艺,这样不但能提高产量同时也能增加经济效益(见图3)。

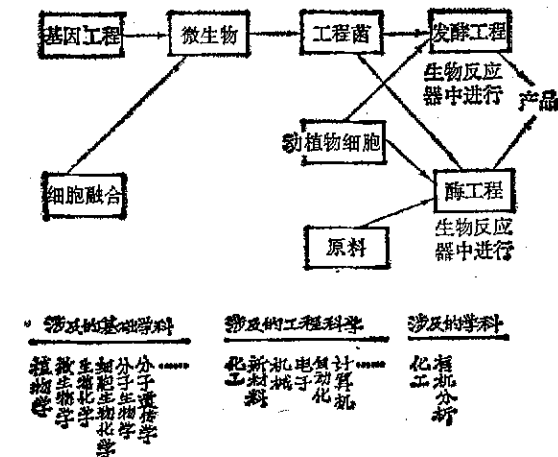


图3 基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程之间的关系

二、生物工程的现状与展望

(一) 生物工程的应用研究现状与未来

1. 医药和医学 在医药工业方面的生物工程研究进行得最早、进展也最快。基因工程的第一个实验始于1973年。美国斯坦福大学以科恩为首的研究组把大肠杆菌体内的两个不同的质粒(一个是抗四环素的质粒、一个是抗链霉

素的质粒)拼接在一起,重新组合成一个杂合质粒,再将其引入大肠杆菌体内,结果发现它在大肠杆菌体内能够复制并能表达双亲质粒的遗传信息,这是基因工程的开始。到1977年11月,美国加州国立医学中心的板仓等四人与加州大学合作,第一次用大肠杆菌产生人脑激素——生长激素释放抑制素。他们先用化学方法合成这种激素基因,再把它移植到大肠杆菌中,获得了基因的表达,首次产生了有活性的激素。这个成就引起了世界范围的震动。美国科学院院长汉德勒为此而欢呼说:“这是科学上头等重大的胜利,是第一流的成绩。”因为这一实验的成功,人们可以进一步阐明高等生物基因表达的理论基础。其巨大的经济价值也是十分诱人的。用常规的方法,需要十万只羊的丘脑下部才能得到1毫克的激素,而用大肠杆菌生产的生长激素释放抑制素,价格可降低到每克300美元,两者是无法相比的。而且用牛、羊、猪的脑提取的天然激素,因含有异体蛋白,注射到人身上还会产生过敏反应。用化学合成的基因比较纯,没有副作用。这种激素能抑制生长激素、胰岛素和胰高血糖素的分泌,可用来治疗肢端肥大症和急性胰腺炎等疾病。这种利用生物工程技术生产的激素于1983年已投放市场了。

另外通过杂交瘤技术产生的单克隆抗体是在1975年研究成功的。事后三年,这种抗体就得到了广泛的应用。现在还很难完全估计它的应用价值。

继之在1978年用化学合成的人胰岛素基因在大肠杆菌中表达获得成功,1984年产品已投放市场,1979年人生长激素基因在大肠杆菌中的表达获得成功,1980年干扰素基因在大肠杆菌中表达也获得成功。干扰素具有抗病毒、抗肿瘤和调节免疫功能的作用。用基因工程的方法大量获得珍贵的干扰素,才有可能进行大规模的临床试验。同年美国Abbott公司用基因工程法使大肠菌产生出人体尿激酶。1981年用基因工程法在细菌内获得了乙型肝炎病毒表面抗原和核心抗原。总之目前对人生长激

素、干扰素、乙型肝炎疫苗、尿激酶、多肽激素等十多种药物都已作为基因工程产品进入试产或临床试验阶段。到了1983年人的免疫球蛋白基因已用重组DNA技术克隆成功。同年还克隆出牙蛋白，并将人牙齿珐琅蛋白的基因重组入酵母菌中。白细胞介素2用重组DNA的方法也是这一年获得成功的。白细胞介素2是一种淋巴因子。它是在人体免疫系统中起调节和控制的一类蛋白。白细胞介素2不仅能治疗免疫功能障碍或免疫反应失调的疾病，同时还能对付由病毒引起的疾病。就在这一年还将乙型肝炎病毒的表面抗原的基因重组入酵母菌并制成疫苗。并用制成的疫苗接种于二只黑猩猩，该疫苗成功地保护了黑猩猩免受肝炎病毒的感染。

此外目前用工程菌还能生产胸腺素 α_1 （可用来治疗癌症）、和组织纤维蛋白溶酶原活化剂（可用来治疗心脏病）、抗血友病因子VIII（可治疗血友病）、促红细胞生长激素（可治疗由肾病或风湿性炎症引起的贫血）、抗胰酶的蛋白酶抑制剂（可治疗慢性肺气肿）、疟疾疫苗、流感疫苗、小儿麻痹疫苗、多种抗生素也已在实验室进行开发研究，或有的已进行临床试验阶段，不久将会投放市场。另外用DNA重组技术产生多价疫苗的研究也正在进行。有人将疱疹病毒、流感病毒或乙型肝炎病毒的任何一种DNA插入到天花病毒的DNA中，使天花疫苗既能预防天花，又能预防疱疹等病毒的侵染。这种研究目前也正处在动物试验阶段，若能成功，那么注射一次就可预防多种疾病。

如前所述，单克隆抗体技术已广泛应用于临床诊断。例如：用甲胎蛋白可以诊断癌症。用人体绒毛膜促性腺激素和白细胞T-200可以诊断人体恶性淋巴瘤。在传染病的诊断上使用单克隆抗体不但诊断准确，还可以大大缩短诊断时间。例如：按照常规的方法诊断淋球菌和疱疹病毒等感染，化验需要3—6天，而采用特异的单克隆抗体只需15—20分钟。又如过去脑膜炎的诊断需要抽病人脊髓、培养病菌进行检查要好几天。现在可将病原菌的单克隆抗体制

备好把它包在乳胶球外，测定样品时，只要10分钟就可诊断出。此外还研制了用人绒毛膜促性腺激素、肾素和促甲状腺素等来诊断妊娠。用Rh因子来诊断习惯性流产。单抗还可以用来测定病患者因器官移植而产生的免疫机能受抑制的情况。目前各国已研制成数百种单克隆抗体，其中商品化的有数十种。美国和日本都在市场上出售了使用单克隆抗体的诊断的专用药盒。

当前用固定化酶或固定化细胞生产6-APA和7-ADCA进而生产氨基青霉素、头孢霉素1、头孢霉素N等都已获得成功并已进入工业化生产。其它约有几十种 β -内酰胺抗生素的半合成产物已在实验室获得成功。用酶工程方法将酶修饰或固定化方法将酶进行包埋，可消除酶类药物的抗原性和提高稳定性。现已大量研究用于治疗缺酶病和癌症以及制造人工脏器等。

当今世界上约有2500种遗传病，防治遗传病是医学上最棘手的问题之一。采用基因指纹图谱法可以准确地辨认出正常基因和有缺陷的基因，由此进行宫内诊断，确诊后提前坠胎，即可杜绝遗传病人的问世。若有人拒绝终止妊娠或误诊或因种种原因未能按时就诊。生下了患有单基因缺陷的儿童就要采用基因疗法。用健康基因代替遗传病人的缺陷基因，有可能治愈遗传病。

癌症是人类的大敌，查明癌症的病因必须依靠生物工程。就是对癌症的诊断和治疗也要求助于生物工程。目前美国、日本正在加紧研究准备用DNA探针来诊断癌。方法简单、方便、准确，能很快得出明确结果。此外，目前通过基因工程的方法已分离到几种致癌病毒的致癌基因，经研究认为这些基因在正常情况下处于“沉默”状态，当其受到外界物理和化学因素刺激时便可激活，产生过量的异常蛋白，这种蛋白能使正常细胞癌变。研究的目的是设法中断致癌基因的发展，使它不产生异性蛋白或破坏异性蛋白的活性。

目前还正在研究的是利用单抗与抗原相结合的高度特异性。将治疗药物接在单克隆抗体

上,单抗能定向将药物导运至癌细胞,便可特异地杀死癌细胞,又没副作用。

不过从目前来看无论在医学的诊断和治疗上最有发展前景的还是使用“DNA 探针”技术。DNA 探针不仅能诊断癌症,同时也能寻找病毒来诊断病毒性疾病;用探针来诊断遗传病;探测遗传损伤等疾病。不过研究 DNA 探针的最终目的还是用来治疗癌症等疾病。

我国利用基因工程的方法将乙型肝炎病毒表面抗原基因,在大肠杆菌和酵母中表达获得成功。最近又建成了乙型肝炎重组牛痘病毒。这项科研成果使我国赶上了国际先进水平,为探索预防乙型肝炎开辟了一条新路;另外我国把人工合成脑啡肽基因转移到大肠杆菌中也表达成功;人的 α 干扰素通过基因工程的方法也获表达,产率已基本达到国际先进水平,并进入临床试验;1984年我国还构建了一套多功能的质粒,在大肠杆菌中高效表达胰岛素获得成功,其表达率高达30—40%,已超过了国际水平;在细胞工程方面经过2—3年的研究,全国已建立了十几个杂交瘤株。这是我国生物工程研究领域近年来所取得的重要成果。

2. 农业 生物工程在农业方面的应用已有不少成功的例子。用细胞和组织培养技术选育优良品种进行快速繁殖已取得了显著的成绩。例如:荔枝常规培养需要七年,而试管苗只需要一年。利用花药培养所生成的植株,再结合人工诱导更能大大缩短常规育种时间。大麦新品种的选育用常规法需要十五年而用花药培养法只要五年。

在基因工程方面,美国利用重组 DNA 技术生产的猪、牛幼畜腹泻疫苗已投放市场。用基因工程法生产的猪、牛生长激素也已投入生产。

展望未来,生物工程在农业上的应用更加广阔。为了节省化肥的生产各国都在努力研究通过基因工程的方法来进行生物固氮。通过此方法还能培养出抗寒、抗旱、抗盐碱、抗病的新品种。

生物工程在动物育种上的潜力更大。1983年,美国学者把大鼠的生长激素基因与小鼠的

MT 启动基因组成重组体,把这个重组体注射到小鼠的受精卵里,再把受精卵移植到借腹怀胎的雌鼠体内,生下来的小鼠的生长速度要比普通小鼠的平均生长速度快50%,而且这种特性可以遗传给下一代。这将为培养超级牛、羊、猪、兔开辟道路。

又如良种母牛一般一生只能产10头左右的小牛。若用良种公牛冷藏精液使母牛卵在体内受精,当胚胎细胞发育到八个细胞前,用显微手术将胚胎细胞分开,再将胚胎细胞移植到其他母牛体内,可得到50头以上的小牛。用类似的方法也可繁殖其他牲畜。

可以看出生物工程在农业上将给人们带来巨大的变革,越来越为人们所重视。

3. 工业

(1) 能源、化工、轻工 当今能源紧张、环境污染严重,解决这一问题的根本途径也得求助于生物工程。

地球上的化石燃料终将枯竭,代之而起的是生物能源。现在通过微生物发酵法已用甘蔗、木薯粉、玉米渣等生产酒精。还可通过基因工程创造出多功能的超级工程菌,使之分解纤维素和木质素,以便利用稻草、木屑、植物秸秆、食物的下脚料等生产酒精。这些酒精有“绿色石油”的美称。通过厌氧微生物发酵以及固定化技术将农村和工业废弃物变成沼气和氢气(又叫生物氧),也是一种取之不尽、用之不竭的能源。在石油开采上也离不开生物工程。目前石油开采一次采油仅能采出储藏量的30%。二次采油需要加压注水也只能再获取储藏量的20%。深层的原油由于吸附在岩石空隙间难以开采,这就需要加入“工程菌”使之分解原油中的蜡,结果能降低原油的粘度,增加其流量进而继续获取石油。称为三次采油。1981年美国用“工程菌”进行三次采油,产量达2,000万桶,价值六亿美元。可以看出生物工程在能源的开发上有巨大的潜力。

传统的化学工业过程几乎都是在高温高压下进行,这是一个典型的耗能过程。若采用发酵工程的方法不仅能节约能源还能避免环境污

染。例如,用基因工程改良的菌种,再通过发酵工程生产醋酸、丙烯酸等重要化工原料。目前英国帝国化学公司利用基因转移法,使产碱杆菌生产聚羟丁酸,这预示着用生物工程法生产合成纤维大有希望。用固定化酶把烯烃变成环氧烃类,如环氧乙烷、环氧丙烷等都是石油化工的重要原料。用这种方法生产的投资额仅为化学合成法的一半。

在轻工业方面科学家正在努力使蚕的丝心蛋白基因在大肠杆菌中获得表达,以便能从发酵罐中提取蚕丝。另外还期望能创造出生产植物甜味剂、食油以及天然香料的新菌种。

(2) 食品工业 氨基酸是人们生活中不可少的调味剂,同时也是重要的药物。还是饲料的添加剂。在氨基酸生产工艺上,目前多采用固定化细胞或固定化酶的方法。已知氨基酸有20多种,现在国外已利用固定化酶和发酵法生产其中的18种。年产量可达到30万吨。而且正在积极利用基因工程的方法研制高产菌株,使之提高产量。例如最近几年国外已利用基因工程和细胞融合技术改造了产生苏氨酸和色氨酸的生产菌。目前经改造的工程菌已正式投产,产量大大超过了一般菌的生产能力。

蛋白质是人类的重要食品,但在世界各国普遍短缺。科学家们多年来都在探索开发蛋白质的新途径,用生物工程法生产单细胞蛋白是一个重要方向。即把含蛋白质的细菌、放线菌、真菌或藻类进行大规模培养,从中提炼蛋白质。这方面,苏联占首位,年产量可达1200万吨。最近英国帝国化学工业公司用基因工程的方法改造菌种得到了氨同化能力高的新菌株,已投入生产,年产量可达到7万吨。我国也正在广东筹建用生物工程的方法生产单细胞蛋白的基地,准备用糖蜜大规模生产单细胞蛋白。

在食品工业上,还利用了糖化酶、异构酶和淀粉酶生产高果糖浆,目前已投入工业化生产。美国以玉米淀粉生产的高果糖浆已近500万吨。我国近几年粮食连年丰产,粮食转化的问题已提到日程。例如,有些单位正积极开展用玉米等生产高果糖浆的产品。

(3) 采矿 矿藏经过多年开采,富矿不断耗尽,所剩贫矿、尾矿十分难以开采。利用细菌浸提矿藏还能继续进行开采。已被各国广泛重视。例如,加拿大用细菌浸提出的铀已达230万吨。美国用细菌浸矿所得的铜占本国铜产量的10%以上。

4. 在环境保护方面 传统的旧工业多年来污染着环境,严重的威胁着人类的健康。保护环境是至关重要的大事。目前已发现许多微生物能除去三废中的有毒物质。例如:溶胶假单胞杆菌有清除氰化物的功能;甲烷氧化菌可用于消除煤碳中的甲烷,防止瓦斯爆炸;红色酵母和蛇皮癣菌能分解聚联苯。通过基因重组技术可以创造出具有多种不同分解功能质粒的细菌。美国学者获得了具有四种质粒的能降解多种烃类的新菌株。这一杂种菌能把石油中的2/3的烃类分解掉,比其它微生物的消化速度都快。这一工作正在研究探索中。另外国外用固定化生物反应器来连续处理工业废水和含毒废液。这一工作已进入试验性生产。目前美国基奈克斯公司正在研制用来处理下水道污泥和造纸厂废物的酶制剂。一种能降解下水道中油脂污垢的脂肪酶已进入中试阶段。

综上所述,可用图4来表明生物工程在各个领域中的应用:

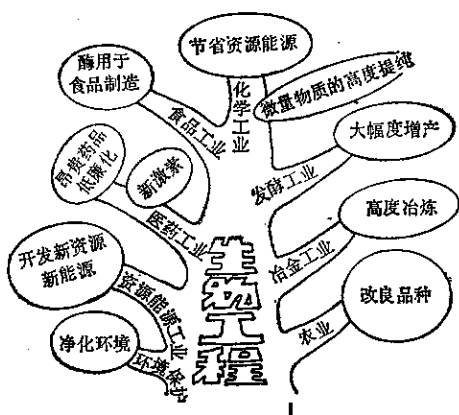


图4 生物工程在各个领域的应用

(二) 世界各国有关生物工程业的动态

现在西欧、美国、日本等都已出现了强大的生物工业。据不完全统计,全世界有近400

个生物工程公司,美国领先,日本次之。

美国从1976年开始有了世界上第一家“基因技术”公司。现在除四大公司以外,还相继建立了150多个小公司。一些老牌的大公司,如杜邦公司、蒙桑托公司等也纷纷加入生物工程业。许多大学和研究单位也都在生物工程研究上下功夫。

英国继第一家遗传工程公司——细胞技术公司之后,又成立了剑桥生命科学公司。英国剑桥医学研究委员会分子生物学实验室正在进行杂交瘤的研究,塞尔斯公司建立了世界上第一家重组脱氧核糖核酸工厂。

日本从1979年下半年掀起了一股“基因工程热”,采取一系列措施放宽实验法则,制定规划,完善体制,改进设备,培养人才。从1981年起,日本的基因工程研究开始走上正轨。日本工业技术院和许多大学都着手向生物工程领域进军。由日本三菱化学工业公司、住友化学公司等五家成立了生物工程研究小组。日本筑波科学城也设立了基因工程研究中心。当今日本的发酵工程可以说在世界上处于领先地位。

此外,西德、法国、苏联、荷兰、加拿大等国都很重视生物工程的研究。苏联决定今后五年内生物工程的发展速度要比其他工业快五倍。印度、巴基斯坦、泰国等第三世界国家也都积极开展生物工程研究。

我国也十分重视生物工程的研究。1978

年就把遗传工程列为国家八大重点项目之一。1984年我国又把生物工程列为新技术革命的重要组成部分。同年国家科委成立了生物工程开发中心。相继有关高等学校设立了有关的系和专业。例如,上海复旦大学成立了生物工程系,清华大学成立了生物科学与技术系,山东大学成立了微生物工程系等等。

各国之所以投入巨额资金来支持生物工程的研究和开发。主要因为生物工程不消耗地球上的有限资源,它建立在生物资源可再生的基础上,能解决传统技术难以解决的问题。投资少收益大,所以有人说生物工程是今天的科学,明天的技术。要取得巨大的经济效益和社会效益还待光辉灿烂的明天。

参 考 文 献

- [1] 吴志纯 1984 前程似锦的生物工程 百科知识 (6): 57—59
- [2] 张树庸 1979 遗传工程研究进展及应用前景 百科知识 (1): 72—96
- [3] ——1984 基因工程研究的十年 科学实验 (9): 2—11
- [4] ——1984 蓬勃发展的生物工农业 世界图书 (6): 23—28
- [5] 莽克强等 1983 从国际生物工程讨论会看生物工程进展 遗传工程 (3): 1—20
- [6] 莽克强 1984 生物技术 科学出版社
- [7] R. W. Old et al. 1980. Principles of Gene Manipulation. Oxford Blackwell.
- [8] B. Williamson 1982. Gene therapy. Nature 298, (5873) 416—418.
- [9] 1983, Biotechnology Edited by Philip H. Abelson Science. 219(4585).