

普通高中课程标准实验教科书

生物学  
生物科学与社会

选修二

主编 张新时

上海科技教育出版社

## 编写人员名单

本册主编 王月玲

编著者 (以姓氏笔画为序)

尹青春 杜青平 李佩珍 杨武德

杨艳芳 张晋英 郝林

# 目 录

## 第一单元 生物科学与农业

<b>第一章 生物科学与动植物生产</b> .....	2
第一节 植物繁育的现代技术 .....	3
第二节 植物病虫草害的综合防治 .....	9
第三节 动物的繁育技术 .....	13
第四节 动物疫病防治 .....	18
第五节 设施农业 .....	22
第六节 绿色食品 .....	27
课外阅读 水稻专家——袁隆平 .....	30
<b>第二章 生物科学与食品加工</b> .....	31
第一节 发酵工程与食品加工 .....	32
第二节 酶工程与食品加工 .....	36
课外阅读 酶的固定化及相关研究进展 .....	40

## 第二单元 生物科学与环境保护

<b>第一章 生物污染与生物净化</b> .....	42
第一节 生物性污染 .....	43
第二节 生物净化 .....	47
课外阅读 室内微生物的危害 .....	51
<b>第二章 生物资源的可持续利用</b> .....	52
第一节 生物资源及其特性 .....	53
第二节 生物资源的开发与保护 .....	57
课外阅读 古人的生物资源保护思想 .....	62

# 目 录

## 第三单元 生物科学与人类健康

<b>第一章 疾病的现代诊断与治疗技术</b>	64
第一节 基因诊断和基因治疗	65
第二节 器官移植	68
课外阅读 癌症的基因治疗	71
<b>第二章 人类生殖工程</b>	73
第一节 人类的生殖控制	74
第二节 人类生殖技术	77
课外阅读 精子库	80
<b>第三章 生物药物</b>	81
第一节 抗生素及其合理使用	82
第二节 疫苗和抗体	85
第三节 其他生物工程药物	89
课外阅读 巴斯德与炭疽疫苗	91
中英文对照表	92

# 第一单元 生物科学与农业



现代生物技术正在改变农业生产的模式，从传统农业到现代农业，一个新型农业的时代就要到来，人类食物的生产正经历一个前所未有的变革。

# 第一章 生物科学与动植物生产



## 课题研究

人类从亘古走来，原始农业和畜牧业的产生使我们的祖先告别了原始的采集和狩猎时代；随着农业技术的不断改进，人类的生存状况获得了空前发展。今天，设施农业的兴起、现代化动植物繁育技术的广泛应用、绿色食品进入我们的生活……预示着人类正在实现经济与自然的和谐发展。请你根据研究计划，进行专题调查。

### ▲研究计划

1. 选择当地设施农业的发展状况、现代植物育种技术的应用情况或植物病虫害防治技术等作为专题进行调查。
2. 选择当地农场或种植专业户作为调查对象。
3. 参观并记录先进技术设备和生产流程，就某项生物技术的应用情况和生产工艺访谈工作人员，了解先进科学技术设备的使用方法。

### ▲总结交流

比较现代农业与传统农业的差异及它们对农作物的影响，分析设施农业提高农作物产量的科学依据，撰写关于现代农业发展的调查报告，并与同学交流。

## 第一节 植物繁育的现代技术

五颜六色的玉米种子（图1-1-1），不是艺术家的彩绘，而是科学家的杰作。植物园中千姿百态、争奇斗艳的花卉，许多都不是依靠播种和扦插等传统方式繁殖的，而是利用现代生物技术创造出来的。现代生物技术在植物繁育中的广泛应用，为实现农业生产的腾飞插上了理想的翅膀！



图1-1-1  
五颜六色的玉米

### 1 植物繁殖的控制技术

按传统观念理解，植物要靠播种、扦插、分根、嫁接等方法繁殖，但这些方法在有些情况下并不能满足人们的需要。

#### 寻找植物繁殖的新途径

下面的资料是关于农业生产中遇到的一些与繁殖有关的问题，请通过阅读进行分析。



**[资料1]** 病毒引起的植物病害有500多种。受害的植物包括粮食作物、蔬菜、果树和花卉，如水稻、小麦、棉花、马铃薯、油菜、大蒜、苹果、枣、唐菖蒲、兰花等。而且没有有效的防治办法，只能拔除病株，造成很大的经济损失。病毒多集中在种子、老叶等器官中，在幼嫩的器官和未成熟组织中较少，在分生区几乎不含病毒。

**[资料2]** 科学家应用多倍体育种的方法，培育出的三倍体无籽西瓜，具有无籽、含糖高、口感好等特点。因其不结种子，每年必须用四

倍体和二倍体西瓜杂交培育种子，不仅增加了生产成本，也给无籽西瓜的普及带来困难。



图1-1-2  
蝴蝶兰

**[资料3]** 兰花（图1-1-2）因高雅美丽而深受人们喜爱。兰花常用分根法和播种进行繁殖。在兰花的常规繁殖中，遇到的难题是：用分根法繁殖速度缓慢，

不利于新品种的推广；用种子繁殖又很困难，因为兰花的种子十分微小，胚很纤弱，种子中几乎没有贮藏营养物质，在发芽过程中很容易夭折。

### 分析讨论

1. 从资料中看，要想获得无病毒植株，只能从分生区出发。分生区细胞能培育成植株吗？依据的原理是什么？
2. 无籽西瓜和兰花用传统方式不易繁殖，请你设计解决这一问题的方案。

植物组织培养(plant tissue culture)是一项被广泛应用于植物无性繁殖、花卉育种、植株脱病毒等方面的现代生物技术，它的一般步骤是：

(1)外植体的切取及消毒 植物组织培养是从外植体的切取开始的。用作培养的外植体是植物离体器官或组织的一部分，如茎尖、侧芽等。外植体的消毒是植物组织培养的重要步骤之一，只有在无菌条件下培养物才能安全生长。常用的消毒剂有次氯酸钙、次氯酸钠、双氧水、体积分数为70%的酒精溶液等。

(2)愈伤组织(callus)的诱导 将消毒后的外植体接种到培养基中，在培养室内培养，控制适当的室温、光照时间和光照强度等，培养一段时间后可诱导出愈伤组织（图1-1-3）。



图1-1-3  
大豆下胚轴愈伤组织的诱导

(3)试管苗(test-tube plantlet)的诱导和分离 将愈伤组织切割后转移到生芽培养基上促进芽的分化，生芽（图1-1-4）后再转移到壮苗生根培养基上生根（图1-1-5）。

(4)试管苗的移栽管理 试管苗是在无菌、充分营养供给、适合的光照和温度以及100%相对湿度环境中生长的。刚出瓶的试管苗对外界环境不太适应，要给予适当的温度、弱光照、高的空气湿度、适宜的基质以及对病虫害的有效控制，以提高成活率。



图1-1-4  
大豆愈伤组织芽分化



图1-1-5  
芦荟试管苗生根

同传统的繁殖方法相比，植物组织培养具有以下优点：首先，繁殖速度快。采用传统的方法，如分根法，一株花卉一年只能生产几株至几十株，而利用组织培养技术则每年可以繁殖出几十万至几百万小植株。其次，不受季节限制。植物组织培养是在室内进行，条件可以控制，可以全年连续生产。第三，后代性状稳定。组织培养是体细胞克隆，可基本保持母本的遗

传性状。第四，可培养无病毒植株，恢复品种品质。第五，经济效益高。植物组织快速繁殖所需的空间小，在一个50 m<sup>2</sup>的培养室内，一年可生产试管苗100万株以上，有很高的经济效益。

我国目前采用植物组织培养的植物已达100多种，马铃薯、甘蔗、无籽西瓜、菊花、非洲紫罗兰等都实现了工厂化育苗（图1-1-6）。如某些花卉通过组织培养进行工厂化生产，年繁殖率达到常规繁殖10万倍以上，产生了极高的经济效益。

在植物组织培养过程中，当形成了具有生根发芽能力的胚状体时，包裹上人工胚乳和人工种皮就制成了人工种子（artificial seed）（图1-1-7）。人工种子在适宜的条件下也能像普通的种子一样萌发并生长，为无性繁殖开辟了崭新的领域。人工种子技术在优良品种的快速繁殖和一些名贵物种资源的保存方面有非常广阔的应用前景。



图1-1-6  
马铃薯试管苗生产车间

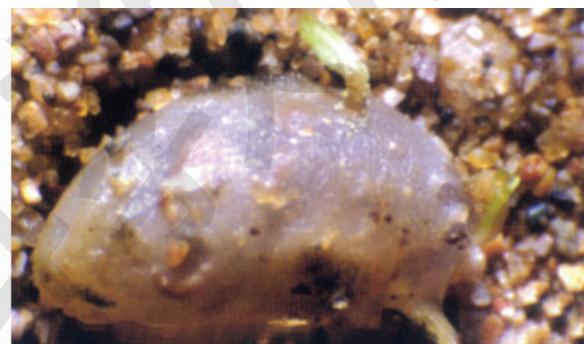
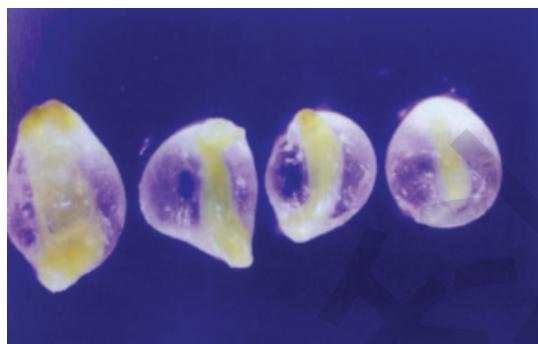


图1-1-7  
人工种子

此外，在植物的快速繁殖中，还广泛采用化学调控的方法促进扦插枝条生根。如利用吲哚乙酸、生根粉等药物对嫩枝单芽插条进行处理，不但生根效果好，而且节省接穗、枝条等，繁殖速度快。

## 2 植物育种的现代技术

目前广泛应用于农业生产中的植物育种技术，主要有杂交育种、诱变育种、单倍体和多倍体育种。随着生物科学的发展，现代生物技术被应用于生物育种，丰富了育种手段。

### 寻找新的育种技术

下面是一些与育种有关的资料，请通过阅读进行分析。

**[资料1]** 杂草是导致农业生产严重损失的重要原因。每年因为杂



草损失的粮食占总产量的10%以上。科学家为此发明了除草剂，但除草剂缺乏选择性，在杀死杂草的同时，也能杀死农作物。

**[资料2]** 棉花是我国的重要经济作物。在棉花生产中，棉铃虫、棉蚜等虫害特别严重。采用农药杀虫，不但污染环境，还提高了生产成本，使很多农民丧失了种植棉花的积极性。后来科学家发现苏云金芽孢杆菌能产生杀虫晶体蛋白，这种蛋白能使棉铃虫死亡。那么，怎样才能使棉花也具有这种性状呢？

**[资料3]** 20世纪60年代，人们曾经幻想培育一种地上部分结果实，地下部分长块茎的“番茄薯”。后来，科学家发现一些植物的单个细胞在适宜的培养基上可以培育成为幼苗；一粒花粉、甚至除去细胞壁的原生质体也能够发育成为完整植株；20世纪初，科学家又观察到细胞核能够进入另一个细胞而发生融合。这为番茄薯的培育提供了思路。

## 分析讨论

1. 要想利用除草剂除草而不影响作物生长，应该改造除草剂，还是改造作物特性呢？
2. 怎样才能使棉花具有产生杀虫晶体蛋白的特性呢？
3. 如果要培育“番茄薯”，你认为可能吗？如果可能应该怎样做？

应用植物体细胞杂交和基因工程等现代生物技术，可创造出具有不同物种优良特征的新物种或者新品种。

## 植物体细胞杂交育种

在实验室里将两种不同的植物体细胞混合在一起，使其发生融合而形成杂种细胞，然后在适宜的培养基上，培育出杂种植株，这就是植物体细胞杂交（图1-1-8）。这种技术用于植物育种，克服了亲缘关系较远的物种之间杂交的不亲和性，解决了生殖隔离的难题。植物体细胞杂交可以改良作物品质，甚至有可能培育出自然界中没有的新物种。

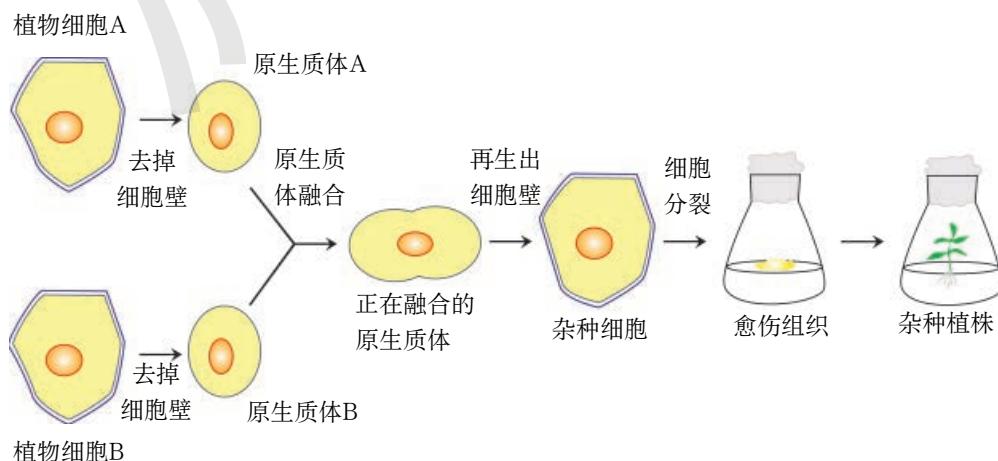


图1-1-8  
植物体细胞杂交过程示意图

我国已经利用这一技术将普通烟草与黄化烟草体细胞杂交，获得优质抗病的烟草新品系。番茄薯植株已经培育成功。水稻与野生稻、水稻与稗草之间的体细胞杂种已经得到开花植株。自1984年以来，通过体细胞杂交，获得了种内体细胞杂种14个，种间62个，属间47个，并有2个科间组合的细胞杂种也分化出了植株。

### 基因工程育种

基因工程育种是将人们所需性状的目的基因分离出来，转入需要改造植物的细胞中，并使其表达，从而培育出所需性状的转基因植物（图1-1-9）。这一技术突破了生物的种间界限，从分子水平上有目的地改造了生物的遗传物质，因此具有很大的发展前景。

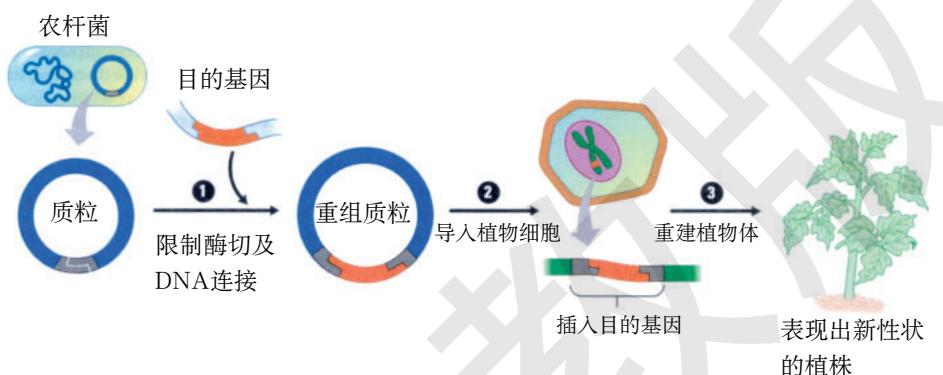


图1-1-9  
转基因植物技术

水稻是我国重要的粮食作物，有近8亿人以大米为主食。然而，水稻的虫害很严重，害虫有600多种。来源于豇豆的胰蛋白酶抑制剂基因(CpTI)控制产生的毒蛋白对主要农作物害虫都有抑制作用。科学工作者将体外修饰过的CpTI基因（称为SCK基因）导入水稻，通过筛选得到转SCK基因抗虫水稻，已连续进行了三代田间测试，该项研究已达到国际领先水平。1999年螟虫大爆发，在不喷洒化学杀虫剂的情况下，转SCK基因抗虫水稻对大螟、二螟等害虫表现出了良好的抗性；而用作对照的普通水稻在虫害的攻击下，多数变成枯草（图1-1-10）。转SCK基因抗虫水稻已进入最后的综合评价阶段，在不远的将来将会在生产中发挥重要作用。



图1-1-10  
转SCK基因水稻（左上）与普通水稻（右下）

我国研究的转基因作物种类达47种，主要集中在玉米、大豆、番茄、棉花、马铃薯、瓜类、油菜和烟草等作物。改变的性状集中在抗除草剂、抗虫、抗病毒、抗真菌、抗寒、抗盐碱以及品质改良等方面。转基因作物的栽培，增加了产量，改善了品质，减少了农药等化学物质的使用，带来了巨大的经济效益和环境效益。

现代植物繁育技术给农业生产展示了美好的前景，但也有局限性。只有将现代生物技术和常规繁育技术有机结合，才能发挥现代生物技术在农业生产上的巨大潜力。

**巩固提高**

1. 植物的快速繁殖方式有哪些？应用范围如何？
2. 人工种子与正常种子相比，有什么特点？与试管苗相比有什么优点？
3. 大豆能利用根瘤菌进行生物固氮，减少了氮肥的施用。而玉米、小麦等作物则需要足够的氮肥，这样既增加了投入又污染了环境。据此回答：
  - (1)若采用体细胞杂交技术，能否得到固氮小麦？如可能，主要步骤是什么？
  - (2)若采用转基因技术，能否得到固氮小麦？如可能，主要步骤是什么？

## 第二节 植物病虫草害的综合防治

蝗虫是古代危害最烈的害虫，治蝗是历代治虫的重点。唐朝创造的“夜中设火，火边掘坑，且焚且瘗”诱杀捕蝗法，宋代的治蝗法规——《熙宁诏书》（图1-1-11），明清时期的预防及综合防治的办法，都是古代治蝗史上的辉煌史迹。我国劳动人民在治理植物病害、草害等方面也积累了一定的经验。随着现代科学技术的迅猛发展，使植物病虫草害的防治进入了更主动、更有效和更注重环境保护的新时代。

### I 植物的病虫草害

植物病害主要是指由真菌、细菌、病毒等生物侵染寄生而造成的植物疾病，如番茄黑斑病、芹菜斑枯病（图1-1-12）、水稻胡麻斑病等，这些病害不但可以导致作物减产，甚至导致植株死亡，而且这些病害往往有传染性，危害极大。2002年，仅在中国发生的小麦病害面积约为 $2.3 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ，造成的损失达几十亿元人民币。

农业害虫（图1-1-13）每年给我国农业造成的损失约占粮食总产量的13%。我国仅2002年小麦虫害面积就达 $2.6 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ，害虫以蚜虫、红蜘蛛、吸浆虫等为主。另外东亚飞蝗、草地螟、稻飞虱等迁飞性害虫的危害也相当严重。

我国因杂草引起的损失约占粮食总产量的10%~15%，每年损失粮食达上百亿千克。据统计，我国杂草的种类达700多种。杂草不但与农作物争水争肥，影响农作物的产量和质量，而且狼毒等杂草被牲畜取食还会引起中毒。

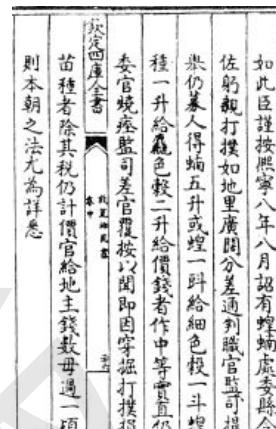


图1-1-11

《救荒活民书》中关于《熙宁诏书》的记载

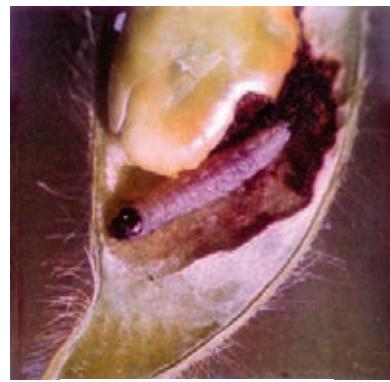


图1-1-12

患病的芹菜(左)和番茄(右)



被菜粉蝶危害的甘蓝



被豆小卷叶蛾危害的菜豆

图1-1-13

农业害虫的危害

## 2 病虫草害的防治

我国是一个农业大国，农作物的病虫草害不仅种类繁多，分布广泛，而且成灾条件复杂。劳动人民在长期的生产实践中，总结出了许多防治病虫害的方法，随着科学技术的发展，防治手段也在不断地提高。



### 调查当地主要农作物病虫害的防治情况

农作物种类的不同，环境条件的差异，防治措施的不同，都会影响一个地区的农作物产量。

#### 调查建议

1. 选定当地主要农作物的一种病害或虫害作为调查对象。
2. 查阅资料，确定你要调查的病害或虫害的类型，了解所选病害或虫害的危害方式和危害程度。
3. 以小组为单位进行调查，到所选农作物的生产基地，了解当地病虫害的发病情况，并用摄像或拍照的形式记录。
4. 走访当地农民，了解他们对该病害或虫害所采取的防治措施以及防治效果，并记录调查结果。
5. 实地观察防治效果，并用摄像或拍照记录以作对比。

#### 分析讨论

1. 农民采取的防治措施有哪些？效果如何？
2. 在生产的不同时期，农民采取的防治措施有什么不同？防治的原理是什么？
3. 你对该病虫害的防治有什么建议？

病虫害的防治方针是：预防为主，综合防治。加强病虫害的监测预报，在生产的不同阶段和病虫害发生的不同时期采取不同的防治措施，才能达到良好的防治效果。

### 生物防治

农作物生长过程中病虫害的发生是不可避免的，为了既不对环境和农产品造成污染，保持农田生态系统的稳定性和生物多样性，又能够减少各种病虫害造成的损失，应该尽量减少化学农药的使用量，大力提倡生物防治(biological control)。

以有益动物治虫 丽蚜小蜂可以防治温室白粉虱，它在白粉虱的若虫和蛹体内寄生后，导致害虫虫体变黑、死亡；也可以利用瓢虫、草蛉防治蚜虫、螨虫；利用青蛙防治一些蝶类、蛾类等害虫（图1-1-14）。



正向寄生卵中排卵的赤眼蜂



七星瓢虫捕食蚜虫



螳螂捕食蝗虫



澳洲瓢虫捕食吹绵蚧

图1-1-14

几种以虫治虫的例子

以微生物治虫、治病 利用引起害虫生病的细菌、真菌、病毒、原生动物等作杀虫剂，喷洒于农田，使害虫致病而死亡，且对人畜无害。例如苏云金芽孢杆菌(Bt)制剂可防治多种鳞翅目害虫，用座壳孢菌剂可防治温室白粉虱等，用一种多角体昆虫病毒可防治云杉叶蜂等。

以抗生素或激素治虫 虫螨克乳油对叶螨虫、鳞翅目和双翅目的幼虫有很好的防治效果，武夷菌素水剂可以防治瓜类白粉病、番茄叶霉菌、黄瓜黑星病、韭菜灰霉病等。根据雌虫产生的性外激素，能引诱1.5km之内雄虫的原理，用人工合成的性外激素类似物引诱雄虫，防止雌雄虫交配，或引诱害虫吃进毒饵，达到显著的防治效果。

培育抗病虫害作物品种 将抗病虫害的基因导入农作物中，使农作物产生抗虫性和抗病性。科学家已经将苏云金芽孢杆菌的基因进行修饰后导入玉米细胞，玉米产生一种对人无害的毒素，使玉米螟和一些农业害虫取食玉米后死亡。这样既防治害虫，又减少农药对环境的污染。

我国还通过杂交育种培育了许多抗病的品种，如抗小麦条锈病的冀麦19、扬州5号、京红8号，抗稻瘟病的吉88-46等，选用这些品种，能防治病害。

### 农业防治

在认识和掌握病虫草害、作物和环境条件三者之间关系的基础上，结合整个农事操作过程中的各种具体措施，有目的地创造有利于农作物生长发育，而不利于病、虫、草害发生的农田环境，达到直接消灭或抑制病、虫、草害的目的。如通过深翻土地可以将土壤深



图1-1-15

我国某地高山上的吸虫器（左）和捕虫网（右）

处的害虫翻到地面晒死而死，把土壤表面的害虫翻到地下窒息而死。通过合理轮作和间作套种，可以起到改变单食性和寡食性害虫营养条件的作用，也可以实行规模种植，降低害虫危害程度。

### 物理防治

利用害虫对温度、湿度、光谱、颜色、声音等的反应能力，采用调控措施控制病虫害的发生，杀死、驱避或隔离害虫（图1-1-15）。如利用害虫趋黄的习性，采用黄板、黄盆、黄色诱杀粘纸等诱杀害虫；利用害虫的趋光性，用双波长诱虫灯诱杀害虫。利用昆虫的生殖腺对辐射比较敏感的特性，对雄虫进行辐照，引起精子染色体大分子链断裂和错接，使生殖细胞发生致死性突变，将大批有交配能力却不能繁衍后代的雄虫释放，达到控制消灭害虫的目的。

### 化学防治

采用化学杀虫剂、除草剂、杀菌剂等防治病虫草害，针对性强、速度快、效果好。在病虫害发生，特别是大爆发时，化学防治仍然是最主要的防治措施。但是农药的应用，特别是不恰当应用，很容易造成环境污染和农药的富集（图1-1-16），还会造成害虫天敌的减少。

农业病虫草害的防治，要结合各种防治方法的特点和作物的生长期采用适当的防治措施。但是在病虫草害防治中，要把天敌利用、农作物抗病虫品种及农业措施等相互结合起来，朝着提高农作物的抵抗能力、合理使用农药、发展高效低毒农药、研制生物类农药的方向发展。随着生物技术的发展，植物保护的方法也在不断改进。



图1-1-16  
DDT污染使鱼类死亡

### 巩固提高

1. 与野生植物相比，作物在栽培过程中极易发生病虫害，且危害程度较大。据此回答：

- (1)栽培作物容易发生较严重病虫害的原因是什么？
  - (2)在作物栽培前，为预防病虫草害的发生，应该采取的措施是什么？
  - (3)在作物生长过程中，若发生病虫害，应该采取的措施是什么？
2. 一种病毒可以防治多种害虫吗？为什么？
3. 生物防治有何优缺点？

### 第三节 动物的繁育技术

2002年1~2月，随着首批成年体细胞克隆牛陆续降生（图1-1-17），我国成为掌握体细胞克隆牛关键技术的少数国家之一。从20世纪50年代人工授精技术，70年代的胚胎移植技术，到90年代的体细胞克隆技术以及应用分子生物学原理所进行的转基因技术等，使动物繁殖技术进入了新纪元。



图1-1-17  
我国的首批克隆牛

#### 1 动物的繁殖控制技术

高等动物都是通过有性生殖方式繁殖后代的，且繁殖能力不同，如猪一胎可生10多头猪崽，而牛一年只生一头牛犊。随着现代生物技术的发展，人类可以根据需要对动物的繁殖过程进行控制。这种控制主要体现在发情控制、超数排卵、人工授精、胚胎移植、妊娠控制和克隆等方面。

##### 胚胎移植

我国优良奶牛平均每头305 d的产奶量可达7 t，普通奶牛则不足2 t。一般情况下，一头优良成年母牛一年只能繁殖一头牛犊。怎样才能使优良奶牛繁殖出较多的后代，得到更高的经济效益呢？应用胚胎移植技术，可以实现这个目的。

胚胎移植(embryo replant)又称受精卵移植，是将一头母畜（供体）的受精卵（胚胎）移植到另一头或多头母畜（受体）的子宫内，使之正常发育，俗称“借腹怀胎”。这样一年可得到几头甚至几十头优良母畜的后代，这大大加速了良种奶牛的繁殖。



## 胚胎移植的过程

胚胎移植是一项比较成熟的现代生物技术,已经得到了广泛的应用,产生了极大的经济效益。图1-1-18是胚胎移植的一般过程:

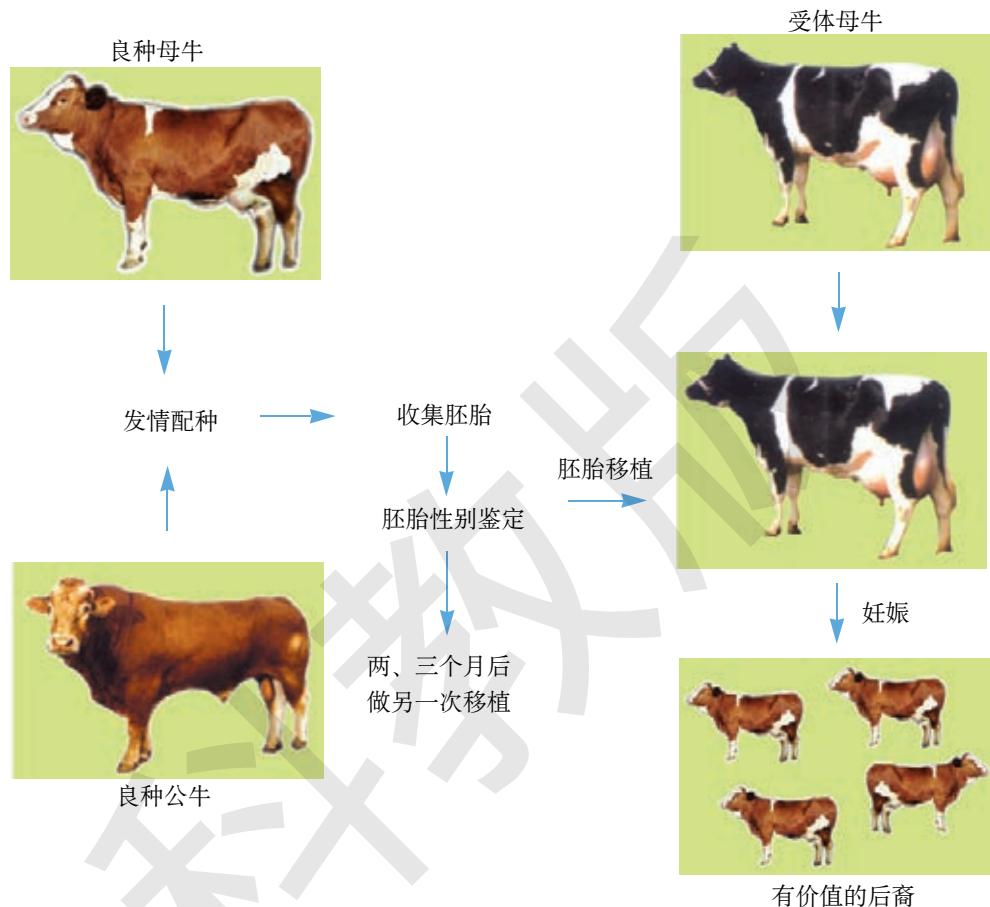


图1-1-18  
胚胎移植过程示意图

### 分析讨论

1. 在胚胎移植前, 进行胚胎性别鉴定有什么意义? 采取什么措施鉴别?
2. 胚胎移植繁殖的后代, 性状与供体母牛一致吗?
3. 在胚胎移植过程中, 使用了哪些生物技术?

胚胎移植技术能充分发挥优良种牛的作用,大大加快良种牛的繁殖速度。在胚胎移植过程中,首先要对良种母牛进行激素处理,使其超数排卵,为形成多个胚胎创造条件。同时,为保证受体母牛接受胚胎,要对其进行激素处理,使其与良种母牛同期发情。在胚胎移植过程中,可以进行胚胎性别鉴定,获得所需性别的牛犊;可以在显微镜下用特制工具将早期胚胎分成两个或几个等份,得到更多胚胎,分别进行移植;可以把胚胎冷冻,在适当时候再移植;可以在体外完成受精后,再进行胚胎移植。这些技术为胚胎移植的应用提供了更好的前景。

## 发情控制技术

在胚胎移植过程中，受体母牛与供体母牛要同期发情才能使移植成功；在养殖过程中，人们希望母牛群繁殖同期化，便于幼畜管理，这样既能够达到工厂化生产，又能提高经济效益。因此，人们利用孕激素、促性腺激素、雌激素或其他药物处理使动物排精、排卵周期调整到相同阶段，使群体同期发情。这既为母畜的同期繁殖，又为动物集中进行人工授精提供了条件，并且动物在妊娠、分娩时间上相对集中有利于控制出栏时间和商品肉牛的成批生产，有很大的实用价值。

## 人工授精

对畜牧业来说，要想使具有优良性状的公畜为更多的母畜配种，必须采用人工授精 (artificial insemination) 技术。这种技术可以使一头公畜为百头以上母畜配种，从而有效地利用了公畜的优良性状，又减少了公畜的饲养量。随着动物精液的采集、冷冻保存、精子活力测定等技术的提高，以及人工授精技术的逐渐成熟，使人工授精成为动物繁殖控制中的常用技术之一。

人工授精技术的主要步骤是：选择年龄适当，经过训练的健康优良公畜，人工采集精液，同时对精液进行精子活力、畸形精子率等项目的检查，然后将精液稀释后分装保存。在确定母畜发情后，将适量的精液输入到母畜的子宫内，还可在间隔10~12 h后进行二次输精，以保证母畜受孕。

人工授精完成后，不良饲养、疾病等都有可能使妊娠母畜流产。所以，生产上要及时准确地判断母畜的早期妊娠反应，并挑选出未妊娠母畜，进行适当处理，再进行人工授精，保证每个繁殖期母畜都能繁殖后代。

## 克隆

按照哺乳动物的生殖规律，动物的繁衍开始于两性生殖细胞的结合，后代变异性比较大，不易保持亲本的优良性状。应用体细胞克隆(clone)技术可以改变这一状况，使哺乳动物生产出大量的、基本相同的生命体。

哺乳动物克隆的基本过程，是把优良动物体细胞的细胞核移入去核的卵细胞中，诱导其形成胚胎，再移植到母畜的子宫中发育成为幼畜的过程。这样后代基本保持了供核动物的特征（图1-1-19）。

克隆技术是一种成本比较低的动物繁殖技术，具有潜在的经济效益。如通过克隆技术获得的良种牛胚胎的成本只是胚胎移植技术的1/10左右。我国有许多科研单位开展了动物克隆的研究，并取得了很大的成就（图1-1-17）。



图1-1-19  
动物克隆的一般过程示意图

## ② 动物的现代育种技术

现代动物育种技术主要集中在转基因动物的开发方面。转基因动物是应用生物技术，将外源基因导入受精卵，把培育成的胚胎移植到母畜子宫后发育成的能稳定遗传的幼畜。

我国科学家综合运用现代分子生物学和胚胎工程等高新技术，将体外授精的转基因胚胎移植到了32只羊体内，使19只羊正常受孕，成功率居于世界首位。

2003年10月4日，我国的体细胞克隆牛——“岩娃”（图1-1-20）诞生。“岩娃”是世界上首例同时转有人岩藻糖转移酶基因、绿色荧光蛋白基因和新霉素抗性基因的牛。其中岩藻糖转移酶基因表达的岩藻糖抗原，使牛奶成为治疗或预防感染幽门螺旋杆菌胃病的口服药物。据报道，幽门螺旋杆菌为一类致病原体，我国人群的感染率为21%~93%，因此“岩娃”将为预防该病带来希望。目前用转基因家畜生产1g药物蛋白质的成本为0.2~0.5美元，与传统生产成本800~5000美元相比，不到其千分之一。

转基因动物育种技术在改善家畜和家禽的经济性状方面，取



图1-1-20  
“岩娃”

得了显著的成就。已先后培育出转基因兔、羊、猪、牛和鸡等。转基因动物育种技术的进步，不仅能提高畜牧业的生产效率，还能拓展家畜的新用途，为发展高效益畜牧业提供了先进的技术手段。

生物技术使动物的繁殖和育种获得了空前的发展动力。人们可以通过胚胎移植、克隆、人工授精等高新生物技术，使动物按照人类的需求繁殖；还可以利用转基因技术有目的地改造动物，使现代畜牧业焕发勃勃生机。

## 巩固提高

1. 动物繁育过程中：

- (1) 为使优良母牛繁殖更多的后代，应该采取哪些繁育措施？
- (2) 要使更多的幼畜具有优良公牛的优良性状，应该采取哪些繁育措施？
- (3) 要使良种牛快速繁殖，可以采取哪些措施？

2. 简述转基因动物的培育过程。展望转基因动物对人类的影响。

3. 动物克隆会减少动物多样性吗？怎样做才能既获得克隆带给我们的利益，又能避免可能产生的害处？

## 第四节 动物疫病防治

20世纪80年代至今，在欧洲和北美蔓延的疯牛病，引起了全世界的关注。这种病最早源自英国，后来波及其他国家。由于各国对英国牛肉及饲料的进口采取了严厉措施，英国的养牛业蒙受了极大损失，濒临破产。我国虽至今没有发生过“疯牛病”，但是其他动物疫病也时有发生。作为畜牧产业大国，让老百姓吃上“放心肉”既是生物学问题，更是社会学问题。

### 1

#### 动物疫病及其危害

动物疫病(animal plague)已成为危害养殖业和食品公共卫生的头号大敌。现在，防疫灭疫已不是一个国家的问题，而是全球性的问题。动物疫病种类繁多、疫情复杂，直接影响到畜牧业生产、畜产品安全和人的健康，给畜牧业造成巨大的经济损失。据初步统计，自1980年以来，从国外传入或我国新发现的动物疫病达30多种；每年因动物发病死亡造成的直接经济损失高达200亿~250亿元，约相当于畜牧业总产值的2.5%~3.1%。因此，加强动物疫病的防治非常必要。



#### 新城疫危害的原因

新城疫(Newcastle disease, ND)又叫亚洲鸡瘟，俗称鸡瘟，是一种高度接触性、急性、烈性传染病。请阅读以下材料，探究危害的原因。

**[资料1]** 新城疫于1962年在印度尼西亚爪哇发现，同年秋传到英国新城，故名新城疫。1971年美国南加州曾经爆发过外来新城疫，当时有1200万只家禽被扑杀，对美国禽蛋业造成了严重的打击。新城疫可造成鸡群的大量传染和死亡，其中，幼雏、中雏和体质差的鸡易感性较高。

**[资料2]** 新城疫临幊上表现为呼吸困难、下痢、神经症状等。产蛋鸡感染后，食欲下降，拉绿色稀粪，产蛋下降，软壳蛋、薄壳蛋增多。该病的传染源是病鸡，非易感的野禽、鸟类、鼠类、外寄生虫、人和畜也可传播病源。主要通过呼吸道、消化道传染给健康鸡；其次通过眼结膜、创伤和交配进行传染。

**[资料3]** 新城疫的病原体是副黏病毒属的禽副黏病毒Ⅰ型（新城疫病毒）。该病毒对外界抵抗力较强，在阴暗潮湿、寒冷的环境中可以生存很久；在室温下，染疫鸡所产蛋壳可带病毒数月；在4℃时可生存一年；在15℃时可活三个月以上；但对热、紫外线和一般药物敏感，在60℃经30 min死亡，并容易被干燥、日光等杀死。病毒致病的原因是

能凝集鸡、鸭、鹅、小鼠等动物的红细胞，从而带来一系列症状。

**[资料4]** 中华人民共和国动植物检疫局从荷兰王国农业部门获悉，1996年7月27日在荷兰北部的野生禽鸟中爆发了一起强毒型新城疫。被感染禽鸟包括鸽、鹅、鸭、猫头鹰等野生禽鸟。为防止该病传入我国，保护我国的养禽业，根据《中华人民共和国进出境动植物检疫法》第五条有关规定，从1996年10月31日开始禁止从荷兰新城疫疫区进口禽鸟及其有关产品。

### 分析讨论

1. 为什么一只鸡感染新城疫后就会很快造成周围鸡群的大量传染和死亡？
2. 科学家发现新城疫在春节前后流行更为频繁，试分析原因。
3. 为什么幼雏、中雏和体质差的鸡感染率较高？对此，你认为应该采取哪些措施？
4. 根据前面的讨论，你认为导致新城疫爆发的基本环节有哪些？

动物疫病是指动物群中发生的传染性疾病。根据动物疫病对养殖业生产和人体健康的危害程度，我国将其分为三类。一类疫病，是指对人畜危害严重，需要采取紧急、严厉的强制预防、控制、扑灭措施的，如口蹄疫、猪瘟、疯牛病、禽流行性感冒、新城疫。二类疫病，是指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，如狂犬病、炭疽等。三类疫病，是指常见多发，可能造成重大经济损失，需要控制和净化的，如放线菌病、肝片吸虫病、丝虫病等。这些疫病由于具有传染性，既能对动物造成危害，也能对养殖家畜、家禽的人以及食用的人造成危害。面对我国养殖业集约化、规模化、工厂化的趋势，发生动物疫病会给我们造成极大的损失。因此，我们必须重视动物疫病的防治。

### 无规定动物疫病区

国际兽疫局(OIE)制定的《动物卫生法典》中明确规定：在某一特定区域内，某种特定动物疫病达到了消灭标准，就成为无规定动物疫病区。

无规定动物疫病区除没有特定的疫病发生外，还须具有以下特点：一是地区界限应由有效的天然屏障或法律边界清楚划定；二是区域内要具有完善的动物疫病控制体系、防疫监督体系、疫情监测报告体系、防疫屏障体系以及保证这些体系正常运转的法律、行政制度和技术、资金支持；三是宣布无疫病必须有令人信服、严密有效的疫病监测证据支持；四是规定进口条件并严格实施，防止引入感染疫病的畜禽及其产品。

相关链接

## 2 动物疫病的防治

动物疫病的防治主要从三个基本环节入手，即：控制和消灭传染源；切断传播途径；提高动物的免疫力。要坚持“预防为主”的原则，突出不同疫病防治工作的主导环节，并采取综合性防治措施。动物疫病的防治主要包括以下方面：

**科学饲养和管理** 为保证动物的健康和快速生长，应提供营养价值全面的饲料和良好的生长环境，提高动物群的抗病能力；要选好养殖场所，场内建筑物应布局合理（图1-1-21）；本场工作人员和饲养员进入生产区时，要搞好个人消毒工作；禁止无关人员进入生产区。

**消毒、检疫、杀虫灭鼠** 消毒是消灭外界环境中的病原体，阻止疫病发生或继续蔓延，如要定期喷洒消毒液（图1-1-22）或用紫外线灯照射等。要及时对粪便等进行无害化处理，以防止病原体的传播。引进动物时要严格隔离和检疫，防止外来传染源。老鼠和蚊蝇能传播疫病，因此，要长期坚持做好杀虫灭鼠工作。

**免疫接种和药物预防** 免疫接种的目的是提高动物对疫病的特异性抵抗力，预防疫病发生，保证动物健康，提高经济效益。对动物要有计划地进行免疫接种（图1-1-23），如用滴鼻、滴眼、饮水、喷雾或注射等方法接种新城疫IV系疫苗，预防新城疫的发生。对于尚无疫苗的动物疫病，可选用适当的药物进行预防，尤其是对细菌病和寄生虫病效果更显著。

**疫病爆发时的控制措施** 当发生某种疫病时，应采取的主要措施是：及时发现，准确诊断；迅速隔离，紧急消毒；患病死亡或淘汰的动物要进行合理的处理（图1-1-24）；疫苗紧急免疫接种；及时合理地进行治疗；对周围动物进行检疫和监测。

今天，全世界的生物都在一个“地球村”中生存，动物疫病的防治关系到我们每一个“村民”的正常生活。我们要高度重视动物疫病的防治工作，把这项工



图1-1-21  
集约化养兔场



图1-1-22  
工作人员对养鸡场进行卫生消毒



图 1-1-23  
工作人员对鸡进行免疫接种



图 1-1-24  
英国工人正在焚烧患病的牛

作看成是每个人的责任。要做到预防为主，未雨绸缪，防患于未然。要做到随机应变，沉着应付，灭疫情于萌芽状态。让人类生活在安全的环境中，让生命在健康中度过。

## 巩固提高

1. 口蹄疫是由口蹄疫病毒引起的偶蹄兽的一种急性、烈性和高度接触性传染病。牛、羊、猪都可能发病，其中猪的发病率最高，常能造成大批仔猪死亡，导致严重的经济损失。病猪和带毒动物的奶、尿、分泌物、排泄物中含有大量病毒，通过消化道、损伤的黏膜、皮肤以及呼吸道传染。秋、冬和早春时节发病最多。请根据以上内容分析，口蹄疫的传染源是什么？传播途径有哪些？最易感染的动物有哪些？
2. 你所在的地区如果发生某种动物疫病，应该怎样做才能迅速扑灭疫病，防止疫病传播？
3. 发生疫病死亡的动物尸体应该怎样处理？

## 第五节 设施农业

“酒幔高楼一百家，宫前杨柳寺前花，内园分得温汤水，二月中旬已进瓜。”这首唐诗描述了1 000多年前，我国劳动人民利用温泉栽培反季节蔬菜的景象。那时能够在早春季节吃到新鲜蔬菜的人只是极少数，而现在，即使在北方的隆冬季节，家家户户的餐桌上也都有品种繁多的新鲜蔬菜，能品尝到新鲜的水果，这都是设施农业生产的。

### 1 设施农业的概念

在炎热的夏季你会看到南方有一些遮荫棚；在寒冷的冬季，你能看到北方有很多日光温室，这已经成为现代农业的一道风景线。



### 设施栽培和设施饲养的成果

设施农业在我国和世界不少国家和地区发展迅速，硕果累累。下面是一些关于设施农业的材料，请阅读并进行分析讨论。

**[资料1]** 我国的塑料温室面积居世界第一。在大型温室内种植蔬菜、花卉，常用人工配制的全营养液代替天然土壤，这样有利于调节和控制根系的生活环境，以增加产量。如生菜的生产，是在人字形的泡沫板上植入生菜苗，在泡沫板的下面设置喷雾管及喷头，喷头由定时器控制，可每隔3 min喷3 s的营养液，生菜可通过根系直接吸收营养和氧气（图1-1-25），年产量可达150 000~450 000 kg/hm<sup>2</sup>，比露地栽培提高了近十倍。

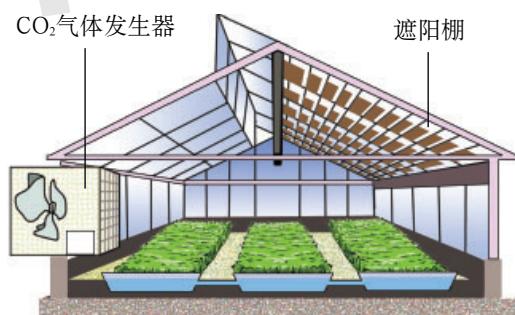
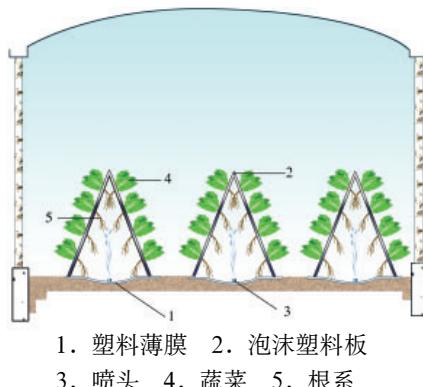


图1-1-26  
设施栽培示意图



1. 塑料薄膜 2. 泡沫塑料板  
3. 喷头 4. 蔬菜 5. 根系

图1-1-25  
无土栽培中的喷雾栽培

**[资料2]** 在现代化智能温室内，所有环境因子如温度、湿度、光照、通风、CO<sub>2</sub>浓度、营养液养分状况的监测、传感和调节，都可以由计算机进行综合管理，实行自动控制。如CO<sub>2</sub>浓度降低时，控制系统会自动将CO<sub>2</sub>气体发生器启动（图1-1-26），

给温室内添加CO<sub>2</sub>，无需人工调节。这样不仅提高了产量，而且大大提高了工作效率。在奥地利的一个现代化智能温室中，30名工人每天能够生产番茄13.7 t，而成本只有露地栽培的60%。

**[资料3]** 美国宇航局的研究表明，采用无土栽培方式，6~14 m<sup>2</sup>的面积所生产的食物，能满足一个人一年的需要。

**[资料4]** 据统计，中国荷斯坦牛的年平均产乳量是6 359 kg/头，重点育种场年平均产乳量是7 000 kg/头以上。在京、沪等城市的现代化养殖场（图1-1-27），年平均产乳量已超过8 000 kg/头。年平均产乳量超过10 000 kg的乳牛个体不断涌现。



图1-1-27  
奶牛的设施饲养

### 分析讨论

1. 无土栽培为什么高产？
2. 现代化智能温室农作物能够高产的原因有哪些？
3. 你认为现代化的养牛场改善了牛的哪些饲养条件？

设施农业(facilities agriculture) 就是利用一定的设施，在局部范围模拟或改善自然环境，为动植物生长发育提供最适宜的生长条件，而进行有效生产的现代农业。广义的设施农业包括设施栽培(facilities cultivation)和设施饲养(facilities breeding)，狭义的设施农业仅指设施栽培。

## 2 设施农业的设备与技术

设施农业一般有温室、环境调控设备及调控措施。下面以设施栽培为例来讲述设施农业的常用设备和技术。

**温室** 常用的温室有塑料大棚、日光温室和连栋温室。

塑料大棚是指以塑料薄膜作为透光覆盖材料的单栋拱棚（图1-1-28）。日光温室是东、西、北三面墙体采用



图1-1-28  
塑料大棚

高保温建筑材料的单屋面塑料薄膜温室（图1-1-29）。它们都以太阳能为主要能源提高室温，作物的生产一般比露地生产可提早或延后一个月左右，是我国使用面积最大的温室。

连栋温室是将多个单跨温室连接成的大面积生产温室（图1-1-30）。连栋温室根据覆盖材料不同，分为连栋玻璃温室、连栋塑料温室和聚碳酸酯板温室（PC板温室）等。国内一座连栋温室的面积多在1 hm<sup>2</sup>以下，其中以3 000~5 000 m<sup>2</sup>者居多。它具有操作空间大、室内光温环境变化小、土地利用率高等优点，能够完全实现温室生产的自动化和智能化控制，全年都可进行生产，是当今世界和我国发展现代化设施农业的趋势和潮流。



图1-1-29  
日光温室



图1-1-30  
连栋温室

**环境监测控制技术** 现代大型温室中，计算机智能化环境监测控制系统开始普及。该系统能够准确采集设施内温度、湿度、土壤含水量、溶液浓度、CO<sub>2</sub>浓度以及作物生长状况等参数，并对数据进行统计分析和智能化处理，根据作物生长所需最佳条件，由计算机智能系统发出指令，使有关系统、装置及设备有规律运作，将室内温、光、水、肥、气等诸因素综合协调到最佳状态，确保一切生产活动科学、有序、规范和持续地进行。

温室内一定浓度的CO<sub>2</sub>对于作物增产是非常重要的，当CO<sub>2</sub>浓度为1 000 mg/L时，农作物有明显的增产效果，但是相对密闭的温室内空气中CO<sub>2</sub>浓度往往不足，含量最低时仅有85 mg/L。因此，CO<sub>2</sub>施肥技术是温室生产必不可少的。CO<sub>2</sub>的施肥方法有多种，除用通风、增施有机肥、种植食用菌、燃烧天然气产生CO<sub>2</sub>等方法外，还可以用如碳酸氢铵-硫酸法（图1-1-31）产生CO<sub>2</sub>，其化学反应式为：

$2\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。由于有取材方便和成本低等优点，在山东等地应用较多。

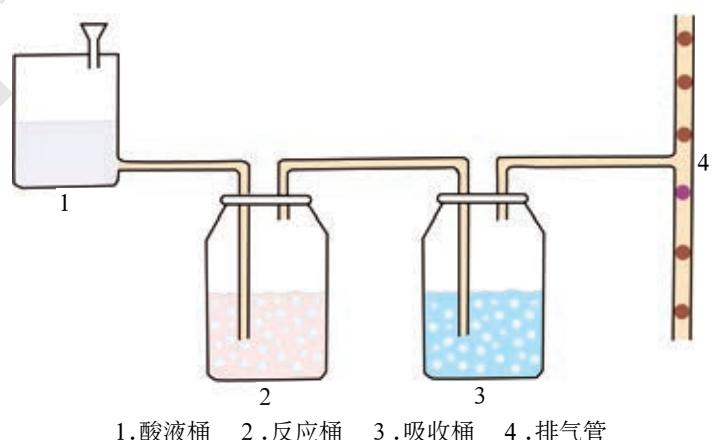


图1-1-31  
碳酸氢铵-硫酸法产生CO<sub>2</sub>装置示意图

**无土栽培** 不用天然土壤，而用基质或只用营养液进行栽培，统称为无土栽培。基质是指岩棉、砂砾等能够固定植物根系，并且能够起到通气和吸水作用的固体物质。营养液

是根据植物体生长发育所需要的各种矿质元素及其比例配制而成的（图1-1-32）。它的最大特点是可通过直接调节和控制为根系创造适宜的生活环境，从而使植物体能够良好地生长发育。无土栽培与土壤栽培相比，产量可以成倍或几十倍地提高，而且清洁卫生，省力省工、易于管理，不受地区限制，充分利用空间，有利于实现农业现代化。

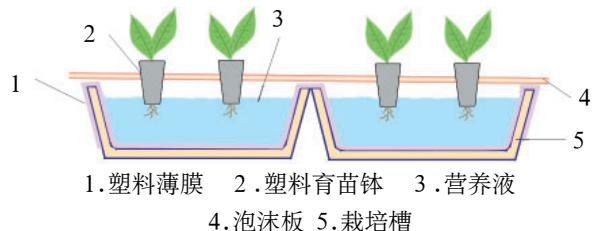


图1-1-32  
无土栽培示意图

### 立体无土栽培技术

通过一定的设备，使植物向空间发展，从而充分发挥了有限空间的生产潜力，这就是立体无土栽培（图1-1-33）。整个生产工艺体现出以下优点：首先是高产高效，总种植量平均是原平面种植数量的3~5倍；产量成倍提高；其次，大大提高了土地的利用率，节约了土地资源；不受地区限制，在无土的环境中也能进行栽培；可适用于多种植物生产，尤其是矮秆植物。



图1-1-33  
立体无土栽培

### 相关链接

2000年我国的设施栽培面积已突破 $2.1 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ，总面积居世界第一，每年人均消费蔬菜量的20%由设施栽培提供。

我国历史上就有在设施中如牛舍和鸡舍中饲养动物的传统。现在设施饲养也得到了快速的发展，如选择适宜的品种，采用棚室保温饲养奶牛（图1-1-34）、猪、羊和鸡等。特别是近十年来，计算机在养殖业中的应用，全面提升了设施饲养的技术水平，使其向规模化、集约化、工厂化方向发展。现代化养鸡场中，可以通过计算机智能化控制系统控制鸡舍通风、光照、温度以及给水、给料、集蛋和除粪等生产流程的各个环节，使一个人可以养鸡10 000只以上，大幅度地提高了劳动生产率。

通过设施农业，可扩大栽培和养殖领域，提高产量、产值，满足和均衡市场供应，提高



图1-1-34  
现代化奶牛厂牛舍

劳动生产率。设施农业已成为我国最具活力的新兴产业之一。今后，随着设施条件的完善、设施成本的下降和先进生产技术的推广，设施农业发展的前景将愈来愈宽广。

### 相关链接

### 精确农业

精确农业(precision agriculture)也称精准农业、精细农业，是获取农田小区作物产量和影响作物生长的环境因素（如土壤结构、地形、植物营养、含水量、病虫草害等）实际存在的空间和时间差异性信息，分析影响小区产量差异的原因，采取技术上可行、经济上有效的调控措施，区别对待，按需实施定位调控。

实施过程可描述为：带定位系统和产量传感器的联合收获机，自动采集田间定位及对应小区平均产量数据；通过计算机处理，生成作物产量分布图；根据田间地形、地貌、土壤肥力、墒情等参数的空间数据分布图，作物生长发育模拟模型，投入、产出模拟模型，作物管理专家知识库等，建立作物管理辅助决策支持系统，并在决策者的参与下生成作物管理处方图；根据处方图采用不同方法和手段或相应的处方农业机械，按小区实施目标投入和精确农作管理。精确农业以地理信息系统、遥感、全球定位系统、田间变量信息采集与处理技术、作物生产管理辅助决策支持系统和智能化农业机械装备技术为核心技术。

实行精确农业可提高资源利用率，降低生产成本，减少环境污染。

### 巩固提高

1.看图1-1-35回答：

- (1)指出图示的温室类型。
- (2)温室中施农家肥能够提高CO<sub>2</sub>浓度的原因是什么？
- (3)该温室能够调节和控制作物生长的哪些条件？

- 2.谈谈如何因地制宜发展本地的设施农业。
- 3.以自己喜欢的文体形式写一篇展望设施农业发展前景的短文。

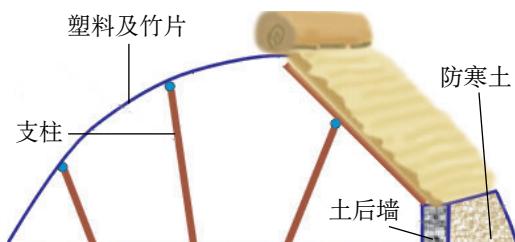


图1-1-35  
温室

## 第六节 绿色食品

农药和化肥的广泛使用，使农产品产量大大增加，满足了人们的生活需要，改善了人们的生活。但是我们常有这种感觉，肉吃起来不香，苹果的味道不足。人们希望吃到无污染的优质食品（图1-1-36），因此，绿色食品应运而生了。



图1-1-36

黑龙江省某绿色食品生产基地

### 1 绿色食品的概述

绿色食品(green food)是无污染、安全优质的食品，有利于人类的健康。同时，绿色食品的发展也促进了绿色食品产地环境的保护和改善，使保护环境、发展经济和增进人们健康紧密地结合起来。

#### 绿色食品标志

为了区别于普通食品，绿色食品由统一的标志来标识。绿色食品标志的图形由三部分构成：上方的太阳、下方的叶片和中心的蓓蕾。标志图形为正圆形，意为保护、安全。AA级绿色食品标志为绿色，底色为白色（图1-1-37）；A级绿色食品标志为白色，底色为绿色。

图1-1-37  
一种绿色食品标志

相关链接

#### 调查绿色食品的消费情况

随着人们生活质量的提高，绿色食品已经进入千家万户，它的生产量也在逐年增加。请调查当地绿色食品的消费情况。

##### 调查建议

1. 参考表1-1-1制作调查问卷，并进行调查。
2. 去食品超市，调查绿色食品在同类产品中的销售比例。
3. 通过走访家长、邻居、售货员和看产品说明书等方式，了解绿色食品的特点。



4. 有条件的同学可到当地绿色食品办公室、农场或食品厂，调查本地区已申请到绿色食品标志的食品种类及其生产过程。

表1-1-1 绿色食品消费情况调查表

您认为绿色食品是	您经常消费哪类绿色食品	您选择绿色食品的原因是
<input type="radio"/> 绿颜色的食品	<input type="checkbox"/> 粮食、食用油	<input type="checkbox"/> 营养丰富
<input type="radio"/> 野菜	<input type="checkbox"/> 水果、蔬菜	<input type="checkbox"/> 安全
<input type="radio"/> 无污染食品	<input type="checkbox"/> 畜禽肉蛋奶	<input type="checkbox"/> 价格合理
<input type="radio"/> 有绿色食品标志的食品	<input type="checkbox"/> 饮料	<input type="checkbox"/> 支持环境保护
<input type="radio"/> 不知道	<input type="checkbox"/> 其他	<input type="checkbox"/> 其他

○为单选 □为多选

### 分析讨论

1. 绿色食品有哪些特征？
2. 消费者购买绿色食品的原因和消费情况。
3. 绿色食品的生产需具备哪些条件？

绿色食品是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的无污染的安全、优质、营养类食品（图1-1-38）。绿色食品分为A级和AA级两类，其主要区别是：A级绿色食品在生产过程中允许限量使用限定的化学合成物质；AA级绿色食品在生产过程中不使用任何有害的化学合成物质。

到2002年10月底，我国已经有1402家企业的2791种产品获得绿色食品标志。这些产品以其鲜明的形象、过硬的质量、合理的价位赢得了广大消费者的好评，市场占有量越来越高。相当一部分绿色食品已成功地进入了日本、美国和欧洲等国家和地区的市场，显示出绿色食品在质量、价格和品牌上的明显优势，有广阔的出口前景。



图1-1-38

市场上销售的几种绿色食品

## 2 绿色食品的开发

绿色食品的开发包括产地的选择和产品的生产、加工、包装及储运等一系列环节。下面是某绿色食品消毒牛乳的开发过程（图1-1-39）。

在开发过程中，原料产地必须符合绿色食品产地的环境标准，原料要求须用特级生鲜牛乳，大肠菌群≤40个/100 mL，不得检出致病菌；消毒牛乳应装箱运输，运输过程要有遮盖，长途运输应采用冷藏车；消毒牛乳在销售之前应贮藏在2~10℃的冷库内。

我国现已开发的绿色食品，涵盖了农产品的7大类、29个分类，其中有粮油、果品、



图1-1-39

某绿色食品消毒牛乳的开发流程

蔬菜、畜禽蛋奶、水产品、酒类、饮料类等。各种绿色食品的开发从原料产地环境、生产操作过程、食品品质、食品有害物质的含量、食品包装、运输到贮藏，每一个环节都有严格的量化标准，并按国际通行的质量认证程序检查，只有符合绿色食品标准的企业和产品才能使用绿色食品标志。

21世纪是一个“绿色”的世纪。在生产食物的过程中，我们必须考虑生产方式对资源、环境、消费者的影响。未来的趋势是，只有在洁净的土地上用洁净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者的需求。因此，绿色食品生产和消费将成为全社会积极参与的一个“热点”。

### 巩固提高

1. 国家采取了怎样的措施来保证绿色食品的品质？
2. 假设你是一个农业专家或绿色食品开发公司的部门经理，请你为建立一个新的绿色蔬菜生产基地设计具体的开发方案。



### 回顾总结

生物技术的发展为农业发展提供了坚实的基础。植物组织培养为植物脱毒苗的生产、植物的快速繁殖，以及一些难以用其他方式繁殖的植物提供了成熟的技术支持。植物体细胞杂交为培养新物种和新品种提供了美好的前景。基因工程能定向改良动植物性状，并在农业生产中获得广泛应用和显著的效益。胚胎移植、人工授精、克隆等生物技术，使优良动植物品种的快速繁殖成为可能。

通过基因工程可以得到抗病虫草害的作物，通过生物防治能大幅度提高作物的经济效益和环境效益；通过接种等措施可有效防治动物疫病；尽量避免和减少植物病虫草害和动物疫病对农业的影响，是生物技术的重要研究内容。

由于四季气候的差别，使蔬菜和水果的生产具有很强的季节性，而设施农业可以在任何季节为农作物提供良好的生长环境，为动物的规模饲养提供适宜条件。设施农业不仅提高了种植和养殖的产量和质量，而且提高了劳动生产率。

绿色食品给人们提供了安全、无污染的农产品，既有利于人体健康，又有利于环境保护。



## 课外阅读

## 水稻专家——袁隆平

2001年2月19日，袁隆平（图1-1-40）院士获得首届中国最高科技奖。袁隆平（1930—）出生于北京，是新中国第一代大学生，1953年毕业于西南农学院。毕业后，一直从事农业教育及杂交水稻研究，主要成就表现在杂交水稻的研究、应用与推广方面，成为我国杂交水稻研究领域的开创者和带头人，世界著名的杂交水稻专家，为我国和世界的粮食生产和农业科学的发展做出了杰出贡献。

20世纪70年代初，袁隆平利用在三亚发现的天然雄性不育的“野败”，成功培育出杂交水稻，提出了水稻杂种优势利用的观点，打破了世界性的自花授粉作物育种的禁区。70年代中期，以他为首的科技攻关组完成了三系配套并培育成功杂交水稻，实现了杂交水稻的历史性突破。现在我国杂交水稻的种植面积已占全国水稻种植面积的50%，平均增产20%。此后，他又提出“两系法亚种间杂种优势利用”的发展概念，国家“863”计划据此将两系法列为重点项目，经项目组科技人员六年的刻苦研究，已掌握两系法技术，并推广种植，现占水稻种植面积的10%，效果良好。

1997年，他在国际“超级稻”概念的基础上，提出了“杂交水稻超高产育种”的技术路线，在实验田取得良好效果，产量近 $12000\text{ kg}/\text{hm}^2$ ，且米质类粳稻，引起国际上的高度重视。他的工作为进一步解决大面积、大幅度提高水稻产量难题奠定了基础。

在全国农业科技工作者的共同努力下，1976—1999年累计种植杂交水稻已超过 $2.3 \times 10^8 \text{ hm}^2$ ，增产稻谷 $3.5 \times 10^5 \text{ t}$ 。近年来，全国杂交水稻年种植面积 $1.6 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ，约占水稻总面积的50%，占稻谷总产量的近60%，年增稻谷可养活6000万人口，社会效益十分显著。

“杂交水稻不仅属于中国，也属于世界”，袁隆平始终以这个观点关注着世界粮食问题。联合国粮农组织在全球推广杂交稻，聘请袁隆平担任首席顾问。1980年，杂交水稻作为我国第一个农业技术转让给美国。在美国试种三年，比当地良种增产37%，在阿根廷增产76.5%，在日本、巴西增产22%以上。在袁隆平的大力帮助下，1998年越南推广杂交稻 $2.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ，印度推广 $1.0 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ，单产比当地良种增产20%~30%。因此，杂交水稻被世界公认为增产最显著的水稻品种，在解决世界饥饿问题上已显示出强大的生命力。

美国著名的农业经济学家唐·帕尔伯格评价说：“随着农业科学的发展，饥饿的威胁在退却。袁隆平正引导我们走向一个营养充足的世界。”



图1-1-40  
袁隆平

## 第二章 生物科学与食品加工



### 课题研究

现代生物技术在食品工业中的广泛应用，使传统的发酵技术发展为现代的发酵工程和酶工程。今天，利用微生物发酵技术生产的食品和添加剂，极大地丰富和改善了人们的生活。现在，请你通过制作传统发酵食品醪糟，了解加工发酵食品的一般过程，思考研究计划中各步骤的作用。

#### ▲研究计划

1. 将1 kg糯米用清水浸泡3 h后，置于100 ℃条件下蒸30 min，冷却后，接入两小包醪糟酵母粉，搅拌均匀。
2. 将透明容器洗净后，置于沸水中消毒30 min。
3. 将拌有醪糟酵母的糯米装入冷却的容器内，至容积的2/3处，密封，置于25~30 ℃的条件下发酵3~5 d。
4. 观察容器内糯米的变化，当发现糯米开始粉碎，产生较多液体和气泡时，取1份醪糟和1份蔗糖，加入10份沸水中煮2 min后，即可食用。

#### ▲总结交流

与同学相互品尝各自的成品，并进行鉴赏，交流制作体会，分析出现差异的原因。

## 第一节 发酵工程与食品加工

“借问酒家何处有，牧童遥指杏花村。”这是山西杏花村酒文化的历史见证。人类酿酒已有6 000多年的历史，你可知酿酒是离不开发酵技术的。在2 500年前的春秋战国时期，我国的发酵技术就应用到酿酱和造醋等方面。如今，这些传统的发酵技术已发展为现代的发酵工程（fermentation engineering），广泛地应用到发酵食品（图1-2-1）的加工中。



图1-2-1  
几种发酵食品

### 1 发酵工程

发酵食品的生产发展到今天，已经走出作坊式的生产方式，进入发酵工程生产阶段，发酵食品的种类也越来越多。



#### 味精的生产

谷氨酸是鲜味剂味精的主要成分。1956年，日本率先采用谷氨酸棒杆菌发酵生产谷氨酸获得成功。之后发酵法生产谷氨酸迅速发展，我国于1963年开始发酵法生产味精。目前，味精的生产技术已经相当成熟，其生产规模也已很大。我国常用的谷氨酸生产菌种有北京棒杆菌和钝齿棒杆菌等。味精生产的主要过程是：

1. 培养基的配制及灭菌 培养基可利用淀粉水解液（或糖蜜）、玉米浆、尿素、氨水、磷酸氢二钾、磷酸二氢钾、硫酸镁等配制而成，呈液体状态，因此也称培养液。培养基配制完成以后，投放到发酵罐中，通入98 kPa的蒸汽灭菌20 min，灭菌后冷却至30 ℃备用。

2. 菌种的扩大培养及接种 谷氨酸生产菌种的扩大培养过程是：斜面原种→斜面活化（图1-2-2）→200 mL三角瓶液体振荡培养→1000 mL三角瓶液体振



图1-2-2  
斜面试管接种

荡培养(一级种子)→50~500 L种子罐(二级种子)。用二级种子液在无菌条件下按一定比例接入上述冷却后的培养基中。

3. 发酵 发酵过程是在发酵罐中进行的。发酵罐是一种圆柱形容器，并连接有通气、搅拌、接种、加料、冷却等装置，此外，还有对温度、pH、通气量与转速等发酵条件进行检测和控制的装置，以便严格控制发酵条件(图1-2-3)。这是因为环境条件的变化不仅会影响菌种生长繁殖，而且会影响菌种代谢产物的生

成。如当培养液pH呈酸性时，谷氨酸生产菌就会生成N-乙酰谷氨酰胺；当溶氧不足时，生成的代谢产物就会是乳酸或琥珀酸。在发酵过程中要

通风搅拌培养，在30~36℃、pH7~7.6的条件下，经过40 h左右培养，培养液中的谷氨酸生产菌就会产生大量的谷氨酸。

4. 产品的分离与纯化 发酵结束后，将谷氨酸从培养液中分离提取出来，与适量的碱进行中和反应生成谷氨酸钠，再经除铁、脱色、过滤、浓缩、结晶、干燥而成为味精(图1-2-4)的成品。



图1-2-4  
味精

### 分析讨论

1. 培养基为什么要灭菌？
2. 不经菌种的扩大培养，直接将谷氨酸生产菌种接入发酵罐中会出现什么问题？
3. 发酵罐的通气、搅拌装置的作用是什么？

味精生产是发酵工程的一个实际例子。发酵工程是利用微生物(细菌、酵母菌、霉菌等)的生长与代谢活动，通过现代工程技术手段进行工业规模生产及生产有益产物的技术。

发酵工程的过程一般分为菌种选育、培养基配制及灭菌、菌种扩大培养及接种、发酵、分离和提纯产物等阶段。

要想通过发酵获得在种类、产量和质量等方面均符合人们要求的产品，生产用菌种应无致病性和不产毒素。人们从自然界筛选所需菌种，通常通过诱变等方法，获得具有优良生产性能的菌种，也可以通过基因工程的方法构建“工程菌”。用于食品生产的培养基要选择无毒无害、对产品无不良影响的原料。培养基必须经过严格的灭菌后才能接入菌种。对于连续发酵来讲，除了要随时取样检测发酵液中的菌体数量、底物浓度或产物浓度，以



图1-2-3  
发酵车间的发酵罐

了解发酵进程外,还要根据需要及时补充培养基组分,以满足菌种的营养需要。同时,要根据发酵要求严格控制发酵条件,从而保持发酵的正常进行,得到所需产物。发酵产物经分离、纯化后,还要经浓缩、结晶、干燥等操作,加工成市场需要的产品。

## 相关链接

## 发酵工程的发展简史

人类早期利用天然菌种自然发酵酿酒、制醋、制酱和做奶酪等,称为传统发酵技术。

20世纪20年代开始的利用纯种微生物发酵生产酒精和丙酮等属于近代深层厌氧发酵技术。

20世纪40年代初,在厌氧发酵技术的基础上,引进了通气搅拌和一整套无菌技术,建立了近代深层通气发酵技术。可大规模地生产抗生素、有机酸、酶制剂等。

20世纪50年代,在研究微生物代谢调控的基础上,通过人工诱变,得到适合于生产某种产品的微生物突变类型,在人工控制的条件下,生产出人们所需要的物质,此项技术称为现代代谢控制发酵技术。该技术已广泛用于氨基酸、核苷酸和抗生素等的生产。

20世纪70年代以后,利用基因工程方法培育出工程菌,而产生了基因工程菌发酵技术。该技术现已应用于人生长激素、胰岛素、干扰素等的生产。

20世纪80年代以来,随着数学、动力学、化学工程学和计算机技术对发酵工程技术的渗透,使得对发酵过程的控制更加合理。通过对整个发酵过程自动控制,可以明显提高生产效率。

## 2 发酵工程在食品工业中的应用

发酵工程广泛用于食品工业,来生产发酵食品、酶制剂、食品添加剂和微生物蛋白等。

在发酵食品的生产方面,可以通过酵母菌的酒精发酵来酿造白酒、黄酒、啤酒、葡萄酒等酒类产品。目前,我国的名优白酒和黄酒大多是采用自然接种发酵技术,高粱、大米等淀粉质原料经过糖化和酒精发酵、蒸馏或过滤,再经过陈酿和勾兑成为成品。啤酒和葡萄酒的生产现在都采用纯种发酵技术,其生产规模大,机械化程度高(图1-2-5),质量



图1-2-5  
某酿酒厂的发酵罐

稳定。食醋和果醋的生产都要先通过酒精发酵，然后再经过醋酸发酵得到。利用酵母菌发酵生产面包，不仅可使面包具有特有的香味，松软可口，易于消化，而且酵母菌体内含有的蛋白质和维生素使面包的营养更加丰富。利用米曲霉、毛霉、根霉、酵母菌等微生物发酵可以生产酱油、腐乳和酱类。利用乳酸菌发酵可以生产酸奶和奶酪等。

在酶的生产方面，黑曲霉和枯草芽孢杆菌是发酵生产淀粉酶的常用菌种，淀粉酶可用于酒精、淀粉糖工业中的淀粉液化和糖化。利用发酵工程生产的果胶酶、蛋白酶等，可分别用于果汁、果酒及啤酒的生产。

在食品添加剂的生产方面，利用黄单胞杆菌可发酵生产黄原胶（图1-2-6），利用少动鞘脂单胞菌可发酵生产结冷胶。黄原胶和结冷胶可作为食品稳定剂、乳化剂、增稠剂和胶凝剂，用于食品加工。由微生物发酵生产的柠檬酸和L-苹果酸，可作为酸味剂用于饮料、水果罐头、糖果、果冻和果酱等的生产；利用微生物发酵生产的5'-肌苷酸钠，作为助鲜剂与味精混合，可成倍提高味精的鲜味。用红曲霉发酵生产的红曲红色素可作为天然食用色素，用于腐乳、肉制品和糕点等的加工生产。发酵生产的赖氨酸等可作为强化剂用于营养强化食品的生产。

在微生物蛋白（单细胞蛋白）的生产方面，以薯渣、淀粉和制糖业的副产品糖蜜为原料，通过酵母菌发酵生产单细胞蛋白（图1-2-7），既可作为人类蛋白质原料的补充，用

于火腿肠、面包和焙烤类等食品的生产，也可解决制糖厂和淀粉厂原料的综合利用问题。此外，还可以利用单细胞蛋白进一步加工生产酵母抽提物（酵母精）作为新一代调味品，用于多种食品生产。

随着生命科学的发展，发酵工程与食品工业的关系更加紧密。通过对原有生产菌种的改良和新菌种的发掘，以及对生产工艺的改进，深受消费者欢迎的传统发酵食品的产量和质量将会不断提高，新的发酵食品和通过发酵工程生产的食品原料及添加剂也将不断涌现。



图1-2-7  
发酵液中的酵母菌细胞



图1-2-6  
黄原胶

### 巩固提高

- 除教材中介绍的发酵食品外，你还知道哪些发酵食品？
- 根据谷氨酸发酵过程，回答下列问题：
  - 要想在原有菌种基础上获得更优良的谷氨酸生产菌种，可以对菌种进行\_\_\_\_\_，使它的\_\_\_\_\_发生突变。
  - 谷氨酸生产过程中，发酵罐会随时间而变热，热来自\_\_\_\_\_，发酵罐中pH变化的原因是\_\_\_\_\_等。
  - 要实现一个发酵工程应具备哪些具体条件？

## 第二节 酶工程与食品加工

酶（图1-2-8）这个术语从创造之日起就是与食品生产连在一起的。酶的原意是“酵母之中”的意思。早在远古时代，美索不达米亚人就开始用酵母菌生产啤酒了。今天，随着现代生物技术的兴起，作为现代生物技术之一的酶工程正成为食品科学中运用最为广泛的一项生物技术。目前已有十几种酶成功地运用于食品加工，在提高食品质量，改善食品风味等方面发挥了重要作用。



图1-2-8  
用于食品加工的几种酶

酶工程（enzyme engineering）是指将酶所具有的生物催化功能，借助工程学的手段，应用于生产、生活、医疗诊断和环境保护等方面的一门科学技术。一般来说，包括酶制剂的生产和酶制剂的利用两个方面。

### 1 酶制剂的生产

酶制剂是含有酶的制品，分为液体和固体两类。加酶洗衣粉就是固体酶制剂。酶制剂的生产过程一般有以下步骤：

**微生物菌种的选育** 从自然界中筛选、诱变或通过基因工程获得高产优良的生产菌株。

**产酶培养** 目前酶主要采用微生物培养的方法生产，有固体培养和液体培养两种方法。固体培养法是以麸皮或米糠为原料，并根据需要添加其他谷糠、豆饼等，加适量水拌成固体培养基，培养微生物产生酶。我国许多酿造厂使用的固体曲就是通过固体培养生产的。液体培养法是指在发酵罐中利用液体培养基进行大规模产酶培养的方法。生产规模从几升至几百吨不等，培养条件可以自动控制。

**酶的分离与纯化** 将微生物产生的酶从细胞内或培养液中提取出来，并使之达到要求的纯度，这就是酶的分离与纯化。

**酶的使用方式** 分离纯化后的酶加入稳定剂和填充剂后，就制成了酶制剂。但这样的酶制剂在催化反应后仍然残留在溶液中，不易回收，若要从最终产品中分离提取，操作上十分麻烦，因而只能使用一次。



#### 固定化酵母菌细胞发酵生产啤酒

##### 实验原理

麦芽汁可以渗入到由海藻酸钠和啤酒酵母制成的凝胶珠中。啤酒酵母可以利用自身细胞内的一系列酶将可发酵性糖转化成乙醇。

##### 材料器具

麦芽汁液体培养基、新鲜斜面啤酒酵母；海藻酸钠、葡萄糖—氯化

钙混合液（含0.56 mol/L葡萄糖和0.05 mol/L氯化钙）、无菌水；高压蒸汽灭菌锅、恒温培养箱、小烧杯、带喷嘴的小塑料瓶或装有5号针头的注射器、500 mL三角瓶、天平、玻璃棒、pH试纸、纱布等。

### 活动程序

1. 取新鲜斜面上的啤酒酵母，接种于10 mL麦芽汁液体培养基中，25 ℃培养24~30 h。

2. 取1.6 g海藻酸钠于无菌小烧杯中，加无菌水少许调成糊状，再加入无菌水至40 mL，在98 kPa条件下灭菌15 min。冷却至45 ℃左右后，与预热至35 ℃左右的10 mL酵母菌培养液混合搅拌均匀，立即倒入带喷嘴的无菌小塑料瓶中（或装有5号针头的注射器外套中），以恒定的速度滴入盛有葡萄糖—氯化钙混合液的容器中，浸泡30 min制成凝胶珠。

3. 倒去葡萄糖—氯化钙混合液，用无菌水洗涤凝胶珠三次后，将凝胶珠放入500 mL三角瓶中，加入300 mL无菌麦芽汁液体培养基，置于25 ℃下封口发酵5 d左右，倒出发酵后的麦芽汁即为生啤酒。

### 分析讨论

1. 本实验中啤酒的生产与课题研究中醪糟制作生产在菌种的使用上有什么区别？

2. 凝胶珠是由什么组成的？它有什么作用？

3. 如果要进行多批次的生产，本探究活动中的啤酒酵母细胞与果胶酶在使用上有何不同？

固定化酶（immobilized enzyme）是利用物理或化学方法，使酶与不溶性固体支持物（即载体）结合（图1-2-9），从而既保持其不溶于水，又能保持其活性。若将产生酶的细胞加以固定化，称为固定化细胞。

固定化酶及固定化细胞与游离酶相比，具有以下优点：可用搅拌或装柱形式与底物溶液接触，可以在较长时间内反复、连续使用，降低酶的使用成本；可提高酶的稳定性；便于严格控制酶促反应过程；容易与产物分开，提高产物的质量。固定化活细胞的发展比固定化酶更进了一步，它省去了酶的分离、纯化工序，同时酶的活性更稳定。

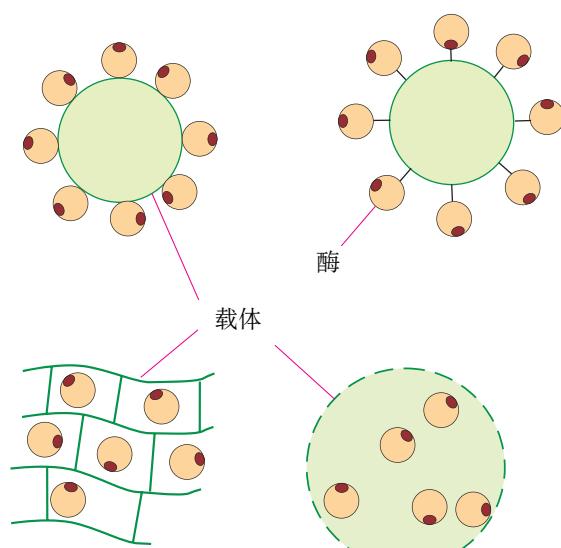


图1-2-9  
酶的几种固定方式示意图

## 2 酶制剂在食品工业中的应用

酶工程广泛应用于食品加工。主要用于以下几个方面：

**改进啤酒生产工艺，提高啤酒质量** 利用固定化酶和固定化细胞技术是近年来国内外啤酒工业的新工艺。我国某啤酒厂把卡伯尔酵母固定化后用于啤酒酿造，啤酒的主发酵时间比传统工艺缩短一半以上，酿成的啤酒口味纯正，泡沫性良好，各项理化指标均符合标准。

通过添加蛋白酶降解啤酒中的蛋白质，提高啤酒的稳定性，目前主要采用固定化木瓜蛋白酶处理。在柱式反应器中，可连续使用3个月，效率高，使用安全。用这种方法生产的啤酒具有良好的稳定性，保质期可达180 d，对泡沫影响不大。

**果汁及果酒的生产和澄清** 通过使用酶制剂可提高果汁出汁率和澄清度。例如，在苹果汁的生产中使用果浆酶（由果胶酶和纤维素酶等组成的复合酶），可使苹果的出汁率高达92%~98%，比不使用酶处理的出汁率高出12%左右。经果胶酶澄清处理，提高了果酒的稳定性。将果胶酶应用于苹果酒酿造，不但可提高出汁率，而且可使苹果汁透光率由30.1%提高到71.5%，酿出的苹果酒果香清新。

**高果葡糖浆的生产** 目前全世界每年大约使用5 000 t左右的固定化葡萄糖异构酶，用于生产8 000多万吨的高果葡糖浆，以满足各种饮料生产的需要。高果葡糖浆甜度高于蔗糖，用于生产饮料符合低糖饮食的趋势。高果葡糖浆的生产普遍采用固定化酶柱反应器法，即将异构酶或细胞固定化于载体上，装于直立的保温反应柱中，葡萄糖液由柱顶流经酶柱，发生异构化反应，由柱底流出异构化糖浆（图1-2-10），酶柱可连续使用约800 h左右。

**生产新型糖** 利用酶法生产麦芽低聚糖和高麦芽糖（图1-2-11），该产品具有抗菌活性及促进钙吸收等优点，用于豆奶制品、奶制品、饮料等产品中，既能提高产品的风味，又能补充人体营养成分。

新型低聚糖是指低聚果糖、异麦芽寡糖、低聚半乳糖等一类寡糖。新型低聚糖能够特异性地促进机体内的双歧杆菌生长，可广泛用于饮料、乳制品、糖果、糕点、疗效食品等的生产。新型低聚糖的生产通常采用固定化酶或固定化菌体连续合成，可降低生产成本。

此外，利用固定化乳糖酶生产低乳糖牛奶，适合乳糖酶缺少的人群食用；橘昔酶可用

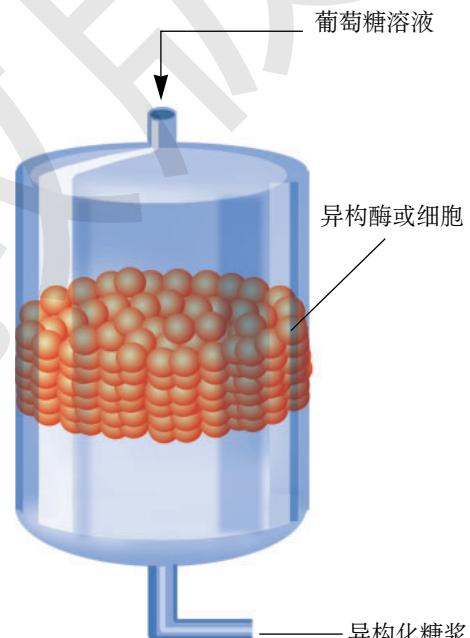


图1-2-10  
柱式酶反应器工作原理示意图



图1-2-11  
麦芽低聚糖粉和高麦芽糖粉



图1-2-12  
蛋白酶处理的肉

### 酶的来源

目前已鉴定的酶约2500多种，小批量生产的商品酶有100多种，大规模生产应用的仅十几种。例如，淀粉酶、蛋白酶、葡萄糖异构酶、果胶酶等。酶可由植物的果实及种子、动物组织和微生物获得。由于动植物来源有限，而微生物可生产几乎所有的酶，且易于培养，生长繁殖速度快，不受季节、气候和地域的限制，因而，除少数几种酶仍然从动植物组织中提取外，目前绝大多数酶是利用微生物发酵生产获得的。酶作为生物催化剂具有许多优点，如反应条件温和、催化反应效率高、专一性强、可重复利用、污染小。因此，通过酶工程为人类社会提供产品或为社会服务是未来社会发展的一个方向。

相关链接

酶工程是食品科学中运用最为广泛的一项生物技术之一。从长远看，它将逐步或部分地取代传统的发酵技术或融合一些其他技术，如固定化活细胞技术已经或将在某些领域取代一些传统的发酵技术；酶反应器也将逐步地取代传统的一些生物反应器——发酵罐。这些新技术在改进食品技术、提高食品质量和产量、改善食品风味等方面发挥着重要作用。

### 巩固提高

1. 为了充分发挥酶的催化作用必须提供适宜的条件。  
 (1) 温度、pH、底物浓度对酶的催化作用会产生何种影响?  
 (2) 固定化酶在使用上比不固定的酶优越吗？为什么？
2. 现代食品工业生产高果葡糖浆多用柱式酶反应器。请分析柱式酶反应器中的异构酶的生产包括哪些环节？


**回顾总结**

生物技术起源于传统的食品发酵，并首先在食品加工中得到广泛的应用。通过发酵工程，可以利用微生物为人类生产多种有利于人体健康、

易于吸收、口味独特的发酵食品。应用酶工程可以有效地改造传统的食品加工业，提高产品的产量和质量，提高生产率。

另一方面，发酵工程和酶工程离不开优良的微生物菌种和酶，要从事其生产首先要拥有优良的菌种和高活性的酶，拥有相应配套的生产设备，并能提供和保持适宜的生产条件，以确保整个生产过程能够顺利地进行，最终得到合格的产品。随着生物科学的发展，发酵工程和酶工程在食品加工中的作用更加显著。


**课外阅读**

### 酶的固定化及相关研究进展

由于酶制剂不稳定，不能重复使用，从20世纪60年代起，人们把注意力集中到酶和细胞的固定化研究上。从1953年开始将胃蛋白酶、淀粉酶、羧肽酶和核糖核酸酶等结合在重氮化的树脂上，实现了酶的固定化。1969年，日本学者首次应用固定化氨基酰化酶大规模生产L-氨基酸。从此，固定化酶研究十分活跃，进展很快。现在已有十多种固定化酶用于工业生产。例如，利用葡萄糖异构酶生产高果葡糖浆；利用固定化乳糖酶生产低乳糖牛奶。

20世纪50年代末到60年代，人们开始修饰酶的研究。L-天冬酰胺酶等用大分子修饰剂修饰之后，其热稳定性提高，抗原性消失，体内半衰期延长。化学修饰酶在一定程度上可以克服天然酶的缺点，使其更适合于工业生产和医疗上的需要。

近年来，随着固定化酶或细胞的不断发展，人们可以研究、设计、制造各种各样的固定化酶或细胞反应器，有的已应用于生产能实现辅因子（辅酶Ⅰ和ATP等）再生的酶反应器，两相或多相酶反应器，组合酶反应器等正在研制之中。

利用酶的固定化技术制成的一种传感器——酶传感器，已有一些达到商品化，用于测定混合物溶液中某种物质的浓度。在临床化验（图1-2-13）、发酵生产、环境监测以及其他化学分析方面，展示了广阔前景。

酶标免疫分析是20世纪60年代发展起来的新的免疫测定技术。现在，已建立了各种酶标免疫分析法，用于测定样品中抗原或抗体的含量，有很高的灵敏度和准确度。

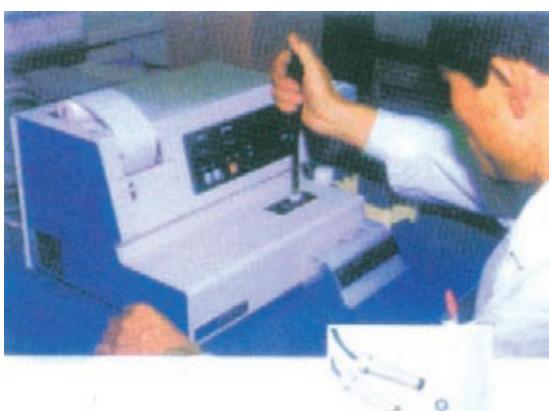


图1-2-13

用血糖快速测试仪化验血糖  
(右下图中的圆圈是用固定化酶膜制成的元件)

## 第二单元 生物科学与环境保护



地球是人类的家园，它像母亲一样无私地把最宝贵的资源奉献给人类。然而人类对自然资源无节制地开采和对环境的污染已使她失去往日的风采，为了让我们的子孙在这个美丽的星球上更好地生存，我们要倍加爱护这个生命的摇篮。

# 第一章 生物污染与生物净化



## 课题研究

1995年以来，北美洲北部到处能发现图上这种似鱼非鱼、四肢残缺的畸形蛙类。经过科学家们的研究发现，这是由一种寄生虫导致的生物性污染。生物性污染与化学和物理性污染一样，严重危害着生命。请按下列研究计划并结合课堂学习进行生物性污染状况的调查研究。

### ▲研究计划

1. 确定一个调查范围，调查生物性因素导致的疾病，病原体的种类、传播途径和防治方法等。
2. 通过查阅资料、走访专业人员及观察镜检等，调查入侵生物的种类、入侵途径及对环境、生物多样性和社会经济等造成的危害。
3. 结合第一节的内容，设计调查统计表格，分析调查结果，撰写调查报告。

### ▲总结交流

将全班的调查报告制作成一份介绍生物性污染（含图片）的宣传材料，到你所在的社区发放，以提高居民的环境保护意识。

## 第一节 生物性污染

提起环境污染，大家很容易想到是由工业生产所排放的废水、废气、废渣和废热，交通运输业的燃料泄漏、尾气排放，农业生产过程中残留在土壤中的化肥或农药等造成的。其实，不仅工农业生产会污染环境，生物本身也会造成环境的污染（图2-1-1），对人类和各种生物造成危害。

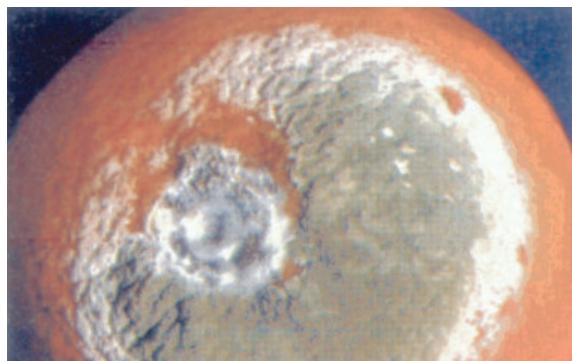


图2-1-1  
微生物对其他生物的危害

### 1 生物性污染及其危害

在我们周围，有流感病毒、结核杆菌、脑膜炎球菌等微生物（图2-1-2），它们在空气中，以气溶胶的形式存在，虽然看不见、摸不着，但每时每刻都与我们相依相伴。当你打喷嚏时，当你清扫房间时，或者与心爱的宠物嬉戏时，一些致病微生物群开始加速游荡，生物性污染（biological pollution）也在不知不觉中悄然发生。

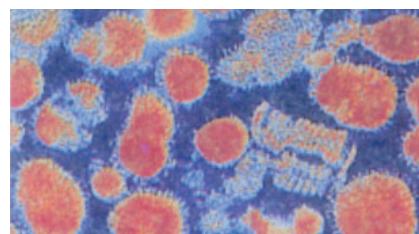


图2-1-2  
电镜下的亚洲流行性感冒病毒

#### 无处不在的生物性污染

阅读下列资料，对某些生物带来的环境问题展开讨论。

**[资料1]** 世界卫生组织统计发现，全球的死亡人口中约有三分之一是由细菌感染导致的。军团菌是其中的一种。近年来在城市的一些大厦、写字楼和居民家庭室内军团菌病屡有发生，有资料显示，感染军团菌者死亡率高达15%~20%。空调设备的大量使用是导致军团菌污染的主要途径，某些城市空调系统军团菌的检出率达50%以上。

**[资料2]** 研究人员发现，在成年人中哮喘主要由各类霉菌导致，霉菌污染主要通过空气传播；空气环境的污染会使过敏人群的哮喘、过敏性鼻炎等疾病发生率升高15%以上。



## [资料3] 尘螨 (图2-1-3)

是一种长约0.3 mm的小虫子，通常藏在被褥、地毯、沙发套等软性织物里，专吃人和动物的皮肤碎屑，人接触后，会出现过敏性鼻炎、过敏性哮喘、面部奇痒难忍等症状，严重时可导致呼吸困难。



图2-1-3

尘螨

## [资料4] 未经腐熟施入菜园中的有机肥含有种类繁多的有害生物，如痢疾杆菌和蛔虫卵。这些生物会污染蔬菜，若人类直接进食则危害健康。

- 分析讨论
1. 为什么空调中会滋生军团菌？如何预防这种情况的出现？
  2. 结合 [资料2] 、 [资料3] ，你认为一个看似很“干净”的家中，会有影响人体健康和污染环境的生物吗？
  3. 粪肥腐熟对生活在其中的微生物有什么作用？

在人类赖以生存的地球上存在着各种各样的生物，它们与我们共同分享这个世界。当有害的微生物、寄生虫等病原体污染水、大气、土壤和食品时，会影响各种产品的产量和质量，并危害人类健康，这就造成了生物性污染。引起生物性污染的因素主要包括动物、植物、真菌、细菌、病毒和生物体有机成分等。

生物性污染的危害极大。生物性污染因子中有些真菌、花粉和生物体有机成分等能够引起人体的过敏反应；有一些细菌和病毒能使人类和其他生物感染疾病；外来生物破坏了当地生态系统的结构和功能的稳定，导致大量“本土”生物死亡，对生态环境、生物多样性和社会经济造成巨大危害；赤潮对海域的影响、鼠疫的蔓延以及微生物引起食品污染等生物性污染造成的危害屡见不鲜。

## 相关链接

## 赤潮

赤潮（图2-1-4）是水体中某些微小的浮游植物、原生动物或细菌在一定的环境条件下突发性地增殖和聚集，引起一定范围内、一段时间内水体变色的现象。通常水体颜色因赤潮生物的数量、种类不同而呈红、黄、绿和褐色等。近年来，我国的赤潮灾害越来越严重。自1990年以来发生的大规模赤潮有157起。

赤潮自古就有，它是化学性污染、生物性污染、自然条件和营养物质等各种因素综合作用的结果。随着工农业生产的迅速发

展，富含氮、磷等污染物的废水未经处理大量排入水域，使水体富营养化(eutrophication)，蓝藻和其他藻类大量滋生，同时也使腐生微生物大量滋生，结果造成水中氧气不足，不但水生动物无法生存，也使藻类大量死亡、腐烂，造成水体外观浑浊，气味难闻。



图2-1-4  
海洋赤潮

## 2 生物性污染的来源

通常，造成生物性污染的各种因素往往以人类无法察觉的方式进行着，生物性污染的产生也常常是人与环境相互作用的结果。

垃圾随处倾倒和露天堆放，使某些原来存在于人畜肠道中的病原菌、寄生虫等通过垃圾在环境中进行传播，尤其是含有大量病原菌的医疗垃圾的不科学处理，是病原微生物传播的主要途径之一。

医院污水、生活污水以及屠宰、制革、洗毛等工业废水的排放（图2-1-5）是造成水体、土壤和空气生物性污染的主要原因。这些不经过处理排放的废水，使病原微生物通过水、鱼类、贝类和其他水生生物进入人体，造成传染病的流行和其他疾病的患病率提高。

生物入侵是生物性污染的另一个主要来源。外来物种一般通过三种途径入侵：一是人为地引入用于农林牧渔等生产的物种，之后演变为入侵种；二是通过贸易、运输、旅游等活动无意识地带入；三是通过自然力量传入异地。其中，物种引进是生物入侵的“主渠道”之一。

植物、动物等生物体内和体表常常带有一些病原微生物，在我们食用或与它们接触时，就可能导致传染病的发生，这些都是生物性污染的来源。

在我们接触的生物性污染中，绝大部分是人类有意识或无意识的活动造成的，这和我们的生活陋习、对生物性污染的认识不足、环境保护意识淡薄等有关，所以，我们应该增强环境保护意识，尽量减少和防止生物性污染的发生和传播。



图2-1-5  
污水被直接排入河中

### 3 生物性污染的防治

生物性污染同化学性污染和物理性污染是不同的，它的主体是生物，具有生物活性，在一定的环境条件下才可以生存。所以通过改变引起污染生物的生存条件，来控制其繁殖和传播，可以达到防治的目的。如医疗垃圾或被生物污染的废水必须经过科学处理后才可以排放。

对外来物种的引进要持十分慎重的态度，要全面衡量这些物种带来的利弊，进行严格的科学论证和环境评价，防止外来物种入侵造成灾害。对转基因生物的繁殖要建立科学评价制度，防范这一新技术可能对生物及生态系统造成危害。

另外，大部分病原微生物的抵抗力极弱，在空气流动、阳光充裕的环境里，很快就会死亡，所以我们要保持环境清洁，空气畅通；其次，不要滥养、偷猎、食用野生动物，避免动物所携带的病原微生物在人类中传播。

生物性污染给人类的生活带来许多的危害，我们应该提高全社会的防范意识，加强对生物性污染危害的宣传和对生物性污染的识别和防治技术的研究，避免大范围和大规模的生物性污染的发生。

#### 巩固提高

- 下列说法中正确的是（ ）。
  - A. 干净的家中没有生物性污染
  - B. 尘螨只生活在灰尘中
  - C. 生物性污染能引起呼吸道疾病
  - D. 生物性污染不会发生在农田中

2. 从市场买回的新鲜蔬菜，过不了几天就腐烂了，请据此回答：

- 蔬菜腐烂的原因是（ ）。
  - A. 生物性污染
  - B. 蔬菜缺氧
  - C. 蔬菜缺水
  - D. 化学污染

（2）要使新鲜蔬菜存放较长时间，在家庭内一般采取的措施是什么？这样可以保鲜的原因是什么？

3. 结合所学知识，分析你的生活习惯中哪些会引起生物性污染。

调查当地有关水体、土壤及大气污染的严重事故，识别其中的生物性污染。

—课外实践—

## 第二节 生物净化

1962年，女生物学家卡逊（Rachel Carson, 1907—1964）撰写的《寂静的春天》，在全世界引起了强烈的震撼，书中向全世界揭示：无限制地滥用化学制品将对我们的生活质量造成危害。但是，这本书却受到美国大多数化工公司的抵制，甚至企图阻止它的出版和发行。然而，随着环境公害的加剧，作者的呼唤已成为人类社会的共识。保护环境、治理污染成为人类社会非常关注的问题。环境污染的治理方法日新月异，用生物方法净化环境成为人类治理环境污染的一种比较有效的手段（图2-1-6）。



图2-1-6

北京高碑店污水处理厂

### 1 微生物的净化作用

随着生物科学的发展和新技术的问世，人们利用微生物净化废水技术逐渐成熟。活性污泥法是当前废水净化的一种主要方法。

活性污泥处理法（activated sludge process）是利用悬浮生长的微生物絮体（包括细菌、真菌、原生动物等）处理有机废水的方法。活性污泥是由微生物絮体及其代谢产物和所吸附的有机物和无机物组成的。它为微生物生长繁殖提供了适宜的条件，更为微生物高效发挥吸附、吸收和氧化污染物的能力提供了场所。

#### 活性污泥净化生活废水的实验

微生物在生长、发育和繁殖过程中，具有合成、降解和转化化学物质的能力，其本身就是一个高效反应器。有些种类的微生物还可以降解或转化某些特殊的化学物质，因而可用来净化污水。



##### 目的要求

利用活性污泥处理生活废水，了解微生物净化废水的原理。

##### 材料器具

驯化好的活性污泥菌、灭菌污泥、生活废水；2个1 000 mL的玻璃烧杯、1个100 mL的玻璃烧杯、温度计、显微镜、pH试纸、天平等。

##### 活动程序

1. 准备2个1 000 mL洁净的玻璃烧杯，编为1、2号。
2. 取生活废水2 000 mL，平均分装入2个烧杯中，1号烧杯加入20 g驯化好的活性污泥菌（泥），作为实验组；2号烧杯加入等量的灭菌污泥，作为对照组。

3. 将1、2号烧杯放置在室温条件下，每隔2~3h搅拌一次。3d后停止搅拌，静置12h后，对两个烧杯中的废水进行比较。

4. 检测和观察：通过显微镜镜检，pH试纸检测等方法，将结果记录在表2-1-1中，并进行分析。

表2-1-1 活性污泥处理废水的检测

	总菌的数量 (个/mL)	pH	水的颜色	水的气味
对照组				
实验组				

### 分析讨论

- 从生态学角度分析，活性污泥中的微生物属于什么成分？它们在有机废水净化中起什么作用？
- 如果对照组和实验组处理后的废水没有差别，可能原因是什么？
- 实验过程中，搅拌的作用是什么？

活性污泥法处理废水，一方面通过曝气设备为微生物提供代谢的氧源，加速生化反应的速度；另一方面污泥本身具有很好的沉降能力，可以降低出水中微生物的含量。通过处理，废水中的氮、磷等营养盐类和微量的有毒物质被除去，就可以获得澄清的处理水。此外，还可以通过反复活化、回流微生物絮体，使浓缩的微生物可以重复利用，或作为肥料等资源使用。

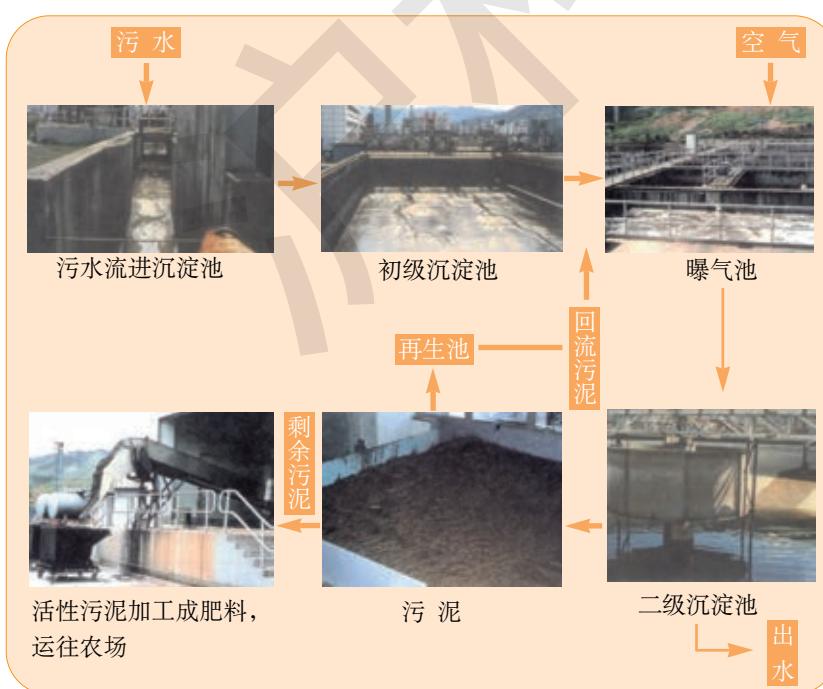


图2-1-7  
活性污泥法处理废水的基本过程

根据废水的种类、主要的污染物和对处理水质的要求，活性污泥法又有许多的运行方式和处理工艺。工厂化的废水处理的基本过程如图2-1-7。

目前，除活性污泥法外，还有其他的微生物净化污水的方法，如生物膜法，它是利用微生物在固体表面的附着生长形成生物膜。当废水和生物膜接触时，在膜内进行有机物的生物氧化和降解，使废水得到净化。生物膜法的优点是不需要污泥回流和较容易的运转管理等，

所以在石油化工、印染、造纸、食品和农药等工业的废水处理中得到广泛的应用。

## 2 绿色植被的净化作用

绿色植被是地球的净化器，是生态环境保护的绿色屏障，对改善地球的生态环境起着巨大的作用(图2-1-8)。

首先，植物在空气净化方面有着重要的作用。除能吸收CO<sub>2</sub>、放出O<sub>2</sub>外，有些植物还对污染物有抗性，如柳杉、洋槐等可以吸附或者吸收大气中的有毒、有害气体；有些植物在生长过程中可以分泌抗生素，如臭椿、圆柏等能杀灭空气中的各种病原菌。

其次，绿色植被，尤其是森林茂密的树冠可以阻挡或过滤沙尘类物质，是天然的吸尘器；有些树叶和树枝表面粗糙，有纤毛或者能够分泌黏液，能吸附大量小颗粒飘尘，使空气中粉尘的含量大大降低。所以，植被在治理沙尘暴方面起着绿色卫士的作用。



图2-1-8  
某自然保护区的绿色植被

## 3 人工湿地的净化作用

人工湿地是近年来迅速发展的生物-生态治污技术，它是利用自然生态系统中物理、化学和生物三重作用共同实现对污水的净化。湿地系统是在一定长宽比及底面有坡度的洼地中，用土壤和填料（如卵石等）混合组成填料床，污水在床体的填料缝隙中或床体表面曲折地流动。在床体的表面种植一些处理性能好、成活率高的水生植物，如芦苇等，形成一个独特的生态环境，对污水进行处理。

人工湿地一方面可以通过湿地的沉淀和过滤作用，将废水中的不溶性有机物截留，并被微生物利用；另一方面通过植物根系的吸附、吸收及生物代谢，将废水中可溶性有机物分解去除（图2-1-9）。此外，通过对填料床的定期更换和对湿地上植物的收割，将老化的有机体从系统中去除，保持了湿地的净化能力。人工湿地对有机污染物有较强的降解能力，可处理石油化工、纺织印染、重金属冶炼等多种工业的废水，现又推广应用到雨水处理方面（图2-1-10）。这种技术已经成为提高大型水体水质的有效方法。



图2-1-9  
某人工湿地



图2-1-10  
韩国良才川水质生物-生态修复设施橡胶坝

## 中国的湿地资源

每年的2月2日是“世界湿地日”，以纪念1971年2月2日在伊朗拉姆萨尔签署《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》（简称《湿地公约》）。截至2014年1月，《湿地公约》的168个缔约国已经把2171块湿地纳入了《国际重要湿地名录》，总面积约为2亿多hm<sup>2</sup>。

我国是世界上湿地类型最多、面积最大、分布最广的国家之一，我国湿地占世界湿地总面积的10%，居亚洲第一位，世界第四位。1992年中国加入《湿地公约》。目前，黑龙江省扎龙、青海省鸟岛、江西省鄱阳湖、湖南省洞庭湖、海南省东寨港和香港特别行政区米埔等57处湿地，已列入《国际重要湿地名录》。

生物方法治理环境污染有很多优点：在净化环境的过程中，对环境的二次污染比较小或者不产生污染；还可以产生许多其他的生产资料，如在治理污染的同时，还可以发展林业，获得林产品；也可以利用活性污泥法生产生物肥料等。

为了做好环境污染的防治工作，每一个公民必须努力增强环境保护意识，在生活过程中尽量减少对环境的污染，树立“保护环境，人人有责”的意识，并把这种意识转变为实际行动，做一个环境保护的志愿者。

## 巩固提高

1. 比较生物净化和物理、化学方法治理环境污染的优缺点。
2. 你还能举出一到两种其他生物净化环境污染的方法吗？
3. 活性污泥处理废水是利用微生物处理废水的，它的一般处理工艺如图2-1-11。请据图回答：

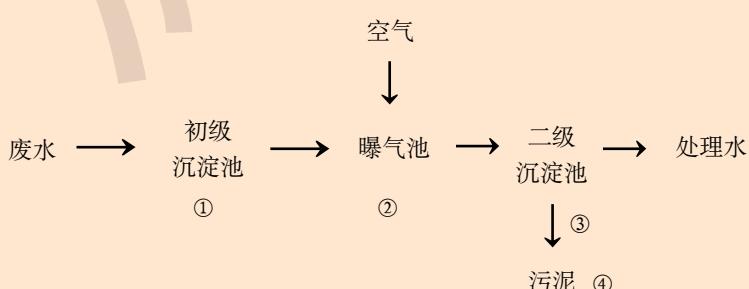


图2-1-11  
微生物处理废水的一般工艺

- (1)在处理过程中,微生物起主要作用的场所是\_\_\_\_\_。
- (2)以物理净化为主的阶段是\_\_\_\_\_。
- (3)④中的污泥有何用途?
- (4)采取什么措施可提高微生物净化废水的能力?



## 回顾总结

生物和我们生存的环境密切相关。有些生物可以产生生物性污染,给人类的生活和生态环境带来了许多危害。同时人类也可以利用生物来治理环境污染,如采用绿色植被、微生物、人工湿地等净化环境。我们应该合理利用生物净化的优点,预防生物性污染。



## 课外阅读

### 室内微生物的危害

病态建筑综合征是近年国内有关室内环境研究的热门话题。各种信息表明,空气微生物污染是造成这一综合征的主要原因之一。室内空气中漂浮着大量的微生物,其中有许多对人类是有害的。室内有害微生物的大量滋生不但使空气恶化,出现异味,而且损害我们的健康。

通过空气传播的病原体有病毒、细菌和其他微生物。迄今为止,已知的能引起呼吸道感染的病毒就有200种之多。室内其他微生物也可能导致人类的过敏性反应、肺炎等疾病。这些微生物导致的疾病一年四季均可发生,冬春季更为多见。

室内环境不同,微生物污染的来源不同。医院的室内空气污染源主要是呼吸道感染的病人,其他公共场所和个人居住环境的室内空气污染源主要是空调设备、家养动物和呼吸道感染的病人等(图2-1-12)。

室内微生物除了导致疾病外,漂浮在室内的曲霉还可以在家中各类食品中生长,使食品变质、腐败;也可以使草垫、地毯霉烂;使布料、衣服上形成污迹;使木材家具寿命减短;长期黏附在衣服和毛巾中的微生物,对我们的皮肤也有一定的损害。

要预防室内生物污染,首先要积极改善室内生活环境,及时清洗空调,常洗晒衣物、被褥、地毯等,不要让微生物有滋生的“土壤”。要养成良好的生活习惯和个人卫生习惯,勤洗澡,不随地吐痰。同时要科学饲养宠物和家畜、家禽,有选择性地养花,从小处着眼,保护我的室内环境。



图2-1-12  
室内的空气污染

## 第二章 生物资源的可持续利用



### 课题研究

千百年来，人类的活动唤醒了沉睡的高山，打破了宁静的森林。清澈的河水因此而变黄，葱茏的森林因此而消失。今天，人们已经认识到，人类要从自然界获得持久的利益，就必须学会如何维持和增加所利用资源的总量。现在，请你结合本章所学内容，根据当地的自然条件和资源状况，制定某一种当地生物资源的开发建议。

#### ▲研究计划

1. 调查了解你的家乡生物资源的种类及其价值。
2. 确定具有潜在开发价值的物种，从中选择一种你要开发的资源，如某种动物或植物，并搜集该物种的生长特性、利用现状等资料。
3. 分析开发利用该物种对生态环境和资源可持续利用的影响，并拟订解决办法。

#### ▲总结交流

将你搜集的当地生物资源的资料和撰写的开发建议，以图文、表格、数据、照片、多媒体等多种形式，与其他同学进行交流，使“生物资源可持续利用”观念成为大家的共识。

## 第一节 生物资源及其特性

我国国土辽阔，气候多样，地貌复杂，河流纵横，东部和南部有广阔的海域，西南有青藏高原，北部又有大面积的平原和山地，这些复杂的自然条件，造就了种类繁多的生物，使中国成为生物资源最丰富的国家之一（图2-2-1）。

### 1 生物资源的价值

每个人生活的环境不一样，所接触和利用的生物资源不同。要开发利用当地的生物资源，必须对生物资源的“家底”进行调查，了解当地具有的各种生物资源和利用现状，确定具有潜在开发利用价值的生物资源。

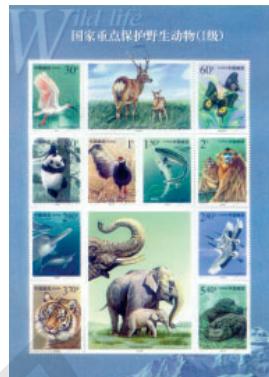


图2-2-1  
邮票上的国家重点  
保护野生动物

### 调查当地的生物资源

假如现在你是一位资源开发部门的工作人员，要对某地的生物资源的开发提出建议，为此要先对当地的动植物资源做一个调查，为资源开发准备资料。

#### 活动程序

1. 以小组为单位，采用典型调查与资料查阅相结合的方法开展调查工作。
2. 确定典型调查场所，如林区、田野或生态旅游景点等。
3. 准备调查工具，如望远镜、掘根器、标本夹、枝剪、鼠夹、捕虫网、相机等。
4. 实施调查。对常见物种要详细记录；不能定名的资源要采集标本或拍照，并作好记录。
5. 参考当地生物资源名录或者咨询教师和有关专家，对调查、记录和采集的标本等进行科学处理和统计分析，并完成下表。



表2-2-1 某地区生物资源调查结果

调查场所	物种名称	是否是优势资源	是否为稀有资源	利用的价值	现在利用的方式

#### 分析讨论

1. 在你调查的生物资源中，哪一种最具开发价值，为什么？

2. 你了解该物种有哪些方面的价值?
3. 当地对该物种的利用方式是否合理? 提出你的建议。

地球上所有的生物以及由这些生物所构成的自然综合体,共同构成了多种多样的生物资源 (biological resources)。生物资源的价值 (图2-2-2),可分为直接价值和间接价值两个方面。



图2-2-2  
生物资源的价值

生物资源的直接价值比较容易觉察和衡量,它与资源消费者的直接利用、满足有关。包括可为人类提供生活必需的食物、皮毛和药物;提供工农业生产的原料;可以美化环境,陶冶情操;进行各种生物科学研究等。

生物资源的间接价值主要与生态系统的功能有关,一般不会在经济效益中体现出来,如植物的光合作用可固定太阳能、微生物对腐殖体的分解、吸收和转化等,维持了生态系统的物质循环和能量流动,增加了生物的多样性。

每一种生物资源在人类的生存发展中均占有很重要的地位。生物资源的直接价值与间接价值一般同时存在,间接价值可能远远高于直接价值。对于还没有研究或尚未发现可见经济价值的物种,尤其是一些低等动植物和海洋生物,可能有更重要的潜在作用。我们一方面要加快对其价值的研究,另一方面要加大资源的保护力度。

## 我国的生物资源

我国生物资源十分丰富，在世界上占有十分独特的地位。

中国有近100万种生物，不但种类多，而且特有种类多，其中高等植物和哺乳类动物中特有种类分别占57%和19%以上；生物资源中的古老生物物种比较多，如植物中的长叶松（图2-2-3）、大叶木兰、鹅掌楸等，动物中的大熊猫、白鳍豚、羚牛、扬子鳄、大鲵等；栽培植物、家养动物及其野生亲缘的物种资源异常丰富。我国生物资源的多样性为人类提供了适应全球变化的机会，其未知潜力为人类的生存发展显示了不可估量的前景。



图2-2-3  
国家保护植物喜马拉雅长叶松

## 2 生物资源的特性

生物资源作为一种特殊的自然资源，具有一定的有限性，如果人类开发利用生物资源超过其所能负荷的极限，就可能导致整个资源系统因过度消耗而枯竭。生物资源与矿产资源不同，它具有以下特性。

**系统性** 任何物种都不是单独存在的，都与其他生物形成一定的关系。生物个体离不开种群，种群离不开群落，群落离不开生态系统。生物资源彼此之间相互依存又相互制约，使整个生态系统成为一个协调的整体。因此我们在利用生物资源时，必须坚持从整体出发，维持其系统性（图2-2-4）。

**地域性** 生物是在特定的空间环境中形成和发展起来的。地球上各种各样的环境条件，如森林、湿地、草原、荒漠等，使生物资源的分布形成了明显的地域性，即不同的地区有不同的生物资源。如褐马鸡仅分布于山西、河北和北京（图2-2-5）；亚洲象和长臂猿生活于热带森林中；而雪莲、黄连、贝母等生活在高海拔地区。

图2-2-5  
管涔山的褐马鸡



图2-2-4  
龙池基地的森林生态系统



**再生性** 生物资源属于再生性资源，即能够在较短时间内再生或循

环再现。例如，草原可以年复一年地提供牧草；森林在合理利用过程中，不断为人类提供木材和林副产品（图2-2-6）；动物可以通过繁殖为人类提供皮毛、肉、蛋、药材等。但是，在自然状态下，生物资源的再生受到其他生物和无机环境的限制（图2-2-7）。

**增值性** 生物资源在一定条件下其价值是可以不断提高的。人类对生物资源进行有效的投入是实现生物资源增值的关键条件。人类在驯养、培育动物和栽培植物的过程中投入了一定的人力、财力、物力等，生物资源的价值在不同程度上比在野生条件下增多（图2-2-8）。

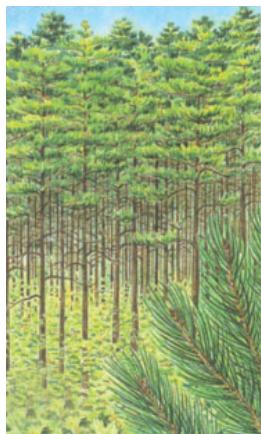


图2-2-6  
人工再生的松树林

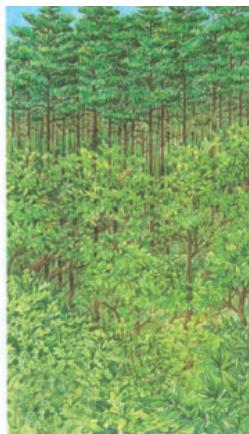


图2-2-7  
混交林中松树、橡树、  
山核桃树互相影响

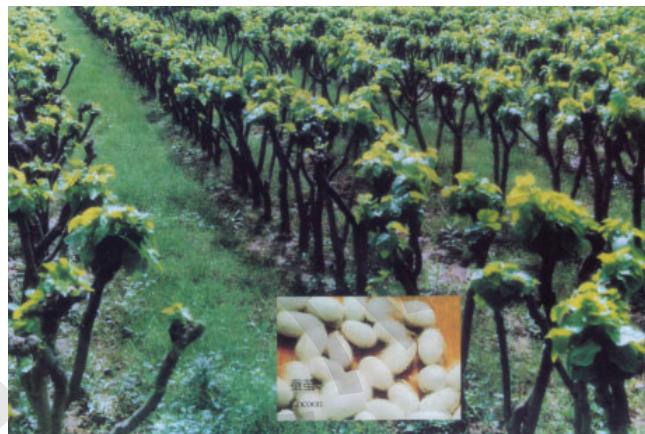


图2-2-8  
植桑养蚕获取蚕丝，使资源增值

生物资源是大自然赐予我们的最宝贵财富，也是子孙后代生存和发展的基础资源。我们在开发利用生物资源时，必须按照生物资源本身的特性及其价值，进行合理持续的利用。

### 巩固提高

- 1.结合自己学过的知识，讨论生物资源与矿产资源的异同。
- 2.在你居住的地区，有哪些宝贵的生物资源？你对保护这些资源有哪些建议？

## 第二节 生物资源的开发与保护

现代文明给人类提供了丰富的物质享受，这些物质绝大部分来源于生物资源。人类如何既能有效地开发利用生物资源，又能保持生物资源的可持续发展，成为精明的“捕食者”，是我们需要探究的课题。

### 1 人类行为与生物资源

以往人们对生物资源缺乏科学的认识，错误地认为生物资源是取之不尽、用之不竭的，曾经贪婪地对生物资源进行任意的掠夺或无规划的开发和利用，导致生物资源破坏和毁灭的事例不断发生。

#### 生产活动对生物资源的影响

下面是一些人类利用生物资源的资料，通过阅读进行分析。

**[资料1]** 可可西里是一个美丽的草原，海拔大多超过4 000 m，被人们称为“世界第三极”。过去牧民们平静地巡回放牧在这片草原上。自从草原上发现了金矿以后，淘金的人们疯狂地在草原上挖掘、提炼。他们将牧草连根拔起，在草原上留下大大小小的深坑和难以填埋的沟壕，美丽的草原很快变成了沙砾满地的石滩；他们还将土法炼金用过的砒霜和汞倒在了草原上……终于，美丽的草原消失了，遍地的牛羊不见了（图2-2-9），牧民被迫离开了他们可爱的家乡。



图2-2-9  
被破坏的草原

**[资料2]** 为了净化污水和生产饲料,我国南方引入一种植物——凤眼莲(图2-2-10)。由于该物种适应性和繁殖能力强,再加上未能有效利用,使该物种成为一种恶性杂草,导致一些湖泊的水面被凤眼莲覆盖。凤眼莲占用湖泊中的阳光和氧,对其他生物造成很大的威胁。

**[资料3]** 20世纪50年代,中国曾大量捕捉猕猴,使猕猴(图2-2-11)种群减少,至今尚未恢复。国家珍贵的重点保护动物,如巨蜥、藏野驴、羚羊、穿山甲等也由于偷猎者的非法猎取,使它们的数量急剧减少。

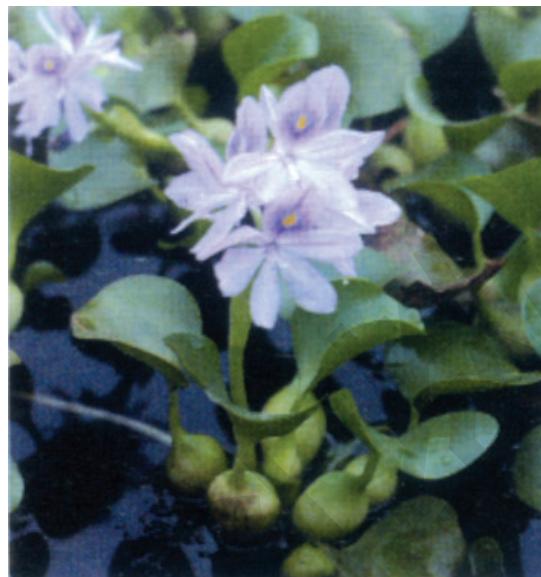


图2-2-10  
凤眼莲



图2-2-11  
太行山的猕猴

### 分析讨论

1. 可可西里生物资源被破坏的原因是什么?
2. 引进凤眼莲是增加还是减少了一些湖泊的生物资源种类? 为什么?
3. 野生动植物资源减少的主要原因是什么? 你对野生动植物资源的利用有什么建议?

生物资源减少的原因有雪灾、洪涝、旱灾、火山爆发和地震等自然因素和人为因素两个方面。其中,人为因素是生物资源丧失的主要原因。

首先,在生物资源的利用上,缺乏科学指导的捕捞和狩猎等,造成生物资源分布面积和种群数量迅速衰减,部分物种已濒临灭绝或者已经灭绝。其次,人类对森林的不合理砍伐,导致森林面积缩小,森林的结构和功能退化,特别是森林林木稀疏、片段化,导致大批珍贵的生物种群因为栖息地缩小、食物不足而灭绝。第三,在生产中引进具有杂草性的植物物种或造成毁灭性灾害的节肢动物等,导致物种入侵,与当地其他物种竞争空间和食物,对本地生物资源造成严重威胁。

## 2) 生物资源的可持续利用

生物资源是人类社会赖以生存和发展的基础。人类过度开发是生物资源减少的主要原因。保护生物资源，实现可持续发展，是人类社会的共同义务和责任。

### 可持续发展

1987年，世界环境与发展委员会《我们共同的未来》报告中，首次提出了“可持续发展(sustainable development)”，即“既满足当代人的需求，又不危及后代人满足其需求能力的发展”。它强调了当代人类要与后代享有共同的资源，留给后代同样多或者更好的资源基础，其核心思想是健康的经济发展应建立在生态持续能力、社会公正和人民参与自身发展决策的基础上。1992年联合国召开的环境与发展大会以可持续发展为指导方针，制定了可持续发展的《21世纪行动协议》。迄今为止，包括我国在内的世界各国已普遍地认识到，可持续发展是不可逆转的客观发展趋势。

### 相关链接

**正确认识生物资源的价值，促进法规建设** 生物资源破坏的原因很多，其中之一是人类低估了生物资源的重要性，在评价生物资源时往往只注意到食物、药物，或者工农业原料的直接价值，忽略了生物资源对稳定生态环境的间接价值。因此，保护生物资源的重点是提高全民对生物资源价值的正确认识，制定生物资源保护的法规。我国各级人大已相继制定、颁布了一系列法律、法规，如《环境保护法》、《森林法》、《草原法》、《野生动物保护法》等，为生物资源保护提供了有力的法律保障（图2-2-12）。

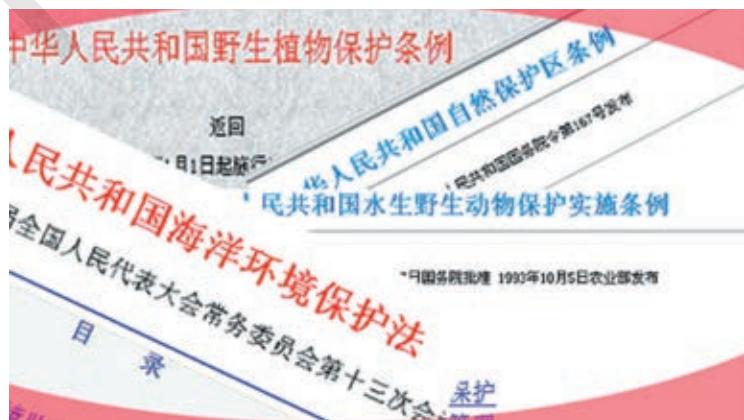


图2-2-12  
我国制定了许多与资源保护有关的法律

**自然保护区的建立和管理** 保护栖息地是保护物种最基本的措施之一，自然保护区成为生物资源的天然庇护所。目前，几乎每个国家都建立了自然保护区，为各种生物，尤其为野生动植物提供了适宜的生存环境，使一些濒于灭绝的生物重新获得生机。中国已经建立的保护区约占国土面积的4%左右，有300多种野生动物和400多种珍贵植物类群得到国

家重点保护（图2-2-13），且大部分典型生态系统都分布在保护区内（图2-2-14）。



图2-2-13  
青海湖自然保护区



图2-2-14  
黄龙寺自然保护区

**消除污染，保护物种** 当物种面临绝境时，通过对污染环境进行治理，控制和消除物种受威胁的污染源或采用迁地保护，这样才能使生物生活在自然和谐的生态环境中，得到休养生息的机会，物种数量逐渐恢复。

**建立可靠的财政机制** 在增加国家投资的同时，采取多种途径为生物资源的保护筹集资金，筹资的基本原则是“谁开发利用，谁出资保护”，将保护资金纳入国家和财政预算，争取国际援助，民间捐助、建立保护基金等，将生物资源的获利者与保护发展的投资紧密结合起来。

**促进科学研究** 科学技术是保护和持续利用生物资源的基础。要保护生物资源，应加强对生物资源破坏原因、保护措施等方面的研究，为生物资源保护工作提供强有力科学技术支持。通过采用现代生物技术，如人工繁育、疾病控制等技术挽救和保护濒危物种，是科学在保护生物资源方面的具体应用。我国对大熊猫、藏羚羊（图2-2-15）等60多种珍稀濒危动物和金花茶、银杉等100多种珍稀濒危植物的人工繁育研究已经获得成功。



图2-2-15  
可可西里藏原羚与藏羚羊救护队员

**加强国际交流和合作** 我国许多生物资源丰富的区域地处边境，受海洋气流和季风的影响，有较多跨国界的迁徙生物和巡游生物，因此与临近国家和地区合作，缔结双边或多边协定，促进全球生物资源的技术研究，在更大范围内限制非法偷猎和贸易等，可以为生物资源的保护创造良好的国际环境。

生物资源是一种再生性资源，是可以更新的。这种再生性与人类对资源利用的强度和方式有关，如果能合理地保护、利用、经营，生物资源就能够源源不断地为人类提供所需要的物质。所以在开发利用生物资源时，必须掌握好生物的生长发育、繁殖规律、利用方式等，保持生物资源的可持续发展。

**巩固提高**

1. 请你再提出1~2种生物资源可持续利用的措施。
2. 要使渔场的鱼类资源持续发展，你认为可以采取哪些管理方式？
3. 有人认为沼泽是一片废地，建议把沼泽改造成农田或工业用地。这种想法是否符合可持续发展的思想，为什么？

**消费行为调查**

改善生活条件，提高生活质量是我们每个人的追求，但是在满足高生活追求的同时，有可能对生物资源和环境造成不利的影响。同学们可以根据自己的日常生活经历或者课前进行调查，了解你周围的消费行为对环境的危害。

**活动程序**

1. 选择你比较熟悉的消费场所，如餐馆、菜市场、宠物市场、娱乐场所等进行调查。

2. 分组对调查结果进行整理和分析，完成表2-2-2。

表2-2-2 消费行为调查分析表

调查场所	消费行为	消费平均频率	是否有利于环境保护	对环境是否有污染			对生物资源的影响
				是/否/可能	主要污染物	污染类型	
餐馆	使用一次性筷子	2次/周	否	是	废弃的筷子	物理性污染	一次性筷子大部分由木材制成，导致砍伐树木现象严重

说明：表中所填写的仅作为参考使用，你要根据自己的调查结果，如实填写。

**—课外实践—**

生物资源具有一定的价值和特性，是大自然赐予人类的最宝贵财富。生物资源具有有限性，某一物种一旦灭绝，就永远不能恢复。所以保护生物资源就是保护人类自己，我们必须通过加强法规建设、建立自然保护区、保护环境、促进生物资源的开发研究、加强资金管理和国际交流等方式，维持生物资源的可持续利用。我们要重视生物资源的科普宣传工作，提高全社会参与保护的积极性，形成一个全民保护的氛围，从而使生物资源受威胁的状况得到显著改善。



## 课外阅读

### 古人的生物资源保护思想

“竭泽而渔，岂不获得，而明年无鱼；焚薮而田，岂不获得，而明年无兽”。我国古代劳动人民很早就认识到要保护环境，合理开发生物资源。这些保护思想被后人发展并形成一定的理论。

《国语·鲁语》中有这样一个故事：一年夏天，鲁宣公到泗水撒网捕鱼，他的臣属里革说：自古以来在鸟兽怀子、鱼类长成的时候，由掌管鸟兽禁令的兽虞（官名）颁布禁捕鸟兽令，这是为了让鸟兽得以正常生长繁育，让百姓捕捞大鱼；等到鸟兽长成，鱼类繁殖时，掌管川泽禁令的水虞（官名）就执行禁渔令，让百姓食用鸟兽类食品；并且在山上要禁砍嫩枝小树，在泽中禁割嫩草，禁捕子鱼、子兽，禁取鸟卵，禁杀小鸟。这些都是为了使草木、鱼虫、鸟兽得以繁衍增产，你也应该遵从这些禁令和古训！宣公听后放弃了在这个季节捕鱼的行为。可见，当时人们不仅思想上重视动植物保护，而且有了较有力的管理措施。

《吕氏春秋》“十二纪”将有关资源保护的措施纳入到“月令”的条文中去，贯穿着按季节保护生物资源的思想。具体如下：

孟春之月：禁止伐木。无覆巢，无杀孩虫胎无飞鸟，无麝无卵。仲春之月：无竭川泽，无漉陂池，无焚山林。季春之月：田猎罿弋，置罘罗网，喂兽之药，无出九门。

孟夏之月：无伐大树，驱兽无害五谷，无大田猎。仲夏之月：令民无割蓝以染，无烧炭。季夏之月：令渔师伐蛟取鼈，升龟取鼋，树木方盛，无或斩伐。

孟秋之月：鹰乃祭鸟，始于行戮。季秋之月：草木落黄，乃伐薪为炭。

仲冬之月：日至短，则伐林木，取竹箭。山林薮泽，有能取疏食田猎禽兽者，野虞教导之。

这些条文，被后世有关“月令”等文献大量吸收和传播，并成为后人制定保护生物资源律令的重要依据。古人的这些认识思想与保护举措，值得当今的人们很好地借鉴。