

经全国中小学教材审定委员会  
2004年初审通过

普通高中课程标准实验教科书

# 生物

选修2

## 生物科学与社会

人民教育出版社 课程教材研究所 编著  
生物课程教材研究中心



人民教育出版社



普通高中课程标准实验教科书

# 生物

选修2

## 生物科学与社会

人民教育出版社 课程教材研究所 编著  
生物课程教材研究开发中心

普通高中课程标准实验教科书

生物

选修2

生物科学与社会

人民教育出版社 课程教材研究所 编著  
生物课程教材研究开发中心

人民教育出版社出版发行

(北京沙滩后街55号 邮编：100009)

网址：<http://www.pep.com.cn>

北京人卫印刷厂印装 全国新华书店经销

开本：890毫米×1240毫米 1/16 印张：7.5 字数：151 000

2004年5月第1版 2004年8月第1次印刷

ISBN 7-107-17652-8 定价：9.85元  
G·10741(课)

著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究  
如发现印、装质量问题，影响阅读，请与出版社联系调换。  
(联系地址：北京市方庄小区芳城园三区13号楼 邮编：100078)



## 主 编

朱正威 赵占良

## 编写人员（按执笔章节顺序）

张志文 肖兴国 李 宁 孙万儒 王重力

参加编写的还有：徐慰倬 吴成军 谭永平

参加讨论的有：薛静尧 王 莉 孙阔阔 卓 婧 于 璇 等

## 责任编辑

谭永平 吴成军

## 美术编辑

林荣桓

## 设 计

北京大洋立恒设计有限公司 储志伟

## 插图绘制

刘 菊

## 电脑制作

顾 涛 王 同

## 摄影或提供照片

朱 京 徐慰倬 华北制药集团有限责任公司 中国图片网 等



# 目 录

致同学们 生物科学技术推动社会进步 ..... 1

第1章 生物科学与健康 ..... 1



科技发展之窗 现代医学的发展 ..... 2

第1节 抗生素的合理使用 ..... 4

第2节 基因诊断与基因治疗 ..... 9

    拓展视野 基因芯片技术与新药的开发 ..... 16

第3节 人体的器官移植 ..... 17

    拓展视野 生长因子的发现推动了组织工程的发展 ..... 22

第4节 生殖健康 ..... 23

    拓展视野 《人类辅助生殖技术规范》简介 ..... 29

第2章 生物科学与农业 ..... 31



科技发展之窗 农业的绿色革命 ..... 32

第1节 农业生产中的繁殖控制技术 ..... 34

第2节 现代生物技术在育种上的应用 ..... 41

    拓展视野 转基因生物的安全性 ..... 47

第3节 植物病虫害的防治原理和方法 ..... 49

第4节 动物疫病的控制 ..... 56

    拓展视野 国家动物疫情测报体系简介 ..... 60

第6节 设施农业.....65

第3章 生物科学与工业.....71



科技发展之窗 生物技术产业的兴起.....72

第1节 微生物发酵及其应用.....74

第2节 酶在工业生产中的应用.....79

第3节 生物技术药物与疫苗.....84

拓展视野 单克隆抗体药物的制备.....89

第4章 生物科学与环境保护.....91



科技发展之窗 生物技术与可持续发展.....92

第1节 生物性污染及其预防.....94

第2节 生物净化的原理及其应用.....98

第3节 关注生物资源的合理利用.....102

第4节 倡导绿色消费.....106

拓展视野 绿色产品的分类.....110





## 生物科学技术推动社会进步

回顾所学的生物学知识，我们不仅感叹生命世界的美丽和生物科学的奥妙，而且认识到生物科学和技术与人类社会的发展息息相关。展望未来，生物科学仍在迅猛发展，对社会的影响将更加广泛而深刻。作为一个现代社会的有科学素养的公民，无论是从事科学研究，参加经济活动和生产实践，参与公共事务的讨论和决策，还是提高自己的生活质量，都需要进一步了解生物科学和技术的发展及其在社会中的应用。

科学的功能不仅是帮助人们认识自然界，而且可以通过技术转化为生产力，推动社会的进步。

维护人体的健康是生物科学最广泛、最深刻的应用领域。借助生物科学的研究，人类已经使许多病患绝迹；器官移植不再是神话般的梦想；基因诊断和基因治疗已经初现曙光；有计划地、健康地生育的技术日臻完善……

以现代生物科学技术为主要基础的现代农业，正在改变着我们这个农业大国的面貌。转基因技术，跨越物种之间的界限，创造出全新的生物类型；植物的微繁殖技术，打破了作物开花结子的局限，实现了育苗的工厂化生产；设施农业，突破了季节的限制，从而能更充分地利用太阳赐予的源源不断的光能；一批批绿色食品，在人们的期盼中诞生……

### 第1章 生物科学与健康



随着医学的进步，人们越来越重视自己的健康。生物科学在医学领域的应用，使许多疾病得以治愈，提高了人们的生活质量。生物科学在医学领域的应用，使许多疾病得以治愈，提高了人们的生活质量。

### 第2章 生物科学与农业



现代农业的发展离不开生物科学的支持。转基因技术、微繁殖技术等生物科学技术的应用，大大提高了农作物的产量和品质，为人类提供了丰富的食物资源。生物科学在农业领域的应用，大大提高了农作物的产量和品质，为人类提供了丰富的食物资源。



传统工业总是让人联想到轰鸣的机器，巨大的能耗，滚滚的烟尘，长流的污水。而生物技术武装起来的工业，竟是利用培养瓶、发酵罐，让各种生物的细胞来生产食品、药物及其他产品，由于它具有低能耗、少污染、高产出的特点，被人们誉为朝阳产业。用动物乳房生物反应器来生产珍贵的药物，有望使一些传统制药的厂房被牧场中的牛羊所取代，奏出新时代的田园牧歌。

人口的增长，对资源的过度开发利用，乃至对环境的破坏，使多少人忧心忡忡，也使多少人奋起致力于环境保护，探寻可持续发展的道路。在人、自然、社会和谐发展的征程中，生物科学技术和其他科学技术的结合，日益焕发出巨大的活力。青山常在，碧水长流，人与其他生物和谐共存，不只是奋斗的目标，更是一种高尚的价值追求。

同其他科学技术一样，生物科学和技术也是一把双刃剑。抗生素滥用的后果，对转基因生物安全性的疑虑，对克隆人的伦理学争论，都说明理智地运用科学技术的重要性。随着生物科学和技术的发展，这样的观点和意识显得尤为重要。

生物科学与社会，就是这样交融在一起，在互动中共同发展，并且影响着我们的生活。

### 第3章 生物科学与工业



随着生物科学和技术的不断发展，生物科学与工业的结合日益紧密，为人类生产了大量的产品，同时也带来了环境污染等问题，因此，在生物科学与工业的结合中，必须注重环境保护和可持续发展。

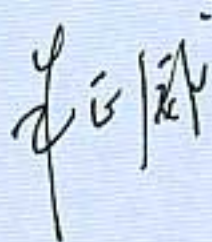
### 第4章 生物科学与环境保护



生物科学与环境保护的关系日益密切，生物科学的发展为环境保护提供了新的思路和方法，同时也带来了新的挑战和机遇，因此，在生物科学与环境保护的结合中，必须注重生态平衡和可持续发展。

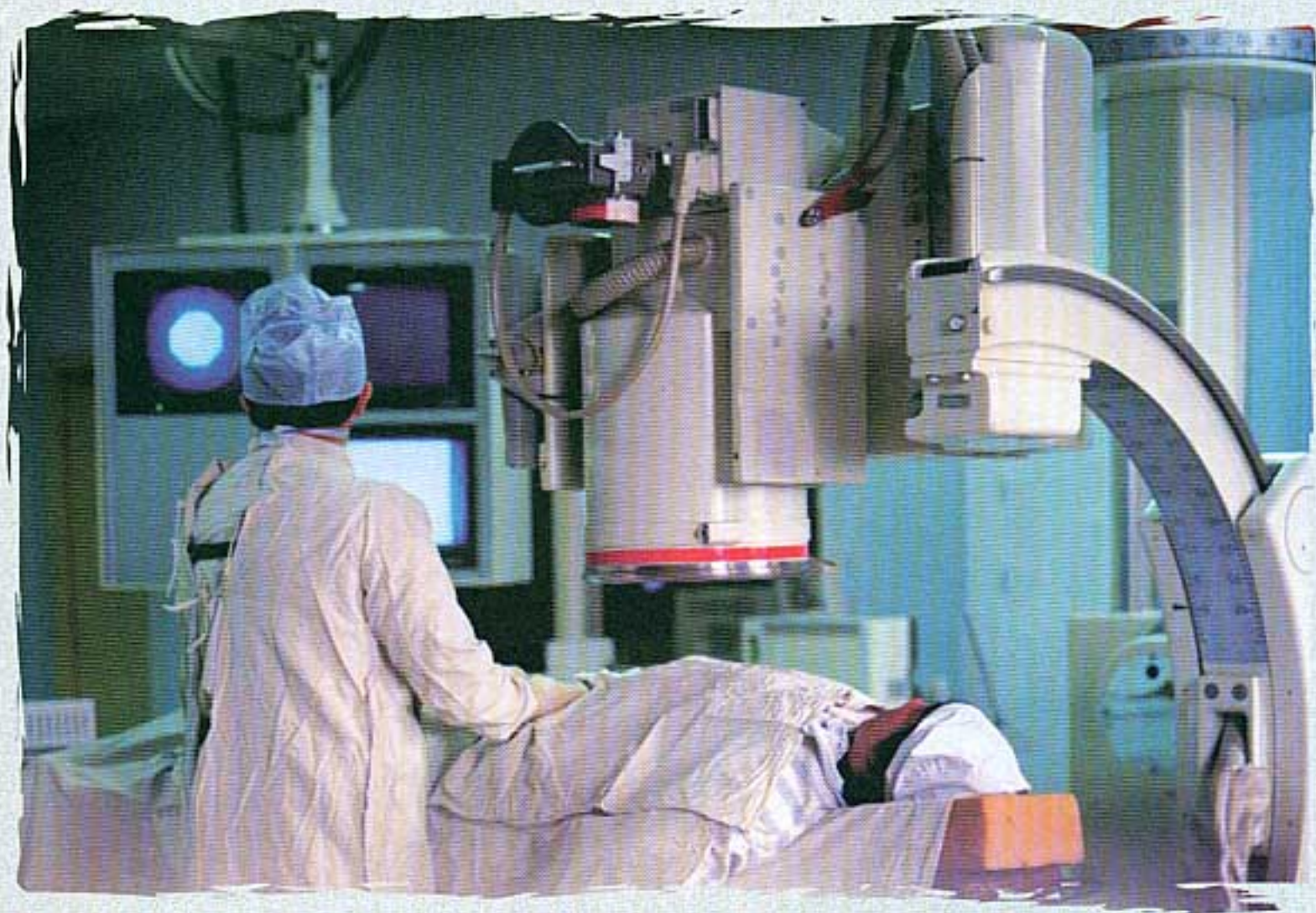


《生物科学与社会》为我们提供了一个新的学习平台，使我们有从社会需求和应用的视角，来进一步理解生物科学和技术。学习这门课程，需要注意从社会中来，到社会中去。身在教室，心系社会，不仅是求学之道，也是做人之道。愿这门课程的学习，使你对科学、技术、社会的相互关系有更深刻的认识，对你未来的专业学习和职业选择有所帮助。愿你步入社会后，能对生物科学和技术始终怀有浓厚的兴趣；对社会和个人生活中与生物学有关的问题，始终给予充分的关注。

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters, likely the author's name.



# 第 1 章 生物科学与健康



健康包括身体健康、心理健康和良好的社会适应状态。其中，身体健康涉及人类与疾病的斗争，这离不开医学的发展和进步。而生物科学是医学的基础，生物科学中每一次新理论、新成果的出现都会促进医疗水平的提高。目前，疫苗、器官移植、基因工程药物、基因诊断和基因治疗等方面都取得了令人瞩目的进展，正在或将要改变整个医学的面貌。





## 科技发展之窗

## 现代医学的发展

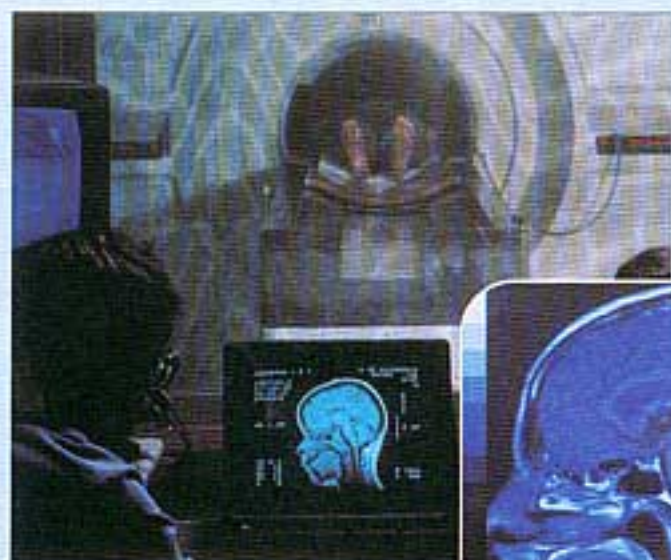


詹纳在为男孩接种牛痘（雕塑）

20世纪以来，现代医学在疾病的预防、诊断和治疗等许多方面取得了巨大的进步。在人类与疾病作斗争的过程中，疫苗、影像学和循证医学等为人类的健康作出了巨大的贡献。

疫苗的发明和应用被认为是现代医学中最伟大的成就。因为发明了抵抗天花病毒的疫苗，千百年来一直对人类健康造成巨大威胁的天花终于被消灭；因为相应疫苗的应用，对儿童危害极大的脊髓灰质炎也得到了有效的控制。到20世纪90年代末，世界上已有80%的儿童接种了可预防多种严重传染病的疫苗。随着生物科学和技术的发展，人类生产疫苗的技术以及生产的疫苗种类都在不断进步，将为维护人类的健康作出越来越大的贡献。

影像学最重要的成就，是核磁共振成像技术(magnetic resonance imaging, 简称MRI)在医学上的广泛应用。与X射线透视技术相比，MRI具有灵敏性高、图像清晰、无损伤等优点。到2002年止，全球已有2.2万台MRI成像仪在使用，共完成了六千万病例的检查。目前，MRI已用于检查人体中几乎所有的器官，特别是在脑和脊髓的病变诊断中有着重要的作用。例如，MRI可以精确显示肿瘤的生长范围，从而确保手术能将全部的肿瘤细胞切除；可以替代内窥镜检查胰腺、胆道和关节腔等特殊部位，从而极大地减轻病人的痛苦。



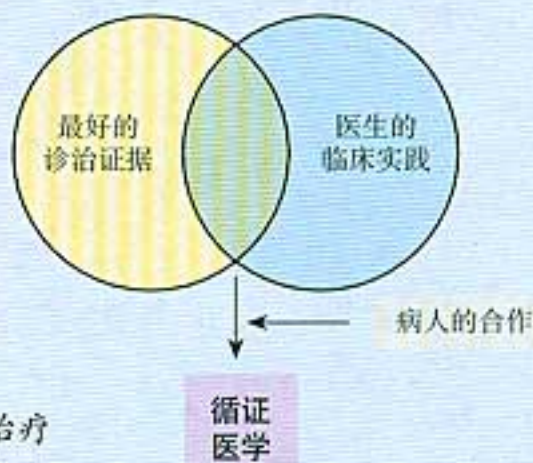
核磁共振成像技术





20世纪80年代以前，医生在诊治疾病时多以经验和推理为基础。这种传统的医学方式很难做到准确有效。1992年，一种新的临床医学模式——循证医学(evidence based medicine)应运而生。循证医学的核心是，医生在仔细分析病人的病史，并对病人的身体进行详细检查的基础上，根据临床实践中需要解决的问题，进行有效的文献检索，找到最适宜和最可靠的治疗证据，通过严谨的分析和判断，制订出正确的诊断和治疗方案。同时，医生的诊治决策的实施，必须被病人接受并进行合作才会产生好的效果。因此，医生和患者间平等友好的合作关系，与医生正确的诊治决策一样，也是成功实践循证医学的关键因素。所以，循证医学是将最好的诊治证据、医生的临床实践和病人的合作三者有机结合，从而产生出最佳的医疗诊治效果。这种科学的临床实践新模式，为减少病人的医疗费用、减轻病人的痛苦和国家的负担，以及有效地进行中西医结合作出了重要的贡献。

抗生素的广泛使用和器官移植技术的渐趋完善，也为现代医学的发展作出了巨大贡献。目前，基因诊断和基因治疗，已经展示出广阔的发展前景。



循证医学模式图



学术期刊上有关基因治疗的报道



# 第 1 节 抗生素的合理使用

## 从 社 会 中 来

细菌、病毒等病原微生物给人类的健康带来了极大的危害。千百年来，人们一直在寻找与这些病原微生物抗衡的药物，如药用动植物、矿物或人工合成的化学药物等。直到1928年，人类才发现第一种抗生素——青霉素。

今天，抗生素已经走进了千家万户。你生病时用过的药物中，可能就包括不同种类的抗生素。但是抗生素的滥用又产生了新的问题，你知道是哪些方面的问题吗？



图 1-1 弗莱明

### 抗生素史话

第二次世界大战期间，抢救前线伤员急需大量有效的抗菌药物。尽管早在1928年，英国细菌学家弗莱明(A. Fleming, 1881—1955, 图1-1)就发现了青霉菌分泌的青霉素(图1-2)能有效地杀死细菌，但是，当时提取青霉素

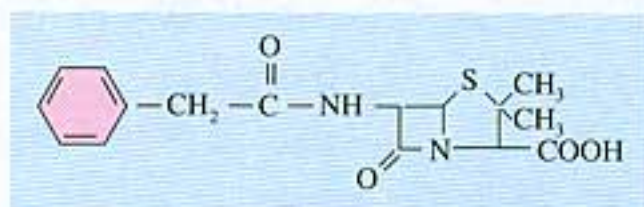


图 1-2 青霉素的分子结构式

十分困难，人们也还没有意识到青霉素的应用价值。英国剑桥大学的科学家弗洛里(H.W. Florey, 1898—1968, 图1-3)和钱恩(E. B. Chain, 1906—1979, 图1-4)在查阅文献时，注意到弗莱明的发现，并决心攻克提取青霉素的难关。经过大量的工作，他们终于得到了少量的青霉素，但仍然无法大规模生产。

1941年，弗洛里和钱恩在美国政府和其他科学家的支持下，研究出了大规模生产青霉素的方法，并于



图 1-3 弗洛里



图 1-4 钱恩



1943年用于临床治疗，使成千上万的伤员和病人得到救治。第二次世界大战结束后，鉴于弗莱明、弗洛里和钱恩在青霉素的研究和开发方面作出的巨大贡献，三人共享了1945年度的诺贝尔生理学或医学奖。

青霉素的研制成功，激发了微生物学和医学史上规模最大的科学探索活动，开创了抗菌药物开发的新纪元。各种抗生素的研制、开发和利用蓬勃发展。目前，人们经常使用的抗生素有200多种，在人类控制感染性疾病等方面起到了重要的作用。20世纪人类的平均寿命比19世纪延长将近一倍的诸多原因中，抗生素的作用功不可没。

抗生素主要是由哪些微生物产生的？它们是怎么发挥作用的呢？

### 抗生素的作用机制

抗生素是指微生物在代谢过程中产生的，能抑制或杀灭其他种类微生物的化学物质。随着制药业的迅速发展，人们对抗生素的定义有了更新的认识：从来源上看，抗生素不再局限于微生物，从动物、植物中甚至通过化学合成的方法也可以获得抗生素；从性能上看，从单一的抗细菌发展到抗病毒、抗寄生虫等。

抗生素主要是通过干扰细菌等病原微生物的代谢过程而影响其结构和生理功能，从而达到抑制和杀灭它们的目的。

从图1-5可以看出，不同抗生素对细菌的抑制和杀灭作用是各不相同的。如青霉素、头孢菌素能够抑制细菌细

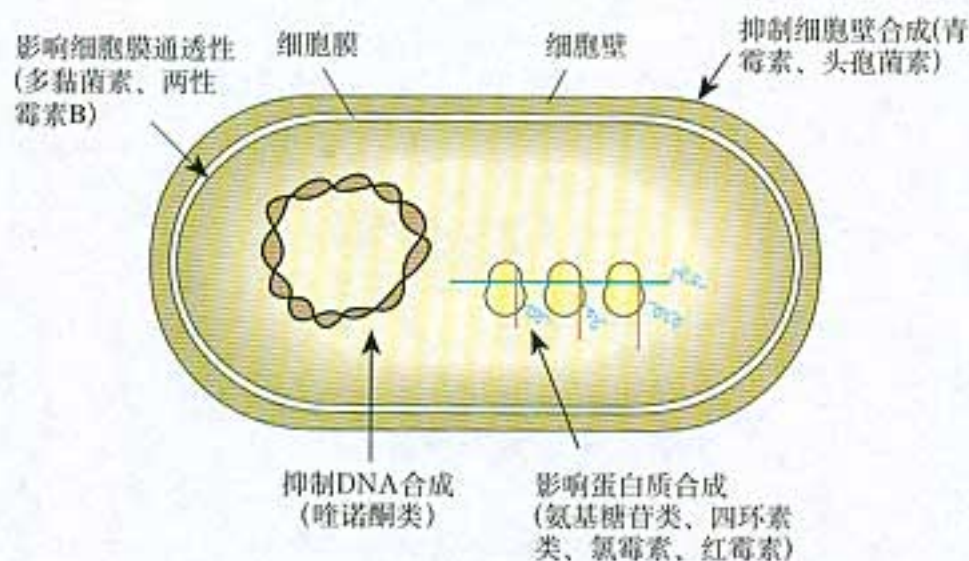


图1-5 细菌结构与抗生素作用示意图

### 资料卡

1944年，科学家发现了链霉素。从此打破了“痲痲无药可医”的禁区。  
1947年发现了氯霉素。  
1948年分离出了金霉素。  
1950年提取了土霉素。  
.....

### 知识链接

关于抗生素的工业化生产，详见第3章第1节。

### 小实验

取一袋250 mL的牛奶，分别倒入两只洗净的烧杯中，其中一只烧杯中添加10 mL的青霉素药剂，并用玻璃棒搅拌均匀。在两只烧杯上分别贴上标签，注明时间，放在温暖的地方，看看哪只烧杯中的牛奶先变质？

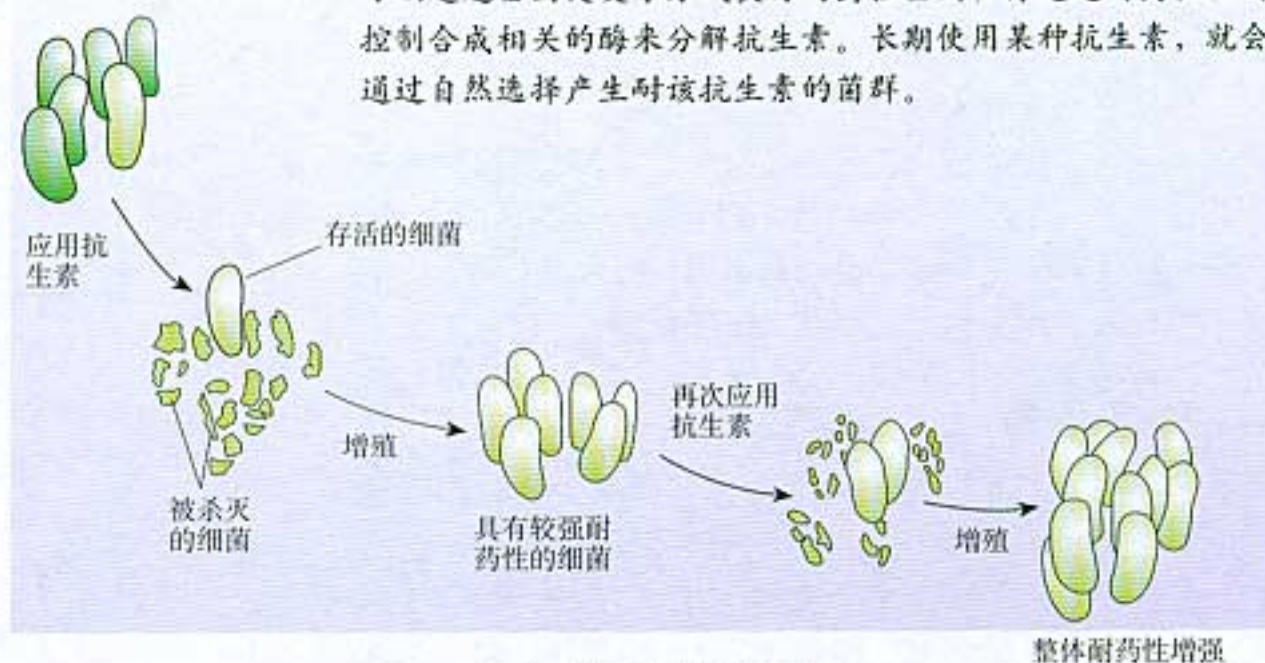


胞壁的合成。你能说出其他类型的抗生素又是怎样抑制或杀死细菌的吗？

### 合理使用抗生素

抗生素类药物刚开始使用时，人们普遍认为它能有效地杀灭细菌而对人体无害。但是近60年的实践说明，细菌可以针对一种甚至几种抗生素产生耐药性。以前用抗生素容易对付的结核杆菌、金黄色葡萄球菌、肺炎双球菌，等等，现在已经产生了对一种或几种抗生素的耐药性。对这样的病原微生物，医生有时也无计可施。现在，这个名单正在变得越来越长。

细菌为什么会产生耐药性呢？细菌在生长和繁殖的过程中，可以通过基因突变等方式获得耐药性基因，再通过耐药性基因控制合成相关的酶来分解抗生素。长期使用某种抗生素，就会通过自然选择产生耐该抗生素的菌群。



细菌产生耐药性示意图



### 资料分析

### 日常生活中不合理使用抗生素的实例

以下是日常生活中，与抗生素使用有关的一些实例。

1. 有人生病时，医生给开了一些抗生素药物。此人考虑到“是药三分毒”，因此当病情稍微好转时，就立即停止服药。而按照医生的意见，还应该再服药一两天。也有人为了更快地控制病情，自行在医

嘱的基础上加大服药量。

2. 当某人的身体出现炎症时，他觉得上医院看病太麻烦，就直接上药店购买一些抗生素药物服用。以前这么做，相同的炎症也治好了。

3. 平常使用的消毒液、洗手液里，加入抗生素成分后，除菌效果更好，所以得



到一些消费者的欢迎。

4. 有人在栽种农作物和饲养禽畜时，为了更有效地防病灭菌，就在农药或饲料中添加多种抗生素。

### 讨论

1. 病还没好就停止用药，体内还有一部分病菌没有被杀死。保留下来的病菌可能会有什么特点？如果以后由这样的病菌

引起类似的疾病，再用同样的药还那么有效吗？

2. 即使不考虑是否能对症下药，自己直接去药店购买抗生素使用，可能还会留下哪些隐患？

3. 资料3、4所列举的现象，在日常生活中并不少见。这些做法对人类健康会有哪些危害？

在应用抗生素治疗的过程中，如果病人自我感觉病情好转而自行停止用药，就会导致实际治疗药量不足，机体内的致病菌没有被完全清除，从而有利于耐药菌群的出现。相反，如果担心药量不足而自行增加剂量，会影响机体内环境的稳态，或造成体内菌群失调，导致其他疾病的发生。因此，没有医生的指导，只根据自己对病情的了解购买和使用抗生素类药物是不可取的。

滥用抗生素也会造成环境中耐药菌株的增多。当真正需要应用抗生素来杀灭致病菌时，效果就会明显下降。在种植业和畜牧业生产中，使用抗生素可能会造成耐药菌株的出现和繁殖；残留的抗生素还可通过食物链进入人体，影响人体健康。

怎样使用抗生素才能既治病，又尽量避免细菌等病原微生物产生耐药性，避免破坏人体内正常菌群的平衡呢？

### 资料卡

人的消化道中生长着各种细菌。这些细菌的种类和数量在正常情况下处于一个相对稳定的状态，共同维持人体的健康。如双歧杆菌可以帮助消化食物，大肠杆菌可以合成人体所需要的部分维生素，等等。

有人说：抗生素的滥用，可能意味着抗生素时代的结束。你是如何理解这句话的？



### 讨论

阅读从家里带来的或者老师展示的某种抗生素的使用说明书，思考和讨论下列问题。

1. 说明书上主要有哪几项内容？

2. 该种抗生素可作用于哪些病原微生物？有无副作用？

3. 该种抗生素有哪些使用注意事项？你认为最重要的注意事项是什么？

【成份】阿莫西林。

【适应症】阿莫西林适用于敏感菌（不产β内酰胺酶菌株）所致的下列感染：

1. 溶血链球菌、肺炎链球菌、葡萄球菌或流感嗜血杆菌所致中耳炎、鼻窦炎、咽炎、扁桃体炎等上呼吸道感染。
2. 大肠埃希菌、奇异变形杆菌或粪链球菌所致的泌尿生殖道感染。
3. 溶血链球菌、葡萄球菌或大肠埃希菌所致的皮肤软组织感染。
4. 溶血链球菌、肺炎链球菌、葡萄球菌或流感嗜血杆菌所致急性支气管炎、肺炎等下呼吸道感染。
5. 急性单纯性淋病。
6. 本品还可用于治疗伤寒、伤寒带菌者及钩端螺旋体病；阿莫西林可与克拉霉素、兰索拉唑三联用药根除胃、十二指肠幽门螺杆菌，降低消化道溃疡复发率。

【用法用量】口服，成人一次0.5g（2粒），每6~8小时1次，一日剂量不超过4g（16粒），小儿一日剂量按体重20~40mg/Kg，每8小时1次；3个月以下婴儿一日剂量按体重30mg/Kg，每12小时1次。肾功能严重损害患者需调整给药剂量，其中内生肌酐清除率为10~30ml/分钟的患者每12小时0.25~0.5g（1~2粒），内生肌酐清除率小于10ml/分钟的患者每24小时0.25~0.5g（1~2粒）。



首先，生病时应经专业医生明确诊断，在医生的指导下使用抗生素。

其次，在日常生活中必须控制使用含有抗生素的清洁用品。同时，瓜果蔬菜食用前，应充分洗涤，以除去残留的耐药性细菌和抗生素。

第三，在种植业和畜牧业生产中应尽量控制抗生素的使用，并加强农畜产品中抗生

素含量的检测。

尽管抗生素的滥用可能会给人类健康造成巨大的隐患，但是，我们不能因噎废食，抗生素仍然是人类与细菌等病原微生物斗争的有力武器。在合理使用抗生素的同时，也应该积极研究有效杀灭病原微生物的其他方法。

## 到 社 会 中 去

1. 回忆你和家人是否有过不合理使用抗生素的做法。
2. 向你的家人和朋友介绍合理使用抗生素的原则。
3. 只要自己合理使用抗生素就可以保障健康吗？社会中还有哪些滥用抗生素的现象？你能为此做些什么呢？

### 思考与探究

1. “人生七十古来稀”，然而现在七十岁以上的老人比比皆是。人类平均寿命的延长和医学的进步密切相关。请搜集抗生素应用前后人类平均寿命变化情况的资料，分析抗生素的发现和竟究与人类寿命的延长有什么相关性。

2. 下列使用抗生素的事例有可能是你或你的家人所经历过的，请分析其合理性。如果不合理，你认为该怎样做？

(1) 甲患了轻微普通感冒就立即使用抗生素进行治疗，他认为早用抗生素治疗可以更早地痊愈。

(2) 医生给乙开了5天的抗生素药物，乙吃了3天病情就已经好转。乙认为继续服用会伤

害身体，于是就停止服用，并将这些药物保留下来，以备下次患相同的疾病时再使用。

(3) 丙每次上医院都要求医生开最好的抗生素药物，他认为好的抗生素药物有利于自己的病情更快地缓解。

(4) 丁每次生病都是上药店购买自认为适合病情的抗生素药物，而且每次都是选择广谱抗生素药物，因为他认为这有利于杀死更多的病菌。

3. 有一个乳制品厂在制作酸奶的过程中，发现有一批从某地收购的牛奶，几乎无法发酵。请分析其原因。



## 第 2 节 基因诊断与基因治疗

### 从 社 会 中 来

2003年春天，SARS大规模流行时，卫生部每天的疫情通报中，往往有一些疑似病例。如果能够快速检测出疑似患者的送检样品中是否有SARS病毒的特定基因，就能为确诊或排除提供有力的证据。

这就涉及到基因诊断。

2004年，有报道说我国已经研制出了这样的试剂盒。



### 基因诊断技术的原理

引起人类疾病的原因有很多：一类疾病是由入侵病原微生物基因的表达引起的；另一类疾病是人类自身的遗传物质发生变异而引起的。这两类疾病的病因都可以追溯到基因，因此，原则上都可以通过基因诊断的方法进行检测。

基因诊断是指用放射性同位素（如 $^{32}\text{P}$ ）、荧光分子等标记的DNA分子做探针，利用DNA分子杂交原理，鉴定被检测样本上的遗传信息，从而达到检测疾病的目的。

基因诊断技术在诊断遗传性疾病方面发展迅速。目前，人们已经可以对几十种遗传病进行产前诊断。例如，用 $\beta$ 珠蛋白的DNA探针可以检测出镰刀形细胞贫血症，用苯丙氨酸羟化酶基因探针可以检测苯丙酮尿症，等等。

恶性肿瘤严重威胁着人类的健康，能否尽早诊断对于挽救病人的生命非常关键。然而，以前的常规检查方法却无法做到。





### 现实中的问题

恶性肿瘤在发生的早期并没有明显症状，不易用生化检测的方法进行确诊，而此时肿瘤细胞已在体内增生、繁殖，并形成微小的肿块。等到症状出现或肿块增大到可以检测到的程度时，肿瘤细胞往往已侵犯到其他正常组织，甚至进入淋巴和血液，转移到其他组织和器官，这就是人们

常说的已到了癌症的晚期。常用的肿瘤诊断方法是：通过手术或用特制的针管穿刺，得到小块的肿瘤组织，再在光学显微镜下比较肿瘤细胞与正常同类细胞在形态上的差异，以确定是良性肿瘤还是恶性肿瘤。而这种检测，其结果往往会因医生的水平和经验而发生差异。

### 资料卡

PCR 技术又称 DNA 聚合酶链式反应 (polymerase chain reaction)，它是利用一种特殊的 DNA 聚合酶，在适当的反应条件下，将 4 种脱氧核苷酸，依照模板 DNA 的序列，合成与模板完全一样的子代 DNA 片段。它可以在较短时间内，将一个 DNA 片段扩增到数百万个。

基因诊断可以帮助人们在肿瘤早期就做出准确的诊断。那么，基因诊断是如何进行的呢？

有许多种癌症与特定的基因突变有关。在肿瘤还很小，甚至在肿瘤发生之前，就可以利用 PCR (DNA 聚合酶链式反应) 和 DNA 分子杂交等技术检测到相关突变基因，并针对具体情况进行治疗。

对恶性肿瘤进行基因诊断的原理和过程如图 1-6 所示。

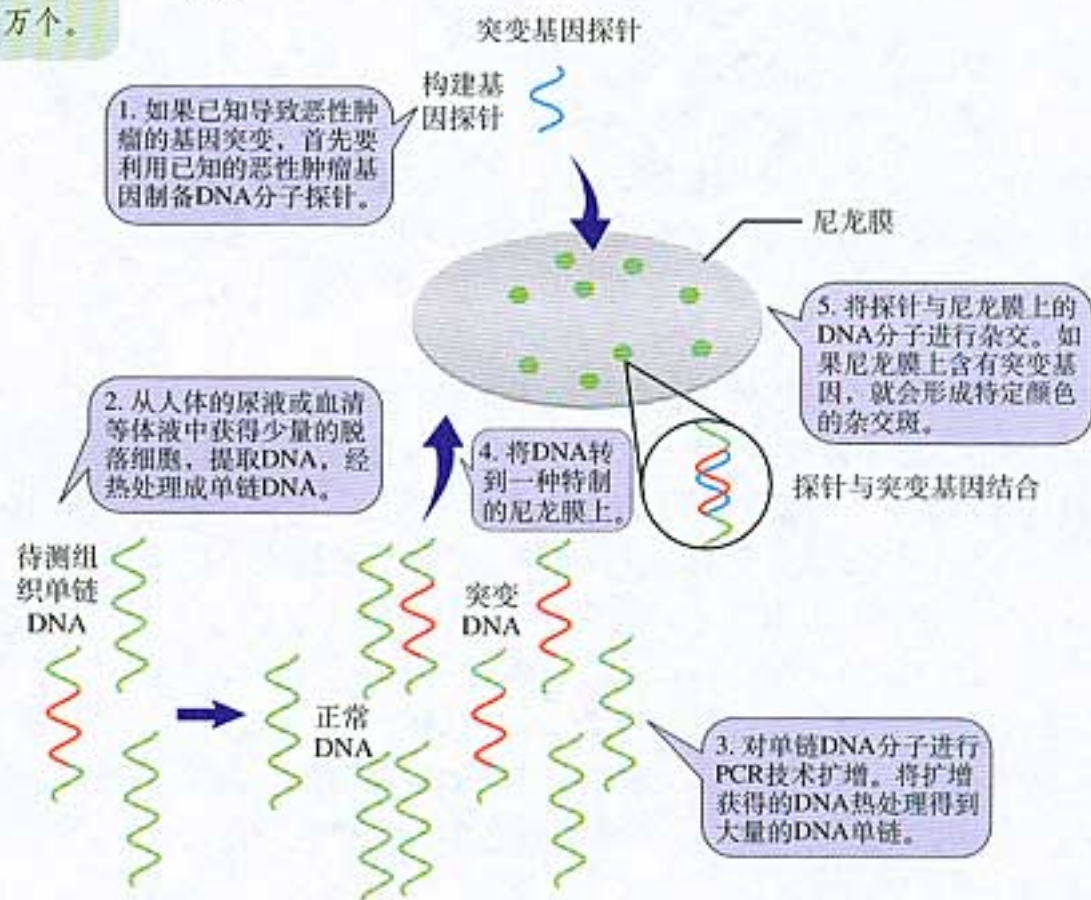


图 1-6 基因诊断示意图



基因诊断既客观又灵敏，目前已成为癌症早期诊断的重要手段。

如果某种疾病的基因突变还没有弄清楚，就需要用间接检测的方法。要弄明白这种检测的基本过程，需要较强的专业知识。如果感兴趣，你可以在课后查找资料作进一步的了解。

### 神奇的基因芯片



#### 现实中的问题

不同肿瘤细胞可能具有不同的基因突变，因此，普通的基因诊断不能通过一次检测就查出多种肿瘤。那么，怎样才能用尽可能少的样品和尽可能少的检测次数，检测出尽可能多的肿瘤种类呢？

通过基因芯片技术来进行检测就可以解决这个问题。

基因芯片(DNA chip, gene chip)的概念来自计算机芯片，相当于计算机上的微处理器。基因芯片是将大量特定序列的DNA片段(探针)有序地固定在尼龙膜、玻片或硅片上(图1-7)，从而能大量、快速、平行地对DNA分子的碱基序列进行测定和定量分析。基因芯片实际上是一种高密度的DNA阵列，通常每平方厘米点阵列密度大于400个。含有几万个基因片段的芯片，大小也就如同指甲。

例如，假如基因芯片上载有碱基序列为ATCGGC的探针，而组织细胞样品中含有与探针互补的碱基序列TAGCCG，当样品与探针混合后，两者即可互补结

合。未结合的分子可以洗去。由于已用人工方法使样品中DNA序列含有荧光染料，这样，用荧光显微镜对芯片进行扫描，就可以对阵列上每个位点的荧光强度进行定量分析，从而得到检测结果，了解样品中含有哪些基因。依据同样的原理，基因芯片也可以对信使RNA分子进行检测，了解它的含量，再根据RNA的含量推测相应蛋白质的含量。

基因芯片的出现，引起了社会的广泛关注，其应用

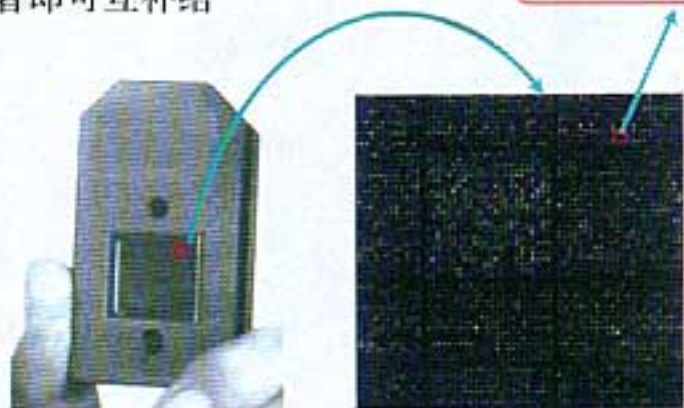
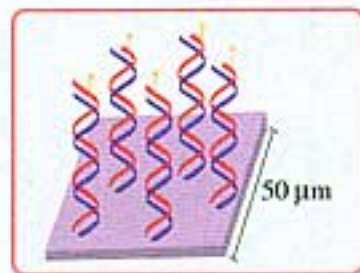


图1-7 基因芯片



领域十分广泛。以下列举的是基因芯片技术在生物医学上的应用。

**发现疾病相关基因** 基因芯片可用于寻找和鉴定与疾病相关的基因。例如，北京大学的科研人员应用基因芯片技术，发现了在前列腺癌的发生、发展中起重要促进作用的基因，从而为前列腺癌的诊断和治疗提供了新的依据。

**用于传染病的检测** 利用基因芯片可以准确而快速地检测传染病。目前，人们已开发出用于检测艾滋病病毒的基因芯片、检测丙型肝炎病毒的基因芯片等。

**基因芯片技术与医学行为的改变** 以下是人们在肿瘤进行治疗的过程中发现的问题。



### 现实中的问题

患恶性淋巴瘤的病人，经放射治疗后，肿瘤体积会迅速缩小，症状也大部分消失。超过半数的患者经过短期缓解后，肿瘤会复发，病情会急剧恶化；约40%的病人则能继续保持缓解趋势。

对同一种疾病，采用同一疗法，为什么会产生不同的结果呢？

### 资料卡

长期以来，在疾病的诊治方面，西方医学与传统的中国医学有明显的区别，前者主要是根据疾病的性质进行治疗，而后者则根据望、闻、问、切得到的信息，对不同的患者进行不同的治疗。基因芯片技术的发展，使人们在基因水平上认识到，同一种疾病发生在不同的个体上，其发病机理、治疗的效果可能相差很大。因此，西医也在逐渐向个体化治疗的方向发展。

由于基因芯片技术的应用，人们发现这种现象与不同患者肿瘤细胞内基因活动的情况不同有关。应用基因芯片技术，就可以在诊断疾病时，确定哪些病人的肿瘤危险性最大，应进行大剂量放疗和扩大性的肿瘤切除手术。也就是说，基因芯片不仅能做到快速、准确地诊断疾病，还可指导医生针对不同患者的基因活动特点，使用不同的治疗方法，进行个体化的治疗。

基因芯片技术还有助于发现不同个体对疾病易感性的差异，及早预测将来患某种疾病的风险。例如，在少年时期预测出以后患老年性痴呆、糖尿病和某种组织的恶性肿瘤的风险，从而对易感者尽早进行密切监测和预防性治疗。





讨论

同其他科学技术一样，基因芯片技术也可能带来一些负面效应。

如果某位同学通过基因芯片技术检测，得知她在不久的将来极有可能患某种

癌症，这对她目前的生活可能会产生哪些方面的影响？试以自己的感受，来推测她是否会后悔做这样的检测。

初露曙光的基因治疗

基因治疗就是把特定的外源基因导入有基因缺陷的细胞中，从而达到治疗疾病的目的。

1990年9月4日，美国科学家进行了世界上第一例临床基因治疗(图1-8)。患者是一位患有严重复合型免疫缺陷疾病(SCID)的4岁小姑娘艾珊蒂，她从父母处各继承了一个缺失的腺苷酸脱氨酶基因(*ada*)，造成体内缺乏腺苷酸脱氨酶，而腺苷酸脱氨酶是免疫系统完成正常功能所必需的，因此，她不能抵抗任何微生物的感染，只能在无菌条件下生活。

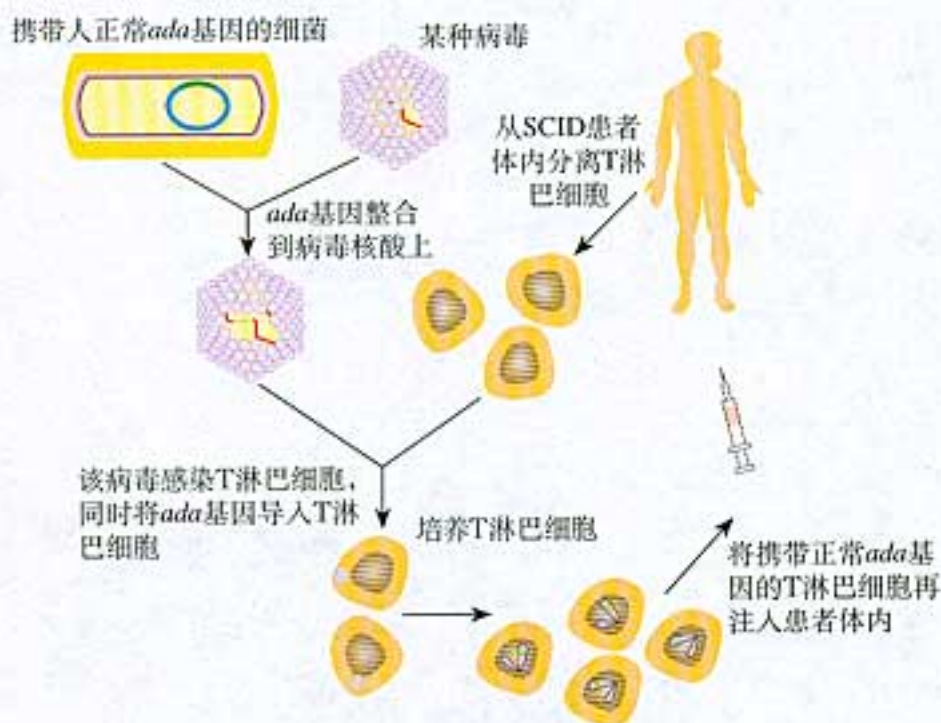


图1-8 基因治疗SCID过程的示意图

经过3年的基因治疗，患者体内50%的T淋巴细胞出现了新的*ada*基因，并合成了腺苷酸脱氨酶，患者的免疫功

与传统的药物治疗方法相比，基因治疗具有哪些优点？



能得到了很大的修复，并过上了正常人的生活。

目前，基因治疗在恶性肿瘤的治疗中应用得最多。治疗方案可分为两类。一类是杀死肿瘤细胞——将抑制癌细胞增生的基因转入到癌细胞内，不仅可阻断癌细胞繁殖，还可诱导它自杀死亡；或者将一段可抑制癌基因转录的DNA序列导入癌细胞，使癌基因不能表达，癌细胞也就不能增殖。另一类是将提高人体免疫力的基因导入免疫系统，以提高人体防御功能，由人体免疫系统杀死癌细胞。

从上述事例看，基因治疗一般要经过三个重要的步骤：选择治疗基因、将治疗基因与运输载体结合，以及使治疗基因在细胞内正常表达(图1-9)。

对单个基因缺陷引起的遗传性疾病，一般采用“缺什么补什么”的原则，即将正常基因运送到有病的细胞中，取代缺陷基因，使细胞功能恢复正常。对多基因疾病，从中选择出致病的主导基因，对其进行替换或抑制。例如，可将神经营养因子的基因，导入帕金森氏病和老年性痴呆病患者大脑的细胞内，以减轻患者的症状。

进入细胞的外源基因必须完整无损，能在细胞内表达出有正常功能的蛋白质，才能发挥其治疗作用。多年来，人们一直希望能人为控制外源基因的表达，目前这一愿望已快实现。在动物实验中，用口服诱导剂已可定时定量上调或下调外源基因产生的蛋白质数量，但应用到病人身上，还需较长时间。

选择治疗基因

选择运输治疗基因的载体，  
将治疗基因转入患者体内

治疗基因的表达

通常采用的载体是病毒。即将治疗基因整合到失去繁殖能力的病毒内，利用病毒极高的感染能力，把基因导入特定的组织细胞中。这种方法的优点是携带的基因数量大，并且基因在患者体内很容易表达，缺点是安全性问题尚未完全解决。2003年，美国科学家利用一种环聚酯化合物，将治疗基因压缩包装在极其微小的颗粒中，并定向导入特定癌细胞的染色体中，从而达到了既高效又安全的目的。



正在给老年性痴呆患者进行基因治疗

图1-9 基因治疗的步骤



基因治疗已经取得令人瞩目的进展。到1996年底，全世界已有近千名患者接受了基因治疗，治疗的疾病有恶性肿瘤、血友病、严重贫血症、关节炎和心血管疾病等15种以上。



### 现实中的问题

2000年9月，一位18岁的美国女孩在接受腺病毒介导的基因治疗中死于严重的过敏反应。这个悲剧性的事件，使人们对以病毒为载体的基因治疗的安全性提出了质疑。

基因治疗作为一门新的医学生物技术，要做到治愈人类全部疾病——从遗传性疾病到老年神经退行性疾病、从恶性肿瘤到传染性疾病，仍有很长的路要走。但是，基因治疗有着广阔的发展前景。

## 到 社 会 中 去

未来社会中也许会出现这样的情景：人们在求职、购买人寿或健康保险时，都可能被要求进行基因检测；用基因芯片技术对某人进行检测，得知他在10年内极有可能患某种癌症。

上述做法对于保险公司、招聘的企业来说意味着什么？

这么做会给这个人买保险和就业造成什么影响？

如果这个人的上述信息被公之于众，又会给他的家庭、人际关系和个人心理造成怎样的影响？





## 拓展视野

### 基因芯片技术与新药的开发

一般情况下，一种新药从研究开发到出现在药店，需历时10余年，而且耗资巨大。基因芯片技术的出现，催生一种发现新药的独特方法，从而加快了新药的研发速度。这种方法被形象地称为“从主犯追查同案犯”。

例如，某机构开发一种治疗炎症的新药就是这样进行的。首先，他们了解到人体内有一种致炎症蛋白——白细胞介素-2。表达白细胞介素-2的基因就被看做是“主犯”。然后追查体内白细胞中，哪些基因的表达与“主犯”的基因表达相平行——

即查找同样具有致炎作用的“同案犯”。利用基因芯片技术，研究人员找到了与白细胞介素-2基因平行表达的一组基因，其中包括一个原来未知的新基因。与此同时，另一个研究机构利用其他方法，也独立证明了这个新基因的表达是诱发炎症所必需的。

这两个研究成果表明，这个新基因可以成为抗炎药物的新靶点，阻断这一基因表达就可抑制炎症。接下来的工作目的性就更强了，新药开发的进程因此而加快。



## 思考与探究

1. 什么是基因诊断？基因诊断与基因芯片有什么关系？人类基因组测序的完成对基因诊断和基因治疗有什么意义？

2. 乳腺癌是妇女容易发生的一种癌症。请你根据基因芯片的工作原理，描述制作用于乳腺癌早期检测的基因芯片的大致步骤。



## 第3节 人体的器官移植

### 从社会中来

你知道“人耳鼠”吗？2000年，在我国的“863高科技项目”展览中，背负着一个“人耳”的裸鼠引起了人们的广泛关注，报刊、杂志和电视台都进行了报道。

老鼠背上为什么长出了一个活的“人耳”呢？过程大致是这样的：先用一种高分子化学材料聚羟基乙酸做成人耳郭的模型支架，让牛的软骨细胞在这个支架上增殖和生长，然后再接上表皮细胞，在先天缺乏免疫能力的裸鼠背上切开一个口子，将培养好的“人耳”植入后缝合。“人耳”支架最后会降解消失，“人耳”便与老鼠浑然成为一体。

“人耳鼠”为什么会引起人们的普遍关注呢？这并不仅是因为它的样子新奇，更因为它给人体器官移植中供体器官的新来源带来了曙光。



人耳鼠

汽车的某个零件坏了，可以对它进行更换。有些病人因为某个器官的衰竭而威胁到生命，应该也能更换这个“零件”。这看似简单，但对于人体这样一个高度复杂的系统来说，却并不容易。人类关于器官移植的构想源远流长，然而这一美好梦想的实现，却跨越了几千年。

#### 器官移植的“历史档案”

##### 幻想阶段

我国和古希腊很早以前就有用器官移植治疗疾病的传说。相传公元前200年左右，名医扁鹊（图1-10）曾给两个病人进行了心脏移植，并取得了好的效果。当然，这只是一个已无法核实的美好传说。

1987年在美国召开的国际器官移植大会，就是以扁鹊像作为会徽，以纪念这位名医。

##### 实验研究阶段

19世纪时，有人开始对游离的皮肤、软骨、肾上腺和甲状腺等组织和器官进行移植，但移植时并不吻合血管。

移植后的器官需要有血液供应才能成活，因此，血管吻合技术是器官移植需要跨越的第一道障碍。



图1-10 扁鹊像





图 1-11 默里

为什么同卵孪生姐妹间的肾移植容易获得成功？

### 资料卡

迄今为止，共有9个年度的诺贝尔生理学或医学奖与器官移植术的开创和发展有关。

真正带血管吻合的移植开始于20世纪初。1912年，有人采用缝合法进行了整个器官移植的动物实验，移植器官包括心脏、肾、脾、卵巢及内分泌腺等。这些进行了器官移植的动物最多存活了21天左右。

在动物实验的基础上，俄国一位科学家于1936年为1例尿毒症的病人移植了肾脏，但手术两天后病人死亡。此后10多年，还有医生进行过类似的肾移植，但病人都很难长期存活，主要原因是人们对人体免疫排斥反应缺乏了解。

如何克服免疫排斥反应，是器官移植需要跨越的又一道障碍。

### 进入临床阶段

1954年，美国外科医生默里(J. E. Murray, 1919—，图1-11)首次在同卵孪生姐妹间进行肾移植，并获得了成功，这使人们认识到避免或减弱免疫排斥反应是移植成功的关键。

以后经过研究和实践发现，在进行器官移植后，使用全身免疫抑制剂抑制排斥反应，可以延长移植器官的存活期。

### 临床发展阶段

20世纪60~70年代，器官移植手术还存在很大的障碍，主要是因为缺乏有效的免疫抑制药物。直到1978年，新一代强有力的免疫抑制剂环孢素A(图1-12)问世，才

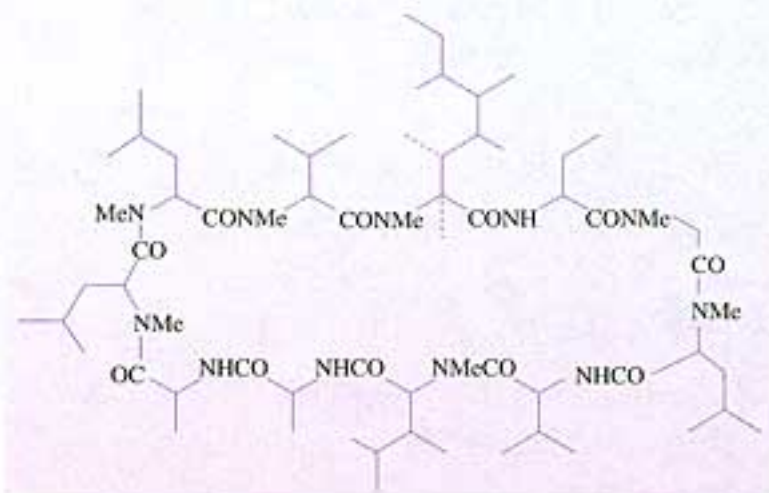


图 1-12 环孢素 A 的分子结构式

使临床上同种器官移植成功率迅速提高。经过20多年的探索和发展，人们已研制和开发出一系列的免疫抑制剂。目前，人体的绝大多数器官都可以进行移植，移植的器官存活时间长的可达10~20年以上，而且功能良好，患者能正



常地生活和工作，身体和心理也都正常。

被移植的器官必须是活的。而器官一旦脱离人体的血液供应，就会在短时间内丧失活力。这也是器官移植需要解决的现实问题。用低温保存的方法，可以将离体移植器官保存一段时间。

### 器官移植的实例——肾移植



类似上面的报道，在我们的生活中并不少见。

在所有的器官移植中，肾移植是最成功、最稳定的。从1954年肾移植获得成功至1998年期间，据不完全统计，全世界肾移植累计数已达到42万例，其中我国已完成近6万例。肾移植已成功地抢救了大批肾脏衰竭病人的生命。

肾脏是形成尿液的器官，健康人每昼夜有35~50 g的尿素、肌酐等代谢废物必须要随尿液排出体外。如果肾脏出现病变或衰竭，这些代谢废物不能及时排出体外，就会导致人因血液中毒素过多而中毒，严重的会导致死亡，这就是尿毒症。尿毒症病人可以通过血液透析仪器，模拟人的肾脏将代谢废物排出体外。病人一般需要每周做2~3次血液透析。但是，血液透析会给病人造成极大的痛苦和不便，而且不能及时将人体产生的代谢废物排出体外。所以，要从根本上解决病人的痛苦，就必须进行肾移植。供体肾脏植入受体的腹腔，通常和髂动脉、髂静脉相吻合(图1-13)。

肾移植手术能否成功，其影响因素主要有三个：手术技巧、供体器官的质量、供体与受体器官的组织相容性。其中供体与受体器官的组织相容性，即两者细胞表面抗原的相似程度，是关系到器官移植是否成功最关键的因素。细胞表面这种特异性

观察图1-13，想一想，正常人体内肾的自然位置在哪里？

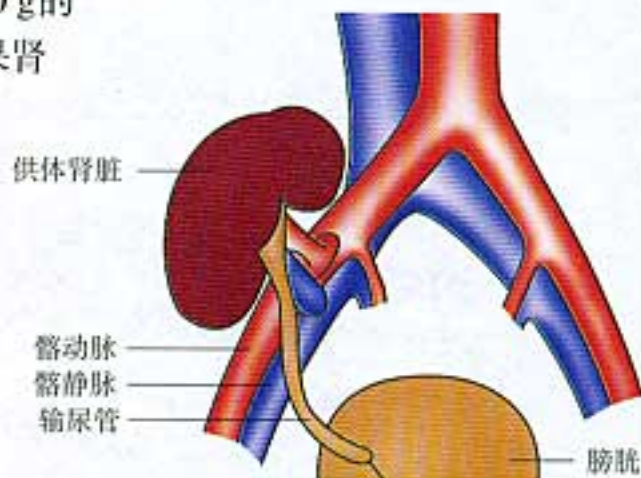


图1-13 肾移植部位示意图



的组织抗原就是白细胞抗原 (human leukocyte antigen, HLA)。

每个人的细胞表面，都带有一组与别人不同的组织相容性抗原。如果将别人的器官移植到某人身上，这个人的免疫系统就会认出这是“非己”成分而加以排斥。事实上，除了同卵双胞胎以外，要想在世界上找到两个HLA完全一致的人是不可能的。因此在移植之前，首先要检测供体和受体的HLA，分析两者的相似程度，再决定是否进行手术。研究表明，只要供体与受体的主要HLA有一半以上相同，就可以进行器官移植。由于供体与受体的HLA一般不可能完全一致，为了减轻器官植入后的排斥反应，病人还要长期使用免疫抑制药物，使免疫系统变得“迟钝”，这样，植入的器官就可以长期存留了。

如果从病人的亲属，如父母、兄弟和姐妹中寻找肾脏，由于供体和受体的组织配型较易相容，移植的成功率较高。

### 供体器官来源的展望

同卵双胞胎的 HLA 为什么会完全一致？



### 现实中的问题

如何获得可供移植的器官，是世界各国面临的共同问题。与发达国家相比，我国目前可供移植的器官短缺问题就更为严重。据不完全统计，截至2002年，我国有100万至150万患者需要进行器官移植，但每年仅能实施1.3万多例手术，许多危重病人因不能及时进行器官移植而死亡。

器官移植过程中的许多技术问题，随着科学技术的发展而被一个一个地解决了。但是，供体器官短缺的问题，却不是目前的生物科学技术与医学所能解决的。就目前情况来看，要解决供体器官短缺的问题，需要更多的人摒弃落后的传统观念，奉献自己的爱心。此外，由于器官捐献与移植既涉及捐献者与接受移植器官者的权利和义务，又涉及社会公德和人类伦理等方方面面的问题，因此需要通过相关法律法规来进行规范(图1-14)。



图1-14 我国将加快器官捐献立法

能不能利用其他动物获得供体器官呢？

20世纪60年代，美国一位医生给6位患者移植了猩猩



的肾脏，其中一位病人存活了9个月。这一成功掀起了从动物（特别是灵长类动物）寻找移植器官的热潮。但40多年过去了，除肾脏外，还没有任何一种植入的动物器官在人体内存活超过两周。现在，许多国家已禁止类似的人体临床实验。不过，这样的探索还在继续。近年来，猪已被列为首选动物。这不仅是因为猪的基因组与人很接近，而且它的内脏器官，如肾脏、心脏，在体积和功能上也与人相近。但利用猪的器官作供体器官，必须克服免疫排斥、微生物交叉感染和功能差异三大障碍。如果能让猪身上“长出”“人器官”，这个问题就好办了。目前，通过转基因技术使猪的组织器官“人性化”的工作已取得了一定的进展。

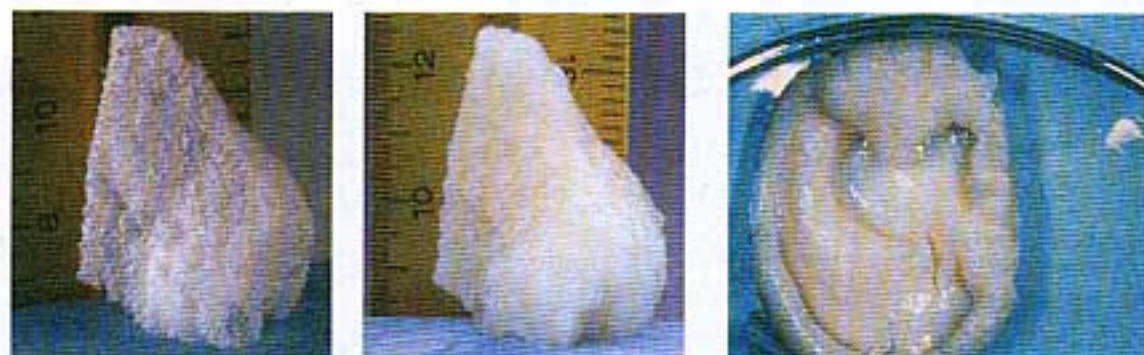
有些科学家认为，利用干细胞和组织工程技术构建人体器官，将是克服供体器官来源严重不足的一条有效途径。

组织工程是20世纪80年代出现的一种生物医学技术，在其后20多年里有了很大的发展。组织工程是将细胞、三维支架和细胞因子应用于体外组织的再生或体内的组织构建。“人耳鼠”就是组织工程应用的一个实例。

目前已有组织工程皮肤、组织工程软骨(图1-15)用

#### ▶ 异想天开

也许某一天，肝功能衰竭的病人，可通过植入人工肝得以治愈；胰岛素依赖型糖尿病患者不再需要每天注射胰岛素，因为他们体内装有人工制造的胰腺，血液透析已被医院弃用，因为任何一个肾功能衰竭的患者都可在体内植入一个由自己细胞制造的新肾脏。或许专营人造身体各组织器官的超市会出现，到那时，人们更换自己身体的“零件”将会十分容易，不必再忍受坏死器官的折磨。



组织工程鼻软骨

组织工程耳软骨

图1-15 几种组织工程器官

于临床，并形成产品在市场上出售。前者用于治疗烧伤和难愈性皮肤溃疡，后者用于修复关节损伤、头面部缺损等，都取得了很好的效果。目前许多国家的组织工程进入了临床试验阶段，但是，到目前为止，成功的只是较简单的组织，如皮肤和软骨。用组织工程再造缺乏再生能力的器官，如肝、肾、心脏等，将是科研人员急需克服的难题。预计在21世纪，随着科学和技术的进步，将会有更多的组织工程产品进入市场。



## 到 社 会 中 去

1. 了解当地有没有设置器官捐献的接受机构。如果有，你愿意在特殊的情况下捐献你的器官吗？

2. 了解你的家人和朋友对待器官捐献的态度。请你向他们介绍目前器官移植所面临的主要问题，以及这些问题需要通过什么途径来解决。



### 思考与探究

1. 决定器官移植成败的关键是什么？
2. 你认为哪些思想上的障碍造成了器官捐献者为数不多的现状？
3. 美国一家生物公司花费2亿美元，拟构建组织工程膀胱，结果以失败告终。但是，在有

关机构的支持下，该公司又一个雄心勃勃的计划接着启动：在10年内花费35亿美元，在体外建造组织工程心脏。为什么该公司愿意进行如此巨大的投资？



### 拓展视野

#### 生长因子的发现推动了组织工程的发展

一般情况下，成熟的人体细胞，如骨骼、肌肉和神经等组织器官的细胞不能增殖。早在20世纪60年代就有人提出，受损的组织器官在某种生化因子的作用下，可以再生成新组织。1965年，美国科学家马福肖(R. Mavshall)将大鼠骨研成粉末后，放入肌肉组织中，几周后观察到新的骨样组织的形成。1972年，哈佛大学福克曼(Folkman)发现某种因子可诱导体内组

织中的血管形成。后来，这两种物质分别被鉴定为骨形态形成蛋白和血管生成生长因子。这表明在某些特定蛋白质的作用下，成熟组织可以形成新的组织细胞，从而促进了组织工程的发展。

21世纪初，科学家对干细胞的研究，更为组织工程带来了希望。如果你有兴趣，可以查找有关资料，作深入的了解。



## 第4节 生殖健康

### 从社会中来

在参观游览寺庙时,有时还能看到一些人给送子观音菩萨烧香求拜。

现实生活中,让很多不孕夫妇如愿地抱上小宝宝的,不是什么“送子观音”,而是以生物学为基础的辅助生殖技术。



生殖健康是在20世纪90年代后形成的健康新观念,它主要包括三个方面:1.具有生殖和调节生育的能力;2.怀孕的母亲和分娩的婴儿都健康;3.夫妇在性生活中摆脱受计划外妊娠和性传播疾病的威胁。

对于不能正常生育的夫妇,怎样才能满足他们的生育愿望呢?怎样才能使夫妇的性生活摆脱计划外妊娠和性传播疾病的威胁呢?

#### 人工授精与试管婴儿

你知道吗?目前,在世界范围内,大约每10对夫妇中就有1对不能生育子女,我国近几年来不孕夫妇的比例也有逐渐上升的趋势。对于不能生育的夫妇,只要查明原因,借助于药物和现代辅助生殖技术,大多数都有生育孩子的可能。现行的辅助生殖技术包括人工授精、体外受精(试管婴儿)等技术。

#### 人工授精



#### 现实中的问题

如果妻子的生育能力正常,但因丈夫产生的精子少或精子活力差而造成不孕,应该采用什么辅助生殖技术呢?

#### 资料卡

生育能力正常的男性,每天可以产生几亿个精子,每次排出的精液中约含有2亿个精子。如果每毫升精液中的精子数少于2000万个,就可导致生育困难甚至不育。此外,有些男性不育症是由于精子活力差造成的。



人工授精怀孕的孕妇，产下多胞胎的机率比普通孕妇的大，这是为什么？

男性不育的问题可以采用人工授精方法来解决。人工授精是指用人工方法将精子导入女性子宫内，使精子与卵细胞结合成受精卵。

人工授精的基本过程如下。首先用药物刺激卵泡生长，使2~3个卵子成熟、排卵。12 h后，将准备好的精子样品，通过细导管导入女方的子宫颈部或宫腔底部(图1-16)。因

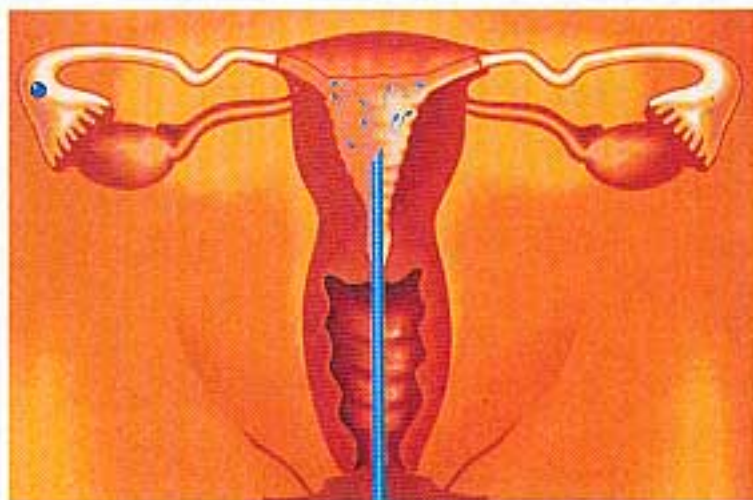


图 1-16 人工授精示意图

为受精发生在输卵管内，所以女方的输卵管必须至少有一侧通畅。将精子导入宫腔时，男方的精子数目要在正常范围内，至少要达到每毫升2 000万个，且活力强。受精完成后还要测试和监控妊娠，以判断受精卵是否正常着床、是否发育正常。

人工授精所采用的精子可以是丈夫本人的精子，也可以是供精者提供的精子。由供精者提供精子容易引起社会伦理问题，为此，我国已颁布了《人类辅助生殖技术规范》。

#### 体外受精



#### 现实中的问题

有的家庭中，丈夫的生殖能力正常，但妻子因输卵管阻塞而不孕。这样的问题又该怎样解决呢？

这样的不孕问题可以通过体外受精技术来解决。体外受精技术又称试管婴儿(test-tube baby)技术，是广为采用



的辅助生殖技术，简单地说，就是从卵巢内取出几个成熟卵子，在实验室的器皿(如试管)中培养，然后加入经技术处理的精子，等精子和卵细胞结合成受精卵后，继续培养到形成8~16个细胞的囊胚，再将囊胚转移到子宫内，使之发育成胎儿。也可选择健康的单个精子，经显微注射与卵细胞结合，再培养和植入子宫内(图1-17)。

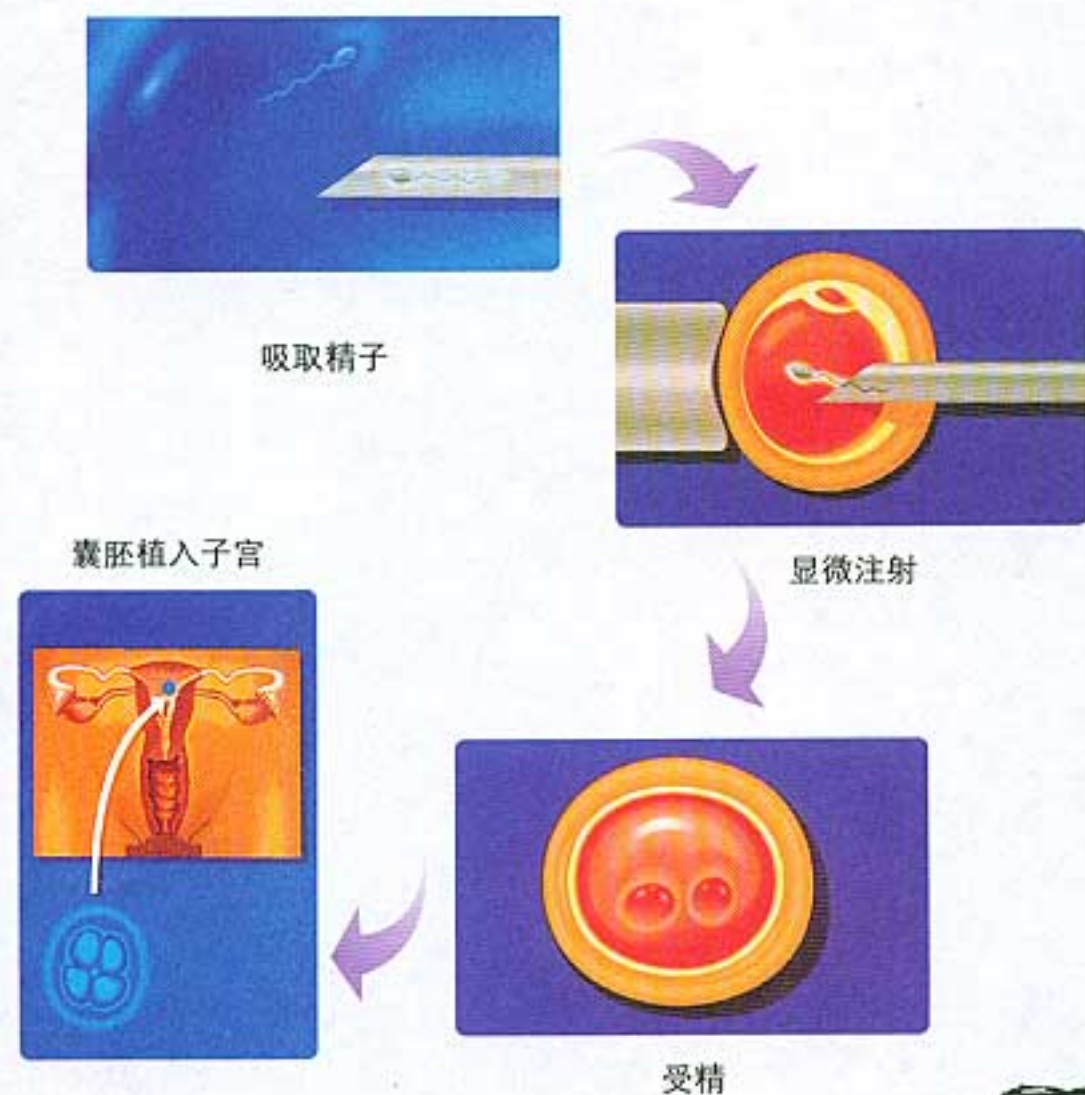


图1-17 试管婴儿技术示意图

体外受精技术是20世纪辅助生殖技术的杰作。这项技术不仅可以解决由输卵管阻塞引起的不孕症，还可用于治疗由精子数目低下、精子形态不良而引起的男性不育症，从而给更多的家庭带来幸福。体外受精最早于1978年在英国获得成功(图1-18)。目前，全世界已至少有22万试管婴儿。我国自1988年首例试管婴儿诞生以来，至今已有1000多名试管婴儿像其他人一样健康地生长和生活。



图1-18 世界上第一个试管婴儿——露易斯·布朗(14个月)和“试管婴儿之父”——斯特普顿医生





### 资料分析

## 试管婴儿技术光环的另一面

请你阅读下列资料，与小组同学讨论后面的问题。

**资料1：**有人试图建立“名人精子库”和“美女卵子库”，他们认为将男性名人的精子和美女的卵细胞结合，可以使后代既聪明又漂亮。

**资料2：**在试管婴儿技术应用了多年后，人们逐渐认识到这项技术本身固有的缺陷。各国的统计资料表明，与正常妊娠相比，试管婴儿出生时体重低于2.5 kg的很多，流产率增加了2倍，死胎和新生儿死亡率也很高。有人将本不能穿过卵细胞细胞膜的精子，用人工方法注射到卵细胞内，从而达到受精的目的，而这样做却可能导致新生儿发育异常。

**资料3：**如果某妇女因子宫有疾患，用她的卵子和丈夫的精子在体外受精，再培养到一定程度的胚胎时，就需要找一位代孕母亲，让胚胎在代孕母亲的子宫内发育成胎儿。

### 讨论

1. “资料1”中的想法科学吗？人为地“控制”和“定做”婴儿，会给社会带来什么样的问题？

2. 请列举“资料3”中的做法可能带来的伦理道德问题。有的女性担心生育过程对自身有不良影响，想找别人做代孕母亲。你认同这样的想法吗？说说你的理由。

3. 读完这3个资料，你对试管婴儿技术有什么新的认识？

### 避孕的原理和方法

有效的避孕措施在计划生育工作中起着重要作用。避孕是通过各种措施，干扰受孕或阻断妊娠过程，从而达到节制生育的目的。避孕药、避孕套是常用的避孕药具(图1-19, 图1-20)。

目前所采取的避孕措施，主要是通过以下机理起作用的。

1. 抗排卵：通过影响激素分泌，抑制卵巢内卵泡的发育和卵的成熟，从而抑制排卵。

2. 抗生精：抑制睾丸生精功能，阻碍精子生成。

3. 抗受精：杀灭精子，阻止精卵相遇；或使精子失去与卵子结合的能力。

4. 抗着床：阻止或干扰受精卵在子宫内膜着床。

5. 抗早孕：使已着床的胚泡或胚胎从子宫



图1-19 各类避孕药



图1-20 避孕套



腔排出。

采用哪种避孕措施，需根据年龄、性别、避孕意愿、哺乳和健康状况，以及家庭收入等情况来决定。

### 预防性传播疾病

性传播疾病 (sexually-transmitted disease) 是指通过性行为而传播的传染病。由于这类疾病主要以性接触为传播渠道，病症又多见于性器官，因此通称为性病。

性传播疾病共有 50 多种，其中艾滋病、梅毒、淋病等因传播速度快、范围广，对人类健康和社会的危害最为严重。

### 资料卡

#### 几种性病简介

1. 梅毒：由梅毒螺旋体引起的疾病，可侵犯皮肤、黏膜、心血管和神经系统等重要器官系统。临床分为获得性和先天性梅毒两种，前者由性交直接传染，后者由患病的孕妇经胎盘传染给胎儿。

2. 淋病：由淋病双球菌引起的泌尿生殖系统感染最为常见，主要侵犯尿道、阴道、盆腔、眼睛、咽喉等部位。

3. 艾滋病 (acquired immunodeficiency syndrome, AIDS) 是由人类免疫缺陷病毒 (HIV) 感染免疫系统 T 细胞而引起的免疫缺陷病，是一种危害极严重的性传播疾病，主要通过性行为、血液和母婴传播。艾滋病的临床表现可分为 3 个时期：(1) 急性期 类似流感症状，持续 2~3 周后自然消退。(2) 潜伏期 半年至 15 年不等，除 HIV 阳性外，一般无明显症状。这是因 HIV 侵入 T 细胞后，潜伏在 T 细胞内暂时停止增殖。大约 50% 的感染者将在 10 年内发展为艾滋病。(3) 艾滋病期 HIV 增生活跃，杀伤 T 细胞，使免疫功能极度低下，从而造成严重的感染、恶性肿瘤和多系统疾病，若不及时治疗将很快死亡。

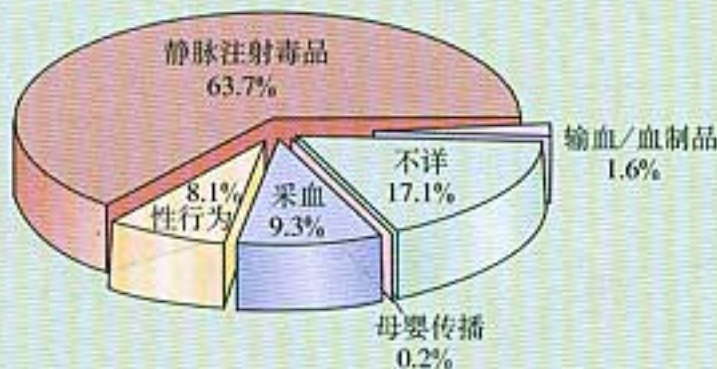
到 2003 年，我国有 84 万人感染了 HIV，目前感染人数仍在持续增加。这已引起了全社会的高度关注。艾滋病不是绝症，而是一种难以治愈的疾病。由我国旅美学学者何大一发明的“鸡尾酒”疗法，

可延长病人的生存期。近年来，由于治疗药物的国产化，我国艾滋病患者一年的治疗费用约在 3 500 元之内。我国已于 2003 年开始，在一些地区开始试点免费供给艾滋病病人医治的药物。

艾滋病患者是病人。我们不要歧视、隔离、疏远艾滋病患者，而应给予他们更多的关爱。关爱艾滋病病人是一种美德。只有全社会的人都认识到艾滋病的危害，并积极参与到防治艾滋病的社会行动中，才有可能从根本上根除艾滋病。



淋病症状之一



我国累计报告的 HIV 感染者的传播途径分布图 (1985~2002)



性传播疾病的传染方式主要有：

1. 性行为传播：通过性交使细菌或病毒侵入人体，这种方式的感染占全部病例的95%以上。

2. 间接传播：通过共用生活用品、公共浴池、餐具、医疗器械等传播。与直接接触感染相比，间接传播感染的机会少，但淋病例外。与淋病患者密切接触、共用被褥、马

桶等，也有可能感染上淋病。

3. 血液传播：输入被污染的血液或血液制品是艾滋病及梅毒的传染途径之一。在各种传播途径中，吸毒者共用注射器是艾滋病传播的重要途径。

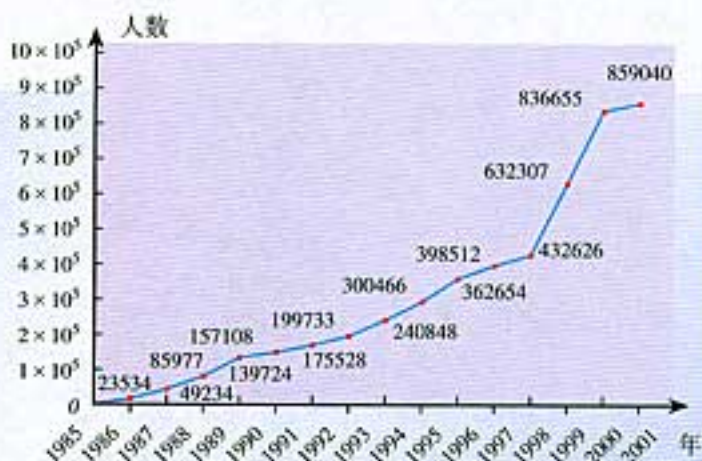
4. 母婴传播：艾滋病和梅毒可通过胎盘传染给新生儿。

## 到 社 会 中 去

右图为我国1985~2001年报告的性病病例数。从图中可以看出，我国性病病例呈快速上升趋势。

讨论：1. 性病对个人、家庭和社会产生什么样的危害？

2. 请从个人、公众和政府三个层面谈谈怎样才能预防性病的传播？



### 思考与探究

1. 在一些地方的街头和一些大学校园里，设置了提供避孕药具的设施。请结合当前的社

会现实问题，分析这一做法有什么意义。

2. 解释下列避孕方法的生物学原理。

	避孕方法	生物学原理
1	安全期(自然)避孕法	
2	避孕丸	
3	屏障避孕法	避孕套
		子宫帽
4	外科手术避孕法	输精管结扎手术
		输卵管结扎手术





## 拓展视野

### 《人类辅助生殖技术规范》简介

2003年，我国卫生部通过的《人类辅助生殖技术规范》中规定：禁止给不符合国家人口和计划生育法规、条例规定的夫妇和单身妇女实施人类辅助生殖技术；禁止无医学指征的性别选择；禁止实施代孕技术；禁止以生殖为目的对人类配子、合子和胚胎进行基因操作；禁止实施近亲间的精子和卵子结合，等等。

规范还规定，一个人的精子最多只可提供给5位受孕者，并且应确保每位供精者只能在一处供精，以最大限度减少后代近亲结婚的可能；禁止买卖精子和以盈利为目的的供精行为，精子库的精子不得作为商品进行交易；禁止任何组织和个人以任何形式募集供卵者进行商业化的供卵行为。

《人类辅助生殖技术规范》提出，进

行人类辅助生殖技术时还必须遵守7大伦理原则，即有利于患者、知情同意、保护后代、社会公益、保密、严防商业化和伦理监督。为保护供精者和受者及所出生后代的权益，供者和受者应保持互盲（互不知情），供者和实施人类辅助生殖技术的医务人员应保持互盲，供者和后代应保持互盲。精子库的医务人员有义务为供者、受者及其后代保密。精子库应建立严格的保密制度并确保实施，包括冷冻精液被使用时应一律用代码表示，冷冻精液的受者身份对精子库隐匿等措施。受者以及实施人类辅助生殖技术机构的医务人员都无权查阅供精者真实身份的信息资料，供精者无权查阅受者及其后代的一切身份信息资料。



## 书海导航

1. 中国科学技术协会编：《世纪辉煌——诺贝尔科学奖百年回顾》，科学普及出版社，2001年。
2. 卢圣栋：《生物技术与疾病诊断》，化学工业出版社，2002年。
3. 张玉静：《分子遗传学》，科学出版社，2000年。
4. 王经纶：《性与生殖健康》，辽宁科学技术出版社，1999年。
5. 《科学》（*Scientific American* 中文版）杂志。



## 网站链接

<http://www.china-kidney.com/yzwd/yzwd.htm>  
<http://www.zzszy.com.cn/kt/kt1.htm>



## 总结与拓展

医学是人类与疾病斗争的武器，而生物学是医学的理论基础。抗生素的发现和应用，使得人类成功地控制了许多曾经严重危害人们健康的感染性疾病；新发展的基因诊断和基因治疗手段，则使人类看到了战胜恶性肿瘤等疾病的曙光；随着器官移植技术的发展和成熟，数以百万计的器官衰竭病人的生命得以挽救。而这些诊疗手段都是以生物学作为理论基础的。同样，生物学和技术的发展，也是实现人类生殖健康的基础。医疗实践中的许多困难，也同样给生物学提出了新的挑战。例如，要解决细菌产生抗药性、基因治疗可能引起的副作用、器官移植中供体器官短缺等现实问题，就给生物学提出了新的课题。此外，生物学和医学的发展，并不能解决人类面临的全部问题。例如，器官捐献与移植既涉及捐献者与接受器官移植者的权利和义务，又涉及社会公德、人类伦理等方方面面的问题，而不是仅依靠生物学或医学的发展就能解决的，因此需要通过相关法律法规来进行规范。现在，人类已经能够借助科学技术对自身的生殖进行控制，但这项技术的应用也不仅仅是生物学或医学的问题，它涉及到人类社会的伦理道德等多方面的问题，在应用不当时，可能会带来不少负面影响。

事实上，本章内容，仅仅是列举了有关生物学与人类健康关系的几个方面，并没有做到面面俱到。

健康是一种身体上、心理上和社会适应方面的良好状态。可以看出，人类的健康并不仅仅是疾病的治疗。有关生物学与人类健康的关系，还有许多内容本章没有涉及到。如果感兴趣，你可以进一步去了解。

当今生物学正在迅猛发展，可能会更快地促进医学的进步。例如，人类基因组计划的完成以及目前所进行的后基因组研究，就可能给癌症、遗传病的防治以及人类寿命的延长等方面带来积极的影响。希望你能在以后的生活中继续关注！

人类的健康还与食品的种类和质量、药品的生产，以及环境条件的改善等方面息息相关。生物学的发展与农业、工业、环境保护等方面关系的内容，将是我们后续学习的内容。





# 第 2 章 生物科学与农业



农业是我国国民经济的基础，而生物科学又是农业的核心理论基础。生物科学每前进一步，都会带来农业的新进展；农业每向前一步，又会给生物科学提出新的课题，从而促进生物科学的发展。例如，细胞全能性的发现，使植物可以通过组织培养进行大规模的工厂化生产，极大地提高了生产效率和经济效益；而苗木的工厂化生产，又促进了有关细胞生长和分化规律的研究。生物科学的发展正突飞猛进，生物科学技术在农业上的应用将越来越广泛和深入。





## 科技发展之窗

## 农业的绿色革命



随着时间的推移，人类赖以生产食物的可耕地因为城市化、沙漠化等原因在不断减少，而人口却在不断地增加。如何利用越来越少的耕地来养活越来越多的人？20世纪50年代至80年代发生的农业绿色革命 (green revolution) 给人们带来一些启示。

20世纪40年代末，化肥的大量施用使农作物的产量得到提高，但小麦等主要粮食作物高秆品种的倒伏现象却越来越严重，有时反而造成减产。为了解决这一问题，以勃劳格 (N.E. Borlaug, 1914—) 为首的科学家，在墨西哥用矮秆低产小

麦与高秆高产小麦杂交，育成了一大批适应性强、产量高的矮秆小麦品种，人称“墨西哥小麦”。墨西哥1944年还是小麦进口国，由于这些新品种的推广和应用，到1964年则变成了小麦的出口国。1967年后，许多国家也相继引入墨西哥小麦，使小麦大幅度增产。例如，印度由于引进墨西哥小麦，因而在1967~1978年的十余年间使小麦产量增加了200%。人们将1944年起到20世纪80年代末，墨西哥小麦及其栽培技术的形成、传播和普遍获得高产的现象，称为“绿色革命”。勃劳格被誉为“绿色革命之父”，并于1970年荣获诺贝尔和平奖。与此同时，位于菲律宾的国际水稻研究所用高秆与矮秆水稻品种杂交，有了一批矮秆、



勃劳格

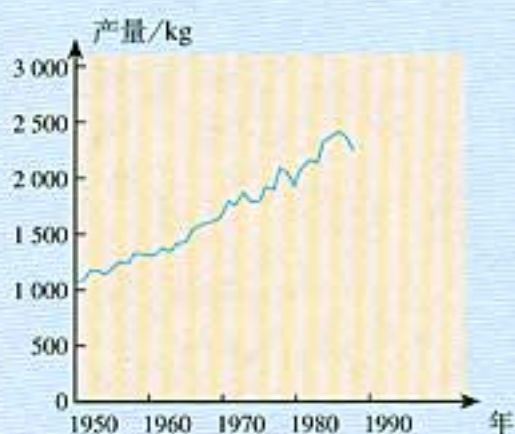


高产水稻新品种。这些新品种在东南亚推广种植后，使水稻的产量提高1~2倍。人们将这一农业进步也一并称为“绿色革命”。

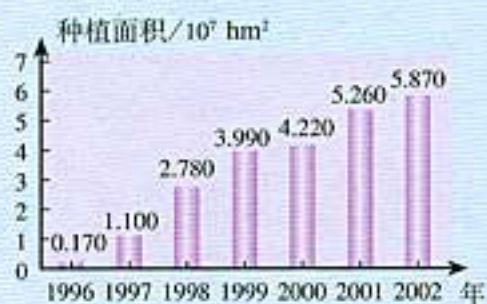
以袁隆平为首的中国科学家，根据遗传学杂种优势的原理，于1973年成功地培育出世界上第一代杂交水稻。杂交水稻的大面积推广，使水稻在矮秆品种产量提高的基础上，平均亩产再提高20%，仅在我国，年增产稻谷达  $1.15 \times 10^{10} \sim 1.2 \times 10^{10}$  kg。世人称杂交水稻的成功为“第二次绿色革命”，袁隆平因此被誉为“杂交水稻之父”。

遗传学的基本原理与植物育种相结合产生的农业绿色革命，不仅使世界粮食增产的速度与人口增长速度同步，而且带动了农业相关行业的迅速发展。

自1983年起，基因工程与动植物育种的结合，产生出大量的转基因动植物新类型，转基因作物的种植面积在全球已经达到  $5.87 \times 10^7$  hm<sup>2</sup>。有人称这是农业的另一次革命——“基因革命”。尽管目前对转基因动植物还存在争议，但从历史经验看，有关基因的基础理论和转基因技术的新进展，很可能会使农业再产生一次新飞跃。



1950~1988年世界每公顷粮食产量



1996~2002年全球转基因作物种植面积



# 第 1 节 农业生产中的繁殖控制技术

## 从 社 会 中 来

这一大片美丽的郁金香，要追溯它们的来历，需要穿过田野来到生产车间。

在车间里，你将会看到工人们穿着工作服，戴着口罩，坐在操作台前，用镊子、试管等，正在将一些植物的组织或小苗等材料进行消毒、接种或转移。你还会看到在生产车间里，整齐地摆放在一层层架子上的玻璃瓶、锥形瓶中，幼嫩的小苗正在茁壮成长。

组织培养技术的发展，大大加快了植物优良品种的繁殖速度。



俗话说，“好种出好苗”。优良品种对农业生产具有极其重要的作用，自有农业以来，人类就一直在进行动植物新品种的培育。优良品种需要繁殖到一定规模才能充分产生效益，这就涉及到繁殖控制技术。

### 杂种优势的应用



#### 现实中的问题

“王婆卖瓜，自卖自夸”。可以想像，卖瓜的王婆肯定总是夸她的瓜又大又甜，以期卖出好价钱。但在自然界中，甜的瓜往往容易感病招虫并且个头较小，而抗病抗虫的瓜又不太甜。

怎样才能获得抗病虫的甜瓜呢？

将甜的瓜品种与抗病虫的瓜品种杂交，后代里就可能出现抗病虫的甜瓜。这样得到的甜瓜是第一代 ( $F_1$ ) 杂种，它能比双亲表现出更优良的品质，这就是杂种优势 (heterosis, hybrid vigor)。

由此可见，杂种优势是指具有一定遗传差异的两个个体进行杂交后，所产生的后代在生活力、生长发育速度、抗逆性以及形态大小等方面明显优于杂交双亲的现象。

杂种优势是生物界普遍存在的一种遗传现象。杂种优势在农业上的应用，带来了巨大的经济效益。我国目前年杂交水稻种植面积约  $1.53 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ，年增产水稻  $1.15 \times 10^{10} \sim 1.2 \times 10^{10} \text{ kg}$ ；杂交玉米的种植面积  $1.7 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ，年增产玉米近  $1.3 \times 10^{10} \text{ kg}$ 。在畜牧养殖业方面，杂种优势广泛应用于鸡、羊、猪、奶牛和肉牛等育种工作中，培育的杂种



个体具有体型大、健壮、生长速度快或产蛋率高、产奶量大等优点，为人类提供了丰富的蛋、奶和肉类等食品。

但是，杂种优势在制种方面也存在需要解决的问题。



### 现实中的问题

杂交获得的抗病虫害甜瓜 ( $F_1$ ) 所结的种子播种后，所结的瓜 (属于第二代,  $F_2$ ) 却有的甜，有的不甜，有的抗病虫害，有的不抗病虫害。

这是为什么呢？

这是因为  $F_2$  会出现性状的分离，所以播种后所结的瓜就多种多样。另外，杂种优势在杂种第一代 ( $F_1$ ) 中表现最强或最突出，以后逐代递减。因此，为了确保利用杂种一代 ( $F_1$ ) 的优势，对于一年生的作物而言，不但必须年年配制杂交种，而且制种的双亲都必须高度纯合。对于农民来说，就需要年年购买种子。



### 讨论

“一花独放不是春，百花齐放春满园”。优良品种必须通过种植或养殖达到一定的规模才能带来经济效益。要做到这一点，就必须具有经济、快速和“高保真”的繁殖控制技术。你知道哪些相关技术？和本小组的同学交流一下，看看其他同学是否能给你什么启示。

### 植物微型繁殖技术

运用植物微型繁殖技术 (plant micropropagation)，可以在一年半载内，将一棵苗培育出成千上万棵苗。

“植物微型繁殖技术” (也称“快速繁殖技术”，简称“微繁”或“快繁”)，是植物组织培养 (plant tissue culture) 技术的一种，是利用离体的芽、茎等器官 (外植体) 在无菌和特定光温条件下，在人工培养基上进行的快速无性繁殖技术。用微繁技术生产的苗木一般称为“组培苗”。在正常情

### 资料卡

骡子是驴与马交配的杂种后代，比马、驴的挽力大，持久力强。



回忆必修课所学知识，想一想， $F_2$  为什么会出现性状的分离？



况下，利用一棵苗或一个芽，通过微繁技术，在一年内可以生产出  $5 \times 10^5 \sim 10 \times 10^5$  株幼苗，比传统的嫁接繁殖或扦插繁殖快  $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^6$  倍。换句话说，平均一平方米的培养架面，至少相当于一亩地的育苗量。

植物微繁技术的流程见图 2-1。

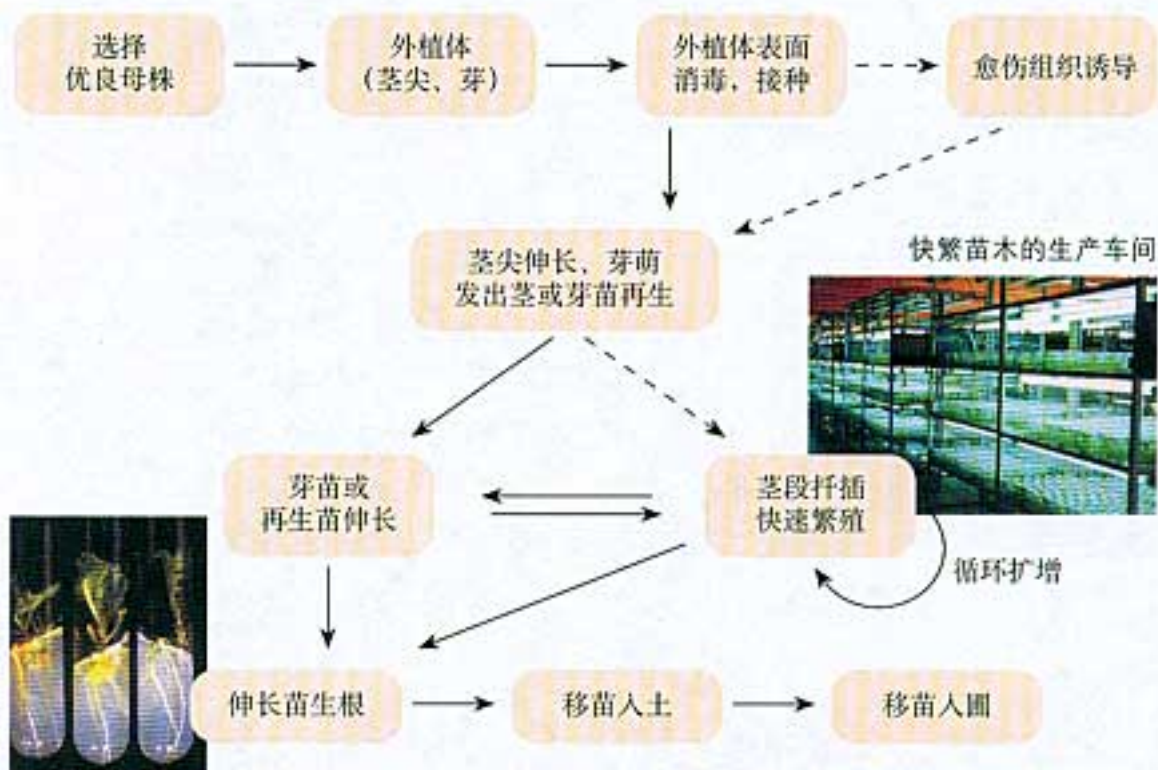


图 2-1 植物微繁技术流程图

(图中虚线箭头为可进行也可不进行的步骤)

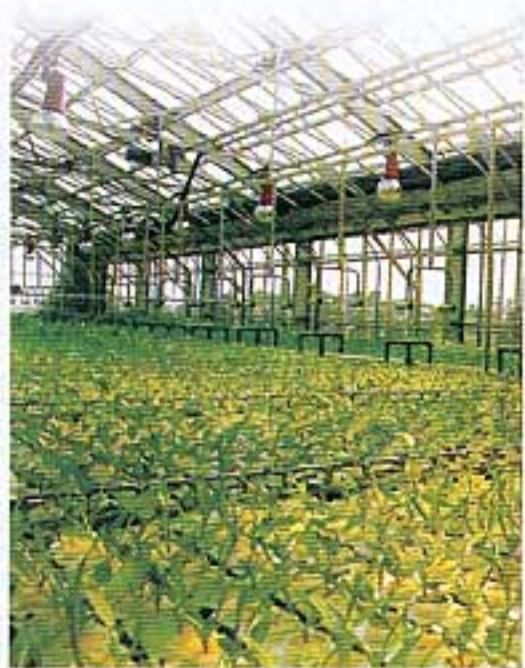


图 2-2 试管生根苗的温室驯化

植物微繁技术以快速、“高保真”和不受自然生长季节的限制为特点，被广泛应用于濒危植物的保存和繁殖、珍稀特优植物的保存和繁殖、植物脱病毒、园艺园林苗木的大规模工厂化生产和植物生理生化及分子生物学的研究，特别是大规模工厂化育苗(图 2-2)。例如，荷兰的郁金香、百合、火鹤等，法国的玫瑰、葡萄、草莓等，美国的草莓、甜橙、香蕉等，新西兰、意大利的猕猴桃等，都是由一两家苗木工厂用微繁技术生产幼苗，供应本国乃至全世界许多地方。在我国，蝴蝶兰和大花蕙兰等热带兰、马蹄莲、刺槐、花槐、红叶椿、草莓、香蕉、葡萄和红栎等都实现了工厂化育苗。

植物可以采取微繁技术快速繁殖，但这种技术暂时无法用于动物的繁殖。对于动物来说，又能采用什么方法快速增加优良品种的个体数量呢？



## 动物的人工授精技术



### 现实中的问题

在自然配种条件下，一头优良种公牛一年最多只能配种近百次，如果配种次数过多，就会影响精子的质量。那么，如何充分利用这头优良种公牛的精子，让更多的母牛怀孕产下优良的后代呢？

还有，假如这头优良种公牛饲养在新疆，而需要配种的母牛饲养在黑龙江，真的要让它千里迢迢地去“完婚”吗？

人工授精技术的运用，就使得上述难题迎刃而解。

人工授精技术是指以人工方法，利用器械采集雄性动物的精液，经检查与稀释处理后，再输入到雌性动物生殖道内，以此来代替自然交配，从而达到繁育的目的（图2-3）。与自然配种相比，人工授精技术可利用一头种公牛一年所产生的精液进行40 000次配种，从而极大地提高了繁殖效率。

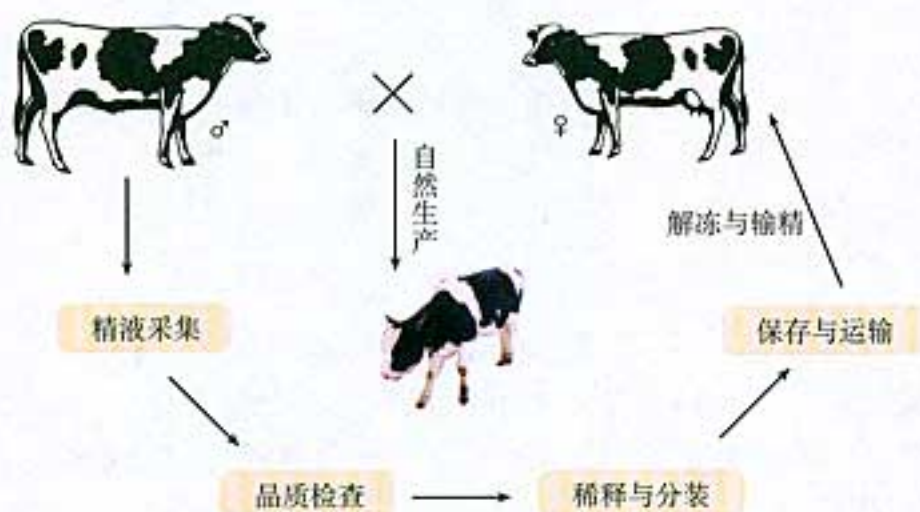


图2-3 人工授精技术流程简图

20世纪40年代，人工授精技术就应用于奶牛的繁殖，后来又在马、猪、羊和家禽等动物的繁殖中得到了广泛应用。

近几十年来，人工授精技术不断完善和发展，尤其是精液的低温冷冻保存技术的成熟，使人工授精技术成为迄今为止在家畜育种中最重要的繁殖控制技术。

### 资料卡

几种主要家畜每次射精量和精子数（平均值）

种类	射精量 (mL)	精子数 (亿)
牛	5	50
绵羊	1	30
猪	215	215
马	70	70





图 2-4 试管家畜技术示意图

人工授精技术在家畜养殖业中发挥了巨大的作用，主要表现在以下几个方面：

- 极大地提高了优良公畜的配种效率，迅速地扩大其优良遗传特性在动物种群中的比例。
- 能较好地减少种公畜的饲养数量，降低生产和管理成本。
- 可以使得优良种公畜的使用不受时间和地域限制。

### 试管家畜技术

和试管婴儿一样，试管家畜并非是在试管中发育成长的，而是通过体外受精技术获得的家畜。这就是从母畜体内取出卵细胞，在试管或培养皿中完成受精，再将发育正常的早期胚胎移植到受体（代孕母体）子宫内着床、妊娠、发育，直至分娩（图 2-4）。

1959 年，美籍华人科学家张明觉获得了世界上第一批体外受精的试管兔。此后，又成功获得牛、猪、绵羊和山羊等动物的试管家畜。

和人工授精技术一样，试管家畜技术在很大程度上提高了家畜的繁殖效率。但是，科学家并没有停止对新技术的探索——还能不能把家畜的繁殖效率再提高一些呢？

### 胚胎分割技术

在试管家畜的操作过程中，一个优良的受精卵只能获得一头优良的家畜。我们知道，早期胚胎细胞具有很强的分裂能力，并保持着细胞的全能性，能不能让一个胚胎发育成两个或更多个遗传性状完全一样的个体呢？

通常情况下，新个体是由一枚受精卵发育而成的。假如能让一枚受精卵发育成两个、四个、八个甚至更多个体，就能大幅提高家畜的繁殖效率。这就是胚胎分割技术的基本思路。

早在 20 世纪 50 年代，科学家便开始了这方面的研究。随着对胚胎发育不同阶段细胞全能性认识的深入，以及技术手段的改进，胚胎分割技术在不同动物中陆续获得成功。到目前为止，科学家已经在兔、绵羊、山羊、牛、马和猪等家畜中获得了来源于 2 分胚的活体（图 2-5）；还在兔、猪、牛、马等家畜中获得了来源于 4 分胚的后代；进而在兔、绵羊、猪等动物中获得了来源于 8 分胚的后代。



图 2-5 胚胎分割技术所生同卵双生仔畜



胚胎分割技术是指采用机械方法，即用特制的显微刀片或玻璃微针将早期胚胎分割成2份、4份或更多份(图2-6)，经体内或体外培养，然后植入代孕母体内，从而获得同卵双生或多生后代。

通过胚胎分割，可以提高胚胎的利用率，增加每枚胚胎的后代繁殖数，提高优良品种的推广速度。随着技术的不断进步，可以将胚胎分割技术和胚胎冷冻技术(图2-7)结合起来，将分割胚胎的一部分冷冻起来备用，另一部分用于性别鉴定，这对于动物的性别控制具有重大的意义。

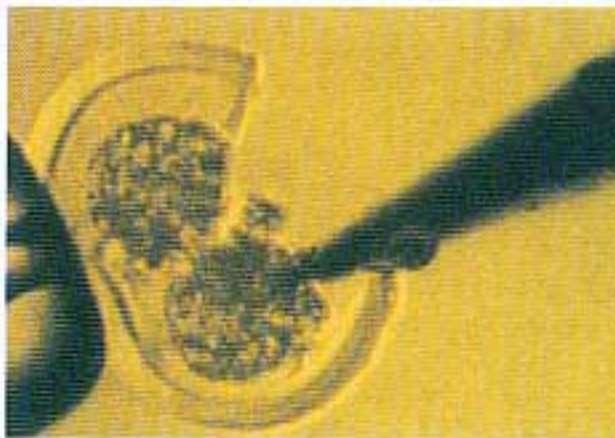


图2-6 正在进行胚胎分割

### 克隆哺乳动物技术



#### 现实中的问题

采用人工授精技术或胚胎分割技术获得的后代，具有两个亲本的性状。如果想要获取某一亲本全部优良的性状，应用精卵结合的有性生殖方式显然不理想。动物的体细胞具有全套的遗传物质，而每个细胞理论上是具有全能性的。那么，能不能直接利用动物的体细胞来繁殖遗传物质完全相同的动物呢？

1997年2月27日，英国《自然》杂志刊登了英国科学家成功获得克隆羊“多利”的研究论文，在世界范围内引起了广泛关注。

克隆实际上是指无性繁殖。哺乳动物的克隆技术，是指利用某哺乳动物的体细胞核，产生一个与该动物几乎完全相同的新个体。由此可见，动物的体细胞核仍具有全能性。

目前所获得的克隆动物都经过了与去核卵细胞的融合、激活和发育等步骤。克隆动物并非完全来自于初始的那一个细胞。所以确切地说，目前所说的哺乳动物克隆技术都是“核移植”技术。而真正意义上的体细胞克隆，还需要人们更加努力地探索。

随着克隆技术的发展，人们可以展望一幅美好的前景：这项技术将来可以使优良农业动物的数量在较短的时间内得到大规模扩增；可以应用于对濒临灭绝动物的保



图2-7 胚胎冷冻库



回顾多利产生的过程，想一想，多利的遗传物质是否全部来自一只绵羊的体细胞呢？



存,使这些动物在即使仅有几只的情况下依然有可能生存和繁衍。另外,克隆技术还可以用于对动物生长发育过程的研究,从而加深人类对生命本质的思考和探索。

但是,正如你已经从大众传媒所了解的那样,哺乳动物克隆技术若用于人类,将对人类社会的伦理道德带来巨大的冲击。可见,科学技术是一把双刃剑!

## 到 社 会 中 去

假如你现在是某家现代化农业技术公司的法律顾问。

经过多年的努力,公司的技术人员成功地培育出一种抗虫、高产、优质的葡萄品种。为了开发这个新品种,公司的投入较大,因此,公司希望能在较长的一段时间内通过出售这个品种的幼苗获得经济效益。但是,如果售出的幼苗被其他人进行“快速繁殖”,就有可能使这种希望落空。寻求法律保护可能是一种比较理想的途径。目前,《中华人民共和国动植物新品种保护条例》等相关法规可能会为此提供保障。

请你去查找相关资料,为公司提出寻求法律保护的思路。

### 思考与探究



黄牛生奶牛

1. 目前,在奶牛养殖业的生产实践中,常常有“黄牛生奶牛”的报道。如果你是一位畜牧研究工作者,你准备采用什么技术实现“黄牛生奶牛”。如果你要得到遗传性状相同的一群奶牛,你又准备采取什么技术?

2. 多利于2003年2月死亡。多利之死在世界范围内引起了关于克隆动物安全性的争论。请你谈谈多利短寿在遗传方面可能存在的原因。



## 第 2 节 现代生物技术在育种上的应用

### 从 社 会 中 来

农业上大量施用农药不仅会提高成本,还会造成农产品和环境的污染。如果能培育出抗虫害的农作物新类型,这一问题就会迎刃而解。抗虫棉就是在这样的背景下产生的。

抗虫棉为什么能抗虫呢?它靠的是自身产生的苏云金芽孢杆菌毒蛋白(Bt毒蛋白)。这种毒蛋白能破坏鳞翅目昆虫的消化系统。抗虫棉之所以能够产生Bt毒蛋白,是由于转入了苏云金芽孢杆菌的Bt基因。

为什么传统的杂交育种方法培育不出抗虫棉呢?转基因作物会危害人体健康吗?转基因作物会不会影响生态系统的稳定性?



转基因抗虫棉和普通棉对照

直至20世纪70年代,培育动植物新品种的方法仍然限制在“有性杂交”的范围内,基因只能在可以进行有性交配的群体内流动,即主要为种内杂交。例如,不同品种水稻之间的杂交、不同品种的猪之间的杂交。这种方法有很大的局限性,例如育种周期很长,有时难以在同种生物内找到所需要的性状,等等。上面提到的抗虫棉,就无法通过不同品种棉的有性杂交来获得。

现代生物技术,特别是转基因技术和细胞杂交技术,打破了种间生殖隔离的界限,不仅使基因能在相近的物种间流动,而且几乎能使基因在一切生物之间流动,从而翻开了育种的新篇章。

#### 转基因技术育种

转基因技术是指按照人们的意愿,把一种生物的某个基因克隆出来,加以修饰和改造,再转移到另一种生物的细胞里,从而定向地改造生物的遗传性状。

转基因技术主要涉及到两个方面的内容:目的基因的制备和目的基因导入受体细胞的过程。



目的基因的制备是一个复杂的过程。首先需要对目的基因的结构、在染色体上的位置和DNA序列有非常清楚的认识。其次要通过分子生物学技术将目的基因提取和分离出来，并且大量扩增。最后将获得的**目的基因**导入到受精卵或其他细胞中(图2-8)。

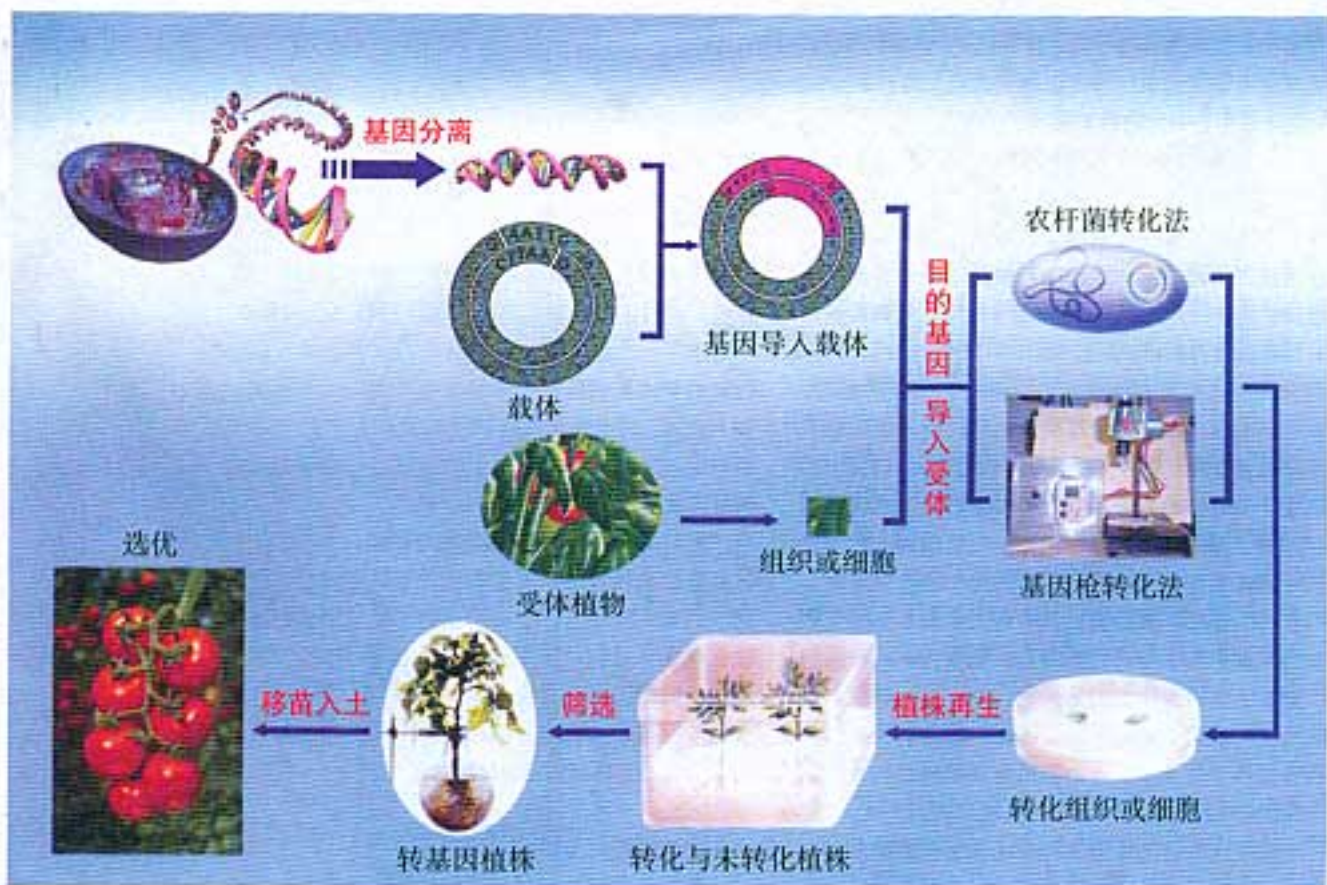


图2-8 植物转基因技术流程示意图

### 资料卡

#### 将目的基因导入受体细胞的方法

依据动植物不同的特点，在实际操作中**将目的基因导入受体细胞的方式**也不尽相同。动物中主要采用显微注射法，即通过机械手段将带有外源基因的DNA片段注入到受体动物的受精卵内。植物中主要采用农杆菌转化法，或直接将外源基因片段导入植物细胞中，如电击法、基因枪法、花粉管通道法等。

转基因技术目前正朝着多元化的方向发展。随着人类对基因的深入认识，可以进行转基因的资源也越来越多，获得的转基因动植物的种类也越来越广泛，许多食品、营养品甚至药品都可以通过转基因动植物来生产。

#### 转基因植物的实例

利用转基因技术改良或创造生物类型在植物中最为成功，影响也最大。

自从1983年第一例转基因植物——转基因烟草问世以来，全球转基因植物的种类已经超过200种，转基因作物的年种植面积已经突破了 $5 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 。到2002年，我国已获准进行商品化生产的有转基因番茄、棉、甜椒和矮牵牛四种植物。其中，仅抗虫棉就有12个品种，累计推广面积 $1.33 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ，少用农药30%以上，在保护环境和人畜健康的同时，增产皮棉 $1 \times 10^6 \text{ kg}$ ，价值达50亿元人民币。



币。以下是其他几个实例。

**转基因耐贮藏番茄** 乙烯是一种与水果、蔬菜和花卉成熟和后熟有关的植物激素。普通番茄在常温下仅能贮藏2周左右。转基因耐贮藏番茄(图2-9)由于封闭了乙烯合成途径中关键酶的基因,因此没有或很少有乙烯合成,从而能在常温下



图2-9 转基因耐贮藏番茄(左)和普通番茄(右)

贮藏2~3个月。这样,就有利于番茄的运输和加工。转基因耐贮藏番茄是世界上进入市场的第一种转基因植物。

**转基因抗虫作物** 目前,已经实现的转Bt基因的植物除抗虫棉外,还有抗虫玉米、抗虫杨树和抗虫甘蓝等。此外,转植物蛋白酶抑制剂基因、转外源凝集素基因的转基因水稻、转基因棉,也表现出一定的抗虫性。



### 讨论

1. 从上述实例中,任选一例说明基因、蛋白质和性状的关系。
2. 上述实例中,哪个是通过转基因使作物产生原来不能产生的蛋白质的?哪个是通过转基因来阻断特定蛋白质的合成的?
3. 为什么说关于细胞代谢的知识也是从事转基因研究的理论基础之一?

**抗除草剂作物** 在施用除草剂时,往往不可避免地伤害到作物。如果在作物中转入抗除草剂基因,作物就会产生对除草剂的抗性,而未转基因的杂草则不具有抗性(图2-10)。这样,在施用除草剂消除或控制杂草生长时,作物就不受损害。1996年,抗除草剂玉米首先投入商品化生产,随后有抗除草剂油菜、大豆、棉,以后又培育出抗除草剂的水稻、小麦、大白菜、番茄和烟草等。抗除草剂作物已经成为转基因作物中最庞大的队伍了。

### 转基因动物的实例

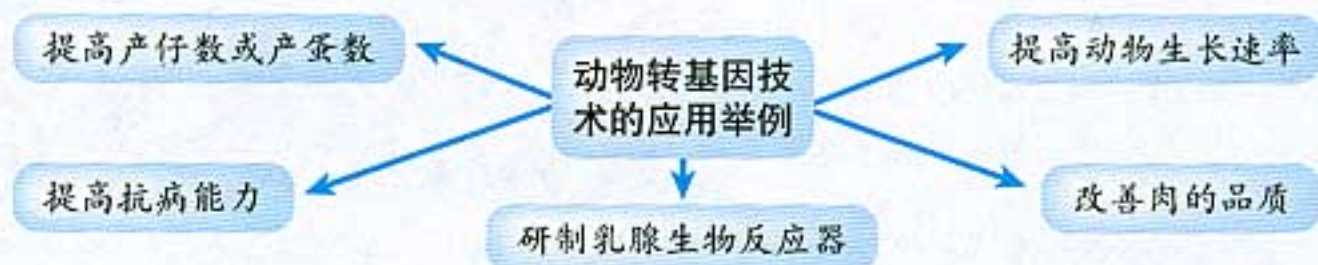
1982年,美国科学家将大鼠的生长激素基因注射到小白鼠的受精卵中,获得了第一只转基因“超级小鼠”。以后,



图2-10 施用除草剂,杂草被杀死,转基因抗除草剂的玉米不受影响(右侧为未施用除草剂的对照)



- 科学家们相继获得了转入不同基因的兔、绵羊、山羊、猪、
- 牛等动物。



### 资料卡

#### 动物乳腺生物反应器

让某些特定的外源基因在哺乳动物体内表达,使这些哺乳动物的乳汁中含有人类所需要的物质,如激素、抗体和酶类,这就是乳腺生物反应器。通过这种方法获得的产品与人工合成或工业发酵等方法获取的产品相比,具有更好的活性,更容易纯化和提取,成本也更低。1991年,英国某公司生产的转入治疗肺气肿的抗胰蛋白酶基因的山羊诞生,标志着动物乳腺生物反应器已经从设想变成现实。据报道,在这头山羊的每升乳汁中,可以得到35 mg 抗胰蛋白酶。这一成就大大激发了科研人员对动物乳腺生物反应器的研发力度。我国在这方面也有很大的投入与产出,从1999年至今,先后获得了多种具有乳腺生物反应器功能的转基因山羊、绵羊和奶牛。



中国农业大学获得的转基因克隆奶牛

· 随着体细胞克隆技术的日臻完善和人类基因组计划的  
· 进展,未来的转基因动物将有更广泛的应用。



#### 讨论

1. 你还知道哪些转基因动物的实例?
2. 同制药厂相比,利用动物乳腺生物反应器生产药物还有哪些优点?它的发展前景如何?
3. 育种工作中,除了通过转基因技术来打破种间的生殖隔离外,还有没有其他方法?



### 细胞杂交育种

番茄和马铃薯属于茄科的两个物种。有人幻想：如果能将两者结合在一起，培育出一种新的植株，它的地上部分结番茄果实，而地下部分长出马铃薯块茎(图2-11)，就可以大大提高土地的利用效率。细胞杂交(cell hybridization)技术产生之前，这有点像天方夜谭，但现在通过将番茄与马铃薯细胞的原生质体融合，已经获得了马铃薯—番茄植株。

到目前为止，所得到的马铃薯—番茄植株，地上部分所结的番茄果实小，而地下部分长的马铃薯块茎更小，离理想中的植株还有很大的距离。因此，探索的路还很长。

由此可见，细胞杂交是指将同类或不同类生物体的原生质体或体细胞，在一定的物理或化学条件下进行融合形成杂种细胞，再创造条件将杂种细胞培养成完整的杂种生物个体。

对于植物来说，直接进行细胞杂交比较困难，因为植物细胞有“厚厚”的细胞壁。这个问题该怎么解决呢？

为了解决这一问题，人们常常用酶(纤维素酶和果胶酶等)将细胞壁分解掉，得到无细胞壁的细胞——原生质体(protoplast)，再通过物理或化学的方法，如电刺激、振动或化学药剂(如聚乙二醇)等，使原生质体融合，得到杂种细胞，然后通过人工培养的方法，使其重新形成细胞壁(图2-12)。

通过植物细胞杂交，已经获得不少具有新性状的杂种个体，如胡萝卜—羊角芹、白菜—甘蓝(图2-13)、萝卜—油菜、柑橘—枳和烟草—海岛烟草等。白菜—甘蓝作为一种新型的蔬菜、柑橘—枳作为抗寒砧木、萝卜—油菜作为油菜杂交时的雄性不育系，都已经开始大面积商品化生产。

动物细胞杂交与植物原生质体融合的原理基本相同，诱导融合的方法也类似。迄今为止，已经实现了人—鼠、人—猴、人—蛙等种间个体的细胞杂交，获得杂交细胞，但尚未获得杂种动物。

如果进行同种、同一品种生物或同一个生物个体的两



图 2-11 马铃薯—番茄理想植株

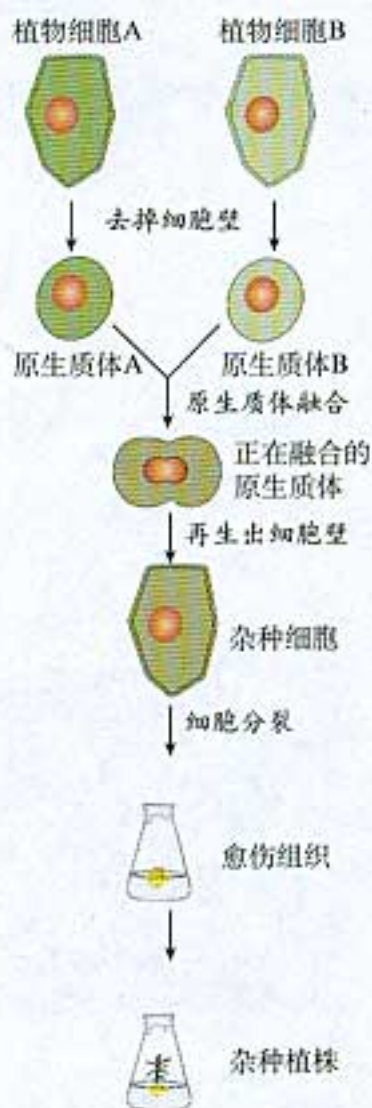


图 2-12 植物细胞杂交示意图





图 2-13 白菜—甘蓝

个或多个以上的原生质体融合或细胞的杂交，还可以实现染色体加倍，形成多倍体植株。例如，二倍体西瓜的两个原生质体完全融合，就可以产生四倍体西瓜。

除了转基因技术和细胞杂交技术之外，其他现代生物技术在育种上的应用也很多。花药培养(实际为花粉培养)等技术被用于减少植物的染色体倍数和快速获得纯合体，如由花药培养而成的小麦品种“京花”系列、水稻品种“中花”系列等。胚乳培养技术能增加植物染色体的倍数，如由二倍体柑橘的胚乳培养出三倍体无核柑橘。利用幼胚培养技术挽救远缘、近远缘或其他有性杂交产生的发育不完全的胚，获得杂交植株，如无核葡萄。



## 到 社 会 中 去

我国政府规定，从2003年起，在市场上出售的转基因食品必须贴上相应的标签，以便人们挑选和购买。我国政府为什么要这样做呢？



请调查你周围的食物商店和超市，看看是否有转基因食品出售，如果有，你是否愿意选择这些转基因食品呢？如果没有，请调查究竟是真的没有转基因食品，还是有关厂商不愿意这么做？

请以自己对转基因食品的科学认识，写一篇短文，向公众介绍转基因食品的知识，并表明你对转基因食品的态度。





## 拓展视野

### 转基因生物的安全性

▶ 目前，转入的基因虽说是功能已知的基因，但不少却是异种生物的基因。由于科学发展水平的限制，人们对基因的插入位点、基因间的相互作用以及基因的调节机制了解不够。这些外源基因转入其他生物，有时候可能会出现意想不到的后果。因此，有人对转基因生物的安全性产生了疑虑。下面列举了担心转基因生物安全性的一些理由。

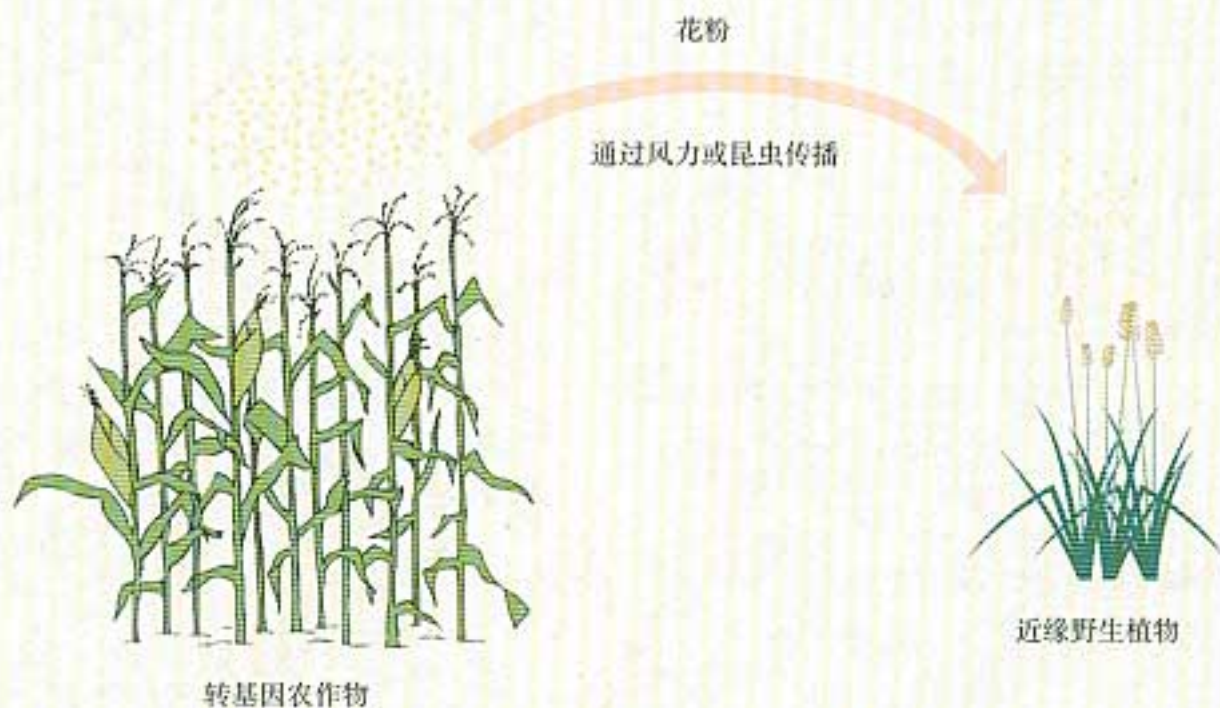
● 转基因植物的基因经过重新组合后，可能会合成对人体有直接或潜在毒性作用的蛋白质。人食用后，当时没有影响，但将来会不会产生影响？转基因植物新合成的某些蛋白质，对某些特定的人来说，可

能是新的过敏源，它们会不会对这些人的身体产生严重的损害？

● 大规模的转基因生物可能会导致生态环境遭到破坏，引发新的生态灾难。

● 转基因动物在制备过程中往往会给动物带来伤害，这从某种意义上来说是不道德的。

● 导入转基因生物的外源基因，有可能与感染转基因生物的某些细菌或病毒杂交，从而重组出对人类或其他生物有害的致病体。还有人担心转入植物的抗逆性基因，有可能通过花粉传播等方式进入杂草中，从而出现极易适应环境的“超级杂草”。



▶ 也有很多人主张对转基因生物可能存在的隐患不必过于担心。理由如下。



●多环节、严谨的安全性评价，可以保证转基因食物的安全。例如，在我国，转基因农作物在研究、大田试种和商品化生产等各阶段，都要进行严格的安全性评价，在上一阶段获得批准证书后才允许进入下一个阶段。

●在研究转基因农作物过程中，也确实发现在极少数类型中出现了能导致人体过敏的蛋白质。科学家的负责态度，可以防止此类事件的发生。例如，科学家研究出了一种畜用的转基因玉米，但后来发现某些过敏体质的人误食后，会发生严重的过敏反应。科学家抱着对社会负责的态度，马上销毁了这些转基因玉米，并且不再种植这种玉米。

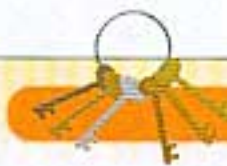
●世界上有数以亿计的人食用转基因农作物及其加工食品，这已经有若干年

了，但是至今尚未发现一例因食用转基因食物而影响人体健康的事例。

●有人认为在是否可以放心食用转基因食物问题上，应采取举证排除法，也就是说，如果没有足够的证据证明它有问题，就应该判断它没有问题。否则就可能因无休止的、没有结果的争论，而贻误发展生物技术的大好时机。

针对人们的疑虑和担忧，各国相继制定了关于生物安全的条例和法规，以规范转基因技术的操作行为，为人类的健康和生活提供保障。

在上述关于转基因生物安全性的不同观点中，你认同哪些观点？你支持转基因生物的研究和开发吗？你会选择转基因食品吗？请与同学就这一话题进行讨论和交流。



### 思考与探究

1. 转基因技术与细胞杂交技术的共同点是什么？不同点是什么？与传统的杂交育种相比，它们具有什么共同的优越性？

2. 对转基因生物安全性的争论，除了科学方面的原因外，还有没有其他的原因？请查找资料并就有关问题与同学交流。



# 第3节 植物病虫害的防治原理和方法

## 从社会中来

“蚂蚱起飞惊四邻,飞到空中似黑云,落地吃光青稞物,飞到村里咬活人。”这首民谣形象地描述了蝗虫对农业生产的巨大危害。

1977年松毛虫在我国12个省市爆发,导致  $3.24 \times 10^6 \text{ hm}^2$  的松林受害;1990年小麦条锈病大流行,受害面积近  $6.0 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,损失小麦  $2.65 \times 10^6 \text{ t}$ ;1992年棉铃虫大爆发,危害面积超过  $4 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ,直接经济损失100多亿元;2001年15个省市发生严重蝗灾,受害农作物面积达  $7.7 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ……

目前,我国每年因各种病虫害造成的损失,粮食达  $1.6 \times 10^7 \text{ t}$  (大约1亿人一年的用粮),棉花600万担,油料  $1.4 \times 10^6 \text{ t}$  以上。



植物病虫害的爆发和流行,往往会导致农作物、林木和牧草的大面积减产或绝收,造成巨大的经济损失,甚至造成大范围的饥荒。因此,如何防治植物病虫害是事关农业、林业和畜牧业乃至人类社会可持续发展的大事。

### 未雨绸缪——病虫害的预测预报

“知己知彼,百战不殆”。在与植物病虫害的斗争中,人类只有准确地掌握病虫害的发生和发展情况,才有可能避免大的损失。

以下是现实中的两个事例。

1985年夏,天津市大港水库地区滋生高密度的蝗群,由于事先未知,来不及杀虫,致使  $7\,000 \text{ hm}^2$  以上的芦苇叶被一扫而光。蝗群随即起飞南迁,在空中形成南北长达100 km以上、东西宽超过30 km的蝗虫带。蝗虫降落到邻近省份后,致使  $1.5 \times 10^5 \text{ hm}^2$  农田遭灾。

2002年夏,同样是天津市大港水库地区滋生蝗群,局部虫口密度达每平方米5 000头。由于预测预报准确,人



们在蝗群起飞前就已经采取措施将其控制，这一次几乎没有对农业生产造成损失。



### 讨论

同一地点、同样的病虫害，造成的损失差异如此悬殊。由此，你对病虫害预测预报的重要性有什么认识？

当地出现过因病虫害爆发而造成重大损失的事例吗？这样的例子中，有没有预测预报方面的问题呢？



图 2-14 病虫害预测预报

植物病虫害的预测预报，是指人类根据植物病虫害流行规律，推测未来一段时间内病、虫的分布、扩散和危害趋势。

植物病虫害预测预报(图 2-14)主要分为发生期预测预报、发生量预测预报、分布区预测预报和危害程度预测预报 4 种类型。对于区域迁移性(迁区性)害虫如蝗虫等，在预测预报其发生期时，还必须预测其迁出或迁入本地的时期；在进行分布区的预测预报时，还需要预测预报害虫的分布区域，发生面积，迁区害虫的迁区方向、迁区途径和降落地区的范围。对于病害，还要分别预测预报地方性病害和流行性病害及其发生区域。

### 资料卡

#### 植物病虫害预测的常用方法

1. 发育进度法：根据前一虫期田间害虫的发育进度，参照当时的气温预报和相应的害虫体态变化经历的时期(如始盛期、高峰期、盛末期)，推算出以后虫害的发生期。
2. 期距法：利用在一定的气象条件下，病菌和害虫生长发育阶段较为稳定的经历时期，推算以后病虫害的发生期。
3. 有效积温法：利用病虫害的有效积温较为稳定的特点来预测病虫害发生时期。
4. 物候法：根据同一地区其他物种与病虫害对外界环境因素有相同的时间性反应来进行预测。例如，“花椒发芽，棉蚜孵化，芦苇起锥，棉蚜迁飞”，是利用我国中南部花椒发芽与棉蚜孵化、芦苇起锥与棉蚜向棉田迁飞的同时性来预测棉蚜的发生。

在实际的操作中，应综合运用多种方法对病虫害进行预测。对于重要的植物病虫害，国家级预测预报组织制定了专门的预测预报标准。



对植物病虫害进行预测后，能否及时准确地将预测结果传送给农林业生产者或相关的植保机构，是病虫害控制是否成功、有效的关键之一。除了国家规定的专门传送机制外，一般应该将预测预报的结果通过一切可以利用的传送方式，尽快告诉农林业生产者或相关的植保机构。

我国植物病虫害预测预报的组织系统，以行政区划分为国家、省、地市和县四级，有农业与林业两条线(图 2-15)。有些行业，如烟草业，还建立了本行业的病虫害预测预报系统。



图 2-15 我国植物病虫害预测预报的组织系统示意图

### 农作物与环境双赢的“保护神”——新型农药

使用农药是控制植物病虫害的有效手段。



#### 现实中的问题

传统化学农药大多毒性强、残留期长。大量使用传统化学农药往往导致生态环境的恶化和农产品的污染，不仅造成巨大的经济损失，有时还会导致严重的人畜中毒。例如，我国南方某省近些年来仅蔬菜残留农药食物中毒一项，平均每年就超过 1 000 起。还有，我国近些年来出口的农产品，也出现因为农药残留超标被扣留或退货的现象，仅 1998 年因此而退货的农产品价值就高达 74 亿美元。

怎样才能既控制农作物的病虫害，又避免破坏生态环境，并且产品对人畜都安全呢？



你知道当地或附近的农村都使用哪些农药吗？生物农药应当在什么条件下贮藏？



图 2-16 苏云金芽孢杆菌(Bt)基因工程杀虫植物疫苗

研究、开发和使用新型农药是解决这个问题的方法之一。

新型农药是指具备环境和谐(environment acceptable and friendly)或生物合理(biorational)的特征,具有安全、广谱、高效、低毒、无公害、易分解、与环境相容和免除有害副作用特性的农药。在新型农药中,利用生物或生物成分制成的农药属于生物农药,主要包括植物农药、抗生素农药、昆虫信息素、微生物活体农药和植物疫苗等几个方面。关于转基因抗病虫害的植物是否也算新型农药,目前还有争议。下面简介植物农药和植物疫苗。

植物农药可以说是防治植物病虫害的“中草药”,主要指来自于植物的农药,因此也称作植物源农药。我国目前植物源杀虫剂的主要原料有烟碱、鱼藤、茴蒿、苦参、楝素、百部、藜芦、羊角扭和印楝等,制剂有 25 种左右。

植物疫苗是指能引起农作物的生物防御反应,提高农作物的“免疫力”,使农作物能时刻做好准备,顶住病、虫袭击的农药。例如,我国科学家将“Bt”杀虫基因导入植物的内生细菌或共生菌,制成转基因菌制剂(图 2-16),这种制剂施用后可使植物获得抗虫或杀虫的能力。植物疫苗还具有生物降解性和无毒的特点。植物疫苗是生物农药的新成员。



#### 现实中的问题

生物农药都是无毒、低毒或无公害的吗？不是的。例如,我国现有的植物农药烟碱与马前子碱就属于高毒物。另外,那种认为“生物农药”将完全替代“化学农药”的观点也是片面的和盲目乐观的,这是因为现有的生物农药也有其弱点。例如,生物农药不仅作用慢,药效往往受到环境因素的影响,对贮藏条件的要求也较高,不像化学农药那样容易贮藏和运输。

新型农药既包括新型生物农药,也包括高效、低毒、低残留的新型化学农药。在进行植物保护的实践过程中,应根据作物病虫害的实际情况和当地的气象环境条件来选择。

#### 巧用天敌防病虫——生物防治

俗话说“一物降一物”。在与植物病虫害作斗争时,人



们也巧妙地利用病虫害的自然天敌来消灭或控制它们。例如，螟虫、蚜虫和白粉虱是许多作物，特别是温室栽培作物的害虫，但同时也是赤眼蜂、草蛉、瓢虫以及捕食性螨等的捕食对象。在发现有螟虫、蚜虫或白粉虱危害时，人工释放赤眼蜂、草蛉、瓢虫(图2-17)以及捕食性螨，就可以让它们去捕食害虫。同理，人们利用苏云金杆菌来防治80多种农林害虫，利用白僵菌防治玉米螟和松毛虫等，都获得了良好的效果。这种利用病虫害的天敌生物来防治病虫害的方法或途径，就是生物防治。生物防治的策略如图2-18所示。



图2-17 几种天敌生物

**控制害虫密度：**控制有害生物的种群密度，使之不超过一定的阈值。主要途径有保护、利用本地天敌和引进外地天敌。

**保护排斥系统：**保护植物叶和根周围的大量有益微生物，利用这些微生物作为活的屏障，排斥有害生物的侵染。



**诱导植物的抗性：**诱导植物体产生抗性。例如，对蚕豆、黄瓜和香瓜，可通过接种产生局部病斑的侵染因子，诱导植物产生能保护自身免受真菌、细菌、病毒危害的抗性机制。

**使病菌或害虫生病：**将“不育基因”或“自杀基因”导入害虫，使其不能生育或在有危害能力前就自杀身亡；人工接种或传播病菌和害虫的致病病毒，使害虫和病菌死亡。

图2-18 生物防治的基本策略

生物防治不仅可以在一定程度上替代化学农药，而且无残毒，对环境没有污染，因而能保护生态平衡，并节省能源、降低生产成本。在人们对无公害食品的要求和环境保护意识日益增强的形势下，生物防治的前景更加广阔。



家里贮藏粮食的容器中，有时也会滋生害虫。对这些害虫应当采取什么防除措施？

### 资料卡

昆虫信息素(外激素)分为种间信息素和种内信息素。种间信息素包括利己素、利它素和协同素；种内信息素包括集合信息素、追踪信息素、告警信息素、疏散信息素和性信息素。

生物防治也有自身的缺点，例如，没有应用化学农药进行防治的速度快。因此，农业生产中应当采取多种措施并举的综合防治。

### “爱情陷阱”——昆虫性信息素的应用

在自然界，许多昆虫靠分泌性信息素来招引异性，完成交尾。采取人工措施干扰雌雄害虫间的通讯，也能达到防治害虫的目的。

性信息素 (sex pheromone) 是指由成虫释放于体外，能够吸引同种异性昆虫前来交尾的一类激素。人工合成的性信息素类似物，称为吸引素 (attractant)。这些物质可以用来设计害虫的“爱情陷阱”，进行害虫的防治、预测预报、检疫和控制。

吸引素是如何被用来防治害虫的呢？例如，可以将吸引素与黏胶、农药、化学不育剂、病毒、激素等混合，制成“诱捕器”，放置在田间，这样就可以大量诱杀成虫，降低成虫的自然交配率，从而达到减少次代幼虫的虫口密度、保护农作物的目的。这种方法目前主要在鞘翅目、直翅目、同翅目等害虫中应用较多。人们也可以在一定范围内大量释放吸引素，以此干扰雌雄成虫间正常的化学通讯，从而干扰雌雄虫的交配。

另外，昆虫性信息素类物质可以用来进行虫情预测预报，如调查虫情的发生时间、数量、分布和扩散等情况；也可以用来检疫害虫的侵入和扩散的情况等等。由于昆虫性信息素类物质具有专一性强、准确性高、不杀伤天敌、不污染环境等特点，因此也被称为“第三代农药”。

## 到 社 会 中 去

### 探讨当地主要农作物一种病虫害的防治措施

#### 活动目的

1. 了解当地主要农作物一种病虫害的危害情况。
2. 了解当地农民对这种病虫害采取的防治措施以及防治效果。
3. 根据你所学的知识，尝试提出一种或多种防治这种害虫的措施。

#### 活动步骤

1. 确定一种病虫害为研究对象。你可以请教农民哪种病虫害对他栽种的农作物危害较大，根据了解到的情况确定以哪一种病虫害为研究对象。
2. 收集有关病虫害的资料。资料应包括病原微生物或害虫的生理、生长和繁殖



特点，病虫害危害农作物的基本特点，防治病虫害的各种措施，等等。

3. 向农民请教该种病虫害的基本知识和一般的防治措施。

4. 如果条件具备，就该种病虫害的基本知识和一般的防治措施等问题请教专家。

5. 查找资料，与同学和老师商讨这种病虫害的最佳防治方案，并与农民和专家商讨该方案的可行性。

### 活动结果

将大家共同确定的防治方案进行宣传，尽量让更多的农民知道。

\* 如果你生活在城市，也可调查本市园林植物主要病虫害的防治措施和效果。



### 思考与探究

1. 1999年入夏后，我国河北、河南、山东等省发生大面积蝗灾，在一些地区蝗虫的密度每平方米可达2 000多头，甚至万余头（按国家规定，每平方米500头即为高密度蝗害），人每走一步都会踩死十几只蝗虫。在河北的一些草滩地区，随处可见蝗虫聚集在一起向前滚动，就像一条流动的大河。假如你正看到这样的情景，你会怎么做？

假如让你制订一份防止蝗灾再次大面积出

现的预案，你会从哪几方面去考虑？

2. 某市饮用水源周边的松树林发现了较大面积的松毛虫卵，当地的植保人员立即在松林中施放了許多赤眼蜂。一段时间后，松毛虫害得到了控制。请思考，当地的植保人员为什么会这么做？为什么施放赤眼蜂后虫害会得到控制？

3. “生物农药”能完全替代“化学农药”吗？昆虫性信息素被称为“第三代农药”。与以前的农药相比，它有什么特点？



## 第4节 动物疫病的控制

### 从社会中来

1985年，疯牛病在英国爆发，导致近500万头牛被屠宰并焚毁。世界各国纷纷禁止从英国进口牛肉和牛肉制品。随着疯牛病的蔓延，这一灾难也波及到了法国、瑞士、葡萄牙等国家。2001年初，疯牛病在英国再次出现，由于吃了疯牛的肉而失去宝贵生命的，据不完全统计有80多人，从而引起全世界的一片恐慌。据欧盟委员会统计，此次“疯牛病危机”导致欧盟的活牛价格平均下降了17%，欧盟国家牛肉消费量平均下降10%。由于禁止使用动物性饲料，饲料业损失15亿欧元；从市场上撤下来的牛肉及其制品，价值达8.4亿欧元。

一波未平一波又起，就在人们对疯牛病惊魂未定之时，牲畜中又一种烈性传染病——口蹄疫，在欧洲爆发。2003年年底，禽流感在亚洲一些国家爆发……



焚烧病牛

随着全球经济贸易的一体化，许多动物疫病的传播是全球性的，如果不严加控制，势必造成重大经济损失，给本国甚至世界人民的生活和身体健康造成巨大的影响。

#### 动物疫病的类型

动物疫病是指如不及时治疗和控制就会造成流行和爆发的某些动物的疾病。动物疫病主要有两大类：传染病和寄生虫病。

#### 动物传染病

引起动物传染病的病原微生物主要有细菌和病毒两大类，此外还有少数放线菌、螺旋体、立克次氏体、衣原体和真菌等。动物传染病的流行，包括传染源、传播途径和易感动物三个基本环节(图2-19)。

患病动物或外表无明显症状的隐性感染的带病动物。

传染源

病原微生物从动物体内排出后，经过一定的方式再侵入其他易感动物所经过的途径。

传播途径

易受某种传染病病原微生物感染的动物。例如，猪是猪瘟病毒的易感动物；牛、羊、猪是口蹄疫病毒的易感动物。

易感动物

图2-19 动物传染病流行的基本环节



### 资料卡

口蹄疫又称“口疮”、“蹄瘡”，是由口蹄疫病毒引起的猪、牛、羊等动物共患的一种急性传染病。其潜伏期2天到2周之间。这种病毒可以随感染或被污染的动物和物品，散播到很远的地方。口蹄疫病毒对外界环境的抵抗力比较强，在低温冷冻条件下，可以保持数月不死，在土壤、饲料和粪便中也能生活很长的时间。

口蹄疫的主要症状是：患病动物的蹄部、口腔黏膜和乳房表面皮肤处形成水泡和溃疡，导致动物行走困难，体温升高，严重时甚至不能站立，蹄壳脱落。肉猪感染口蹄疫，主要是因为吃了感染病毒的饲料。病猪排出的病毒又可传播给其他动物。口蹄疫的传染性极强，死亡率介于5%（成年牲畜）至75%（幼畜）之间。

动物疫病不仅造成严重的经济损失，而且往往影响人类的身体健康和生活质量。

#### 动物寄生虫病

寄生虫可以暂时或者永久地寄生在宿主动物的体内或体表，从宿主体内获取营养物质，并对宿主造成不同程度的危害，甚至使宿主死亡。家畜的寄生虫有原虫、吸虫、绦虫、线虫、棘头虫和昆虫等。由寄生虫对宿主的严重侵袭而引起的疾病就是寄生虫病。

寄生虫可以寄生在宿主的消化道、呼吸道和泌尿系统等处，通常以卵或幼体的形式随宿主的排泄物或分泌物等散布到自然界中。各种畜禽几乎都会不同程度地感染寄生虫。寄生虫的种类很多，常常有几种乃至几十种同时寄生在一个家畜体内，危害动物健康，给养殖业带来巨大的损失。

寄生虫病的危害是多方面的，主要表现为：阻碍幼畜禽的生长发育，降低畜禽的抗病能力，降低畜禽的生产能力，等等。我国每年因寄生虫病而废弃的肉及肉制品，损失都达数千万元。

此外，很多寄生虫病是人畜共患的疾病。目前已知的人畜共患寄生虫病有100多种，其中危害较大的有二三十种，例如日本血吸虫病、猪囊虫病等。这些寄生虫病也会严重影响人体健康。

除了家畜和家禽会感染上传染病或者寄生虫病，许多家庭饲养的宠物，饲养的鱼、虾也会受到不同疫病的威胁。

根据动物疫病对养殖业和人体健康的危害程度，农业部规定动物疫病分为三种类型。

你得过寄生虫病吗？想一想，人体寄生虫的病原体都是从哪里来的？怎样才能预防寄生虫病？



疫病类型	一类疫病	二类疫病	三类疫病
定义	对人畜危害严重，需要采取紧急、严厉的强制措施预防、控制、扑灭的疫病	可造成重大经济损失、需要采取严格控制、扑灭措施，防止扩散的疫病	常见多发、可能造成重大经济损失、需要控制的疫病
举例	口蹄疫、猪瘟、牛海绵状脑病(疯牛病)、绵羊痘和山羊痘、禽流行性感胃等	狂犬病、炭疽病、牛出血性败血症、山羊关节炎脑炎、猪乙型脑炎、禽霍乱	肝片吸虫病、鱼鳃霉病等

### 动物疫病的防治



#### 资料分析

#### 动物疫病的防治措施

以下是人们采取措施预防和控制动物传染病的一些事例。

**资料1:** 2003年12月初，韩国某养鸡场爆发一种在禽类中蔓延的传染病——禽流感。80%以上的家禽染上禽流感后将在几天内死亡。在仅仅半个月的时间内，禽流感就造成2万余只鸡死亡。为了控制禽流感的传播，韩国农林部将该鸡场剩余的5000只鸡全部宰杀，连同67万个鸡蛋一起进行了无害化处理，并严密封锁了这个养鸡场周围半径为10 km区域内的76家养鸡场。为了防止禽流感传染给人类，韩国有关部门还提醒1.5万居民服用抗病毒的药品，做好预防工作。

**资料2:** 为防止动物疫病传入或传出我国，我国各进出口口岸设立了专门的动物检疫部门，对出入国境的动物、动物产品进行检疫，既不允许国外的动物疫病传入，也不允许将国内的动物疫病传出。为防止国内地区间畜禽等动物传染病的传播，我国还对畜禽及其产品进行检疫。对于需要从国外引进的种畜、种禽，我国实行严格的检疫制度，规定引入的动物必须

隔离观察1个月，确认无病后才可以进行繁殖和饲养。

**资料3:** 我国有关部门有计划、有目的、有针对性地定期对养殖的畜禽进行预防接种，以增强其机体的免疫能力。

#### 讨论

1. 资料1是在疫病已经发生的情况下，人们所采取的几项措施，这些措施分别是针对传染病流行的哪个环节的？

2. 资料2和资料3中所描述的，是在疫病并没有在本地发生的情况下采取的措施，这些措施是什么？分别是针对传染病的哪个环节的？

#### 进一步研究的课题

假如当地现在有某种动物寄生虫病正在快速传播，急需进行防治，应当采取哪些措施？

小组内讨论，确定以当地一种动物寄生虫病为研究对象，参照以上资料中传染病的防治措施，共同设计一个防治方案。

完成这项工作可能具有一定的挑战性，需要进一步查找资料，或进行实地调查。



我国的动物检疫工作，以相关法律(图 2-20)为依据，对防止疫病的发生和传播起到了重要的作用。我国一直都本着“养、防、检、治”的原则对动物疫病进行监测、控制和扑灭，建立了严密的预防措施。

在日常的养殖和管理过程中，应定期对畜舍、禽舍和饲养用具进行消毒，杀灭由传染源散播在外界环境中、动物体表面及用具上的病原微生物，以达到控制和消灭疫病的目的。

一旦发现疫情，要给予高度重视，在第一时间通知当地畜牧兽医防疫部门，并且做好力所能及的消毒工作，配合相关业务人员完成有关措施，做一个有责任心的公民。



图 2-20 《中华人民共和国进出境动植物检疫法》

### 资料卡

动物检疫是由国家法定的检疫、检验监督机构和人员，采用法定的检验方法，依照法定的检疫项目、检疫对象和检疫、检验标准，对动物及其产品进行检查、定性和处理，以达到防止动物疫病的发生和传播、保护养殖业生产和人民身体健康的一项带有强制性的行政措施。

## 到 社 会 中 去

生活中，出现以下问题并不是没有可能的：

某位农民经营着一家中等规模的养鸡场。一天，他突然发现部分鸡舍内的鸡大批生病死亡。病鸡的症状与某种传染病的症状极为相似。对于这位农民来说，如果报告当地检疫部门，他所养的其他鸡即使没有染病，也可能卖不出去；如果不报告，任由疾病的蔓延，就有可能引起非常严重的后果。

假如你是这位农民，你会怎样做？请说出你的理由。

假如你以前一直从这个养鸡场购进活鸡从事食品生产，你知道这个情况后会怎么办？

假如你正在经营另一家养鸡场，听到这个消息后，你会怎样做？

假如你当时正在当地检疫部门工作，你会怎样做？

假如你是当地政府部门的负责人，面对的问题是既要尽快控制可能发生的鸡疫病大流行，又要注意减轻农民的损失。你会采取什么措施？







## 拓展视野

### 国家动物疫情测报体系简介

国家动物疫情测报体系，由中央、省、县三级测报部门及技术支撑单位组成。它们是国家动物疫情测报中心（全国畜牧兽医总站）、省级动物疫情测报中心、县级动物疫情测报站和边境动物疫情监测站；技术支撑单位包括国家动物流行病学研究中心（农业部动物检疫所）、农业部兽医诊断中心及相关国家动物疫病诊断实验室。

农业部畜牧兽医局负责国家动物疫情测报体系的管理工作，负责制定疫情监测规划和计划，对验收合格的动物疫情测报（监测）中心（站）统一命名。

全国畜牧兽医总站统一组织实施全国

动物疫情测报工作；省级动物防疫监督机构负责对本省（直辖市、自治区）疫情测报站、边境动物疫情监测站的工作进行监督、管理、指导、技术培训、划定各测报站的监测区域。

各测报（监测、诊断）中心（站）须按规定报告动物疫情检测结果。国家疫情测报中心负责疫情监测、测报数据的汇总和分析，国家动物流行病学研究中心负责国内外动物疫情的收集、流行病学研究和预测、预报。国家动物疫病诊断实验室为动物疫情的监测提供技术支持。



## 思考与探究

1. 如果你生活在农村，请了解当地是否出现过动物疫病流行的情况。如果出现过，请你记录并整理疫病流行的情况、造成的损失，以及采取了哪些措施。

2. 禽畜肉经检疫合格才能在市场上出售，这是为什么？请你调查当地市场上出售的肉类

：产品是否都经过严格的检疫。如果发现问题，应及时向卫生防疫站等机构报告。

： 3. 有些动物疫病可以传染给人类，这是当前各国都高度关注的问题。请你查找资料，说出两三个例子来。



## 第5节 绿色食品的生产

### 从社会中来

不知你注意到没有，市场上贴有绿色食品标签的食品越来越多。

1. 你能区分不同的绿色食品标签的含义吗？
2. 什么样的食品才能贴上绿色食品标签？
3. 绿色食品是怎样生产出来的？
4. 绿色食品比普通食品价格高吗？生产绿色食品的经济效益怎样？



卫生合格的食品，是人们健康生活的必要条件。随着人们生活水平的不断提高，对自身健康的关注和环境保护意识的增强，人们对食品的营养和卫生要求也越来越高。无毒、无污染、安全、优质的食品——绿色食品因此应运而生。

#### 绿色食品的兴起

绿色食品并非指“绿颜色”的食品。绿色食品是遵循可持续发展原则，按照特定生产方式生产，经专门机构认定，许可使用绿色食品标志，无污染的安全、优质、营养类食品。

我国于20世纪80年代就提出“绿色食品”的概念，于1990年5月15日正式宣布开始发展绿色食品，并且在农业部专门设立了绿色食品管理机构——中国绿色食品发展中心，逐步开展起绿色食品基地建设、标准的制定以及对外出口等工作。

绿色食品的生产，在为人们提供安全、优质和富含营养的食品的同时，也提高了农民的收入，避免或减少了对环境的污染，使农业及其生态环境具有可持续发展性，进而推动了社会的可持续发展。

#### 资料卡

到2002年底，我国有效使用绿色食品标志的产品总数达2791个，绿色食品产品数目有2400多种，销售总量达 $2 \times 10^7$ t以上，产地环境监测面积超过 $3.8 \times 10^6$ hm<sup>2</sup>，遍布31个省市(区)。绿色食品的市场占有率越来越高，相当一部分绿色食品已成功进入了国际市场。目前，我国的绿色食品生产体系已基本形成，绿色食品生产和贸易规模已经约占整个食物供应系统的1%~3%左右。



## 绿色食品的生产标准



### 资料分析

### 绿色食品的生产标准体系



除了上述横向标准之外，每种具体的绿色食品，如绿色食品苹果和绿色食品水稻等，都有各自具体的纵向标准。

### 讨论

1. 从绿色食品的标准体系图看，绿色食品的标准包括从生产到包装、储运等多个环节，如果某种绿色食品仅仅某一个环节不符合标准，还能否算绿色食品？
2. 绿色食品在外观上与非绿色食品有没有显著的区别？消费者信赖绿色食品品质的前提是什么？绿色食品生产者希望自己的利益能得到保护，这和上一个问题有什么相关性？

### 进一步研究的课题

1. 以当地某种主要农产品为例，列出生产该种绿色食品的主要注意事项。
2. 图示的绿色食品生产标准体系还非常笼统。假如要生产一种绿色食品，仅了解这些内容还远远不够，这需要你搜集有关资料，作进一步了解。



与普通食品相比，绿色食品有三个显著特征。

一是强调产品出自良好的生态环境(图2-21)。绿色食品的生产从原料产地的生态环境入手，通过对原料产地及其周围的生态环境因素严格监测，判定其是否具备生产绿色食品的基础条件。

二是对产品实行全程质量控制。绿色食品生产实施“从土地到餐桌”全程质量控制。通过产前环节的环境监测和原料检测，产中环节具体生产、加工操作规程的落实，以及产后环节产品质量、卫生指标、包装、保鲜、运输、储藏、销售的控制，确保绿色食品的整体产品质量，并提高整个生产过程的技术含量。

三是对产品依法实行标志管理。绿色食品标志是一个质量证明商标，属知识产权范畴，受《中华人民共和国商标法》保护。

1996年，我国制定与颁布了《绿色食品标志管理办法》，对绿色食品的生产 and 开发进行规范管理，逐步建立了涵盖产地环境、生产过程、产品质量、包装储运和专用生产资料等环节的质量标准体系框架，还制定了几十项绿色食品标准。

根据产品等级的不同，绿色食品的生产有不同的标准要求。我国目前将绿色食品分为AA级和A级两大类。

AA级绿色食品等同于国外的有机食品，是目前我国食品的最高级标准。它是指产地符合《绿色食品产地环境质量标准》，生产过程中不使用任何有害化学合成物质，按特定的生产操作规程生产、加工，产品质量及包装经检测检查符合特定标准，并经专门机构认定，许可使用AA级绿色食品标志的产品(图2-22，左)。

A级绿色食品是指产地符合《绿色食品产地环境质量标准》，生产过程中允许限量使用限定的化学合成物质(如化肥、农药、兽药、饲料添加剂等)，按特定的生产操作规程生产、加工，产品质量及包装经检测检查符合特定标准，并经专门机构认定，许可使用A级绿色食品标志的产品(图2-22，右)。

如今，不合理的食物生产方式已引起人们广泛而深刻的反思。只关注食物生产的效率和效益已远远不够，还必须考虑生产方式对资源、环境和消费者的影响，这是因为



图2-21 某绿色食品产地

▶ 知识链接

绿色食品是绿色产品的一种类型。有关绿色产品的分类，详见本书第4章第4节。



图2-22 绿色食品标志

AA级(左)和A级(右)

(标志由上方的太阳、下方的叶片和中心的蓓蕾组成，象征和谐的生态系统和整个标志为正圆形，寓意为保护)



- ∴ 它们已成为食物价值的重要组成部分，并且对食物生产政策、农产品国际贸易产生了影响。未来的趋势是，只有在清洁的环境中用清洁的生产方式生产的食物，才更具有竞争力，才能更好地满足消费需求。

## 到 社 会 中 去

如果你所在的地区为农村，并且有绿色食品生产基地，请在老师的带领下参观这些基地，了解绿色食品的种植和养殖过程和后续生产过程，并了解该绿色食品的销售情况。

如果当地没有绿色食品生产基地，请你搜集有关如何申报绿色食品生产基地的资料。在对资料进行分析总结的基础上，向家人和乡亲们宣传绿色食品的发展趋势、获准成为绿色食品生产基地可能带来的经济效益，以及绿色食品生产基地应该如何申请。

如果你所在的地区为城镇，请到附近的超市或商场调查，看看有哪些绿色食品出售，它们是什么级别的绿色食品？这些绿色食品与普通同类食品在价格上有多大差异？问一问售货员绿色食品的销售情况。



### 思考与探究

1. 与普通食品相比，绿色食品有什么不同特点？ ∴ 因是什么？
2. 有些已被许可使用绿色食品标签的食品，后来又取消了使用这一标签的资格。可能的原因是什么？ ∴
3. 以水稻或小麦的生产为例，谈谈绿色食品的生产和普通食品的生产对环境有哪些不同的要求。 ∴



# 第6节 设施农业

## 从社会中来

相传唐代的武则天皇帝，因为长安御花园的牡丹没有按她要求的那样在冬天开放，就将“国色天香”的牡丹贬至洛阳以消气。那时，在冬天的长安牡丹是无法盛开的。

今天则不同了，即使是在冰天雪地时的北国，普通百姓也能买到含苞欲放的牡丹、玫瑰和杜鹃等各种花卉，吃上鲜嫩的瓜果蔬菜。这是因为今天人们有了设施农业。

设施农业需要哪些设施？搞设施农业需要很大的投入吗？投入和产出比又是怎样的？



设施农业是使用人工设施、人工控制环境因素，使生物获得最适宜的生长条件，从而延长乃至“改变”生产季节，获得最佳产出的农业生产方式。设施农业彻底改变了传统农业顺随季节和“靠天吃饭”的生产方式，在提高农业生产效益的同时也改善了人们的生活质量。设施农业的发达程度是农业现代化水平的重要标志之一。

设施农业一般指设施种植业，即设施栽培，但也往往包括设施养殖业。

### 设施栽培

设施栽培基本上经历了由简单的保护地栽培，如阳畦（图2-23）、小棚、中棚、塑料大棚（图2-24）、普通温室（日光温室，图2-25），到现代化温室（图2-26）、植物工



图2-23 阳畦



图2-24 塑料大棚



图2-25 日光温室





图 2-26 现代化温室

厂的发展阶段，即由低水平到高水平、由低科技含量到高科技含量的发展阶段。初期的设施栽培只是为了提早春播和推迟“冬天”的到来，现代的植物工厂则能在密闭、智能化控制条件下实现全天候周年生产，并实现生产的工业化。

现在，我国的设施蔬菜栽培面积已超过  $1 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ，设施果树栽培面积约为  $1 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ，设施花卉栽培面积约  $2 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 。



### 讨论

设施栽培作物的生长条件和自然条件有一定差异。请你结合已学过的有关植物生长所需条件的知识，和其他同学讨论：除了温度以外，还有哪些因素是进行设施栽培需要考虑的？



图 2-27 液体栽培

无论哪种设施栽培，其主要的设施有：温室、苗床、排灌系统、温度控制系统、湿度控制系统、光照控制系统、施肥系统和植物保护系统。其中，以温室及其温度、湿度和光照控制系统为最基本的设施。

设施栽培的基质，多用人工配制的“营养土”。也可以用人工配制的营养液和水作基质，即液体栽培（图 2-27）。还可以用人工配制的营养液加上没有营养的固定物（如珍珠岩、蛭石和粗河沙等作基质）进行无土栽培。

设施栽培的管理比自然栽培要复杂得多。设施栽培由于多在相对封闭的环境中，而且多是高温高湿，病虫害相对容易发生，因此需要特别注意防治病虫害。对于设施果树和果类蔬菜，如黄瓜、甜瓜、番茄等，由于缺少昆虫的帮助，自然传粉会受到影响，因此要进行辅助授粉。常用的辅助授粉方法有人工授粉或人工放蜂授粉。对于设施花卉，控制花期是决定其经济效益高低的重要因素之一。生产上常用光照强度、光照周期和温度的调控来调整开花时期。在设施栽培中， $\text{CO}_2$  施肥、叶面施肥等都是常用的提高作物产量的方法。此外，栽培品种的选择也十分重要，对于果树和蔬菜来说，一般应选用生长周期短的品种。

从生态系统的组成、生态系统稳定性等角度分析，设施栽培应该注意的主要问题有哪些？



总之，设施栽培是在人工环境下进行的栽培，投资大，科技含量高。对所栽培作物的生物学特性和园艺学特性了解得越清楚，采取的人工措施就越适当，生产的产品质量就越好、产量越高，经济效益也就越好。



### 讨论

1. 设施栽培需要哪些设施？这是否意味着比常规栽培需要更多的经济投入？
2. 为什么设施栽培能够有较高的产出？目前设施栽培的植物主要是花卉、蔬菜和果树，而不是小麦、玉米、水稻等粮食作物，这是为什么？
3. 进行设施栽培时，作物品种的选择十分重要。应当选择具有什么特点的品种？

### 设施养殖

随着社会经济的发展，人们对日常食物的要求越来越高，不仅要“吃饱”，而且要“吃好”。例如，2001年我国人均占有粮食 356 kg，肉类 39.5 kg，牛奶 8.1 kg，禽蛋 16.8 kg，水产品 34.4 kg，对动物性蛋白质食品的需求越来越大。市场需求极大地促进了养殖业的发展，从而促进了设施养殖的发展。

设施养殖主要是通过各类现代化和集约化的饲养房舍及配套设施，对各类畜禽、水产品和某些特种动物，进行工厂化饲养和管理。与天然放牧和农户散养相比，设施养殖是工厂化、规模化和自动化的生产方式，具备高度集约化的生产条件、稳定的生产环境和严密的质量管理体系，能极大地提高生产效率。

在我国，现阶段可以进行设施养殖的畜禽主要有猪、牛、羊、马、鸡、鸭、鸵鸟、鹌鹑和多种水产品等。以养鸡业为例，2002年我国鸡肉产量达到  $1.352 \times 10^7$  t，鸡蛋产量达到  $2.419 \times 10^7$  t，鸡存栏数为 39.23 亿只。如此巨大的产出，是普通饲养条件根本不可能达到的。

目前，在各种设施养殖中，设施养鸡（图 2-28）是科技含量最高的行业之一。设施养鸡业的发展，带动了饲料加工业、设备制造业、药品和添加剂生产业、运输业、加工业和销售业等众多行业的共同发展，为农业的可持续发展增添了新的动力。

### 资料卡

设施养鸡需要考虑的要素

鸡场选址：我国的国情是人多地少，鸡场通常都选用不宜耕作的土地，既远离市区，又交通便利。

节约能源：结合自然条件（光源、风向等），尽量减少电能的使用，降低运营成本。

设施配套：包括厂房设计、施工、设备安装、调试及维护等。

饲养过程：生产过程中对动物疾病的防治。

保护环境：污水、粪便的处理与再利用。



图 2-28 现代化养鸡场



## 智能农业



### 现实中的问题

“锄禾日当午，汗滴禾下土”，“面朝黄土背朝天”，是几千年来我国农民辛勤耕作的真实写照。如果能做到不出门就知道作物的长势如何、有什么病虫害、如何防治这些病虫害，等等，甚至还能够坐在家中实施灌溉、施肥和打药等农业措施，那该有多好！这一美妙的设想能够实现吗？



图 2-29 自动浇灌系统



图 2-30 自动联合收割机

今天，这并不是梦想了，这样的农业生产方式正在逐渐变成现实，这是因为有了智能农业。

智能农业 (intelligence agriculture) 也称为“数字农业”或“信息农业”，是指运用遥感遥测技术、全球定位系统技术、地理信息系统技术、计算机网络技术和农业专家系统等信息技术，与土壤快速分析、自动灌溉、自动施肥给药、自动耕作、自动收获、自动采后处理和自动贮藏等智能化农机技术相结合，定位到中、小尺度的农田，在微观尺度上直接与农业生产活动、生产管理相结合的高新技术系统。智能农业实现了从耕地、播种、灌溉、施肥、中耕、田间管理、植物保护、产量预测到收获、采后(或收后)处理、贮藏全过程的数字化、网络化和智能化。

农业智能化需要研制和开发自动化的农业机械和设备，例如自动滴灌和喷灌机(图2-29)、自动化的联合收割机(图2-30)等。同时，还应建立起核心软件系统——“农业专家系统”，如农作物的病虫害诊断系统等。



### 讨论

1. 仅仅靠生物学和农业科学的发展，  
就能实现智能农业吗？
2. 列出智能农业与传统农业的区别，

实现农业的智能化，将使土地等自然资源得到最优化的利用，作物的生产潜力得到深入的挖掘，使农业生态环境得到最大程度的保护，同时，也将使农业生产的劳动强度下



降，劳动生产效率和经济效益得到显著提高。因此，农业智能化也是我国农业现代化、集约化和持续发展的必由之路。

## 到 社 会 中 去

和家人一起阅读下面的材料，看能得到什么启示？

### “电脑农业”——我的生产好管家

我叫方四兴，笕口镇山上村7组人，今年38岁，高中文化。家有4口人，劳力3人。种15亩田，还养有一头母猪。往年靠经验种养，成本花费大，效益却一般。今年初，镇“电脑农业办”来我村，看了电脑农业专家系统的演示，什么水稻、蔬菜、养禽都有，想要啥，按提示在电脑键盘上敲两下，屏幕上就出来了，图文并茂，通俗易懂。我心里一盘算，今年就种12亩早稻，3亩西瓜，15亩晚稻。水稻专家系统帮我种田，蔬菜专家系统教我种瓜，而畜禽养殖专家系统助我养猪，于是我争先报名参加了电脑农业的培训班，我又邀请镇电脑农业办的同志把设备搬到我家为我开“小灶”，“电脑农业”当起了我的生产“管家”。

**种稻有方：**原本认为种田易，下种、施肥、用药只要到了就行。可一用上电脑农业专家系统后，才知道其中大有道理。从电脑农业专家系统为我量身定制的方案看，用种：选用了嘉育948品种，价格每千克便宜2元，可每千克谷价却比其他品种高出10元。施肥：经过土壤元素测试后再结合种植品种对肥力的要求，将氮、磷、钾科学配比下肥，有的田多一点，有的田少一点，不像我往年施肥，统统是每亩20 kg碳铵，7.5 kg尿素，25 kg磷肥，下去就不管了，结果不是瞎花了不少冤枉钱，就是禾苗黄丁丁。治虫：专家系统的信息库里有很多关于病虫害的图片和文字说明，什么病虫害一对照就可出结果。它还提供最佳的防治时间和药剂，可少了我不少功夫，也少花了不少钱。此外，在播、栽、晒、收等各个生产过程，专家系统都有很具体的安排，用电脑农业办同志的话说，这叫“标准化生产”。在专家系统的悉心指导下，上半年我12亩田收了5 100 kg干谷，折价有5 100多元，比上年增产360 kg，平均每亩增产30 kg，增产9.8%。成本约为每亩150元，比上年减少了16元，节支9.6%，总节支200元左右。晚稻15亩，收干谷6 675 kg，比上年增产330 kg，平均每亩增产22 kg，增产5.2%；每亩成本开支节约58元，比上年减少了15.5元，节支21%，总节支232.5元左右。

**种瓜生钱：**我也种了几年瓜，不是产量上不去，就是瓜不甜没有人要。看了专家系统的决策，才明白往年的种植技术确实有很大的差距。赶紧用上吧，这一用还真好，比方说，决策方案要求选用无籽西瓜，根据今年的气温条件搞双膜覆盖。我就用了雪峰无籽，搞双膜覆盖，结果上半年持续阴雨低温，好多瓜农都死了苗，我的瓜却精神得很。瓜上市后，有籽瓜比无籽瓜每公斤低0.4元，还销不动。而我的瓜一个星期不到就销售一空，加起来3亩田产了3 000 kg瓜，卖了2 000多元。

**养猪致富：**这几年，家里养的这头母猪每年也能产一两窝仔，出15头左右小猪，4~7头肉猪。可一扣除成本，也就能赚2 000元左右。一心想多出点、养精点、多赚点。可就是不懂技术，怕风险。我用心学习了电脑农业上畜禽养殖专家系统的知识后，运用这些知识，我提高了母猪产仔率、仔猪成活率。我又大胆地将仔猪全部家养。到年中，就已出栏肉猪28头，扣除成本，净赚6 600多元。

“电脑农业”已成为我生产中不可缺少的一部分。生产上的事我总是先向它请教，而它也给了我丰厚的回报，与去年同期相比，效益增长了一倍多，而且我从中学到了许多科学技术。“电脑农业”真是我的生产好管家。

作者：方四兴

引自智能化农业信息网





### 思考与探究

设施农业具有很多优点,但同时也具有投资大、科技含量高的特点。你认为在决定上马某一设施农业项目之前,除需了解有关技术外,还应该做哪些准备工作?

### 总结与拓展

农业是国民经济的基础。生物科学和技术的发展,对农业产生了深远的影响。例如,杂交育种、基因工程育种等技术,为培育优良的动植物品种提供了新手段。植物快速繁殖技术、动物人工授精技术、胚胎分割技术等,则为动植物优良品种的快速繁殖开辟了新途径。同样,植物病虫害的防治、动物疫病的防治,也与生物科学和技术密切相关。生物科学技术与工业技术结合,促进了设施农业和智能农业的发展。绿色食品,则是伴随着社会的发展和人们需求的变化而逐渐兴起的。从本章内容可以看出,农业的发展需要以生物科学作为核心理论基础;另一方面,农业的进步和社会需求的变化,又给生物科学提出新的课题,也会加快生物科学的进步。

事实上,本章内容并没有、也不可能穷尽生物科学与农业相互嵌合的方方面面,还有许多农业实践中的内容是本章没有涉及的。如果感兴趣,你可以在课后进一步拓展视野。

此外,在日常生活中,你所接触到的许多农产品,其生产过程可能就离不开生物科学和技术;在报纸和电视上,你也可以经常发现许多和生物科学与农业有关的报道。这些内容,本章也不可能一一列举,但对于理解生物科学与农业、与社会的关系却非常有帮助。

生物科学和技术正在飞速发展。未来的生物科学和技术还会对农业产生哪些影响呢?希望你能继续关注。



### 书海导航

《世界农业》(月刊),中国农业出版社主办。



### 网站链接

<http://www.greenfood.org.cn>

<http://www.863ait.org.cn>



# 第 3 章 生物科学与工业



随着时代的发展,生物科学不仅与农业和医药卫生有着密切的联系,它与工程技术的紧密结合,还使得人们能够在工业生产中利用生物学知识和技术,获得多种服务于社会的工业产品。这些产品不仅影响和改变着人们的生活,而且是国际科技竞争、经济竞争的热点之一。





## 科技发展之窗

## 生物技术产业的兴起

人类在远古时代就开始利用和培育各种生物。在与自然相处和生产实践的过程中，人类逐渐揭示自然规律并应用于指导生产实践。孟德尔遗传规律的发现，使人们能够更有效地培育动植物及微生物新品种；巴斯德对微生物的研究，为应用微生物来解决工农业生产和医疗问题开辟了崭新的途径；沃森和克里克建立DNA双螺旋结构模型，为基因工程奠定了理论基础，促进了以基因工程为核心的生物技术和相关产业的诞生。自从上个世纪70年代末以来，生物技术及其产业取得了突飞猛进的发展。



汉代砖刻上的酿酒图

生物技术是通过技术和工程手段，改造和利用生物及其生命活动，以满足人类生活和社会发展需求的技术。生物技术的主要内容包括基因工程、细胞工程、微生物工程、蛋白质工程、酶工程、代谢工程和生化工程等等。它们之间相互渗透，相互补充。随着生物科学和生物技术的不断发展，新的内容不断出现，特别是基因组学、蛋白质组学、生物信息学等新学科的出现，大大扩展了生物技术的涵盖范围。生物技术不仅是一门与生物科学相关的技术，还包含设备、工艺和工程学的内容，是一个涉及多学科的综合技术体系。



现代酱油生产厂一角



现代啤酒生产厂一角



生物技术产业主要包括：生物药物、基因工程药物、疫苗、诊断试剂等医药生物技术产业；转基因植物和动物、细胞培养、生物农药、兽用疫苗、饲料添加剂等农业生物技术产业（其中大部分产品是为农业服务的工业产品）；发酵产品、生物加工产品等工业生物技术产业和其他产业，如环保产业、生物能源、生物材料等。生物技术产业的发展将有助于解决世界人口、粮食、环境、健康和能源等影响人类生存的重大问题，并与我们每一个人的生活息息相关。

我国的生物技术产业已经初具规模，发展迅速。目前，获得批准的基因工程药物和疫苗有几十种，销售额为几十亿元；诊断试剂的销售额也达几十亿元。工业生物技术产业中的氨基酸的年销售额已逾100亿元，味精产量居世界首位，柠檬酸产量占世界总产量的1/3，出口量居世界第一。2001年，我国的医药生物技术产业产值达200亿元。

生物技术的发展已经为人类展示了十分美好的前景。在21世纪，谁占据生物学和生物技术的优势地位，谁就会在未来生物经济时代占据主导和优势地位。以生物技术为主要内容之一的科技革命方兴未艾，生物技术已经成为许多国家研究发展的重点，成为国际科技竞争、经济竞争的热点。推进生物技术及其产业的发展，已不是一般意义上的技术和经济问题，而是关系到国计民生和国家长远利益，关系到实现中华民族伟大复兴宏伟目标的战略问题。



生物技术制药生产车间一角



# 第 1 节 微生物发酵及其应用

## 从 社 会 中 来

提起微生物,很多人会想到食品的发霉、腐败和变质,以及由微生物引起的各种各样的疾病。实际上,我们经常食用的许多食品,使用的一些药品,它们的生产过程就离不开微生物发酵。



泡菜、酸奶



图 3-1 我国战国时期盛酒的铜器和其中的酒



图 3-2 我国古代的酿酒作坊

人类有意无意地利用微生物发酵生产食品,已经有几千年的历史。

### 发酵工程史话

至少在四千年以前,我们的祖先就会利用微生物将谷物发酵成酒类。夏禹时期已有了关于夏少康(即杜康)造秫酒的记载。人类最初可能是发现储存的水果会自然发酵变成酒,因而逐渐摸索出酿酒技术的(图 3-1, 3-2)。后来又出现制作酱、酱油、醋、泡菜、奶酒、干酪的技术和面团发酵。尽管人们获得了这些发酵产品,但是在几千年的文明史中,人们长期不明白其中的原理。

1857年,法国微生物学家巴斯德通过实验证明,酒精发酵是由活的酵母引起的。1897年,德国的毕希纳进一步发现了酶在酵母发酵中的作用,人们才开始了解发酵现象的本质。从19世纪末到20世纪30年代,随着人们对微生物世界认识的不断深入,利用微生物生产的新产品不断出现,如酒精、乳酸、面包酵母、丙酮、丁醇、柠檬酸、淀粉酶和蛋白酶等。这个阶段的发酵工业称为传统发酵工业。



20世纪40年代初，弗洛里和钱恩与许多科学家合作，研究出了大规模生产青霉素的方法，使青霉素的生产实现了产业化，并于1943年用于临床治疗。

不久，链霉素、金霉素、土霉素等相继问世，从而兴起了一个新的工业——抗生素工业。生产抗生素的经验和设备很快被引用到其他发酵产品的生产上，极大地促进了这些产业的发展，从而形成了一个全新的产业——现代发酵工业（图3-3）。



图3-3 我国某制药厂的发酵生产车间

从20世纪50年代起，氨基酸发酵工业（50年代）、酶制剂工业（60年代）、多糖和维生素发酵工业（70年代）相继诞生。一些传统发酵工业产品也随着技术改进，生产成本下降、生产效率大幅度提高、规模不断扩大、生产的产品愈来愈丰富。

20世纪70年代以后，分子生物学的迅速发展，促进了基因工程的发展和应用。采用基因工程的方法还可以将动物或植物的基因转移到微生物中，获得具有特殊生产能力的基因工程菌，再通过发酵技术大量生产人们所需要的产品。现在广泛使用的许多药物，如胰岛素、生长激素等，就是采用这种方法生产出来的。

### 发酵生产过程探秘

发酵是利用微生物，在适宜的条件下，将原料经过特定的代谢途径转化为人类所需要的产物的过程。由于不同的微生物具有产生不同代谢产物的能力，因此，利用不同的微生物就可以生产出人们所需要的多种产物。例如，利用谷氨酸棒状杆菌发酵可以生产味精，利用黄色短杆菌发酵可以生产

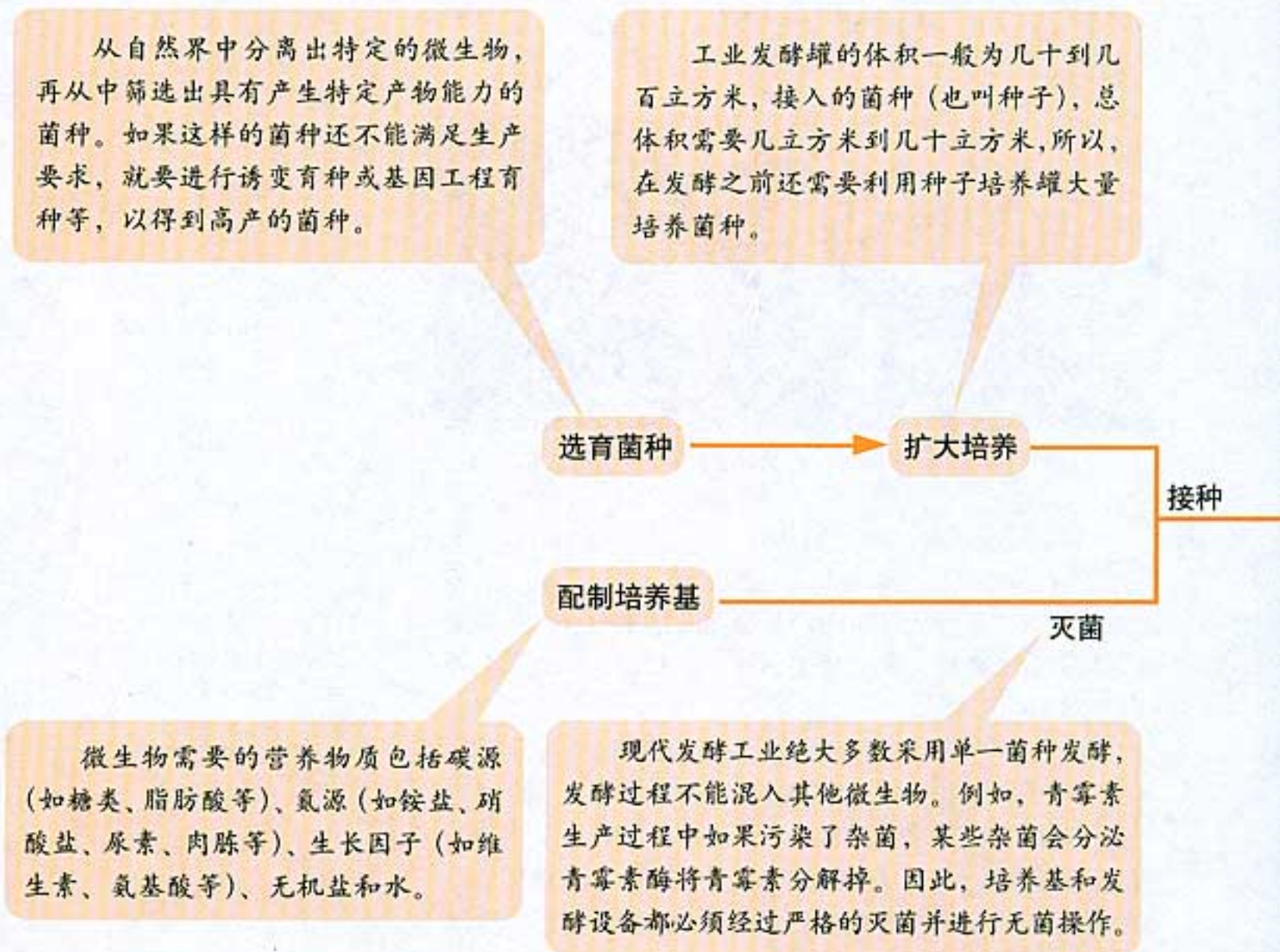
？ 抗生素、氨基酸、酶制剂等产品为什么能通过微生物发酵来生产？这与微生物的生长、繁殖和代谢特点有什么关系？

### 知识链接

关于基因工程药物，详见本章第3节。



人们需要的赖氨酸。现代发酵工业产品大多数是好氧微生物发酵产生的,但也有一部分产品是利用厌氧微生物发酵产生的。发酵是一种十分复杂的生物化学反应过程,涉及细胞生长、繁殖和产物合成代谢等等。下面的流程图,表示了利用好氧微生物发酵生产的大致过程。



### 发酵与食品生产

在我们的日常生活中,利用发酵技术生产的食品以及与食品有关的产品,比比皆是。





发酵罐示意图



计算机控制发酵过程

现代发酵工业使用的大型发酵罐，均有计算机控制系统，能对发酵过程的温度、pH、溶解氧、罐压、通气量、搅拌、泡沫、营养等及时进行检测和控制，从而对发酵过程的各种参数进行测定。还可以进行反馈控制，使发酵全过程处于最佳状态，从而大幅度地提高发酵生产率。

发酵罐内发酵

分离、提纯产物

产品

发酵过程中，要随时检测培养液中的微生物数量、产物浓度等，以了解发酵进程。还要及时添加必需的营养组分，以满足菌种的营养需求。同时，要严格控制温度、pH、溶解氧等发酵条件。这是因为环境条件的变化，不仅会影响菌种的生长繁殖，而且会影响菌种代谢产物的形成。

将发酵液中的发酵产物进行分离纯化，是制取发酵产品不可缺少的阶段。产品不同，分离提纯的方法也不同。如果发酵产品是微生物细胞本身，可在发酵之后，采用过滤、沉淀等方法将菌体分离、干燥即可得到产品。如果产品是代谢产物，可根据产物的性质采取适当的提取、分离和纯化措施来获得产品。



讨论

列出你昨天一天的食谱，和同学讨论以下问题：

1. 哪些食品是直接由微生物发酵生产的？
2. 哪些食品中添加了经发酵生产的食品添加剂？





图 3-4 添加了柠檬酸的饮料

日常食品中,有许多是直接利用微生物发酵的产品,例如馒头、面包、腐乳、泡菜、葡萄酒等。

许多食品添加剂都是利用发酵生产的,如味精、醋、酱油、酱等调味剂,赖氨酸、维生素等食品营养增强剂,乳酸、链球菌肽等食品防腐剂,胡萝卜素等食品色素。在果酱、果汁、饮料、罐头、糖果和人造奶油等产品的生产中广泛应用的柠檬酸、L-苹果酸、乳酸等有机酸,也都是发酵生产的(图 3-4)。这些食品添加剂不仅改善了食品的营养、口感、风味、色泽和性状,有的还可以延长食品的保存期。

我国于 1964 年开始利用微生物发酵法生产味精,现在的味精产量世界第一,年产约  $6.5 \times 10^5$  t。所选育的菌种具有很高的生产能力,在许多方面优于国外的一些菌种。此外,我国也是柠檬酸、酒类的生产大国。

## 到 社 会 中 去

1. 调查食品店或超市中有哪些发酵食品,列举其中 5 种产品,并说明其原料、使用的菌种、发酵的类型(需氧发酵或厌氧发酵)及发酵前后的营养成分有哪些变化?
2. 当地是否有从事发酵生产的企业?如果有,请进行以下调查活动。
  - (1) 找当地的政府管理部门咨询,了解这些企业的年产值是多少?占当地(市/县)国民生产总值的比例是多少?这些企业提供了多少就业岗位?
  - (2) 你的亲戚、朋友之中,是否有正在从事食品发酵工业生产的?如果有,请向他们咨询以下问题:该公司目前生产哪些发酵产品?经济效益如何?本行业目前遇到的主要困难是什么?要解决这些困难,又对发酵技术提出哪些新要求?

### 思考与探究

1. 发酵工业经历了哪几个阶段?每个阶段有什么特点?
2. 请举一例说出在发酵生产的过程中,可以控制哪些条件以影响微生物的生长和繁殖。
3. 在馒头的生产过程中,如果面团放置时间过长,做出的馒头有酸味,请分析可能的原因是什么?



## 第2节 酶在工业生产中的应用

### 从社会中来

糖尿病患者可以用尿糖试纸化验自己的尿糖情况。尿糖试纸中含有葡萄糖氧化酶，它可以催化葡萄糖形成葡萄糖酸和过氧化氢，过氧化氢可以将试纸中一种无色的化合物氧化成有色的化合物。试纸颜色变化的情况，就可以显示尿中葡萄糖含量的高低。

然而，酶容易受到温度、pH的影响而失去活性。如果将生物体内的酶直接放在试纸上，它会很快失效。从生物体内的酶到制成日常可以应用的酶制剂，有很多需要克服的技术难题。



### 酶的家族与酶制剂的生产

酶广泛存在于生物体内，生物体内几乎所有的生物化学反应都离不开酶的催化作用。生物体内的酶种类很多，根据存在的部位不同，酶可以分为胞内酶和胞外酶：大多数酶存在于细胞内，称为胞内酶；少数酶能分泌到细胞外，称为胞外酶。按照酶催化的反应和所起作用，可以将酶分为氧化还原酶、水解酶、裂解酶、连接酶、转移酶和异构酶六大类型。

与无机催化剂相比，酶具有催化效率高、反应条件温和等优点。但是，要使酶在大规模的工业生产和实际生活中得到应用，还需要克服许多困难。



### 现实中的问题

大规模工业生产对酶的需要量很大。生物体内含有酶，但含量很少。怎样才能获取大量的可供应用的酶呢？

### 资料卡

氧化还原酶是指能够将细胞内产生的有毒物质氧化分解和合成某些生理活性物质的酶。例如，肝脏中的乙醇脱氢酶能催化乙醇氧化为乙醛，从而消除人的乙醇中毒。水解酶主要是指能够催化大分子物质和水的反应，生成小分子物质的酶，如催化蛋白质水解成氨基酸的蛋白酶。能将某基团从一个化合物转移到另一个化合物的酶，叫转移酶。



目前,大量应用的酶都是利用微生物发酵方法生产的。一些重要的酶已经采用基因工程菌发酵生产,使酶的产量大幅度提高。例如,为了提高洗涤效果,加在洗衣粉中的蛋白酶和脂肪酶,是人们将控制蛋白酶和脂肪酶合成的基因,转移到特定的细菌内,构建成基因工程菌,再通过发酵的方法生产出大量优质的蛋白酶和脂肪酶。



#### 现实中的问题

酶特别“娇嫩”,对环境条件的要求比较苛刻。这就给实际生产及应用造成麻烦。怎么解决这一问题呢?

在实际应用中,为了保持酶的活性以及使用、储存和运输的方便,人们要将酶制备成不同的剂型,如液体、颗粒、粉末等,这种含有酶的制品称为酶制剂。例如,治疗某些胃病的胃蛋白酶液,就是液体的酶制剂;用于水解淀粉生产葡萄糖的淀粉酶和糖化酶,一般是分别制成粉末状和液体的酶制剂;加酶洗衣粉中的蛋白酶、脂肪酶等,就是制成颗粒状的酶制剂。酶制剂的产量和经济效益都很大。2002年,国际酶制剂市场的销售额已达到25.7亿美元,年增长率为12%。我国的酶制剂品种有20多个,年产量已达到32万吨。



#### 现实中的问题

酶催化反应结束后,酶和其他产物混合在一起,分离比较麻烦,这不仅影响产品的纯度,而且酶不能分离出来重复使用,也造成了浪费。这个问题又是怎样解决的呢?

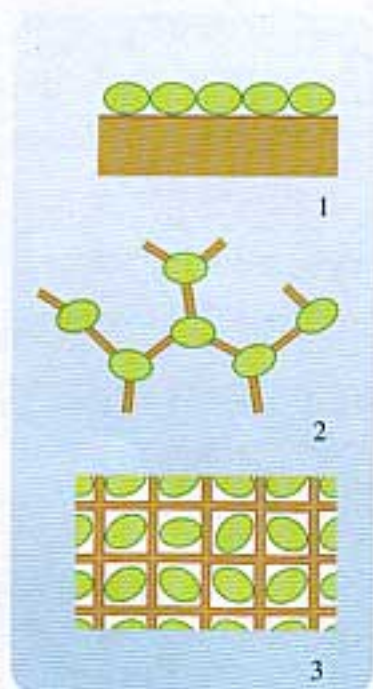


图3-5 酶的几种固定方式示意图

- (1. 将酶吸附在载体表面;
2. 将酶相互连接起来;
3. 将酶包埋在细微网格里。)

为了解决这个问题,人们采取多种办法将酶固定在一定载体上,制备成不溶于水的固体颗粒,称为固定化酶(图3-5)。固定化酶是一种新型酶制剂。酶被固定化后,大多数稳定性增加,可以通过过滤等简单的方法将酶从反应系统中取出,既避免了污染产物,又可以反复使用,从而有助于实现反应的连续化和自动化。



## 酶在工业生产中的应用

酶作为工业催化剂,比无机催化剂具有更大的优越性。首先,由于反应能在常温、常压和中性pH条件下进行,因此可以节省大量的能源和设备投资。其次,生产过程中不会造成严重的污染,符合环境保护的要求。第三,生产过程简单,效率高,产品质量好,生产成本低。因此,酶和酶制剂在工业领域得到了广泛的应用。

目前已有几十种酶制剂成功地用于食品工业,不仅用于食品的直接生产,还用于改进工艺、简化生产过程、改善产品的品质和风味、延长储存期、提高产品产量和质量等方面。

### 资料卡

#### 酶在食品加工工业中的应用

##### 生产实例1:葡萄糖的生产

以前曾采用酸水解淀粉的方法生产。这种生产工艺,反应温度高、酸性强,设备很容易被腐蚀,而且,水解后获取的产物颜色深,提取葡萄糖的难度大。

现在采用酶制剂的方法生产。大致过程是:将30%的淀粉浆与耐高温的 $\alpha$ -淀粉酶混合后加热到90~110℃,在 $\alpha$ -淀粉酶的作用下,淀粉被水解成由10个左右的葡萄糖组成的糊精。然后再加入糖化酶,在55~60℃保温,水解40h以上,糊精被水解为葡萄糖。由这种方法生产的葡萄糖很容易分离纯化,而且产量高,质量好。

##### 生产实例2:果汁的生产

将水果制成果汁,既提高了水果的经济附加值,又方便了食用。但是,在制作果汁的过程中,人们发现以下问题:水果出汁率低,耗费的时间长,榨取的果汁混浊,黏度高,不溶性物质含量多,放置一段时间后,很容易发生沉淀等。

为解决这些问题,工业上采用果胶酶和纤维素酶来处理果肉,不仅提高了果肉的出汁率,缩短了出汁时间,而且能使生产的果汁澄清,稳定性强。

更多的实例:葡萄糖因为不够甜,在食品上使用有限。用固定化葡萄糖异构酶催化葡萄糖异构反应,可将葡萄糖转变成果糖,生产出果葡糖浆。果葡糖浆的甜度与我们日常食用的绵白糖相似,可以在生产食品、饮料时使用。

在饴糖、麦芽糖等食品用糖的生产过程中,都用到淀粉酶。

啤酒的生产过程中要利用多种酶。例如,发酵时加入乙酰乳酸脱羧酶,可以去除发酵产生的具有不良味道的乙酰乳酸,从而改善啤酒的口味;发酵完成后,加入蛋白酶可以降解啤酒中的蛋白质,防止啤酒冷藏时发生浑浊,提高啤酒的质量。



酶在轻工业和化工工业上有着广泛的应用。据科学家预测,到2020年,化学工业将有30%的生产过程为酶催化的反应所取代,酶和酶制剂将成为化学工业重要的产业支柱。



### 资料卡

#### 酶在轻工业和化工工业上的应用

##### 生产实例 1：棉布的生产

为使牛仔服柔软、光洁，改善手感和外观，以前，人们常用沙石洗工艺对棉布进行处理。但这种处理容易导致纤维不均匀、损害织物的强度等问题。

用纤维素酶处理棉布，就不会出现这些问题。我国目前制作牛仔服的棉布，其生产过程中都采用了纤维素酶处理工艺。

##### 生产实例 2：造纸工业中的应用

用酶代替化学和物理方法制造纸浆和漂白，解决了造纸产生的大量污染，并提高了纸浆质量。用废纸制造纸浆时，用酶代替化学脱墨，可保持制成的纸的强度。

更多的实例：用蛋白酶处理毛纺织品，可以防止水洗后出现的缩水，还可以提高染色效果，减少污染。用蛋白酶、脂肪酶等处理皮革，可以加快皮革鞣制过程，减少污染和提高产量。



在医药工业方面，利用酶的催化反应生产药物，可以解决化学方法无法解决的问题：既可用于对天然药物的化学结构进行改造，生产半合成药物；也可代替化学合成过程中的一些关键步骤，提高生产效率。

### 资料卡

#### 酶在医药工业上的应用

##### 生产实例 1：半合成青霉素的生产

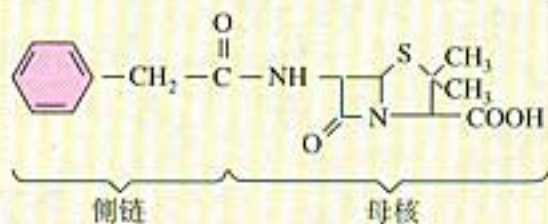
青霉素在临床上已经应用了半个多世纪，许多致病菌已产生对青霉素的耐药性，降低了青霉素的治疗效果。研究发现，青霉素在化学结构上是由青霉素母核和侧链组成的，母核是决定青霉素杀菌活性的主要部分，侧链的结构与青霉素的抗菌谱及稳定性有关。通过把各种新的侧链连接到青霉素母核上的方法，可以获得许多抗菌谱广、抗耐药性强和稳定性好的新的青霉素，它们被统称为半合成青霉素。

以前是用化学方法将发酵生产的青霉素水解，除去侧链获得母核，但生产效果很差，产品质量低，无法满足半合成青霉素生产的需要。现在则使用青霉素酰化酶催化青霉素的水解反应，将侧链“切下”获得母核。其生产效率高，产品质量好，成本也大幅度降低。然后，再用化学方法或在青霉素酰化酶催化下，将新的侧链连接到母核上，制备成半合成青霉素。现在医院里使用的氨苄青霉素和羟氨苄青霉素都是这样生产的。这些产品疗效高，过敏反应低，甚至可以口服，使用更方便。

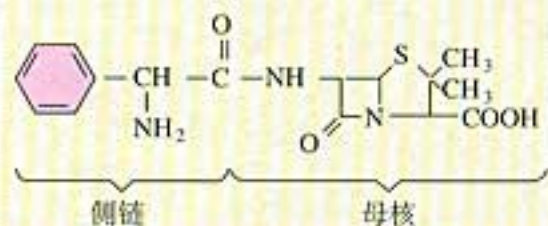
##### 生产实例 2：多巴的生产

帕金森综合症是一种老年性疾病，患者手指颤抖，肌肉僵直，行动不便。发病原因是因为大脑神经细胞不能将酪氨酸转化成神经递质类的多巴。治疗这种疾病的重要手段就是给病人服用多巴。

人们从微生物中找到了一种酪氨酸酶，它能够将邻苯二酚、丙酮酸和氨合成多巴。这个反应效率很高，可以大量生产多巴。



青霉素分子结构式



氨苄青霉素分子结构式



将酶的催化反应与化学合成方法相配合生产各种药物，是目前酶的工业应用中最广阔的领域，它正在为人类的健康做出越来越大的贡献。

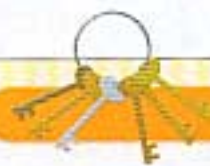
## 到 社 会 中 去

假如你是一位食品生产企业的技术人员，现在检索到以下一则专利文献。

专利概要：一种来自米曲霉的蛋白水解酶制品。该制品可水解植物或动物蛋白质，水解后的产物可用于食品（如母乳代用品、干酪、肉浸膏、调味剂）或其他产品（如宠物的食物、化妆品）。

你首先需要分析这一专利技术是否适用于你们的企业。如果适用，你就需要进一步了解有关的技术信息，并对这项专利技术的实际效果进行测试。如果打算采用这项技术，需要进一步做的工作还有很多。

请列出自己的分析思路。如果分析起来有困难，请进一步查找酶制剂在食品工业上应用的技术要领，以及有关专利技术转让的情况等资料。



### 思考与探究

1. 请列举酶催化的反应有哪些优点和缺点？
  2. 有人说基因工程、细胞工程、发酵工程和
- 酶工程之间存在着交叉渗透的现象，你认为对吗？请举例谈谈你的看法。



## 第3节 生物技术药物与疫苗

### 从社会中来

2004年1月19日，SARS病毒灭活疫苗获得国家食品药品监督管理局批准，进入I期临床研究，不久将首次在志愿者体内接种。中国由此成为世界上第一个批准SARS疫苗用于人体临床研究的国家。



不少国家都在加紧SARS疫苗的研制，其中不乏科技先进的国家。我国在这项研究中处于领先地位，国家的高度重视、科学家的献身精神无疑是重要的因素。还有其他原因吗？

SARS疫苗用于人体临床研究还要经过有关伦理委员会的批准，这是为什么？

志愿者应当符合什么条件？具有哪些权利？假如你符合这些条件，你愿意当志愿者吗？

生物技术药物与疫苗的研究和生产，是生物技术中发展最快、最活跃和最为成熟的领域，也是世界各国在生物技术研究开发方面的重点。生物技术药物与疫苗的研究、开发和产业化，对人类各种疾病的诊断和防治具有重要意义。

#### 生物技术药物

生物技术药物一般是指利用DNA重组技术或其他生物技术生产的药物，包括基因工程药物、酶工程药物、发酵工程药物、细胞工程药物，等等。下面主要介绍利用基因工程和细胞工程研制的药物。



#### 现实中的问题

目前，全世界的糖尿病患者估计有1亿多人。糖尿病已成为一种威胁人类健康的严重疾病。胰岛素是治疗糖尿病的有效药物。

以前，治疗糖尿病的胰岛素是从猪的胰脏中提取的。要生产供一个糖尿病病人使用一年的胰岛素，大约需要3500头猪。因此，胰岛素的产量相当有限、价格昂贵，并且猪的胰岛素分子中有一个氨基酸与人的不同，给病人注射后有可能导致过敏反应，长期使用则会因病人体内产生相应抗体而失效。

其实，人体内都有控制胰岛素合成的基因。能不能将人控制胰岛素合成的基因转移到细菌中，让细菌大量生产胰岛素呢？



### 基因工程药物

1978年，美国科学家将编码人胰岛素的基因导入大肠杆菌中，使大肠杆菌合成了人胰岛素。1982年，用这种大肠杆菌生产的人胰岛素，作为第一个基因工程药物被批准上市。现在制药厂用 $10\text{ m}^3$ 的发酵罐，利用基因工程菌进行一次培养生产出的胰岛素（图3-6），就可以满足一位糖尿病患者一年的治疗需要。

干扰素是一类具有抗病毒、抗肿瘤和免疫调节活性的糖蛋白，是由动物细胞受到病毒刺激后产生的。传统的干扰素生产方法是从人血液中的白细胞内提取的，每300 L血液只能提取出1 mg干扰素。现在，将控制干扰素合成的基因转移到大肠杆菌或酵母菌中，构建基因工程菌，再经过大量培养，从每千克细菌培养物中就可以得到20~40 mg干扰素。我国从1989年开始，用基因工程菌工业化生产干扰素，产品大量投放市场。目前，白细胞介素、溶血栓剂、凝血因子等许多药物，都是利用基因工程方法生产的。

基因工程药物的生产是个复杂的系统工程，其大致过程如下：

获得目的基因→构建基因工程菌→工程菌大规模培养  
→产物分离纯化→除菌过滤→半成品检测→成品加工  
→成品检测

在基因工程药物的生产过程中，最主要的环节是构建工程菌，即通过转基因技术将目的基因转入细菌（如大肠杆菌）中，形成基因重组工程细菌。利用工程菌可以高效率地生产出各种高质量、低成本的药品。

### 细胞工程药物

传统的动植物药物因具有高效、低毒、副作用少等特点而受到人们的青睐。然而，这些药物，有许多是来自珍稀濒危动植物。随着这些药物的需求量日益增大，人们对野生生物资源的大规模猎取、采集和开发，导致了生态环境和物种资源的破坏。



图3-6 我国生产的部分胰岛素产品



生产干扰素的车间

### 资料卡

1989年，我国第一个基因工程药物干扰素批准上市。1992年第一个基因工程疫苗批准上市。现在，我国有20多种基因工程药物和疫苗在临床上广泛应用，已经进入临床试验的基因工程药物和疫苗有几十种。



### 现实中的问题

怎样才能做到既保护生物资源，又能获得更多的野生动植物药物呢？





图 3-7 细胞培养的人参愈伤组织

细胞工程为解决这一矛盾提供了新的生产方法和途径。

植物细胞培养制取药物的流程如下。

植物细胞株→固体培养→液体悬浮培养→收集细胞→提取纯化产物→药物制剂

目前，许多药用植物，如人参、甘草、红豆杉、黄连、银杏、紫草和长春花等的细胞培养均获得成功(图3-7)。利用红豆杉细胞培养生产抗癌药物紫杉醇的培养罐，已经达到7 500 L的规模，生产的紫杉醇与从天然红豆杉中提取的相同，并且成本降低，在临床上得到了广泛的应用。利用植物细胞培养技术生产植物药物，显示出十分诱人的前景。

在动物细胞培养中，培养的细胞通常取自动物胚胎或出生不久的幼龄动物。将细胞取出来后，需要先用胰蛋白酶处理，使组织分散成单个细胞，再进行培养。培养的过程如图3-8所示。

人们不仅可以将细胞或组织从动物体内取出，通过细胞培养技术进行大规模培养，并从中提取人们需要的产物，还可以将细胞培养技术与基因工程、细胞融合等技术结合，使动物细胞具有特殊的生产能力，从而生产出更多的产品。由于动物细胞比大肠杆菌细胞具有更加优良的产物加工性能，更适合于来自人和高等动物的基因的表达，因而可用于生产各种重要的生物制品，如乙肝疫苗、狂犬病疫苗和脊髓灰质炎疫苗等疫苗，以及干扰素、白细胞介素、肿瘤坏死因子等药物。

### 生物技术疫苗

疫苗是一种特殊的药物，它不是用于治疗疾病，而是用于预防疾病。实践证明，某些疾病只有通过接种疫苗才能够彻底控制和消灭。例如，人类通过接种牛痘疫苗已经消灭了天花。脊髓灰质炎也即将被消灭。

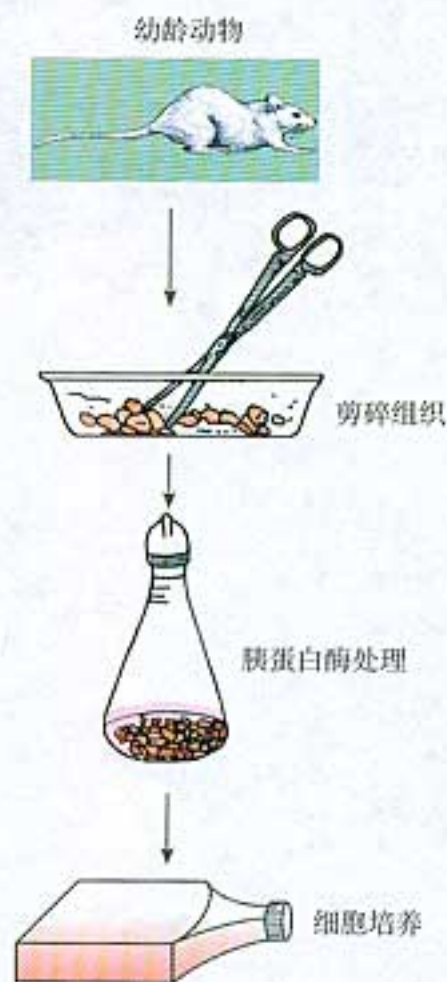


图 3-8 动物细胞培养过程示意图



### 现实中的问题

传统的疫苗，有些是用化学或物理方法，使病原微生物灭活制成的，但灭活的适宜程度不好把握；有些是让病毒先感染一种动物，使病毒的毒力减弱而制成的，但这样制备的疫苗，可能会因病毒的回突变、毒力增强而引起感染。



生物技术的发展为新型疫苗的研究开拓了广阔的空间。生物技术疫苗主要是指基因工程疫苗（图 3-9）。

利用基因工程可以删除细菌和病毒中抗原物质的基因或基因片段，获得减毒更彻底、遗传特性更稳定、不易发生毒力回复、安全性强的疫苗。例如，用去除毒力基因的腺病毒作为减毒活疫苗。



图 3-9 我国生产的部分基因工程药物和疫苗



### 现实中的问题

人们发现，有许多病原体不能通过人工培养的方法制备相应疫苗，如乙型肝炎病毒、丙型肝炎病毒、麻风杆菌、疟原虫等；还有一些病原体虽然能够人工培养，但是有潜在的危险，如登革热病毒、人免疫缺陷病毒。传统疫苗制备方法对这些病原体束手无策，这给疫苗制备技术提出了新的挑战。

利用基因工程技术，将病原体的某个或某几个抗原基因转入适当的宿主细胞，进行表达，获得的表达产物就可以作为疫苗使用。例如，乙型肝炎抗原疫苗，就是将乙肝抗原基因转入酵母菌或动物细胞。通过细胞培养生产的乙肝抗原，就可用于乙型肝炎的预防（图 3-10）。



图 3-10 乙肝疫苗



### 现实中的问题

在社区卫生站（室），许多小孩在接种乙肝疫苗时，往往会因为害怕打针而哇哇大哭。有什么好的办法解决这个问题吗？

如果将乙肝抗原基因转移到番茄中，经栽培获得转乙肝抗原基因番茄，吃这种番茄就可预防乙肝。

1993 年，科学家意外地发现，将 DNA 直接注射到小鼠骨骼肌细胞后，会产生该 DNA 编码的蛋白质，从而激发特异性的免疫反应，这种免疫反应可以持续 2 个月以上。因为注射的是 DNA，不含有可复制的病毒和活的细菌，因而就



没有感染的危险，并且也不含有其他不必要的蛋白质，所以非常安全。从此以后，DNA疫苗就成为全世界研究的热点。

DNA疫苗又称核酸疫苗，是将致病微生物中，能够编码引起机体免疫反应的抗原基因与适当的载体结合，通过基因工程方法导入宿主细胞，并与宿主染色体整合，通过宿主细胞的转录、翻译表达出抗原，诱导宿主产生免疫应答，从而达到预防和治疗疾病的目的。DNA疫苗在某些肿瘤、艾滋病和肝炎等疾病的预防上可以发挥独特的作用。

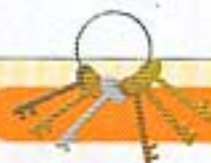
核酸疫苗已经展现出美好的应用前景，但与其他疫苗一样，都有一定的适用范围，并不能取代其他疫苗。可以相信，随着科学技术的不断发展，核酸疫苗和其他生物技术疫苗存在的问题将最终得以解决。

## 到 社 会 中 去

生物技术制药行业具有高科技含量、高附加值、高疗效、高投入和长周期等特征，是知识和资金密集型产业。因此，这是一个高收益伴随着高风险的行业。由于它对保护人类健康的意义重大，并且在科技竞争和产业竞争中具有

重要的战略地位，因而具有广阔的市场前景，可能会成为投资热门行业之一。1996年，全球生物技术药物市场销售额约为150亿美元，2000年则达到了300亿美元。

生物制药企业的股票价格走势，能够大致反映企业的经营状况，也能反映投资者目前对该行业的认可程度。有兴趣的话，可以在课后关注生物制药企业的股市行情，分析该行业的投资形势。



### 思考与探究

1. 为什么说生物技术制药是高投入、高收益，同时又是高风险的行业？

2. 近几年每当秋末冬初之时，人们为避免患流行性感，常选择注射流感疫苗的方法进行预防。但是，流感疫苗并不是所有的人都能注

射，如吃鸡蛋过敏者就不能注射。你知道这是为什么吗？

3. 1980年，世界卫生组织宣布已经在全球消灭了天花。但是，目前在个别国家的实验室中还保存有天花病毒，并一再申请延期销毁。为什



么他们不将天花病毒早日销毁呢？

4. 在许多人眼里，采用生物技术生产药物是高新技术，似乎离现实生活很遥远。实际上，采用生物技术生产的药物，早已融进普通百姓的生活。

：假设你现在是某家报纸科技版的记者，正在准备一篇《生物技术药物与我们的日常生活》的报道，你打算从哪几方面入手进行调查？请在小组内讨论，拟好提纲，课后合作进行调查并完成报道。



### 拓展视野

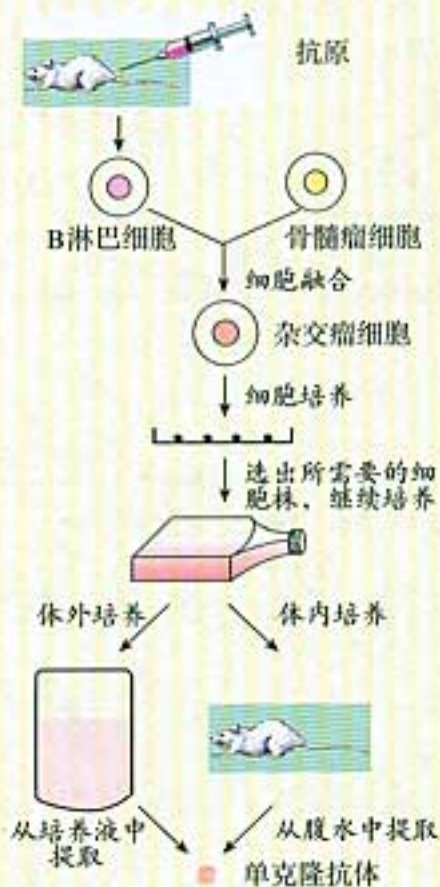
### 单克隆抗体药物的制备

长期以来，人们为了得到抗体，采用的是把某种抗原反复注射到动物体内，然后从动物血清中分离出所需要的抗体的方法。用这种方法获得抗体，不仅产量低，而且纯度低，特异性差，反应也不够灵敏。怎样才能解决这一问题呢？

研究发现，动物体内的B淋巴细胞可以产生多达百万种以上的特异性抗体，但每一种B淋巴细胞只能分泌一种特异性抗体。因此，要想获得大量的单一抗体，必须用单个B淋巴细胞进行无性繁殖，即克隆，形成细胞群。这样的细胞群就有可能产生出化学性质单一、特异性强的抗体——单克隆抗体。然而，在体外培养的条件下，一个B淋巴细胞是不可能无限增殖的。那么，怎样才能获得单克隆抗体呢？

1975年，阿根廷裔科学家米尔斯坦（C. Milstein, 1926—）和德国科学家柯勒（G. Kohler, 1946—）在借鉴当时已有的研究成果的基础上，充分发挥想像力，设计了一个极富创造性的实验方案：用能在体外培养条件下大量增殖的小鼠骨髓瘤细胞，与一种B淋巴细胞融合，所得到的融合细胞就能够大量增殖，从而产生足够数量的特定抗体（如右上图所示）。他们根据这个思路设计了实验并获得成功。1984年，他们因此获得了诺贝尔生理学或医学奖。

单克隆抗体的实验成功，不仅在理论研究上具有重要意义，而且在实践方面也有很高的实用价值。与常规抗体相比，单克隆抗体具有特异性强、灵敏度高等优点。有的单克隆抗体已经制成“单抗诊断盒”投放市场。如果在单克隆抗体上连接抗癌药物，制成“生物导弹”，就可以将药物定向带到癌细胞所在部位，既消灭了癌细胞，又不会伤害健康细胞。作为一种疗效高、毒副作用小的新型药物，“生物导弹”有着广阔的应用前景。





## 总结与拓展

工业是国民经济的命脉，生物科学技术在工业生产中占据着重要的地位。日常生活中，经常接触的许多食品和药物的生产，都与微生物发酵有关。微生物发酵技术广泛应用于食品的生产，以及轻工、化工和医药工业的生产。利用酶作为工业生产的催化剂，不但可以节省大量的能源、设备投资和减少污染，而且生产效率高、产品质量好、生产成本低。

利用基因工程、细胞工程等生物技术研制药物和疫苗，是现代制药工业中的朝阳产业，在维护人类健康方面发挥着越来越重要的作用。

生物科学技术在工业生产中的广泛应用，一改传统的工厂机器轰鸣、烟尘满地，工人忙碌的景象，取而代之的是身着干净工作服的科研人员，在无菌或经过消毒处理的车间里，在发酵罐前观察和研究，或者利用动物作为生产车间，生产人类所需要的药物或产品。

对生物科学技术在工业中的应用感兴趣，或有志于将来从事这方面工作的同学，可以查找一些相关资料，做成网页，放在校园网上；或做成幻灯，给大家作一个专题报告；也可以以生物技术制药的现状和前景为题，做一期宣传板报。



### 书海导航

1. 闫桂琴：《生命科学技术概论》，科学出版社，2003年。
2. [美]理查德·W·奥利弗：《即将到来的生物科技时代》，中国人民大学出版社，2003年。



### 网站链接

<http://www.cncbd.org.cn/>

<http://chanye.finance.sina.com.cn/yy/2004-01-15/195932.shtml>



# 第 4 章 生物科学与环境保护



目前，人类正面临着前所未有的全球性资源和环境问题的困扰。这些问题的解决并非易事：既要遵循科学原理和规律，充分发挥科学技术的积极作用；又需要相应的法律、法规 and 政策的引导与约束。此外，还需要全社会的共同努力，并加强国际合作。





## 科技发展之窗

## 生物科技与可持续发展



沙尘暴

自18世纪工业革命以来,社会生产力得到了巨大的发展,然而,人类对地球家园的影响也越来越大,消耗的资源越来越多,而资源的消耗又严重地影响到人类自身赖以生存的环境。温室效应、沙尘暴、酸雨等全球性环境问题已经引起了人们的深刻反思:经济的增长是不是需要以牺牲环境为代价?靠破坏环境而实现的经济增长能够持久吗?正是由于这些反思,人类在20世纪80年代提出并逐步形成了可持续发展(sustainable development)的思想。

可持续发展包含了子孙后代的需求、国家主权、国际公平、自然资源、环境承载力、环境与发展相结合等重要内容。它倡导在增加生产和消费的同时,必须注意生态环境的保护与改善。它明确提出要变革人类沿袭已久的生产方式和生活方式:工业生产应当是清洁的生产,应减少矿物资源的消耗;实施绿色农业,减少化肥和农药的使用;变革生活方式,倡导绿色消费,把消费引入有利于资源和环境保护的轨道……

经济和社会的发展应当既要有利于当代人,又要顾及子孙后代。

生态学原理是可持续发展的重要理论基础。生态学研究使人们认识到,生物与环境是一个统一的整体。在这个统一的整体中,生物与生物相互依存、相互制约,生物与无机环境相互影响,生态系统中的物质可以循环,生态系统通过自动调节而维持自身的动态平衡。人类活动如果突破了生态系统自动调节能力的限度,就会破坏生态系统的稳定性,导致一系列严重的后果。只有在生产和生活中尊重大自然的客观规律,才能实现人与自然的和谐发展。

## 我们共同的未来

世界环境与发展委员会 编著



世界知识出版社



生物科学和技术为可持续发展提供了有力的保障。从保护生物多样性到生态工程的实施，都离不开生物学的研究。以高技术、低能耗、低污染为特点的生物技术产业的兴起，为人类实现经济效益和生态效益的统一提供了有效的途径。例如，利用经过基因改造的工程菌进行秸秆发酵生产燃料酒精，可以降低对石油等化石燃料的消耗，并且能减少大气污染物的排放；利用酶工程生产高效酶替代化学催化剂，可以使化工生产摆脱高温、高压或使用强酸、强碱的束缚，既节省能源，又减少污染；通过基因工程培育转基因抗虫植物，可以大量减少有毒农药的使用；培植转基因固氮植物，可以减少氮肥的使用；利用细胞工程、组织培养的方法培养珍贵的药用植物或动物的组织，提取有效成分，可以保护野生生物资源。生物技术产业已经在人类的可持续发展中开始大显身手，表现出勃勃的生机。

在对环境污染进行治理的过程中，生物科学与技术也发挥着重要作用。例如，利用微生物分解污水中的有机物，使污水得到净化；而利用转基因技术对微生物进行改造，获得的工程菌对污水的处理能力大幅度提高。在进行生态环境的恢复和重建的过程中，更离不开生物科学和技术。

由此可以看出，在解决全球性的资源和生态环境问题，实现经济和社会的可持续发展过程中，现代生物科学技术有着极为重要的作用。



一种转基因固氮植物（茎部长有“茎瘤”，内有固氮菌，可以利用空气中的氮）



## 第 1 节 生物性污染及其预防

### 从 社 会 中 来

图中这种植物叫凤眼莲，又称水葫芦。

20世纪初，水葫芦作为观赏植物引入我国。

20世纪中期，水葫芦被作为饲料推广。

20世纪70年代以后，水葫芦被作为水质净化植物推广。

现在，水葫芦广泛分布于我国华南、华中、华北和东北地区。由于水葫芦具有惊人的繁殖力，水体的富营养化又为水葫芦的大量繁殖提供了条件，使得许多水域被一层厚厚的水葫芦所覆盖，导致水体缺氧，水生生物大量死亡，水质严重恶化。水葫芦已经名列我国第一批外来入侵物种名单。

从水葫芦在我国的“角色”变化，你得到什么启示？



#### 资料卡

我国第一批外来入侵物种名单：  
紫茎泽兰、薇甘菊、空心莲子草、豚草、毒麦、互花米草、飞机草、凤眼莲、假高粱、蔗扁蛾、湿地松粉蚧、强大小蠹、美国白蛾、非洲大蜗牛、福寿螺和牛蛙。

一种生物经自然或人为的途径从原来的分布区域迁入一个新的区域，其后代在新的区域里迅速地繁殖、扩散，对迁入地区的生物多样性和生态系统的稳定性造成严重危害的现象，称为生物入侵。入侵的生物由于脱离了在原产地和当地物种之间的相互制约关系，在新的环境里容易快速繁殖、扩散和爆发，影响到其他生物的生活和繁殖，因而导致入侵地区生物多样性的破坏和丧失，使农、林、牧、渔业的生产受到极大的经济损失，严重时甚至威胁到人类的健康。

生物入侵是生物性污染 (biological pollution) 的一种。究竟什么是生物性污染呢？



## 识别生物性污染



### 资料分析

### 什么是生物性污染

以下是几个环境污染的实例，有的是生物性污染，有的不是。

1. 近年来，我国渤海、黄海、东海等海域曾经多次出现了大面积的赤潮。赤潮是由于排入海水中的氮、磷等矿质元素含量过多，引起某些微小浮游生物急剧繁殖，从而造成海水变色，水质恶化，并使鱼虾和贝类大量死亡的现象。赤潮对海洋生态环境造成了巨大的危害，给我国的渔业经济造成了重大的损失。1997年至2000年间，我国较大规模的赤潮共造成的直接经济损失超过20亿元。作为一种世界性海洋灾害，赤潮近几年来在我国近海发生的范围越来越大，持续时间越来越长，危害越来越严重，不仅出现在夏季，春、秋两季也时有发生；不仅出现在近海，并有向远海扩展的趋势。我国已成为赤潮灾害多发的国家之一。

2. 1952年12月5~9日，伦敦出现了历史上最严重的烟雾事件。从工厂烟囱和家庭炉灶排放出来的烟尘和二氧化硫，被

封盖在逆温层下扩散不出去，形成了漫天烟雾。初期，伦敦市民感到胸闷、咳嗽、喉痛以至呼吸困难，进而发烧；在浓雾后期，死亡率急剧上升，几天内因支气管炎、肺炎等病死亡者达数千人。

3. 由于无线电广播、电视、手机和微波炉等的迅速发展和广泛应用，地球表面的电磁辐射在大幅度地增加。电磁辐射会使人容易患植物性神经系统功能紊乱，其主要症状有头晕、周身不适、失眠多梦、脱发、心悸等疾病。特别是微波的辐射，能使人患心律不齐、红细胞减少以及白血病和脑癌等疾病。

### 讨论

1. 第一个事例中，造成这种污染的直接原因是什么？
2. 第二、第三个事例与第一个事例有何不同？
3. 请你试着说一说什么是生物性污染，并列举生活中出现的生物性污染的事例。

根据环境中污染物的种类不同，可以将污染分为化学性污染、物理性污染和生物性污染。引起生物性污染的污染物，主要是对人和当地的生态系统造成危害的生物。按照生物种类的不同，生物性污染可以分为动物污染（主要是有害昆虫、寄生虫、原生动物和水生动物等）、植物污染（主要是杂草，还有某些树种和藻类等）和微生物污染（包括病毒、细菌和真菌等）。



生物性污染与其他污染的不同之处在于：污染物是活的生物，能够逐步适应新的环境，不断增殖并占据优势，从而危及其他生物的生存和人类的生活。生物性污染具有以下特点：一是预测难，例如，人们对外来生物在什么时候、什么地方入侵不易做出预测；二是潜伏期长，一种生物造成污染后，其潜伏期可能长达数年，甚至数十年，因此，难以及时发现和跟踪观察；三是破坏性大，由于污染生物的迅速增殖，在破坏当地生态环境的同时，也破坏了该生态系统中各类生物的相互依存关系，从而造成严重的后果。

#### 生物性污染的防治

造成生物性污染的原因，有大自然的因素，但更多的是人为因素。人类在开发和利用自然资源的过程中，往往对生态环境造成污染和破坏，从而引发生物性污染。近些年来，水华（图4-1）、赤潮以及水葫芦的扩散和爆发，就是由于人类向水体中排放过多的氮、磷等元素造成的。

防治生物性污染的方法有很多。针对不同的生物性污染，应当采取不同的防治措施。

对于赤潮和水华这类生物性污染，应避免水体的富营养化，尽量减少污染物的产生。例如，尽量减少使用含磷的洗衣粉；控制化肥的施用量；工业生产中减少有机废水的产生；生活污水和工业有机废水必须经过除污净化处理，达到国家规定的水质标准后才能排入水体；等等。同时，还应对水体的富营养化及时进行治疗。



图4-1 水华



#### 讨论

近几年来，为避免过多的含磷物质排入水体造成污染，我国生产的洗衣粉和洗涤剂等大多数洗涤用品中实行了无磷配方。

1. 你以前购买洗涤用品时，注意看它

的配方说明吗？

2. 消费者的行为与生产企业的行为之间具有怎样的关系？

对于生物入侵这一类的生物性污染，目前主要采取预防的措施。引进外来物种时一定要谨慎，如果确实需要引进，引进前必须经过充分论证。对从国外进口的动植物及其产品，还有包装材料，都要进行严格的检疫。我国高度重视对外来物种入侵的防治，已经制订了相关的法律法规，如《中



《中华人民共和国进出境动植物检疫法》等。《中华人民共和国农业法》第六十四条第一款中规定，“从境外引进生物物种资源应当依法进行登记或者审批，并采取相应安全控制措施”。另外，也应加强生物性污染的基础理论研究，建立国家监控体系和数据库。对已经发生的生物性污染，应采取有效的措施进行治理，以防止其继续传播、扩散而造成更大的危害。例如，对于水葫芦，除采取人力或机械清除的方法外，还可以利用它的天敌水葫芦象甲来进行生物防治（图4-2）。



图 4-2 水葫芦象甲



### 讨论

若引入水葫芦象甲来防治水葫芦的危害，应该注意哪些问题？

小组讨论之后，查找有关资料作进一步了解。

控制致病的细菌、病毒等排入水体和土壤，也是预防生物性污染的重要措施。例如，医院产生的污水必须经过特殊的灭菌处理，经检验合格后才能排入水体；污物必须焚毁。粪肥在施用前，可以进行沼气发酵处理或者高温堆肥，以杀死绝大多数病原微生物。

## 到 社 会 中 去

你所在的地区存在哪些生物性污染的事例？人们是怎样看待这些生物性污染的？又采取了哪些防治的措施？

请针对其中的一项生物性污染，查找资料，提供一些新的有针对性的预防和治理措施，并进行宣传。



### 思考与探究

1. 我国法律和法规禁止从其他国家进口某些种类的水果，以防止外来病虫害随着水果潜入。然而，有些人却为了经济利益而走私销售这些水果。请分析，这样做的危害可能有哪些？

你是否注意过电视和报纸上的有关报道？你认为怎样做才能杜绝这类事情发生？

2. 2003年春夏之交爆发非典型性肺炎的时候，香港淘大花园共发生了321名非典型性肺炎病人。调查研究表明，其主要原因可能是淘大花园的污水排放系统不科学。请查找相关资料，以这个事例或类似的事例为素材，写一篇预防病毒、病菌等引起的生物性污染的文章。



## 第2节 生物净化的原理及其应用

### 从社会中来

1991年，科威特数百口油井在战争中被炸毁，大片土地遭到严重的石油污染。战争结束后，清除那里的土壤污染便成了规模巨大的土壤净化工程。如果按照常规的方法，即通过土壤中现有微生物的分解作用和植树种草来清除石油污染，需要花费几十年甚至上百年的时间。为更快地消除污染，科学家找到了一种以原油为食的细菌。这种细菌能够“吞食”渗入土壤中的石油，将石油分解为其他的小分子物质。利用这种方法，大大加快了受污染土地的净化速度。



从上述事例可以看出，生物也可以用来净化污染。

#### 生物净化的原理

生物净化 (biological purification) 是指生物通过自身的代谢，使环境中的污染物数量减少，浓度下降，毒性减轻，有害成分转化、分解，直至消失的过程。在生物净化中，绿色植物和微生物起着重要作用。

#### 绿色植物的净化作用

绿色植物的净化作用主要表现在以下三个方面。



夹竹桃

绿色植物(如夹竹桃、柳杉等)能够吸收大气中一定浓度范围内的有害气体。例如，1 hm<sup>2</sup>柳杉林每个月能够吸收60 kg的二氧化硫。

绿色植物可以阻滞和吸附大气中的粉尘和放射性物质。例如，1 hm<sup>2</sup>山毛榉林一年中可阻滞和吸附大气中的粉尘达68 t。

许多绿色植物，如悬铃木、橙、圆柏等能够分泌抗生素等物质杀灭空气中的细菌。



圆柏

绿色植物的净化作用



总之，绿色植物具有多方面净化大气的作用，森林的净化作用尤为明显，是保护生态环境的绿色屏障。

#### 微生物的净化作用

有些污染物，如生活污水和石油等污染物中含有大量的有机物。土壤和水体中有大量的细菌和真菌，这些微生物能够将许多有机污染物逐渐分解成无机物，从而起到生物净化的作用。在自然界中，不同的有机污染物被微生物分解的情况不同：有些有机物比较容易分解，如人畜的粪尿等；有些有机污染物比较难分解，如纤维素、农药等；有些有机污染物则不能被微生物分解，如塑料、尼龙等。

农药的化学性质一般比较稳定，能够在土壤中残留较长的时间。农药能不能被土壤微生物分解呢？对此，科学家进行了实验。他们选取几种有代表性的土壤，将土壤混合均匀，并等量地分装在一些相同的容器中。容器分成两组：一组进行高压灭菌；另一组作为对照，不灭菌。接着，分别向两组容器内的土壤上喷施等量的除草剂“敌草隆”，然后把两组容器放入恒温箱中培养。六周以后，检测两组容器中“敌草隆”消失的情况，发现经灭菌处理过的土壤中“敌草隆”只被分解了10%，而对照组土壤中的“敌草隆”则被分解了近50%。

#### 生物净化的应用举例

通过植树造林可以净化大气中的各种污染物。例如，我国于1978年开始实施的三北防护林体系工程，是目前世界上规模最大的生态工程。它的实施不仅在遏制风沙灾害、减少水土流失等方面起到了极大的作用，而且对降低大气污染起着重要作用，有力地改善了我国相当大一部分地区居民的整体生存环境。

#### 资料卡

以下是某次测定中获得的的数据：某百货商场中每立方米空气含菌量为400万个，林阴道中为58万个，而林区内只有55个。

#### 资料卡

#### 三北防护林体系简介

三北防护林体系工程实施地跨东北西部、华北北部和西北大部分地区，包括我国北方13个省（自治区、直辖市）的551个县（旗、市、区），建设范围东起黑龙江省的宾县，西至新疆维吾尔自治区乌孜别里山口，总长4480 km。按照工程建设总体规划，该项工程分三个阶段、八期工程，需73年来完成，共需造林 $3.56 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 。在保护现有森林植被的基础上，采取人工造林、封山封沙育林和飞机播种造林等多种措施，建设一个功能完备、结构合理、系统稳定的大型防护林体系，使三北地区的森林覆盖率由5.05%提高到14.95%，沙漠化土地得到有效治理，水土流失得到基本控制，生态环境和人民群众的生产生活条件从根本上得到改善。到2001年年底，累计造林面积已达 $2.2 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 。三北防护林体系建设工程在国际上被誉为“中国的绿色长城”、“世界生态工程之最”。1987年联合国环境规划署授予三北防护林建设局“全球500佳”奖章。





在对土壤中的重金属污染进行净化方面，植物也能起重要作用。种植一些特有的植物，可以通过这些植物的吸收、富集或降解作用去除重金属污染物。

在污水的处理方面，生物净化也发挥着重要作用。目前，人们常常将物理法、化学法和生物法综合运用，以达到净化污水的作用。污水处理厂对污水进行处理时，首先进行基本处理，即通过过滤、沉淀等方法，除去污水中个体比较大的固体污染物；再利用多种微生物，把污水中的有机物分解成二氧化碳和水，以及含氮、磷的无机盐等，使污水得到净化（图4-3）。最后，再杀死污水中的有害细菌和病毒。污水经过净化处理，达到国家规定的排放标准以后，可以用于农田灌溉和工厂冷却用水等；有些污水经过更加严格的系统处理后，水质可以达到作为生活用水和饮用水的标准。



污水处理厂



左：污水 中：净化水  
右：自来水对照

图4-3 污水处理

稳定塘是一个人工生态系统吗？

近年来，人们还采用稳定塘的方法处理污水。即将污水或废水排入特定的塘内后，在细菌、藻类等多种生物的作用下发生物质转化反应。污水在塘内停留一到两个月后，就能较好地降低有机污染物成分。另外，如果在塘内种植水生高等植物，如灯心草、水烛、香蒲等，可以更好地净化污水。



## 到 社 会 中 去

参观城市污水处理厂或当地的污水处理设施

### 目的要求

1. 通过参观活动，了解污水处理的原理和流程。
2. 了解污水处理对当地环境和人类生活的重要意义。

### 提示

参观时要做详细的记录，记录本上应该有下列内容。

1. 参观时间和地点。
2. 污水处理厂有哪些重要的设施。
3. 该污水处理厂的运行状况和环境状况。
4. 处理后的污水达标等级。
5. 处理后水的去向。
6. 该厂处理污水的能力及处理污水的成本。

根据参观了解的情况，总结该厂进行污水处理的原理、步骤和方法。

### 讨论

参观结束后，整理参观记录。思考下列问题，并和同学交流参观体会。

1. 该污水处理厂是如何运用生物净化原理的？
2. 该污水处理厂是否有一些生产环节需要改进？



### 思考与探究

1. 有人利用水葫芦吸收水体中的重金属离子，以降低水体中的重金属离子含量，同时，又利用这种水葫芦作为猪的饲料。你认为这种做法可行吗？说出你的理由。
2. 用做吸收有毒有害物质的木本植物，成材以后是用于造纸好，还是做家具好呢？为什么？
3. 假设你是一位园林设计师，在为不同区域的道路设计绿化方案时，对化工厂、闹市区和居民区的行道树应选择不同的树种吗？请写出你对这几种地区进行道路绿化的设计思路。



## 第3节 关注生物资源的合理利用

### 从社会中来

2002年初，农业部发布了《关于在长江流域试行春季禁渔制度的通知》，决定自2002年起，每年4月1日至6月30日在葛洲坝以下的长江中下游实行全面禁渔，葛洲坝以上长江上游江段自2003年起每年2月1日至4月30日实行全面禁渔。在春季禁渔期间，要求各地实现“江中无渔船，岸边无网具”的目标。这是我国在长江第一次实行春季禁渔制度。



渔政船在巡逻

除在长江禁渔外，我国近几年来还在沿海海域实行了定期禁渔的制度。

你所在的地方有没有实行禁渔制度？为什么要实行禁渔制度呢？禁渔制度实行后，渔民一年的渔业经济收入会减少吗？

### 生物资源面临的危机

人类的生存和发展离不开资源，其中来自生物界（除人类以外）的资源统称为生物资源。

到目前为止，地球上的生物物种已被描述和命名的有160万种左右，但科学家对地球上实际存在的生物物种的总数估计出入很大，大约在500万~1亿种之间。这些丰富的生物资源是人类赖以生存的物质基础。例如，人类的食物几乎完全取自生物资源。丰富的植物资源为人类提供了粮食、油料、蔬菜、果品和织物原料等。

化石燃料和其他矿产资源是不可更新的资源，如果无休止地开发利用，总有一天会枯竭。生物资源具有自我更新的能力，是可更新的资源。

#### 资料卡

人类历史上约有3 000种植物被用作食物，另有75 000种可食性植物，当前被人类种植的约有150多种，仅小麦、水稻和玉米三个物种就提供了人类70%以上的粮食。人类的许多药物也来源于生物资源，据《中国生物多样性国情研究报告》估计，我国中药材种类有12 807种，其中植物11 146种，动物1 581种。

#### 讨论

1. 为什么说生物资源是可更新的资源？
2. 既然生物资源是可更新的资源，为什么不能无限度地利用呢？



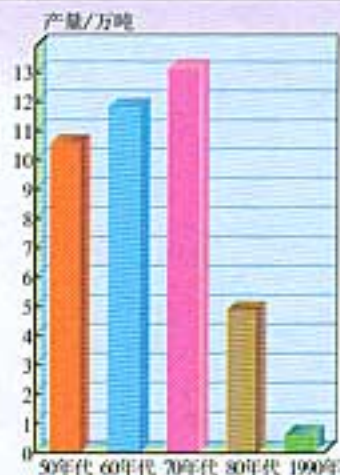


### 现实中的问题

1. 随着人口增长和经济发展的需要，人类超量采伐森林，导致森林的成长速率远远低于开发利用的速率。据有关部门估计，大兴安岭的森林，如不加强保护和更新，按现有的速度采伐，16年后将无木可伐。另外，过度的开发利用还使野生生物的生存环境遭到破坏，濒危动植物种类的名单不断加长。

2. 过度捕捞，不仅使年捕获量明显下降，捕获的鱼、虾等水生生物种类日趋减少，种群结构低龄化，个体小型化，而且严重威胁到其他水生动物的生存。如分布于长江的白鳍豚、中华鲟、江豚已成为濒危物种，鲟鱼、银鱼等经济鱼种种群数量越来越少。

3. 发菜产于我国内蒙、甘肃、陕西、青海和宁夏等干旱地区，因风干后外观酷似头发而得名。这种原核生物有很好的固沙作用，本身并无多高的营养价值，但因其名与“发财”谐音而身价陡增，常被作为送礼或酒宴上的佳品。由于许多人违法采集发菜，给这些地区本来就十分脆弱的生态环境造成了毁灭性破坏。据测算，采1 kg发菜，需要将 $0.33\sim 0.67\text{ hm}^2$ 的草原用密集的钢丝铁耙搂一遍，而被铁耙搂过的土地恢复植被则需要2~3年时间。据统计，1994年至1999年，内蒙古地区因搂发菜而被破坏的草原面积达 $1.3 \times 10^7\text{ hm}^2$ ，其中 $4 \times 10^6\text{ hm}^2$ 已经全部沙化，成为荒漠化地带，其余的目前正处在沙化的过程中。



我国20世纪50年代至90年代大黄鱼产量的变化



搂发菜

对生物资源的过度利用，不仅导致生物多样性面临威胁，破坏生态环境，而且严重影响社会的可持续发展。生物资源不仅是现代人的宝贵财富，也应该是后代人的宝贵财富。因此，保护生物资源，对其进行合理利用，以满足人类对生物资源永续利用的需求，是我们每个人面临的重要任务。



### 讨论

1. 你还知道哪些人类活动破坏生物资源的实例？
2. 人类的生存离不开生物资源。那么怎样才能做到生物资源的合理利用呢？
3. 合理利用生物资源，个人能够做什么？比如，你愿意购买发菜吗？



### 生物资源的合理利用

合理利用生物资源是人类得以生存的重要保障，是经济和社会可持续发展的重要前提，是人类文明的重要标志之一。认识到这一点并不难，但是在现实生活中，要切实做到对生物资源的合理利用，却并不简单。

对生物资源的合理利用和保护，涉及个人利益和群体利益、局部利益和整体利益、眼前利益和长远利益的矛盾。如何将多方利益协调统一起来，是摆在全社会面前的难题。为此，我国制定了一系列的法律和法规。

#### 资料卡

#### 我国有关生物资源保护的部分法律

1. 为保护和合理利用森林资源，我国于1998年4月修正并通过的《中华人民共和国森林法》中规定：对森林实行限额采伐，鼓励植树造林，封山育林，扩大森林覆盖面积，提倡木材综合利用和节约使用木材，鼓励开发、利用木材代用品，对煤炭、造纸等生产部门按照煤炭和木浆纸张等产品的数量提取一定数量的资金，专门用于营造坑木、造纸等的用材林建设。

2. 为保护和合理利用草原资源，我国于1985年通过的《中华人民共和国草原法》规定：草原承包经营者应当合理利用草原，不得超过畜牧业行政主管部门核定的载畜量。牧区的草原承包经营者应当实行划区轮牧，合理配置畜群，均衡利用草原。对严重退化、沙化、盐碱化、石漠化草原和生态脆弱区草原实行禁牧、休牧制度。

3. 为保护和合理利用渔业资源，我国于1986年通过的《中华人民共和国渔业法》规定：禁止炸鱼、毒鱼，不得在禁渔区和禁渔期进行捕捞，不得使用禁用的渔具、捕捞方法和小于规定的最小网目尺寸的网具进行捕捞，禁止捕捞有重要经济价值的水生动物苗种。



#### 讨论

1. 分析上述资料，举例说明法律规定是如何统筹兼顾各方利益的。
2. 你认为应当禁止使用一次性筷子吗？怎样才能解决满足市场需求与保护森林资源之间的矛盾？例如生产方便筷的代用品，栽种速生树种，等等。你还能提出其他可行的办法吗？
3. 你所在的地区在合理利用和保护生物资源方面的现状如何？存在什么问题？应当如何根据我国有关法律和当地实际情况予以解决？怎样才能在保护生物资源的同时，做到统筹兼顾各方利益？
4. 写出针对当地某一生物资源合理利用情况的决策分析报告。报告应包括：当地某种生物资源的利用现状，不合理利用的原因，你的解决办法（这些生物资源与哪些人的切身利益是相关的，在做到合理利用时会损害哪些人的短期利益，你是如何解决这些矛盾的），等等。

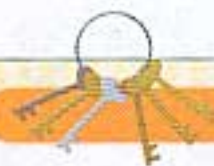


要做到合理利用生物资源，必须严格执行国家相关法律，并根据当地的实际情况，做到因地制宜。作为一名中学生，我们应该从我做起，从身边的小事做起，还应该积极参加有关的宣传活动。

## 到 社 会 中 去

将本小组针对如何合理利用当地某种生物资源做出的决策报告进行整理，写成论文或建议，寄给当地的报刊、电视台或政府的有关部门，让当地更多的人了解你们的主张，让更多的人关注生物资源的合理利用。

你也可以和小组同学一起，将你们的学习成果做成展板或板报，进行展览和宣传。



### 思考与探究

1. 请举例说明生物资源是可以更新的，又是否会枯竭的资源。
2. 请列举身边不合理利用生物资源的事例，并说明这些生物资源的不合理利用会造成什么后果。
3. 人工养殖或栽培野生动植物，是合理利用和保护野生生物资源的有效途径吗？在这方面存在什么问题和困难？感兴趣的话，请查阅有关资料作进一步了解。



修房屋时，选用对身体无害的“绿色涂料”、“绿色地板”，等等。绿色消费越来越成为人们的消费时尚。



### 现实中的问题

追求绿色，崇尚自然，绿色消费无疑是人们最美好的愿望。但在实际消费过程中往往会产生很多误区，曲解了绿色消费的本意。

有的人认为绿色消费就是消费绿色，绿色就是“天然”。绿色消费就是吃天然食品、穿天然原料的服装、用天然材料装饰房间等等。其结果是“天然”的珍稀动植物数量日益减少；用天然材料装修的房间奢侈豪华，等等。

### 评价自己的消费行为

请根据自己的实际情况，填写表4-1，4-2（在空格中画“√”）。如果有的项目是你没有遇到过的或者没有想过的，就请你设想一下你将会怎样做，然后再进行选择。

表4-1 与消费行为有关的日常生活习惯

序号	生活现象	是否相近	
		a: 是	b: 否
A1	习惯于把还可以书写的纸收集起来，以便能重新利用。		
A2	在洗衣服的时候，基本上是使用肥皂或无磷洗衣粉。		
A3	在购物时，总是提醒家人，即使价格贵一点，也要买带有绿色环保标志的商品。		
A4	同学和朋友中，如果有人拥有流行、时尚的服装、鞋帽，自己也要想方设法去购买。		
A5	一般较少选用一次性的制品，如一次性的圆珠笔、牙膏、牙刷、筷子、饭盒、纸杯等。		
A6	较多使用普通电池，较少使用可充电电池。		
A7	不仅自己会把旧电池放在指定的回收处，还提醒周围的人这样做。		
A8	平常在帮家里买东西的时候，总是用商家提供的塑料袋，很少自带布袋子。		
A9	在郊游或外出旅游时，不自备饮水，而是购买包装饮料。		
A10	即使某些野生动物现在能够人工饲养了，自己也不吃这些野生动物。		



表 4-2 对日常生活中一些问题的处理方法

序号	日常生活中的问题	处理方法	你的选择	
			a	b
B1	家里气味不好，自己和家人常采取的措施是什么？	a 用空气清新剂除去异味 b 开窗通风		
B2	在公共场合，要是看见别人没有关紧水龙头，自己会怎么办？	a 走开，少管闲事 b 赶紧关紧		
B3	在给同学送生日礼物时，对礼品的包装有什么要求？	a 包装尽量少的实用的物品 b 包装豪华、精美的物品		
B4	在饮食方面，自己怎样对待高热量的西式快餐？	a 尽量少吃这类快餐 b 常吃这类快餐		
B5	使用手帕可以节约用纸，但需要经常清洗。自己平时是用手帕还是用纸巾？	a 基本不用手帕 b 尽量使用手帕		
B6	在就餐时，如果餐厅既提供一次性餐具，又提供消过毒的可多次重复使用的餐具，会如何选择？	a 选择一次性餐具 b 选择消过毒的可多次重复使用的餐具		
B7	家里的家具或日常用品旧了，会如何处理？	a 希望尽快更新换代 b 能用尽量用，有小毛病修理好继续用		
B8	能把野生动物当宠物养吗？	a 这是爱护野生动物的一种方式 b 这是对野生动物的一种伤害，不应该提倡		
B9	如何使用纸张？	a 双面使用，尽量用再生纸 b 单面使用，不用再生纸		
B10	如何对待饭店兜售的野味？	a 拒绝食用 b 既来之，则食之		

上面的选项中符合绿色消费的是：

表一：a、a、a、b、a、b、a、b、b、a

表二：b、b、a、a、b、b、b、b、a、a



讨论

- 分析自己的消费行为和观念还有哪些方面不符合“绿色消费”？
- 你可能已经树立了“绿色消费”的观念，但有些方面却难以真正做到，请分析原因。
- 你的家人和朋友也能做到“绿色消费”吗？请用这两张表对他们进行调查。
- 对于一个中学生来说，真正做到绿色消费遇到的障碍有哪些？



只认识到什么是绿色消费是远远不够的。绿色消费需要观念和行为的统一。我们的消费行为，在很大程度上影响着企业的生产行为，关系到人类社会是否能实现可持续发展。我们每个人都要用自己的实际行动来实现绿色消费，从自我做起，从身边的小事做起。现在，就让我们从自己做得还不够好的地方开始吧！

## 到 社 会 中 去

### 宣传绿色消费观念，倡导绿色消费

#### 活动目的

1. 了解消费者的消费观念和行为。
2. 宣传绿色消费观念和行为。
3. 学习利用调查问卷进行调查的方法。

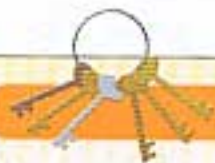
#### 活动步骤

1. 设计消费行为和消费观念的调查表。
2. 利用调查表在亲戚朋友和熟人之间进行消费行为和消费观念的调查。
3. 将全班的调查表收集在一起进行统计，分析各项调查数据和结果。
4. 针对调查的结果，编制一期宣传绿色消费的板画和宣传材料。
5. 在老师的组织下，到社区中进行绿色消费的宣传活动。家在农村的同学，可以向本村的村民进行宣传。

#### 活动提示

1. 在活动前，如果有可能，请与当地的消费者协会等部门取得联系，争取他们的支持与帮助。
2. 宣传板画和宣传材料中，应有针对性地对当地居民不合理的消费观念和消费行为进行剖析。
3. 也可以做一期针对本校学生特点的绿色消费的活动板报。





### 思考与探究

1. 每年的中秋佳节,一些月饼生产厂家为吸引消费者购买自己生产的月饼,除了使用传统的纸盒包装外,还使用木盒、竹篮等精美包装。月饼吃完之后,盒子大多一扔了之。每年全国生产的月饼近亿盒,投入的包装费用高达25亿元。对此,你有何感想?

2. 庄子曰:“鹪鹩巢于深林,不过一枝;偃鼠饮河,不过满腹。”这与我们现在倡导的绿色

消费有暗合之处吗?

3. 我国禁止企业在产品包装和说明书中使用8种术语:对环境安全、对环境友善、对地球无害、没有污染、绿色、自然之友、不会破坏臭氧层以及“可持续性”。请你谈谈企业为什么喜欢使用这些术语,为什么国家有关部门又禁止使用这些术语。



### 拓展视野

### 绿色产品的分类

目前,我国已经认证了许多种类的绿色产品。绿色产品按照其环保特性主要分为以下6类:

- **履行国际公约类** 为约束全球各国的环境污染,国际上相继出台了一系列环境保护协定,我国也是这些协定的履约国之一。1991年6月我国政府签订了《保护臭氧层国际公约》,即《蒙特利尔议定书》。这意味着我国将于2000年、2010年分两步替代氟氯烃制品。无氟冰箱、卫生杀虫气雾剂就是符合国际公约要求的绿色产品。

- **再生、回收利用类** 利用回收废品进行再生产,不仅可以节约大量资源,而且可以减少垃圾。同时,与使用原材料相比,以废品为原料能耗低、污染排放少。再生纸、再生塑料就是这类绿色产品。

- **改善区域环境质量类** 有些产品,如一次性餐盒、含磷洗衣粉等会引起区域性环境污染。可降解塑料、无磷洗衣粉、无汞电池等都是能有效缓解区域性环境质量的绿色产品。

- **改善居室环境质量类** 如低噪音洗衣机、低甲醛复合木地板等。

- **保护人体健康类** 如绿色食品、低辐射的电子产品等。

- **提高资源、能源利用类** 如节能电脑、节能灯等。



节能灯的一种



## 总结与拓展

随着社会经济的高速发展,人类自身赖以生存和发展的环境与资源遭到了前所未有的破坏。人类所面临的各种各样的环境问题大多与人类的行为有关。生物入侵、赤潮等生物性污染的发生与人类的活动有关,识别和分析生物性污染,有利于人们更好地防治和避免造成这些污染。

生物科学技术可以在合理利用生物资源和环境保护方面发挥积极作用。我们可以以生物科学理论为依据,做到生物资源的合理利用,并利用生物技术治理和净化污染。在生产生活中,“低消耗、低污染、适度消费”的可持续发展的模式越来越受到重视,绿色消费正在兴起。

维持良好的环境是一个系统工程,需要我们每个人积极地参与。对于一个新世纪的中学生来说,仅仅认识到环境保护的重要性是远远不够的,还需要大力宣传保护环境的意义,并以实际行动为保护环境尽自己的责任。例如,尽量减少污染物的排放量,参加各种环境保护的行动和宣传活动,关注资源的合理利用,拒绝使用导致资源浪费和环境污染的产品,多使用绿色产品,注重节能和环保,等等。

生物科学技术在环境保护上大有作为,本章介绍的是其中一部分内容,还有许多相关内容没有涉及。例如,利用DNA探针检测饮用水中病毒的含量;利用生物膜进行污水处理,等等。请查找相关资料,列举更多的生物科学技术在环境保护中应用的实例,并将你了解的知识介绍给你的同学、朋友和家人,或者对某一生物技术在环境保护上的具体应用写一篇综述介绍给大家。

学习本章内容,应与自己的日常生活紧密联系,并在以后的生活中,继续关注环境问题,继续关注生物科学技术发展在环境保护中所起的作用。



### 书海导航

1. 国家环境保护局:《中国生物多样性国情研究报告》,中国环境科学出版社,1998年。
2. 世界环境与发展委员会:《我们共同的未来》,世界知识出版社,1989年。
3. 李铁民等:《环境生物资源》,化学工业出版社、环境科学与工程出版中心,2003年。



### 网站链接

[http://www.ntem.com.cn/kjxl/rdgz/1010\\_kj\\_4.htm](http://www.ntem.com.cn/kjxl/rdgz/1010_kj_4.htm)  
<http://www.monsanto.com.cn/biotechnology/index.htm>  
<http://www.losn.com.cn/hjbh/source/2nd/index.htm>



## 后 记

根据教育部制订的普通高中各科课程标准(实验),人民教育出版社课程教材研究所编写的各学科普通高中课程标准实验教科书,得到了诸多教育界前辈和各学科专家学者的热情帮助和大力支持。在各学科教科书终于同课程改革实验区的师生见面时,我们特别感谢担任教科书总顾问的丁石孙、许嘉璐、叶至善、顾明远、吕型伟、王梓坤、梁衡、金冲及、白春礼、陶西平同志,感谢担任教科书编写指导委员会主任委员的柳斌同志和编写指导委员会委员的江蓝生、李吉林、杨焕明、顾泠沅、袁行霈等同志。并在此感谢所有对本套教材提出修改意见、提供过帮助和支持的专家、学者、教师和社会各界朋友。

我们还要感谢使用本套教材的实验区的师生们。希望你们在使用本套教材的过程中,能够及时把意见和建议反馈给我们,对此,我们将深表谢意。让我们携起手来,共同完成教材建设工作。我们的联系方式如下:

电话: 010-64016633-6484

E-mail: jcfk@pep.com.cn

人民教育出版社 课程教材研究所  
生物课程教材研究开发中心