

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

现代科技与人文大观

农业小博士



农业小博士

农业概论

1. 作物生产的目标

——两高一优农业

“天下重农耕”，农业是国民经济的基础，党和政府历来十分重视农业的发展。近几年，国家在计划经济向社会主义市场经济的转轨过程中，为进一步提高农业生产的效益，提出了要发展高产、高效、优质，即两高一优农业的战略方针。当今世界，无论是发展中国家还是发达国家，尽管起点不同，条件差别很大，都在寻找未来农业的发展途径。1991年FAO与荷兰政府联合召开“农业与环境国际会议”，通过了著名的关于持续农业和乡村发展(SARD)的《登博斯宣言》。我国的两高一优农业的发展正是与这一要求趋于一致的，它是在生态学原理指导下的一种新型农业。它以整体功能优化为特征，以科学技术为支撑，是持续性农业在我国的具体最佳模式。而作为两高一优农业的表现形式，生态农业是我国现阶段农业发展的一种可供选择的有效途径。两者的内涵是一致的。

解放以后，我国农业发展的功绩是巨大的，以占世界7%的耕地养活了占全球22%的人口，令世界瞩目。但另一方面，生态问题始终是我国农业和农村经济发展过程中的一个深层次问题。为此，我国的两高一优农业就是为了继承传统农业的精华，又吸收现代农业的先进技术。作为这一战略任务的具体措施，我国多年来推行生态农业建设试点工作，取得了较快的发展，建立了多种类型的、成功的生态工程和生态模式。而且试点的规模和范围也在不断扩大。目前全国已有县乡村各类试点1000多个，其中生态农业县已达100多个。根据部分地区的调查，开展生态农业建设后，粮食总产增产幅度在15%以上，亩产增产10%以上，分别为全国平均增长水平的4.5倍和9.2倍。生态环境明显得到改善，地力提高，有机质增加。为了进一步发展这一工作，国家已决定在全国范围内重点抓好50个生态农业县建设的试点工作。在此基础上，以点带面，逐步发展。争取到2000年，全国建成200个生态农业县，覆盖耕地面积1.5—2亿亩。

众所周知，我国今后经济发展的进程是“三步走”模式。第一步，到本世纪末，达小康水平；第二步，到21世纪20年代，达中等发达国家水平；第三步，到建国一百周年时，经济上接近发达国家水平。中国的农村发展也是围绕这一目标进行的。但农业面临的人口、资源、环境等制约因素，而粮食问题将是农村经济、社会发展的关键点。由于两高一优农业有利于促进农村经济持续、稳定、协调地发展，实现经济和生态两个良性循环，经济、社会、生态三个效益的统一，今后将成为我国农业发展的主要模式。

2. 农业发展的必由之路

——节水农业

当前，水资源缺乏已成为一个全球性问题，如何更明智合理地利用有限的水资源已经越来越引起人们的重视。

据报道，目前世界上耕地面积共约210多亿亩，其中有灌溉条件的仅占10%—15%。世界总耕地面积的42.9%（约有90亿亩）位于降水量不足500

毫米的干旱半干旱地区，这些地区天然降水是作物需水的主要给源，所以这里的农业又称雨养农业。在我国，人均水资源占有量只有世界平均水平的1/4，如北京地区，预计2000年后每年将缺水6—10亿方。我国干旱半干旱地区的总面积约占国土面积的52.5%，目前在全国耕地面积中，旱地约占74%，主要分布在沿昆仑山脉、秦岭、淮河一线以北十五个省、市、自治区。特别是内蒙古、包头以东的长城沿线和黄土高原的广大地区，年降水量为200—500毫米，99.7%的耕地都是旱地，在旱地中有效灌溉面积仅占17%，是我国主要旱地农业地区。我国旱地主要分布在北方，由于东部受季风气候，西北部受大陆气候的影响，旱、涝、低温、冷害等自然灾害频繁，有的地区由于不适当的开垦和利用，加重了水土流失，造成土地瘠薄和沙漠化。而干旱是这些地区发展农业生产的主要限制因素。这些地区农业生产水平长期处于落后状态，但这些地区也有许多利于发展农业的因素，如水热协调，太阳总辐射量大，光能资源充沛，太阳能、风能资源丰富等，面积和增产潜力很大。

农业是用水大户，即使是有限的具有灌溉条件的地区，也存在着水资源严重浪费现象。据统计，农业用水就占我国总用水量的88%，如北京地区，农业用水等于工业、生活用水总和。由此可见，发展节水型农业是我国乃至世界农业发展的必然道路。我国已将其作为一项基本国策来抓。

农业节水是通过灌溉措施和农业措施两条途径加以实现的。

灌溉措施包括发展灌溉技术、方法和科学、合理制定灌溉方案。我国灌溉最原始的方法是渠灌、畦灌，在从水源到农田的输水过程中，由于渠道侧渗及水面蒸发损失很多水分，基于此，经许多水利学家、灌溉学家不懈努力，创造出许多先进的节水、节能灌溉技术、方法，如喷灌、微喷灌、滴灌、渗灌、涌泉灌、波浪灌溉等，水分利用效率明显提高，比原始灌溉方法节水高达70%以上。有了先进的灌溉技术、方法后，还涉及到应什么时候灌，灌多少次、多少量合适等问题，这就要求广大农学家认真研究每种作物不同生育期的耗水特征、规律，以确定最适灌溉时间、次数和最佳灌溉量，以求制定出既可节水又可高产的最优灌溉方案（制度）。

农业措施主要指农田水分的管理，增加土壤的蓄水保墒及对降水的入渗能力，提高土壤有效水含量及其利用效率，将有限水量充分用于农业增产上。由于我国旱农地区地域辽阔，土壤、气候条件差异很大，应因地制宜创造出适合各地区的不同农业技术措施。多年来，我国在这方面已取得了长足进步，如深耕、少耕、免耕法，棉花覆膜法、秸秆还田法、山地等高种植法等。今后应继续为此作出努力。

总之，要达到农业既可节水又可高产目的，需要许多相关科学家不懈努力，要求许多学科相互交叉、渗透、配合方能实现。因此，广大青少年应勤奋学习，拓展知识面，为我国未来农业的发展奉献出自己的聪明才智。

3. 世代食物的来源

——持续农业

农业是我们最宏伟的事业，人类的衣、食、住、行都直接或间接地与农业生产有关。无论资产，还是工人就业和产品的出口方面，农业都占重要的地位。谁都不愿意农业的发展受到任何的障碍，但传统农业的发展已对生态

环境产生了不利的影响，森林砍伐和草地的不合理开垦使大量的肥沃土壤白白流失，农药化肥的大量施用，造成了土壤和地下水的污染，使农业的持续发展构成了威胁。持续农业就是要尽力避免和消除这些不利的影响，想方设法使农业生产持续不断地发展，并满足当代和今后世代人的基本营养需求，而且不造成资源环境的退化。

持续农业强调不可再生资源的节约和高效循环利用和可再生资源再生能力的提高，不断提高资源的产出效率，减少不利的自然、社会经济因素和其它风险给农业带来的危害，重视保护自然资源基础和人类生存的环境。它与有机农业的共同之处是强调可再生资源如水、养分等的永续利用和保护资源环境。主要的不同是持续农业并不排斥农药和化肥的使用，而是把它们作农业措施的必要补充；有机农业则强调避免使用农药和化肥，而用动物粪肥、绿肥豆科作物和有机废物、矿质岩石等代替，农药也以耕作、覆盖和生物控制等自然防治措施替代。在持续农业中，农药、化肥和农业机械等仍占一定的地位，但不像传统农业对它们的依赖，化肥的用量减少，作物所需的养分主要由豆科作物、植物残茬、绿肥和当地有效的有机废物提供。病虫害主要靠轮作、覆盖和生物防治等自然技术控制，农药只是病虫害综合管理系统的一部分，只有在自然控制没有效果时才使用农药，而且选用的农药也是低残毒、容易被微生物彻底分解的品种。这既降低了生产的成本，也节约了能量，减少或避免了潜在的污染。生长调节剂和机械的应用会减少持续农业的劳动力需求，但与传统农业比较有保守的趋势，并在探索更有效的机械。持续农业在资源环境保护与保持最佳生产力和减少劳动力投入之间维持一个平衡。

持续农业目前还没有一个具体的可操作系统，不过因地制宜地选择适宜技术，使农业生产取得最优的生产效率，有机农业是持续农业的一种实践，但并非持续农业就是有机农业。持续农业的技术包括，水土资源保护；土壤肥力和结构的管理；病虫害和杂草控制和植物生长的潜在生产量以及资源和能量的高效率利用和替代能源的开发管理和利用等。总的目标就是要实现高效、优质、高产的农业生产系统，使世代人民都有足够的食物和良好的生活环境。

4. 健康发展的农业 **——有机农业**

有机农业就是在农业生产中尽量避免农药和化肥的使用，而主要靠有机肥、轮作和机械耕作等措施维持农业生产的发展的一种农业方法。传统农业生产系统主要依靠农药、化肥的投入控制病虫害、杂草和作物的营养。而有机农业则以农畜粪肥、绿肥、豆科作物和有机废物等维持土壤的生产力，以轮作、覆盖、适时播种和耕作以及生物防治等措施控制作物的病虫害。

有机农业已有很久的历史，在农药和化肥发明之前，我国古代农民就主要靠有机肥和耕作措施维持较高的生产力。他们用作物轮作和适当的耕作措施以及一些设诱饵的办法较有效地控制了病虫害和杂草危害。现在的有机农业是在传统农业出现了对生态环境和人类健康的不利影响的情况下被重新提出来的，她继承了我国古代有机农业思想的精华，强调生产系统中作物种类和品种的多样性，提高农业抗御自然灾害的能力，强调自然资源的保护和生态环境的改善。

有机农业的主要技术措施包括：轮作倒茬和间作套种，就是将主要的农作物如小麦、玉米、高粱和棉花等与豆科、绿肥作物进行轮作和间作套种，这样豆科作物的固氮作用生成的有效态的氮可以供主要农作物利用，豆科和绿肥牧草还可以提高土壤养分的有效性，使主要农作物产量增加。轮作还可以打破病虫害的生存环境，使病虫害得到一定程度的控制。施用牲畜粪肥、绿肥和有机废物，可以增加土壤的有机质，提高土壤的肥力。及时的耕作和锄草及播种既可以保持土壤的含水量，也可以起到控制病虫害和杂草的作用。对病虫害的控制常用生物防治的办法，也就是利用害虫的天敌来控制害虫的危害。通过这些措施，有机农业可以获得较稳定的产量。由于有机农业没有用农药、化肥等，而且维持土壤较高的有机质，使她有较强的抗御灾害的能力。在干旱条件下比传统农业的生产情况好，但在较好的条件下产量一般比传统农业较低，另外有机农业需要较多的劳动力投入。虽然有机农业成本低，也不会产生生态环境的恶化，但若普及应用会使社会粮食产量供不应求，许多人可能会忍受饥饿之苦，因此不太可能被大多数农民和政府所接受。

5. 现代农业的新思路 ——生态农业

生态农业就是以生态学原理为指导，根据生态系统内有生命的生物群体与无生命的环境之间物质循环和能量转化规律建立起来的一个综合型的生产结构，在这个生产结构中植物通过生长发育和新陈代谢过程，从周围环境中吸收光、热、水、气和养料，一部分通过植物转化后，又归还给环境；一部分为植物体积蓄、贮藏。这些贮藏的能量和物质，因动物吞食而转移到动物体内；动植物的残体被各种各样的微生物分解，复杂的有机物质转化为简单的无机物质，重新又回到环境中，为植物再一次吸收利用，这就是自然界的能量和物质的循环转移过程。在我国广东、浙江等地，农民利用生物互生互养的原理，建立起田塘生态系统。他们挖塘养鱼，在塘面上种桑，利用桑叶养蚕，再用蚕沙喂鱼，含有鱼屎的塘泥作肥料还塘基，形成一个闭合的生态链环，称为“桑基鱼塘型”生态系统。在这个食物链中，桑树是生产者，蚕是一级消费者，鱼是二级消费者，鱼塘中的微生物则是分解者，物质在其中周而复始地循环，生生不息，废物得到了全面的利用。

现在国内外对生态农业发展的总的精神就是要求农业生态系统中起主导作用的人，善于遵循自然规律，立足今天，放眼未来，在发展生产的过程中，创造最佳的生态环境。

有人对我国的生态农业提出一种观点：切实根据生态学原理组织农业生产，充分利用当地自然资源，利用动物、植物、微生物之间相互依存关系，实行无废物生产，提供尽可能多的清洁产品。既有效地利用机械设备、化肥、农药，又尽量减少其污染影响，也充分吸收传统农业的经验，力争实现绿色植被最大，生物产量最高，光合作用最合理，经济效益最好，生态平衡最佳等目标。

生态农业并不排斥化肥、农药、除草剂等化学物质的使用，所以可能获得较高产量。它比较注意生态平衡，做到山、水、日综合利用，在施肥上看重有机肥料，在病虫防治上注意生物防治和综合防治，减少农药污染。所以我国大多数农业科学工作者认为，我国农业现代化只有走生态农业的道路，

才能避免发达国家农业生产中所遇到的一系列问题，在产出大量优质产品的同时，也可望建立一个优美宜人的环境。

6. 兵马未动、粮草先行

——农业气象预报

在日常生活中，天气的好坏往往影响了我们的日程安排。原计划第二天爬山，结果一出门发现大雪纷飞，马路上的公共汽车像蚂蚁在爬，只好改变计划。飞机准备在中午起飞，结果还不到中午就下起了大雨，只得停止飞行。可见每天听听天气预报，对于我们每个人来说都是何等重要。我们日常生活需要天气预报，农业上同样也需要天气预报。

农业气象预报是根据农业生产的要求，预报未来可能发生的农业气象条件及其对农业作业和农作物生长、发育、产量的影响，并将这方面情况及时供给农业生产者及决策者，以便他们心中有数，及时采取措施，避免或减少不利气象条件对农业生产的影响，充分利用有利的气象条件，合理安排生产。

农业气象预报离不开农业气象指标，表明了农作物生长发育及其产量形成与大气气候条件之间的定量关系，使用数学手段对有关农业气象观测或调查的资料进行整理分析后求得的。它因作物种类、生长阶段、栽培方式以及品种、地区不同而异。简言之，它是评价天气气候条件对农业生产利弊程度的一个尺度。农业气象预报就是根据这些指标，结合未来气候条件的变化特点，采用数理方法、气象方法和生物学方法做出的预报。预报的种类和内容有：田间作业适宜期预报，如播种期、收获期等物候期，抗御自然灾害预报，如旱涝预报、病虫害预报、土壤墒情预报等；产量形成条件预报，如积温预报、作物生长发育预报等，这些预报都为农业生产夺取高产、稳产打下了良好的基础。

7. 农业节水新措施

——滴灌技术

地球上人类可利用的水资源越来越少了，水资源的危机正在向人们步步逼近，在农业上采取怎样的灌溉方式才能有效地发挥每一滴水的作用？这是每一位农学家、水利学家最关心的问题。

看到“滴灌”二字，人们一定会想到，一滴一滴地灌，那么多的庄稼什么时候才能吃饱呀！其实不然，滴灌不仅能使每个植株吃饱，而且还能节约用水，发挥每滴水的作用。

滴灌是滴水灌溉的简称，它是利用一套低压管道系统，以及分布在作物根部地面或埋入土壤内的滴头，将通过管道系统运过来的水一滴滴地、经常而缓慢地湿润根系附近局部土层，使植物根系生长层内土壤经常保持适宜的土壤水分状况的一种先进的灌水方法。滴灌系统是由首部枢纽（水泵、过滤器、肥料罐等）、管道系统（主管、支管和毛管）及滴头三部分组成，水源通过水泵加压、过滤器过滤，需要时再在肥料罐中掺入可溶性肥料，经过管道系统输入田间。

滴灌的优点是能有效地控制土壤最适宜水分，又使土壤通气性良好，不会发生因灌水后土壤空气显著减少的现象，并可随水掺入肥料，既灌水又施

肥，一步完成，并可节省肥料。另外，它比其它的灌溉方式省水，比沟灌、畦灌要省水 20%—50%，比喷灌省水 12%—30%，而且还节省劳力，便于机械化作业，同时对土地平整要求不高，高地、坡地均能均匀灌水，避免了灌溉时大水流对土壤的冲刷，并阻止了杂草孳生。滴灌特别适合于干旱缺水地区。其主要缺点是：滴灌的设备造价较高，投资大，积聚下来的水中物质很容易阻塞管道和滴头。目前这种灌溉方式主要应用于果树、蔬菜、棉花等经济作物。对水源不足的干旱地区，滴灌有广阔的发展前景。

8. 庄稼解渴的新方法

——人工降水

在干旱季节，水对于作物来说是相当重要的。每一株庄稼在炎热太阳的照射下，无精打彩，再也看不见它们原有的生机勃勃的样子了，农民们的心理也沉甸甸的，再不下雨，庄稼就都要干死了！人们向苍天祈求，忽然，有一片乌云从天空的那一边飘了过来，农民的心中又重新唤起了希望，也许他们的祈求真起作用了，可是乌云就像是戏弄人似的，不紧不慢地从人们眼前飘了过去。科学技术发展了，人们发明了人工降水，它是一种用人为的方法，增加云中的冰晶或使云中的冰晶和水滴增大，而形成降水的。

目前人工降雨的一种方法是用飞机把冷却剂（干冰或其它化学药剂）撒播到云中，干冰是固体二氧化碳，它在一个大气压下温度为 -78.5°C ，撒播在云内的干冰在下降过程中，使其周围的空气温度迅速降低，在局部范围内，造成云中的过冷水滴很快凝结成许多小的冰晶，或者使云中的水汽直接凝结成冰晶，迫使它下降，形成降雨或降雪。在遇到密云无雨时，就可以用飞机或气球将干冰播到云里，不一会儿就会雨水不断。另一种是在云中撒播吸湿性强、性能良好的凝结核（如食盐、碘化银、氯化钙和尿素等），使云滴之间相互并合，形成大水滴，迅速降水。碘化银只要在温度为 -4°C 时，水汽就会以它为核心而凝结成冰晶，在空中较长时间也不会失效，一般可用飞机、土炮、高射炮或火箭等把碘化银微粒播入云内，也可从地面或在高山上依靠上升气流把碘化银烟送入云中。还有最后一种方法是物理方法，它是利用土炮、土火箭向云层轰击，产生强大的冲击波，使云滴与云滴发生碰撞，合并增大成雨滴降落下，可见人类只有掌握了科学知识，才能具备战天斗地的本领，祈求苍天是无用。

但值得一提的是，不论用哪种方法进行人工降雨，云的存在是首要条件，这是内因，而向云中撒播凝结核等催化剂则是外因，外因必须通过内因才能发挥作用，所以人工降雨也不是每时每刻都可以进行的，关键是要及时抓住农田上面飘过来的那片乌云。

作物栽培与育种

9. 省力办好事 ——免耕农作制

看到“免耕”二字，有人会想，种田的连地也不耕，那还能种好粮食？
的

确“免耕”的设想十分大胆，它意味着农作物的生产过程将像历史所记载的那样古老，又像化学农业和飞机播种那样新鲜。它在斤斤计较每一元钱成本和每一小时劳动的农民中引起争论，在科学工作者中也同样引起了争论；在新技术产品的购买者和使用者中引起了争论，在农业机械设计和农业化学家中也同样引起了争论。

免耕农作制（简称免耕法），是一种随现代大农业的发展而兴起的新型耕作制度，其特点是作物收割后不耕翻，在留茬地上用特制的免耕播种机直接播种。尽量减少不必要的田间机械作业工序，甚至除播种之外不采用任何耕作措施。通过合理安排种植作物的次序，将稻茬、麦秆等都留在土壤中，向作物施肥和施农药、除草剂等综合措施，为作物生长创造一个良好的生态环境，以达到高产、低耗的目的。从大量实验和生产实践来看，免耕法主要有以下几个方面优点：①保护土壤，减轻水土流失和肥料损失；②稳定被耕作的土壤层次和土壤结构，提高土壤肥力；③减少地面水分蒸发，更多的水能保留在土壤中；④节省劳力，提高劳动生产率；⑤由于耕作次数减少，所以不需要更多的工作机械，也就降低了购买机械的费用，节省了钢材；⑥节约了能源消耗。这几个问题，特别是水土流失和能源问题，正是当前欧美“工业式农业”的致命弱点。因此，国外把免耕法看作耕作技术在历史上演变的一次革命，是现代“生态农业”的一个组成部分。估计 2010 年，美国除有 90% 的农业实行少耕，其中一半以上是免耕，我国许多地区近年来也开展了免耕或少耕试验，取得了可喜的成果。看来在北方半干旱地区，特别是大型机械化农业，免耕制是大有可为的。

广泛采用的免耕播种机带有灭茬、施肥、播种、覆土等机构，用柴油机拖拉机牵引。播前用除草剂喷洒除草。当前存在的主要问题是残茬传播的病害与地下害虫危害很严重。

10. 作物的最优化设计 ——种植制度

现在社会兴起了室内装修热，人们为了能在下班后得到一个舒适的生活环境而煞费苦心。有的人经过周密的计划，不仅放下了许多必需的家具，而且屋子里还显得十分宽敞、整齐、优雅，劳累了一天的人们回到这样的家里怎么会不感到心情舒畅呢？而有的家庭则不分主次地排满了各种各样家具装饰品等，屋里既显得十分窄小，又显得杂乱无章。看来，能够对家里的每样东西进行合理的布局，充分发挥它们各自的优势，对于每个想获得舒适生活环境的人来说是何等重要。生活如此，同样在农业上我们也要对作物进行合理的布局，什么时候种什么，什么地方种什么我们都要做到心中有数，周密计划，这样就逐渐形成了种植制度。

种植制度，又叫栽培制度，是指一个公社、队乃至一个农业地区在一定时期（一年或几年）内适应当地条件而形成的一整套种植方式。其主要内容体现在作物种植安排上，包括作物布局、轮作方式等。作物布局对省、县、村的作物进行合理安排的计划方案，它一般是根据本地区、本单位自然生产条件，经过调查研究而确定的。它包括种植作物的种类、面积比重、田地配置等一系列的种植计划。作物布局关系到全年各季作物的平衡增产，也关系到其它各业的全面发展，轮作方式就是指在一定的田地上和年限内按照怎样的一个顺序逐年轮换种植不同的作物，例如长江流域有在两年内将冬小麦、早稻、晚稻、绿肥按照一定顺序进行轮作的，两年后，就又按照这个顺序进行轮作，周而复始，合理轮作能调节土壤中养分和水分，控制杂草和病虫害，并提高土壤肥力。轮作必须按照主要作物占较大比重和前一作物为后一茬作物创造良好条件的原则，并根据土壤、水利、劳力等具体条件进行合理安排。

种植制度一般是耕作制度的中心环节，配合相应的土壤耕作、施肥、灌溉等技术体系组成为耕作制度。改革耕作制度，往往先从改革种植制度着手。种植制度的制定一般都遵照以下几原则：（1）完成国家下达的种植计划任务。

（2）根据并充分利用当地的自然、经济条件。（3）正确处理作物之间、作物与土壤间的关系。（4）尽量采用先进技术，实行科学种田，保证用地与养地结合，达到高产稳产，全面丰收、年年丰收。

11. 从宏观看局部 ——农田小气候

在炎热的夏季，我们走在大街上常常大汗淋漓，但当我们走进有空调的屋里时，立刻就会感到异常地凉爽。同样在寒冷的冬天，屋外大雪纷飞，屋内却常常温暖如春，在人类生活的环境中有“小气候”，作物也有自己生长的“小气候”。

在田间农作物绿色群体覆盖下，植株间的太阳光照情况，空气、风及土壤的温度湿度的特征都和没有绿色植物覆盖的裸地有明显差异。例如，夏季玉米地里特别闷热，水稻田湿度很大。这种作物层里特殊的气候环境，就叫作农田小气候，它反映了距农田地面以上数米的近地面空气层中的太阳光辐射、温度、湿度、二氧化碳、风力等农业气象要素的综合状况，以及地表以下1米内土壤中的温度、水分、空气状况等。简单地说，就是作物生长高度和根系主要活动土壤层内的气象情况。农业气象要素（如温度、湿度、二氧化碳、风力等）在时间和空间上变化比较剧烈，这是农田小气候的显著特点。不同农作物、不同的植株密度、生长发育阶段等都能形成特定的农田小气候。土壤性质、地形、地势等自然地理环境会对农田小气候特点有一定影响，使农田中垂直或水平方向上的热量、水分和气体的收入和支出产生了明显的变化，在风和日历的天气状况下，这种影响就更为明显。如果这段近地面空气层中的温度、湿度以及其它条件对农作物生长发育是有利的，那么农作物就能正常生长发育，否则就会影响农作物正常生长。因此研究农田小气候的形成、变化规律对作物生长发育、病虫害消长以及栽培措施的影响，可帮助我们创造有利于作物丰产的小气候环境。

人工改造农田小气候的措施有：灌溉、耕作、合理选择种植方式（包括种植密度、种植植物行的方向等）、施肥、在农田周围营造防风化的保护林

等。要想获得高产，农田小气候的作用尤为重要。

12. 工业生产的重要原料 ——经济作物

大家都知道我们每天吃的白面、米饭都是农民们生产出来的，但是农民并不单单生产小麦、水稻等粮食作物，他们还种植许多其它作物，这些作物也是我们日常生活中不可缺少的，例如我们穿的棉衣、棉鞋、棉布等都离不开棉花，炒菜时用的大豆油、花生油等是从大豆、花生中提取的；食品店的柜窗里摆满了五彩缤纷的糖块，这些糖块都是由糖料作物生产的；我们平时喜欢喝的茶水里的茶叶也都是农民种植的。另外还有人参、薄荷等都属于农作物，可见农作物的种类是很多的，除了粮食作物外，还有我们前面所提到的棉花、大豆、花生等经济作物。

经济作物又叫工业原料作物，技术作物，工艺作物。主要为轻工业提供原料的一类作物。其经济价值较高，栽培管理技术要求也较高。按其用途可分为：（1）纤维作物，它可作为纺织、绳索等原料的一类作物。利用种子纤维的作物有棉花；利用韧皮纤维的作物有苧麻、黄麻、大麻、罗布麻、亚麻等；利用叶纤维的作物有剑麻、龙舌兰等。（2）油料作物：其栽培目的在于获得种子来榨取其中的油脂，主要有大豆、花生、油菜、芝麻、蓖麻、向日葵、胡麻等，其种子含油量大致可达 20%—60%。油脂除了可食用外，还可作工业和医药上的原料。榨油所剩的油粕中含有大量蛋白质和其它营养成分，可用来生产副食品，或作饲料和肥料用。另外椰子、油菜、核桃等也是油料植物。（3）糖料作物：栽培目的在于收获根、茎产品榨汁制糖，最主要的有甘蔗、甜菜以及糖用高粱等。我国北方以甜菜为主，南方以甘蔗为主。但是这种差别在逐渐缩小，甜菜有逐步向南扩展、甘蔗有逐步向北推移的趋势。这类作物不仅向人类奉献出其“精华”，而且其加工后的剩下副产品还可分别作为酒精、造纸、纤维等工业的原料或家畜的饲料。（4）嗜好作物：种植它们的目的是因为它们能提供一些具有兴奋提神或刺激性的产品，例如烟草、茶叶等。（5）药用作物：它们的产品可直接或提炼后用作药，如人参、贝母、黄花、黄连，另外还有香料作物（如薄荷、留兰香、玫瑰等），染料作物（如蓝靛、红花等）以及橡胶作物（如橡胶草）。

可见经济作物和粮食作物一样在人们日常生活中发挥着同等重要的作用。

13. 少花钱多产粮 ——吨粮田技术

我国人口众多，土地资源极有限。目前我国人均耕地面积只有 1.4 亩。而人口不断增加，随着经济建设的进一步发展，耕地将越来越少，因此粮食供应紧张的压力将逐年扩大。这样如何进一步提高粮食产量的问题成为摆在农学家们面前急待解决的问题。为此农学家们花费了很大的努力，并已取得了很大的进展。

我们知道，要提高每亩粮食产量，可以从几个方面入手，可以选用高产品种或可加强生产投入，多施肥料等等，能不能少投入多产出呢？答案是肯

定的。北京农业大学王树安教授及其同事们在黄淮海地区研究的吨粮田技术为我们提供了这样一个肯定的答案。

黄淮海地区地域广阔，是祖国的大粮仓，传统的种植模式是两年三季，即冬小麦（第一年9月下旬播种，第二年6月收获）——夏玉米（6月份播种，9月下旬收获）——冬小麦。但这里的粮食亩产一直却很低，以河北省吴桥县为例，1983—1985年，小麦亩产平均只有243.1公斤，而玉米亩产只有113.1公斤。而就目前品种的潜力，小麦亩产可达400—500公斤，优良玉米品种的产量可达500—700公斤。可见增产的潜力很大。那么为什么平均亩产会这样低呢？

研究人员发现是这里传统的农业生产体系不适应于作物产量的进一步提高，原因在于：从主观上人们重视小麦生产而轻视玉米生产，尽量保证小麦的生产，而玉米只是选用一些成熟早而产量低的品种，从而严重限制了玉米产量的发挥。针对这一问题，研究人员提出了“小麦让路、解放玉米”的思想，主要从玉米高产栽培的途径上下功夫，同时研究小麦栽培的技术，创造了这一地区粮食生产的奇迹。

他们的具体做法是：改小麦早播为小麦晚播，同时加强小麦生长期的肥料和灌水控制，保证小麦不减产而且增产；将较长的生育期留给玉米，选择中熟到晚熟品种，推迟玉米收获期。这样一来，玉米的增产优势就充分体现了出来，从而为亩产提高打下了坚实的基础。

几年来，通过对晚播小麦高产可能性与及相应配套技术的研究，以及通过适当的水肥控制，掌握了有关高产的技术措施。1987年秋在140亩地上进行这种综合技术的研究，第二年这些地块创下了亩产超过一吨（1000公斤）的纪录，到1989—1990年推广到5000亩，也达到了亩产量1000公斤以上的水平。目前这一技术已在大面积的推广，并且已体现出显著的增产效益。而且推广吨粮田技术从经济上考虑，既增加了产量，又增加了收入，投入也很经济，并且土壤肥力水平也得到进一步改善，所以农民称这项技术为“少花钱多产粮”的先进技术。

14. 计算机种田 ——农业专家系统

随着科学技术的发展，计算机在农业上应用越来越广泛。在作物种后资源档案管理、作物生产、农产品加工、农作物配方施肥、灌溉以及作物新品种的选育等领域都渗透了计算机的应用。计算机的应用使农业科技人员及生产人员逐渐从繁重的体力、脑力劳动中解放出来，推动农业生产走向现代化。例如借助农业生产的专家系统，农民只需将某一块土地的肥力状况、肥料施用量、病虫害情况等信息输入计算机，那么计算机就可以提供给我们对这块地合理的施肥、灌水、病虫害防治乃至最后可生产多少粮食的一个方案。那么这样的专家系统为什么这样神奇，这就要从我们所说的“农业计算机专家系统”说起。

所谓的农业计算机专家系统（简称农业专家系统）是指可以模拟农业中某一领域内专家的思想以求解问题的计算机程序系统，它依据人工智能的原理，科学地将这一领域中专家积累的丰富的生产实践经验、理论认识等以信息的形式贮存在计算机内，这样计算机就可以针对生产中出现的问题作出科

学的、符合实际的解释，同时提出合理的建议，从而用于指导农业生产。

近十年来，我国农业科学家先后研制出了小麦施肥、小麦生产、作物品种选育、大型猪场管理以及灾害气候预报等多种专家系统。对于一个专家系统而言，它主要由知识库、事实库、推理机和解释模块四个程序块组成。下面就以作物育种的专家系统为例来说明各部分的功能及作用。

作物育种工作简单地讲就是将具有不同优良性状的亲本经过杂交等方法，根据遗传分离规律对后代进行选择的过程。计算机专家系统就是模拟这一过程。知识库主要贮存本领域内的专家知识，把他们关于亲本选配和后代处理的理论、方法、经验进行归纳整理，作为该系统处理实际问题的依据。事实库主要贮存该领域的一些实际材料，如作物育种目标（选育品种应具有多高产量、品质、抗病性等）、亲本材料、后代的材料等。其中育种目标主要是专家对不同地区、不同产量水平下各主要性状所制定的目标值；亲本材料则按照其性状分为骨干亲本、农艺亲本、抗病虫及早熟性亲本等；而世代材料则存放了主要的杂交组合，后代材料等。推理机部分是控制、协调整个系统的一组计算机程序，它根据用户的要求，利用知识库中的知识，按一定方法进行推理，从而推导出结论。例如育种家根据目前实际情况想选育亩产 600 公斤，株高 75 厘米左右，抗白粉病和条锈病的小麦品种，推理机则根据这样的育种目标确定出骨干亲本和与它匹配的亲本应该满足的条件，然后依据一定的规则在事实库中查找这样的亲本，然后对所选择到的亲本各方面性状进行一些评价，并按照实际情况确定如何组配亲本，提供后代选择的方式及尺度，从而帮助育种家有效地选育新品种，减少实际工作中的盲目性。而解释模块则主要是对得出的结论做出解释，便于育种者理解。

农业是综合性很强的产业，计算机在农业领域中的应用将有助于我们将复杂的问题简单化，科学有效地指导农业生产，加速高效、优质、高产农业的发展。

15. 人工种子 ——种子业的一次革命

自然界的一切生命活动都是有规律的。伴随冬去春来，植物的种子一般会经历从种子生根发芽，到长成幼苗，最后开花结果即又形成种子等一系列过程完成其生命活动，并这样年复一年，周而复始，从而得以繁衍生存。人类从刀耕火种时代起，正是根据植物的这一活动特点，发展并形成了人类生存的最基本活动之一，这就是种植业。种植业离不开种子，因为要依靠种子，才能长成庄稼、形成树木。大自然真是奇妙，为何一粒小小的种子，竟有如此“广大神通”？科学家就将种子切开，并借助显微镜发现，种子一般由种皮、胚乳和胚三部分组成，其中的胚实质上就是一棵苗的“雏型”，而种皮和胚乳只不过起保护和提供营养的作用。以后，逐渐又发现，宇宙万物生命活动归根结底是由许许多多被称之为“基因”的物质支配的。因而，可以说，种子从生根发芽到开花结果等一系列活动，就是一系列基因在外界环境影响下共同作用的结果。例如，不同的基因决定花可以产生不同的颜色，因而这个世界才如此姹紫嫣红。

早在上个世纪，就已发现植物体是由无数个细胞组成的，其形态虽不完全相同，但基本结构都一样，均由细胞膜、细胞质和细胞核三部分构成，而

细胞核中却蕴藏有控制植物全部生命活动的所有基因。所以，在本世纪初，德国科学家哈布兰特（G.Harberlandt）指出，植物体的每个细胞都具有发育成完整植株的潜在能力，这就是著名的“细胞全能性”学说。目前，科学家已能将许多种植物的细胞培养成幼小的植株。有趣的是，这些细胞在培养成幼小的植株前，一般都能形成类似种子中的胚一样的结构，科学家称之为“胚状体”。1978年，生物学家村繁（T.Murashige）设想并提出，可以仿造自然种子，将这种“胚状体”在最外面用一层有机薄膜包裹，并在中间放入一些营养物质，使其分别具有种皮和胚乳的功能，而将“胚状体”包埋在最里面。通过这样几部分的组合，就可以人为创造出一种与天然种子相类似的结构，并具有种子的功能，这就是“人工种子”。与自然种子相比，由于生产人工种子可以在室内建立自动生产线，短时间内就可一次生产大量种子，还可以在制作中，加入某些农药、菌肥或有益微生物等物质，从而更好地人为控制植物生长等许多优点，因而受到许多国家政府和公司的重视。例如，美国、法国和日本等国家在80年代初就已开始研制开发胡萝卜、苜蓿、芹菜和西红柿等作物的人工种子。该技术最近又被列为欧共体尤里卡高技术发展计划。我国也从1985年开始列为国家高技术发展课题。目前，生物技术正在世界各国取得突飞猛进的发展，相信人工种子技术必将成为种子业上的一次革命。

16. 植物的优生计划（一）

——三系杂交水稻

将两个遗传性不同的品种或类型杂交，其杂种第一代往往表现比双亲具有较强的生活力、生长势、抗逆性和丰产性等特点，这种现象就叫杂种优势。玉米是雌雄同株异花的异花授粉作物，其异交率一般在95%以上；高粱虽属常异花授粉作物，其异交率也可达50%。如果将父母本相间种植，借助风力或虫媒串粉就能比较容易地获得大量杂交种子。因此，杂交玉米和杂交高粱在本世纪50年代末期首先在生产上推广应用，使其单产得以大幅度提高。但水稻却属自花授粉作物，其花器很小，每朵花中包含有三个雄蕊和一个雌蕊，雄蕊由花药和花丝组成，雌蕊由子房，花柱和呈羽状分叉的柱头组成，开花时花药裂开，其中的花粉会自然地落在羽状的柱头上而自交结实，故其异交率不足5%。因而，要获得杂交种子，就必须用人工去掉母本花器中的花药（这叫人工去雄），而采集父本花器中的花药给其授粉结实。显然，是不可能用此法生产大量杂交种子的，也就不能大面积种植杂交水稻。后来，科学家就发现了雄性不育水稻材料，这种水稻的花，雌蕊正常，而雄蕊发育不正常，表现畸形或干瘦，无授精能力。开花时花的颖壳能张开接受外来花粉落到雌蕊柱头上而正常结实。它这种特性可以在后代稳定出现，人们就把这种水稻品种叫做“不育子”，农民也叫它“母稻”。但它有一个缺点，就是因自身无正常花粉，无法繁殖后代。科学家又专门培育了另一类水稻品种，这就是“保持子”，它是正常的水稻，能自交结实，但外表酷似不育系，同“不育系”杂交，可以使不育系结的种子下一代仍旧不育，长像也几乎没有变化。为使水稻杂种第一代高产，最后还需精心筛选出一个称之为“恢复子”的水稻品种与不育系配对，这个恢复系也是正常的水稻品种，能自交结实，但它同不育系杂交却能恢复不育系正常的自交结实能力，且因它和不育系的性状

往往差异较大，杂种第一代内在矛盾大，就具有强大的生活力，表现高产。科学家有了这三件“法宝”，就誉之为“三系配套”，从而可大面积生产并种植杂交水稻了。令人自豪的是，1974年杂交水稻最先在我国开始大面积推广应用。并在1980年将该技术转让给美国。据统计，到1991年底，我国杂交水稻种植面积已突破2.6亿亩，占水稻总播种面积的54%。1976—1991年间共累计推广19亿多亩，按每亩比常规水稻品种增产50—75公斤计算，增产达1000—1500亿公斤，从而为我国粮食生产做出了巨大贡献。作为我国杂交水稻研究的先驱和须导者，著名科学家袁隆平也因此被誉为“中国杂交水稻之父”。

17. 植物的优生计划（二）

——两系杂交水稻

科学的发展是无止境的。虽然“三系”杂交水稻目前仍处在方兴未艾的时期，但自从1973年中国科技工作者石明松发现世界上首例光敏雄性不育系水稻材料以来，许多人也在探索利用这种材料发展杂交水稻生产。光敏雄性不育材料比较特殊，将其种植在较长日照环境的地方（日照长度一般大于14小时），其雌性表现正常而雄性表现不育，不能自交结实，就像“三系”中的不育系；但若将其种植在较短日照环境条件下，其雌雄性都表现正常，能自交结实。因而也就不像“三系”中的不育系那样，需要专门培育的保持系保持其繁殖后代的能力。简而言之，这种材料集“不育系”与“保持系”于一身。人们就把它与“恢复系”杂交生产杂交水稻的方法称之为“两系法”。与“三系”法相比，这种方法有其独特的优点。首先，该法比较简单，不需专门培育保持系。种子生产成本就会降低，培育新的杂交水稻品种也会更快。其次，科学研究已证实，光敏雄性不育材料的可育与不育之间的转换特性是受细胞核基因控制的，不像“三系”中的不育系，其不育性是受细胞核和细胞质基因共同作用控制的。因而，两系法中的恢复系一般不需要特殊的筛选过程，也就是说，普通的水稻品种对光敏雄性不育性都有恢复性。这样培育高产杂交水稻品种的机率会更大。此外，科学研究已表明，由于籼稻与粳稻属于不同的亚种，这两个亚种之间的杂交种因亲缘关系较远，会比目前的品种之间的杂交种产生更强大的杂种优势。而两系法比三系法更能直接地用于籼粳亚种之间的杂交种生产。所以开展两系法育种，将可能使杂交水稻产量更上一层楼，从而被“中国杂交水稻之父”袁隆平教授誉之为“超高产育种”。正是由于两系法具有以上潜在的强大生命力，已吸引大批科技工作者并对其进行不懈地刻苦研究。目前，研究者还发现了与光敏雄性不育材料相类似的在一定温度控制下的温敏雄性不育或受光温共同控制的光温敏雄性不育等多种类型的材料。相信这些科技成果的结晶将为

人类做出巨大贡献。

18. 迎接未来

——应用杂交小麦的曙光

小麦是世界上分布范围和栽培面积最广、总产量最多、营养价值最高的粮食作物，也是我国人民的主要食粮。因此，小麦生产与人类的经济生活密

切相关。小麦和水稻都属于自花授粉作物，杂交水稻的推广利用为人类粮食生产做出了巨大贡献，已成为有目共睹的事实。如能种植杂交小麦获得成功，必将给小麦生产带来新的绿色革命。早在 1951 年日本小麦遗传学家木原均就已发现了小麦核质互作雄性不育现象，随后美国学者威尔逊和罗斯在 1962 年培育出了 T 型不育系并实现了“三系”配套，从而揭开了杂交小麦利用研究的篇章。至今虽只有 40 余年的研究历史，却经历了曲折和起伏。60 年代，世界各国曾对小麦杂交优势现象进行了大量研究，但当时研究的许多杂交组合并没有表现像水稻、玉米杂交种那样的强大优势，甚至得出小麦没有杂交优势的结论，理由是小麦是异源六倍体作物，已结合了许多优势，而不像水稻、玉米等是二倍体作物，杂交能产生强大的杂种优势。因而，一些国家和研究单位放弃了该项计划。仅少数国家和研究人员仍在坚持不懈地研究。进入 80 年代，随着研究的深入和一些基础理论问题的解决，首先肯定了小麦具有杂种优势，并通过筛选配制出了强优势组合，开始大规模试种，又一次引起各国的普遍重视。目前，欧、美和中国等已利用“三系”和化学杂交剂生产杂交小麦，进入大面积生产阶段。据报道，1990 年阿根廷种植杂交小麦 120 万亩，美国在科罗拉多、内布拉斯加和堪萨斯三个州种植杂交小麦约 75 万亩，澳大利亚种植杂交小麦 50 余万亩。杂交小麦一般较常规品种增产 10%—15%。我国杂交小麦研究始自 1965 年北京农业大学蔡旭教授从匈牙利引入美国 T 型“三系”材料以后，曾于 70 年代初，开展全国性大协作研究，不久因当时的悲观情绪，不少单位自行下马。但北农大等单位仍勇克难关，在“六五”、“七五”期间取得了喜人进展。1987 年，北农大选育的组合 msl139×1817 在河北沧州试种 2 亩，比当地对照品种增产 25.9%。80 年代后期，河北省捷足先登，利用化学杂交剂制种，首先在全省范围内大面积推广杂交小麦，取得了显著的增产效益，引起强烈反响。目前许多省份都在积极开展小麦杂优利用研究，并形成了多种途径多种方法并举的局面，种植杂交小麦已显露出曙光。

19. 让放射线与植物携手

——辐射育种

人们在谈到放射线的时候，可能最多地是联想起日本广岛上空的蘑菇云、核弹头的威慑等给人类造成的可怕灾难。其实，早在此之前放射线就已在农业上应用，为人类服务。目前，放射线用于植物育种已发展成为一门技术，这就是辐射育种。由于遗传性的变异是生物进化和选育新品种的基础，而自然界自发产生的突变虽经常发生，频率却很低。若利用各种诱变因素人工诱发突变，其突变频率可比自然突变高几百倍，甚至上千倍，而且变异范围广泛，类型多样。1927 年，美国学者穆勒用 X 射线辐照果蝇，最早证实了人工诱发变异的遗传性。随后印度尼西亚在 1934 年用 X 射线就育成了世界上第一个农作物突变品种——烟草“赫络里纳 F₁”。但以后的相当长一段时期辐射育种进展不大，到 1960 年，辐射诱变育成的作物品种不足 20 个。60 年代，由于对辐射诱变规律的逐步了解及在方法和技术上的逐步提高。辐射育种成果大量涌现，到 1970 年育成品种达 80 多个。其中一些成果十分突出，美国用热中子处理，育成了多年来用杂交育种未获成功的抗枯萎病薄荷新品种。印度在 1969 年育成了“阿隆那”蓖麻，不但早熟（生育期从原来的 270

天缩短到 120 天)，而且产量提高 50% 以上。日本育成的水稻突变体，比原品种提早 60 天成熟，籽粒蛋白质含量也提高一倍。进入 70 年代以后，辐射育种的研究对象已涉及粮食作物、经济作物、果树、蔬菜、观赏植物，在人类经济生活中产生了巨大作用。我国辐射育种开始较晚，始于 50 年代后期，却取得了举世瞩目的成绩。现在已成为世界上用辐射育种育成农作物品种最多的国家。在我国，许多推广面积很大的品种，都是用辐射育种育成的。例如，棉花品种“鲁棉一号”、水稻品种“原丰早”、大豆品种“铁丰 18”、小麦品种“山农辐 63”等。其中，“鲁棉一号”因适应广、产量高，种植面积曾达 3000 余万亩，而获得国家发明一等奖。今天，随着现代科学技术尤其生物技术的迅猛发展，辐射育种正与之相结合，显示出重要而独特的优越性。

20. 植物的优生计划（三）

——无融合生殖育种

种子是植物繁衍后代的重要手段之一。大多数的种子都来自于雌雄配子的结合。对于异花授粉作物来说，另一株植物的花粉（雄配子体）落在这一株植物的柱头上，花粉萌发，将两个精子送到胚囊中（雌配子体），一个精子与卵细胞结合，发育成种子的胚，另一个精子与两个极核结合发育成为胚乳。胚是未来生命的来源，而胚乳为之提供养分。而对自花授粉植物，形成种子的过程是一样的，只是花粉和胚囊都是来源于这株植物本身。

而植物界还有另外一种有趣的产生种子的现象，科学家们称之为无融合生殖。顾名思义，它是一种不经过雌雄配子体结合（有性生殖）的过程而产生种子的现象，这样产生的种子仍能繁育后代，从而引起科学家们的极大兴趣。

科学家们的研究又发现：所谓的无融合生殖又并非是简单的雌雄配子体不结合，而是存在以下几种形式，从细胞解剖学的角度，可分为以下几种形式：

（1）单倍配子体无融合生殖：这种形式是指雌雄配子体不受精结合，而是单独发育成为胚。又可分为三种类型：①孤雌生殖：卵细胞不与精子结合而发育成植株，而极核与精子正常结合发育成为胚乳；②孤雄生殖：精子进入胚囊里时，卵细胞已经退化、解体了，精子自己就发育成为胚；③无配子生殖：卵细胞和精子都不发育成胚，而是由其他细胞，如助细胞发育成胚。这三种类型的结果是：形成的种子只有父亲或母亲一半的染色体，科学家们称之为单倍体，这样的种子生长势弱，植株比较瘦小，几乎不能再形成种子。但却是科学家们进行遗传研究的好材料，而且若经过人工方法加倍，培育出的二倍体种子又是育种工作者的好材料，因而具有很高的价值。

（2）二倍体无融合生殖：由二倍体的配子体发育成为孢子体，一种是雌配子体内的卵细胞自己加倍，不与精子结合而发育成为种子，另一种是胚囊内的其他二倍体细胞发育成为种子。

（3）不定胚：胚囊内的珠心细胞或珠被细胞长到雌配子体内转变成成为胚。

无论何种方式产生的胚，由于没有经过受精过程，则这些种子要么没有爸爸，要么没有妈妈。

科学家们正在利用这些有趣的现象，除了前面所提到的遗传研究方面的

应用外，还将它应用到杂种优势的固定上。大家都知道马和驴交配后生出的骡子体格健壮、性格温顺且有力气，我们的祖先早就把它作为一种主要的役畜，其中的原因在于由两个遗传组成不同的亲本杂交，后代第一代能保持双亲在各方面的优点，称之为杂种优势。植物中也存在这样的杂种优势，并已为科学家们开发利用，如杂交水稻、杂交玉米等等，这些杂交种产量、品质等方面都比他们的亲本要好，但缺点是只能种一代，到第二代以后由于遗传分离，它们的表现就千差万别，体现不出杂种优势来了，而且制杂交种每年需要花费大量的人力和物力。科学家们在考虑能否将制成的杂交种固定住，让它不发生遗传上的分离。这样无融合生殖正好帮了科学家这个忙。特别是二倍体的无融合生殖，由于它不经过配子体结合，因而后代不分离，仍能够保持它的遗传物质的杂合性，因而世代代都能保持杂种优势。如果我们先用两个亲本杂交，产生的杂种优势现象固定在一个无融合生殖的材料中，那么这个材料就可以世代代保持其具有杂种优势的特性。

目前，科学家们在几个大的作物，如小麦、水稻、玉米等种的近缘属中都找到了这种无融合生殖的材料，通过进一步的研究和转育，将这些材料中控制无融合生殖的基因转育到这些作物中，那么利用无融合生殖方法来固定杂种优势，进一步提高农产品产量和品质的那一天将为期不远了。

21. 作物的“户口”管理 ——作物品种资源的计算机管理

缤纷多彩的物种世界构成了我们人类赖以生存的物质基础。由于生物间的相互依存关系，我们必须保证物种的多样性。而一个物种内又要保证其遗传形态的多样性，这样才能保证这个物种持续不断的进化和发展。拿作物种类来说，我们要实现农业的高产、优质和高效，就必须保存大量的遗传材料，从这些遗传材料中我们才能找到能为育种家所利用的，用于品种改良的原始材料。那么对这些遗传材料的收集、整理、保存、评价和利用工作就成为农业科学中一项必不可少的内容。

以往种质资源的收集和整理工作需花费大量的人力、财力和物力。如自建国以来，我国共收集整理了农作物种质资源近 40 万份，这其中涉及到 100 多种作物，要对它们分别进行整理和保存，需要深入研究其植物形态学、农艺特性、品质特性、抗逆性等多方面的内容。这些内容就构成了这些种质资源的“户口档案”。无疑，对这些“户口档案”的建立、查询将是非常复杂且繁重的工作。随着电子计算机在农业中的广泛应用，种质资源的“户口”管理成了一项简单的工作。

科学家们将这些种质资源档案按一定的程序分作物种类，不同类型地录入计算机，形成“作物品种资源数据库”。当育种家需要查询时，只要把查询的目的告诉计算机，计算机就把合乎要求的材料告诉育种家，并打印出来。同时计算机还可对这些种质资源材料进行统一管理，哪些材料需库存，哪些材料需要在田间繁殖，都一目了然，方便了保存工作。

“作物种质资源数据库”主要有以下几种功能：

(1) 为育种工作者提供特殊种质材料

新育成的作物新品种要具有高产、优质、抗病虫、抗逆境且早熟等特性，则必须选用多个亲本交配，然后对后代进行综合选择才能实现。因而要培育

好品种，必须有好的亲本。如一个品种产量高，但是不抗病，需要对它进行改良，要找一个抗病好的材料与它交配，从后代中选择产量高又抗病的品系。借助这个数据库系统，计算机就能很方便地把我们所需的抗病材料的“户口”找出来，供我们选择，同时它也告诉我们这个材料还具有其它哪些方面的优缺点，供我们选择时参考。

(2) 按育种家设计的育种目标来寻找材料作亲本

育种家要选育一个好品种提供给生产，首先要有一个育种目标，如要求新品种产量高于 500 公斤，每穗结实粒数 50 粒左右，每 1000 粒种子重 35 克左右，蛋白质含量要超过 15%，这些计划就是育种目标。育种家把这一计划告诉计算机，计算机就能进行分析、综合，按照这个目标为我们选择合适的材料作为亲本，就像我们的“电脑红娘”。

(3) 追查种质材料“家谱”，防止“近亲结婚”

近亲结婚的危害我们可能早已耳闻，植物中也是一样，家谱太近的两个亲本材料是很难培育出优良的后代品种的。因此在我们选择杂交亲本时，首先要看它们是否有亲缘关系。应用计算机对种质资源的管理，计算机可以为我们查找每一个亲本的根源，防止“近亲结婚”。

种质资源的计算机管理还有其他的一些用途，如对作物品种进行区域划分、对种质资源进行分类等许多方面。

目前，世界上对这一领域的研究工作非常重视，美国、日本、法国、英国等国家都已实现了种质资源的计算机管理，我国是资源大国，这方面的工作还需要进一步加强，以保证我国物种资源的长盛不衰和农业现代化的需要。

22. 无土也能种庄稼。

——方兴未艾的无土栽培技术

“万物土中生”，几千年来，从“刀耕火种”到现代化的集约农业，农民无时无刻不与土地打交道，土地成为了农业的中心，因而也决定了农业要受大自然的支配。多少年来，人们一直在追求一个梦想：使我们生活的基础脱离土地，没有土地我们照样要生产五谷。无土栽培技术的出现使我们的梦想迈入了现实。

无土栽培，又称为营养液栽培。它的原理是：根据作物生长所需要的各种矿物质营养，将氮、磷、钾等各种营养元素按一定比例配制成营养液溶于水中，在这种营养液中栽培植物，由于这种方法不需要土壤，所以称为无土栽培。由于作物生长需要一定的支撑物来固定，选用一些材料如聚酯塑料、岩棉等作为固体基质。

无土栽培方法有许多的优点，实践证明这种方法栽培出来的作物产量高、品质好，没有污染，生产中劳动力消耗少，节约水肥，而且不受地理条件的限制，什么地方都可以种植。如我们的海军舰艇和远洋船队，需要长时间的海上航行，没有蔬菜就可能造成人员的营养缺乏，而从陆地带上蔬菜容易腐烂变质，那么用无土栽培技术就可以在舰艇上种蔬菜。

无土栽培为什么会提高作物的产量和品质呢？那我们要从植物营养的角度来讲起。在传统的土壤栽培中，土壤并不是时刻都能满足作物生长的需要的，作物生长的不同时期都有可能受到土壤干旱、缺乏营养或冷害的威胁，

经常处于“饥寒交迫”之中，因而难以发挥其最大的生产潜力。而无土栽培方法是科学家们在全面系统研究作物全生育期营养和水分需要基础上提出的合理配方，因而它能保证作物“吃饱穿暖”，生长发育好，也增强了对病虫害的抵抗能力，最大地发挥其产量潜力。

无土栽培技术已有了很长的历史。几百年前人们就尝试着用水来种庄稼。到本世纪 20 年代末，美国人开始用营养液来种植西红柿、胡萝卜及马铃薯等。二次世界大战期间，英国在沙漠上用无土栽培方法种植蔬菜以满足战场上的需要。而无土栽培技术成为一项成熟的技术走向经济领域则是本世纪 50 年代以后的事了。我国对这项技术的研究起步较晚，到 70 年代才对这门技术进行消化吸收，但也取得了令人瞩目的成就。

从经济的角度来考虑，无土栽培技术主要用于培育蔬菜、名贵花卉、药用植物等。而在其他一些领域，如军事后勤保障、航天农业等也正在得以应用。随着科学技术的发展和社会需要的不断提高，无土栽培技术将发挥其越来越大的作用。

土壤与植物营养

23. 万物生存的基础

——土壤

地球陆地上能够生长植物的疏松表层就叫土壤，它是岩石的风化物（成土

母质）在生物、气候等因素的综合作用下形成的。土壤的组成物质很复杂，固体部分有矿物质颗粒，即大小不一的土粒，还有活的和死的有机物，主要是微生物，植物的残根落叶以及经过微生物转化形成的腐殖质等；液体部分为土壤溶液，包括水和溶解在水里的各种物质；气体部分包括空气、二氧化碳、水汽和少量的还原性气体等。其特征是具有不断供给植物水分和养分的能力，即肥力。

土壤分自然土壤和农业土壤，自然土壤是指未经人类开垦利用的各种土壤类型。例如灰化土、黑钙土、栗钙土、红壤、黄壤、盐土、沼泽土等。主要分布在原始森林地区、自然草原地区和沼泽地区等。自人类开创农业以后，土壤即成为农业生产的基本生产资料之一。人类的农业生产活动不仅影响着土壤形成的方向和过程，也直接地改造着土壤的基本性质，从而形成新的适于农作物生长的土壤，即农业土壤。农业土壤在合理利用与改良的条件下，土壤肥力的发展速度大大超过自然土壤。我国农民在长期生产实践中，在合理耕作、培肥地力、改良利用低产土壤和水土保持等方面，都积累了丰富的经验。

24. 色彩斑斓的大地

——土壤的颜色

在北京的中山公园里，至今还保存着明朝永乐年间（公元 1421 年）建立起来的社稷坛，这是明、清帝王们祭祀土地神和五谷神的地方。在坛的正中筑有五色土台，它的东面是青土，南面是红土，西面是白土，北面是黑土，中央是黄土，正中一石柱即“社主石”，以示“普天之下，莫非王土”和江山永固。难道它纯粹是带有封建迷信色彩的图案吗？如果你打开中国土壤图，就会惊奇地发现，五色土的配置，和我国土壤的分布情况大致相同。

是谁挥动彩笔，把神州大地描绘得如此丰富多彩？

谁都知道，土壤是由岩石的风化物（母质）脱胎而来的。而自然界的岩石色彩斑斓：有灰色的石灰岩，白色的云母片岩，紫色的页岩，斑斑点点的花岗岩，灿若云霞的大理石……不同的岩石由不同的矿物组成，不同的矿物又含有不同的成分，成分不同，分解、溶解就有难易。在阳光、温度、水、风和生物等的作用下，逐渐风化形成了今天五颜六色的土壤。

在江南，土壤呈现出红黄相间的色彩。原来，在漫长的成土过程中，由于温度高，雨水多，岩石中的钾、钠、钙、镁等矿物质随雨水淋洗流失，但是铁、铅却和空气中的氧结合成三氧化物。这些三氧化物流动性小，便在土壤中聚积起来。氧化铁脱水后变成红色，也有的进一步和水结合，成为黄色。红壤和黄壤就这样形成了。

我国富饶美丽的东北平原，成土母质复杂，有由多种矿物组成的粘土，

又有多种壤质、沙质沉积物，还有的是次生黄土，因为这里气候温暖，雨水充沛，草木植物的遗体不断积累、分解，使大量的有机质积蓄在土壤中，形成了各种草甸土，黑得都可以攥出油来。

在南方的红壤丘陵区，到处可以见到的红土田，脱胎于第四纪红色粘土母质。由于有机质含量的不同，从而派生出三种不同颜色的土壤：红土田、黄土田和乌泥田，有机质含量分别为 1.7%、2.0%、2.5%。

土壤的色彩并不是一成不变的，自然的力量和人的活动影响着土壤，引起土壤成分的变化，久而久之，就会使土色改观，土壤肥力也由贫瘠变肥沃，或由肥沃变瘠薄，从而使人们得到应有的报应。因此，面对土壤这样一幅变色的画卷，人们应紧握彩笔，扬土之长，避土之短，因地制宜地进行种植，为使各色土壤给人类做出更大的贡献而努力。

25. 合并同举项 ——土壤分类

我国地域辽阔，各种土壤的分布十分广泛，为了便于研究土壤的特性和充分发挥各类土壤的生产能力，把成土条件的形成过程相近的土壤归类整理，制定了一套分类系统。我国土壤分类系统分为四级：①土类。不同土类的土壤都是在一定生物、气候、水文、耕作制度等因素影响下形成的，具有独特的形成过程和剖面形态，土系之间有着本质的区别；②亚类。从一种土类向另一种土类过渡类型，划分的根据除主要的土壤形成过程外，还根据次要的形成过程来划分；③土属。在发生学上互相联系，具有承上启下意义的分类单元，划分的根据是母质、剖面层次排列、发育程度和熟化程度进行划分；④变种。在土种范围内，具有母质、剖面层次排列相似，而表土层上出现某些不同的性状，如机械组成等进行划分。每种具体土壤都要反映出这四级名称。

土壤的分类系统地、科学地区分了各种土壤，说明了土壤的发生发展、基本特性和分布的规律，并且也可用于鉴别土壤肥力高低，为合理利用土地、制定提高土壤肥力的基本措施打下了基础。

土壤分类是人们认识土壤的总结，也是土壤科学发展水平的标志。土壤分类级别与分类原则因学派不同而很不一致。美国土壤分类的主要依据是诊断层，苏联的主要依据是与生物气候有关的成土过程，我国土壤分类则采用条件、过程与属性相结合的原则。

26. 土壤的精华 ——土壤有机质

土壤有机质是土壤中除碳酸盐以外的所有含碳化合物的总称，包括植物的残体，施入的有机肥料，以及经过微生物作用所形成的腐殖质。

土壤有机质有五种类型：①新鲜有机质，尚未被分解的动植物残体，如作物的秸秆和根茬等；②半分解的有机质，有机残体在缺氧条件下，经微生物作用后形成的物质，如泥炭、半腐烂的有机肥料等；③简单的有机化合物，为有机残体经微生物分解所产生的，在土壤中含量不多，如糖类、氨基酸、脂肪酸等；④微生物，包括细菌、真菌、放线菌、原生动物和一些昆虫等；

⑤腐殖质，是有机质经微生物转化后形成的黑色或黑褐色，成分和结构都比较复杂的高分子有机胶体，一般分为可溶于稀碱但不溶于酸的胡敏酸和溶于碱又溶于酸的富里酸，以及既不溶于碱又不溶于酸的胡敏素三个组分。前四种土壤有机质为非腐殖质物质，占土壤有机质总量的 30%—50%，腐殖质占土壤有机质总量的 50—70%。

土壤有机质的成分主要是碳、氢、氧，还含有氯、硫、磷、钾、钙、镁、铁以及微量元素，是作物营养元素的来源，也是微生物的食物，一般只占表层干土重的 0.5%—3%，个别土壤如黑土有机质含量达 10%左右。土壤有机质数量虽然不多，但它对土壤的物理、化学性质有很大影响，对培肥、改良土壤有重要作用。

27. 大地的酵母片

——土壤酶

人身中有一种酶叫胃酶。它是由人的腺细胞分泌的，当我们吃的食物进入到胃中时，胃酶就出来消化这些食物，胃中的胃酶分泌较少，吃进的食物不能得到充分消化的话，也就是我们所说的消化不良，这时要吃一些酵母片来帮助胃酶一起消化这些美味佳肴。人体有酶，土壤中也有酶。

土壤酶和人体中的酶一样，也是一种活性很强的蛋白质类化合物，主要来自于土壤微生物的生命活动，高等植物根系也分泌出少数的酶，土壤中的动植物残体也带入某些酶类。由活的生物体分泌到土壤中的酶叫外酶；生物体死亡，细胞崩溃释放出来的酶叫内酶。至今已知土壤中有 40 种酶，它们或者被土壤颗粒以及土壤中的其它物质所吸附，或者自由自在地存在于土壤中。土壤中常见的酶有四大类：①氧化还原酶类，包括脱羧酶、接触酶、过氧化物酶和多酚氧化酶等；②转移酶类：包括转氨酶、转甙酶等；③水解酶类：包括的种类最多，主要有磷酸脂酶、多磷酸酶、淀粉酶和尿酶等；④脱羧酶类等。土壤中微生物所引起的生物化学过程，即有机残余物质的分解、腐殖质的合成和某些无机化合物的转化，全是借助于它们所产生的酶来实现的。因此，土壤中酶的活性，可作为判断土壤生物化学过程强度、鉴别土壤类型、评价土壤肥力水平及鉴定农业技术措施的有效程度。

28. 植物也出汗吗？

——植物的蒸腾现象

炎热的夏季，人容易出汗，这是人体的一种生理反应，当天气热，气温较高，人体就通过排汗来降低体内的温度，保持体内的温度平衡。如果人的汗腺出了问题，不能排汗的话，人就会感到很不舒服。植物和人一样，也会出汗，只不过它出的汗是以气体状态从植物体内散失到体外的，我们称植物的这种出汗方式叫植物的蒸腾作用。

植物所吸收的水分用于同化的只有很少的一部分，绝大部分的水分都消耗在叶子表面的蒸腾作用上。蒸腾作用是叶片的一种重要生理功能，只有水分通过叶片散失，根系才能不断地吸收土壤中的水分，根系对水分的吸收是一个被动的过程，就像一个抽水泵，叶片不断地将植物吸收的水分散失到大气中的过程就是对土壤水分的一个“抽吸”过程。叶片的这种“抽吸”作用

还促进了植株根部的水分及矿物质向地上部运输，使根系吸收的土壤养分能够随着水流转移到植物体内进行各种同化作用，促使植株生长并形成饱满的籽粒。由于植物的蒸腾作用和人出汗一样，可以散失大量的热量，降低植株体内的温度，防止了植物在烈日下受到灼伤。

植物叶片上有许许多多我们肉眼看不见的小气孔，它可关可闭，是 CO_2 进入体内的通道。蒸腾作用的水分主要是通过气孔的开放而散失的。蒸腾作用也有利于光合作用的必需原料二氧化碳进入植物体内。水分蒸腾的快慢一般受温度、湿度、风速、日照强度和土壤水分状况等外部因素的影响，土壤供水适宜、通气好、光照强、温度高、大气湿度低、风速大，都能促进蒸腾。同对它也受到叶片气孔的数目、大小、分布、运动等内部因素的影响，这些都是由植物的遗传特性所决定的，干旱地区的植物，常具有特殊的结构，如仙人掌的叶呈针状，叶面积比一般植物都小，因此可减少蒸腾，保持其体内水分，增强其抗旱能力。

植物每消耗 1 公斤的水所形成的干物质越多，我们称这种植物的蒸腾效率越高，为了降低植物的蒸腾，使吸收到植物体内的水更多地用于干物质生产，人们研究生产了各种蒸腾抑制剂，它们有的是使叶片气孔关闭、有的是在叶片上喷洒上一层薄膜，有的是通过减少辐射来降低叶温。总之，尽量减少植株的蒸腾是促进旱地农业生产的一个重要措施。

29. 植物的“抽水机”

——植物根

美洲有一种巨大的杉树，叫世界爷，高达一百几十米，树冠庞大，这么高大的树，是什么力量把土壤里的水分提到一百多米高的树叶中去呢？原来植物有一种营养器官，它的名字叫根。根就像抽水机一样，能将地下的水输送到地面上一百多米的地方。

一般高等植物都有庞大的根系，如小麦根深可达 2 米，苹果树根系水平方向能伸到 27 米以外，这些植物的根系都可以从很大一片土壤里吸收水分。

根上根毛生长的部位（根毛压）是根吸水最活跃的地方，它是根表皮细胞外壁向外延伸的管状突起，这些细小的根毛密密麻麻地生长根梢上边，它外壁上富有果胶质，可促进根毛与土壤颗粒紧密地结合，有利于吸收和固定。根毛数目极多，一颗黑麦约有 40 亿条根毛，总长度可达 9000 多公里，根毛的生长显著地扩大了根的吸收水分及养分组织。每个根毛细胞都能吸收水分，但是这种吸水能力很有限。根系产生的巨大吸水能力是通过两种动力实现的。

一种动力是根压，这是根吸水的下端动力。活植物根系主动吸水并将水分由导管压送上升的力量，叫根压。根的内部有许多小的导管，导管里有无机盐水溶液，溶液浓度较高，导管就向四周细胞夺水，四周细胞失水之后，再向外围细胞夺水，最后促使根毛向土壤吸水。根压可达 2—3 个大气压，不仅能促使根主动吸水，而且可促使水分通过茎到达叶和植物全身。

植物吸水的另一个动力是蒸腾拉力。伸展在空中的叶子不断地散失水分，失水的叶子便向枝条吸水，枝条向茎吸水，也就是间接地向根吸水。这种动力很像上端有“抽水机”将水抽上来，这个“抽水机”的作用叫蒸腾拉力。蒸腾拉力可达十几个大气压，它比日常用的最大抽水机的抽力还强十几

倍。

有了上、下两种吸水动力，就可以很方便地把水抽到 100 米高了。

30. 植物的美味佳肴 ——复合肥料和混合肥料

为了满足我们身体的多方面需要，我们每顿饭不仅要吃馒头、米饭，还要吃些蔬菜、肉类等，饭后还要吃些水果，可真是营养全面了！植物也和人一样需要各种营养物质，而农民施肥时一般一次只能施一种肥料，怎样使植物一顿饭也能吃到各种“菜”呢？为此人们研究生产了复合肥料。

复合肥料含有氮磷钾等营养元素中的两种或两种以上成分的化学肥料，含有氮磷钾任何两种或两种以上成分的化学肥料叫二元复合肥料。如硝酸钾，它是豆类绿肥以后冬类作物或需要量较少，即喜钾作物的最好肥料形态；另外还有磷酸铵、磷酸钾、硝酸磷肥等。含有氮磷钾的复合肥料叫三元复合肥料，多数采用硝酸分解磷酸盐，再加含钾化合物，制成硝磷钾肥料，或先制成磷酸，经氨中和后，又和含钾化合物一起制得铵磷钾肥料。含有氮磷钾三种以上营养元素的肥料叫多元复合肥料，复合肥料可以是化合物，也可以是混合肥料，是用两种以上的盐类，按一定比例混合而成；化合物的复合肥料是化学方法经过化学作用制成。与只有一种营养元素的单元肥料相比，其优点是：①含有多种营养元素，可被植物利用的有效成分含量高，能满足作物多种养分的需要，充分发挥营养元素之间相互促进作用。②不含或很少含有无用的副成分，消除或减少肥料中对作物和土壤的不良影响。③生产成本低，减少了包装、运输和贮存的费用，节省劳力。④改善了肥料不良物理性状，贮藏时不易结块，便于施用。但是复合肥料一般养分含量的比例固定，不能完全符合各种土壤、作物和同一作物不同生长阶段对养分要求，还需用单元肥料调剂。因此，人们结合作物、土壤等需要养分的实际情况，将氮、磷、钾等肥料合理搭配起来，又制成混合物的复合肥料，这种复合肥料甚至混合了有机肥，它对培肥地力具有重要意义。但是并非所有的肥料都可任意混合，如配制不当，会损失或降低肥效，或引起土壤物理性状恶化。例如所有的铵态氮肥与碱性肥料混合后会损失氮素；水溶性磷肥与石灰肥料或草木灰、石灰氮、钙镁磷肥等混合，会降低磷肥肥效。凡混合肥料中含有易吸湿的肥料，要随混随用，以免放置过久吸水结块。

31. 土壤保护 ——土壤改良剂的应用

怎样创造一个适于作物生长的土壤环境，减少水土流失，是土壤学专家最关心的问题。经过许多农业工作者不懈努力，他们发现了一种施用量少，但对改善土壤环境，促进作物生长有着显著功效的物质，这就是土壤改良剂。土壤改良剂准确地说是土壤结构改良剂，它是一种用来促进土壤形成团粒结构，固定表土，防止水土流失的高分子有机化学制剂。由于它能使分散的土粒形成团粒结构，固定表土和防止水土流失，所以有人又通俗地称它为土壤结构形成物或土壤安定剂。根据土壤中团粒结构形成的原理，用棉花、芦苇、泥炭、褐煤、纸浆和城市垃圾等为原料，从中提取多糖、多糖醛、纤维素、

半纤维素、木质素和腐殖质等天然高分子化合物。提取出来的物质，或呈粘液、或加工成固体粉剂，叫天然土壤结构改良剂，如糊精、早期纤维、泥炭胶、棉秆胶、芦苇胶、沥青、胡敏酸盐类、藻朊酸钠等。也可仿照天然土壤结构改良剂的分子结构，用人工方法合成具有相同性质的高分子聚合物，这种制剂叫人工合成土壤结构改良剂，如水解聚丙烯腈、聚因烯酸钠、聚丙烯酰胺、聚乙烯醇、二甲基烷基铵氯化物等。此外，还有尿素甲醛树脂类，它是土壤结构改良剂与长效肥相结合的新品种。还有一种土壤改良剂叫矿物质制剂，如硅酸钠、膨润土、沸石、珠层铁等。

土壤改良剂对土壤结构的改善有多种功能：促使土壤团粒化；增加孔隙度；改善粘重土壤的透水性、通气性；能有效地抑制土面蒸发，增加砂土保水保肥能力；固定表土，保护耕作层，防止水土流失，防止渠道渗漏，保护公路和渠道边坡等作用。对改良盐碱土、风砂土、龟裂土等低产土壤及新平整的生土地上作物的定苗，具有显著功效。合成高分子类改良剂对抵抗土壤微生物分解的能力很强，效果能维持两年甚至更长时间。

土壤改良剂一般施用量为土壤重量的 0.1%—0.5%，施用时可先将改良剂兑水配成水溶液，然后用喷雾器洒于田间土壤中。或将于盐形态的土壤结构改良剂施于表土，然后用圆盘耙翻土混匀。土壤含水量对施用土壤结构改良剂效果影响很大，据试验，当田间持水量为 70%—75% 时，施后形成团粒的效果最好。但是，土壤改良剂的施用只是有效地提高土壤肥力的一个方面，还必须重视其它方面改良土壤的措施，只有各项措施综合利用，才能不断地增加农作物产量。

32. 人小力量大 ——微量元素肥料

人体内缺少了某种微生素，人们就会有各种各样不适的感觉。这时就必须得吃一些微生素的药来进行调剂，这些微生素的药虽然吃的量都很少，而且吃的次数也很少，但是我们每个人都离不开它，它为我们生命的正常运转提供了保障。植物和人一样，其生长发育不仅需要氮磷钾主要元素，而且还需要微量元素，如硼、钼、锰、锌、铜、铁、碘、钴、硒、氟等。

土壤学领域中所指的微量元素，除了泛指含量很低（百分之几到十分之几）的元素以外，还具有生理学含义。微量元素在植物体内多为酶的组成成分，它们的专一性很强，都各自有着艰巨的任务，既不可缺少某一位，也不可以彼此互相代替。土壤中微量元素供给不足时，农作物出现“病”症，产量和品质降低，这时就要适当地施用微量元素肥料。

含有微量元素的盐类和物质用作肥料的，就叫微量元素肥料，简称微肥。例如硼肥可提高植物光合作用，使作物结实饱满，增强抗病能力，促进植物根系和块根发育，油菜虽然开花但不结籽，萝卜变成褐色，甜菜变烂都是因为缺硼。锰肥能促进种子发芽和幼苗生长，加强花粉和花粉管生长，它与叶绿素的合成有关。缺锰，可导致叶绿素破坏并引起生长停滞。作物缺锰时叶片中间的根叶脉失去绿色，叶子的表面有不同颜色的斑点，叶子很容易折断，这时就要施锰肥了。铜在植物体内参与细胞的氧化过程，也就是不会使植物造成缺氧，促进碳水化合物在体内合成，缺铜作物就不能结实，果树叶片上有各种斑点，树干流出像眼泪一样树胶，施了铜肥，它们的病就会好了。锌

肥是植物体内氮化还原过程的催化剂，它能促进蛋白质氧化，还可促使土壤中氮、磷、钾和腐殖质转化成在土壤中可“走动”并可被植物吸收的形态。苹果叶子变小并拥挤在一起就是缺锌造成的“畸形”。钼肥为固氮酶和硝酸还原酶的重要组成部分，它对植物体内氧的运输是必需的，同时对植物生长，根瘤菌和固氮菌固定空气中的氮都有很好作用。镁是叶绿素成分，对植物光合作用有直接影响，有了镁植物体内磷酸才能自如地移动，另外它还能促进植物体内维生素的合成，对提高水果和蔬菜品质有重要意义。我们经常可以看到植株幼小的叶片全部变黄，这种“病”就要施一些铁肥。由此可见，施用微肥必须通过土壤分析，用植物进行试验，对症下药，才能收到相应的增产效果。

施用微量元素肥料一定不能过量，否则作物会发生中毒现象，人、畜长期食用这些作物也会引起中毒。

33. 施肥新技术 ——稀土农用

稀土是一位名叫卡尔·阿累尼乌斯的瑞典军官首次发现的，他也是一位化学家。1789年，他在斯德哥尔摩附近的一个小镇伊特比发现了一块不同寻常的黑色矿石。1794年，芬兰化学家加多林研究了这种矿石，并从中分离出一种新的物质。3年以后，瑞典化学家爱克伯格又证实了这一发现，并用发现地名给这种新的物质命名为“钇土”，即硅钇矿。此后，从1803年德国化学家克拉普罗茨和瑞典化学家伯齐力乌斯和希森格尔发现铈土，到1947年美国的马瑞斯克等人从铀的裂变物中得到钷，稀土的发现共经历了150多年。

稀土不是什么“土”，它是元素周期表中第57号至71号元素加上钪和钇共17个元素的总称。其名称和化学符号是钪(Sc)、钇(Y)、镧(La)、铈(Ce)、镨(Pr)、钕(Nd)、钷(Pm)、钐(Sm)、铕(Eu)、钆(Gd)、铽(Tb)、镝(Dy)、钬(Ho)、铒(Er)、铥(Tm)、镱(Yb)、镥(Lu)。总之，像铜、铅、锌那样，稀土元素是一组有色金属元素。

稀土并不稀少，它在地壳中的重量百分数比普通元素(如钼、镍、锌、银、铜、汞等)要高得多。经大量的测定，在天然的植物、动物和人体中，都含有微量的稀土元素，自古以来稀土元素已参加了生物链的循环。随着科学的发展，稀土的应用领域已包括冶金、石油化工、电子、机械、轻纺和农业等，国防尖端科学技术也需要稀土材料。

农用稀土主要是镧和铈元素的化合物，商品名叫“农乐”益植素，简称“农乐”。我国有专门的工厂生产标准的产品，年销售量已达数百吨。

稀土为什么能使作物增产，改善产品品质？主要是稀土元素可以提高植物的叶绿素含量，增强光合作用；促进根系的发育，增加根系对养分的吸收。稀土还能促进种子萌发，增加种子萌发率，促进幼苗生长。稀土元素还能促进和增强作物对氮、磷、钾的运转和吸收。除了上述作用以外，稀土元素还具有使某些作物增强抗病、抗寒、抗旱的能力。

农作物施用稀土“农乐”后，一般可增产5%—15%，经济效益显著(每亩地使用稀土“农乐”20—100克左右，原料费用只需2角至1元)。这项新技术已在我国25个省、市、区大面积推广和示范应用，每年效益上亿元。

我国稀土资源十分丰富，工业储量相当于世界其它国家储量总和的好几倍，这为我国稀土农用提供了极有利的物质基础。

34. 一劳永逸 ——长效肥料的使用

在寒冷的冬天能吃上新鲜的水果，那该多好呀！但是秋收的水果都很容易失水、腐烂，失去其原有的味道。于是人们想出了一个办法，就是把水果装到塑料袋里，这种塑料袋也就是所谓的保鲜膜，它可使苹果、桔子等的水分缓慢地释放，保持其鲜美的味道，使我们能很长时间地食用到新鲜的水果，我们再也不用发愁冬天吃不到新鲜的水果了。

农民在田间施肥中也遇到同样的问题，有的肥料很容易溶于水，施入土壤以后，迅速地释放其养分，但是释放出来的这些养分已远远超过了作物的需要，结果有时因为土壤肥料浓度过高，烧伤了幼苗，有时剩余的未被作物吸收的肥料被雨水等淋失到地下水中造成污染，或者挥发出土壤或者被土粒吸附固定，不能再被植物根系所吸收，造成了肥料的浪费。为此人们研究出一种长效肥料，又叫作缓效肥料或深层肥料。指由于化学成分改变或表面涂了一层可控制化肥渗透的薄膜物质，在施入土壤以后，其中所含的养分溶解缓慢，逐渐地释放或者必须经微生物慢慢分解后作物才能吸收其养分的肥料。一次施用，作物可利用数月或一年，减少了施肥次数，节省了劳力，使其与种子或幼苗接触后不再烧伤作物，并能减少氮肥施入土中后的挥发、淋失和固定，肥料利用率可达75%左右，它是一种新型化肥，其中主要是氮肥。目前生产的这种长效氮肥归纳起来有：①合成有机氮肥（如尿甲醛等）；②包膜巴料；③缓溶性无机肥料；④以天然有机质为基体的氨化肥料。长效肥料一般在作物种植前作为基肥施入土壤，也可种植作物后作为追肥施入或和种子一起施入土壤，即用作种肥。

在国外，长效肥料仅限于林木、草地、经济作物和水面养殖业（如海带、紫菜等）。农作物上主要用在灌排较多的水稻田，对化肥吸附很弱的砂性土壤以及热带、亚热带多雨地区，也经常施用。对生长期较短的作物，须配合施用适量肥料养分释放较快的化肥，以满足作物苗期对营养的需要，获得更多的增产效果。

35. 氮肥的“卫士” ——氮肥增效剂

表面看起来土壤似乎死水一潭，毫无生机，其实不然，土壤是“活”的，它里面居住着各种各样的土壤微生物，它们有的喜欢通气良好、空气新鲜的环境，有的则不喜欢空气、生长在嫌气的条件下，有的喜酸，有的喜热。这些微小的生物时时刻刻都在繁忙地工作着，分解合成多种多样的有机、无机化合物，对土壤养分的转化起着重要作用。

农民使用的氮肥一般有氮素以铵形态存在的铵态氮肥、氮素以硝酸根形态存在的硝态氮肥、氮素以酰胺态形态存在的酰胺态氮肥以及氰氨态氮肥。氮肥施入土壤后，土壤微生物就要对它们进行硝化作用或反硝化作用。所谓硝化作用就是指在氧气充足的条件下土壤中铵盐（例如铵态氮）通过亚硝化

细菌的作用首先被氧化成亚硝酸，亚硝酸经过硝化细菌的作用进一步被氧化成硝酸的过程，所以未被作物吸收的铵态氮肥，就要被细菌吸收转化成硝酸再释放到土壤中，硝酸根极易被溶于水，雨水较多就流失出土壤，进入地下水，造成地下水污染，人们饮用了这种污染水就甚至会引起癌症。另外，反硝化作用是指在缺氧的情况下，由一些特殊的反硝化细菌所引起的硝酸盐被还原，最后产生分子态氮的过程。所以，经硝化作用后形成的硝态氮在土壤中反硝化细菌的作用下，又可能进一步形成游离态氮，也就是我们所说的氮气，进入空气中的氮气就再也不能被作物吸收利用，造成了氮肥的损失。

由此可见，如我们能防止氮在土壤中进行硝化，则反硝化作用也就无从产生了。于是人们研制出氮肥增效剂，又叫作硝化抑制剂或土壤处理剂，它是一种有机化学物质，实际上是一种杀菌剂。施用氮肥增效剂能抑制土壤中亚硝酸细菌的生长或活动，减少氮转化为硝态氮，来防止氮肥的损失。目前国内、外氮肥增效剂效果较好的有两种：2—氯—6—（三甲基）吡啶（代号为C.P）和2—氨基—4—氯—6—甲基吡啶（代号为A.M）。氮肥增效剂约可提高氮肥利用率20%，与氮肥掺匀后即可施用，施用量一般为氮肥中纯氮的0.5%—3.0%。

36. 植物的“开胃药” ——菌肥

有时人会常常想到身体不适，胃口不好，吃什么东西都不香，这时人们就会想起吃一些开胃药，来帮助我们消化胃中的食物，促进吸收，只有胃口好了，吃得多了，人才会长得健壮。植物和人一样，它们也有“胃口”不好的时候，人们就给它们开了一剂“开胃药”，其名称就叫菌肥。

菌肥的全称是细菌肥料，是用人工方法培养某些有益微生物而制成的生物肥料。它们帮助植物打开胃口，充分吸收各种养分。菌肥种类很多，有根瘤菌剂、固氮菌剂、磷细菌剂、钾细菌剂和抗菌菌剂等，其中根瘤菌制成的一种细菌肥料，它能使豆科肥料（例如豌豆、蚕豆、花生等）根上长出大量的根瘤，这种瘤子和人身上的瘤子形状相似。根瘤里有许多杆状或分枝状的根瘤菌，能固定空气中的氮素。从而使不能被作物利用的气态氮转化成为可利用的有效态氮，增加了土壤中总氮量。固氮菌剂是喜好通气良好、空气新鲜的固氮菌制剂，固氮菌能自由生活在根系附近的土壤中，利用土壤中的有机质或根分泌物为碳源，将空气里的氮气固定在土壤里，变成作物能吸收的氮素，促进作物生长发育，提高品质。磷细菌剂含有磷细菌的制剂，磷细菌可把土壤中作物难以吸收利用的磷养分变成能吸收利用的状态，它具有很强转化磷的能力。钾细菌剂含有硅酸盐细菌的制剂，硅酸盐细菌又叫钾细菌，它能分解土壤或肥料中难溶于水的钾素养料和磷素养料（磷灰石或磷灰土里的磷）。抗菌菌剂是含有抗菌菌的制剂，它不像其他菌剂供给作物某种单一营养物质，而是对作物生长发育、抵抗病虫和改善土壤肥力起综合影响，例如5406抗菌菌分泌的某些抗生素能抑制一些病菌的繁殖，防治虫害，促进作物生根、发芽和早熟。

总之，细菌肥料是以微生物生命活动的产物来提高土壤肥力，刺激植物生长，或者抑制有害微生物在土壤中的活动，以提高作物的产量。施用这些肥料，可以更好地发挥常用的有机肥料和化学肥料的效用，作物“胃口大开”，

尽其所需地“食用”各种养料，但是细菌肥料只是辅助肥料，不能完全代替有机肥料和无机肥料，只有适当配合使用，才能发挥肥效。

37. 乐于助人的好朋友 ——客土法

不用说我们每一个人都有自己的好朋友，当我们遇到困难时，他们能伸出友谊之手，鼎力相助，往往都是在他们的帮助下，我们才渡过了各种难关。我们有朋友，植物也有自己的朋友，它们的朋友就是适宜于生长的土壤。

客土法是一种常用来改良土壤的办法，所谓土壤改良就是改善不利于作物生长的土壤性状，恢复提高土壤肥力以及保护土壤免受侵蚀的综合技术措施。客土法就是选用其它地方的土壤掺和到指定地块的土壤里来改良土壤的。被利用的土壤就叫客土，通常用粘土掺到砂土中，或用砂土掺到粘土中，使土壤砂粘适中，通气性状况良好。还有用肥沃的土壤加到贫瘠的土壤中，以提高土壤肥力，或用肥沃消毒的泥土替换有病菌的苗床土等。采用这些方法都是因为植物在生长中遇到困难，其本身的土壤环境不适于它的生长。客土的“帮忙”使它们克服了种种困难，使植物的生长状况明显好转。

还有一种是客土改碱法，它是指在盐碱地上直接放淤，或起出强烈积盐的表土，垫上好土的改良措施。它抑制了下面土壤向表土层的运动，使植物不再受到盐浓度过高造成的危害，为极易受到盐害的作物幼苗的生长创造良好的条件。这种客土层厚度一般在16.5—23厘米以上时，效果较明显，但必须注意合理耕种、施肥，巩固和提高改良效果。

38. 物极必反 ——拮抗作用

爱美之心，人皆有之。虽然人长得不是十分美丽，但是如果能根据自己的特点来选择衣服的话，同样也会让人觉得赏心悦目。可是一个十分漂亮的姑娘，如衣不得体，则会显得很雅致美观。做饭的时候，不小心把盐放多了，人们往往会放些糖来调剂。有的人生病总希望好得快一些，一次就吃好几种药，结果往往适得其反，不仅病没好，反而比只吃一两种药的人好得还慢，这是因为药吃得多了，药物之间产生拮抗作用，其产生的作用小于各种药单独服用的总和。

在农业上，拮抗作用常常是反应微生物种间的一种相互关系。表现为一种微生物的生命活动对另一种微生物生长和发育产生抑制甚至杀死的现象。拮抗作用的产生，有的是因为微生物间竞争营养物质，或者是一种微生物的生长改变了它周围的生活环境，使另一种微生物不能再在这种改变了的环境下生长，但是最主要的是由于一些微生物产生一种代谢产物，它可以抑制或杀死另一些微生物的生长，这种代谢产物就是抗菌素，也叫抗生素。能够产生这种抗生素的微生物称为抗菌菌，又称拮抗性微生物，许多真菌、细菌、放线菌在培养基中被培养的过程中，经常可以看到培养基上有一圈圈的物质，这就是一些微生物分泌了对其它生物有毒的抗菌素，使培养基中的其他生物有毒的抗菌素，使培养基中的其它生物不能越过此边界。能产生抗菌素微生物种类很多，其中以放线菌的种类最多，数量最大。最早发现的抗菌素

是青霉素，是用点青霉产生的。抗菌素的拮抗能力是有一定选择性的，一种抗菌素不可能像某些化学药物那样对各种病原菌都具有抗菌作用，而只能对其中的几种或几类病原菌具有抑制生长或杀菌作用。例如链霉素主要抗细菌，灰黄霉素和放线酮主要抗真菌；青霉素主要抗革兰氏阳性菌等。所以在给人、畜、植物对症下药，否则吃了药，病也不会好。

目前找到的抗菌素达数千种，其中有几十种已广泛应用于医疗事业、农业和畜牧业。应用于农业上的青霉素和“5406”抗生素肥料，对控制作物病害，提高作物产量，具有良好的效果。

39. 形如同胞 ——共生现象

在还是孩提时，我们每个人都曾有过自己最亲密的伙伴，上学下学在一起，回家写作业也在一起，相伴玩耍、互帮互助，这种纯洁的友谊往往使人终生难忘。人类存在的这种友谊在植物界、动物界中也有，这就是共生现象。

共生作用是指两种生物共同生活在一起，互相依靠、互相有利的一种生活方式。它们彼此间有直接的营养物质的交流，一种生物对另一种生物的生长有促进作用，共生的两种生物，其中的一种往往不能独立生活。动物、植物、微生物都有共生现象。菌根、根菌是植物界共生的典型例子。菌根是指土壤里的真菌与植物根的共生结合体。就是说菌根也是一种植物根，只不过植物根里面或外面又有了真菌，从外部形态上看有两种类型：①真菌菌丝分布在植物根部细胞与细胞间孔隙里，或者只包在根的外部、菌丝在根表面交织形成套子似的东西，称外生菌根，如松树等；②菌丝直接伸入到根部细胞内，它们的“亲密”程度似乎又比第一种要更进一步，称作内菌根，如杜鹃植物、苜蓿、葱、胡桃等。此外还有两种情况同时存在的类型，如草莓。真菌菌丝与植物根间的亲密友好关系表现在，根向菌丝提供了生长所必需的糖类有机营养物质，菌丝反过来又扩大了根从土壤中吸收养分的面积，增加了根系吸收土壤中盐类和含氮有机物的能力，并分泌维生素、酶和抗生物质，促进根系生长，因此菌根往往是植物正常发育的必要条件。

根瘤也是微生物与植物共生的一个例子。它是在豆科植物（例如花生、大豆等）根上形成的瘤状物。这是由于土壤中有一种细菌叫根瘤菌，它遇到豆科植物的根后，就侵入到根部的细胞里，被侵入的细胞受到它的刺激后就迅速分裂，细胞数量急剧增多，向外膨大突出形成了根瘤。根瘤菌有固定空气中游离氮的作用，对豆科植物的营养很有利，而根瘤菌生长所需的碳水化合物等又是由豆科植物提供的，根瘤菌的固氮作用对于保持和丰富土壤氮素肥力水平具有重要作用。由于根瘤菌的活动，每亩地每年大约能从空气中固定20—24斤的氮素。

40. 点金术 ——土壤微生物的固氮作用

在土壤中，有少数微生物能吸收利用空气中的氮气，这个现象被称为微生物的固氮作用。

大气氮素一向被人们认为是不易改造的“顽固分子”，只有把它放在摄

氏 500—550 度和 200—300 个大气压力的合成塔中，通过催化剂作用才能使它和氢分子化合成氨（即合成氨），再加工制成各种氮肥。固氮微生物有什么“点石成金”的妙法，能在活细胞中轻而易举地改造氮气的呢？

氮元素本身虽然并不是惰性元素，但是，在一般情况下，游离状态的氮原子是没有的，它们总是成双成对地结合在一起，成为稳定的分子。氮分子中的两个原子彼此各拿出 3 个电子作为共有，形成了三个共价键。这三个共价键就好像三根铁链把两个原子紧紧捆住，使它们不能分开。

固氮微生物同化大气氮的特殊本领，就在于它们能在自己细胞中产生一种固氮酶。微生物就靠这种酶的作用在活细胞中改造氮素。固氮酶是由蛋白质主酶与非蛋白质的活化基两大部分组成的。活化基与蛋白质主酶紧密相联，形成一把解开共价键锁链的“钥匙”。主酶就像是钥匙柄，而活化基就好像是钥匙头，二者缺一不可。但是，起决定作用的还是活化基，因为它是活化氮分子，打开两个氮原子间重重锁链的“尖兵”。活化基具有螯形结构，它像螃蟹一样有两只螯，在每个螯上各自被巧妙地“镶嵌”着一个活动性很强的金属原子团，这些金属在原子结构上它们的外层电子都是非常活泼的，很容易减少一个电子或增加一个电子。它们能够交出电子来替换氮分子中的共用电子对，使氮原子间失去共价键的联系。当活化基一接触到氮分子时，它的两只螯头上的活性金属立即靠上两个氢原子，两个金属原子各把一个电子传给相应两个氮原子。氮原子从活性金属那里获得了电子后，它们的共价键就断裂了。粗略地说，两金属原子就像一把强有力的螯钳那样，一碰到氮素分子就迅速切断两个原子之间的一根链条。最奇妙的是与此同时，在细胞里还有另一种脱氢酶和固氮酶协作。脱氢酶使氢原子活化，以氢原子中的一个电子来替换活化基中的电子，也就是把一个氢原子联结到氮原子上；替换下的活化基又迅速去切割另一根链条。因此，固氮酶实际上只起传递电子的媒介作用，它本身并不起化学变化。固氮酶的活化基每传送一次电子给氮原子，就割断氮原子间的一条锁链，同时由脱氢酶给它们各联结上一个氢原子。就这样一面拆卸，一面安装，最后每个氮原子间的三条共价键就完全拆除，而被改装成每个氮原子都与三个氢原子相联的新产品——氨。

由氮原子转变成氨只是微生物同化大气氮的第一步，也是最重要的一步；此后由这种简单的氮素化合物，进一步转化成植物体内的各种氨基酸以至最后形成复杂的蛋白质就比较容易了。

41、肥料里最重要的成分 ——肥料三要素

也许很多人都知道施肥是获得作物高产不可缺少的一项农业措施，但是肥料中最主要的成分是什么呢？

作物正常生长发育需要碳、氢、氧、氮、磷、钾、镁、钙、硫等十几种营养元素，其中氮、磷、钾需要的较多，而土壤中可提供的可被植物吸收的氮磷钾含量一般都不足，常常需要通过施肥来满足作物生长的要求。于是这三种元素就成为肥料中最主要的成分，称它们为“肥料三要素”或“作物营养三要素”。

土壤中氮、磷、钾一般不能满足作物需求的原因，是因为它们在土壤中有的易损失，如氮通过硝化作用或反硝化作用极易淋失到土壤最下层或挥发

出土壤进入空气中；有的虽然在土壤中的数量还不算太少，但可被作物吸收的部分较少，如磷和钾；同时，土壤对氮磷钾都有不同程度的固定作用，固定在土壤颗粒表面的氮磷钾一般都较难被作物吸收利用；另外，富含氮、磷的作物籽粒被人类利用，而籽粒中的氮、磷等都从土壤中获得，人们不断地利用作物籽粒，不断地摄取必须会造成土壤中的氮、磷下降，所以土壤中的三要素的含量（特别是氮）往往满足不了作物的需求，必须通过施肥加以补充，由于不同土壤氮磷钾的含量有差异，不同作物及其在它们不同的生长发育阶段，需要的三要素的比例也不相同；另外，它们在作物体内的功能各不相同，实行的“岗位责任制”，谁也不能代替谁，它们都是同等重要的，所以在生产中必须注意三要素的合理配合施用，只有它们的配比得当，才能充分发挥它们各自的作用，植物才能茁壮成长。

一般化学肥料都含有这三要素的一种或两种，有时含有三种。含有一种的我们叫它单一肥料，如硝酸铵，含有两种的叫复合肥料，如磷酸铵。

42. 气体肥料 ——二氧化碳的施用

在阳光下茁壮生长的植物是靠吸收二氧化碳，进行光合作用来合成碳水化合物的，也就是说二氧化碳是植物的重要食粮。既然这样，人们能不能对农作物进行二氧化碳施肥，获得更高的产量呢？

1903 年，俄国科学工作者捷木西第一个产生了这种想法并进行了实验。有趣的是他的这种想法是从一次意外的事故中引发出来的。事情是这样的：在捷木西工作的单位里，盖了一座很讲究的温室，在里面试验种黄瓜，有一天中午，一个在温室工作的工人，不留心把燃着的烟头扔在一堆柴草上，关上门窗下班走了，结果柴草燃着了，浓烟滚滚。当他下午来上班的时候，浓烟已经充满了整个温室。捷木西非常担心温室中的黄瓜会发生病害。但是恰恰相反，经过几天观察，黄瓜的生长量比以往任何时候都大，而且开花有明显的增多。随后捷木西就积极地进行了二氧化碳施肥试验，他在玻璃罩下栽培植物，一个罩内补充二氧化碳，另一个罩内则不补充，结果得到补充二氧化碳的植物比没有得到补充二氧化碳的植物长得快，重量也大，试验植株的重量比对照的平均增加 57%。

对植物进行二氧化碳施肥有明显的增产效果，那么在生产实践中怎样进行呢？这项技术经过人们几十年的努力，已经有了许多办法，让我们先来看看在塑料大棚温室中都有哪些施用二氧化碳的方法吧！

第一个方法是增施有机肥料，利用土壤中的微生物呼吸和分解有机物质，发生二氧化碳。一般 1 克土壤中就有几十亿个微生物，由于他们辛勤地工作使土壤中的二氧化碳的含量高于大气中二氧化碳含量的 50—60 倍。第二，燃烧煤炭、煤油和石油液化气发生二氧化碳。1 公斤煤炭、煤油、石油液化气充分燃烧后，可产生 2—3.2 公斤二氧化碳，因此它是一种可以大量发生二氧化碳的方法，适于大面积温室内使用。第三，把盐酸和石灰石放到容器中进行反应，生成氯化钙和碳酸，碳酸再分解成为水和二氧化碳。第四，施放工厂生产的钢瓶内二氧化碳。第五，施放干冰。美国科学家在人工气候室里，在番茄苗前 21 天，用 800ppm 的二氧化碳处理 64 天以后，每株产量提高 869%；在塑料薄膜温室中，把二氧化碳浓度从 300ppm 提高到 2400ppm，

每亩水稻产量由 1300 斤提高到 2000 斤以上。

前面讲述的二氧化碳施肥都是在温室中进行的，那么在露地上怎样施用二氧化碳呢？因为二氧化碳是气体，风吹就跑，容易逸散，这成为露地试验和应用的障碍。1926 年苏联学者博尔涅曼在 $1.5 \times 0.84\text{m}$ 大小的一块土地上进行试验，他把二氧化碳送进管道，由管道送到土地中央从小眼里冒出来，从 4 月 27 日起到 8 月 16 日止，每天发出 42 升/平方米。生长在试验田上的豌豆、大麦、葱头、土豆都比对照增加产量 20%—40%。1974 年以来，河北省献县农业局，以盐酸和石灰石反应发生二氧化碳，连续 4 年进行玉米大田试验，增产效果也较明显。

可以预言，在大田作物进行二氧化碳施肥的百花园中，我国的科技工作者必将用辛勤的汗水浇灌出艳丽的花朵，创造出一个万紫千红的春天。

43. 庄稼常吃的人工食物 ——化学肥料

自 20 世纪初有了化学肥料以来，改变了一直依靠农家肥的传统农业，促进了农业生产的发展。化学肥料已成为现代农业必备条件之一。

化学肥料又叫矿质肥料、无机肥料，简称化肥。它是由化学工业制造的或者开采的矿石经加工制成的。产品大部分为无机物，也有有机物质。按其所含养分来分，主要有氮肥、磷肥、钾肥、复合肥料、微量元素肥料五大类。其中用量最大、种类较多的是氮肥、磷肥和钾肥。

常见的氮肥有硫酸铵（简称硫铵，俗称肥田粉）、碳酸氢铵（简称碳铵，俗称气肥）、尿素和氨水等。硫铵含氮量不高，经常使用会使土壤酸化、板结。碳铵容易制造，成本低。碳铵分解产生氨、二氧化碳和水，植物吸收后不留任何残余。尿素含氮约 47%，在常用氮肥中含氮量最高，且无污染，最受农民欢迎。氨水价格最便宜，易被植物吸收、肥效快。不过氨水是液体，又容易挥发，使用和保管都不太方便。

常用的磷肥是过磷酸钙和重过磷酸钙。磷元素对种子的成熟起重要作用，并能促进幼苗和根的生长。钾肥都是含钾的盐类。钾肥能使庄稼茎秆粗壮，不易倒伏，还能增强植物的抵抗力，不易生病，不怕寒冷。

还有一些植物所必需的元素，如铁、硼、锌、铜、钼、锰和稀土金属元素，由于需要量少，土壤中一般不会缺乏。但是长期种植庄稼，这些微量元素会越来越少，也需要补充。所以，还有一种包含这些元素的复合肥料。

总之，化学肥料都具有以下 4 个特点：（1）肥料所含成分比较单纯，除混合肥料和复合肥料，大多是一种肥料只含一种养分。（2）易溶于水，易被植物吸收，施到农田里很快就能见效，但不持久。（3）化学肥料所含养分比农家肥料高得多，例如腐熟的人粪尿里含 0.57% 左右的氮素，而硫酸铵含 20% 左右的氮素。（4）施用不当，往往会使土壤性状变坏，所以应该避免单独施用，应常和农家肥料一起配合施用。

44. “废物”利用 ——秸秆还田

在我们日常生活中废物利用的例子实在太多了。例如把人淘汰下来的废

旧钢铁回炉后又制造成新的机械设备，我们扔进垃圾箱中的废纸和旧报纸等又重新作成纸浆、制造出新的能被人利用的纸张等。农业生产中也有许多的“废物”，它们既不能被人食用又不能直接用作饲料，例如玉米秆、高粱秆、稻草等，粮食收获后剩下的这些秸秆，既占地方又难处理掉，于是人们想出了一个好方法——秸秆还田。

秸秆还田是指农作物收获后，把作物秸秆就地翻入土壤或堆在一起使其腐烂后再翻入土壤的一种施肥方法。它有许多好处：（1）能为下一季作物提供养分；（2）改善土壤物理性状，使土壤更加疏松，创造“海绵田”的一个重要条件；（3）节省劳力，减少运输。秸秆还田用量一般不应该很多，不经过堆沤而直接耕翻秸秆时，除应该适当提早耕翻外，另外农民还会施一些含氮的肥料和人畜粪尿或化学氮肥等，因为这样会促进秸秆在上中快一点儿腐烂，这是因为只有腐烂的秸秆中的养分才能被作物吸收，也就像只有做熟的饭才能吃，另一方面是为了避免在作物早期生长中与分解秸秆的细菌竞争吸收氮，造成缺氮现象，因为分解细菌也要吸收土壤氮才能使秸秆腐烂。另外有条件的种稻水田，可实行稻草还田。稻草还田是秸秆还田的一种利用刚收获下来的鲜草直接还田，农民一般具体做法都是：在水稻收割后，把鲜稻草（不要晒干）切成3—4段，均匀撒在田面，然后耕翻，使其与土壤混和，用量一般为每亩350公斤左右，再在上面放上一层氨水或碳铵等氮肥，促进稻草快速分解，使下一季水稻能及时地得到稻草中的养分。

秸秆还田可使秸秆中的养分缓慢释放，不像化学肥料等很容易立即见效，但它后劲大，是改变土壤肥力状况的重要途径，我国目前在有条件的地方都在推广使用这种施肥方法。

45. 土壤也能产盐吗？

——盐碱土

在辽阔的祖国大地上，分布着多种多样的土壤资源，盐碱土是重要的土壤资源之一。那么，什么是盐碱土呢？确切地说，盐碱土并不是仅仅指一种土壤，而是各种含有盐碱的土壤的统称。它既包括盐土、碱土，也包括各种明显向盐碱土演变的盐化土和碱化土。通常把含盐量大于0.1%，作物的正常生长受到盐分影响的土壤，叫盐化土壤；如果土壤含盐量很高，只能生长少数耐盐植物，一般作物已不能出苗生长者，就称为盐土。

盐土中的盐分一般多分布在土粒间，就好像是在新鲜蔬菜里加了一些盐的“盐拌菜”一样，用水一洗，盐容易被洗掉。而在碱土中，土粒间的盐分可能不一定很多，就因为它有一部分盐分进到土粒子里面，使土壤的微小颗粒吸附了大量的钠离子，所以它好像是腌了很久的咸菜一样，盐已经浸透到菜里面，即使用水反复洗，还是咸的。

我国盐碱土的分布大致可划分为四个大区，即滨海盐碱土区，华北盐碱土区，西北荒漠及半荒漠盐碱土区和东北草原盐碱土区。

岩石中含有大量的钾、钠、钙、镁等，矿物的分解是土壤中盐分的最主要的来源。“盐随水来，盐随水去，水随气升，气散盐存”这是北方地区群众对盐碱活动规律的科学概括，它充分说明土壤盐分运动和水分运动息息相关。大家知道，煤油灯里的油太少，接触不上灯捻，灯不会点亮，但是如果往灯内加进一些水，使油面抬高，让它接触上灯捻，灯就能点亮了。土壤发

生盐碱化和点灯是同一个道理，当地下水位深的时候，地下水及底土中的盐分上达地表就比较困难，但是如果地下水位抬高，地下水和地面的距离也就相应缩短了，当地下水上升到一定的高度时，盐分即开始在表土聚积。在一般情况下，气候愈干旱，土壤水分蒸发量愈大，土壤积盐也愈多。

土壤盐碱对植物的危害很大，也很复杂。第一是土壤含盐过多，土壤溶液的浓度就提高了，使植物吸收土壤中的水分发生困难，甚至使植物体内的水分向土壤倒流，使作物饥渴而死。第二破坏了作物体内正常的离子平衡，使某些元素在植物体内含量过多或过少，引起营养失调。第三盐分中具有毒性的特殊离子在植物体内过量累积，引起各种毒害。

盐碱土的改良一般有两个基本途径：一个途径是采用各种水利、农业、生物和化学改良措施，来消除土壤中过量的有害盐碱成分，并防止盐分重新聚积。水利改良是盐碱土改良中最重要的措施，它是通过各种形式的灌溉和排水，来淋洗和排除土壤及地下水中过量的盐分，降低和控制地下水位。另一种克服盐碱危害的途径是选育耐盐品种，提高作物的抗盐性，以达到保留增产的效果。

植物保护与昆虫

46. 植物的癌症

——病毒病

休闲时，当你漫步公园兴致勃勃地欣赏那争奇斗艳的花朵时，你是否注意到那些卷曲的叶子、绿色的花瓣？这正是由一种我们的肉眼看不到的所谓的病毒引起的，这一现象曾引起许多植物学家及植物病理学家的极大兴趣。到目前为止，还没有找到防治病毒病的特效药剂，又因为该病传播广，一旦发病便难以控制，人们把它称为植物的不治之症——癌症。

病毒病的发现已有很久的历史。1576年在荷兰就有人注意到郁金香的碎色病，现在了解到是由一种蚜虫传播的花叶型病毒引起的，在1662年出版的《花神剧场》中，有碎色郁金香的图。大约在此后十年，在《园艺技术》中刊载了关于茉莉花传染性退绿病的叙述。

更值得注意的是在1775年欧洲马铃薯“退化”病引起了人们的关注，以至引起了以后许多年植物病理学家及植物生理学家的激烈争论。最后，发现这种“退化”实际上是一种传染性病毒病，才结束了这场争论。

约在1868年，发现欧洲有一种杂色植物锦葵，在当时曾作为一种观赏植物流行。约在1882年，德国科学家首次对烟草花叶病毒进行了描述。

关于昆虫和病毒之间的关系，由最初怀疑昆虫传播植物病毒到实际证明昆虫传播病毒，其间经历了漫长的时期。大约在1907年，三位美国科研工作者提出，在甜菜缩顶病毒病和菱纹叶蝉之间存在着某些联系。若干年后，这一点才被确证。

病毒的侵染对植物的生长发育有重要影响。由病毒引起的花叶病，可导致植物光合作用下降，生长不良，在农业生产上引起严重减产。如马铃薯X病毒感染烟草后，导致烟叶产量大幅度下降。

受病毒侵染的植物果实也会发生色香味的改变，感染了黄瓜花叶病毒的黄瓜植株，其果实小，畸形和表面不平。桃树感染了小桃病时，桃子味道也不好。

病毒侵染花卉，导致花卉种质退化，质量下降。在很长一段时间内，由于花卉病毒研究不够，病毒病已成为城市行道树、街头绿地、花圃以及公园花坛内很多观赏植物的一大灾害，正引起有关方面的关注和重视。

病毒侵染植物以后，除了引起许多植物尤其是农作物的严重减产外，有些病毒侵染植物后，常使叶、花发生变异，增加花朵的色彩，使之更有观赏价值。有一种称为“绿萼”的菊花品种，也称为“绿牡丹”，菊花花冠卷曲，花朵呈绿色，就是由于受病毒侵染所致的。

近几年来，我国不少大专院校、科研单位投入较大力量进行病毒病的研究，在病毒病的发病规律、检疫以及防治方法中做了大量研究。由于电子显微镜的使用，现在许多病毒的分子结构已基本清楚，这对病毒的研究具有重要意义，相信不久的将来，可以找到更有效的防治途径，那么病毒病就不再是植物的癌症了。

47. 蚜虫

——害虫之首

近代，随着耕作制度的改革，粮食产量迅速得以提高，但是病虫害问题仍然是一个棘手问题。蚜虫危害便是一例。蚜虫对农作物的危害十分严重，几乎所有的农林经济植物上都有蚜虫的身影，有的作物可以被几十种蚜虫危害。蚜虫庞大的体系，宽广的分布范围以及其惊人的繁殖速度，叫人防不胜防。

蚜虫是同翅目昆虫，至目前为止，全世界已发现的蚜虫达 4000 种，其中绝大多数为农业害虫。

蚜虫个体很小，只有芝麻粒大小。也许你会怀疑：这么小的虫子能吃多丁点东西呢？事实上，蚜虫还不是把整个植物组织吞进去。蚜虫的“嘴”（口器）是一根很细、针状的管子，它们取食时是吮吸植物细胞或细胞间的液体营养。当它们把口器刺进符合它们口味的植物体内之后，蚜虫便贪婪地一动不动地吸进和排出。另一方面，蚜虫具有昆虫世界中最快的繁殖速度。当气候适宜时，蚜虫每隔 4—5 天就繁殖一代，成虫能活 10 多天，可产幼蚜 60—70 只。换句话说，一只雌蚜生下的后代如果能生存下来继续繁殖，那么从 6 月中旬至 11 月中旬五个月时间内可繁衍 6 万亿只。尽管实际的数值低于这个测算值，但是，数目亦是惊人的。可想而知，要供养这么大规模的“消费者”，需要多少的食物！

蚜虫快速大量地取食和排泄，一方面造成了植物的直接损伤，同时给植物带来了许多间接的危害，这些危害对植物来说往往生命攸关。比如，蚜虫排泄出来的粘液状粪便，常常堵死叶上的气孔，植物不能正常呼吸，水分调节也受到障碍。同时这些粪便对很多病菌来说，可是很好的营养，因而病菌孳生，常常导致黑霉病一类的病害。更为严重的是，蚜虫是传播植物病毒病的媒介体。蚜虫有一种探食的习惯，当吃进去的东西不合口味的时候，它就会飞走，另找食源，直到满意为止。就是在这个过程中很多种植物病毒便传开了。有些蚜虫种类，可传播数种、数十种，甚至上百种植物病毒。作物感染上病毒病之后，其危害性则远远超过蚜虫的直接危害了。

今天，仍然有很多科学家在广泛开展对蚜虫的挑战。以前针对小麦、棉花、果树等很多种作物做过防蚜、灭蚜的实验，也取得了卓有成效的成绩，比如化学防蚜，生物防蚜，物理防蚜等，但是，仍然有好些老问题和新问题急待解决，如蚜虫抗药性问题，蚜虫的预测预报等等。需要一代代未来科学家去突破。

48. 细菌的秘密武器 ——细菌素

细菌的繁殖速度是惊人的，有的细菌在适宜条件下，每 20 分钟就可以分裂一次。这么快的繁殖速度，如果没有一些调控机制，在营养条件有限的空间，连它自身的生存条件也不会得到满足。细菌素便是一种调控。

细菌素是一类由某些细菌分泌的，专门作用于同种细菌或与它具密切亲缘关系物种的细菌的一种物质。多数细菌素是蛋白质。尽管细菌素作用的是同种细菌，但对产生细菌素的细菌本身没有毒性，即它对它自己产生的细菌素具有抗性。打个比方，人对自己的器官或组织没有抵抗性，但是，如果从另外一个人身上移植器官或组织到他身上，他对这些外来的器官或组织则具

抵抗性。细菌素也是针对不同个体的细菌具有毒性。

那么细菌素是怎样致死其它细菌的呢？科学家们研究发现，敏感的细菌细胞吸收细菌素后，细菌素就发动一个导致细胞死亡的活动。这种活动是特异性的，不同的细菌素作用方式也不同，比如，有的细菌素可以抑制蛋白质的合成，有的影响细胞脱氧核糖核酸，但是它通常不裂解细胞。

细菌素具有很高的毒害性，在某些情况下，单个分子或一粒细菌素就可以使敏感细胞致死。

正因为细菌素有效的调控，细菌在繁殖过程中，不至于繁殖量过大，从而使所有的细菌处于“贫困”状态，产生退化或普遍致死，所以这种个体间的排斥性，对每个个体都具威胁，但是，从全局来看，它保证了整个菌种的生存，因而我们称它为细菌生存的有力武器。

细菌素通常根据产生它们的细菌属或种命名，例如大肠杆菌产生大肠杆菌素；假单孢杆菌产生绿脓杆菌素，巨大芽孢杆菌产生巨杆菌素；弧菌产生弧菌素等等。

细菌素的产生，是由特定的因子起作用的，这种因子不在细菌核染色体上，而是在细胞质中，具有独立于核染色体编码蛋白质的性质，即细菌素的产生与组成细胞的蛋白质产生不同步。这些特点对细菌生存很有利。

49. 植物的中西药方

——农药

人有时会感冒发烧生些病，身体好的就能抗过去，身体不好的就要上医院去了。到医院大夫就会根据其病情开些中药或西药，只要按时吃药，病就会慢慢地好起来。人会生病，植物有时也会生病，病得严重了，也要吃些药，我们把这种用来保护农作物免受有害生物（如有害的病、虫、杂草及鼠类等）为害及调节植物生长的菌剂称作农药。

用化学农药防治农作物病虫害，始于 30 年代。最早使用的是滴滴涕、六六六。

滴滴涕是含有机氯酮杀虫剂，白色结晶体，有果香气味。它有较强的杀虫能力，但对人畜毒性不太大。多年来，滴滴涕不仅用作农药，而且用于消灭蚊子、苍蝇、跳蚤、臭虫等。但是，由于滴滴涕的稳定性强，能在环境中长期存在，并在植物体内不断结果，对鱼类、鸟类等生存带来很大威胁，尤其是给人类健康带来了危害。六六六和其它含氯农药也有类似的问题，很多国家已禁用或限制使用，同时大力发展了替代品种。

有机磷也称为第二代农药。如敌敌畏，对硫磷（即 1605 等），它们比较容易分解，在动植物体内不积累，对环境污染的程度较小，杀虫的效力较高。其主要缺点是对人畜的毒性较大，使用不当，容易发生中毒事故。近年来，又出现了一批高效低毒的农药，其中氨基甲酸酯类和除虫菌脂类杀虫剂很有发展前途。

化学农药，虽能杀死害虫，但也会毒死一些专吃害虫的益虫，另外，喷药后，残留下来的害虫，会迅速繁殖，成为抗药能力强的新品种，所以人们又研制了不产生抗药性，而且具有专一性的第三代农药，即激素类农药，如性外激素、脱皮激素等。

上面我们已经了解了植物的西药方。那么植物的中药方呢？植物中药方

里的药都是植物性农药，它是用植物产品制成的农药。如除草菊、鱼藤、烟草等。所含有效成分是天然有机化合物。可就地取材，对人、畜无药害，但是它的来源有地区性，不是在任何地方拿来就可以用的，所以使用起来有一定局限性。

另外还有一种农药叫微生物农药，它是用微生物及其代谢物制成的农药，如苏云金杆菌、赤霉素等。其有效物质是细菌、真菌、病毒、抗生素等。一般制造起来较简便，药效也高，专一性也强，但是这种药不易贮藏，药效不稳定。

50. 抗菌素 ——植物生存的有效武器

自然界中的微生物常常导致人类和动植物得病，人类对付它靠打针吃药。植物怎样去对付它呢？要靠人为喷药。现已生产并使用的农药种类不计其数，作用各异。而我们要介绍的是一种更为有效的武器——抗菌素。

抗菌素又称抗生素，是微生物在代谢过程中产生的，在低浓度下就能抑制它种微生物的生长和活动，甚至杀死它种微生物的化学物质。其作用浓度越低，表明抗菌作用越强。

抗菌素的历史可追溯到 1929 年，英国微生物学家在培养金黄色葡萄球菌时，发现从空气中落到培养基上的一种青霉菌能抑制其周围的葡萄球菌的生长。他进一步研究发现青霉菌分泌一种抗菌物质，即青霉素。这一偶然性的发现却具有重要的历史意义。进一步推动青霉素发展的是牛津大学病理学教授弗洛里，他在 1938—1939 年对已知的由微生物产生的抗菌物质进行了系统的研究。其中弗莱明的青霉素是最引起注意的物质之一，他与他的同事经过提纯、精制分离出青霉素成为“抗菌素时代”的开端。在临床试验中又证明它是空前有效的抗细菌药物。如第二次世界大战期间，对伤病员试用青霉素意外引起的作用使之被喻为“神药”而轰动了医学界。

随后陆续发现氯霉素、金霉素、新霉素、土霉素等。目前已知的天然抗生素不少于 9000 种，其中近半数为放线菌的链霉菌属所产生，细菌、真菌、高等植物也可产生。抗生素的研究和生产正在飞速发展。它已成为一种独立的科学和独立的工业部门。

这种武器究竟有怎样的威力呢？抗菌素为次生代谢产物，既不参与细胞结构，也不是细胞的贮存养料，对产生菌本身无害。但对敏感微生物有专性拮抗作用，而且作用很强，一万倍以上的稀释液有显著的抑菌和杀菌效果。抗菌作用主要是阻止微生物新陈代谢的某些环节，钝化某些酶（一切代谢活动都由酶催化）的活动。它的作用位点有抑制细胞壁的形成、影响细胞膜的功能、干扰蛋白质的合成等。最终表现为抑菌、杀菌、溶菌三种现象。抑菌即阻抑敏感微生物细胞的生长、繁殖。杀菌为杀死敏感微生物的细胞。溶菌使敏感微生物的细胞消溶、崩溃。

正是由于抗菌素的如此作用，农业上才广泛用来防治植物病害。1934 年温德林首先发现绿色木霉能杀死多种引起植物病害的病原真菌。1963 年日本大面积流行的稻瘟病之杀稻瘟素发挥了巨大作用。我国农用抗菌素的研究始于 60 年代初期，发展迅速，已推广使用的有井冈霉素、春雷霉素、灭瘟素、放线菌酮、内疗素等，多用于防治包括粮食作物、棉、油、茶、橡胶、果树、

瓜果、蔬菜等经济作物的病害。但抗菌素作用的对象有一定的范围，一种抗菌素可能只能用来防治某些作物的某种病害。

现在世界各国除效力于寻找防治细菌性和真菌性植物病害的抗生素外，对抗病毒、抗衰老、杀虫甚至能除草的抗生素也很重视。寻找新抗生素的工作还在继续进行。犹如细菌和微生物学家间的赛跑。细菌不断产生对那些常用抗生素有抗药性的突变菌株，而微生物学家则百折不挠地寻找细菌还没来得及形成抗药性的化合物。我们相信抗生素这个大家族将会愈发展愈壮大，人们会更加重视研究和生产这种保护植物生存的有效武器。

51. 以其人之道还治其人之身 ——植物保卫素用于植物防菌

众所周知，人可被多种病原物侵入而得病，人的抵抗力有强有弱，甚至有的人不得病，从而表现不同的反应。同样，植物也可受多种病原物的侵染导致病害的发生，植物在病原物侵入时及侵入后的扩展阶段并不是被动的，也要表现不同的反应，本文简单介绍一种植物的反应即产生植物保卫素来抑制或杀死病原菌。

当病原菌侵入植物时，植物并不是被动的，它要做出各种反应，比如说：角质层的加厚，腊质层加厚，木栓化反应，过敏性坏死反应及产生植物保卫素等。这样植物通过这些反应来抵抗或抑制病原菌的侵入，甚至杀死病原物。植物保卫素是植物受侵后才发生的反应，它可抑制或杀死病原菌，这种反应的遗传潜能早已存在于寄主植物基因型中，但无病原物侵染不能表现出来，只有当相应病原物侵染植物时，它才积极地作出反应。

植物保卫素是植物受病菌侵染或受理化刺激伤害后，受害细胞及其附近细胞发生反应而开始产生的或大量产生的抗生物质。在健康和未受刺激的组织中这种物质或者没有或者含量极微，而一受刺激后便能迅速大量产生，使其浓度达到原来的数十数百倍。现已从 20 多种近百种植物中分离出了多种植物保卫素，在豆科、茄科植物中发现最多。已分离出的植物保卫素均为低分子化合物，是植物非正常次生代谢产物。不仅不同植物的植保素化学结构不同，而且同一种植物有时会产生多种植保素，比如豌豆能产生豌豆素，蚕豆能产生蚕豆酮，大豆能产生大豆素 I，大豆素 II，大豆素 III，大豆素 IV 和大豆醇。植物保卫素为诱导产物，但它对诱导因素并不专化，病原微生物，非病原微生物、汞、铜、银离子甚至机械刺激都可能诱导它的产生。它们的抑菌作用也无明显专化性，可对多种微生物发生抑制作用。受侵组织中它们的浓度只有超过了入侵病原物所能忍受的限度，它们才能发生抗病效果。植物保卫素是植物的一般抗病性的一种普遍因素。具有抵抗非病原微生物的作用，有时也对病原物发生一定抑制作用。据此我们可从受侵植物上提取植保素，用之来防治病害的发生将会有广阔的前景。

52. 植物的淋巴细胞 ——植物免疫系统

免疫是机体对病原微生物及其产物的不同程度的抵抗力。众所周知，动物具有免疫系统。其淋巴细胞是机体防御系统的重要组成部分。其实，植物

也有其免疫系统，对侵染它们的病原物，植物也不会被动挨打。它们会用各种手段对付侵犯它们的病原物，或阻碍，或抑制，甚至将病原物杀伤。

在植物这个免疫系统中，有许多条防线。每条防线各司其职，对付病原物的手段各不相同。因此，病原物要想侵入植物内部，最终达到在植物中定居，可不是一件容易的事。它必须突破植物免疫系统的每一条防线，才能达到目的。

植物免疫系统的第一条防线是避病（抗接触）。植物易受侵染的生育期与病原物大量散布的时期错开使它们在时间上避开了病原物。植物从形态或机能上避开病原物，不与它们接触，使植物在空间上避开了病原物。当然，植物的这条防线不是十分牢固的。

病原物突破了植物的第一条防线，打算侵入植物组织时，会遇到植物第二条防线的抵抗。植物表面的蜡质层和茸毛是抵抗病原物的第一道物理屏障；具有一定厚度和硬度的表皮角质层和木栓层是抵抗病原物的第二道物理屏障。对于从气孔或水孔侵入的病原物，气孔和水孔的防御任务是比较重的。在战斗过程中，植物会不断加固其防御工事，将其组织木质化来抵御病原物的侵入。植物在受侵染的部位会形成胼胝质，这会阻碍病原物的侵入，推迟病原菌的侵染过程，使植物的其它防线能充分地做好防御准备。但不管怎样，这条防线也是会被病原物突破的。

突破第二条防线后，病原物便开始和植物的细胞或原生质展开面对面的较量。它们不仅继续使用机械力量开闢其扩展的道路，而且更主要的是运用各种化学力量来夺取所需的营养物质，因而伤害了植物。针对病原物的扩展，植物的第三条防线开始发挥作用。它不仅在组织结构上限制病原物的扩展，更主要是通过生理生化的变化，借以增强对病原物的抵抗。植物表皮下的厚壁组织可有效地限制薄壁组织中的病原菌向外扩展。病原物在扩展过程中亦需要营养。植物对这些营养缺乏或不足时，便是切断了病原物的军需补给线，这样也能抵抗病原物的扩展。植物在对付病原物时不仅被动防御，也主动出击。杀菌素和毒素便是它们抵抗病原物的锐利的化学武器。在战斗的过程中，植物会制造出新的化学武器——植物保卫素，以增强其战斗能力。识大体、顾大局的精神在植物抵抗病原物的扩展过程中得到了充分的体现。植物会牺牲一些受侵细胞及其周围的细胞，以引起入侵病原物的钝化或死亡，以换取整个植株的高度抗病。

如果植物的第三条防线不幸被突破后，植物只好使用耐病性这个植物对付病原物侵染的最后手段了。当植物具有耐病特性时，病原物虽能在其体内生长繁殖并能进行再侵染，但植物不发生病状或只发生轻微的症状，或虽有严重症状但产量不受损失或损失较少。对植物来说，到了这步田地也只好采用这种方法了。这是一种既明智而又无奈的做法。

到这儿为止，大家可能对病原物和植物相斗争的情况有所了解了吧！

种牛痘大家都不陌生，因为我们大家在小时候都种过牛痘。这就是动物上的所谓的后天获得免疫性。其实，这种现象在植物中也存在。当植物受病原物侵染后，不论是否发病或发病轻重，植物就不再受同种或同类病原物的再侵染，或虽能侵染但发病较轻。这与我们人种了牛痘就不再得天花病是同一个道理。

这给我们一个启发：能不能像给人种牛痘一样给植物也诱导免疫呢？能的。而且在这种思想的指导下，世界各国诱导免疫的研究正在蓬勃兴起，这

是一个很有生命力的新的研究领域。愿所有有志于这方面研究的人都能加入到他们的研究行列中去。

53. 一物降一物 ——生物防治

猫吃老鼠，蝙蝠吃小虫，细菌使动物生病等等，这些都是在自然界中自然存在的物物相克的现象，我们如果把与其相类似的原理应用到农业、林业等生产中就成为一类防治病害或虫害的方法，这就是生物防治，也就是利用一种生物捕食或寄生另外一种生物，使其生长衰弱甚至死亡，从而使其为害降低到可容忍水平。

我们把捕食另外一种生物的生物称为那种生物的天敌。世界上人们最早主动地利用天敌来防治害虫的例子是中世纪的阿拉伯的枣椰树种植者，他们季节性地把附近山上的捕食性蚂蚁的窝移到枣椰树种植地，来控制为害枣椰树的蚂蚁。在中国，最早的例子是古代人民利用黄猄蚁防治柑桔树上的害虫。后来，人们发现当地的一些严重为害的害虫，在本地区找不到可以有效控制它们的天敌，于是就开始从其他地区引进。历史上有许多这样的引进天敌控制害虫的例子，最成功的大概得说是美国加利福尼亚从澳大利亚引进澳洲瓢虫防治吹绵蚧了，只在引进后几个月的时间里，就使吹绵蚧的数量下降到几乎不造成害。很快，世界上很多地区和国家都开始推广以虫治虫的方法，有利用赤眼蜂控制玉米螟的，有用瓢虫防治蚜虫的，有用丽蚜小蜂防治温室百粉虱的，有的利用本国的天敌资源，有的从国外引进；这些防治工作在各地都取得很大成效。

这些基本利用害虫天敌来治理害虫的方法，一般被称为传统的生物防治，随着科学的发展，人们越来越多地利用微小生物来防治病虫、杂草，很多已成为工厂化产品（称为微生物制剂或微生物农药），并在农、林生产中大面积使用。这些微生物制剂一般属于下面四类：第一类，细菌制剂，这是目前应用最多的一类，尤其其中的苏云金杆菌作用非常显著，对粮、棉、油、桑、茶等多种作物的多种害虫都有明显控制效果。第二类，真菌制剂，主要利用白僵菌和虫霉菌。第三类，病毒制剂，一般在森林中使用，例如多角体病毒可以很好地控制马尾松毛虫的为害。第四类，放线菌制剂，主要用以防治作物病害，如井冈霉素自研制至今，对水稻纹枯病的防治一直是很有有效的。除了这些主要的类别以外，还有利用抗菌素的，利用原生生物寄生种类的等等，而且随着微生物学的进一步发展，一定会有更多的资源会被运用到生物防治中去。

也就是在工厂化生产微生物制剂以后，生物防治才成为与化学农药防治、农业防治等方法一样普遍运用到一般农业生产中的防治方法，而且随着人们对环境问题的更加重视，以及病虫对化学农药的抗性的发展，生物防治会得到越来越多的重视和发展。

54. 提高警惕 免除后患 ——植物检疫

随着对外开放的不断深入和国内经济的不断发展，国内外、地区间的经

济交往日益频繁，植物及植物产品的贸易往来也迅猛增长。这对于繁荣我国经济是极为有利的，但同时它也给植物保护带来了一定的困难。因为随着植物及其产品的入境，难免会带来一些本国、本地区所没有的病虫杂草等有害生物，而它们一旦在本地区扎根落户，则很快会得天独厚地发展起来，流行猖獗，给本地区的农业造成极大的甚至毁灭性的危害。例如稻水象甲是一种水稻害虫，1987年由一位好心而干了坏事的科研工作者从日本带到了河北唐山地区。由于该虫有孤雌生殖的特性，当地又没有它的天敌，因而在短短的两年时间内就迅速繁殖，到1989年即大发生，严重危害唐山地区的水稻生产，而且迅速向周边地区扩展。这是个很惨痛的教训。那么，我们如何对待这对矛盾呢？植物检疫就是一种有效的措施。

“检疫”(Quarantine)来源于拉丁文“Quarantum”，本义是“四十天”，而实质上是阻止或禁止的意思。早在1364年，威尼斯政府发布命令，所有从黑死病流行国荷兰来的船只都必须在公海停留40天，没有发病才允许进港。后来延用到植物、动物上。植物检疫确切地说是国家以法律手段与行政措施控制植物及其产品进出口或在国内（或一个地区内）的移动，以防止病虫、杂草等危险性有害生物的传入和传播。

从定义上，我们可以看到，植物检疫的首要特征是防患于未然，即从宏观整体上预防危险性有害生物的传入、定植与扩展蔓延。植物检疫的第二个特征即它的法律强制性，国家制定法律法规，设立检疫机构，依法用行政手段对植物检疫进行管理，强制性地将检疫性病虫害阻之于国门之外。

做好植物检疫工作并不简单地是在口岸对进出口的植物及其产品进行检查，而是一整套艰难的工作。对于进口，我们首先得了解贸易对方国的病虫害发生情况，尤其是那些国内没有的危险性生物，并研究它们在国内的适生性，将那些一旦引入定会造成重大危害的列为检疫对象。在口岸检查到检疫对象后要做出相应的处理，或退货或进行熏蒸等处理。对于出口，为了保证国际信誉和经济利益，可直接到产地或中间站进行检疫。国内检疫由于没有一道“门”，更加上把关不严，人们检疫意识淡薄，使得内检工作更为复杂困难。在检疫手段上，要讲求快速准确，需要先进的设备和检查方法。

总之，为促进我国农业发展和对外贸易，植物检疫工作必须充分起到应有的过滤作用。作为一名普通的中国公民，应该自觉遵守检疫法，提高警惕，以免无意中当了有害生物的传播者而导致无穷祸患。

55. 和平共处 互惠互利

——微生物学与微生物制剂

从植物到动物乃至人类等一切生物的体内体表都存在一定数量的微生物群落。这些种类有别数量不等功能各异的微生物，与生物的生存环境和个体发育息息相关，扮演着极为重要的角色。如：农业生产中根瘤固氮菌；叶面附生可作为接种剂腌制泡菜的乳杆菌；引起腹泻的痢疾杆菌；分解尸体等有机物的腐生菌等。生物与其体内体表的正常微生物在共同的历史进化过程中已逐渐演变整合形成生物体自然生态体系，在特定条件下保持相对的微生态平衡，互惠互利，和平共处，影响着生物体生长发育。

生物体内体表的微生物或对生物有益、或有害，有的无明显功能，如果宿主与微生物及微生物相互之间保持相对平衡则利于生物个体成长发育，否

则当某些有益优势种群减少，有害菌成为优势种群时，原有的微生态平衡被破坏而导致疾病等不良症状的发生，如：腹泻即为痢疾杆菌处于优势种群，使肠道菌落变为失调状态，使用双歧杆菌的活菌制剂，可恢复肠菌群的微生态平衡。正是由于益菌、害菌、无功能菌与生物体形成一个相对平衡的微生态自然体系，从而保证了生物体的正常发育。因此从生物体内筛选得到有益于生物个体发育的微生物，经过工业化生产成为微生态制剂，再应用到生物体上，补充或充实微生物优势种群或个体，通过调节生物体内微生态平衡达到增加产量、改进品质，提高抗逆性的目的，就是微生态学的基本思想，也是微生态制剂的理论依据。

随着微生态学的发展，加之近几十年来化学农药肥料及抗生素的副作用越来越明显，各国都倾向于微生态制剂的研制生产，并已在各个领域广泛使用而显示出了强大的生命力。现在已商品化生产的有如下几类：

(1) 微生态制剂药品：主要用于肠炎、菌痢、抗生素导致肠道菌群紊乱、一些感染性疾病等，如回春生、促菌生，无副作用，临床效果显著。

(2) 保健食品：乳酸是微生态制剂作为食品添加剂和发酵菌的著名产品。目前国内开发双歧杆菌作为发酵菌的制剂的乳制品，可增加营养，改变风味，增进食欲，促进肠道吸收功能，调整微生态平衡等保健功能。其中绿色保健食品更多一些。

(3) 微生态饲料添加剂及微生态兽用药品：可增加饲料营养，不像抗生素那样残留在动物奶、蛋、肉内，因而无致敏、致畸和致癌危险。并且这类制剂具有调整家禽、家畜体内微生态系，促进微生态平衡，提高动物抵抗力，防治疾病，促进生长发育达增重丰产效果。

(4) 生物肥料及生物农药：生物农药是利用生物防治病虫、病菌、病毒害，如用苏云金杆菌防治森林松毛虫已获得很大成功。我国在生物肥料植物微生态制剂这一领域中取得了世界领先水平的成果。北农大研制的农作物益微制剂、Bt 增产菌等，是使用蜡样芽孢杆菌这个植物体上的正常优势菌群成员制备的生态制剂，已在全国 30 个省市区 55 种作物及果树上推广应用 7 亿多亩，增产 10%—15%，累计为国家增产粮食 245 亿公斤，增加产值 195 亿元。该制剂能增强作物抗逆性，提高作物品质，促进生长发育，增加作物产量。(5) 净化生态环境的微生态制剂：如垃圾处理、废旧塑料处理、污染石油处理，清除有害的化学核废物，如美国的 GS—15 菌株具有嗜铁铀等作用。

(6) 生物化妆品制剂：来源于自然尤其是生物原料，克服许多化工产品的副作用和毒性，增加自然美，还可以营养皮肤上皮细胞，增强皮肤的抵抗力。

毋庸置疑，微生态制剂的出现，打破了片面追求杀死某些菌群去防病治病的抗生素时代，取而代之的是如何在微生物群与生物体和平共处的基础上，利用微生态制剂调节微生态平衡而促进个体发展。由于微生态制剂使用方法简便，易贮存、无毒无污染、无副作用，克服了化学农药、化学肥料的不足，因而它的出现适应了目前国际上流行的持续农业、绿色食品的发展，在国内外市场上具有广阔的前景，可以预言，21 世纪将是微生态制剂的辉煌世纪。

56. 昆虫的“气味语言” ——昆虫外激素

在庞大的动物家族中，昆虫对人们来说并不陌生。从美丽的蝴蝶到水面盘旋的蜻蜓，从投火的飞蛾到夏夜聒噪的知了，从嗡嗡的苍蝇到令人讨厌的臭虫，昆虫王国都紧密地和人类生活联系在一起。但是，你知道昆虫之间是如何来交流信息的吗？

通过科学家的试验证明，昆虫王国中交流信息的方法极其简单，它们通过从身体特定的腺体中分泌出来的某种物质——昆虫外激素，而使其他昆虫受到影响。这种化学物质的释放浓度在自然界中是相当低的，科学家们只有利用相当精密的仪器才能测定到它的存在。但是昆虫却能够利用它们自身所特有的接收装置接收到同种昆虫释放出的外激素。它们的行为就是靠这种浓度极低的化学物质——昆虫外激素来调节的。

有的昆虫在接收到同种昆虫所释放的某种外激素后，会很快地向外激素源集结。如有一种寄生在树上的小蠹，其中的一个找到寄主树后释放出外激素，其他个体接收后就会很快地向这个寄主集中。有时一棵寄主树上能够聚集几千个这样的小蠹。这种外激素的作用就是使昆虫聚集的“信号”。

科学家们曾做过一个有趣的实验，他们把一个普通松叶蜂的雌虫关在笼内，在五天之内竟然吸引了 11000 个以上的雄虫。这是因为雌虫所释放的性外激素能够吸引雄虫找到它自身的位置，从而达到交配的目的。科学家们根据这种现象，在害虫防治上采用性外激素诱捕器等方法来降低田间害虫的危害，同时也不会危害田间的生态环境，已经取得了很大的进展。

在社会性昆虫如蚂蚁、白蚁、蜜蜂等会通过释放外激素来报警。如当蜂巢受到进攻时，担任守卫的工蜂就会释放出报警外激素来为其他蜜蜂指明入侵之敌的位置，刺激其它蜜蜂向敌人进攻，达到保卫蜂巢的目的。还有的昆虫在接受到同类的报警外激素后会向相反的方向逃遁，以离开危险的地点。这种用于报警的昆虫外激素是社会性昆虫所特有的。有趣的是，在社会性昆虫中外激素还能起到一种很微妙的作用。比如，蜂巢中的“母蜂”是蜂群的“主宰”，它能够释放出一种外激素，把工蜂招引到它的近旁，刺激它们对它喂食并侍从它。

此外，昆虫利用外激素这种通讯方式，还可以进行许许多多行为调节，如标示踪迹、性抑制、调节群体的大小、产卵等。在形形色色的昆虫中它们都有自己独特的信息外激素。它们有的成分很简单，有的则是几种简单成分的混合物。目前，科学家们虽然对此已有了一些了解，但很肤浅，还有待于进一步去研究。对它们研究的越清楚，人类利用外激素对昆虫行为进行调节以减少害虫的危害和增加益虫的利用效率的可能性就越大。你有这种兴趣去研究吗？

57. 食用昆虫与药用昆虫

(1) 食用昆虫

以昆虫为食，我国有悠久的历史。3000 年前的《周礼·天官》中就记载了采集蚂蚁，加工蚁卵酱供皇帝祭祀和宴享之用，并且一直沿袭至今。食昆虫在我国民间留传广泛，北方人喜吃蝗虫和蝉，广东、广西一带食龙虱，江浙一带吃蚕蛹，云南的“酸烩蚂蚁蛋”。据统计我国各地食用的昆虫达 100 多种。近年来我国上海等地相继出现了昆虫餐馆，专供昆虫食品。

在国外，留传吃昆虫的习惯更多。古希腊人吃蝉，古罗马人吃毛虫，美国的印地安人吃蝗虫，哥伦比亚的印地安人习惯食烧大蚁，阿根廷、菲律宾视蚂蚁为佳肴，墨西哥食用的昆虫多达 370 余种，“油炸蝗虫”是泰国人喜欢的佳品，坦桑尼亚、津巴布韦和博茨瓦纳的某些居民爱吃蟋蟀，印尼马里的居民对油炸蝴蝶感兴趣，澳大利亚和巴基斯坦人喜食飞蛾，阿拉伯人则把屎壳螂作为美食。据统计世界上所有各目的昆虫都有人吃，其中蜜蜂、蝗虫、白蚁、蚂蚁是最广泛被食用的昆虫。

昆虫食品受世界众多民族的青睐，而且越来越广泛流行是因为昆虫体中含有大量营养物质。昆虫体中含有丰富的蛋白质（50%—70%）和微量元素，易吸收，且纤维少，特别是人体最需要的氨基酸含量最多，营养价值极高，所含脂肪多为软脂肪和不饱和酸，消化性能好，在 85%以上。如蟋蟀、蝉、蝴蝶、蚂蚁、家蝇、草蛉的蛋白质含量分别达 75%、72%、71%、67%、63%、72%。蚕蛹含有 18 种氨基酸，且组分搭配合理。更可贵的是含有大量的核糖和酮糖，是人体代谢过程中必需的原料。由此可见，食用昆虫以后会变得越来越广泛。

（2）药用昆虫

昆虫作为中药入药在我国有着悠久的历史，有文字记载以来就有不同程度的记载。据统计能够入药的昆虫有几百种。药用昆虫可以直接或间接地用于治疗，疗效显著，总结药用昆虫及产品具有以下几方面效用：①散风解毒：如蝉蜕；②润下：如蜂蜜；③清热泻火：如紫草茸；④利尿渗湿：如蟋蟀；⑤祛风湿：如蜂毒；⑥平肝息风：如僵蚕；⑦理气：如九香虫；⑧活血祛瘀：如地鳖虫；⑨补益：如冬虫夏草；⑩收敛：如五倍子；（11）生肌：如虫白蜡；（12）攻毒：如斑蝥；（13）开窍：如蚱蜢；（14）安神镇痛：如蝉蜕；（15）止血：如蚕沙；（16）明目：如萤火虫；（17）化痰止咳：如洋虫；（18）外用：如土鳖虫等。

近年来的研究发现一些昆虫含有抗癌等活性物质：斑蝥素对鼠腹水肿瘤、网织细胞肉瘤有抑制作用，在临床上可治疗原发性肝癌；蟑螂油对人食管癌小鼠异种移植有抗癌作用；蟑螂提取物 AF_2 可用于治疗原发性肝癌；独角蜣螂虫也存在着对实体瘤有较高活性物质；台湾的一种蝴蝶翅中含有的异鸟嘌呤是已知的抗癌活性成分。昆虫激素类物质的药用价值也很大，有些昆虫激素具有促进和恢复肝功能的作用，或可降低血压和胆固醇，从蚕蛾腹腺中分离的一种物质对正常人有显著的升高白细胞的作用。种类繁多的昆虫毒素在医学上得到了应用，如蜜蜂、胡蜂、蚂蚁等的毒素。

在医药昆虫上人们还在不断努力研究，可望在治疗癌症等疑难绝症上有突破。

58. 蜜蜂的无私奉献 ——蜜蜂的蜂毒

提起蜜蜂人们并不陌生，它是一种群属性昆虫，蜂群是由一只蜂王、若干雄蜂和几万只工蜂组成的群体，蜂毒是工蜂从毒囊中分泌出来的微黄色的透明体，具有芳香气味。蜜蜂在抗击敌人时，用螫针刺入敌人身体并放出蜂毒，使对方受刺部位肿胀疼痛。初生的工蜂毒液很少，随年龄增长，毒液也逐渐增加。蜂毒的成分比较复杂，初步证明蜂毒中含有多种药理活性很强的

多肽物质和能引起动物过敏反应的酶类，还含有蚁酸、盐酸、正磷酸、组织胺、胆碱、色氨酸、甘油、类脂质、蛋白质、挥发油以及硫、钾、钙、铜等。

虽然人们都知道蜜蜂是有益的昆虫，它不仅可以传花授粉，还为我们提供了蜂王浆、蜂蜜、蜂花粉等各种产品，但是人们一见到蜜蜂就躲得远远的，生怕被蜜蜂螫了，被螫了以后轻者受螫部位肿胀、充血、皮肤灼热；重者头痛、呕吐甚至呼吸困难。但是人们不知道被螫后蜜蜂释放出来的蜂毒具有很好的药理学活性，它可以治疗神经系统、心血管系统方面多种疾病，还可以促进代谢，抗关节炎，抗病菌，抗辐射等多种作用，并对促进植物（如小麦和天竺葵）生长和治疗动物肿瘤等也有一定作用。

早在古埃及时代，人们就注意到了用蜜蜂直接螫刺人体关节部位的办法可以治疗筋骨病。随后，世界上许多国家都开展了蜂螫疗法，到了 20 世纪 60 年代，人们开始从蜜蜂体内取出蜂毒，制成注射针剂，并研究其主要成分，用来治疗风湿性关节炎、类风湿关节炎、哮喘以及神经系统方面的疾病。到了 70 年代许多国家对蜂毒的理化性质、药理、毒理以及蜂毒的成分进行了更深入的研究，在以前只单纯地将整个蜂毒制成针剂的基础上，又开始了从蜂毒中分离出具有不同药效的组分，制成针剂，来治疗不同疾病的试验，前不久有人在《时代》杂志上发表专论指出“免疫疗法是控制癌症的最新疗法，蜂毒是最好的癌症免疫剂”。由于蜂毒的一些特性，蜂毒在治疗癌症方面将大有作为。1990 年 6 月我国正式批准蜂毒资源开发及应用研究项目为国家级火炬计划项目。

园艺学与食品

59. 无籽西瓜和无籽葡萄是怎么来的？

无籽西瓜、无籽葡萄对于我们吃起来要比有籽的方便得多，感觉也会好得多。可是你知道无籽西瓜和无籽葡萄是怎么来的吗？它们形成的机理一样吗？

无籽西瓜是科学家利用遗传学中同源三倍高度不育特性创造出来的。普通有籽西瓜的染色体数目是 22，我们称之为二倍体西瓜，科学家用一种叫秋水仙素的化学药剂处理二倍体西瓜幼苗，从大批处理的幼苗中，鉴定选出染色体加倍后的四倍体西瓜苗（染色体数目为 44），让这些四倍体西瓜苗结出西瓜，取出瓜籽，再将它们种入土中，再经过鉴定，最终选出稳定的四倍体西瓜。现在才开始培育三倍体西瓜：将二倍体西瓜籽和四倍体西瓜籽同时种入土中，待它们长到开花时，采下二倍体西瓜的花粉，授到四倍体西瓜花的柱头上，这样四倍体西瓜蔓上结的西瓜，它们的瓜籽是三倍体的（染色体数目为 33），第二年用这些三倍体瓜籽种出的瓜苗，结的瓜就是无籽西瓜了。

我们吃过的香蕉也没有籽，科学家研究发现，香蕉的染色体数目是 33，也是三倍体，只是与西瓜不同，三倍体香蕉是自然发生的，经人工选择而保存下来的。

无籽葡萄的来源与无籽西瓜和香蕉不同，三倍体的葡萄品种很少，我们吃到的无籽葡萄主要有两个来源：①遗传上的无籽葡萄，它们都是二倍体，无籽的特性是由多个基因控制；②有籽葡萄无籽化技术，将二倍体或四倍体的葡萄在开花后，经过一系列植物激素类物质处理葡萄果穗，使正在发育的种子败育，最后发育成无籽的葡萄。

没有种子，怎么种它们呢？无籽西瓜目前仍然用二倍体西瓜和四倍体西瓜杂交，制出三倍体的种子，用它们来种。香蕉和无籽葡萄都是多年生果树，用常规的无性繁殖方法即可繁殖它们。值得一提的是用组织培养方法繁殖香蕉和葡萄都已取得成功，繁殖无籽西瓜仍在研究之中。

60. 具有神秘色彩的果树修剪

果树要修剪，这一点很多人都知道，果树为什么要修剪？多数人大概就不知道了，然而剩下的少数人是否真的知道呢？下面我来谈谈这具有神秘色彩的果树修剪。

一般人所说的果树都是多年生木本植物，从幼小的果树苗栽到果园开始，桃、葡萄大约要 2—3 年以后才开始结果，苹果、梨大约要 4—5 年以后才结果。因此希望果树早一点开花结果的人，认为要修剪，不修剪果树是不能早结果的。

果树开始结果以后，每株树所结的果实逐年增多，大约在较高产量状态下，维持好多年——果树的盛果期。在果树的盛果期要产量再提高一些，要盛果期维持的时间再长一些，因此一些人认为，果树要修剪，否则盛果期不会长，产量也不会提高。

那么等到几十年后，果树老了，产量下降了，大概你也知道了：果树要修剪，得让年老的果树再多结一些果嘛！

上面所列的理由有一部分是对的，有一部分得修正：对幼小的果树，一般的修剪——剪掉部分枝条，只能使果树晚结果，至少不能使果树早结果，因为剪掉一部分枝条，减少了果树的生物量积累，只会刺激果树旺盛地生长枝条，弥补损失的生物量，抑制果树形成花芽，当然也就延迟结果了，即刺激营养生长，抑制生殖生长。

处于盛果期的果树，恰当得法的修剪，在一定程度上会延长盛果期时间，提高产量，因为修剪可以部分地调节营养（长枝）和生殖生长（形成花芽和结果）的关系，从而有利于维持最佳的生长——结果平衡。

等到果树老了，修剪能刺激它多长枝条，几年后这些枝条能结果，但是这样的作用很有限，现代果树生产中，等到果树老了，便把它们淘汰了，随后将考虑栽培更新更好的果树品种。

以上所谈，果树修剪是必要的，对于幼小的果树，即使修剪会使它们晚结果，也需要修剪，“十年树木，百年树人”说的就是这个道理，因为对幼树修剪，会使其在盛果期发挥更大的潜力。

但是社会在进步，科学在发展，果树修剪技术也在变化，玄妙复杂，高深莫测，非一般人智力之苦功所能掌握的传统的果树修剪技术，应该有所改变了。

首先果树修剪只是果树栽培管理技术中的一个重要环节，而不是果树栽培管理技术体系的全部，从观念上要改变，果树修剪技术必须结合其他栽培技术，如疏花疏果技术、化学药剂控制枝条过于旺长的技术，土壤肥料和水管理技术、治病防虫技术等，才能使果树高产优质，盛果期时间长。

第二，加强果树修剪的理论的研究，结合整个果树生产技术的变革，改革简化果树修剪技术，使果树修剪技术脱去神秘的色彩，还其真朴的面目。

改革简化了的果树修剪技术，目前已开始应用于我国的果树生产。

61. 短小精干

——果树的矮化栽培

你知道世界上最高大的树有多高吗？对，水杉，一百多米。假如苹果树或者梨树也长那么高。你以为好吗？不！不好，苹果树要是长那么高，麻烦就大了，首先树上结的果实可能不是苹果，其次即使结的是苹果，采下来就费劲了，架上梯子恐怕不行，大概要用飞机了。

实际上自然状态的苹果树会长到5—6米高，梨树会长到10米，这样，采摘果实会很困难，对于树体的病虫害防治也很困难，其他一些精细的管理措施如修剪，人工授粉，疏花疏果在这样的高度也难以实施，因此我们完全可以这样说：果树不能让它们长得太高。

经过一百多年的科学研究，科学家们发现：通过使用矮化砧木，矮生品种，化学药剂以及精细的修剪等方式，可以使果树矮化；科学家们还发现：使果树矮化，增大单位面积抽栽果树的株数，能大幅度地提高果树产量。随后在世界范围内掀起了果树矮化栽培的浪潮。

为什么果树矮化后，单位面积的产量会提高呢？科学家研究发现，采用矮化砧木，能使果树营养生长相对下降，生殖生长相对上升并相对提前开始，一般能使果树提早1—2年开花结果，进入结果期后，矮化果树的叶片光合作用产物在营养生长和生殖生长（结果）之间分配，与不矮化的果树相比，分

配到生殖生长上的份额要大得多，因而单位面积生产的果实量也就增加了很多。

采用矮生果树品种，使用植物生长抑制剂、精细修剪使果树矮化的道理同使用矮化砧木相似：抑制营养生长，促进生殖生长，最终使用于结果的光合作用产物的份额增大。

果树要矮化，多矮是比较理想的呢？科学家研究发现，作为商品化栽培的果树，树高控制在 2.0—2.5 米之间最为理想，果树太矮了，单株果树产量大大降低，要想获得较高的产量，就得加大果树栽植密度，最终使生产效益下降。对于观赏用果树，如使用苹果极矮化砧木，可使观赏果树的高度控制在 0.5 米左右。

62. 苹果树也是用种子种出来的吗？

——果树的无性繁殖

小麦、水稻、玉米苗都是用种子种出来的，但是苹果树却不是用种子至少不全是用种子种出来的，现代农业就是这样，它要求作为商品化栽培的作物，在一定面积范围是同一个基因型，这样才能生产出合乎市场需要的商品。小麦、水稻、玉米等农作物在育种时，已考虑了这一问题，将最终推广应用的品种——纯系或杂交种，制成同一基因型，但是在果树育种上，由于果树发育期很长（大约是小麦的 20—30 倍长），因此最终要推广的果树品种是不可能制成纯系的。这样一个不是纯系的苹果品种如金冠，在形成配子时和授粉受精时，会发生大规模的基因重组，它的后代没有一个个体与金冠完全一致，我们因此可以说用金冠苹果的种子种不出一株金冠品种的苹果，不仅如此，而且金冠苹果的种子苗后代群体中，绝大多数的各种经济性状与金冠相比，都严重退化，至此我们可以说用种子繁殖果树是行不通的。

用种子繁殖的方式叫有性繁殖，不用种子繁殖的方式叫无性繁殖，由于果树品种的特点，无性繁殖是果树繁殖的主要方式，无性繁殖包括：扦插，压条，嫁接，现代生物技术又推出组织培养方法。

扦插繁殖就是将一株果树的枝条，经过一定的处理，扦插到苗圃里，待插条基部长出新根后，就算是成苗了，只有那些容易生根的果树种如葡萄、桃树，才有可能用扦插方式繁殖。

压条繁殖是在生长季将果树的一个枝条的中下部分，压弯埋入土中，待埋入土中的部分长出新根后，将它与母树分开，挖出就成苗了。压条有许多方式如空中压条，将一团湿土用塑料布包到空中一枝条的中部，待生出根后剪下即成苗了。压条繁殖速度比较慢，适用于生根更难的一些树种如苹果的矮化砧木。

嫁接是果树无性繁殖中最常用的方式，以至于人们一谈起果树，马上想到嫁接。嫁接就是将理想的果树品种如富士苹果作为接穗，嫁接到砧木上如海棠上，这样不管砧木基因型差别多大，接穗的基因型是一致的，待嫁接苗长大以后，结的果实肯定是富士。当然了，现代果树生产已认识到砧木的基因型差别也会造成一些小的不利影响，而且由于果树砧木育种技术的进步，砧木无性繁殖也已在实施，这样一批嫁接苗就能上下基因型一致了。

组织培养方法用于果树苗木繁殖是一项现代生物高技术，它是利用一果树优良品种如富士苹果的一个茎尖，在组织培养条件（温度控制在 28℃左

右，人工光照，无菌培养，生长在有能量来源蔗糖和各种营养元素的培养基上），能快速繁殖苗木的方法，它繁殖苗木的速度理论上呈几何级数增长，一般 30—40 天为一增殖周期，一个茎尖一次可增殖到 5 个左右，第二次是 5^2 个，第三次是 5^4 个，一年按 9 次计算可达 5^9 个，这个速度是常规方法和扦插压条嫁接所不可比拟的。当然所有高新技术都有这样的特点：投资大，风险大，利润高，组织培养快速繁殖苗木也是这样。

上面谈了这么些无性繁殖方法，那么有没有用种子种出来的果树呢？回答是有，如核桃和板栗，但是我们应该认识到，有性繁殖的果树，生产水平是比较落后的，从果实品质到产量，树与树之间差别比较大，这两种果树发展的前途就是走无性繁殖的道路：选择表现最好的株系，用无性繁殖的方法繁殖推广于生产。

63. 返老还童现象 ——果树科学中发现的事实

返老还童这种现象，在我们的记忆中，多发生在神话里，须发斑白步履蹒跚的老者，由于得道成仙，慢慢变得红光满面，头发乌黑，继而又成了头扎羊角小辫，身材娇小的孩童了，这就是返老还童，是人们虚构出来，用来说明什么，或者解释某种人生的道理，但是真正的显而易见的返老还童现象，人们并未直接观察到，对多数人从科学角度讲，返老还童是不存在的。

这里要讲的是近些年来科学上的新发现；还老还童现象在果树科学里是事实。

在多年生木本果树的一生中，至少可以划分出两个阶段：第一阶段童期，从种子发芽开始，到长成幼树，到形成花芽为止；第二阶段成年期，从花芽形成，开花，结果开始，到硕果累累，年年丰产，到死亡。（对于嫁接形成的果树，童期不甚确定，也不明显，但是其成年期是明显的，这一点我们后面再说。）童期和成年期的交接处是能否形成花芽，但实际观察中，这一分界限并不明显，可是在远离交接处的两个极端，差异是相当明显的：童期的果树树形比较直立，生长迅速，树上往往有刺状小枝，绝对没有形成花芽的能力，不会开花结果，从这些树上取下枝条，扦插时很容易生根；相反，成年期的果树树形比较开张，刺状小枝早已退化，有形成花芽的能力，能开花结果，此时营养生长速度大大降低，对于多数木本植物（包括许多果树），成年期状态的枝条，扦插时生根相当困难。

当科学家们研究利用组织培养技术服务于生产实际时，遇到了一些麻烦，在解决它们时发现了返老还童现象在此清楚地存在着。

用组织培养快速繁殖优良的果树新品种、林木新品种、花木新品种时，发现多数木本植物即使在组织培养这种优越的条件下仍然不能生根，前面说过处于成年期的木本植物扦插不易生根，而且上面所提到的那些要繁殖的新品种，都是等到成年期经过全面认真的比较鉴定后，才开始繁殖推广，这些正好解释了这些组培苗为什么不能生根。如何解决这个生很难的问题呢？科学家经过大量艰苦的研究后发现：这些处于成年期状态的组培苗，在组织培养条件下，继代培养 10—20 代（大约 1—5 年）后，新的组培苗生根能力大大提高。这些生了根的组培苗，移栽到田间后，其表现又出人意料，组培苗与常规的嫁接苗相比，生长速度快，有针刺状枝，形成花芽晚结果晚，与种

子实生苗极为相似！难道返老还童了不是？接下来科学家研究了童期状态组培苗，成年状态组培苗和经过多次继代培养的组培苗的茎尖蛋白质电泳图谱，发现童期苗与成年期苗相比有一条特异的谱带，而多次继代培养的组培苗也有这一谱带，是的，在组织培养的多次继代培养的过程，发生了返老还童。

下面我们再看一看嫁接苗，嫁接苗是在砧木上嫁接而成的，砧木来自种子，接穗是来自成年状态树的枝条或芽，这样在一个嫁接苗上，砧木是童期状态，接穗是成年状态，那么在以后几年未形成花芽开花结果前，这一株果树是属于童期还是成年期？我们先看：一批苹果种子种下去，长成果树，一般七、八年后才能形成花芽开花结果——这就是苹果树的童期长度，而一株嫁接的苹果树苗，五、六年后就可形成花芽开花结果，可见嫁接苗的这一段不能形成花芽开花结果的时期不能等同于童期，果树科学家们叫它们幼年期。下面再看苹果的两个品种金冠和元帅，金冠品种的种子苗后代——实生苗，一般七、八年后开始结果，元帅品种的实生苗后代十年以后开始结果，而这两个品种的嫁接苗，金冠品种的一般四年后开始成花结果，元帅品种的嫁接苗一般七、八年后才开始成花结果，实生苗结果早晚与嫁接苗结果呈正相关关系。嫁接时，取接穗的标准是相同的：健壮成年状态的枝条或芽，处于基本相同“年龄”的接穗，为什么嫁接后表现却一早一晚呢？因此我们是不是可以推理：将接穗嫁接到砧木上，发生了一定程度的返老还童变化？我认为答案是肯定的。还有一些研究为此提供了证据：将不易生根的成年状态的枝条嫁接到处于童期的砧木上，反复进行几次，接穗的生根能力大大提高了。

至此返老还童这一事实已基本上得到了论证，但是其机制是怎样，现在还不清楚，这就要求我们，你们——未来的科学家继续去探索。在多年生木本植物上是这样，在一、二年生植物上是怎样？在动物界，特别是高等动物，更为要紧的对于人类又会怎样呢？过去的很多神话预言比如嫦娥奔月，经过科学研究，已发展成为现实，那么现在的神话预言，将来会成为现实吗？

64. 富士苹果与红富士苹果的差别 ——果树的芽变选种

现在越来越多的消费者说起吃苹果，马上会说起“富士”苹果，或者“红富士”苹果，“富士”与“红富士”有差别吗？有！

“富士”苹果是1938年在日本用“国光”和“元帅”杂交，1958年选出定名的一个优良的苹果品种，这个品种集中了“国光”苹果和“元帅”苹果的优点：果实个儿大，风味好，贮藏性也很好，但是有一个缺点——果实着色不好，不太符合日本乃至东亚的消费者嗜好，因此这一品种开始并未受到像现在这样的重视。从那时开始，另一项育种工作立即开始了——改进“富士”的果实着色——芽变选种。这方面的成就是显著的，从那时起到现在，近30年时间里，先后从生产果园里发现了十几种果实着色系芽变，虽然根据发现地而命名有所不同，如长富1，长富2，秋富1等，但可以统称为“红富士”或“着色系富士”。“红富士”与“富士”相比，果实着色大大改进，但其他性状没有明显变化，从此“红富士”苹果在世界各地流行推广。

芽变选种的基础是自然突变的发生，当突变发生在芽的分生组织细胞

中，以此突变的细胞为基础经细胞分裂，最后发育成一个突变了芽，该芽萌发长成枝条，并在性状上表现出与原类型不同，这种现象我们叫芽变，将此突变从未突变的枝、芽中选出来的过程，叫芽变选种。

自然突变发生的频率一般讲是比较低的，而且自然突变的方向是随机的，符合育种者愿望的突变大约占自然突变总和的 1% 以下，因此芽变选种与常规杂交育种不同，芽变选种工作主要在拥有大量果树的生产果园中进行，上面所提到的“红富士”系列苹果品种就是在生产果园由果树的工人和技术人员发现的。

芽变选种一大特点是对在生产中多数性状表现很好的优良品种，进行改造其一、两个缺点，除了“富士”苹果品种，在其他苹果品种里，芽变选种的工作也相当精彩，如元帅品种，是一个古老的优秀苹果品种，果个儿大，果形好看，风味相当好，但是着色不好，结果较晚，经过上百年的芽变选种，已经选出了一代又一代优秀的芽变品种，果实着色大大改善，开始结果年龄缩短了很多。

65. 移花接木

——“嫁接”

俗语中的“移花接木”一词常用来比喻“暗中使用手段，以假换真欺骗他人”。但这里我们所要阐述的却是该词的本义，指的是果树繁殖中的一项常规技术，在园艺科学中称这项技术为“嫁接”。

广义地讲，“嫁接”就是指人们有目的地将一株植物上的枝条或芽等组织，接到另一株带有根系并生长良好的植株上，使这个枝条或芽接受他的营养，成长发育成一株独立的植物。例如，我们将苹果的枝条或芽，嫁接到山定子或沙果的苗木上，使苹果的枝条或芽接受山定子或沙果苗木根的营养，长成一株高大的苹果树。嫁接中，采用的枝或芽称之为“接穗”；而带原根承受接穗的植株叫做“砧木”。

在园艺科学上，嫁接是果树繁育中最常用的技术。这是因为嫁接育苗具备下面许多优点：

第一，通过嫁接繁殖，果树可以提早结果和丰产。以栗子为例，在一般情况下，直接用种子繁殖的栗树，十五年以后才能结果，但如果用五、六年生的用种子繁育成的幼树作砧木，然后用它来嫁接良种栗树，第二年就能开花结果。

第二，嫁接也可以保存果树的优良品种的性状。例如，大家常吃的苹果、梨、桃子等，如果用它们的种子种植，长出来的树所结的果实常常不能保存原来品种的优良品质，常常出现果实个小，果实又酸又涩，产量低等不良现象。只有用嫁接的方法把它的枝条或芽取下来作接穗，然后嫁接至经精心挑选的砧木上，才能使原有的优良品质保持下来，并能获得高产。

第三，通过嫁接还可以选育出新的果树品种。例如，在果树上常常有某一个芽发生和本品种有显著不同的特点，在它长出的枝条上结的果实高产、稳产，品质变好，或具有较强抵抗病虫害的能力等。如果我们在这个芽长成的枝条上采取接穗进行嫁接并进行精心的管理和选育，使这些优良性状稳定下来，常能培育出新的品种。在果树科学上，人们又将这种选育新品种的方法称为“芽变育种”。例如，苹果中的“红星”这个品种就是“元帅”品种

的芽变，它和“元帅”相比，具有提前着色，色泽浓红、鲜艳等优点。

第四，嫁接还能增强果树对环境的适应能力。果树嫁接后，由于砧木对接穗的诱导，增强了品种适应环境的能力，能够扩大其栽植范围。如酸枣耐干旱、瘠薄，嫁接大枣后，增强了大枣适应瘠薄荒山的能力。另如葡萄嫁接在耐寒的野葡萄上便增强了葡萄的耐寒力。

我国劳动人民采用嫁接技术来繁育果树已有一千多年的历史了，在这漫长的发展历程中，已使这一技术逐渐得以完善和发展，截止目前，在生产实践中常用的嫁接方式不下十几种。从嫁接所用接穗的不同，可以将它们分为芽接、枝接、根接、种胚嫁接和胚乳嫁接等。根据砧木和接穗接合方式的不同，嫁接可以分为劈接、切接、舌接、桥接等。

下面，就以生产上常用的“芽接”为例来说明嫁接的操作过程。

(1) 砧木采用 1—2 年生健康生长的实生苗（即通过种植种子而长成的苗木）。

(2) 从具有优良性状的健康生长并进入盛果期（即已经开始大量结果）的果树上采取健壮的 1—2 年生营养枝（即当年并没结果的枝条）作为接穗的来源，选取枝条中部饱满的芽为接穗。注：因为作为接穗的芽为腋芽（即位于叶片里面并被叶片所保护，当它作为接穗而被从枝条上切取下来时，外面的叶片不要全部去掉，与枝条连接的叶柄部分要保留下来，因为它可以作为嫁接芽是否成活的标志。

(3) 接穗和砧木的接合方式选用生产上常用的“切接”形式。

(4) 具体操作方法如下：

在砧木苗的中上部比较光滑的部位用嫁接刀将砧木的树皮切成一定的形状（常为“T”字形），然后使树皮与树皮里面的坚硬的木质部分分离。

根据砧木切口的大小取相应大小的接穗（带一段叶柄），然后以尽量快的速度将切下的接穗插入砧木切口里面的坚硬的木质部分。

用宽约 0.8 厘米的条形塑料薄膜严密包扎接合部位。注意包扎过程务必要不要将接穗的叶柄碰掉，并使之暴露在外。

到此，嫁接过程可告结束。一般说来，经十到十五天以后，接穗可成活。是否成活可以通过暴露在包扎带外的叶柄的状况看出。如果此时叶柄保持鲜绿并用手轻轻一碰便可脱落，说明嫁接成功；反之，如果叶柄萎蔫并干缩，粘结在接穗上，说明嫁接失败。

在果树繁育中，尽管嫁接的应用范围比较广泛，但嫁接也并非可以随便应用，要使嫁接获得成功必须遵循一些基本原则。

第一，砧木和接穗之间必须具有较近的亲缘关系。一般说来，在植物分类学上，同种的植物间嫁接比较容易成活；属间嫁接成活率较低，科间嫁接，不可能成活。

第二，要考虑至到砧木和接穗的年龄大小。

一般说来，如果我们要保持接穗的优良性状，就要从发育阶段较老的枝条上采集接穗，嫁接到幼龄的砧木上，这样，由接穗发育成的树，仍和原来的树木性状一样，受砧木生长势的强弱。一般说来，要采用位于树冠中上部的枝条作接穗，这样，嫁接成的树不但能提早结果，而且能形成比较完整的树冠。同时要采用生长势强的植株作砧木。因生长势强的砧木能供应接穗充足的营养，促使嫁接苗茁壮生长。

嫁接在果树生产实践中确是一项应用广泛而又行之有效的技术，是我们

祖先留给我们的一份宝贵文化遗产，作为继往开来的一代，我们不但要了解它而且要掌握它，从而将它继承下来并使之发扬光大。

66. 用组织培养方法去除园艺植物病毒

植物病毒病危害十分严重，而在用扦插、压条、嫁接、分株等无性方式繁殖的园艺植物如苹果、葡萄、桃、草莓、唐菖蒲、水仙、菊花、兰花、马铃薯等，受病毒危害更为严重，因为无性繁殖本身非但不能摆脱病毒，而且能将病毒从母株传到子株，有些病毒还能通过嫁接刀具传播到不带病毒的植株上，因而园艺植物上病毒危害尤其严重，比如受病毒侵染后的园艺植物经常发生新陈代谢不大正常，生长受到抑制，形态畸形，产生皱缩、花叶、杂斑等症状，产量大幅度下降，同时品质（如花卉的花色、花数、果实、蔬菜的外观、口感）变

如何去除侵染到植物体内的病毒呢？第一种办法是用药治，但是这种办法目前仍然不成功，科学家还未找到一种只杀植物病毒，而不毒害寄主植物的理想药剂。

第二种办法是用种子：科学家发现多数小粒种子的植物，其种子即使从带病毒的植株上采下，也是不带病毒的，因此用种子繁殖植物可以去除病毒，多数一、二年生草本花卉和蔬菜是用种子繁殖的，因此很少发生病毒病。然而多数重要的园艺植物并不用种子繁殖，而是用嫁接、扦插等无性繁殖。

如何去除无性繁殖的园艺植物体内的病毒呢？科学家们研究了第三种办法：组织培养。科学家们发现在 35℃—40℃ 高温下处理植物材料一段时间，可以使部分病毒失去活力。科学家们还发现，植物体内病毒的分布是不均匀的，在生长旺盛的生长点，病毒浓度极低，而在生长点以外的其它部分，病害含量逐渐增高。

因此利用这两个特点，将要去除病毒的植物材料，经过灭菌等预处理，培养在组织培养条件下，待其开始生长后，先进行一段时间的高温处理，又叫热处理，钝化部分种类的病毒，然后，在显微镜下剥取 0.1—1.0mm 长的茎生长点，继续在组织培养条件下培养，如果用这样的方法培养 100 个小的茎生长点，就有可能得到 1%—80% 的完全脱去病毒的茎生长点，经过严格的鉴定程序，最终选出完全去除病毒的株系，用组织培养方法将它快速大量快速繁殖，我们就得到了既有无性繁殖优点，又不带病毒的苗木。

用组织培养方法脱去水仙花中的拟南芥花叶病毒和水仙退化病毒后，无病毒的球茎形成的植株，花朵更大、花色更艳，每茎花数更多，大大提高了水仙的商品价值。唐菖蒲去病毒后也有相似的表现。苹果树去病毒后，在施用肥料减少的情况下，产量反而提高了，果实品质大大改善。马铃薯去除病毒后，植株高度增加 63%—186%，叶面积增加 114%—257%，茎叶鲜重增加 50%—111%，块茎产量增加 100%—200%。

67. “竹贮荔枝”新解 ——果蔬气调贮藏理论

荔枝被誉为“岭南果王”，其鲜果色、香、味、形均美，深受人们的喜爱，常被历代诗人墨客所传颂。唐朝白居易的《荔枝图序》称赞荔枝“壳如

红绡，膜如紫绢，肉莹白如雪，浆液甘酸如醴酪。”宋代苏东坡在品尝岭南荔枝时，写下“日啖荔枝三百颗，不妨长作岭南人”的诗句。然而，正是这一果中之王却如一现之昙花，因其极不耐贮藏而令人惋惜。正像古人所云：“其实离本枝，一日而色变，二日而香变，三日而味变，四、五日外，色、香、味尽去矣。”尽管如此，我国劳动人民在长期的生产实践中，利用我们民族所特有的聪明才智，逐渐摸索出了一套行之有效的贮藏技术，并且至今还为我国广大果农所延用，即“竹贮荔枝”技术。

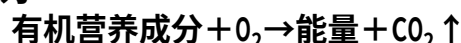
具体方法如下：

“（1）择巨竹，开一窍，置荔枝于竹节中，密封；（2）以腊封蒂，浸于蜜水中；（3）入瓦坛中，密封，倒沉井中。如此贮藏，随食随取，可延至三、四十天。”上述文字的大意如下：取两端都密封的竹节一段，将一端打开，把鲜荔枝放进去，然后将竹节密封；用蜡将竹节的两端密封，并将竹节浸入糖水中；用一个干净的瓦坛盛装，并密封，放入井中；这样，随吃随取可以贮藏三、四十天。

如此精美绝伦的贮藏技术，在民间已延用了四、五百年之久。使生活在科技飞速发展的当今世界的人们也不得不为之叹服。如此难以贮藏的果实却可以通过如此简单的处理使之保存完好，其原因究竟何在呢？

个中道理仅在本世纪二十年代，当英国两个名叫凯特和威斯特的科学家建立了“果蔬贮藏理论”以后才得以阐明。

所谓“气调贮藏”又称“调节空气成分的贮藏”，学术界常以“CA”代称。就是将果实或蔬菜放入一密封的容器中，通过不同的手段使容器内的空气成分发生改变，即增加二氧化碳的含量、降低氧气的含量，并根据果实或蔬菜品种的不同严格控制氧气和二氧化碳的具体含量，并同时控制外部环境的温度和密封容器内的空气湿度。果实或蔬菜经过这样的处理以后便可以达到长期贮藏的目的。为什么呢？果实或蔬菜最显著的生物学特性，就是采收以后仍具有生命活动，突出表现为它们仍在不断地进行着呼吸作用，而呼吸作用的实质就是果实或蔬菜通过吸收并消耗空气中的氧气，将果实内的有机营养成分（如糖分、脂肪和蛋白质等）氧化分解，同时放出能量和二氧化碳气体。可以简单表示为：



果实和蔬菜在采收以后之所以容易腐烂变质，就是因为它们通过不断的呼吸作用将其中所含有的营养成分都分解成无营养价值的物质的缘故。因此，如果我们能够设法减弱果蔬在储存期间的呼吸作用，同时就减弱了由呼吸作用而引起的果蔬体内的营养成分的消耗，从而就保持了果蔬的食用价值和外观品质，达到了长期储存的目的。

根据一般的化学反应规律，如果我们人为地降低环境中的氧气含量或提高二氧化碳的含量，必然就抑制了呼吸作用的进行。这就是果蔬气调储藏理论的基本内容和道理所在。

前述古人“竹储荔枝”正是这一理论在实践中得以应用的光辉典范。从上述理论可以看出，“竹储荔枝”之所以可以保存荔枝达三、四十天，是因为它具备了理论中所要求的几个最基本的条件：第一，荔枝处密封的竹节中，通过自身的呼吸作用而达到降低氧气的含量和提高二氧化碳含量的目的。第二，竹节浸入水中，所以保持了竹节内适宜的空气湿度。第三，竹节连同瓦坛一同浸入井水之中，从而保持竹节内荔枝所处的环境温度不致过高。第四，

因“随食随取”，即不断开启竹节从而保证了竹节内的二氧化碳含量不致太高，氧气含量不致太低（因太高的二氧化碳或太低的氧气含量都会引起荔枝的伤害）。

尽管我们的祖先如此“科学”地利用了气调储藏原理，但限于当时的科技条件和人们的认识水平，人们只是在盲目和被动中利用了这一理论而已。

68. 使酸涩的果实变得香甜可口的内在动力——果实的“后熟作用”

凡吃过水果的人常会发现这样一种现象：许多果实，像苹果中的“小国光”、“金帅”、“红香蕉”等，梨中的“莱阳在梨”、“巴梨”等，将它们刚从树上采摘下来的时候，往往酸味较浓，甜味较淡，果肉也比较硬，果皮多数呈青绿色。这时的果实不仅外表不美观，吃起来也会给人一种极不愉快的感觉。但当你将它们放在一个温度和湿度都比较适宜的环境中放置一段时间以后，你就会发现一些微妙的变化发生，这时，果皮的绿色大半已经褪去，果面会呈现出各种不同的鲜艳色彩；果肉会变得比较酥软或清脆，酸味变淡、甜味增强，并能释放出各种诱人的清香。这时的果实吃起来会给你留下一一种比较舒服的感觉。

为什么果实会存在这种现象呢？

道理是这样的：

大多数果实从时间上我们可以把它们的整个一生粗略地划分为几个生理阶段（也可以理解为“年龄阶段”）。与这几个不同的生理阶段相对应，以果实的成熟程度为标准，又可以将果实分为几个不同的“成熟期”。第一，从座果开始一直到果实的采收，这一阶段称为“生长发育阶段”，相应于这一阶段的果实成熟期称为“生理成熟期”，又称为“可采成熟期”。这时的果实，从体积上来说已经达到了其生长极限，并且具有最高的商业价值，尽管果实还不堪食用，但果农往往在这时进行采收。第二，从果实采收一直到果实的“衰老腐败”，这一阶段称为“成熟衰老阶段”，相应于这一阶段的果实成熟期称为“食用成熟期”。这时的果实，尽管已不耐长期贮藏，但却味美可口，所以最适合生吃。从上面的分析可以看出，从果实的“生理成熟期”到“食用成熟期”之间有一个非常特殊的阶段，同时又是一个非常重要的阶段，人们将这一阶段称为果实的“后熟阶段”，在这一阶段里，果实内部发生了一系列比较复杂的生理和生物化学变化，这就是促使原本不堪食用的果实变得又香又甜，清脆可口的内在动因，这一内在动因在果实生理学上称为果实的“后熟作用”。

果实“后熟作用”中所发生的最主要也最明显的变化就是果实“呼吸作用”的加强，而呼吸作用则是果实“后熟作用”中所发生的其他一系列生物化学变化的动力来源和物质来源，所以，果实呼吸作用的加强必然引起其他生物化学变化的加强。从化学反应的性质来看，这一系列的生物化学变化可以大体上分为下面两大类：第一类是促使新的化学物质合成的生物化学变化；第二类是促使果实内原有的化学物质分解和转化的变化。

一般说来，刚采收的果实中含有大量的淀粉、有机酸和单宁类物质，所以，此时的果实酸而不甜并带有涩味；其次，果实内细胞与细胞之间存在一种不溶于水的复杂化合物，称为“原果胶”，它能将相邻细胞紧密地联结起

来，所以，此时的果实比较坚硬，口感不好；此外，这时的果实果皮中往往含有大量的叶绿素，尽管组织内也含有一些使果实呈现各种鲜艳色彩的色素物质，像花青素、类胡萝卜素等，但它们却被叶绿素的颜色所掩盖而显现不出来，所以，此时的果实仍显青绿色。

在“后熟”过程中，“分解和转化作用”将淀粉水解为有甜味的糖，将叶绿素分解为小分子物质，而将有机酸和单宁类物质以及由叶绿素分解而成的小分子物质转化为其他有机化合物；将位于细胞与细胞之间的“原果胶”分解为可溶于水的“果胶物质”（又称为“水溶性果胶”）。同时，“合成作用”利用“分解和转化作用”分解而产生的小分子有机化合物和细胞内本来就存在的其他一些小分子有机化合物为原料，以“呼吸作用”产生的能源物质——三磷酸腺苷（简称“ATP”）为能量合成一些具有特殊香味的有机化合物（主要是一些酯类物质）。

这样，果实经过“后熟作用”以后，就会变得又香又甜，清脆可口；果皮绿色褪去，细胞中原有的花青素和类胡萝卜素等呈色物质便显现出来，从而使果实变得鲜艳而美丽。

69. 一种被称为“茶”的新兴饮料 ——“果茶”

说起“茶”，大家并不会感到陌生。

据史书记载，茶叶作为饮料在我国已有三千多年的历史了。据现代生物学和医学研究证明，茶叶不但有药理作用，而且也有较高的营养价值，对人们的身体健康大有裨益。正因如此，茶叶早就已成为人们的宴客佳品和医病良药，不仅深受我国人民的喜爱，而且也深受世界各国人民的青睐。

茶是我国传统的出口商品，在国际市场上享有很高的声誉，和咖啡、可可并称为世界三大饮料。

然而本文所要介绍的这种新兴饮料——“果茶”，却并非真正的茶，而是一种近年来在国际上新兴起来的新型天然果蔬汁饮料。它虽无真正茶的悠久的历史，也无真正茶的广泛而深远的影响，然而，它却像一只破土而出的雨后春笋，蕴含着无穷的生命力，以其独特的风味，丰富的营养，很快征服了我国广大消费者，尤其是它顺应了近年来世界上兴起的“回归大自然”，追求天然营养食品的新潮，使得果茶在竞争激烈的饮料市场上异军突起，独占鳌头。

人们习惯上把国内饮料分成三大类，即：“碳酸型饮料”，如北冰洋汽水、雪碧和健力宝等；“可乐型饮料”，如可口可乐、黄山可乐等；“果汁型饮料”，如椰子芒果汁等。果茶即属于“果汁型饮料”之列。然而果茶又不同于普通的果汁型饮料，它有着较严格的定义。其一，果茶所用原料必须是新鲜健康的果实或蔬菜；其二，产品不含任何人工合成的食品添加剂、色素、防腐剂等；其三，产品必须保持原料的天然营养成分；其四，产品必须色泽鲜美，含天然原料果肉，并呈均匀的胶体状态，久置不分层不沉淀；其五，产品不含任何致病菌和其他有害微生物（如大肠杆菌），符合国家有关部门规定的食品卫生标准。凡符合以上五条要求的果汁饮料才能称之为果茶。

果茶的最主要特色就是它保持了原料成分的原有风味和天然营养成分。

饮用果茶不但能给人留下酸甜适口，愉悦清爽之感，而且还具有补充营养和防病治病的保健功能。并且，因果茶不含任何人工合成的食品添加剂和防腐剂，所以不会给人带来任何副作用。这是果茶不同于其它果蔬汁饮料的最突出的优点所在。

现以市场上最常见的“山楂胡萝卜”果茶为例来进一步阐明果茶的特点和果茶的一般加工工艺。

“山楂胡萝卜”果茶是以山楂、胡萝卜、优质矿泉水为主要原料，另加白糖、蜂蜜、黄原胶等辅助材料，经下述工艺加工制成的。保持了山楂、胡萝卜的天然营养成分，又增加了白糖、蜂蜜等高档营养物质。其色、香、味独特，口感滑润，具有开胃、化滞消积、活血化瘀，收敛止痛等功效。胡萝卜富含 β -胡萝卜素，而 β -胡萝卜素在体内又可以转化为维生素A，向以维生素A原著称，在医学和营养上具有多种功效。

生产果茶所需要的主要设备有破碎机、均质机、消毒装置、清洗装置、夹层锅和脱气真空罐等。

加工果茶的工艺流程可以概括如下：

（加入白糖、山楂→清洗→预煮→打浆两者混合→配料蜂蜜、黄原胡萝卜→清洗→切片→煮制胶、水等）→均质→脱气→杀菌→装灌→成品

其中，最主要的步骤是“均质”，该步在均质机中进行，即将调配好的原料倒入均质机中，使果肉进一步微细化而呈稳定的胶体状，以防止成品沉淀和分层，影响外观。均质好的原料通过真空泵脱气（即除去原料中的空气，使其中的氧气含量降到最低，防止营养成分的氧化变质）。脱气后，在不低于95℃的温度下进行热灌装，然后冷却，即为成品果茶。

国内第一个果茶生产工艺由天津市林科所的科研人员参照国外同类产品的加工工艺研制而成，并首次推出国内第一个果茶产品——“耐克特”果茶。随后，天津友谊罐头厂的“仁力”牌果茶相继问世。尽管，当时这两种果茶并未给广大消费者留下多深的印象，但它毕竟开掘了我国果茶业的先河，引发了国内随之而起的商品大战中，激烈程度最大的“果茶大战”的导火索。在这场大战中获胜并将果茶生产推向高潮的是中美合资中国天津帕瑞特食品工业有限公司的“华旗”果茶。该公司以其高质量的产品和奇特包装装潢设计，使果茶名声大振，力排饮料市场上的其它产品，使果茶的销售量扶摇直上，并首次将我国果茶推向海外，远销美国、日本和东南亚各国。随后，在“华旗”的带动下，全国掀起了一股“果茶热”，因果茶生产具有投资少、见效快、效益高等特点，果茶生产犹如一股强劲的旋风，迅速从京、津、冀三省刮向全国各地，同时果条新品种也不断涌现，真如天上繁星，使人屈指难数。近来市场上刚推出的就有“解酒桃子果茶”、“四珍果茶”、“1+1番茄果茶”、“益智果茶”等。

据关贸总协定资料表明，目前像美国、原西德、英国、荷兰和法国等发达的工业国家对这种天然果蔬汁饮料的需求量较大，尤其是我们的隔海邻居日本近年来已大大放宽了对果蔬汁饮料的进口限制，从而为我国的果茶业打开了一个广阔的出口市场。只要我们能严把质量关，充分利用我国现有丰富的果蔬资源，这种新型的茶外之茶完全可以与我们祖先留给我们的历史瑰宝——“茶叶”并驾齐驱，冲出国门，打入国际市场，为国家创造更高的经济效益和社会效益；增强我们的综合国力，加快我们的社会主义现代化建设步伐，壮大国威，增强民族魂魄！

70. “为有源头活水来” ——果园管理中的“滴灌”

果树跟其他植物体一样，为维持其生命活动的正常进行，必须源源不断地从土壤中吸收水分。因为，无论树体本身还是树上所结的果实，在它们的整个生命进程中，生长发育所必需的氮、磷、钾等无机营养物质都是以可溶于水的形式，以水为载体，通过根系的吸水部位被吸收到树体中，并被进一步运输到所需要的部位。可见，土壤一旦缺水（即出现所谓的干旱状态），那么树体便会呈现出“综合饥渴”症状，具体表现为：叶片萎蔫、树体生长缓慢。干旱严重时，树叶黄化脱落，甚至导致树体死亡。

由此可见，适时灌溉是果园管理中的一项重要农业技术措施。

目前，果园管理中常用的灌溉方式主要有两大类，即“漫灌”和“滴灌”。

所谓“漫灌”是指这样的一种灌溉方式：首先以果树的纵行或横行为单位筑成蓄水沟，水流从蓄水沟的一端流入，任其自由流淌，环绕树盘前进，直到每棵树的树盘都灌透为止。

“漫灌”是目前我国大部分果园普遍采用的一种灌溉方式。固然，通过这种灌溉方式可以使树体得到充足的水分，但它致命的缺点是造成水的巨大浪费。尤其在水贵如油的当今世界，“漫灌”的这一缺点显得尤为突出。除此以外，“漫灌”也常常会造成土壤的板结和土壤养分的渗漏。而且，由于各种条件的限制，“漫灌”也不可能经常进行，所以常会造成树体“饥渴不均”的现象，而影响树体的生长和果品的质量。而下面所要谈到的“滴灌”与“漫灌”相比就显得比较优越和完善了。

“滴灌”是目前西欧等一些发达国家果园管理中普遍采用的一种灌溉方式，通常有地上和地下两种形式。无论哪一种形式都采用一定长度并经久耐用的输水管道（通常采用内径为5—6厘米的塑料管）。地上式输水管道的架设常从水源处开始，沿果树的纵行或横行向前延伸。管道离地面的高度与树体的主干高度相当，通过“捆绑”将其固定在树干上。在管道位于树冠下的部位上打“出水孔”，并在“出水孔”上安装可控制水流量的“滴水龙头”，滴水方向朝向树盘土壤。地下式输水管道的铺设跟地上式大同小异。不同之处在于：地下式是将输水管道埋入地下，控制水流量的“滴水龙头”伸出地面，并且在“滴水龙头”与地下输水管道之间有一段联接管，其高度约与树干高度相当，滴水方向同地上式。灌溉用水从水源一端通过一定动力输入输水管道，依次流经每棵树的树盘，通过“滴水龙头”使水源不断地流入树盘土壤之中。

可见，一方面，因“滴灌”可以通过“滴水龙头”来调节水流量，所以。通过“滴灌”可以使土壤始终保持适宜的含水量，并大大节约了灌溉用水。另一方面，周“滴灌”所采用的输水管这一旦架设或铺设好后即可一劳永逸，从而大大方便果园管理，节省了人工。

“滴灌”别于像我国华北平原，西北黄土高原等干旱少雨的北方果品产区来说，意义尤为重大。但因架设输水管道和配备其它相应的机械设备都需要较高的经济投入，而我国大部分果品产区果农的经济状况尚无法与发达国家的果农相比、加之经济体制和果农思想认识等因素的制约，这就大大限制了“滴灌”在我国的普及和推广。但我们可以相信，随着我国农村经济体

制的完善和改革的深入，以及我国农民经济状况的进一步改善，“滴灌”必将成为我国未来果园管理中的主要灌溉形式。

71. 绿色食品

——圆人类“回归大自然”之梦的新世纪食品

众所周知，环境污染已成为一种世界性的公害，是人类面临的生存危机之一。工业文明给现代社会带来了巨大的经济增长，积累了巨大的物质财富、但工业化进程中的副产品；如废水、废气、废渣以及对自然资源的掠夺性开发，对人类赖以生存的环境的污染和损害也日益严重。

民以食为天，环境污染给人类带来的间接的损害是对人类赖以生存的动植物食品的污染，它损害了这些食品的天然结构，在食品中形成了有害于人体健康的化学物质。人们食用这些被污染的食品而诱发的疾病正日益增多，病变的种类也是千奇百怪，其中有许多疾病都是人类病史上从来没见过的怪病。可见，随着地球人类生存环境的日益恶化和环境污染对人们健康的损害的日益加剧，人类正逐步走向与自然的对立。同时，随着人们对健康和食品营养学认识的提高，人们对食品的要求也已由“温饱型”转向了“健康营养型”。因此，“回归大自然，还我洁净的生存空间，生产无污染、无公害、健康卫生食品”的呼声也愈来愈高。

伴随着人类“回归大自然”的强烈呼声，以保护环境，维护人类生存条件为宗旨的“绿色和平组织”、“地球日活动”也应运而生，“绿色大合唱”一时潮头迭起，形成了一股世界潮流。伴随着这股潮流，农业及其相关的食品工业正悄然兴起了一场“绿色革命”。那就是“绿色食品”的研制与开发。1972年，“有机农业国际联盟”（简称IFOAM）在德国宣告成立。其宗旨就是倡导保护人类生存环境。监督并组织各国“绿色食品”的开发与生产。

那么，究竟什么是“绿色食品”呢？

所谓绿色食品，并非指“绿色”的食品，而是指无毒，无污染，安全，优质的食品。包括水果、蔬菜、粮油、豆类、茶叶、家禽、牛乳、鱼类等等。以及由此加工生产的果蔬汁饮料，酒类、乳制品等加工品，是象征生命活力和绿色的食品，国际上又称这类食品为生态食品或无公害食品，寄托着当代饱受环境污染和公害之苦的人们“回归大自然”的强烈愿望。

一般说来，绿色食品都配有特殊的绿色食品标志。我国绿色食品标志由太阳、植物叶片和蓓蕾图案构成。

各国对绿色食品的生产都建立了极为严格的监督管理制度，并对绿色食品的标准作了严格的规定。虽然国与国之间所掌握的尺度不同，但主要含义都是一样的。例如，我国“农业部农垦系统”规定了我国绿色食品的标准如下：第一，产品的原料产地必须具有良好的生态环境。第二，原料作物的生长过程及水、肥、土壤条件必须符合一定的无公害控制标准、以上两条都必须接受“农业部农垦环境保护监测中心”的审定和监督。第三，产品的生产、加工、包装及储运过程应符合“国家食品卫生法”的要求。凡生产绿色食品的厂家和企业都必须服从绿色食品生产监督部门的管理，严格遵守其有关规定。产品出售以前还要经“绿色食品”卫生质检部门的检查，经检查合格便可领到绿色食品证书和标志。

为与国际市场接轨，从1990年开始，我国农业部也开始了对绿色食品的

研制和开发。经过几年努力，现已制定了“绿色食品工程方案”，建立健全了“绿色食品研究开发的监督管理制度”，尤善了“绿色食品申报审批程序”，建成了“中国农垦北方食品研究中心”，“农业部环境保护中心”为核心的绿色食品检测体系。已形成了一个比较完备的关于我国绿色食品开发生“的监督管理体系。

我国地域广阔，像黑龙江、云南、海南等地的许多地区都是地广人稀、山高林密、水土、空气都基本保持在自然状态，拥有优良的生态环境，具有开发绿色食品的天然优势。目前，我国绿色食品的研究和开发方兴未艾，进展很快。到目前为上，我国已设立了七个“绿色食品环保检测机构”，六个“食品检测机构”，在全国二百多个企业中开发、生产三百多个“绿色食品”产品，并在一些城市建立了“绿色食品”专营店，初步形成了以科研、生产、储运和销售为一体的绿色食品行业。并且，为了促进绿色食品事业的发展，国家成立了“中国绿色食品发展中心”，国务院经贸部还批准成立了“中国绿色食品总公司”，以加速我国绿色食品进入国内外市场。

目前，我国开发和生产的绿色食品种类不断涌现，在北京等地的各大商场，标有绿色食品标志的各类食品越来越受到消费者的青睐。像浙江余姚珠茶厂生产的“七叶茶”，河北省河间市科委研制开发的“美玉”牌鸭梨和海南琼海市罐头厂生产的“万泉河”牌椰子汁等绿色食品都是深受人们喜爱的新产品。

随着绿色食品开发的深入开展和人们认识的进一步提高，相信绿色食品必将成为 21 世纪的主导食品，从而使人类“回归大自然”的梦想成真。

72. 工程食品

——人工合成的人类“理想”食品

目前，越来越多的人已经自觉地将食品、卫生、营养和身体的生长发育、健康和抗衰老紧密地结合起来。因此，人们对饮食的要求也不再是那种只求“填饱肚子”而已，而是要求所食用的食品具有更高营养，更有利于健康、这就为食品科学工作者提出了一个较高的要求，促使他们着手研究并生产能满足人们更高要求的这类“理想”食品。

我们知道，人体要进行健康正常的生长，需要各种各样的营养成分，这些营养成分除蛋白质、脂肪、碳水化合物、纤维素等大量高分子有机化合物外，还需要像钙、磷、铁、碘、锌等矿质元素，以及像维生素 A、维生素 B、维生素乙叶酸等维生素和其他微量元素。如果上述任何一种营养成分得不到满足或食用过量，人体就会因营养失调而患各种各样的疾 &。

一般说来，人体通过饮食，从食物中获取各种营养。但遗憾的是，在人类生活的地球上还从未发现一种天然动、植物食品能同时具有上述各种人体所必需的营养成分。所以，食品科学工作者便针对天然食品的这一不足进行了巧妙的构思，结合现代科学技术的应用制造出了一种人类所梦寐以求的食品，即“工程食品”。

所谓“工程食品”就是指用现代高科技，把动、植物原料中的有效成分提取出来或剔除其无用的甚至对人体有害的成分，然后再以这些有效成分为基本材料，进行调味，甚至改性，根据人体的营养需要和调节生理功能的需要，作科学的配方和重组，从而生产出更富营养，更加方便、精细，更加耐

储藏，更具针对性调节人体生理功能和具吸引力的食品。

从上述“工程食品”的概念中，我们可以看出：“工程食品”的几个明显的特点：

第一，平衡营养。前文叙及，农副产品的化学成分各具特色，很难有一种产品能单独满足人体的全部营养需要。“工程食品”把农副产品的有效成分适当配合，取长补短，发挥更好的营养作用。

第二，保证安全。动、植物食品生长和保存在自然环境中，有可能受到农药、重金属、微生物毒素以及各种有毒化学物质的污染，并通过食用侵入人体，而且，在有些食物资源中，天然存在有害物质，对人体健康不利。而“工程食品”属工业产品，无论是原料还是成品都有严格的卫生标准。原料在投入生产前要经过检测，对人体有害的物质必须除去，成品在出厂以前，也要经化验，不合格的产品不能投入市场，因此，“工程食品”在安全方面是比较可靠的。

第三，价廉物美。“工程食品”可以综合利用原料和采用代用品，收到降低成本的效果。例如，国际市场上肉价上涨，对消费者负担加重，工程化肉制品则采用添加植物蛋白的办法，减少肉的用量，以降低售价。

“工程食品”的种类繁多，但概括起来可以归纳为下面两大类：

第一类为“强化食品”，又称“功能食品”和“营养保健食品”。即在食品加工中，补充某些原料中缺乏的营养素或特需成分而制成的食品。食品经强化以后，消费者可以获得营养比较完全的食品，能减少营养缺乏症及其并发症，达到预防为主，提高人民健康水平的目的。从强化食品消费对象的不同，又可以把强化食品笼统地分为两类。一类以健康人为食用对象，以增进人体健康和各项体能为目的。如婴儿强化食品、抗衰老食品和各种增强记忆的食品等。另一类主要供健康异常人食用，以防病治病为目的的食品，即“疗效食品”，如减肥食品等。

第二类为模拟仿真食品。“工程食品”中的仿真模拟食品是采用性质相似但价格低廉的原料，模拟某些价格昂贵食品的色、香、味、形态仿制而成的食品。严格说来，模拟仿真食品又分为以下两类：一类为模拟食品。要求模拟制品的化学成分和真品接近而且外观、口味和组织状态又基本相似。例如，有一种产品以小虾肉为原料，通过成形，仿制特大的对公味与形态和真品一样，而价格却便宜得多。另一类为 BIPff 食品。仿造某一有规格标准的工业产品，其外观、口味、组织状态酷似真品，但其内部化学成分却不同，这一类工程食品叫作仿制食品。多数国家对模拟仿制食品都有严格的规定，凡模拟仿制食品都必须有标签注明，不得以假充真。

尽管人类制造“工程食品”的幻想几乎与人类的历史同龄，但在这一幻想变为现实却仅仅是二十年以前的事。但在这短短的二十年时间里，“工程食品”却已经历了三次革命性的更新换代，目前正朝原料的天然化、生产技术的现代化和产品的功能化方向发展。不仅花色品种繁多，而且产量产值也已增加了近几十倍。月前，在欧美和日本等一些国家，“工程食品”几乎已成了人们饮食结构中的主导食品。

“工程食品”在我国虽然刚刚起步，但随着改革开放的深入和人民生活水平的提高，自八十年代以来，我国的“工程食品”已取得了迅猛的发展。到目前为止，我国“工程食品”厂家已有近千家，产品品种不下二千多种。总销售额达 25 亿。

在建立健全我国社会主义市场经济的今天，研究和开发“工程食品”有着较深远的意义。它不仅使有限的食物得以充分利用，提高人民身体素质，增进健康，减少疾病，还可以进一步利用我国丰富的动、植物中草药资源，生产高质量的食品，打入国际市场。

我国目前“工程食品”生产和销售尚存在许多极不严肃的现象，以次充优，以假仿真，无中生有的大肆渲染等现象时有发生。但只要我国有关政府部门加强对“工程食品”的统一管理，健全有关法规；建立工程食品质量检测中心，加强对“工程食品”质量的监督。那我国“工程食品”业就一定能走向健康发展的道路，使人们能够享受到品种更多，质量更高的“工程食品”。

73. 天赐人类的“真宝玉” ——具有神奇功效的“麦饭石”

“石头”怎能与“宝玉”相比？这岂不是荒诞不经之说！而，这外貌粗陋的“石头”，虽无“宝玉”的玲珑剔透、晶莹俊美，却有着“宝玉”所无与伦比的神奇的功效。它既能使有病之人重获健康，又能使健康之人身强力壮、延年益寿。唐代“药王”孙思邈千金月令已记其方，明代医药界先祖李时珍也已将其列入《本草纲目》，日本、韩国等则称之为“神秘的药石”。这种不是宝玉而胜似宝玉的真宝玉就是本文要介绍的“麦饭石”。

尽管，我们的祖先对麦饭石的医药价值早就有所认识，利溥麦饭石医治人类疾病的历史也是源远流长，但对麦饭石进行系统地开发和研究却始自1986年。现代科学工作者首先在我国发现的麦饭石是产于内蒙古东部山区石场洼的优质麦饭石，并命名为“中华麦饭石”。随后，在中央领导同志的关怀下，国家科委等科研单位的科研人员通力协作，经过几年的辛勤努力，对麦饭石的研究无论在深度和广度方面都达到了国际先进水平。到目前为止，在我国境内已发现了多处麦饭石，如“辽宁阜新麦饭石”和“山东泰安市的北集坡麦饭石”等。并且，麦饭石的应用领域也在不断扩大。

确切地说，麦饭石是一种火山岩斑状岩石，因其外观颇似大米煮出的饭团而得名。经科学研究证明，麦饭石之所以已有诸多神奇的功效，其原因主要是其中含有众多人体正常生长发育所必需的矿质元素和微量元素。像铁、钙、锌、铂、镧等。这些元素一方面通过各种方式参与人体的正常生理代谢活动，调节体液的PH值，而且还能消除、中和人体内残存及有毒物质，即“洗涤细胞”，增强生理机能，提高人体免疫力，起到防病和医病的作用。同时，麦饭石本身还具有较强的吸附作用和离子交换作用，如果用麦饭石处理水，不仅麦饭石中的各种矿物质和有益微量元素会溶于水中而增加水的“矿化度”，而且还能将偏酸或偏碱的水调节到接近中性。同时，麦饭石还能将水中的有害元素（像铅、镉、汞、砷等）和大肠杆菌等致病微生物通过离子交换和吸附作用而除去。

基于上述原因，近几年来，科学工作者在不断探寻、挖掘新的麦饭石资源的同时，也在大力开发应用业已发现的麦饭石。到目前为止，麦饭石已被广泛应用于医药保健、食品加工、水质净化、抗生态环境污染、动植物养殖栽培及水果蔬菜保鲜等行业，经国家工商局批准生产的麦饭石系列产品也在不断涌现，像“麦饭石冲剂”、“麦饭石健身浴品”、“麦饭石啤酒”、

“麦饭石护肤美容霜”、“麦饭石冰箱除臭剂”，山东泰安食品厂生产的“华麦可乐”等都是深受广大消费者欢迎的产品。

另据报道，日乍人在麦饭石的开发利用上则另辟新径，他们将麦饭石磨成精细的颗粒，然后加水制成胶体溶液，再将这种胶体溶液浸入纸或布内，干燥后制成“麦饭石纸”或“麦饭石布”，这种纸或布已被轻工、食品、化学等工业部门广泛采用。如用麦饭石纸制成香烟过滤嘴，不仅会使吸烟者感到有一种柔和感，同时，烟中所含的焦油成分也被吸附而除掉，减少了焦油对人体的危害。另外，用含麦饭石的纸制作小袋，装入咖啡和茶叶，不仅饮用时会使人感到口感柔和，而且还会使咖啡和茶叶长期放置而不变质，这是因为麦饭石还有防止物品（尤其饮料和食品）氧化变质的作用。

可见，麦饭石果然是“天赐之宝”。

据调查，我国境内麦饭石储量较大。几年来的开发应用，这种天然瑰宝已开始大放光彩，在我国产生了较大的社会效益和经济效益。我们相信，随着科学研究的进展，麦饭石的应用范围会越来越广泛，产品的花色品种也会越来越多，其开发和应用前景是令人欣喜和乐观的。

74，食品营养作用和生物抗病作用的巧妙 结合——酸奶和酸奶发酵微生物

凡是喝过酸奶的人一定会被它的黎郁清香所吸引，被它的甘美爽口，柔滑圆润所陶醉，尤其在炎热的夏天，慢慢品味，更会使你感到全身清爽、沁人心脾。据现代食品营养科学和医药保健科学研究分析证明：酸奶的价值远不仅仅这一方面，它是融合食品的营养作用和微生物的抗病作用于一体的典型例子，所以，有能使人“长生不老”之说。

酸奶是所谓的“发酵乳制品”的一种，系指以牛乳、羊乳、浓缩乳、奶粉（加糖或不加糖，脱脂或不脱脂）与酸等食品添加剂为原料经杀菌或灭菌，降温以后加入特定的发酵微生物（常用乳酸菌或双歧杆菌），再经均质、装灌、冷却、包装等工序制成的产品。

常见的酸奶又称“活性乳”，是因为它在一定体积内含有大量具有活性的有益微生物（乳酸菌或双歧杆菌）而得名。

由酸奶的定义可以看出，酸奶的成分主要由两部分组成：其一为发酵后的牛乳，其二是残留于酸奶中的活性有益微生物（乳酸菌和双歧杆菌）。大家熟知，牛乳是深受人们喜爱的营养保健食品，其中含有大量的蛋白质、脂肪、糖分（主要是乳糖）以及人体所必需的矿物质和维生素等微量元素。然而，酸奶之所以能维持人体健康，使人延年益寿，从而成为一种风靡全球的乳制品，最重要的原因是由于酸奶中含有大量有活性的发酵微生物——乳酸菌或双歧杆菌。这些有益的微生物的特殊生理活性和牛乳中的营养保健成分珠联璧合，大大提高了酸奶对人体健康的保护作用，从而使酸奶的身价大增，被誉为能使人长生不老的营养佳品。

最初，酸奶的制作所用的发酵微生物主要是乳酸菌，所以，近年来西方奶业科学家集中研究了这种微生物对人体的保健作用，概括起来有以下几方面：

第一，乳酸菌能强烈抑制肿瘤细胞的生长，具有明显的抗癌变作用。

第二，酸奶中的乳酸菌具有明显的降低血清胆固醇的能力。所以，老年人

常饮酸奶便可防治高血压、心脏病、脑溢血等老年病的发生。

第三，乳酸菌在肠道内能产生几种类似抗生素的物质，以及乳酸、乙酸、甲酸等酸性物质，这些物质对肠道中的病菌有强烈的抑制作用。实验证明，饮用酸奶对预防和治疗慢性便秘和痢疾具有明显的作用。

第四，乳酸菌能帮助人体对食物中所含乳糖的消化和吸收，解除“乳糖不耐症”患者的痛苦。这类病人不能消化乳糖，当他们食用牛奶等含乳糖成分比较高的食品后，会出现腹胀、腹疼、肠道痉挛，甚至下痢等症状。但他们却可以跟普通人一样享用“酸奶”。

第五，乳酸菌本身还具有较高的营养价值。

近年来，科学工作者又发现了一种对人体健康更有意义的发酵微生物——双歧杆菌，它广泛地存在于人的肠道中。双歧杆菌在健康婴儿的肠道中含量较高，但随着人年龄的增长和人体的衰老或人在患病时，双歧杆菌则明显减少，甚至消失。可见，双歧杆菌对维持人体健康和防止衰老具有何等重要的意义。

据科学分析，双歧杆菌除具有与乳酸杆菌同样的生物功能外，因其分解牛乳中的乳糖以形成醋酸为主，而醋酸对致病菌和其它有害微生物的抑制作用比乳酸强，因此，双歧杆菌的保健效果比以生成乳酸为主的乳酸菌更佳。而且，双歧杆菌生成的乳酸具有不同的化学结构，而且有更高的生理活性和代谢功能。因此，双歧杆菌的抗病防病能力和对人体的营养保健作用比乳酸菌更好。因此，自发现双歧杆菌之日起，人们就根据该菌能在肠道定植的特点，试图将它加入到食品中并通过人的饮食作用而将它们带入肠道，使它在肠道中成为一种对其他有害菌具有抑制作用的优势菌，从而达到促进人体健康的目的。“双歧杆菌酸奶”就是应这一目的而研制生产出来的一种比较理想的双歧杆菌食品。

实践证明：长期饮用酸奶不仅使人精力充沛、身强力壮，而且还会使人的皮肤光滑润泽、细腻而富有弹性，使人容貌俊美，健康长寿。

可见，酸奶确实是一种具百利而无一害的饮食珍品，那您何乐而不饮！

75. “SOD”

——生物的“保护神”

大家知道，“SOS”是国际救援信号，它能够帮助处于险境中的人们获得外来援助，解除生命危险。“SOD”与“SOS”虽有一个字母之差，但却有与“SOS”相似的含义，只是它体现在生物界，体现在自然界所存在的所有生命有机体内，它是这些生命有机体（包括从细菌、蓝、绿藻等生物到动、植物和人等高等生物的所有生命有机体）内所存在的一种抗御不良环境的外来侵入，保证生命有机体本身健康生长的内在防御系统。

酶是一种催化剂，生物体内一切物理的或化学的变化都是在酶这种特殊催化剂的作用下进行的。可见，酶对生物有机体生命活动的正常进行起着何等重要的作用。

实质上，“SOD”就是一种具有酶活性的特殊蛋白质，在中文里，我们称它为“超氧化物歧化酶”，“SOD”是它的英文缩写。它是由美国两个名叫“莫卡德”和“夫雷多维”的科学家于1969年首先发现的。后来，人们证明，它普遍存在于动、植物等所有生物有机体中，并作为一种防御物来保护生物体。

为什么“SOD”这种特殊的酶具有这样的功能呢？这要从健康生物的基本结构和这些基本结构如何影响生物体正常生命活动的进行谈起。

首先，细胞既是生物体的最基本的结构单位，又是生物体最基本的功能单位。细胞的完整结构是细胞行使其正常功能的前提和基础。这一点已是被科学家们充分证明了的无可争辩的事实。

健康生物的细胞就好像是一个经巧妙布局的工厂的车间，生物体的基本生命活动（主要是一系列在细胞内发生的物理和化学变化）就是在这个布局合理的“车间”里面有条不紊地进行的。这样一个大的“车间”由许多相互沟通和联结的小“车间”构成，形成一条完整的“生产线”，完成生命活动所需要的原料（即一系列高级和低级化合物，如脂肪、蛋白质、淀粉、各种氨基酸、核苷酸、糖类物质和植物激素等）的生产和能量（主要是热能和可以利用的化学能）的形成。

可见，细胞结构的合理布局是细胞生命活动有条不紊地进行的前提条件，一旦细胞结构遭受破坏，生命活动就会发生紊乱，生物的正常生长发育就会因所需要的原料和能量的供不应求而不能正常进行，外观上就会表现出各种病状，如生长缓慢，提前衰老，甚至死亡。

现代科学的发展，已使人们能借助于电子显微镜等高级显微工具对细胞的细微结构作了充分的认识，证明了组成生物最基本的结构单位的细胞确实像一个“庞大”的“生产车间”，这一个“庞大”的车间由许许多多称为“细胞器”的亚细胞结构单位组成，这些“细胞器”外面都被一层我们称之为“生物膜”的结构所包围，使它们形成一个彼此分离而不致相互干扰的小单位。同时，这些“细胞器”之间又有一种我们称之为“内质网”的管道状结构相连接，从而在它们之间建立了相互联系，使“细胞器”与“细胞器”之间能够进行物质、能量和信息的传递。所有这些彼此分离又相互联结的“细胞器”均悬浮在液体状态的细胞溶质中，构成细胞的大部分内容物，其外表面被一层称为“细胞质膜”的双层膜结构所包围，构成了整个细胞的有生命活性的整体，我们称这个整体为“原生质体”。

可见，大自然赋予了生物体何等合理生命结构！其中，“生物膜”为维持这种完美的结构起了至关重要的作用。它既像一堵墙壁将各个细胞器分割开来，又像一个滤网，使各个细胞器能与周围环境进行必要的物质和能量交换和信息的传递。维持细胞及整个生命有机体的各项生命活动就是在这些既相互独立又相互联系的各个“细胞器”里有条不紊地进行的。可见，一旦细胞这种完美的结构遭到破坏，尤其是生物膜结构的破坏，细胞就丧失了正常功能的发挥，在各个细胞器里正常进行的各项生命活动就会相互干扰，细胞内部就会出现一片杂乱无章的景象，生物体就会发生各种各样的病变，表现出各种各样的症状。

生物所处的环境是极其复杂的，又是千变万化的。许多不良环境，像紫外线，空气中较高的氧浓度，以及由空气污染而造成的空气中的二氧化硫和臭氧等有害气体，还有像干旱、严寒、高温等都能导致细胞膜结构的破坏。其原因是由于这一系列不良的环境条件能使细胞内产生一种称为“活性氧”的物质，它就是引起膜结构破坏的“罪魁祸首”。

大自然既然造就了生物，便同时赋予了它们得以适应大自然并生存下来的能力。“SOD”就是大自然赋予生物体的一种抗御这些不利因素对生物膜破坏作用的内在保护性物质。“SOD”是“活性氧”的克星，它能催化“活性氧”

参加一种特殊的氧化还原反应，将它破坏掉，从而解除了它对生物膜的破坏作用和由此而引起的对生物体正常生长发育所造成的不良影响。

随着现代生物科学的发展，人们对“SOD”的认识正在不断深入，对它的各种物理的和化学的特性已基本上了解清楚，并已着手从富含“SOD”的动、植物组织中提取“SOD”，然后设法将它制成各种类型的制剂，应用于农业、医药保健，日用化工，食品等行业，使它造福于人类。可见，“SOD”的应用范围非常广泛，其应用前景也十分广阔。

农业遥感技术

76. 灵敏的“千里眼”

——遥感技术

提起“遥感”，多数人也许会感到陌生。通过以下介绍你会明白你以前关于遥感已知道了不少。所谓遥感就是在远离物体不与物体接触的地方获得关于物体的一些信息。这样看来，其实我们每个人都具有遥感的功能，人的眼睛、耳朵、鼻子都算是“遥感器官”。如一个人离开物体有一段距离，根本不可能与物体直接接触，但通过两眼的观察能够看到物体，并且能知道它的大小、形状，甚至能知道那是什么；还有当人走近厨房就能嗅到从里面飘出的诱人的香味，也许会猜到里面正在烧米饭；同样人的耳朵也有遥感功能，人能听到远处的各种声音，如马路上汽车的声音、天空上飞机的轰鸣，由此可见遥感对于我们来说并不陌生。

这里我们要谈的是现代遥感技术，它是随着科学技术的发展而发展起来的新兴技术。单靠人体本身的天然遥感，认识世界、认识宇宙、探索大自然的奥妙是远远不够的。首先人眼受空间视域的限制，看不见太小、太远的物体，第二，人眼受物理频域的限制，人的眼睛看到电磁波中红、橙、黄、绿、青、蓝、紫这些可见光部分，而对红外、紫外、微波等没有感觉。现代遥感技术是人类社会发展的需要相应产生和发展的。

遥感技术就是用一定的技术设备、系统在远离被测目标（即物体）的位置上对被测目标进行探测及记录。大家都知道雷达，它就是科学家通过模仿蝙蝠的遥感功能而研究制造出的一种遥感技术设备。蝙蝠，人们美其名“活雷达”，它们在黑暗的岩洞或漆黑的夜晚飞来飞去，施展着绝妙的飞行技巧。蝙蝠靠耳朵收集自身发出的从前方物体反射回来的一种人耳朵听不见的声波，判断周围情况，避开障碍物而自由飞翔。遥感技术的发展扩大了人类的视野，提高了人类认识人类赖以生存的环境和探测地球资源的能力。陆地卫星飞行高度为 918 公里，每天绕地球 14 圈，18 天即可覆盖整个地球；而气象卫星每天就可覆盖地球一遍。

一个完整的遥感系统分三部分：即传感器、载体和指挥系统。传感器就是收集目标反射或发射电磁波信息的装置，最普遍常见的人工传感器是照相机，它将某些物体反射的可见光用感光胶片记录下来，通过冲洗就可得到清晰逼真的相片。载体也叫平台，就是负载传感器的工具，最常见的载体有照相机支架、气球、飞机，还有各种卫星。指挥系统就是指挥和控制传感器与平台并接收信息的指挥部，现代遥感的指挥系统一般均由计算机系统来执行。

由于遥感技术包含的内容较多，有不同的分类方法。按成像机理、传感器是否向外发射电磁波可划分为主动遥感和被动遥感。带闪光灯的照相机和雷达即为主动遥感。按平台的不同划分，可分为地面遥感、航空遥感和航天遥感，机载为航空遥感，星载为航天遥感。

现在遥感技术已得到越来越广泛的应用，已应用于农业、林业、地质、铁道、矿产等部门。

77. 天气预报的新手段

——气象卫星

人们常说：“天有不测风云”，由此可见天气预报工作的困难之大。地球上空大气层，风起云涌，每时每刻都在变化，且变化无穷，要对天气进行准确预报，的确不是件容易事。

可是，人类在认识自然改造自然的过程中不会甘拜下风，借助先进的科学技术手段，人类的预测能力大大提高。气象卫星是人们对天气进行预报的强有力的助手。气象卫星遨游于大气层之上，变幻莫测的云雾尽收“眼底”。

气象卫星是空间遥感内容的组成部分，同时气象卫星又是整个气象学中的一个重要分支。在空间遥感技术发展的历程中，气象卫星的发展是走在前面的。美国 1960 年 4 月 1 日发射了第一颗气象卫星，而它的地球资源卫星的发射是在其气象卫星发射后 10 年于 1970 年才开始运行。中国于 1970 年 4 月发射了一颗自己的气象卫星。

气象卫星的发展是随遥感技术的发展而前进的。开始时有人利用风筝携带简单的气象仪器进行空中探测，接着一些勇敢的大气科学探索者，冒着生命危险乘汽球吊篮升入高空观察气象要素，为气象探测开拓了新方法。20 世纪 30 年代末 40 年代初，由于无线电技术的发展，发明了探空仪，以汽球为运载平台，探空仪为传感器进行大气湿度、温度、气压等要素的遥测，探测高度达 30—40 公里。

第二次世界大战期间，雨云在军用雷达上反射回波的现象引起气象专家的注意。通过研究，人们看到这些回波能很好地反映云体结构和降雨情况，这就是气象上较早开始应用的微波遥感。

50 年代后，空间技术的快速发展使气象火箭探测高度达 30—80 公里，较大的火箭可达 100 公里，从而扩大了气象观测的范围，提高了天气预报的水平。由于人们能从火箭上拍摄的照片上看到云系结构，如风暴的旋涡云系、寒潮的绵长云带都清晰可见，由此促使人们开始想到利用空间气象观测站来监测地球大气的各种变化，这就是气象卫星的设想。

60 年代以后，遥感技术的全面发展，使得气象卫星观测成为现实。1960 年世界上第一次成功地发射了气象卫星。到 1983 年底，世界各国已发射了 154 颗气象卫星，有 120 个国家，220 多个地面接收站直接接收卫星发送的信息，从而开辟了从宇宙空间探索大气的新途径，致使气象科学出现了一门新的分支——气象卫星学。

气象卫星资料的应用表明，自 60 年代中期以来，美国每年用于气象卫星的资金约两亿美元，但由于天气预报准确，每年减少恶劣天气造成的损失达 20 亿美元。气象卫星观测资料的应用远不仅限于气象业务，特别是它在农业遥感工作中存在着巨大的应用潜力。

78. 未卜先知

——遥感技术应用于农业估产

地球是太阳系中已知唯一能维持人类生存的地方。但人类的活动恰恰使这个星球越来越不适于人类的生存。目前，世界上二分之一的人仅仅要求能维持生命，因此粮食问题是不得不令人特别关注的问题。农作物产量是每个国家重要的经济情报，特别像我国这样一个人口众多、人均耕地面积少的国

家，农业生产的形势严重影响着国民经济的发展。

人们希望于农作物收获前后以最快的方式取得农作物产量的情报，以期预警粮食的异常短缺，并采取相应的措施，如合理的运输、贮藏、加工、市场调度等。自 70 年代，美国就开始了遥感估产，使农作物产量估测发生了根本性变化，而且在遥感技术本身的领域内，也开始了由陆地卫星逐步开始用气象卫星进行大面积估产。美国在一个州的二十几个试验场进行遥感估产，其估产数字与美国农业部后来统计的数字仅差 3%，并提前两个月作出产量预报。

农作物产量取决于作物品种、播种面积和生长情况。多年来的实验已表明，现在的遥感装置完全具有分辨不同农作物的能力。通常植物是绿色的，这是为什么呢？让我们先来了解一下太阳光的组成，直观地看太阳光是白光。如果做个实验，让太阳光通过三棱镜，就会发现白色的太阳光分成了红、橙、黄、绿、青、蓝、紫 7 种颜色的光，也就是我们常说的“七色光”。再来谈谈物体的颜色，在黑暗的角落里的本身不发光的物体我们是看不见其颜色的。而我们所看到的物体的颜色是物体反射太阳光、灯光等的结果。可见光（如太阳光）照射到物体上，物体吸收掉几种颜色的光，反射它不吸收的光，我们接收到这种反射光，就认为这种光的颜色就是物体的颜色。植物受太阳光照射后吸收了红光、蓝光，反射绿光，植物就呈绿色。不同的作物或同种作物在不同的生长发育期，颜色也有细微差别，借助一定的遥感手段能分辨出这些差别。这是判别作物种类、生长情况，用来进行遥感估产的依据之一。

卓有成效的美国“大面积农业估产实验”利用陆地卫星一号和二号每隔九天轮流在麦田上空用多光谱扫描拍摄作物的反射光谱，因此在多光谱像片上可以区分小麦从幼苗到开花、变黄等不同生长期的情况，最后可以用计算机圈定麦田并计算面积。通过多种因素的综合分析，就可推出农作物产量。这些复杂的运算由现代计算机技术承担胜任有余。

79. “入地三分” ——遥感技术应用于地下水探测

1984 年，一颗离地面 890 公里的卫星飞越澳大利亚上空时，拍得其下的红外像片。澳大利亚的科学家分析这些像片时发现，一条带状的影像从澳大利亚西北岸的布鲁姆以南 400 公里开始，一直延伸到茫茫的沙漠中心，而且这影像所显示的湿度在夜晚明显降低。科学家们根据这些迹象推断，沙层下可能埋藏着地下河。于是，他们把厚厚的沙层挖开，终于在地下 30 米深处找到一条巨大的古河道系统。

曾几何时，有关人体特异功能的报道使多少人为之惊叹不已，连颇负盛名的科学家也为之折服，其中主要一种是能用眼睛透视的功能，待有此种特异功能的人能透过纸、金属、墙壁看到里面的东西，真是不可思议。关于特异功能目前还无法用现代物理学原理解释清楚，因此关于特异功能的争论还没有最后定论。可是遥感具有透视功能是千真万确的。雷达对许多介质具有穿透性，它可直接获取地表下某一深度处地质状况的图像，犹如把表层植被、土壤层剥离后成像一样。

在干旱地区，水贵如油，人与自然争斗的焦点就是水。在非洲腹地，经

常可见在旱魔肆虐下的惨状：烈日当头，田野龟裂，牲畜死亡，儿童骨瘦如柴，婴儿嗷嗷待哺，只要有水就能拯救这一切。在这里找水是非常艰巨的任务。但是借助遥感技术找水是非常经济有效的措施。大多隐伏在地下的水源与周围环境在像片上形成色调明显的差异，并且具有一定的几何形状。美国利用遥感像片在费拉赛和斯卡吉特河冲积平原的沙漠沉积地区发现了 30 多个可供利用的深水源。用同样方法，在刚果原始森林里也发现了古河床，地下水极其丰富。应用遥感手段在干旱的埃及西部发现了古河道。

我国利用航空像片及常规调查方法，对华北平原的古河道进行了长时间的系统研究，基本上勾画出了古河道的面貌，其中隐藏着丰富的地下水资源，为缓解北方缺水问题将做出巨大的贡献。

80. 会当凌绝顶，一览众山小 ——遥感技术绘制土地利用图

当今人类面临着许多棘手问题的挑战，首当其冲的便是粮食和能源问题。据推测，到 20 世纪末世界人口将达到 660 多亿，而世界耕地却不能相应地增加，相反，由于水土流失、沙漠化、工矿、城镇和旅游用地的侵占，日益吞食着有限的耕地。越来越少的耕地如何养活地球上越来越多的居民？农业土地利用监测，特别是农业遥感土地利用监测是一项重要的研究课题。科学家们倾注了大量心血，已取得了可喜的成绩。

农业资源研究要求大量的情报，用一般方法收集资料既慢又不准确，也很不充分。遥感技术可提供大量的、可靠的、及时的情报，有利于农业的计划、开发和管理。

我国的农业遥感，是以土地资源调查入手而进行的。在各级农业自然资源及农业区划办公室的统一协调配合下，各省、自治区基本完成土壤图、土地利用图、土壤类型图及土地资源评价等图件。

从 1959 年起，前后经历了数年的时间，动员了农业技术干部、农业院校有关专业的学生和农民组成一个 100 多万人的队伍，完成了我国土壤普查工作，产生 1:250 万全国土壤图，初步摸清了我国土壤资源的底。这是一场时间、人力和物力的巨大消耗战。

而目前我国开展的第二次土壤普查，遥感技术又一次显示出巨大的威力。

土壤的腐殖质含量、土壤质地和含水量的差异及由它所决定的土壤类型在遥感像片上均有反映，70 年代我国开始探索卫星像片在土壤调查制图上的应用的可能性，并也取得一些成果。

我国在南方红壤丘陵区、北方半干旱平原区等四个典型地段的工作表明，航空像片的应用比常规土壤调查方法有很多优越性，有如下几方面：缩短调查时间；能提高工作效率 4—5 倍；增加图幅内容的详尽度；提高图斑界线的准确度；节省费用。

30 年前，美国靠现场调查作土壤分类，效益很低。例如，在阿拉斯加的西沃德半岛顶端，花费了几年时间对 28000 平方公里的土地进行土壤调查。现在利用卫星遥感图像，只用了 10—15 个小时，就勾画出这一地区土壤类型的分布状况，而且比原来的分类更详细，从原来的 6 种增加到 12 种。

目前，遥感技术可直接判断土壤肥力，土壤干旱程度及需水量，测量土

壤温度和土壤侵蚀程度，划分土壤的污染程度和范围等。联合国粮农组织的土壤部门参照卫星像片已编制出世界土壤图、土地利用图和土地潜力图。

现代遥感技术的影像成像频率高，在一个区域内可以 3—4 天即得到一张遥感影像，特别是遥感作为信息源，提供大量丰富及时的信息，用计算机技术进行处理，进行资源数据自动更新，为土地资源监测和管理决策提供可靠的方法和依据。

81. 天灾无情人有情 ——遥感技术对灾害的预报与监测

1980 年，5 月至 8 月，近百天中，湖北地区下了 14 次大雨或暴雨，8 月 29 日的一场暴雨后，位于汉江平原的长湖水位达到 31.31 米。9 月初汉口水位为 29.76 米，这是水位记录以来的第三位高的水位记录。汉口地面高程一般为 24—25 米，河水居高临下，万一堤坝溃决，洪水一泻千里，后果不堪设想。情况更为严重的是，当时湖北西部、四川境内有大面积雷雨云，湖北东部江西有台风威胁，“大兵压境”两面夹击，形势异常险恶。分洪不分洪为关键性的问题，如果分洪，武汉安全有保障，但分洪区人民要付出惨重代价；如果不分洪，分洪区人民可以安居乐业，武汉三镇则时刻处于危险之中。在这生死攸关的时刻，湖北气象台的科技人员帮助有关部门采取果断决策：不分洪！他们依据对遥感图像的分析判断，根据卫星云图及常规天气图的分析结果认为：湖北东部的台风不会进一步深入湖北，西部的雷雨云也只能南移而不再东侵，所以继续降大雨的可能性很小，长湖水位将会保持稳定并逐渐下降。事实证明，他们的决策是非常正确的。

我们可以利用遥感来监测地区的河流和水库的变化情况，从而推断该地区旱涝的发生情况。当河流泛滥时，从卫星图像上可以看到它的泛滥范围，还可以利用不同时间形成的影像来分析和计算其淹水面积及积水时间，从而推算其受害程度。

1973 年，美国密西西比河泛滥，通过比较圣路斯地区正常水位和洪水水位的图像，就能看到洪水的大小。它是用 1974 年 4 月的卫星影像资料来勾划出路易斯安那的洪水区，再与土地利用图进行比较就可确定市区及其他地方的灾情，并把这些情报提供给政府用来迅速进行灾情分析和联邦的自然灾害援救资金计划。

遥感技术还应用于森林和草原火灾的监测。1987 年，中国大兴安岭北段发生了一场特大森林火灾。这场大火延续近一个月，过火面积超过一万平方公里。当这场大火发生时，我国有关单位就运用卫星图像进行火情发展的实时监测。在整个林火期间，处理分析了气象卫星、陆地卫星的多幅图像，及时掌握了火情变化，包括火场精确位置，火头蔓延方向以及各项防火救火措施的效果等重要信息，为救火指挥部决策提供了依据，利用卫星图像记录了林火从起始、狂燃、续燃以至熄灭的全过程，充分显示出卫星遥感在林火实时监测中的重要作用与无可伦比的优越性。

遥感同时还应用于作物病虫害的监测，遥感监测可以快速、全面、及时、准确地反映灾情，有利于主管部门作出科学的决策。

畜牧学

82. 方兴未艾的宠物 ——伴侣动物

近年来，随着人民生活水平的提高，养猫和养狗热在各地悄然兴起，特别在城市，世风日盛。由于猫、狗等动物有很高的娱乐、伴侣价值，因而受到人们的青睐是当之无愧的。目前，常见的宠物有：狗、猫、兔、豚鼠、白鼠和鸽子等。这些家养宠物易于饲养、易于驯服、性情温顺、对环境的适应能力强，它们不需要特殊的照顾，而且还有独特的优点，能够满足人们的不同需要，给人们的生活增添了许多乐趣。例如经过特殊训练的狗，可以用来牧羊、看门、狩猎、观赏、伴侣、侦察等，而猫却更偏重于伴侣和观赏方面。

现代城市生活中，狗和猫已成为宠物中的骄子。它们除了观赏用途外，主要充当伴侣的角色，它们不仅给孤独的老年人带来新生活的气息，给刚刚下班归来的中年人轻松、欢快的家庭娱乐环境，而且还可以陪孩子们一块儿做游戏，提高他们对动物和自然界的兴趣。

经过人为的长期选择，由野生动物驯化而来的宠物形成了各地独特的地方品种。如狗有北京狗、中国狮子狗、哈巴狗、德国牧羊犬、俄国狼狗等；猫主要有中国家猫和波斯猫等；兔的主要品种有中国家兔、新西兰兔、安哥拉长毛兔和英国垂耳兔等种类。

作为伴侣动物，它们有很强的理解能力，随着主人的口哨或者手势，狗可以做许多的动作，或者帮助主人干活等，所有这一切，都是经过长期的艰苦训练养成的狗的习惯性行为。对于伴侣动物而言，狗和猫的训练极为重要。由于它们善解人意，所以正确而持续的手势、声音的训练是养成狗、猫良好习性的关键。比如训狗，要利用条件反射的原理让狗完成一些复杂的动作；利用神经系统的抑制过程来消除狗的某些不良习惯。当然，训狗过程中的各种拍打等机械刺激和食物刺激要适度，不应太强或太弱，以免造成动物的消极行为，同时，应对不同种类的动物和不同的神经类型要采取不同的训练方法。很显然，德国牧羊犬和哈巴狗的训练方法是不同的。

长期以来，伴侣动物的饲喂和营养一直没有受到重视，这是因为人们对它们宠得过分造成偏食习惯，或者是主人确实不懂或不大注意这方面的缘故。其实，注意宠物的饲喂和营养需要是极为重要的，因为合理的营养和饲喂方式可以促进宠物的正常发育，防止各种营养缺乏症。如狗和猫的维生素类缺乏症、佝偻病等均可通过食疗来防治。

作为动物，宠物也存在着各种各样的疾病，所以要在适当的时候给它们注射疫苗、检查身体，并积极地防治各种体表寄生虫和传染性疾病等。值得重视的是：主人应该注意一些人畜共患病，防止主人从宠物身上感染各种疾病，如狗和猫的狂犬病、猫抓热、猫白血病、猫的沙门氏肠炎、麻疯病、结核病及其它各种体表和体内寄生虫病。当然，没必要太害怕这些共患病而不敢碰宠物，其实，经过严格的预防和治疗措施后，这些疾病大都可避免。

最后，值得重视的是：宠物热是生活水平提高的一种标志，发达国家普遍饲养的各种伴侣动物，对我国的大多数居民来说还不大可能，因为我们的生活水平还没有到那一步；对已有家庭宠物的居民来说，应特别注意人畜共患病，因为我国没有建立相应的伴侣动物医院，所以应经常到兽医站去给动

物作检查，以预防疾病为主；对青少年来说，正值学习知识的黄金时期，切忌玩物丧志，不应过分沉溺于饲养宠物之中，应该有适度的节制，多学习才对。

83. 借腹怀胎 ——胚胎移植技术

一百年前，英国剑桥大学的胚胎学家瓦尔特·希普将两个长毛兔的早期胚胎移植到比利时母兔的体内，结果生出了4只比利时仔兔和2只长毛兔，这标志着世界上首例移植胚胎的成功。受他的启发，本世纪以来，人们陆续在马、牛、羊、猪等动物上移植胚胎成功。目前，家畜的胚胎移植技术已在发达国家有一定程度的普及，为世界畜牧业的发展带来了巨大的效益。

胚胎移植，也叫做受精卵移植，简称卵移植，它的含义是将一头优良母畜配种后的发育不超过七天的早期胚胎取出体外，移植到另一头同种的生理状态相同的母畜体内，使早期胚胎在“养母”体内发育成新个体。这项技术的实质，就是由优秀母畜产生优质胚胎，然后由普通母畜承担怀孕任务。由于母畜在怀孕期间不能配种产生新胚胎，所以，把优良母畜的胚胎寄养在普通母畜的体内，而让优秀母畜继续发情配种产生更多的优质胚胎。

80年代初，我国的科学工作者成功地将一个黑白花奶牛的早期胚胎移植到黄牛体内，并顺利地产下了一头黑白花小牛。这头小牛的遗传物质来自其黑白花父母，而在妊娠期间所需的营养物质来自黄牛。一般地，黄牛只影响小黑白花牛的体质发育，而对它固有的外貌、产奶等本质特征没有影响。

畜牧科学的研究目的之一，就是最大限度地发挥家畜的生产潜力。在公畜方面，人工授精和冷冻精液技术已充分发挥了优良种公畜的利用潜力。但是，对一个后代来说，它的遗传物质有一半来自公畜，另一半来自母畜，于是，开发母畜的繁殖潜力成为动物繁殖学的主攻方向之一。胚胎移植正是一种有效的办法，通过移植胚胎，可以充分地利用优秀母畜的繁殖潜力。一般而言，一头奶牛一生只能生七、八头小牛，通过胚胎移植技术，则可达到上百头，这无疑给畜牧业生产带来了一场革命。

为什么能够实现借腹怀胎呢？这是因为：一方面，刚生成的早期胚胎还没有固定在母体子宫内，也就是说，它还没有和母体建立妊娠联系，因此，可以把它从优良母畜体内取出来，并放在养母体内，让它和养母建立妊娠联系，即让养母承认胎儿的存在，并给它提供生长发育所需要的营养物质；另一方面，可以用人工处理方法使养母的生殖系统产生一系列变化，这些变化是为妊娠作准备，也就是让养母给早期胚胎提供一个适宜的生长发育环境。

目前，胚胎移植技术已成为其它生物技术的配套技术。作为一种先进的生物技术，移植胚胎有很高的要求，它不仅要让胚胎在移植前后所处的环境一致，即优良母畜和养母的生理状态相同，而且整个移植过程要轻而快，防止病菌的污染，确保胚胎的质量。随着科技的发展，这一技术在我国已逐渐普及，相信它将给我国的畜牧业带来巨大的发展。

84. 人工多胞胎 ——胚胎切割技术

胚胎移植技术，为充分利用优良母畜的繁殖潜力提供了有效的途径，但是，一个早期胚胎只能发育成一个完整的个体。科学家并不满足于此，他们希望一个胚胎能生成多个完整的个体，以便得到更多的后代。人们发现：许多天然的双胞胎是由一个受精卵分裂成两部分后生成的，即所谓同卵双生现象。既然有天然的同卵双生现象，那么，是否可以人为地制造同卵双生呢？事实证明，这一想法是可行的，而且已得到了人工多胞胎，实现这一愿望的技术就叫做胚胎切割技术。

科学家发现，受精卵在刚开始发育的时候，由一个细胞分裂成二个，然后二个到四个、四个变八个……。即在胚胎的前期发育过程中，早期胚胎像细菌一样繁殖，而且这些细胞的形态和功能都相似，即没有分化形成像神经细胞、肌肉细胞那样的细胞，早期胚胎的这一发育过程是在一个由蛋白质构成的保护层（称透明带）中完成的。有人通过显微手术将保护层内的早期胚胎用微细玻璃针吸出来后，再用玻璃刀将它切成几份，然后把每一份又放回到一个事先准备好的空的保护层内继续生长发育，结果发现，这样每一份细胞团均能发育成一个新个体，于是，胚胎切割技术成功了。最初，研究人员得了人工双胞胎牛，现在，已有人获得了牛的人工八胞胎，看来，该项技术已日趋成熟。

胚胎切割技术是对早期胚胎进行手术切割，这种早期胚胎有两类，一类是约由 64 个细胞构成的内细胞团；另一类是八个细胞阶段以前的早期胚胎，若将八个细胞完整的分开，则这些细胞又可独立地形成八个新胚胎，这种特性称之为全能性，利用早期胚胎的全能性特征，也可以进行胚胎分割，以获得人工多胞胎。

人工多胞胎技术，不仅为畜牧业生产提供了更多的优良畜种，而且还对动物遗传和育种理论的应用有很大的价值。对于奶牛这样的单胎动物，预测它们的产奶能力等特征是很不容易的，如果有了这种几乎没有先天差异的多胞胎，利用它们的产奶能力等经济性状，就可以更准确地估计种公牛和种母牛的优良程度和遗传指标，以便选择出更优的种畜来。

胚胎切割，虽然有成功的事例存在，但它还不太成熟，随着科技的不断进步，这种胚胎切割技术最终也会像胚胎移植技术那样，成为一种动物繁殖技术领域中的常规方法，并为畜牧行业生产带来巨大的效益。

85. 一头牛最多能生几胞胎？

——核移植技术

利用前面介绍的胚胎切割技术，有人成功地得到了牛的八胞胎。这里所说的核移植技术则更上一层楼，其效率远远高于胚胎切割技术，理论上估算，通过细胞核移植手段，一个牛胚可以得到 64 个左右的胚胎，若将其与下面所谈的胚胎干细胞技术结合在一起，则得到的胚胎数将远远地超过 64 个。

对一个完整的动物细胞来说，主要有细胞核和细胞质两部分。其中，细胞核的主要内容是遗传物质，这些遗传物质不仅可以遗传给细胞分裂后的后代，即保持了物质的稳定性，而且，它们还控制着细胞一生的各种活动，宛如人的大脑一样发号施令。细胞质主要包含各种细胞器，这些细胞器在细胞核遗传物质的指挥下执行各种任务，如分泌激素或酶等物质、产生抗体、吞食异物等等。由此我们看出：细胞核是细胞的关键中枢，而细胞质只是通过

一定的方式来体现生命的过程。于是，有人这样设想：将一种细胞的细胞核移到另一种细胞的细胞质中，结果将如何呢？由此深究，终于诞生了核移植技术。

核移植技术在动物繁殖学领域的表现就是将一枚早期胚胎的每一个细胞核移植到多个去核的成熟的卵子中，让细胞核利用去核卵子的细胞质来合成这个核所需要的物质。这种重新组装的胚胎在人工条件下培养一段时间后，便可进行胚胎移植，得到与供体胚胎基因型相同的后代。在动物繁殖领域，常将优良核与去核卵子的细胞质移植到一起，经过一段时间的熟悉和适应后，优良核下达各种命令，而去核卵子的细胞质便认真地去完成这些指令，最终结果就是形成具有优良核遗传物质的后代。与胚胎移植相比，核移植的实质是优良细胞核利用普通细胞质为自己服务，而胚胎移植则是优质胚胎利用养母的子宫来为自己服务。

世界首例核移植技术，是由布里奇斯和金在 1953 年完成的，他俩用此方法得到了两栖动物美洲豹蛙胚胎核移植的后代。从 1986—1991 年的 5 年时间内，哺乳动物核移植技术取得了飞速发展，先后获得了小鼠、兔、绵羊、山羊、牛和猪的核移植胚胎后代，所有这些，为胚胎工程的发展起到了极大的促进作用。

核移植技术，不仅为科学实验和生物学领域的基础理论研究有重要意义，而且，它还对畜牧业生产有着更为现实的应用价值。举例来说，通过这项技术，可以将任意一头高产奶牛的遗传物质在世界范围内的牛群中扩增；它还可以扩增转基因动物的数量，以提高整个畜牧生产的水平。目前，该项技术的发展方兴未艾，这将给全世界带来福音。

86. 超级小鼠 ——转基因动物

1981 年，两个外国学者将大鼠的极小一部分遗传物质注入到小鼠体内，结果小鼠生长特别迅速，并且比普通小鼠大一倍，这种小鼠便被称为超级小鼠。这究竟是怎么回事呢？

大家都知道，每一种动物都有它们自己特殊的遗传物质。通过一定的方式，这些遗传物质控制着该种动物的所有共同特征，同时还控制着每个动物的生长发育等一系列的生命过程。为了方便起见，这些遗传物质常被人为地区分为无数小片段，其中，具有生物活性的小片段称为基因，如与胰岛素合成有关的胰岛素基因，与生长激素合成有关的生长激素基因等。若将大鼠的生长激素基因拣出来，并且注入到小鼠体内，这段基因便在小鼠体内合成大鼠的生长激素，在大鼠生长激素的作用下，小鼠迅速生长，即得到所谓的超级小鼠。这种技术就是转基因技术。

微生物学家发现，最低等的噬菌体是一个十足的懒虫，它们从来就不亲自动手合成构建自身的蛋白质，当它们碰见细菌时，它们马上将自己的遗传物质注入到细菌体内，这些注入到细菌体内的噬菌体的遗传物质，一方面可以在细菌体内长期存在，并且伴随着细菌的分裂而复制自己；另一方面，它们马上可以利用细菌的蛋白质合成系统来生产噬菌体自己的外壳蛋白，并包围自己。这种现象说明：外源基因可以稳定地寄居在宿主的遗传物质中，并且在适当的时候，还能合成外源基因的产物。

既然低等的微生物能将自己的遗传物质寄居在别的生物体内，并生产它自己的后代或者其特殊的蛋白质等产物，那么，能否用人工方法在奶牛等高等动物的体内实现外源基因的表达呢？如果能将人的胰岛素基因注入奶牛体内，并让它在乳房中生产胰岛素，那么，糖尿病人就可以喝这种含有胰岛素的特殊牛奶来免除疾病的痛苦了，如此诱人的前景终于导致了转基因技术的诞生。

人们将凡是带有外源基因的动物都叫做转基因动物，在高等动物中，目前已有转基因兔、转基因猪和转基因羊的成功报道。科学家常在显微镜下将有用的外源基因注入到高等动物的受精卵中，然后用一定的方法来检查后代是否携带有外源基因，如果有的话，它在什么位置上，能不能表达等。目前，这一技术还在初期，仍有很大的问题存在，如这种外源基因的随机整合很容易破坏内源的遗传物质，导致动物的致死；又如已经整合的外源基因在表达时间和空间上的不确定性，本来希望在长大后表达的基因却在刚一出生就起作用了，希望在乳腺中表达的却在肝脏中表达了等等。

将来，如能按人的意志将外源基因固定在特定位置上，并能在有效脏器中表达，而且这种表达受人为控制，那么，科学家就可以用转基因技术来治疗一些遗传疾病，如镰刀型贫血症、色盲等。但是，值得注意的是，这些携带有外源基因的人属于什么范畴呢？这一定会引起整个社会伦理和道德的混乱；而且，这种转基因技术若被利用来创造对人类生存有威胁的致病性微生物或者有害动物和植物时，这种严重的行为有可能毁灭了整个人类。因此，转基因技术的利用，必须由有关国家制定一定的限制性政策，以防止这种不必要的混乱。

87. 试管牛的诞生

——胚胎的体外生产技术

1978年，世界上首例试管婴儿的诞生轰动了整个世界，引起了全世界人的注意，而且引发了持久的有关伦理和道德的争论。其实，早在40多年前，人们就已成功地得到了试管兔。最近十多年间，人们已培养成功了多种试管动物，有些已在畜牧生产中被应用。试管婴儿的成功就是建立在胚胎体外生产技术之上的。

体外生产胚胎的过程，就是将来自种畜的精子和卵子（指成熟的卵母细胞），用人工方法让它们在体外受精形成受精卵，然后将受精卵在人工条件下培养七天，得到可供移植用的早期胚胎，最后将早期胚胎移植到养母体内，经过一定时间的怀孕，最终产下试管动物。胚胎的体外生产技术，是一个很复杂的连续性生物工程。胚胎体外生产的主要过程是：卵母细胞的体外成熟、精子的获能和精卵的体外受精、早期胚胎的体外培养三部分。下面将分别予以简介。

用人工方法从母畜卵巢内取得的卵母细胞，大多数都还没有完全成熟，即它们的发育停滞在一定阶段，这样的卵母细胞没有受精能力。为了解决这一问题，人们将这些卵母细胞先在一种特殊的溶液中培养一段时间，使卵母细胞自发地生长发育到完全成熟的状态，这样就可以进行下一步工作了。

用人工采精的方法得到的公畜精子，它们还没有受精能力，必须将它们放在钙离子溶液中一段时间后，它们才具有受精能力，这一现象称为精子的

获能，它是由美籍华人张明觉先生发现的。当有了获能的精子和完全成熟的卵母细胞后，便可将二者放在一起进行体外受精了，精子游到卵母细胞身旁后钻入到卵母细胞体内，也就是说，精子和卵母细胞完全融合在一起，这样便形成了受精卵。

紧接着，在人工条件下将受精卵进行体外培养。在七天左右的时间内，单个受精卵开始发育变成具有内细胞团的囊胚。在这个关键时期，并在一起的精子和卵子的遗传物质开始利用卵母细胞的细胞质来合成它需要的物质，稍有不慎，早期胚胎便会死亡。

最后，发育至囊胚阶段的早期胚胎，便可用胚胎移植的技术移植到养母体内，并得到最终的试管动物。虽然称为试管动物，但它只在整个生命由精、卵生成到发育成活的动物体这一过程的最前面的十多天是在体外培养，其余妊娠都是在养母体内进行的。

综观整个体外生产胚胎的过程，它不仅要根据需要随时更换培养液，而且还要在显微镜下进行操作，每一过程还必须绝对灭菌，以防止污染，所以，这一技术能得到的活的动物只是百分之几，除了这些人为因素外，还有一些早期胚胎发育的因素是不清楚的，因而也制约了成功率。但是，这一技术有着很高的实用价值，因而一直受到科学家的关注。

胚胎体外生产技术，若最终能和转基因技术、核移植技术、胚胎干细胞技术等成功的结合在一起，则将给整个畜牧业的发展带来一场革命，也就解决了人类的菜篮子工程。

88. 一对“夫妇”，“子女”知多少 ——胚胎干细胞技术

本世纪 50 年代，人们就发现植物的体细胞是全能性细胞，随便一根枝条插在土壤里就能开花结果，发育成新植株。对于微生物细胞的全能性，人们知道的时间就更早了。受此启发，人们开始寻找具有全能性的动物细胞，视线主要集中在生命刚诞生之初，经过无数胚胎学家孜孜不倦的探索，终于发现：鱼和两栖类等低等动物从 2 细胞期到囊胚期的细胞都具有全能性，而高等哺乳类从 2 细胞期到 64 细胞期以及内细胞团也具有发育的全能性。这种具有全能性的动物细胞，它们不仅有细菌那样的无限分裂的能力，而且分裂形成的新细胞没有分化现象，即所有细胞的形态和功能都相同，而不会分化成像神经细胞、肌肉细胞等那样的特殊细胞，更重要的是，这些独特的全能性的动物早期胚胎细胞，当它们被包装到空的透明带中时能发育成新胚胎。利用早期胚胎的这种特性，可以将某一种动物的全能性胚胎细胞用人工环境培养，每培养出一定体积的全能性细胞团，就把它们注入到空透明带中发育成新胚胎，如此反复，就可以得到无穷无尽的同一胚胎的无数个相同的后代。离体的人工培养的全能性细胞就像一个取之不尽、用之不竭的胚胎生产厂，该厂的产品经透明带包装后即形成大量相同的动物，这种技术就称为胚胎干细胞技术。

由于极其复杂的技术手段，该种技术的真正实现远远落后于设想。伊文斯和克夫曼两人花了整整七年的时间，在 1981 年，他俩终于从小鼠的内细胞团中分离出全能性细胞，并培养成具有无限分裂能力的胚胎干细胞系。自从小鼠胚胎干细胞系培养成功后，科学家信心大增，许多人开始培养兔、牛、

马、羊、猪、鸡等畜禽的干细胞系，遗憾的是，直至现在，还没有人培养成功这些畜禽的胚胎干细胞系。

胚胎干细胞还有另外一个重要的用途。也就是将某一种动物的内细胞团注射到正常动物的囊胚腔中时，它能参与宿主内细胞团的发育，广泛分化成各种组织。利用这一特性，可以用内细胞团将有用的遗传物质导入高等动物的胚胎，以便获得具有特殊生产能力的转基因动物。

通过胚胎干细胞技术还可研究一些发育生物学的问题，可以人为地控制条件，使这些干细胞缓慢分化出其它各种细胞和组织，这样就可以弄明哪些组织和器官优先发育，哪些滞后发育，为生物的进化和分类提供一些必要的看法和证据。

遗憾的是，这项技术还处在实验阶段，还没有完全成熟的技术程序。但是，随着科技的发展，总有一天，人们会得到一些畜禽的胚胎干细胞系，并用来促进畜牧业的极大发展。

89. 小鸡羽毛颜色告诉你的 ——雌雄自别和伴性遗传

众所周知，一窝刚刚孵出的雏鸡，公母各占一半，而在蛋鸡生产中，我们真正需要的是母鸡，公鸡却没有多大的用途，所以，尽早地将公母雏鸡分开，可以节省大量的饲料，这在经济上是划算的。但是，如何才能尽早地将公母雏鸡分开呢？传统的方法就是初生雏鸡性别的翻肛鉴别，由熟练的技术员对每一只雏鸡进行鉴别，这种方法既慢又不准确，难以适应现代化养禽业的需要，于是，人们开始用其他的途径来解决这个问题，并且得到了满意的结果。

辨别羽毛的颜色，是任何一个人都能办到的。于是，育种学家有意识地培育了一种鸡，这群鸡初生雏的羽毛颜色很特别：所有的母雏都是金黄色，而公雏却是银白色的，这样就很容易将公母雏分开了。这种由羽色判断初生雏性别的方法就称为羽色自别，而这种简单实用的方法，是科学家花费大量心血勤劳工作换来的结果，这一方法的理论基础被称作伴性遗传。伴性遗传就是动物或人的某些明显的外在特征（称性状）总是伴随着性别出现的，也就是说，具有某一性状的动物个体，则一定是雄性或雌性，而并非部分是雄性部分是雌性。

我们知道，决定生物子代像父代的物质称遗传物质（即 DNA），其中，每一小段具有生物活性的 DNA 就称为一个基因，而基因就是控制动物的各种性状的遗传物质。在鸡等高等动物中，基因位于染色体上，鸡有 78 条染色体，公母鸡体内的染色体，除了 2 条性染色体有所不同外，其余 76 条常染色体都是一样的。公鸡的 2 条性染色体在大小、形状等方面完全相同，因而常用 ZZ 表示公鸡；而母鸡的 2 条性染色体有差异，记为 ZW 型。

科学家研究发现，决定银白色羽毛的基因和金黄色羽毛的基因都存在 Z 染色体上，常用大写 S 和小写 s 表示这两个基因。对 ZZ 型的公鸡来说，只要有一条 Z 染色体上有银色基因，那么，这只公鸡就是银白色羽毛，即银色对金色为显性。现在我们明白，银白色母鸡一定是 Z^sW 型，而金黄色公鸡一定是 Z^SZ^s 型，这两只鸡交配得到的雏鸡中，所有的公雏均为银白色，所有的母雏均为金色，这就很容易区分雏鸡的性别了。

目前，利用伴性遗传理论鉴别雏鸡雌雄的方法已经很普遍，除了金色和银色羽毛外，常用的遗传性状还有：芦花羽毛（横斑）对非芦花羽毛，羽毛生长缓慢对羽毛生长迅速等。最后必须指出：不是随便两个品种的公母鸡交配，其后代就具有自别雌雄的特性，这需要用育种方法来培育自别雌雄的品系。

90. 超凡的骡子 ——杂种优势和母体效应

早在 2000 年前，我国民间就“创造”了骡子。人们用马和驴杂交产生骡，并用来拉车、耕地等，《齐民要术》中对此作了文字总结。骡子，由于它具有比马和驴更优异的耐力和役用能力，因而一直在我国广为饲养，特别在边远山区和落后地区更显得重要。骡子优于马和驴的这一现象就称为杂种优势。

所谓杂种优势就是指由不同家畜杂交产生的后代，往往在生活力、生产性能等方面优于亲代的现象。它包括种间杂种优势，如骡子；也包括种内杂种优势，如外国猪种和我国地方猪杂交产生的后代。

近代育种学对杂种优势现象的利用，首先在植物方面获得成功。1914 年，育种学家沙尔提出了杂种优势的概念，并进行了玉米杂交，在他的启示下，畜牧界开始重视杂交理论，并在肉用畜牧业中得到广泛发展。目前，在一些发达国家，百分之九十的商品猪肉来自杂优猪，肉仔鸡几乎都是杂优种。

不同的家畜，或者同一畜种的地方品种，由于长期的地方性的自然选择作用，它们所具备的物种的遗传物质差异较大，因而，表现出不同的弱点和优点。它们的随机杂交过程，就有可能将不同个体间的优点都聚集到它们的后代身上，并且相互掩盖了对方的弱点，所以，它们的后代在一定程度上超过其亲代。例如，国外的长白猪生长快、瘦肉率高，但产仔少，而我国的太湖猪产仔多，但生长慢、肥肉多。将这两种猪杂交得到的后代，不仅生长快、瘦肉率高，而且产仔也多。值得澄清的是，有些人认为，杂种一定有优势，其实不然，杂交是否有优势，有多大优势，在哪些方面表现优势都取决于亲代间的组合情况，如母马产的马骡比母驴产的驴骡有很大的差别，前者的优势更明显些。遗憾的是，科学家们仍未能找到合适的方法来评价杂种优势的好坏。

杂优动物虽然有优势，但它也有很大的缺陷，如骡子就不能生育后代，杂优猪的后代良莠不齐，差异很大，无法用于工厂化的畜牧业生产。现代畜牧业的生产就是采取扬长避短的方法，如肉仔鸡就利用它们生长快的优点，生长到一定体重就屠宰上市，而没有必要让这些杂种肉鸡再产生后代。当然，利用种内杂交优势也可以培育新品种，北京黑猪的育成就是典型的例子。

上面我们曾提及马骡的能力强于驴骡，这是因为：一方面，它们出生前分别在母马和母驴体内发育，因而母体的子宫内环境和营养供应有所不同；另一方面，马的体型比驴大，初生的马骡体型也大于驴骡，其后天发育能力也强，因而有明显的优势，这种由于母体的差别造成的后代的差异称为母体效应，其根本原因是细胞质遗传造成的。

我们知道，遗传物质 DNA 主要在细胞核内，但是，近期研究发现细胞核外（即细胞质）也有少部分 DNA 存在，它们主要存在于动物的线粒体和植物

的叶绿体中。对高等脊椎动物的雄体个体而言，其性细胞（即精子）状似蝌蚪，头部全是 DNA，几乎无细胞质，而雌性的卵子除了 DNA 外，细胞质占有很大的容积，当精卵结合后，卵子的细胞质不仅为受精卵提供营养物质，而且其中的线粒体 DNA 也能发挥遗传作用，这种遗传作用的外在表现就是母体效应。马骡的线粒体 DNA 来自母马，而驴骡的来自母驴，因此，这些线粒体 DNA 控制的动物性状在它们后代的身上有不同的表现，即马骡的耐力和使役能力更强于驴骡。在植物中，由叶绿体 DNA 控制的细胞质遗传的典型例子有玉米的细胞质雄性不育等。

在传统畜牧业中，人们常用种间杂交来获得具有一定价值的骡子；在工厂化的现代化畜牧业中，杂交优势的利用主要是由种内杂交来获得生长快、肉质好的肉用畜禽，如瘦肉型猪和肉仔鸡等，为人类的肉、蛋、奶工程提供有效的生产途径。

91. 去壳鸡蛋能孵出小鸡吗？ ——无壳鸡胚的成功培养

长期以来，许多科学家为探索生命的形成过程而努力，他们从最低等的噬菌体、细菌等生物开始研究，然后向高等生物过渡，逐渐到青蛙、蟾蜍等两栖类动物，经过一个多世纪的研究，人们对低等生物的发育有了初步的了解，但是，对高等生物来说，特别是高等动物的发育过程的研究仍然是一片空白。为了最终解开谜团，发育生物学家将眼光瞄准了鸟类和哺乳类等高等动物。他们发现，哺乳类的精子和卵子太小，不易观察，虽然有许多学者以哺乳类的精子和卵子作为实验材料，但进行一些细微的技术处理时较困难，而鸟类的受精卵不仅体积大，而且是在母体外发育并孵化出后代，于是，部分科学家以鸡、鸭等禽类的受精卵为材料开始进行科学研究。

禽类的卵是一个完整的独立的营养系统。鸡从受精到孵化成小鸡共需 22 天，而最初的 24—25 小时是在母体输卵管和子宫内发育并形成蛋壳。蛋产出后，由于温度降低而暂停发育，在母鸡孵化或人工条件下，发育受阻的鸡胚可以完成另外 21 天的胚胎发育全过程，并且孵出雏鸡。

鸡蛋由蛋壳、蛋清和蛋黄三部分构成。其中蛋壳是一层较厚的钙质层，主要起保护作用；蛋清为卵子的细胞质部分，它主要提供鸡胚发育的营养物质；只是蛋黄才是真正的胚胎，它位于鸡蛋的最里层。由于鸡胚的整个发育是在密闭的蛋壳内完成，而且还隔着一层蛋清，因而无法直接观察鸡胚发育的连续过程。于是，人们便试图去掉蛋壳来创造一个可观察的环境以便研究鸡胚的发育。

早期的研究是将蛋壳去掉，把鸡胚取出来放在玻璃容器、陶瓷器皿或塑料袋中进行观察，但这些方法最多只能培养到第 18 天，无法得到雏鸡，因为这种方法无法向胚胎提供发育必需的钙离子，胚胎也无法完全吸收蛋清作为营养。1984 年，日本人用代壳方法将鹌鹑胚胎转移至鸡蛋壳内，成功地培养出了小鹌鹑，虽然它只活了两天。1988 年，外国学者波瑞将输卵管内不带蛋壳的鸡胚直接取出，用人工方法培养 24 小时后，在代壳内培养 72 小时，最后在另外一个代壳内成功地孵化出了雏鸡，而且，雏鸡的健康状况很好。近二三年，北京农业大学的几位青年学者先后获得了去壳鸡胚和鸭胚的健康后代，而且这些后代均发育良好。

这种去壳鸡胚培养技术的成功，给发育生物学和生物技术的发展提供了优良的研究材料，具体表现为：不仅可以直接观察胚胎的连续发育过程，以揭示生命的形成过程，而且还可以往这种去壳鸡胚中很方便的通过注射外源基因的方法，来改良鸡的经济性状，并获得新物种——转基因鸡。这一技术的成功应用，将使世界养禽业的发展跃上一个新台阶

92. 大熊猫真要绝种吗？ ——种质资源保存和胚胎库的建立

在我国，由于大熊猫和金丝猴等珍稀动物的特殊地位和极少的数量，防止这些物种的灭绝成为人人关心的问题，了防止它们的绝种带来的不可弥补的损失，我们国家花费大量的人力、财力来扩繁这些珍贵品种，并取得了一定的成绩，但是，随着现代化畜牧业的发展，我国的极大多数地性畜禽品种迅速减少，也面临着绝种的危险，如广西矮马等这值得引起我们的高度重视，也就是说，保存地方性的畜品种是当务之急。

在畜牧业逐渐现代化的今天，畜禽由传统的生产动物白、提供畜力和提供粪肥转变为单纯的生产动物蛋白，这变化导致了那些能生产更多肉、蛋、奶的少数品种及其杂种的迅速发展。伴随着这些通用高产品种的普及，世界各地经过长期历史发展育成的众多的地方品种资源迅速减少或消失，从而引发了世界性的品种资源危机。最近，联合国粮农组织的一项调查表明，全球三分之一的家畜品种面临着灭绝的威胁，平均每周世界上就有一种动物物种可能消失。

我们知道，每一个动物个体内存在着该物种的大多数相同基因，但不同个体间也总有许多不同的基因存在，如何使众多不同的基因保存下去，以备将来之用，已成为保种理论的主要研究内容。对于那些低产动物体内存在的许多基因，也许现在还没有发现它的有利方面，但是，随着环境的变化，这种优点最终会显示出来，对低产的地方品种来说，它们的抗病能力、适应性、耐粗饲等能力远远超过那些高产的引进品种，因而，保存这些地方品种是很有必要的。

对于微生物和植物而言，由于其具有简单的繁殖方式和体细胞全能性，因而只要建立品种库就可进行长期的、大量的种源保存。对于动物来说，则需要维持一定数量的生活群体，这就增加了保种的困难程度，而且费用较高，因而，如何才能防止更多的基因丢失，最低的留种数量是多少，如何控制隐性致死等问题的研究，导致了保种理论的发展。目前，保种采取的主要技术措施有：维持适当规模的保种群；各家系等量留种；保种群内随机交配；防止与外部品种杂交；将保种群分成若干小群以建立一定的立体结构，在立体结构间进行迁移杂交。当然，保种还必须在行政措施下实施，以防止部分人因贪小利而忘大义。

随着生物技术的发展，人们开始利用现代科技进行保种研究。在家畜方面，已开展了精子冷冻保存、胚胎冷冻保存等方法，也就是说，将精子或胚胎保存在摄氏零下一百九十六度的液氮环境下长期存放，当需要时，将它们解冻并移植而生出后代。到目前为止，有一头牛的精液已保存了 40 多年，仍然可用。这说明，这一技术是可行的。科学家正在努力研究，以更好地解决冷冻过程中的一些技术问题，为最终的技术常规化奠定基础。对熊猫等野生

动物来说，可用超数排卵、人工授精技术克服其只在一定季节产仔的缺点，也可用胚胎冷冻和移植技术来得到更多的后代。

93. 优秀公畜禽的快速利用 ——畜禽的繁育体系

现代化畜牧业生产中，如何提高整个畜群生产肉、蛋、奶的能力是极为重要的。事实上，在短短的几十年中，一头奶牛的日产奶量已经由几斤提高到现在的 40—50 斤；一只蛋鸡也由年产几十枚蛋提高到年产二百多枚蛋的水平。所有这些飞跃的进步，除了饲养、管理和预防疾病的贡献外，更主要的是畜禽本身生产能力的提高，而生产能力的快速提高依赖于畜禽繁育体系的建立。

对于不同的畜禽品种，其繁育体系有所不同。一类是以猪、鸡为代表的通过整个品种生产能力的提高和发挥杂种优势的育种体系，它侧重于品种内各个群之间配合能力的发挥；另一类是以奶牛为代表的通过品种质量提高和纯种能力的育种体系，它侧重于动物个体或单个群能力的发挥，下面分别予以简介。

对猪、鸡的育种体系而言：首先从基础动物中挑选好的个体组成选择群；然后对不同的选择群间进行配合力测定，分析结果，看到底是哪两个群构成的交配组合，其后代的产蛋、产肉能力强；再次将这两群最佳伴侣组合分别进行扩繁，即增加两个群各自的动物总数，这种扩繁方式是通过曾祖代核心群—→祖代繁殖群—→父代繁殖群—→商品代这一方式进行的；经过这样的扩增，最佳组合最后在商品群中搭档，以期获得最优的产蛋、产肉潜力。

在现代动物遗传育种科学指导下的奶牛育种体系，首先从众多的牛中挑选出少量优秀的公、母牛，当然这样挑选是根据它们本身的生产能力、外型及祖、父、后代等“亲戚”的生产能力而确定的；然后，用人工授精技术对它们进行配种，在短期内就可使少数几头公牛的后代遍布整个牛群，使整个下一代的生产能力有大幅度提高；最后又重复上述挑选留种和配种的过程，以循序渐进地改进牛群的整体产奶水平。

以上两种繁育体系模式，其实质就是使优良基因在畜禽群中迅速扩大，以便迅速地发挥其作用。这种传统的繁育体系，其优良基因来源于现有畜群或者是天然突变形成，而且受畜群繁殖能力的限制，这大大制约了现代化畜牧业的发展，于是，科学家另辟蹊径，创造了生物技术的繁育方法体系，加速了新物种的出现，并缩短了遗传改良的时间。

这种生物技术繁育体系，就是用转基因技术将外源基因导入畜禽体内，然后用核移植技术、胚胎干细胞技术、胚胎分割技术、胚胎的体外生产技术及胚胎移植技术等来最大限度地一次性产生优秀公、母畜的大量后代，尽可能地缩短二代间的时间间隔，以期只通过一代就能利用优良基因来为人类的肉蛋奶工程服务。上面我们已分别介绍过这几种生物技术。

94. 动物也要合理饮食吗？ ——全价饲料配方

持续了几千年的传统畜牧业生产，只是简单地让畜禽吃饱就可，甚至是

饥一顿饱一顿的状况；而现代化畜牧业一反常态，它的典型特点是：在每顿都吃饱的基础上，侧重于吃好，怎么样才能吃好，吃多少才算合理，像食盐、氨基酸、纤维素等营养素在每餐中如何搭配等问题的研究，导致了动物营养和饲养标准、饲料学两方面的研究，下面将分别谈谈这两方面的研究，全价饲料配方技术就诞生在这两方面的基础之上。

首先，让我们看看动物营养的问题。对人来说，婴儿吃的东西绝对不同于成年人的食物结构，这是因为婴儿正处在发育阶段，而成年人却处在相对的维持水平，所以他们对食物的要求不同。同样的道理，仔猪饲料的成分与肥育猪饲料会有所不同，也就是说，对处在不同发育阶段的同一动物而言，它所需要的营养水平是不同的；对于不同用途的畜禽，它们的营养要求也不同，如肉仔鸡要求高能食物，而蛋鸡饲料要求钙离子含量高，这样才能满足蛋壳的需要，又如以奶为主的高产奶牛的营养物质不同于肉牛的营养物质；当然，对猪、鸡、牛等不同种类的畜禽，它们的营养要求自然不同。所有这些，都要求畜牧学家去研究动物营养理论，以了解不同畜禽在不同发育时期的营养需要，防止畜禽患各种营养缺乏症，以便更好地让畜禽提供肉、蛋、奶、毛等畜禽产品。

对全价饲料配方技术来说，另一个基础理论就是饲料学的问题。因为苜蓿和玉米等饲料的各种营养成分含量明显不同，因此必须弄清楚每一种饲料中的蛋白质含量、矿物质含量等营养素的确切比例。经过几十年的潜心研究，饲料学家终于弄明白了各种谷物和饲料中的蛋白质、水分等所占的比例，并将它们分为不同的种类，如苜蓿等粗料和干饲草类、玉米等青贮料、大豆等植物蛋白料、鱼粉等动物蛋白料、钙磷等矿物质、维生素类补充料和其它添加剂等。

现在，已经知道了不同畜禽的维持、生长、繁殖、泌乳、肥育、产毛、产蛋的营养需要，同时也知道了各种饲料中的营养成分含量，那么，一天之中究竟喂多少不同的饲料才能满足不同畜禽的营养需要呢？如对一个养鸡场而言，每只蛋鸡每日究竟喂多少克的玉米和多少克的鱼粉及钙等营养素，才能使鸡能正常的产蛋，并且不浪费饲料，全价饲料配方技术应运而生。全价饲料，就是将不同种类的饲料按一定的比例混匀在一起，以满足畜禽营养需要的日粮。这里所说的一定比例是全价饲料的关键所在，以前，它是通过一定的数学计算而确定的，现在是通过计算机来解决这一精确而又复杂的计算过程，这就是全价饲料配方的计算机研究。对于畜牧场来说，经济效益是最终的衡量标准，对 20 周龄的蛋鸡来说，全价饲料配方可能有好几个，但只有一个配方既能满足营养要求，又能使每吨饲料的成本最省，这种投入产出的最优化已成为饲料工业的关键。

95. 动物饲料的“油盐酱醋” ——饲料添加剂

对人而言，不仅要吃饱，还要吃好，每顿饭都少不了油盐酱醋等调味品。同样，动物也要用这种特殊的物质，即饲料添加剂，它们可以用来提高饲料的适口性，满足动物对各种微量物质的需要，并且还可防止各种营养缺乏症的出现。

饲料添加剂，就是一些添加到饲料中的微量物质，它们不仅可以提高饲

料的品质、维持畜禽的健康状况，而且还可以进一步提高畜禽的生产效率和饲料的应用效果。饲料添加剂的种类很多，已经达到了几百种，人们常粗分为以下四类：氨基酸类，如赖氨酸、蛋氨酸+胱氨酸、苏氨酸和异亮氨酸等；矿物质，如钙、磷、食盐、铁、硒等；维生素类，如维生素 A、D、E、K 和维生素 B 族等；其它抗病类和抗生素类，如青霉素、球虫净、驱蛔灵、赤霉烯酮等多种。一般说来，一种情况是日粮中已经含有这种成分，但含量不足，为满足畜禽的营养需要，完善日粮的全价性而添加的，如一些氨基酸、维生素及矿物质等；另外一种情况是饲料中原来不含有的营养性和非营养性的物质，如人工合成的氨基酸、抗菌素、驱虫保健剂、矫品剂、调色剂等。

饲料添加剂的生产和使用，标志着配合饲料工业跃上了一个新台阶，并最终成为现代十大工业之一。没有饲料添加剂，则全价饲料将无从谈起。今天，饲料添加剂已和能量饲料（如玉米、高粱等）、蛋白饲料（如鱼粉、豆饼等）一起，构成了配合饲料工业原料的三大支柱，为现代化畜牧业的实现奠定了坚实的基础。

饲料添加剂的使用要符合安全标准，注意经济性和方便性，还要考虑添加剂的效价和有效期、用法、用量等问题。一般地，饲料添加剂使用的条件是：长期使用不对畜禽产生急慢性毒害和不良影响；不影响饲料的适口性；在饲料和动物体内稳定，不易发生化学变化；在畜产品中的残留量不能超过标准，不能影响畜产品的质量和人体健康；对种用畜禽无生殖生理的危害或影响胎儿；所用化工原料，其中含有毒金属量不得超出允许限度；维生素类、激素类药物不得失效或超过有效期限。总之，畜牧业生产的最终目的是为人类提供丰富的肉奶蛋毛等畜产品，因而在添加剂方面，一定不能给人类带来危害。

96. 聪明的管家 ——计算机在畜牧业中的应用

自从第一台电子计算机诞生以来，它给科学技术的迅猛发展带来了天翻地覆的变化。国防、工商等行业的发展大大加速，在此信息社会，计算机已成为现代科学研究的一种重要手段。同样，在畜牧业中，电子计算机也发挥了其应有的作用，它不仅用于全价饲料配方的研究，还用于畜牧生产系统、统计遗传学与动物育种、畜牧繁殖与管理、建立奶牛数据库等多个方面，所有这些，有力地促进了畜牧业的现代化生产。前面已谈过全价饲料配方的计算机研究，下面再着重谈谈计算机在其它方面的应用。

畜牧生产系统，就是人们利用现有的人力资源、资金、畜种资源、饲料资源和土地资源等进行畜产品的生产、加工、运输和销售过程的总称。它大可到整个国家的畜牧业生产，小可到一个畜牧场的生产经营，甚至一家一户的专业户畜牧生产。宏观方面的畜牧生产系统，不仅涉及到畜牧业生态、畜牧技术和畜牧业社会，而且还涉及到畜牧经济领域，畜牧生产系统就是这四个方面协调一致的整体，如此复杂的系统，只有借助计算机才能进行宏观研究，国外的经验已证明了这一点。有了运算能力、综合能力和贮存记忆能力很强的计算机，才使得宏观畜牧生产系统的研究得以迅猛发展，也才能给农业政策的制定提供可靠的依据。微观畜牧生产系统，如一个鸡场的生产经营，从一只蛋鸡、一斤饲料、一个鸡笼的价格到最终一只鸡一年的产蛋总数值多

少钱，从投入生产的一定资金到年底的净利润等，都需要微型计算机的帮助，才能实现最优化的投资决策。我们应该承认，现代化畜牧业的发展离开计算机是行不通的。

计算机作为人脑的一种延伸，可以解决大量的运算问题，而统计遗传学的本质特点就是通过大量数据的计算才寻找遗传规律并由此估算畜群的遗传潜力和应用价值。因而，统计遗传学和计算机的联姻理所当然。这方面的突出表现就是：计算机不仅解决了传统的遗传力、重复力、相关系数和通径分析的计算，而且还在现代动物育种中进行种畜育种值的估计，如最佳线性无偏预测法、超数排卵和胚胎移植的核心育种等方法，可以说现代动物育种学离开计算机是无法想象的。

在畜群管理和繁殖方面，计算机也占有一席之地，大规模的自动化畜牧业生产离不开计算机的管理，微机不仅可以自动控制动物的采食量、估计奶牛产奶量，而且还可进行适时的繁殖配种和妊娠诊断管理。目前，许多大型畜牧场已开始采用微机管理的方式进行生产。

计算机还可应用于畜牧业资料的管理，如建立奶牛数据库，它可以按需要对各种数据进行检索，也可以按各种目标进行运算。奶牛数据库的建立对加强牛群管理、计划经济、选种规划和开展联合育种极为重要，它是第一手资料的直接系统化，既防止了原始资料的丢失，又为各种决策提供了依据。

总之，由于计算机在计算、决策和管理等方面的优越能力，它对加速我国畜牧业生产的现代化具有重要的意义。

97. 牛、羊的秘密武器

——瘤胃消化生理

鲁迅先生曾说过：“吃进去的是草，挤出来的是奶。”这正是奶牛一生光辉形象的真实写照。对人类来说，富含纤维素而无多大营养价值的草，经过牛的肚子后变成了营养价值极高的牛奶，这是人们求之不得的好事，而创造这一奇迹的功臣，就是牛的瘤胃，当然，羊也有同样功能的瘤胃。

像牛、羊等反刍动物，它们具有庞大而区分为四室的复胃，而其中的瘤胃在消化过程中占有特别重要的地位，因为牛吃进去的饲料中，大约 70—80% 的可消化干物质和 50% 的粗纤维在瘤胃中消化成挥发性脂肪酸、二氧化碳和氨气，这些物质可被牛体吸收，并用来合成有用的蛋白质和 B 族维生素。

瘤胃，宛如一个厌氧微生物高度增殖的有效的连续培养器，在这个巨大的发酵罐中，大量的厌氧性微生物处于高度活动状态，它们主要是纤毛虫和细菌，这些微生物将饲料中的纤维素、淀粉等糖类经过逐级的酶解，最终产生挥发性脂肪酸；同时，它们还可以合成 B 族维生素，而这些维生素最终被牛体吸收利用，因而牛不会患 B 族维生素缺乏症。瘤胃中蛋白质的分解和合成最具特色，如下图所示：

毛瘤胃 饲料蛋白质 游离氨基酸 铵盐 尿素
瘤胃内 饲料蛋白质→游离氨基酸←→氨←→血氨
微生物蛋白质
出瘤胃 饲料蛋白质 微生物蛋白质 非蛋白质含氮物最后结果(小肠) 被牛体消化吸收

由上图看出，经过微生物在瘤胃内的作用，将部分牛本身不能消化吸收

的饲料成分转化成微生物蛋白，而这些微生物蛋白又被牛体消化吸收，这种通过中间媒介而间接利用饲料的过程正是瘤胃的独特之处。另外还可看出，血液中的氨在肝脏合成尿素，然后又被运至瘤胃消化，也就是说，瘤胃还可消化尿素，畜牧生产中，人们常用工业尿素代替日粮中约 30% 的蛋白质，这一措施缓解了饲料中蛋白不足的大难题，这也是养牛业发展的原因之一。

当代畜牧业的发展，主要是牛、羊、猪、鸡四种动物的生产。其中猪和鸡的饲料以粮食作物为主，所以，大量的猪肉和鸡蛋都是以粮食为代价换取的，这就形成了人和动物间接争食的矛盾，因而制约了养猪业和养禽业的进一步发展。而对牛和羊来说，由于它们特有的瘤胃可以消化大量的饲草，这就为节省粮食带来了可能，虽然饲草中的蛋白质含量较低，但可用工业尿素来补偿，所以，这种以牛、羊为主的节粮型畜牧业生产有一定的价值。

长期以来，科学家对瘤胃微生物进行了大量的研究，他们希望能在工业生产中仿生这种特殊的发酵罐，一旦实现这一设想，我们就可以用工厂化的方法大量地生产各种蛋白质，然后通过有效的途径利用它们，为改变人类的食物结构作出一份努力。

农业环境保护

98. 空中“死神”

——酸雨

酸雨就是雨水呈酸性，溶液中的酸度一般是指氢离子活度，通常用 pH 值表示。目前一般把 pH 值 < 5.6 的雨水称为酸雨。

在一些大气污染严重的国家里，每当雾雨交加时，人们觉得眼睛好象洒了肥皂水那样难受，鼻子和喉咙也感到不适，甚至尼龙袜也会被雨水淋出一个个窟窿来。

雨水中为什么会有酸呢？原来城市和工矿区燃烧的各种燃料，如煤和油，除含有大量的 NO 、 SO_2 外，还含有相当数量的未燃尽的碳核、硅和金属微粒，如 Ca 、 Fe 、 V 等金属离子。它们在大气层里，由于水蒸气的存在并经氧化作用，使 NO_x 、 SO_x 形成硝酸、硫酸和盐酸液沫，在特定的条件下，随同雨水降落而成为人们所说的酸雨了。

酸雨在世界范围内广泛存在，尤其在发达国家，如美国、加拿大等地常下酸雨，日本川崎市曾下了一场长达 4 小时的金属雨，前苏联的加里宁格勒，由于煤烟严重污染，冬季常下黑雪。西欧中部地区有些国家为了减轻本国的大气污染，利用欧洲南风多的特点，建造 200 多米以上的高烟囱，由南风把有害气体飘送到北欧去，使一些国家下酸雨，冬季下雪是茶色的。近年来我国在 22 个省、市、自治区中，相继出现酸雨，主要集中在华东、中南和西南地区，尤以长江以南较为严重。

酸雨成分比较复杂，国外称之为“空中死神”。它使土壤酸化，养分淋溶，肥力降低，植被破坏。酸雨还使地面水和地下水酸化，影响水生生物的生长，严重的会使水体“死亡”，水生生物绝迹。酸雨对人体健康将产生一定的危害。据报道，很多国家由于酸雨的影响，地下水中的 Pb 、 Cu 、 Zn 、 Cd 的浓度已上升到正常值的 10—100 倍，1980 年美国 and 加拿大有 51000 人因受酸雨的影响而死亡。

酸雨的腐蚀力很强，大大加速了建筑物、金属、纺织品、皮革、纸张、油漆、橡胶等生物质的腐蚀速度。据估计，美国每年因酸雨造成的损失达 250 亿多美元，不少无价之宝的艺术珍品被腐蚀得面目全非，在地中海沿岸的历史名城雅典，保存着许多古希腊时代遗留下来的金属和石雕像，近 10 多年来已被慢慢腐蚀。

酸雨问题，早已引起了国内外有关部门的极大关注，采取措施，成立机构负责研究和防治工作，以减少酸雨对环境的影响。

99. 杀人的烟雾

——大气污染

大气污染，是人类面临的最严重的环境问题之一。在当今世界上，大气环境问题已经冲破狭小的地域限制，跨越国界，成为一个举世瞩目的全球性问题。

大气污染物主要有二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、降尘、工业废气、甲烷、臭氧等。西方发达国家的大气污染以光化学烟雾为主，而我国目前的大

气污染主要是燃煤造成的，大气污染仍然是以降尘和二氧化硫为主要污染物的煤烟型污染，光化学烟雾的污染危害在我国仅在兰州西固区有报道。

我国的大气污染与我国的能源结构密切相关的，直接燃煤是我国大气污染的根本原因。能源浪费严重，燃烧方式落后加重了大气污染，这是大气污染的症结所在。大气污染的主要污染物颗粒物和二氧化硫，70%以上来自燃料燃烧。自 1975 年以来，煤炭在整个能源消费结构中一直占 70%以上，燃煤排放的二氧化硫和颗粒物，约分别占排放量的 80%和 60%以上。根据我国的能源构成的特征，一次能源以煤为主的情况，在相当长时期内不可能改变。又由于我国一般无脱硫装置，煤炭消耗集中于城市，污染源过度集中，排放高度低，是造成城市大气污染的重要因素。

我国大气污染的一般特点是：冬春季重于夏秋季，北方城市重于南方城市，大中城市重于小城镇，但值得我们注意的一个问题是：我国未来的大气污染可能形成城市和农村污染并重之势。在未来的岁月中，农村用煤量将逐渐增加，而城市耗煤量在全国耗煤量中所占的比重逐渐下降。未来的大气污染趋势，可能是某些城市的大气污染基本得到控制，而城市郊区和广大农村地区的大气污染将明显加重，这将给农村环境带来更大的危害。

煤烟型大气污染正在吞噬着中华大地上的生灵，严重地危害着人民的身体健康，而人们对日积月累的慢性潜在危害总是漠然视之，泰然处之，不愿意认识和估计它的灾难性的报复。岂不知那袅袅轻柔的烟雾也能置人死地，产生比暴徒、毒蛇更严重、凶险的后果。

在震惊世界的八大公害中，就有三宗煤烟型的烟雾杀人事件。其中以 1952 年 12 月 5 日至 8 日发生的震惊世界的伦敦烟雾事件最为著名，几千名市民呼吸困难、咳嗽、喉痛、呕吐，伦敦的死亡率急剧上升。

目前，我国虽然还没有严重烟雾事件的报道，但煤烟型污染已很严重。据分析，大气污染与肺癌之间有明显关系。据我国 14 个城市的调查，肺癌死亡率有逐年增高的趋势，而且高发区均集中在工业大气污染区。

因此，大气污染控制的任務仍然相当繁重，需要采取多种大气环境保护的对策与战略，重点应是节煤和强化管理，争取在 2000 年，大气环境质量达到好转的目标。

100. 地球在发烧 ——全球气候变暖

全球气候变暖指的是全球平均地面气温升高的现象。科学家们研究发现：近一百年来全球气温有明显上升趋势，平均大约上升了 0.6°C ，如果未来一百年中全球气候继续增暖 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，那么这种变化将极大地改变人类的气候环境，以及与之相适应的冰雪、海洋、植被等其他自然环境，从而对人类社会造成巨大的影响。

全球气候变暖的原因是什么呢？科学家们认为，温室气体增多可能是近百年来全球气候变暖的原因之一。温室气体主要指二氧化碳、甲烷、一氧化二氮、氟里昂、臭氧等。长期以来，人类社会一直在向大气中排放各种温室气体，致使大气中的温室气体以惊人的速度急剧增多。例如大气中二氧化碳的浓度在 19 世纪的前半个世纪为 270ppm，到 1988 年已上升到 350ppm，一百多年增长了将近 30%。由于大气污染所造成的温室气体增多，致使大气温室

效应增强，从而导致气候变暖并引起一系列后果。

全球气候变暖对人类社会会产生什么样的影响呢？这里试举几例。

(1) 对沿海地区的影响

随着全球气温升高，海温也随之升高，海水将会由于升温而膨胀，促使海平面升高。据估计，当全球增暖 3°C 时，海平面可能上升 80 厘米，将会严重威胁沿海地区，造成沿海低地被淹没、海滩和海岸遭受侵蚀、土地盐渍化、海水倒灌、洪水加剧、损坏港口设备和海岸建筑物、阻塞航运、影响沿海水产养殖业以及破坏沿海地区供排水管理系统等严重后果。

(2) 对农业生产的影响

全球气候变暖可能使作物生长季延长，据估计，夏季平均温度升高 1°C ，相当于生长季延长 10 天，从而使作物的分布区域向北移动。例如我国双季稻的分布区有可能向北扩展，北方单季稻的种植区域也可能扩大，因而对扩大作物种植区域是有利的，但同时也会带来病虫害的加速繁殖与传播、农业产量的不稳定性加剧等不利影响。

(3) 对林牧渔业的影响

全球气候变暖将会使木材和牧草的产量提高，但质量可能有所下降；使植被带林线北移；火灾发生的可能性增大。在海洋渔业上改变鱼类生存条件，有可能促使鱼类迁徙，从而使渔场发生变化，并进而改变原有的渔业生产格局。

为了促进经济与社会的持续发展，人类就必须保护和改善自己的生存环境，特别是大气环境。为了防止全球气候变暖带来的不利影响，必须采取相应对策，主要包括：调整能源战略，控制矿物燃料的使用，减少二氧化碳等温室气体的排放，提高能源利用效率，开发太阳能、风能、生物能等新能源及新技术；保护森林和植被，保护生物多样性；控制人口增长，加强宣传教育，提高全民的环境保护意识等。

101. 城市的“贫血症”和“败血症”

——水资源危机

据科学家们计算，全世界可供利用的淡水量不到地球水体总贮存量的 1%，可见地球上淡水资源是很有限的。我国陆地水资源总量为 28300 亿立方米/年；地下水天然资源量为 8700 亿立方米/年，占水资源总量的 31%。从总量上看，我国年径流量为世界第六位，但仍属于贫水大国。首先，人均水资源占有量仅为世界的 $1/4$ ，耕地亩均值约为世界的 73%，而工农业和城市生活用水量已占可用水资源的 50% 以上。随着经济的发展和人民生活水平的提高，用水量还会逐年上升。其次，水资源供需空间分布不均匀，长江流域年径流量约占全国径流总量的 37%，而黄河流域仅占 2%。总的来说，中国东部、南部地区水资源相对丰富，西部、北部水资源严重缺乏。第三，水资源供需时间不匹配，降水量年际变化大，年内分配不均。第四，我国水利工程的供水能力不足，约为 4700 亿立方米/年，占全国正常年水资源总量的 18% 左右。最后是水污染较为严重。据统计，90 年代初，我国污水年排放量为 355 亿吨左右（还不包括乡镇工业），其中工业废水排放量占 70%；大约有 70% 的污水未经处理排入水体，造成了水污染。据国家监测数据，在 94 个河流城市段中，有 70% 受到不同程度污染，主要污染物为氨氮、挥发性酚

和耗氧有机物。

上述原因引起的水资源紧缺，目前已导致我国部分地区和城市的用水危机。据有关部门统计，在所调查的 233 座城市中，就有 154 座城市不同程度地缺水（约占 70%），尤其以青岛、大连、天津、邯郸等市缺水严重。另外，由于城市地下水过量开采，已导致地下水位的区域性沉降。据全国 27 座主要城市的统计，有一半城市以地下水为主要供水水源，其中 11 座为北方城市。由于地表水不足，许多地区集中而大量地开采地下水，出现了超采现象和地下水降落漏斗，而且漏斗还在不断扩大。特别是依靠地下水供水的北方各大城市，漏斗面积从几十平方公里到几百平方公里不等。这一情况已足以反映出地下水资源的衰减和枯竭趋势。

水资源的紧缺已经导致了城市发展的“贫血症”，而水污染又使城市建设患上了“败血症”。城市化和工业化的发展还会进一步加剧城市水资源供不应求的矛盾。值得注意的是，虽然大城市、特大城市在“三废”排放对水环境污染上占主要方面，但中、小城市未来的污染物排放量增长率将明显高于大城市和特大城市。这一潜在威胁不可忽视。为了解决水资源短缺和水体污染问题，中国制定了强化环境管理和加强治理两者结合的政策，将逐步缓解中国的水资源危机。

102. 叹息的草原 ——草原沙漠化

曾几何时是“风吹草低见牛羊”的草原，正在悄悄地“绿洲变沙漠”。这并不是危言耸听，而是触目惊心的事实！

我国有草地 55 亿亩之多，约占国土面积的 40%，在各类国土资源中独占鳌头。它不仅给我们提供了丰富的肉食品及副产品，是我们生产、生活的自然资源，而且担负着维护陆地生态平衡，包括保护我们居住环境的重任。然而，由于掠夺性经营，全国草原退化面积 5000 多万公顷，占草原总面积的 40%，产草量 60—80 年代初平均下降 30%—50%，而且草质也不如从前了，1ha 草地的载畜量仅 8 个羊单位或 2 个牛单位，而且每年以 1000 多万亩的速度退化。退化如不及时采取对策就是沙漠化。解放后，我国土地沙化面积由 50 年代的 10 亿亩，扩大为现在的 19.2 亿亩，增长了 1 倍。尤其在北方沙化面积正疯狂扩展，风沙肆虐，上亿亩农田、草地和数千公里的铁路、公路面临威胁。一些城市甚至有被埋没之虞。内蒙古的马海市，过去城北草丛、灌木丛茂密，黄沙却步。1982 年后，弃草取土建起砖瓦厂，使沙丘犹鱼得水，每年以 2—3 米的速度向城市推进。专家们预言，这种现象，若不加以有效地控制，再过 5—10 年，马海市有可能成为后代们从沙漠中挖掘的古城遗址。

我国的情况如此，全球也不容乐观。

据联合国环境规划署统计，全世界每年有 2700 万公顷的农田遭到沙漠化，其中 600 万公顷的土地变为沙漠。牧场总面积为 37 亿公顷，但 80% 已沙漠化。在非洲的撒哈拉，沙漠正以每小时 170 公顷的速度扩展；在苏丹，沙漠每天向草原前进 16 米；在巴基斯坦和印度，每年有 130 平方公里的土地变为不毛之地……。目前，全球陆地面积的 1/3 的土地受到沙漠化威胁，受沙漠化影响的人口达 8.5 亿以上。

草原沙漠化，不仅草原资源不能有效地开发和利用，而且直接导致陆地

生态系统的结构性失调，造成水土流失、土地沙化，气候暖化和某些物种的消失。不合理开发和利用资源，破坏了自然界的和谐，从而也就等于制造了人与自然界的不和谐，自然界就会从报效于人类走向它的对立面——对人类进行报复。人类造灾于环境，环境也会造灾于人类，这就是现实的、不可抗拒的辩证法。

103. 黄龙正在吞食着大地——沙漠化

沙漠化是一种全球性灾难，它像癌症一样正以惊人的速度在全世界扩展。沙漠化土地几乎覆盖了地球陆地 40% 的表面。非洲大陆是沙漠化最严重的地区，其次是南美、印度、西亚、澳大利亚和北美。据 1991 年联合国环境规划署对全球土地沙漠化的最新评估，全球土地沙化面积已扩展到近 36 亿公顷，比 1984 年增加了 1.17 亿公顷。目前每年还有 600 万公顷的土地变为沙漠。

全球现有 4300 万公顷灌溉土地，2.16 亿公顷雨养耕地和 33.33 亿公顷正在遭受沙漠化危害的土地。每年因沙漠化而丧失肥沃的土地约 2700 万公顷，即每分钟丧失 47 公顷。由此可见，沙漠化正在威胁着全球的粮食生产，据对目前丧失产量的土地估价表明，到本世纪末，全球将丧失近 1/3 的干旱区可耕地。

1991 年沙漠化给全球造成经济损失为 423 亿美元。比 1984 年的 260 亿美元增加了 163 亿美元。为了控制沙漠化的发展, 预计今后 20 年内需要治理沙漠化的费用为 1710—3630 亿美元。即每年 86—182 亿美元。若在今后 20 年不能制止沙漠化, 造成的经济损失将达到 8500 亿美元。

我国的沙漠化地区主要分布在内蒙古东部等地的半干旱草原地带、新疆、宁夏、陕北、甘肃、内蒙古西部的沙漠地带外围。其中，沙漠化较严重的是：西北的乌鞘岭、贺兰山以东、中蒙国界线以南地区；华北长城以北地区；东北嫩江下游和白城以西地区。

我国沙漠化面积正在不断扩展，据 1992 年环境状况公报表明，目前我国沙漠、沙漠化土地面积为 15330 万公顷，占国土总面积的 15.9%，80 年代沙漠化扩展面积从 50—70 年代的平均每年 15.6 万公顷增加到 21 万公顷。有些地方“沙进人退”形势十分严峻。受沙漠化影响的耕地面积为 400 万公顷。专家们预言，如果能保持目前的扩展速度不再增长，并在本世纪末回到 50—70 年代水平，预计到 2020 年沙漠化土地面积为 15810 万公顷，比目前增加 480 万公顷。

土地沙漠化的原因有 45 种,主要是人类活动的不良影响及干旱和半干旱区的土地退化的结果。现已查明,当今导致沙漠化的 45 种原因中有 87%是由于人类不合理的使用水、上地、植被、矿产所致。而仅有 13%与自然过程有关。我国沙漠化面积的 95%是人类各种活动引起的。正如生态学家霍渥鲁指出的那样:“正是人创造了沙漠,气候仅仅是提供了适宜的条件。”

沙漠化的主要危害是破坏土地资源、土地能力退化、生物产量降低或完全丧失，环境趋于恶化。其沙漠化形成的过程为滥垦过度→草场质量下降→产草量减少→载畜量降低→植被覆盖率减少→风蚀加重→沙漠化。

104. 衰退的家族 ——珍稀濒危物种的减少

地球上有 300 万至 500 万种生物，但为科学家已定名的仅占 30%—50%。目前物种基本上每天消失一个种，预计到 2000 年可能会出现 1 小时消失一个种的情况。一个物种在某种意义上就是一个独立的基因库。显然，物种的家族正在衰退，目前生物资源的破坏形势十分严峻，亟待抢救。

在中国，由于人口的急剧增长和不合理的资源开发活动以及环境污染和生态破坏，对各种生物及其生态系统产生了冲击，使中国生物多样性损失严重。从区域带上看，温带地区估计有 10% 的植物正处于濒危或临近濒危，而热带与亚热带地区的数量要高得多。由于过度采伐，中国高等植物的濒危或临近濒危的物种数估计已达 4000—5000 种，占中国高等植物总数的 10%—20%。如植物中的一些珍稀、特有种有的已经灭绝或剩少量植株，像缘毛红豆、毛叶坡垒、毛叶紫树、锯叶竹节等数十种已经灭绝。天目铁木、百山祖冷杉、园籽荷只剩下极少残株。近半个世纪以来，中国的动物资源已经灭绝的物种已达数十种。例如世界唯一的现存原始马——蒙古野马、高鼻羚羊、麋鹿等均在本世纪或 50—60 年代于产地绝迹，更多的珍稀物种在原栖息地被消灭。如野牛沟无野牛，野马滩无野马，马鹿镇无马鹿，黄羊镇上无黄羊等等。中国国家重点保护野生动物有 400 多种。中国的栽培植物遗传资源也面临严重威胁。由于经济的飞速发展、沿海地区的开放、各农业区的生态环境正遭到严重破坏；由于推广优良品种，许多古老的名贵品种正在绝迹。如云南景洪县在 1964 年发现有两种野生稻 24 处，由于开垦农田和种植橡胶，至 80 年代末只剩 1 处了。山东省的黄河三角洲和黑龙江省的三江平原，过去遍地长满野生大豆，现在只能找到零星几株了。又如，上海市郊区 1959 年有蔬菜品种 318 种，到 1991 年只剩 178 种了，丢失了 44.8%。动物遗传资源受威胁的现状也是很严重的。如中国优良的九斤黄鸡、定县猪已经灭绝，北京油鸡数量剧减，特有的海南岛峰牛、上海荡脚牛也很难找到。遗传基因的丧失，其后果是无法估量的。

上述情况虽然已众所周知，可仍然未能引起各阶层人士的足够的重视，还是偏重于经济发展，着重进一步提高对生物资源的利用强度，忽视了作为自然界可更新资源的（生物资源）保护和合理利用，使得中国的生物多样性受到很大损失，已无法满足未来经济、人口增长对生物资源不断增加的需求。因此，必须采取严格的措施制止掠夺性开发，加强管理工作，强化科学研究以保证中国生物资源得到充分的保护和持续的利用。

105. 城市在下降 ——地下漏斗现象

地下漏斗现象是指在一些城市和工业比较集中的地区，由于人们过量地开采地下水，造成地下水位不断下降，最后形成一个往往是以城市为中心的漏斗状的地下水亏缺区。

为什么会出现这种漏斗现象呢？要搞清楚这个问题得先从人们用水来源谈起。地球表面的淡水只占地球上的水的 3% 左右，这是众所周知的。其中，冰川约占 74.5%，地下水占 25%，湖泊占 0.3%，河流 0.33%。可见地下水

是人们赖以生存的淡水资源的重要组成部分。就拿我国来说，目前全国饮用地下水的人数就达总人口的 75%，尤其是北方地区，地下水更占有特殊重要的意义。例如华北平原 60%以上的灌溉面积依靠地下水；北京地区每年 50 亿立方米的水资源中，有 39 亿立方米为地下水。

人们这样依赖地下水，却又不加节制地开采利用地下水，使每年从降雨或其它途径补充回去的地下水不及被人们用掉的多，结果是地下水位下降，渐渐地形成地下水位漏斗。据不完全统计，北方 10 个省、市区由于地下水严重超采，已形成地下漏斗 50 多处。其中，北京市近郊部分地区的地下水位以每年 0.5—1.0 米的速度下降，并且形成了面积为 1000 平方公里的地下水位下降漏斗区，平均地下水位下降 4.3 米，漏斗中心地带下降 40 米。

地下水位下降漏斗的形成，会给人们的正常生活造成许多危害。地下水位降低会导致城市下降，地面塌陷，威胁地面建筑物的安全。由于地下水位降低，井水出水少，抽水扬程加大，耗能耗电。同时因为出水量减少，易导致水质污染，矿物度提高。地下水位一再降低的最终结果是井水枯竭，人们吃水困难，加剧城市水资源的紧张状况。

要防止地下水位下降、地下漏斗的形成及城市的下降，人们必须减少地下水开采量，保护地下水。有两条途径：一是寻找其它水源，如引用河水。二是节约用水。节约用水是根本之道，主要是改进用水工艺，提高用水效率，提倡废水回用，同时不浪费用水。

106. 奇异的海潮

——赤 潮

提起海潮，人们可能联想到钱塘江壮观的波浪，但这里所谈到的赤潮，不是指这种壮观的景色，而是指环境污染的一种表现。赤潮又称为红潮，是水域中的一些浮游生物暴发性繁殖而引起的水色异常和水质恶化的现象，常发生于近海水域，江河湖泊中有时也可看到这类现象的发生。

科学家们研究发现，形成赤潮的主要元凶是一些有害微生物，有鞭毛虫、裸甲藻、短裸甲藻、棱角藻、原甲藻、中肋骨条硅藻等多种。赤潮的发生可使水体严重缺氧，阻碍其他生物体的呼吸，甚至导致它们的死亡。此外，部分赤潮生物体内及其代谢产物含有生物毒素，能够引起鱼、贝类中毒病变或死亡。赤潮严重的地方，水体变色，气味恶臭，鱼虾灭迹，生态系统遭到极大破坏。

有关赤潮形成的原因，目前尚无定论。通常认为是由于工业的发展，尤其是像造纸、食品、合成洗涤剂等轻工业的发展，大量的含氮、磷、碳等成分较高的有机污染物质排入到海洋或江河湖泊中，造成这些水域的富营养化，为赤潮生物大量繁殖提供了丰富的营养，从而造成这些生物的泛滥，这是形成赤潮的根本原因。

目前国内外由于环境污染，赤潮时有发生，如日本濑户内海，由于大量工业废水和生活废水的排入，1973 年后每年发生红潮 200—300 次。而我国的渤海，1975 年也曾发生一次红潮。

所谓的赤潮并非都是红色的，它会随着引发赤潮的微生物的颜色不同而不同。天然水体中的微生物有一些是有颜色的，还有一些有发光的本领。正常情况下，由于各种微生物维持一个生态的平衡，每一种的数量都不至于太

多，因而我们看到的水体颜色也近乎是无色的。当赤潮发生时，某一种或几种微生物过度繁殖，则水体中这种微生物过多，从而导致水体呈现这种或几种微生物的颜色，有的是红色，有的是褐色，有的是复杂的颜色。

科学家们目前正在探索减少赤潮危害的方法，但重要的一点在于防止工业污染。工业污染是造成赤潮的原因，那么我们在加快发展经济的过程中应注意废水废气的排放，只有将这些废弃物处理后，才能排入水体中，否则造成的污染只能使我们人类从中受害。

107. 环境的“哨兵”

——指示生物

所谓指示生物是指对环境理化性质的现状及变化趋势有指示作用的生物总称。当环境中某些因素变化时，这些生物就作出敏感的反应，这种敏感度要比人类对环境变化的敏感度强得多。在现代环境日益恶化的情况下，科学家们可以用这些生物的变化来作为指示环境变化的指标，从而作出科学的评价，因而这些生物被称为环境的“哨兵”。

这种环境的哨兵现在已发现了许多种。在陆地地上有地衣、苔藓、紫花苜蓿以及一些长青或落叶乔木等植物，还有一些动物，如牛、马、羊等。在海洋中一些浮游生物也被命名为这样的哨兵。这些生物的最大特点是对环境反应敏感，当环境发生变化，尤其是出现危害环境时，这些生物的生长势、生长特性等一些方面就发生显著的变化，从而科学家们就能从这些变化中探知环境因素的改变。例如，地衣对大气污染高度敏感，当大气污染较严重时，地衣无法生长，这种地区也称为地衣沙漠；中度的大气污染造成地衣生长势下降，不能正常生长，这样的地区称为过渡地带；而没有环境污染的地区，地衣正常生长。因此，要看一个地区的大气污染情况，只要查看这一地区的地衣生长状况就可知道。而植物对大气污染的反应主要表现在叶片的变化上。如大气中含有高浓度的二氧化硫，植物叶片气孔周围组织便坏死，造成叶片失绿，叶的边缘发黄。而若大气中含有高浓度的氟化物，那么植物幼叶首先受害，发生萎蔫乃至死亡，植物不能正常生长，而一些动物，如牛、羊等动物牙齿变成氟斑牙。因此用不同的指示植物可以考查不同的污染情况。

土壤中若发生污染，尤其是重金属污染，一些植物也发生变化，从而区分污染的程度和种类。土壤中某种元素过多，都会造成植物的死亡。轻度的污染，植物对某种元素吸收过多，那么植物会从颜色上、形态上或成分上表现出一定的特点，便于我们考查这种污染。

在水体中，如果水质清洁，溶解氧充足且是流动的水，那么石蝇的幼虫生长就良好。而若是有机质严重污染的水域，这些幼虫就不能生长，赤潮等现象的发生就是对这种严重污染的反应。

目前科学家们正在充分发掘和利用这种指示生物，以便定量地反应环境污染的程度，为环境保护工作提供依据。

108. 奇特的森林

——红树林

红树林，并不是指一个树种，而是生长在热带、亚热带滩涂的一种特有

的植物群落。因为大部分树种属于红树科，所以生态学上称之为红树林。据调查，世界上的红树有 23 科 81 种，我国有 16 科 29 种。

在红树林的群落中，既有粗壮的乔木，也有矮小的灌木和藤本植物。地上部分林冠繁茂，郁郁苍苍，地面和地下部分则是纵横密布的支柱根、蛇状根、板根，盘根错节，形成一道挡风浪、阻滞淤泥、保护堤岸的“绿色长城”，任凭风吹浪打，潮起潮落，红树林守卫着堤内良田，巍然不动。红树林所在水域中，有机质多，风浪小，是鱼、虾、蟹、贝栖息和繁殖的天然场所。红树林本身也是具有多种经济价值的“海边铁庄稼”，如木果莲、木榄、白骨壤等，由于材质坚硬、纹理密致、颜色鲜艳、防腐防蛀性能好，是制作家具、农具、乐器的好材料；角果木、红海榄、秋茄、木果莲、木榄是优良的鞣料；红茄冬、海桑、水柳的果实，可供食用。……

从生物学来说，红树林也是一种奇观，它要适应于滩涂的特殊环境，在生态上发生了一些不同于一般植物的变异。首先是根系特别发达，表现在四个方面：一是多，二是扎得深，三是铺得远，四是地下地上都有。其次是胎生——人和许多动物所特有的生殖现象，但在红树林中为了适应环境的需要，也表现出类似的生理特征。因为它生长在海岸一带，经常受到海潮的冲洗和台风的袭击，种子难得一个稳定的萌发环境，于是它的繁殖方式也发生了相应的变化：种子在离开母树之前，就已经发芽长根，插入淤泥之中，只要几个小时即可扎根稳住。如果种子落在潮水中，由于胚轴中有气道，比海水轻，可以随水漂流，远播岸滩，历经二、三个月也不会死。当您走进红树林中，可看见树上吊着各种各样的种子，有的像豆荚，有的像羊角，有的像纺锤。这种酷似胎生的繁殖方式，在植物界中是独一无二的。

红树林要生活在海滩之中，还有脱盐的生理功能。它既能从海水中吸收营养物质，又能通过自身的排盐线，把多余的盐水排出体外，有人称它为“植物海水淡化器”。科学家们正在探索红树林脱盐生理现象的奥秘，设想驯化和培植一些脱盐功能强的红树林品种，在海岸和耕地之间营造一片宽广的红树林带，以达到净化海水，灌溉农田的目的。

109. 跨国界行动 ——生物多样性的国际保护

生物多样性包括所有植物、动物和微生物的所有物种和生态系统，以及物种所在的生态系统中的生态过程。生物多样性通常被认为有三个水平：即遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性。据估计，目前全球生物物种在 500 万至 5000 万种之间，但人类能够描述的仅为 140 万种。中国的植物总数占世界的 10%，其中约有 200 个特有属；同时，爬行类、鸟类、哺乳类、两栖类动物的拥有量亦占世界总量的 10%。当今物种和生态系统虽然丰富，但所受到的威胁也是有史以来最大的。这些威胁实质上是由人类对生物资源的管理不当引起的。其中包括，生境交替，通常指从一个高度多样化的自然生态系统到很少变化的农业生态系统；过度收捕；化学污染，实际上已成为全世界一个主要威胁；气候变化；引进物种，有可能导致本地动物区系和植物区系的灭绝；人口增长，引起各种资源空前紧缺。自然保护专家们认为，今后 20—30 年中，地球上总生物多样性的 1/4 将处于严重的灭绝危险中。一份关于世界鸟类的近期综述说，地球上 9000 种鸟类中有 11% 处于某种灭绝

的危险之中。中国大约有 200 种植物已经灭绝，估计另有 5000 种植物在近年内处于濒危状态。犀牛、麝、高鼻羚羊、白豚叶猴以及植物中的崖柏等，已在中国消失了几十年甚至几个世纪了。目前中国最为濒危的物种有朱鹮、东北虎、华南虎、云豹、大熊猫、叶猴类、多种长臂猿、儒艮、坡鹿、白鳍豚、无喙兰、双蕊兰、海南苏铁、姜状三七、人参、天麻、肉苁蓉、罂粟牡丹等。

由于全球性生物资源所受到的威胁是极其复杂和五花八门的，这就要求各国政府和有关国际组织对此产生广泛的反响。国际上普遍认为，保护生物多样性的全球战略和行动计划是十分有用的。目前已经制定出的有《世界自然保护大纲》、沙漠化行动计划、巴厘行动计划、海洋哺乳动物行动计划、热带森林行动计划等等。国际上许多著名的机构，如国际自然保护同盟（IUCN）、世界自然基金（WWF）、自然保护国际（CI）、世界资源研究所（WRI）以及联合国的一些组织（UIVEP、UNDP、Unesco、WHO、WFO）都热心致力于生物多样性保护工作。尤其是 1992 年的世界环发大会，包括中国在内的 153 个国家和欧共体签署了《生物多样性公约》。这标志着保护全球性的生态环境和生物多样性已经成为跨国行动。作为具体措施，有关各国分别制定了生物多样性保护行动计划。中国的生物多样性保护行动计划也已完成。中国将在已建 700 多个自然保护区的基础上，以就地保护为核心、迁地保护措施作为配合，并建立全国信息与监测系统，将生物多样性保护纳入国家发展计划，争取对全球生物多样性保护做出应有的贡献。

