

国家重点图书

北京科普创作出版专项资金 资助

北京科技记者编辑协会 策划

百年科技丛书

林菲 杨天桥 主编

绿色奏鸣曲

农业科技



北京理工大学出版社

百年科技丛书

绿色奏鸣曲

——**农业科技**

林 菲 杨天桥 主 编

郭永立 刘 宁 副主编

北京理工大学出版社

·北 京·

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

绿色奏鸣曲:农业科技/林菲,杨天桥主编. —北京:北京理工大学出版社,2002.1

(百年科技丛书)

ISBN 7-81045-875-2

I. 绿… II. ①林… ②杨… III. 农业史—世界—现代

IV. S-091

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 086980 号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68459850(传真) 68912824(发行部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

电子邮箱/chiefedit@bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/河北省涿州市星河印刷厂

开 本/850 毫米×1168 毫米 1/32

印 张/10

字 数/244 千字

版 次/2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷 版式设计/刘恢银

印 数/1~5000 册 责任校对/郑兴玉

定 价/14.00 元 责任印制/刘京凤

图书出现印装质量问题,本社负责调换

丛书编委会:

孟东明 陈祖甲
黄天祥 张江民
张式贤

本书作者(按姓氏笔画为序):

万方浩	王一鸣	石元春
刘 宁	刘玉升	刘录祥
刘 伟	林 菲	邢晓光
杨天桥	佟屏亚	余宏军
郑殿升	孟宪松	赵维夷
胡 鸿	侯曜禹	郭永立
郭建英	谢承桂	谢丙炎
舒 薇	程延年	蒋卫杰

《百年科技丛书》

神剑搏苍穹——航天科技

蓝天铸春秋——航空科技

微粒爆惊雷——核能科技

绿色奏鸣曲——农业科技

基因探奥秘——生物科技

飞轮载世界——汽车科技

序

路甬祥

在人类历史中特别是自工业革命以来,科学技术已成为认识世界和改造世界的巨大力量,已成为工农业生产的重要推动力。进入20世纪以后,科学技术愈益显示出其“第一生产力”的功能,科技创新已成为人类文明进步的强大动力和基石。

20世纪自然科学发展中有代表性的或里程碑式的工作有:

量子理论和相对论的创立与发展,堪称20世纪最伟大的科学革命。

DNA双螺旋结构模型的建立,宣告人类在揭示生命遗传的奥秘方面迈出了具有里程碑意义的一步。

信息理论的发展为通信技术、跨国经营、全球金融乃至现代经济和社会学研究等准备了理论基础。

大陆漂移学说和地球板块构造理论是20世纪地球科学中最伟大的成就。

新的宇宙演化观念的建立堪称20世纪宇宙科学的里程碑。

.....

综观上述科学进程,我们不难发现,科学的重大突破往往基于传统理论与新发现的现象和实验结果以及新理论之间基本矛盾的解决;或源于对传统理论的思想解放和充满自信。同时,观测和实验手段的革新、发明往往为新的科学发现和理论创新提供新的实验依据。

20世纪也是技术革命的世纪,在百年历史进程中,我们可以列举出无数改变了人类命运和生活方式的技术飞跃:

伴随着世界工业化的进程,新的能源技术发展迅速,能源结构发生重大调整。由于汽油机(1883年)和柴油机(1892年)的发明,交通运输得以迅速发展,因此促进了石油需求飞速增长,从而导致了新油田的大规模开发。至1974年石油已在世界能源结构比例中占据54%,并成为最重要的合成化工原料。

1942年12月,芝加哥建成世界上第一座可控的链式核裂变反应装置,宣告了人类利用核能时代的开始。如今,核技术在能源、农业、医学、工业、环保等方面的应用获得了迅速发展。

自20世纪上半叶开始的人工合成高分子材料的出现,以及各种类型复合材料的问世,改变了19世纪以来人类对以木材、皮革、混凝土为代表的结构材料的依赖,为人类生产和生活提供了丰富多彩的物质材料基础。

自从1946年2月第一台计算机投入运行和后来以硅材料为代表的微电子、光电子功能材料的发明和应用以来,人类一步步迈进了信息时代的大门。如今以互联网为代表的信息化浪潮已经极大地改变了我们的生活。

在1903年美国莱特兄弟制造的人类历史上第一架带发动机的载人飞机在美国北卡罗来纳升空后的近百年中,人类发明了喷气发动机,制造了多用途的飞机、火箭和载人宇宙飞船,并在1969年成功地登上了月球。

维生素的发现、胰岛素的分离与人工合成以及青霉素功能的发现等一系列医学、生物和基因技术的发展,使人类的平均寿命在20世纪内得到了大幅度的提高,并形成了颇具规模的生物高技术产业。

.....

上述技术飞跃的一个显著的特点是:现代高技术的发展往往源于基础研究的重大突破,但也离不开社会需求和市场的巨大推动。如原子弹与氢弹的研制成功,既来源于20世纪以来核物理基础研究的创新成就,同时也是反法西斯战争强力推动的结果;电子计算

机的发明与迅速推广离不开数学、物理等基础研究成果,但军事和民用市场需求的推动也不可忽视。

因此,20世纪一些重大科技突破导致规模产业化过程大大缩短。晶体管和激光从发明到产业化都只用了2年,从原子弹爆炸到第一座核电站的建成也只不过9年时间。

但是科技的发展并非如此快捷和顺利。20世纪人类在科技领域的不少误区使不少人仍然在困惑和迷茫中逡巡。20世纪之初就误入歧途的“永动机”,如今仍让不少科技工作者殚精竭虑。“水变油”、“信息茶”等伪科学仍然占有一定市场,不能不引起人类的警惕。

另一方面,科技也是一把双刃剑,它既可以造福人类,也可以危害人类;它可以使人类文明获得巨大的进步,也可以被用来制造毁灭性武器、破坏生态环境和导致资源枯竭。

要解决这些矛盾,不仅需要科学精神与人文精神的融合,更需要自然科学、工程科学与社会科学的结合。只有这样,人类才能与大自然和谐共处,妥善把握人类社会自身发展的未来。

如今,当人类踏着21世纪的台阶,步入千年的交点时,深情地回眸便成了极具重要意义的事情。为此,这套《百年科技丛书》深入浅出地讲解了20世纪人类科技领域的经验和教训,也为人类描绘未来多姿多彩的生活提供了思维脉络,是一套难得的科普读物。

(本文作者为中国科学院院士、中国工程院院士、中国科学院院长)

目 录

■《百年科技丛书》

■国家重点图书

■北京科普创作出版
专项资金 资助

■北京科技记者编辑
协会策划

卷首篇 (1)

第一个春天

翻开“天书”	(18)
从庄稼“食谱”到李比希的化肥 ...	(27)
庄稼的“保护神”	(35)
揭开“万物之母”的面纱	(42)
无垠田野上的钢铁足迹	(48)

别了！靠天吃饭

现代西门豹	(57)
“呼风唤雨”不是梦	(64)
生命之水随人愿	(70)
给土壤把把“脉”	(79)
“长缨”在手缚“苍龙”	(85)
我是你的克星	(94)
巧夺天水任我用	(103)

震撼世界的种子革命

一场“绿色革命”	(110)
绿色“侏儒”游四海	(119)
袁隆平——一个伟大的名字 ...	(125)
玉米家族“新宠儿”	(134)
原子能世界的“幸运儿”	(141)

再造一个地球

把天拉长 把地拓宽	(148)
静悄悄的“白色革命”	(156)
到天上种庄稼	(163)

稻作革命的“双胞胎”	(171)
“南岭荔枝”不愁鲜	(177)

绿色的延伸

让优秀爸爸“生儿育女”	(186)
从征服马传贫到防治艾滋病	(193)
斩断伸向畜禽业的“魔爪”	(199)
“营养配餐”好处多	(204)
揭开鱼类繁衍新篇章	(210)
走向海洋牧场	(220)
耕海牧渔不是神话	(227)

生命的“裂变”

“借腹怀胎”创奇迹	(235)
活的“制药厂”	(242)
为了生命的延续	(249)
克隆风暴	(258)

走向现代化

温室效应逼近地球	(265)
创造人与自然的和谐	(273)
作物增产的“秘密武器”	(279)
人与“生物圈2号”	(285)
微生物与白色农业	(294)
信息春风扑面来	(299)

卷首篇

农业的新技术革命

石元春

人们关心的农业问题,主要有三个:一是粮食问题,即能不能解决我国人口增长的粮食供应问题;二是技术问题,即农业科技的发展与转化问题;三是现代化问题,即农业的现代化道路应当如何走。本文与上述三个问题紧密相关,即农业的新技术革命。我分三个部分来谈,第一部分是农业科技的两次革命;第二部分是新的农业技术革命的序幕已经拉开;第三部分是现代农业和农业科技产业。

一、农业科技的两次革命

纵观20世纪世界粮食的生产情况,可以看到:世纪之初,世界粮食的单位产量是62公斤/亩,1950年为66.5公斤/亩,到1980年增长为153公斤/亩;计算一下就会发现,20世纪的前50年,粮食的年平均增长仅为2两/亩;而从1950年到1980年的30年间,年平均增长却达到2.8公斤/亩,相差28倍。中国的情况更加突出:20世纪初,粮食单产量为64公斤/亩,1950年为77.5公斤/亩,1980年达到252公斤/亩,即后30年平均每年增长5.8公斤/亩。有资料表明:从1949—1994年的45年间,中国的粮食播种面积几乎相同,而粮食的产量却增加了3.9倍;从1978—1994年,肉的产量增加了5.3倍。播种面积几

本文发表于1997年5月2日《中国科学报》

乎相同,可是粮食和肉的产量却有这么大的增长!

由此我们可以看出农业发展的两个时期。第一个时期是资源农业时期,指20世纪上半叶以前,这一时期农业生产的特点是低生产率、低科技水平、低产出、低发展速度;第二个时期是高速发展时期,指20世纪50年代到80年代,这一时期农业生产的特点是高科技水平、高生产率、高产出、高发展速度。美国科技史专家珀维里斯在总结农业高速发展的这段时期时指出,在提高土地的生产率方面,科技的贡献为81%,在提高劳动生产率方面,科技的贡献占到73%。农业科技中最重要的三大技术,良种技术、化肥(农药)、灌溉技术对于农业高速发展的贡献,分别为30%、40%和20%。如果进一步探究,可以发现,农业高速发展时期的到来,是经过了一个世纪(19世纪中叶—20世纪中叶)的科技准备的。主要包括以下几项科学成就:

一是达尔文的杂种优势理论和孟德尔-摩尔根的遗传学理论。这两个理论促使人们去思考怎样培育良种的问题,从而推动了现代育种方法和种子产业的发展。

二是德国化学家李比希的植物矿质营养学说和化肥工业。现在我们知道,农业离开了化肥是不可想象的,可是化肥是怎么来的?在18世纪和19世纪的时候,人们一直以为庄稼在土壤里吸收的是腐烂的植物和其他的一些有机的东西。李比希经过一系列的研究发现,植物在土壤中所吸收的,不是粪,也不是有机物质,而是一些矿物质,最主要的是氮、磷和钾等等,如果把这些矿物质按一定比例加进去,作物就能长得更好,土壤肥力就能维持,就是人们常说的营养元素归还学说。因此,19世纪90年代,化肥工业发展了起来,这对全球农业的发展和粮食的增产起到了重大作用。

三是比利时化学家缪勒开创的有机合成农药和农药工业。我们过去使用的农药都是植物性的天然物,比如过去熏蚊子用的艾蒿。20世纪30年代,缪勒发明了人工合成有机农药,从而推动了大型农药工业的发展,对防治病虫害起到了重大作用。

因此,可以说,农业技术的发展,是与这几个科学领域内的研

究成果密切相关的,是在它们的基础上发展起来的。

马克思曾经说过,达尔文学说、细胞学说和能量转化学说是19世纪的三大发现。而前两大发现都是生物科学方面的。马克思还讲过:“德国的新农业化学,特别是李比希和申拜因对这件事情的贡献比所有经济学家加起来还重要。”当然,马克思说得比较幽默,还请经济学家不要介意。从马克思的话中可以看出,他对李比希等人对新农业化学的贡献给予了很高的评价。邓小平同志讲过:“马克思说科学技术是生产力。事实证明,这话讲得很对,依我看,科技是第一生产力。”从整个农业的粮食产量上的变化也可以看出,这一变化是有科学依据的,是有科学技术支撑的。同时,这样的技术支撑也推动了人类物质生活和社会的发展。

经过大约一个多世纪的科学和技术准备,孕育了以育种技术和农业化学技术为主体的第一次农业科技革命,迎来了20世纪中叶农业的高速发展。20世纪上半叶是资源农业时期,50年代到80年代是农业的高速发展时期。那么,有一个问题随之而来:20世纪90年代以及下个世纪农业将怎么发展呢?是继续延续20世纪50年代以来的发展趋势呢,还是又有一个新的时代出现?这是我们要讨论的一个重点问题。

二、新的农业技术革命的序幕已经拉开

科技是第一生产力,它始终在向前发展。就在农业高速发展的同时,新的科学技术上的突破又在孕育之中了。主要有两个重大的突破:

一是20世纪50年代DNA双螺旋结构的发现和70年代基因重组的成功,开辟了生物科学和技术的新纪元。1953年,两位年轻的物理学家,克里克和沃森在剑桥大学开始研究遗传物质的结构问题。有意思的是,这个问题再往深研究,就不是一个简单的生物学的问题了,而涉及到生物化学和物理学的问题。当时人们对这一问题的研究重点在于,孟德尔-摩尔根提出了遗传学理论,总结了生物遗

传的规律和遗传物质——基因,但它的化学结构是怎样的?当时世界上有三支队伍在进行这项研究,最后是这两位年轻的名不见经传的物理学家首先攻克了这一世纪性难题。

1953年,他们公布了研究结果:遗传物质DNA(即脱氧核糖核酸)是存在的,并呈双螺旋结构。这一发现震动了世界,两位科学家也因此获得了诺贝尔奖。他们的发现,使得生物科学进入到分子时代。20年后的1973年,又出现了新的突破,波耶在实验室中对遗传物质DNA的重新组合成功。20年前的发现解决的是什么物质和结构是怎样的问题,至于能否在实验室中操作的问题并没有解决,20年后的这一突破恰恰解决了这个问题。现在我们知道了,所有的生物,不管是动物、植物还是微生物,最基本的和遗传信息传递的物质是DNA。基因的结构现在清楚了,还可以在实验室中对它进行重新组合,破译某些基因的功能。现在,人的基因也可以转移到猪的身上。这就是说,在基因这一层面上,从最低级的微生物到最高级的人类之间是可能相互转移的。由于这两次大的突破,使得生物科学进入到了一个新的时代。历史的规律就是这样的,每一次新的科学上和技术上的革命性的重大突破,常常带来一个新的科学时代的诞生。

前面我们谈到的现代育种技术,它的杂交优势的利用是是有限的,稍微跨过一点儿,就被称为远源杂交,是很困难的。比如我们熟悉的骡子就是驴和马杂交的产物,而骡子是不能再生育的,我们的技术还无法跨越。亚种间的杂交已经很困难了,更不用说种之间的杂交了。现在,我们有了生物技术和分子生物学,使得过去常规育种中解决不了的,甚至是不敢想象的问题都有可能得到解决。这是一次大的革命,不仅对育种技术,而且对于生物的其他领域来说,都是一次革命,比如对生物农药、动物疫苗、生长调节物质、微生物发酵和酶工程等广大领域都将产生广泛的影响。

二是20世纪50年代产生,80年代大发展的计算机和信息技术,它们也将使传统农业得到全面而深刻的改造,使农业的时空变异性 and 分散性大,经验性强,以及可控性和稳定性差的先天性弱势得

以改善。计算机是40年代末产生的,到六七十年代逐渐崭露头角,80年代大发展,90年代形成高潮。美国总统克林顿一上台,他的谋士们就给他出主意,发展信息高速公路的计划。信息技术一下子在世界范围内更是风起云涌。这给农业也带来了非常重要的影响,尤其是对传统农业,将起到全面的、深刻的改造作用。下面我还将具体地谈到这个问题。此外,现代的精细化工和先进制造技术,新材料和自动化技术对农业的全面武装,也对农业生产产生了重要的影响。

第一次农业科技革命用了一个世纪的准备,而不到半个世纪的科学和技术的积累,又孕育了以生物技术和信息技术为主导的农业的第二次技术革命。如果说得更准确一点,就是第二次农业技术革命的序幕已经拉开。我说的序幕,是指现在仅仅是开始,高潮还在后面。这次革命将使育种、施肥、农药、灌溉、设施农业、机械、宏观监测管理等传统农业的技术,得到全面的更新改造。新的农业技术体系将要形成,并将推动21世纪的农业上升到一个新的高度。到21世纪,每亩地每年的粮食增长量就不只2.8公斤了,会更高更快一些。新一代的生产技术必然要带来新一轮的生产水平,下面可以谈得具体一些。

(一) 育种技术的重大突破

生物技术对农业的影响首先表现在育种技术上。植物细胞工程、分子标记技术、基因转移等生物技术与常规育种技术相结合,引发了育种工作的一场革命。植物的每一种性状,都由一定的基因左右着,这是一幅大的“图画”。基因图谱,实际上也是一部“天书”,什么基因管什么还不清楚,接下来是破译,就像破译密码一样来破译每个基因管什么。运用分子标记技术,使得过去育种盲目性较大的状况变成有意识地育种。搞育种工作的同志,要育成一个品种,最少需要10年的时间,有时甚至二三十年也育不出一个像样的品种,因为要靠经验进行大量的杂交、组合和筛选,一年才能成熟一次。现在有了分子标记技术,就能够大大缩短育种的时间,从而提

高效率。而且还可以有意识地在某些生长性状上进行突破。所以,传统的育种技术在有了分子育种技术后,发生了很大的变化。同时,基因可以进行转移,把一些有用的基因转移整合到另一种植物上,也可以从动物转移到植物。所以说,生物技术带来了现代育种技术的新的突破和革命。

以水稻为例。我们知道,水稻有三次大的革命或突破。第一次是在20世纪50年代末和60年代初,广东省农业科学院的一位叫黄耀祥的研究员,搞出了矮化育种,给水稻生产带来了一次大的变化,增产25%~30%。第二次就是杂交水稻,即把杂交优势运用到水稻上,使得水稻又得以在现有的水平的基础上再提高20%的产量。世界上还有一个“超级稻”的发展计划。在菲律宾有一个世界水稻研究所,正在搞“超级稻”,我国也有三支队伍正在向“超级稻”的目标进军。“超级稻”是什么意思呢?就是每亩水稻一季打1吨粮食,比现在的一般水平再提高20%~30%,为什么会达到这么高的水平呢?就是因为常规育种的基础上又有了分子育种技术。

此外,通过新的育种技术和转基因技术,已培育出了抗虫棉、抗花叶病烟草、抗黄萎病/赤霉病小麦、抗腐耐贮番茄、抗病毒南瓜、抗旱耐盐水稻/烟草等作物。现在,全世界进入田间试验的转基因植物已2 000多例,商业化的40多例。我国的细胞工程作物种植面积也达3 000万亩以上。目前全世界有500家左右的植物基因公司,1990年仅美国的公司产值就达到6亿多美元。

(二)家畜胚胎工程育种

家畜的胚胎工程育种发展得相当快,也比较成熟。我记得在20世纪五六十年代有人工授精的技术。把公畜的精液采出来,可以在一定条件下较长时间保存,稀释后给母畜进行授精。一头好的公畜,如果让它自然交配的话,一次只能跟一头母畜交配,用人工授精技术一年可以给上万头母牛授精,这项技术在当时是很先进的。到了70年代,又有了同期发情技术。母畜的发情是个体行为,发情后才能交配受精。但是大群的母畜发情的时候,就很难管理了。于

是采取了一个办法,叫同期发情,也就是控制母畜发情的时间,这样一来就便于进行人工授精的操作。80年代有了生物技术以后,情况就大不一样了,出现了超数排卵、体外授精、试管羊、试管牛等。现在的技术还有胚胎分割、核移植、性别控制技术等。到了90年代,利用分子生物学技术还可以提取活体的卵母细胞了。家畜的卵母细胞和人的卵母细胞是不一样的,家畜的卵母细胞在家畜一出生时就存在,人则要在发展到一定的生育年龄时才会出现。活体提取就是既不通过手术,也不进行屠宰,就能从家畜身上取得卵母细胞。最后,再把这些卵母细胞培养成胚胎。此外,还必须提到家畜复制。提到家畜复制,大家都知道克隆羊。我们知道,动物都是公母畜的精子与卵子的结合繁殖下一代的。而这只克隆小绵羊不是有性繁殖,而是无性繁殖的。这在科学上讲,是历史性的突破。它是怎么出来的呢?科学家从母羊甲的乳房上取下一个细胞,在实验室条件下进行培养,使它繁殖成许多个细胞;再从另一只母羊乙身上取下一个卵子,把卵子中的细胞核去掉,把大量繁殖的甲羊的乳房细胞注入到核里,再把这样的细胞放入母羊丙的子宫里,生下来的这只小羊尽管与甲乙丙三只母羊都有关系,但它和甲羊完全一致,这就是复制,用学术名词讲就是克隆。这一事件出来以后,震动了世界。

(三)基因工程育种

通过基因之间的转移来培育新品种的技术,在国际上,包括中国,都已基本成熟了。1982年,美国成功地进行了转基因工程硕鼠的实验,这是第一例转基因动物,引起世界轰动,这个事件以后,大家就想既然鼠可以转基因,那么猪呢?猪的情况很特殊,我下面还要再谈到。于是,美国、英国、澳大利亚和中国都开始研究转基因工程猪。中国的转基因工程猪是在“863计划”中搞的。美国搞得最快,到1988年、1989年,就开始商品化了。转基因工程猪长得很快,一天1公斤,甚至1公斤以上,而且料肉比低,通常一头猪喂2.25公斤料,才能长0.5公斤肉,而这种猪喂1.25公斤的料就能长0.5公斤肉,速度非常快。但是,商业化以后也出现了一些问题,一是繁殖率降低了,

二是免疫能力下降了。科学家们经过研究后发现,原因是基因片取得太短了,在两头控制繁殖的基因没有取上。于是又开始研究,到现在这个问题还没有完全解决。计划在21世纪初完成超级猪计划。美、英、澳等国,还有中国都在为实现这个计划而努力,就我国来说已经有了六批三代的转基因猪。

(四) 动物乳房生物反应器——“朝阳产业”

1992年,英国科学家拉克的实验室发布了一个消息,宣布他们获得了6只转基因的绵羊。在这些绵羊的乳汁里,可以含有人的抗胰蛋白酶。这种抗胰蛋白酶如果靠人工合成的话,非常困难,价格极高,一般人根本用不起。而现在,可以在羊奶中获得了。还有人胰岛素也可以得到。前一两年,一位糖尿病患者打一针胰岛素,要花200多元钱,很贵,利用转基因技术就便宜多了。现在,我们可以用动物作为反应器,来生产贵重的药物。这项技术一出来,就引起了许多企业家的注意,并对此进行大量的风险投资。所以,这一产业又被称之为“朝阳产业”。一个化工车间,“心脏”就是进行化学物质反应的“反应釜”,用密如蛛网的管道连起来,为它提供反应条件。一个发酵车间也一样,心脏是供微生物发酵的发酵罐,也是大量管道为它提供发酵条件。现在不同了,说简单一点,所需要的只是一只羊或一头牛的乳房,它就像一个车间,进行十分复杂的贵重药物的生产。现在已经在人的胰岛素、抗胰蛋白酶、血清白蛋白、干扰素、EPO等方面完成了产业化的前期工作。有人认为,动物反应器的利用,将带来一场生物化工的革命。

1997年3月5日的《参考消息》上登了一则消息,说是台湾利用转基因的技术已经在猪的身上增加了人体的抗原蛋白Ⅱ,这就解决了猪的器官移植到人体后,人体产生的排异性问题。猪的很多地方和人很接近,猪皮、猪肾、猪肝、猪牙都可以和人共用。但是最大的一个问题没有解决,就是排异的问题。我们知道,人体对非人的东西具有排他性,猪的器官移植到人体后,他不接受。现在,这个问题有所突破。因此,一项科学和技术上的突破,可以带来一系列的