

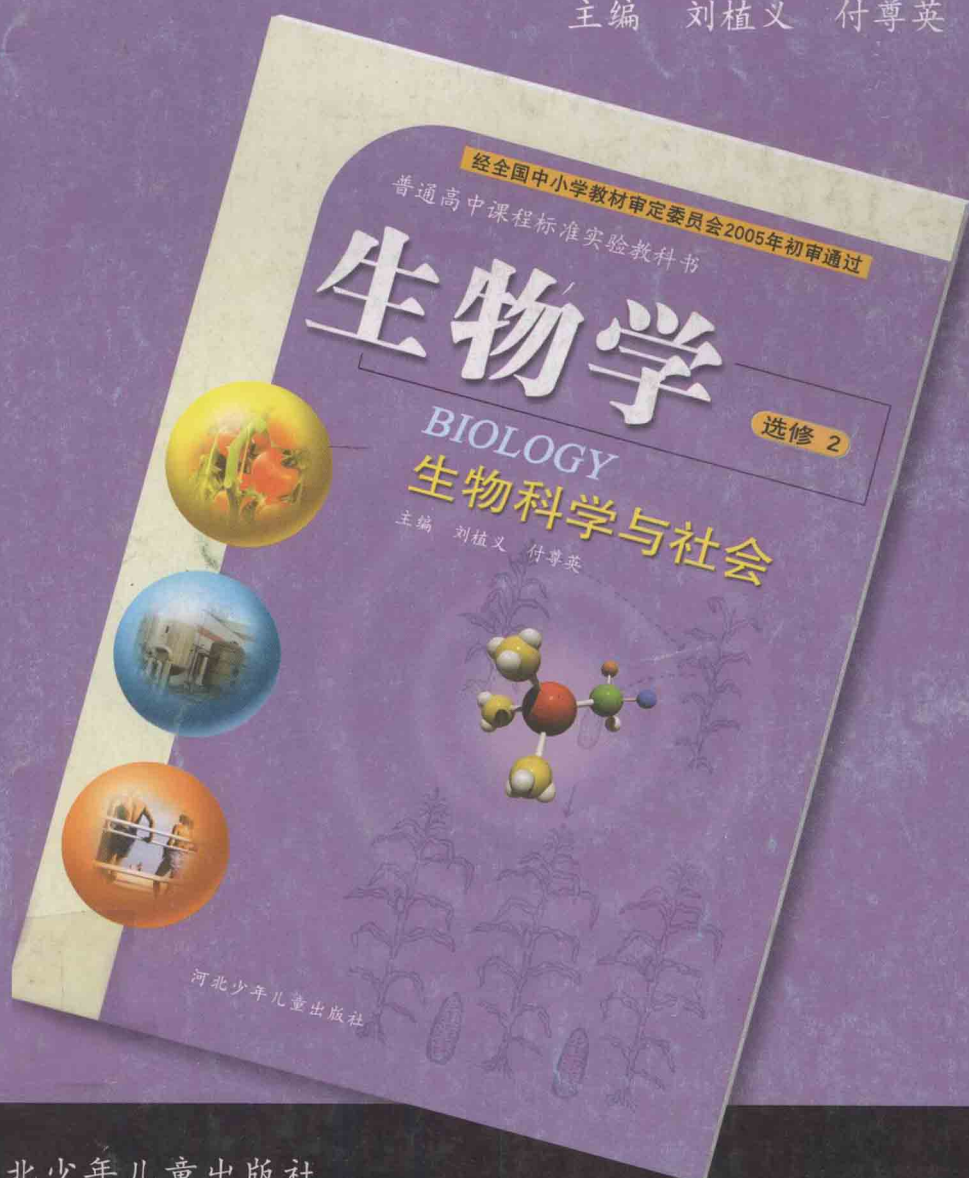
普通高中课程标准实验教科书

生物学

生物科学与社会

教师教学用书

主编 刘植义 付尊英



河北少年儿童出版社

普通高中课程标准实验教科书

生物学 生物科学与社会

教师教学用书

主 编 刘植义 付尊英
副主编 李红敏 潘紫千

图书在版编目(CIP)数据

生物科学与社会教师教学用书/刘植义,付尊英主编;李红敏等编. —石家庄:河北少年儿童出版社, 2006. 12

ISBN 7-5376-2921-8

I. 生… II. ①刘…②付…③李… III. 生物课—高中—教学参考资料 IV. G633.913

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 138447 号

主 编 刘植义 付尊英

副主编 李红敏 潘紫千

编 者 (按姓氏笔画为序)

万五星 白文忠 边艳青 刘 彤 朱正歌 崔庚寅
葛荣朝 翟丽光 党凤良

书 名	生物学	生物科学与社会 教师教学用书
主 编	刘植义 付尊英	
副 主 编	李红敏 潘紫千	
策 划	赵 杰	
责任编辑	翁永良 王亚琴	
美术编辑	杨晨光	
责任校对	张 昕	
封面设计	李 欣	
出版发行	河北少年儿童出版社(石家庄市工农路 359 号)	
印 刷	河北新华印刷一厂	
开 本	787×1092 毫米 1/16	
印 张	7.5	
版 次	2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷	
书 号	ISBN 7-5376-2921-8/G·2080	
定 价	13.00 元	

版权所有 翻印必究

普通高级中学课程《生物学》实验教科书 《生物科学与社会》模块简介

一、编写指导思想

1. 根据《课程标准》的要求，本模块以当今人们最关注的农业、工业、环保、卫生与健康等社会发展的重大问题为核心内容，突出“生物科技与人类社会的生存和发展”的主题思想，体现科技进步在人类社会发展中以及在物质文明和精神文明建设中的作用。

2. 本模块为适应喜欢文科的学生选学的需要，编写时适当降低了科学原理的难度，特别突出人文情感的教育，将科学发展与人们观念的转变紧密联系起来，树立正确的可持续发展的科学发展观。

3. 本模块帮助学生全面地了解生物科学技术的现状和发展前景，引导学生关注社会、关注生活、关注身边的科学和技术，帮助学生体会到生物科学与人类社会、与他们的日常生活密切相关，并能对科学、技术、社会的相互关系形成正确的认识。

4. 本模块改变教学方式和学生的学习方式，引导学生开展相关的调查、参观、讨论、资料收集、服务社会等活动，培养学生的参与意识，帮助学生形成正确的价值观念，提高社会责任感。

二、教材的体系与结构

1. 内容体系安排

由于农业是国民经济的基础，所以第一部分先安排有关农业方面知识的学习；工业是国民经济的命脉，对社会的发展起着重大作用，所以安排在第二部分学习；环境保护是人类社会可持续发展的保障，因此安排在第三部分学习；人体健康是人们最关心的问题，人们从事工农业生产和环境保护，其最终目的是保证人类健康地生活，持续不断地向前发展，所以将其放在本模块的最后学习。由此，本模块共分4章：第1章 生物科学与农业；第2章 生物科学与工业；第3章 生物科学与环境保护；第4章 生物科学与健康。

2. 教材结构

本模块以章节的形式编写，每节内容先设置“关注社会”栏目，从社会或生产、生活实际中提出问题，体现科学与社会的思想；再通过调查、参观、观察、阅读与分析、思考与讨论、热点讨论、搜集资料等多种形式的学生活动，由学生自主地获得知识，并在此基础上进行交流，最后运用获取的知识与技术通过“服务社会”解决生产生活中的实际问题，培养学生创造性思维和社会责任意识。在学生活动和学习过程中，

还设置了“思考”等栏目，激发学生积极思维；为学生开阔视野，增长知识，设置了“小资料”、“开阔眼界”、“课外实践”、“书海拾贝”、“相关网站”等栏目，以满足不同水平学生学习和发展的需要。每章后面设“本章小结”，总结本章的知识内容，以指导学生更好地学习。

三、教材特色

1. 体现新的科学发展观和学术思想

随着科学的不断进步，人们对自然界与人类关系的认识越来越深刻，特别是生态学观点和人类可持续发展的战略思想影响到学科的多个领域，在工农业生产、环保和人体健康等方面提出了许多新的科学观点和学术思想。例如在农业生产上，不仅提出“三色革命”（绿色、白色和蓝色革命），还提出了建立“绿色农业”、“设施农业”、“信息农业”等生产基地；在防治病虫害方面，提出了植保的新概念，植保不仅只是消灭病虫害，而且还要采取兼顾生态效益、经济效益与社会效益相统一的防治措施；在工业生产上，近年来提出要建立生态工业的发展方向；在保护生物资源方面，提出保护、开发和利用相协调发展的新理念；在消费方面，绿色消费观念的兴起，使人们建立了新的消费观，直接影响到人们消费方式的转变；在人体健康方面，人的健康概念有很大转变，已扩大到身体健康和心理健康两方面；在医疗策略上，已从“重治轻防”转变为更加注重预防和日常保健。以上这些科学理念已渗透到教科书的有关章节中，展现了我国现代工农业、环保、医疗的发展方向，使教材体现一定的先进性。

2. 突出人文情感教育

在教科书中加强了对学生思想情感态度与价值观的教育，特别注重对学生进行生物科学与工农业、环境保护、医药卫生等产业发展史的教育。全书每章的开篇不仅设置了“科学发展历程”栏目，介绍相关的科学与技术的发展历史，同时在有关章节中还穿插了“科技探索”，介绍科学家的探索精神、研究思路和探究方法，启迪学生的创新精神，学习科学的思维和工作方法。在树立科学的自然观和爱国主义情感方面，通过对生物技术产品的安全性、生物技术（人工授精、试管婴儿、器官移植、基因治疗等）带来的伦理道德等问题的讨论分析，培养学生批判性思维能力，提高学生明辨是非的能力。介绍现代化农业大生产，实现农业工业化、信息化等建设小康社会的美好前景，以及保护环境、建设美好家园人人有责，激励学生为社会服务的社会责任感。在教材中还设立5个“热点讨论”，引导学生关注社会、关注生活、关注自然和人类持续发展等问题，培养学生热爱祖国和人民的情感以及参与祖国和家乡建设的情怀。

3. 重视能力培养

本教材重视学生能力的培养。教材中安排了32个学生探究性活动（其中包括观察1个，调查5个，参观1个，阅读与分析5个，思考与讨论8个，热点讨论5个，搜集资料2个，课外实践5个），采用发现问题——自主探究——获取知识——实践应用的探究式教材结构，促进学生自主学习和自主发展，培养学生创新精神和实践能力，提高学生的科学素质。

4. 适于自学

教材以多种图表和富有吸引力的栏目，如“思考”、“关注社会”、“服务社会”、“课外实践”等，引导学生主动学习。教材尽量采用通俗易懂、生动活泼的文字，配以精美的照片、图表来描述生物学现象、解释生物学原理。教材中还设置了“小资料”、“开阔眼界”、“书海拾贝”、“相关网站”等栏目，便于学生自学。

目 录

普通高级中学课程《生物学》实验教科书《生物科学与社会》模块简介	(1)
第1章 生物科学与农业	(1)
第1节 农业生产中的繁殖控制技术	(5)
第2节 生物科学技术在育种上的应用	(11)
第3节 植物病虫害的防治	(16)
第4节 动物疫病的防治	(21)
第5节 绿色食品的生产	(30)
第6节 设施农业	(37)
第2章 生物科学与工业	(41)
第1节 微生物发酵及其应用	(43)
第2节 酶在工业生产中的应用	(49)
第3节 生物技术药物和疫苗的生产	(52)
第3章 生物科学与环境保护	(56)
第1节 生物性污染及其防治	(59)
第2节 环境污染的生物净化	(63)
第3节 生物资源的合理利用	(70)
第4节 绿色消费	(74)
第4章 生物科学与健康	(79)
第1节 生殖与健康	(82)
第2节 人体器官移植	(89)
第3节 抗生素的作用与合理使用	(95)
第4节 基因诊断与基因治疗	(104)

第1章 生物科学与农业

教学目标

知识性目标

1. 阐明杂种优势的原理。
2. 概述农作物及动物杂种优势的利用。
3. 简述植物的微繁技术。
4. 举例说明试管家畜的培育过程。
5. 举例说明体细胞克隆技术及应用前景。
6. 简述多倍体育种技术并列举其成果。
7. 简述转基因动植物育种过程。
8. 指出转基因育种存在的问题。
9. 简述病虫害预测预报的机构及工作流程。
10. 举例说明防治病虫害的主要措施，评价这些措施的优缺点。
11. 简述动物疫病的危害及防治措施。
12. 说出绿色食品的概念和特征，说明发展绿色食品的意义。
13. 简述设施农业的主要内容。
14. 举例说出各项设施农业措施，简述设施农业的意义。

技能性目标

1. 尝试作物杂交育种的各种方法。
2. 尝试通过多种途径进行相关资料的收集与整理，提高信息处理能力、分析解决问题能力及交流合作能力。

情感性目标

1. 关注新型农业对人类生活的影响。
2. 认同生物科学技术的发展及应用对农业现代化所起的推动作用。
3. 形成批判性思维。

教材分析

《生物科学与社会》模块是在学生完成生物学必修课的学习，掌握了一定的生物学基础知识的前提下，面向文科和直接就业的学生选学需要而编写的，因此在教学中对专业知识的处理应力求“广而不深”。

迅速发展的现代生物技术已被广泛地运用于人类生产生活的各个领域，而农业作为国民经济的基础被安排在本模块的开篇。本章介绍了在生产动植物产品过程中，从繁

殖、育种、防病到绿色食品的生产和设施农业各个环节中生物科技的应用,使学生从多层面充分体会生物科学技术的发展对农业生产的作用。

本章共包括6节:“第1节 农业生产中的繁殖控制技术”;“第2节 生物科学技术在育种上的应用”;“第3节 植物病虫害的防治”;“第4节 动物疫病的防治”;“第5节 绿色食品的生产”;“第6节 设施农业”。

本章安排了2个课外实践,3个调查活动,1个搜集资料活动,旨在通过实践、参观、社会调查、查阅资料等活动,使学生在获取第一手资料的同时,感受到生物科学无处不在,对人类生产、生活方式和思想观念产生了广泛影响,使他们能运用所学知识对人类生产和生活方式进行反思,树立科学的价值观。

本章引言部分重点介绍了20世纪以来农业发展中的三次“革命”,使学生大致了解现代农业发展历程,让学生认识到农业革命必然要以科技革命为前提,而现代农业正是以生物技术和信息技术为中心的。

“农业生产中的繁殖控制技术”一节包括“杂种优势巧利用”、“试管中的繁殖控制技术”、“体细胞克隆技术”3部分。

“杂种优势巧利用”这部分内容是繁殖控制技术中的重点内容。教材从现实应用实例引出杂种优势的概念,激发学生对其原理的探究欲。进一步结合“思考栏”及必修课中遗传学知识,阐明杂种优势产生的根本原因是基因间的相互作用和相互影响。在介绍杂种优势的利用时重点描述了其带来的巨大经济效益,同时让学生结合“思考与讨论”帮助农民解决在杂交育种中需要面对的一些问题。

“试管中的繁殖控制技术”这部分内容学生可简要了解其操作过程,教学中可结合“思考栏”,用学生已学过的“细胞全能性”、“生殖与发育”等知识,重点帮助他们理解植物微繁技术及“试管家畜”培育的原理。教材将重点放在如何将相关技术应用于生产并产生经济效益上,同时展现了相关技术广阔的应用前景。

“体细胞克隆技术”这部分内容从“关注社会”栏目引入,展示了当今全世界对克隆技术的关注。教材以“我国第一批克隆牛培育过程”为例简要介绍体细胞克隆技术过程,可结合“细胞全能性”、“胚胎发育”等知识辅助讲解。在介绍体细胞克隆技术应用前景的同时也提出克隆动物在生长过程中出现的一系列异常表现,使学生认识到体细胞克隆技术作为一种新生技术,还存在一些不足和缺陷,但随着科学家不懈的努力,体细胞克隆技术定会日益成熟。

“生物科学技术在育种上的应用”一节包括“多倍体育种”、“转基因育种”两部分内容。

“多倍体育种”这部分主要介绍了多倍体育种技术及成果。在“关注社会”栏目中,展示了生物技术已深入百姓生活,模拟外界条件的变化就可以按照人类的意愿定向选育多倍体品种。其中有关概念、原理、方法的内容均在必修2“染色体数目整倍性变异”中系统介绍过,因此此处将不作为教学的重点,教师应通过列举本技术在花卉、药材、作物、林果、动物品种培育等方面的主要成果,突出其带来的经济价值和人们对的生产生活所产生的巨大影响,并且在认识多倍体品种优势的同时也列举其存在的不足,使学生树立科学的价值观。

“转基因育种”的引言部分首先点出转基因育种突破了传统育种方法的局限性，可以克服远缘杂交不亲和的障碍，定向地改造生物的特性。在必修2中学生已对基因工程有所了解，因此有关转基因技术的操作细节仅以示意图形式简要概述即可。教材列举了大量转基因动植物的实例，让学生了解转基因技术使育种有了新突破，在激发学生学习兴趣的同时，引导学生对转基因技术存在的问题进行批判性思考。

“植物病虫害的防治”一节，首先通过一系列数据让学生了解植物病虫害对农业生产的危害，引导学生思考如何防治植物病虫害。在“病虫害的预测预报”部分，通过“关注社会”栏目指出病虫害预测预报在对病虫害的治理过程中起着至关重要的作用，并以图解的方式说明病虫害预测预报的简易流程。

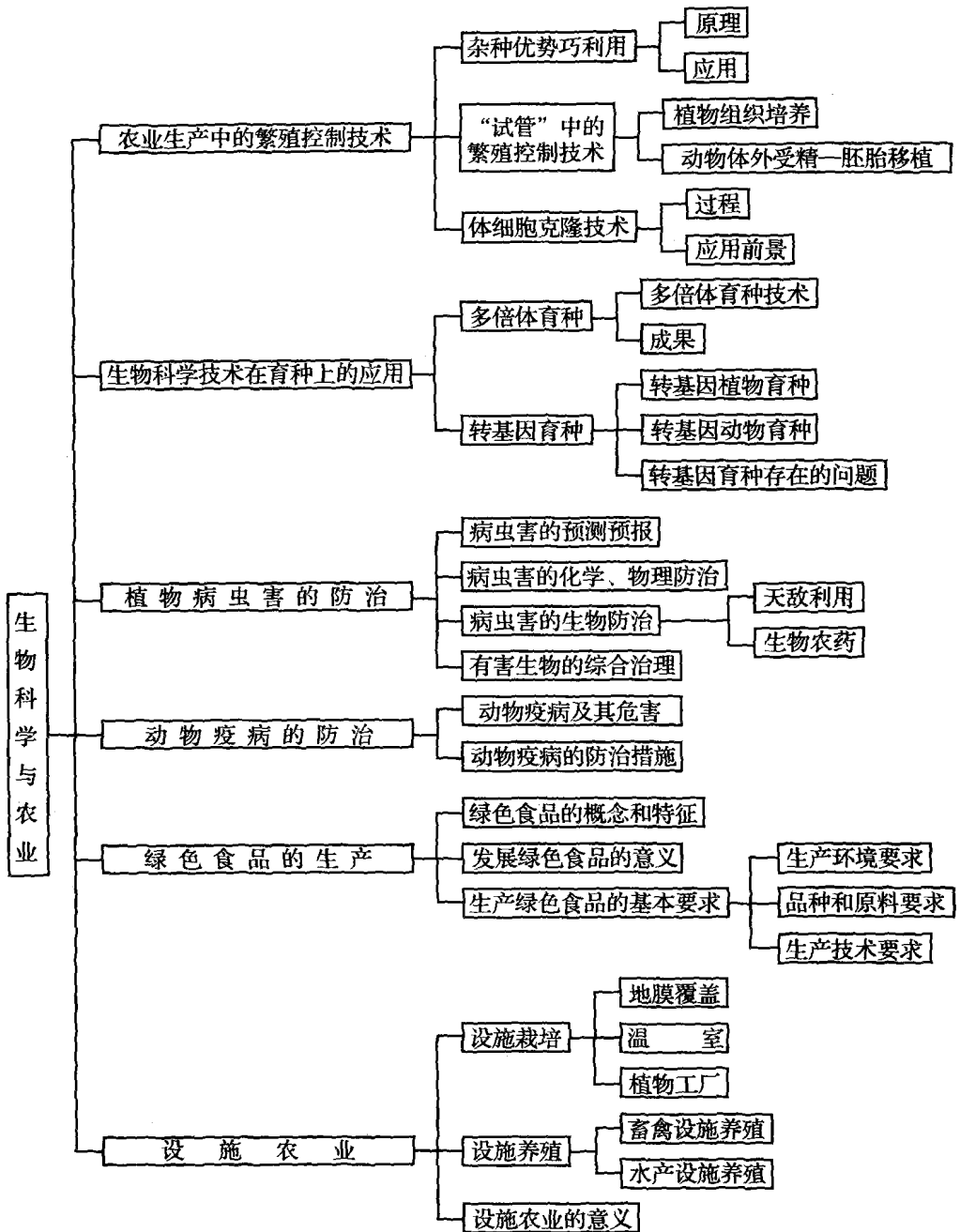
“病虫害的化学、物理防治”部分，通过“调查”活动，让学生了解到当前病虫害防治的主要措施是化学防治和物理防治，并讨论其优缺点。“病虫害的生物防治”部分阐明了生物防治的原理及优点，举例说明了如何利用天敌和生物农药防治病虫害，并且指出，各种措施都有其各自的优点和局限性，不同病虫的为害机理不同，各种措施要灵活运用、有机结合，才能收到良好的效果，从而引出本节最后一部分，“有害生物的综合治理——植保新概念”，指出各种措施有机结合，实现经济效益、生态效益、社会效益的最优化是病虫害防治的最终目标。

“动物疫病的防治”一节分为两部分，“动物疫病及其危害”和“动物疫病的防治措施”。在第一部分中，简要介绍了动物疫病的种类和主要病种，并以疯牛病和禽流感为例说明动物疫病的危害性，指出动物疫病，特别是动物传染病的防治已成为摆在世人面前的一项迫切而艰巨的任务。

教材在前4节分别介绍了生物科学技术在繁殖、育种、病虫害和动物疫病防治等方面的应用。“绿色食品的生产”一节是在此基础上，将农产品的各生产环节串联起来全程考虑，是对前几节知识的综合，也是培养学生理论联系实际的好素材。教材在本节安排了一个“搜集资料”活动和一个“调查”活动，以此让学生了解绿色食品的概念和特征、发展绿色食品的意义以及生产绿色食品的基本要求，既可以调动学生学习本节知识的积极性，又能完成对学生多种能力的培养。

“设施农业”一节在介绍了设施农业的定义后，重点讲解了设施农业包括的两项重要内容：设施栽培和设施养殖。最后从确保农业高产稳产、提高农产品质量、推动适度规模经营和满足社会多样化需求等方面，阐明了发展设施农业的意义。

本章教学时间共13课时。建议“第1节 农业生产中的繁殖控制技术”安排3课时完成；“第2节 生物科学技术在育种上的应用”安排2课时完成；“第3节 植物病虫害的防治”安排2课时完成；“第4节 动物疫病的防治”安排2课时完成；“第5节 绿色食品的生产”安排2课时完成；“第6节 设施农业”安排2课时完成。



第1节 农业生产中的繁殖控制技术

课前准备

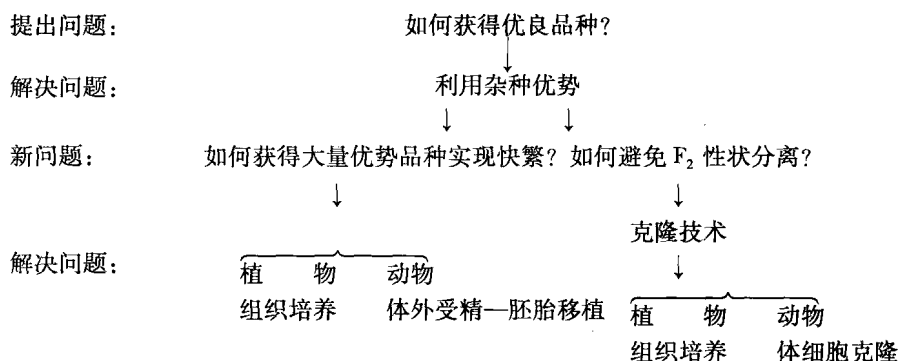
1. 教师收集与“农业生产中的繁殖控制技术”相关的图文资料，制作计算机课件；联系当地农作物杂交种子培育基地。

2. 要求学生温习必修1中“细胞的分化”，必修2中“基因的分离规律”、“基因的自由组合规律”的相关内容；通过互联网查阅资料，收集动物体细胞克隆技术对科学研究和社会伦理方面的各种影响。

教学建议

本节首先提出了自1950年以来世界人口激增与人们平均饮食水平反而升高这对现实矛盾，然后指出繁殖控制技术在解决此矛盾的过程中所发挥的重要作用。整节围绕“人类怎样对动植物繁殖进行控制？动植物繁殖控制技术又是怎样改变了我们的生活？”这两大问题展开，重点介绍杂种优势、植物组织培养、动物体外受精—胚胎移植、体细胞克隆四项技术，并且这四项技术是随着技术水平的不断提高而先后出现的。教材中涉及到的必修课理论知识不再重复，重点介绍如何将这些理论应用于实践，因此建议教师在课前安排学生复习与本节内容相关的“旧”知识，以利于本节教学的顺利进行。同时，对于各项技术应用的前景或存在的不足，也可提前安排学生通过多种途径收集资料供课上交流，在充分调动学生积极性的同时培养学生多方面的能力。

这几项技术的安排有其内在的逻辑关系，遵循“提出问题——解决问题——发现新问题”的科学研究方法：



教学过程中应注意引导学生理解科技水平的提高是在社会需求的推动下螺旋上升式发展的，同时在教学过程中教师可穿插列举大量的事实和数字来说明问题，让学生更形象地认识生物科技在促进农业现代化和发展国民经济中所起的重大作用。

一 杂种优势巧利用

由于杂种优势在生物界普遍存在，技术水平要求较低，因此杂交育种和杂种优势的利用目前仍是花卉育种及种子生产最基本、最有效的方法。引言部分列举了骡子（我国古代对杂种优势的利用）和杂交水稻（我国现代对杂种优势的利用）两个例证，说明杂种优势的特点，总结出杂种优势的概念。

由于杂种优势的产生原理至今尚无定论，教学中可以结合“思考”旁栏，调动学生运用遗传学相关知识对杂种优势的来源进行解释，并得出杂种优势产生的根本原因是基因间的相互作用和相互影响。教师也可视学生情况简介杂种优势遗传学理论的主要假说（见参考资料）。 F_1 的杂种优势不仅表现在外部形态上，而且表现在内部结构和生理活动等方面，可以结合教材所举的实例对“思考”旁栏加以讨论，如：植株高就有不抗倒伏的缺点，培养学生辩证思维能力。

“农作物杂种优势的利用”这部分内容可以模拟实际生产过程设计一系列问题，引导学生站在农民的视角解决在杂交制种中需要面对的诸多难题。例如，可让学生思考讨论：

1. 株高不同的双亲杂交产生的 F_1 代植株生长都非常整齐，但 F_2 代就有高有低，请从遗传学角度讨论出现此现象的原因。（ F_2 发生性状分离）
 2. 如何避免性状分离，保持杂种优势？（年年生产第一代杂交种子作为播种材料）
 3. 以玉米为例，如何制备杂交种子？（连续自交培育出纯合亲本，再进行杂交）
 4. 玉米雌雄同株异花，如何严格实现杂交？（母本将雄穗拔掉即可实现去雄，再人工授粉）
 5. 水稻雌雄同花，且花很小，很难严格去雄，如何进行杂交？（可将“两系法”、“三系法”杂交水稻的培育过程复印成课外资料，供有兴趣的学生课下自学）
- 对于动物杂种优势的利用一般是进行种畜的品种、品系或类群间的直接杂交。

二 “试管”中的繁殖控制技术

这部分内容教学可引导学生思考：大田中利用杂交方法制备优质种的周期长，那么对于具有优良性状的植物品种，我们如何实现快速繁殖？你知道哪些相关技术？设计一些承上启下的问题引出“植物微繁技术”。

植物的微繁技术，即植物组织培养，在必修1“细胞分化”中已对其流程进行过简要介绍，此处教学过程中可提前布置好复习作业，课上增加学生自主学习时间。由学生简述植物组培过程，需要说明整个过程包括脱分化、再分化两个阶段，属于无性繁殖，点明该技术的原理是利用了植物细胞的全能性；结合“小资料”回忆生长素、细胞分裂素对植物生长的作用，了解二者比例对再分化过程的影响；最后由学生讨论：植物组织培养繁殖种苗与种子繁殖相比具有不受季节影响、可进行集约化方式生产、繁殖速度快等优点，教师可以列举实例和数字来突出上述优势，加深学生理解。

对于动物，尤其是单胎动物，又该采用什么办法快速增加新个体呢？可先引导学生回忆必修2中“试管婴儿”的培育，再出示“试管牛”的培育流程图，结合“有性生殖和受精作用”的知识和旁栏“小资料”，分析在进行动物的体外受精—胚胎移植过程中都需要用到哪些技术（见参考答案3），以及“试管家畜”作为一项突破性成果的应用前景。在列举实例时应突出我国在体外受精和胚胎移植技术方面的研究已经处于世界前列，对学生进行爱国主义教育。

教学中可根据学生情况对课本知识加以拓展，例如可以质疑：还能不能在此基础上将家畜的繁殖率再提高？简介胚胎分割技术（参考选修3中第二章第二节相关内容）。

三 体细胞克隆技术

教师可承接上文提出问题：“体外受精—胚胎移植”技术运用了有性生殖繁殖后代，无法获取动物亲本全部优良的性状，有什么办法可以解决这个问题呢？引入“体细胞克隆技术”。

在“关注社会”栏目中让学生了解从“多莉羊”的诞生开始至今，全世界已经掀起克隆哺乳动物的风暴，当代中学生有必要对此项技术加以了解。

在探秘体细胞克隆技术时，引用了我国第一批克隆牛的培育过程，让学生在强烈的民族自豪感中探索新知。教学中只需借助克隆牛培育的流程图，简介克隆技术过程，其中注意引导学生分析此项技术的原理是利用动物细胞核的全能性，但克隆牛仍有少量遗传物质来自卵细胞的细胞质遗传。

提前布置“课外实践”，学生通过查阅资料，收集动物体细胞克隆技术对科学研究和社会伦理方面的各种影响以便课上交流。在交流中注意学生所查资料的全面性，既要体现出体细胞克隆技术作为一项突破性技术所具有的积极意义和应用前景，也要求学生认识到它作为一项新技术所存在的不足和缺陷。

参考答案

1. 略

2. 植物组织培养繁殖种苗与种子繁殖方式相比较具有：培养周期短，繁殖率高；后代能够稳定遗传；不受季节影响，便于自动化管理，可进行集约化方式快速繁殖等优点。

3. 进行动物的体外受精—胚胎移植，我们需要掌握动物细胞培养、体外受精技术、胚胎体外培养、胚胎移植技术等。

4. 可以将一只大熊猫的体细胞与另一只雌性大熊猫去核卵细胞电激融合成重构卵细胞，经体外培养到囊胚阶段，再移植到代孕雌性大熊猫子宫内孕育生产。

5.

（1）动植物杂种优势利用：可以获得在生活力、繁殖力、抗逆性、产量和品质上具有比双亲优越的动植物杂种，使人类实现了利用有限的自然资源获得更多的食物，在很大程度上缓解了人口急剧增长带来的压力。

(2) 植物组织培养：不受季节影响，一年四季都可以进行生产；而且试管苗体积小，可以在立体空间重叠放置，进行集约化生产；可以实现快速繁殖，在很短时间内就能繁殖出大量试管苗，大大提高了植物的繁殖速度。

(3) “试管家畜”：能为商业性的胚胎移植提供高质量、低成本、大批量的胚胎，加快优良家畜的繁殖速度；同时也为细胞克隆和基因导入等技术提供了充足的实验材料，特别是在生殖生物学领域和畜牧业生产方面具有广阔的应用前景。

(4) 体细胞克隆技术：可以用来快速繁殖优良家畜，同时还可以对这些克隆家畜的性别进行控制，从而避免生产一些利用价值不高的家畜；在进行体细胞克隆的同时，可以对克隆动物进行转基因操作，培育出能生产药用蛋白的转基因克隆动物，从而提供人类所需的某些药物原料；还可以利用体细胞克隆技术来拯救濒临灭绝的动物。但其作为一种新生技术，还存在一些不足和缺陷。

参考资料

1. 杂种优势的表现特点

杂种优势是生物界的一种普遍现象，既可见于种间杂交（马与驴的杂种子一代——骡，比其双亲都强健，适于劳役，又耐粗食），又可见于品种间的杂交（猪的品种间杂种比双亲都大，且生活力也强；水稻的品种间杂种比常规水稻平均增产 20% 以上）。

(1) 杂种优势不止是一两个性状单独表现出优势，而是多个性状间的综合表现。

(2) 杂种优势的强弱取决于双亲性状间的互相补充，在一定范围内，双亲的基因差异越大，亲缘关系越远，杂种优势就越强。

(3) 杂种优势与双亲的基因型纯合度有关，若双亲的基因型纯合度高， F_1 的优势就强。

(4) 杂种优势只在 F_1 代得以表现， F_2 、 F_3 等后代由于基因分离而表现出优势衰退。

(5) 杂种优势的大小与所处的环境有关， F_1 代只有在适宜环境下才能表现出杂种优势。

2. 杂种优势的遗传学理论

杂种同源染色体上存在的一定数量的不同的等位基因是产生杂种优势的根本原因。这种基因的异质性究竟以什么方式起作用，现在还没有比较满意的遗传学解释，还需要不断地通过生产实践和科学试验来进一步修改和完善，以下是两种主要假说：

(1) 显性基因互补假说

1910 年由 Bruce 最初提出，后又由 D. F. Jones 加以补充完善。该假说认为，多数显性基因是有利的，而隐性基因多是不利基因，当两个遗传组成不同的亲本交配时，来自一个亲本的隐性有害基因的效应就会被来自另一亲本的显性有利基因的效应所遮盖，所以杂种显示出优势来。

连续经过多代的自交或近交，得到自交系或纯系，它们的基因型基本上纯合化。如双亲很多位上的不同等位基因是纯合体，形成杂种后，显性的有利基因的效应集积起

来，而隐性有害基因的作用被遮盖起来，出现了明显的优势。

$P: AAbbCCDDee \cdots \times aaBBccddEE \cdots$

↓

$F_1: AaBbCcDdEe \cdots$ (出现杂种优势)

支持本假说的有利证据是豌豆多节品种和长节品种的杂交试验：两个 1.5 ~ 1.8m 高的豌豆品种，一个表现为多节但节间短，另一个品种节数少但节间长。将这两个品种杂交，杂种一代结合了两个亲本节多、节间长的特性，株高达 2.1 ~ 2.5m。

照此假说应该可以得到对所有显性基因都是显性的纯合体，这些个体应该显现同子一代个体一样的优势，而且不会分离，优势不会减退。然而因为和优势有关的基因很多，分布在少数染色体上，一个连锁群含有若干显性基因，也含有若干隐性基因，要把显性基因都集合起来，事实上是不可能的。

显性说虽然从一些试验中得到证据，但它只考虑等位基因的显性作用，没有考虑非等位基因的相互作用，也没有考虑杂种优势的性状大多属于数量性状，并不表现典型的显隐性关系。

(2) 超显性假说

是由 East 和 Shull 在 1918 年分别提出的。该假说认为杂种的这种差异发生于同一基因位点上，这一位点具有众多的复等位微效基因，它们有着不同的遗传组成和不同的生理功能，基因处于杂合态时比两个纯合态都好。例如，杂合态 a_1a_2 的表型效应比两个纯合态 a_1a_1 和 a_2a_2 都好，而且这样的基因位数越多，杂种的优势就越大，所以如果两个自交系对很多位上的不同等位基因是纯合体，子一代的生活力或生产性能自然比双亲的显得优越了。

$P: a_1a_1b_1b_1c_1c_1d_1d_1e_1e_1 \cdots \times a_2a_2b_2b_2c_2c_2d_2d_2e_2e_2 \cdots$

$F_1: a_1a_2b_1b_2c_1c_2d_1d_2e_1e_2 \cdots$ (出现杂种优势)

East 进一步认为，杂种的优势要看每对基因作用的差异程度，差异越大，子一代的优势越明显。例如，有一复等位基因系列 $a_1a_2a_3a_4 \cdots$ ，那么杂合体的优势按下列顺序逐渐升高： $a_1a_2 < a_1a_3 < a_1a_4 \cdots$

支持此假说的证据有，某些植物的花色遗传是由一对等位基因决定的，但它们的杂种植株的花色往往比任何一株纯合亲本的花色都深，粉红色 $\times$ 白色，获得 F_1 表现型为红色；淡红色 $\times$ 蓝色，获得 F_1 表现型为紫色。这些试验结果说明，异质等位基因的存在常可导致来源于双亲新陈代谢功能的互补或生理生化反应能力的加强等。

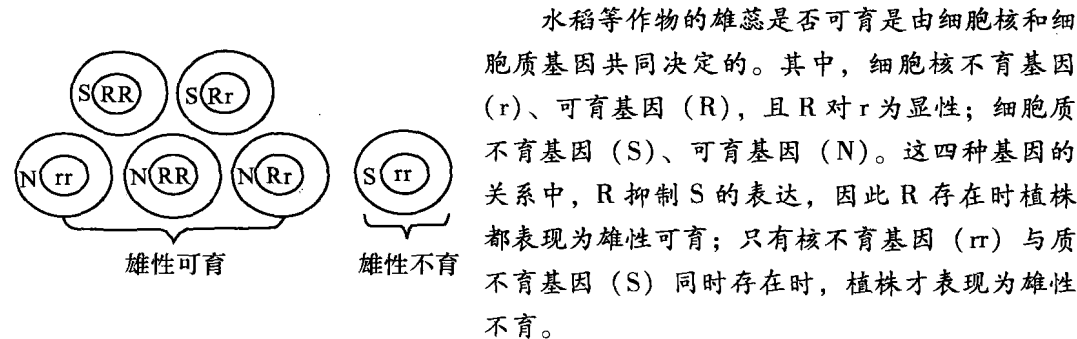
但这个假说完全排除了显性基因在杂种优势中的作用。我们知道杂种优势并不与等位基因的杂合性始终保持一致，如，自花授粉植物中，一些杂种的表现型不一定比它的纯合亲本更为优越。

两个假说都将杂种优势归因于双亲异质基因的互补，不同的是：前者认为杂种优势是双亲有利显性基因的聚合和互补，后者认为杂种优势是双亲等位基因间的互补作用。此外，两个假说都只考虑了双亲细胞核基因的相互作用，完全没有涉及母本细胞质基因与父本的核基因间的关系，而实际上许多正反交试验说明，细胞质效应是存在的，有的

还相当明显。生物界杂种优势的表现是多种多样的，不同的物种、不同的性状形成杂种优势的原因可能不同，其遗传原因还有待进一步分析和研究。

3. “三系法”杂交水稻

通过杂交的方法生产的杂交种要直接用于大田生产，需要的种子数量很大，这就要求杂交育种工作简单易行，但水稻、小麦等是雌雄同花且花很小，人工去雄困难，因此需要雄性不育的植株做母本，同种植物中具有可遗传的雄性不育性状的植株群体叫做雄性不育系（不育系）。



雄性不育系自身留种的问题：♀ ♂
不育系 S (rr) × 保持系 N (rr)
↓
不育系 S (rr)

其中基因型为 N (rr) 的品种，既能使母本结实，又使后代保持了不育特性，因此称其为雄性不育保持系（保持系）。

大田中使用的杂交种必须是可育的，否则不能结实，用什么品种和雄性不育系杂交才能得到雄性可育的杂交种呢？

♀ ♂
不育系 S (rr) × 恢复系 N (RR)
↓
杂交种 S (Rr)

其中能使不育系的后代恢复可育性的品种称为雄性不育恢复系（恢复系）。在杂交育种中，雄性不育系、雄性不育保持系、雄性不育恢复系必须配套使用，即为“三系配套”，得到的杂交种长成的植株既可通过传粉而结实，又可以在各方面表现出较强的优势。

之后，我国首创了两系法杂交水稻，关键是培育光敏型雄性不育系，即水稻在长日照、高于临界温度（23℃）时表现为雄性不育；而在短日照、低温时表现为雄性可育。这种特性使它本身可以自交繁殖，从而省略了保持系。