

选修三知识总结

2018 年期末考试前的某一天

207 陈仲豪

基因工程（转基因技术、DNA 重组技术）

一. 基因工程的工具

1. 限制酶

来源：主要是原核生物

原理：识别双链 DNA 分子的特定核苷酸序列，使每一条链中特定部位的两个核苷酸之间的磷酸二酯键断开。

EcoRI（黏性末端） SmaI（平末端）

结果：产生黏性末端或平末端

识别序列 多为 6 个，也有 4.5.8 个

2. DNA 连接酶（连接相同黏性末端）

（一）E coli DNA 连接酶

从大肠杆菌体内分离，只能将黏性末端连接起来

（二）T4DNA 连接酶

从 T4 噬菌体中分离，既可以连接黏性末端，又可以连接平末端（效率比较低）

3. 载体常见类型：质粒、λ 噬菌体的衍生物、动植物病毒

（一）条件

能自我复制 具有一个至多个限制酶切割位点

有标记基因 对受体细胞无害

（二）常见类型：质粒、λ 噬菌体的衍生物、动植物病毒

（三）条件

能自我复制 具有一个至多个限制酶切割位点

有标记基因 对受体细胞无害

二、基因工程的基本操作程序

1. 目的基因的获取

两种途径：从生物材料中分离 化学方法人工合成

三种方法：从基因文库中获取目的基因 利用 PCR 技术扩增目的基因 化学方法人工合成目的基因

（一）从基因文库中获取目的基因

一个受体菌种群所含有的某生物的所有不同基因，称为基因文库
基因文库的种类

a. 基因组文库：包含一种生物所有基因。

b. 部分基因文库：只包含一种生物的一部分基因，如 cDNA 文库（mRNA----cDNA）

c. 区别：基因组文库中有内含子和启动子，部分基因文库中没有。

部分基因文库可以进行物种间的基因交流，基因组文库只有部分基因可以

（二）利用 PCR（多聚酶链式反应）技术扩增目的基因

A. PCR 是一项在生物体外复制特定 DNA 片段的核酸合成技术

B. 原理：DNA 双链复制

C. 条件：有一端已知的目的基因的核苷酸序列（以便根据序列合成引物）

模板 DNA、引物、四种游离的脱氧核苷酸、Taq 酶（耐高温）

D. 过程：a. 高温变性（90 度-95 度，DNA 双链解开） b. 低温退火（55 度-60 度，DNA 单链和引物结合） c. 中温延伸（70 度-75 度，Taq 酶从引物起始进行互补链合成）

E. 场所: PCR 扩增仪

F. 结果: 使目的基因在短时间内大量扩增

(三) 用化学方法人工合成目的基因

A. 条件: 基因比较小, 且核苷酸序列已知

B. 仪器: DNA 合成仪

2. 基因表达载体的构建 (最关键)

(一) 目的: 使目的基因在受体细胞中稳定存在, 可以遗传给下一代

使目的基因可以表达和发挥作用

(二) 基因表达载体的组成: 目的基因、启动子、终止子、标记基因、复制原点

启动子: RNA 聚合酶识别和结合的部位, 驱动基因转录 mRNA

终止子: 位于基因尾端

标记基因: 鉴别受体细胞中是否含有目的基因, 筛选含有目的基因的细胞

(三) 基因表达载体的构建过程

A. 用一定的限制酶切割载体 DNA 分子和目的基因, 产生相同黏性末端

B. 加入 DNA 连接酶, 构成重组 DNA 分子

(可以用两种限制酶分别切割载体和目的基因, 避免载体和载体, 目的基因和目的基因自身连接)

3. 将目的基因导入受体细胞

(一) 转化: 目的基因进入受体细胞, 维持稳定和表达的过程

(二) 将目的基因导入植物细胞 (农杆菌转化法、花粉管通道法、基因枪法)

农杆菌转化法

A. 原理: 农杆菌在自然条件下可感染双子叶植物和裸子植物, 对单子叶植物无感染能力。植物体伤口处分泌酚类化合物, 吸引农杆菌。农杆菌 Ti 质粒的 T-DNA 可以转移至受体细胞, 整合到受体细胞染色体 DNA 上。

B. 步骤: 将目的基因插入 Ti 质粒的 T-DNA 上-----转入农杆菌-----用农杆菌侵染植物细胞-----目的基因整合到染色体 DNA 上-----目的基因表达

(对于单子叶植物, 要在伤口处涂抹酚类化合物)

(三) 将目的基因导入动物细胞 (显微注射技术)

步骤: 提纯含有目的基因的表达载体-----取受精卵-----显微注射-----早期胚胎培养-----胚胎移植

(对于动物, 受体细胞一般是受精卵, 因为高度分化动物体细胞全能性受限制)

(四) 将目的基因导入微生物细胞 (感受态细胞法)

原核生物特点: 繁殖快、多为单细胞、遗传物质少

步骤: 用钙离子处理微生物细胞-----感受态细胞-----将基因表达载体和感受态细胞混合-----在一定温度下促进感受态细胞吸收 DNA 分子

(酵母菌比大肠杆菌更具优势: 酵母菌是真核细胞, 有多种细胞器, 可加工蛋白质)

4. 目的基因的检测与鉴定

(一) 分子水平检测

A: 目的基因是否插入转基因生物 DNA (是能否目的基因稳定遗传关键)

方法: DNA 分子杂交技术 (出现杂交带)

B: 目的基因是否转录出 mRNA (检测目的基因是否发挥功能作用的第一步)

方法: 分子杂交技术 (出现杂交带)

C: 检测目的基因是否翻译成蛋白质

方法: 抗原-抗体杂交法

（二）个体水平检测

A:做抗虫或抗病实验

B: 基因工程产品和天然产品进行功能活性比较

三、基因工程的应用

1、植物基因工程技术

A. 提高农作物抗逆能力（抗虫抗病抗除草剂）

B. 改良农作物品质

C. 利用植物生产药物

2、动物基因工程技术

A、提高动物生长速度

B、改善畜产品品质

C、用转基因动物生产药物

D、用转基因动物做器官移植供体

3、基因治疗

A. 分为体外基因治疗和体内基因治疗

B. 用于基因治疗的基因有三类

（一）从健康人身上分离功能正常基因，取代病变基因

（二）反义基因和 mRNA 互补，阻断正常蛋白质合成

（三）编码可以杀死癌细胞的蛋白酶基因（自杀基因）

4、基因芯片

四、蛋白质工程

1、基因工程实质

将一种生物的基因转移到一种生物体内，后者产生本不能产生蛋白质，表现新性状。（缺点：在原则上只能产生自然界已存在蛋白质）

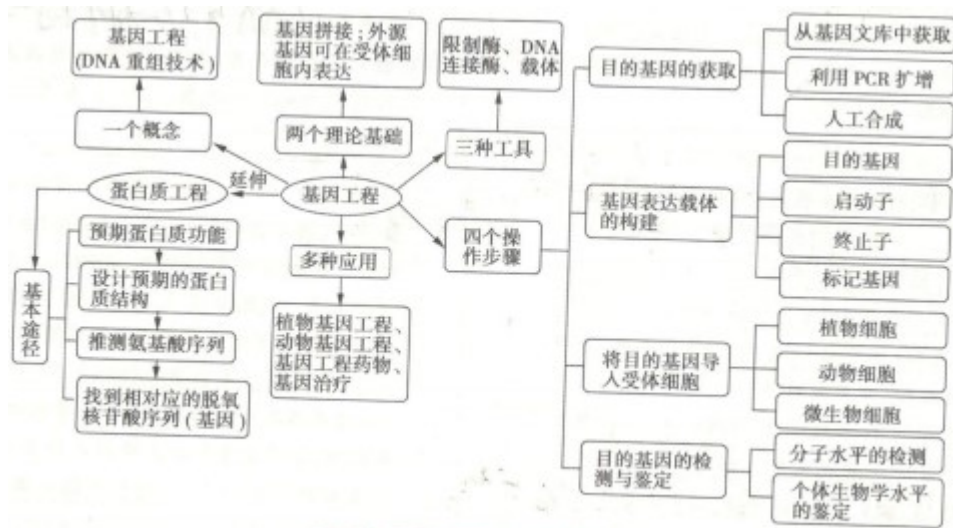
2、蛋白质工程的基本原理

从预期蛋白质功能出发-----设计预期蛋白质结构-----推测应有的氨基酸序列-----找到对应脱氧核苷酸片段

3、蛋白质工程概念

以蛋白质分子的结构规律及其与生物功能关系作为基础，通过基因修饰和基因合成。对现有蛋白质进行改造，或制造一种新蛋白质，满足人类生产生活的需要。

（目前科学家对大多数蛋白质高级结构了解不够）



细胞工程

一. 细胞工程的概念和分类

1.概念：细胞工程是指应用细胞生物学和分子生物学的原理和方法，通过细胞水平或细胞器水平上的操作，改变细胞内的遗传物质或获得细胞产物的一项技术

2.分类

A.植物细胞工程：植物组织培养、植物体细胞杂交

B.动物细胞工程：动物细胞培养、动物细胞融合（杂交）、动物体细胞核移植

3.细胞的全能性：具有某种生物全部遗传信息的任何一个细胞都具有发育成完整个体的潜能。

（只有发育成个体才表现全能性）

二、植物组织培养技术

1、相关概念

外植体：离体的植物组织或器官

脱分化：已经分化的细胞经过诱导后失去特有结构或功能变成未分化细胞的过程。

愈伤组织：排列疏松无规则高度液泡化的无定形态的薄壁细胞。

再分化：愈伤组织在一定条件下培养可以再分化为胚状体或丛芽

2、原理：植物细胞具有全能性

3、过程：



5. 注意事项

（1）植物组织培养成功的关键是避免微生物污染，实验用具要严格灭菌，接种过程无菌操作。

(2) 取材：首先要消毒，其次要选取有形成层（分生组织）的部位（易于诱导形成愈伤组织）

(3) 培养基含生长素和细胞分裂素，脱分化时生长素含量高于细胞分裂素，再分化时低于细胞分裂素

(4) 光照：脱分化时应避光培养，有利于细胞形成愈伤组织。

再分化时，一定要有光照，有利于叶片中叶绿素的合成。

三、植物体细胞杂交技术

1、原理：植物体细胞融合的原理是细胞膜的流动性。

植物组织培养的原理是植物细胞具有全能性

2、操作流程

A. 用纤维素酶和果胶酶处理植物细胞（去除细胞壁），获得有活力的原生质体

B. 诱导原生质体的融合（物理法：离心、振动、电激 化学法：聚乙二醇）

C. 杂种细胞再生出细胞壁（标志植物体细胞融合成功）

D. 脱分化形成愈伤组织

E. 再分化形成杂种植株

3、优点和问题

优点：植物体细胞杂交克服了植物远缘杂交不亲和的障碍，扩大可用于杂交的亲本组合

问题：a：亲缘越远，染色体排斥丢失越严重

B：不能让杂种植株完全按照人们的意愿表达出亲代性状

四、植物细胞工程的应用

1. 植物繁殖的新途径（原理：植物组织培养）

微型繁殖（一种无性繁殖）

优点：保持了优良品种的遗传特性，快速高效实现种苗的大量繁殖

作物脱毒

原因：无性繁殖作物感染的病毒容易遗传给后代

选材：茎尖和芽尖等分生区（病毒含量少或不含病毒）

优点：不含病毒或含量极少

（注意脱毒苗和抗毒苗的区别）

人工种子

材料：胚状体、不定芽、顶芽和腋芽、人工薄膜

优点：不受季节、气候和地域的限制

保持亲本的优良特性

繁殖速度快

2. 作物新品种培养

单倍体育种

优点：极大地缩短了育种年限

突变体的利用

选材：愈伤组织（处于不间断的分生状态，容易受培养条件和外界压力影响突变）

3. 细胞产物的工厂化生产（只要培养到愈伤组织即可）

可以生产食品添加剂、香料和其他生物制品

五、动物细胞培养（是动物细胞工程的基础）

1、原理：细胞增殖

2、相关概念：

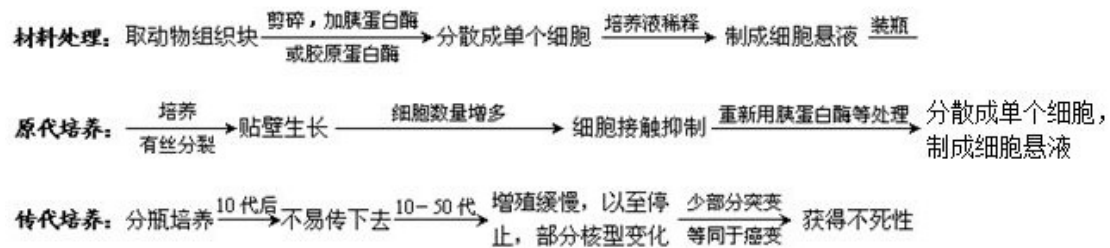
细胞贴壁：细胞贴附在瓶壁上（培养皿内表面光滑，易于贴附）

接触抑制：细胞分裂生长到表面相互接触，会停止分裂增殖（癌细胞无接触抑制）

原代培养：动物组织消化后的初次培养

传代培养：贴满瓶壁的细胞重新用胰蛋白酶处理后分瓶继续培养（打破接触抑制现象）

3、流程



4、条件

（一）无菌、无毒的环境

对培养液和所有培养用具进行无菌处理。

向培养液中添加抗生素，防止培养过程中的污染

定期更换培养液，防止细胞代谢产物积累对细胞自身造成危害

（二）营养

无机物：无机盐、微量元素

有机物：葡萄糖、氨基酸、促生长因子、血清、血浆

（三）温度和 PH

温度：36.0-37.0

PH：7.2-7.4

（四）气体环境（百分之九十五空气和百分之五二氧化碳）

二氧化碳：维持培养液 PH

氧气：细胞代谢必需的

5、注意事项

A、胰蛋白酶可以消化细胞间的蛋白质，但是长时间作用会催化分解细胞膜的蛋白质，对细胞造成损伤，因此要控制好胰蛋白酶的作用时间

B、细胞通常培养到 10 代以内，以保持正常的二倍体核型

C、动物细胞培养要不断分散成单个细胞，这样营养和氧气容易供应，代谢产物容易排出

D、动物细胞培养无脱分化过程。通常采用定向诱导动物干细胞，分化成需要的组织或器官

E、选取动物胚胎或幼龄动物的组织或器官（生命力强，分裂旺盛）

F、培养中多次使用胰蛋白酶，传代培养中是为了打破接触抑制现象

6、动物细胞培养和植物组织培养异同

同：细胞都进行有丝分裂，不减数分裂；都要无菌操作，需要适宜的温度和 PH

异：植物组织培养用固体培养基，动物细胞培养用液体培养基

培养基成分不同，原理不同；

结果不同，植物组织培养终点是个体，而动物细胞培养终点是细胞

六、动物体细胞核移植技术

1、概念

动物核移植：将动物一个细胞的细胞核移入一个已经去核的卵母细胞中，重组发育成新的胚胎，进而发育成个体。

克隆动物：用核移植、胚胎分割等无性繁殖方式得到的动物

2、类型：胚胎细胞核移植和体细胞核移植

3、原理：动物细胞核的全能性

(动物细胞的全能性会随着动物细胞分化程度的提高逐渐受限制,分化潜能变弱,但细胞核仍然具有全能性)

4、流程



5、注意事项

- A、去核卵母细胞应该培养到减数第二次分裂中期(细胞质中具有促进体细胞核表达全能性的物质)
- B、普遍使用的去核方法是显微操作法
- C、先电刺激使得供体细胞和受体细胞融合,再用物理或化学方法激活受体细胞
- D、卵母细胞去核目的:使得克隆动物性状主要由供体细胞核基因决定
- E、克隆动物和供体动物有性状差异的原因:生物性状受细胞核基因和细胞质基因共同控制;受环境因素影响、

6、存在的问题

- A、成功率低
- B、绝大多数克隆动物存在健康问题
- C、克隆动物食品安全性问题

七、动物细胞融合技术

1、原理:细胞膜的流动性

2、诱导方法

物理法:离心、振动、电激;化学法:聚乙二醇;生物法:灭活的病毒

3、成功标志:细胞核融合

4、优点:突破有性杂交方法的局限,使远缘杂交成为可能

八、制备单克隆抗体(原理:细胞膜的流动性,细胞增殖)

1、单克隆抗体(由单一杂交瘤细胞增殖产生的高度专一抗体)

优点:特异性强,灵敏度高,可大量制备

2、杂交瘤细胞:能大量增殖,产生特定抗体

骨髓瘤细胞:可大量增殖,不能产生特定抗体

B 淋巴细胞:不可大量增殖,能产生特定抗体

3、技术手段:动物细胞融合技术和动物细胞培养技术

4、流程

A、免疫处理:向动物注射特定抗原,从脾脏中提取经过免疫的 B 淋巴细胞

B、诱导融合:诱导 B 淋巴细胞和骨髓瘤细胞融合

(细胞融合是随机的，融合率达不到百分百)

C、选择培养基筛选出杂交瘤细胞

D、克隆化培养和抗体检测：获得足够数量能产生特定抗体的杂交瘤细胞

E、培养杂交瘤细胞，获取单克隆抗体

a、在体外条件下(培养基)大规模培养，从培养液中提取抗体

b、注射到小鼠腹腔内增殖，从小鼠腹水中获取

九、动物细胞工程应用

1、动物细胞培养技术应用

A、大规模生产有价值的生物制品，如干扰素、病毒疫苗、单克隆抗体(不可以生产食品添加剂、香料)

B、生产基因工程中常用的受体细胞

C、检测有毒物质，判断某种物质的毒性

D、培养正常或病变细胞用于医学研究

2、动物体细胞核移植技术应用

A、加速家畜遗传改良进程，促进优良种群繁育

B、保护濒危动物

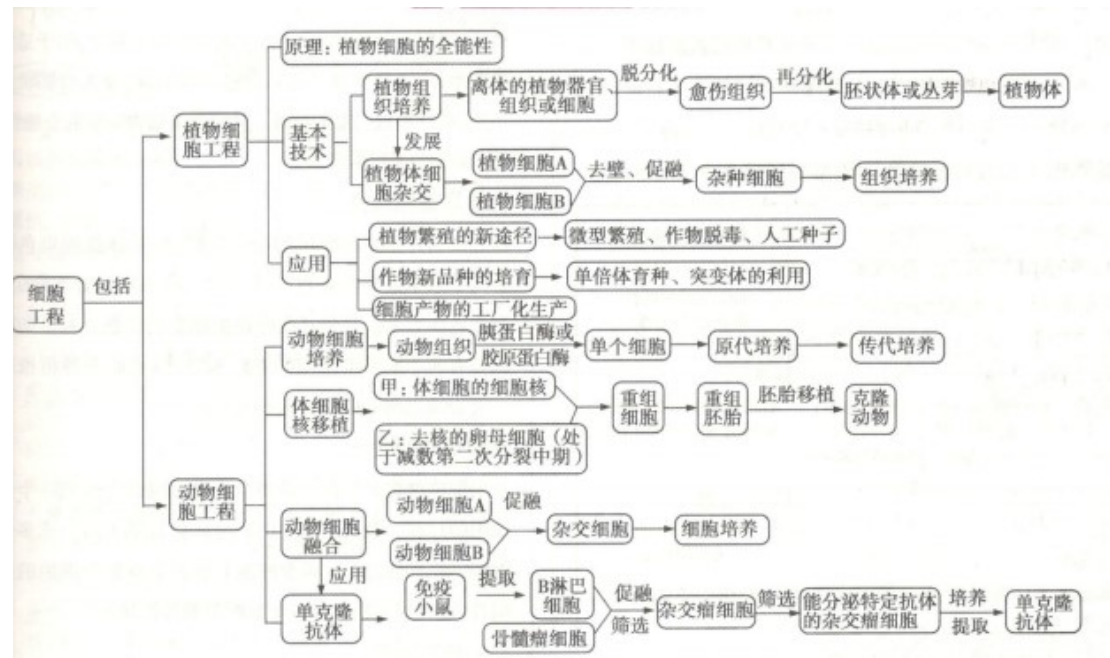
C、转基因克隆动物可以作为生物反应器生产医用蛋白；可以作为器官移植的供体
将人的胚胎干细胞诱导分化，用于组织器官移植

3、单克隆抗体应用

A、作为诊断试剂(具有准确、高效、简易、快速的特点)

B、用于治疗疾病和运载药物

生物导弹：借助单克隆抗体的导向作用，将药物定向带到癌细胞所在位置，定向杀死癌细胞，既不损伤正常细胞，又减少药量



胚胎工程

一、胚胎工程的概念和理论基础

1、胚胎工程：对动物早期胚胎或配子进行的多种显微操作和处理技术，包括体外受精、胚胎移植、胚胎分割、胚胎干细胞培养等技术。

2、操作水平：主要集中在细胞水平上

3、操作对象：动物早期胚胎或配子

4、理论基础：哺乳动物受精和早期胚胎发育规律

二、精子和卵子的发生

1、精子的发生

A、场所：睾丸的曲细精管

B、时期：初情期-----生殖机能衰退

C、过程、

第一阶段：初级精母细胞的形成（精原细胞经过数次有丝分裂，进而形成初级精母细胞）

第二阶段：精子细胞的形成

第三阶段：精子细胞的变形

细胞核-----精子头

高尔基体-----头部的顶体

中心体-----精子的尾

线粒体-----尾基部的线粒体鞘

其他物质-----原生质滴（最后脱落）

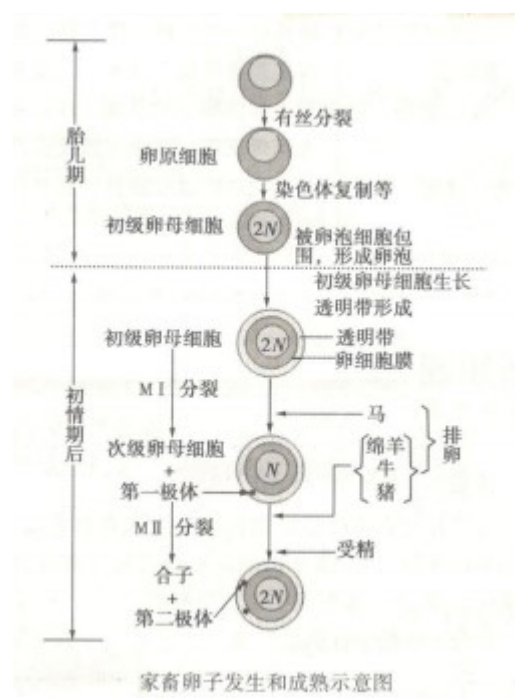
（细胞核是遗传物质储存场所，线粒体是有氧呼吸分解营养物质产生能量场所，所以是重要成分）

2、卵子的发生

A、场所：卵巢

B、时期：胎儿时期（性别分化后）和初情期后

C、过程



D、注意事项

(1) 排卵指卵子从卵泡中排出

(2) 受精标志：卵细胞膜和透明带间的间隙观察到两个极体

(3) 减数第一次分裂在排卵前后完成

(4) 减数第二次分裂在精子和卵子结合的过程中完成

(5) 性别分化后卵原细胞就开始有丝分裂增殖（不减数分裂）

三、受精（包括受精前的准备阶段和受精阶段）

1、精子获能

2、卵母细胞的准备（到减数第二次分裂中期才具备和精子受精能力）

3、受精阶段（场所:输卵管）

A、过程：主要包括精子穿越放射冠和透明带、精子进入卵细胞膜、原核的形成和融合
具体过程

| 过程 | 主要变化 |
|-----------------|--|
| 获能后的精子 穿越放射冠 | 获能后的精子与卵子相遇时,首先发生顶体反应,使顶体内的酶释放出来。放射冠是包围在卵子透明带外面的卵丘细胞群,精子所释放的顶体酶可直接溶解卵丘细胞之间的物质,形成精子穿越放射冠的通路 |
| 穿越透明带 | 精子与透明带接触,顶体酶将透明带溶出一条孔道,精子借自身运动穿越透明带,并接触卵细胞膜 |
| 进入卵 细胞膜 | 精子与卵细胞膜接触时,立即被卵细胞膜表面的微绒毛抱合,精子外膜和卵细胞膜相互融合,精子入卵 |
| 形成原核 | 精子入卵后尾部脱离,原有的核膜破裂,形成新的核膜,最后形成雄原核;精子入卵后被激活的卵子完成减数第二次分裂,排出第二极体后形成雌原核,雌原核一般略小于雄原核 |
| 原核融合 | 雌、雄原核充分发育后,相向移动,彼此接触,二者体积缩小、合并,两组核染色体合为一组,形成一个含二倍染色体的合子(即受精卵) |

B、三大反应

(1) 顶体反应：获能后精子和卵子相遇释放顶体酶的过程。作用：形成精子穿越放射冠的通路，将透明带溶出一条孔道，是精子和卵子结合的必要条件。

(2) 透明带反应（第一道屏障）：精子触及卵细胞膜的瞬间，产生阻止后来精子进入透明带的生理反应

(3) 卵细胞膜反应（第二道屏障）：精子入卵后，卵细胞膜发生一种生理反应，拒绝其他精子入卵

C、受精完成的标志：雌雄原核结合形成形成新核。（注意和受精标志区分）

四、胚胎发育

1、场所：输卵管和子宫

2、卵裂期

(1) 场所：透明带

(2) 特点：细胞分裂方式为有丝分裂，细胞数量不断增加，胚胎总体积不增加或略有减小

3、桑椹胚

- (1) 胚胎细胞数目达到 32 个左右
- (2) 这一阶段前每个细胞都具有发育成完整胚胎的全能性，属于全能细胞
- (3) 这一时期是胚胎分割的最佳阶段

4、囊胚

- (1) 这一时期，细胞开始分化
- (2) 内细胞团：聚集在胚胎一端、个体较大的细胞，称为内细胞团，将来发育成胎儿的各种组织
- (3) 滋养层：沿着透明带内壁扩展和排列的个体较小的细胞，称为滋养层细胞，将来发育成胎盘和胎膜
- (4) 囊胚腔：胚胎内部出现的含有液体的囊腔

5、孵化：囊胚扩大，导致透明带破裂，胚胎伸展出来

6、原肠胚：这一阶段，内细胞团表层细胞形成外胚层，下方形成内胚层，被内胚层包裹的囊腔称为原肠腔

五、试管动物技术（生殖方式为有性生殖）

1、概念：通过人工操作使卵子和精子在体外条件下成熟和受精，通过培养发育成早期胚胎，移植产生后代

2、体外受精（包括卵母细胞的采集和培养、精子的采集和获能）

- (1) 卵母细胞的采集和培养

A、超数排卵法

适用范围：实验动物（小鼠、兔、猪、羊）

过程：用促性腺激素处理，使其排出更多卵子，从输卵管中冲取卵子

注意：对实验动物来说，采集的卵母细胞不需培养

- （由于长期使用外源性激素导致性腺萎缩，所以只能用促性腺激素）

B、从已屠宰的母畜卵巢内采集

C、活体采卵

- （上述两种方法适用于大型动物和家畜，采集的卵母细胞需要经人工培养成熟后受精）

- (2) 精子的采集和获能

A、精子采集：假阴道法（大型动物和家畜）、手握法（猪、犬等体型小、易于控制的家畜）、电刺激法（野生或经济动物）

B、精子体外获能

- (一) 培养法

适用动物：啮齿动物、家兔、猪

将取自附睾的精子放入人工配制的获能溶液

- (二) 化学诱导法

适用动物：牛羊等家畜

将精子放在一定浓度的肝素溶液或钙离子载体 A23187 溶液中

- (3) 受精

场所：获能溶液或专用的受精溶液

- （精子和卵子一般要在培养液小滴中共同培养一段时间才能完成受精）

3、早期胚胎培养

- (1) 早期培养流程

将受精卵移入发育培养液中继续培养，以检查受精状况和受精卵的发育能力

当胚胎发育到适宜阶段，可以取出向受体移植或者冷冻保存

- (2) 培养液成分

无机盐、有机盐、氨基酸、核苷酸、维生素、激素、血清、水（两盐、两酸、两素）

（3）胚胎移植时间

牛羊一般在桑椹胚或囊胚阶段移植，人的胚胎在 8-16 个细胞阶段移植

六、胚胎移植技术

1、实质：早期胚胎在相同环境下空间位置的转移

2、地位：是胚胎工程其他技术的最后一道工序

3、条件：（1）供体和受体是同一物种（2）供体和受体子宫生理环境要相同

4、生理学基础

（1）哺乳动物发情排卵后，不管是否妊娠，在一段时间内，同种动物供、受体生殖器官的生理变化相同

（2）早期胚胎形成后，在一定时间内不会和母体子宫建立组织上的联系，而是处于游离状态

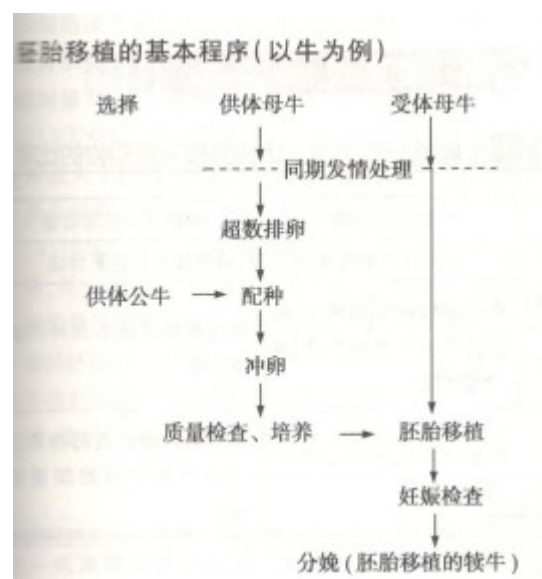
（3）受体对移入子宫的外来胚胎基本不发生免疫排斥反应

（4）移入受体的供体胚胎的遗传特性在孕育过程中不受影响

5、优势和意义

可以充分发挥雌性优良个体的繁殖潜力，缩短供体本身繁殖周期。

6、流程



（1）对供体和受体母牛进行同期发情处理（孕激素）

（2）用促性腺激素处理供体母牛，促进超数排卵

（3）受精卵的获得可以体内受精，也可以人工授精

（4）两次检查：第一次对收集的胚胎进行质量检查（冲卵后）
第二次对受体母牛是否妊娠进行检查

（5）胚胎移植两种方法：手术法和非手术法

七、胚胎分割技术

1、概念：用机械方法将胚胎分割成 2 等份、4 等份或 8 等份等，移植得到同卵双胞胎或多胎的技术

2、理论基础：细胞的全能性

物质基础：，每个细胞的细胞核内都有相同遗传物质

3、设备：实体显微镜和显微操作仪

4、选材：发育良好、形态正常的囊胚或桑椹胚

5、流程

4. 胚胎分割的实例：牛胚胎性别鉴定和



6、注意事项

A、对囊胚分割时，要对内细胞团均等分割，这样有利于分割后胚胎的恢复和进一步发育

B、胚胎分割份数越多，难度越大，成功率越低

C、性别鉴定选取滋养层细胞，用基因探针进行 DNA 分子杂交

D、胚胎分割可以看作动物无性繁殖或克隆的方法之一

E、水平为个体水平（对照细胞水平的动物体细胞核移植和分子水平的 PCR 技术）

7、意义：提高了胚胎利用率，加快了繁殖速度

八、胚胎干细胞

1、概念：胚胎干细胞简称 ES 细胞或 EK 细胞，是从早期胚胎（内细胞团）或原始性腺（生殖腺细胞）中分离的一类细胞。

2、特点：形态上表现为体积小，细胞核大，核仁明显；功能上具有发育的全能性；

在体外培养的条件下，可以增殖而不发生分化，可以冷冻保存或遗传改造

3、加入分化诱导因子（如牛磺酸，丁酰环腺苷酸）可以使 ES 细胞在体外分化

4、在饲养层细胞上或在添加抑制因子的培养液中，可以维持不分化状态

九、胚胎工程的应用

1、胚胎移植

A、良种畜群扩大，加速育种工作和品种改良进程

B、胚胎移植不受时间和地域限制，大量节省购买种畜的费用

C、一次给受体移入多个胚胎，增加了多胎和双胞胎的比例

D、利用胚胎冷冻保存技术，建立胚胎库，有利于保护濒危物种

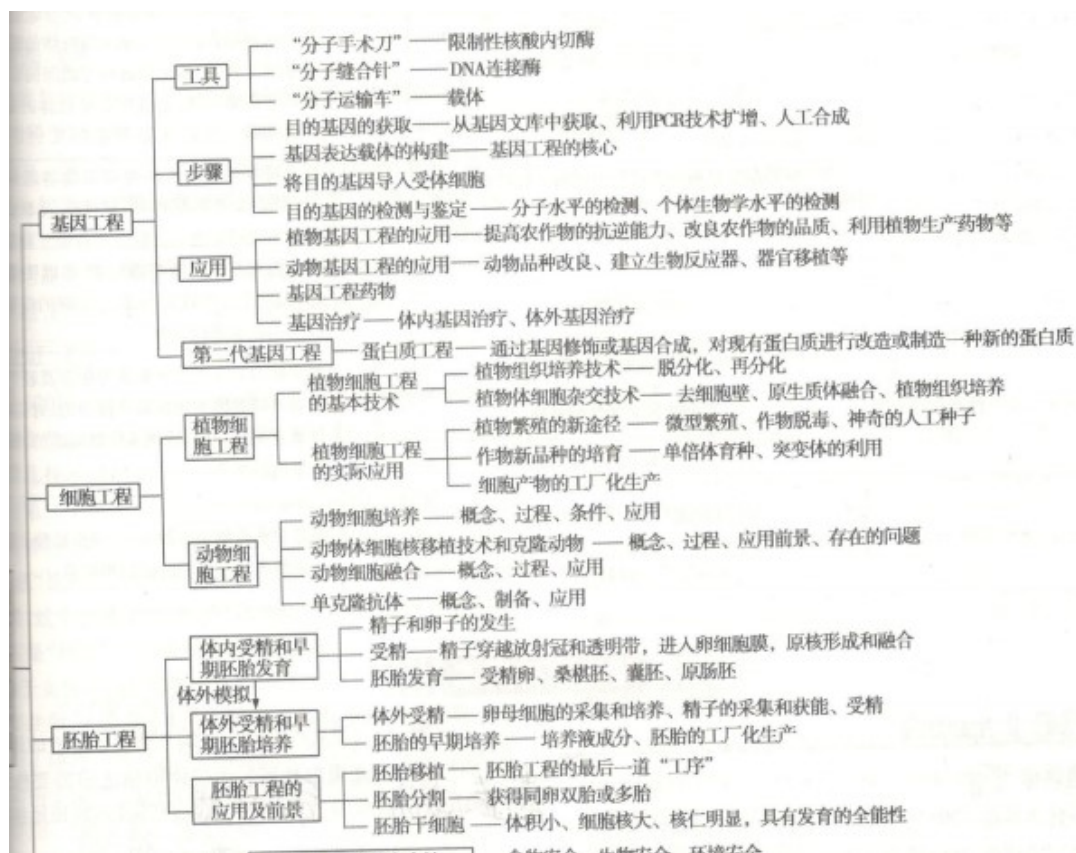
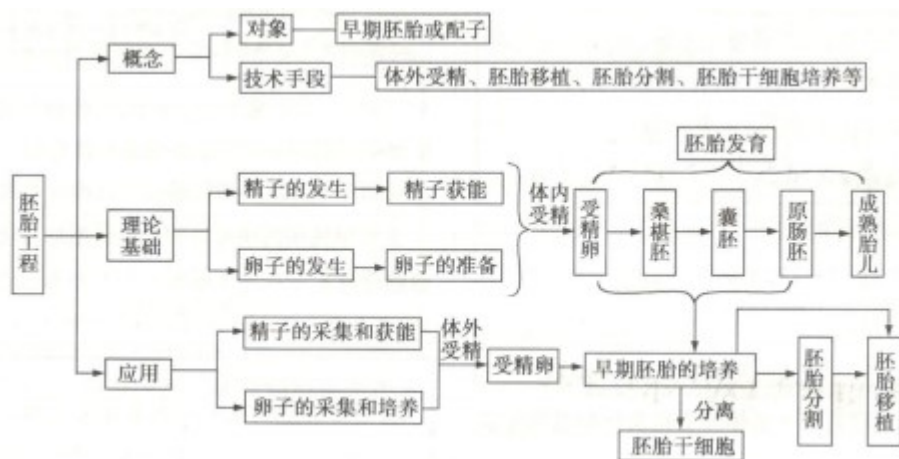
2、胚胎干细胞

A、ES 细胞可以被诱导分化成新的组织细胞，移植 ES 细胞可以修复坏死或退化部位，恢复其正常功能

B、培育人造组织器官，用于器官移植，解决供体器官不足和免疫排斥问题

C、ES 细胞是研究体外细胞分化的理想材料

D、可以研究哺乳动物个体发生和早期胚胎发育规律



生态工程

一、目的：遵循自然界物质循环的规律，充分发挥资源的生产潜力，防止环境污染，达到经济效应和生态效应的同步发展

特点：少消耗，多效益，可持续

二、生态经济

通过实行循环经济的原则，使一个系统产出的污染物，能够成为本系统或另一个系统的生产原料，实现废弃物的资源化，最重要的手段就是生态工程

三、五个基本原理

- 1、物质循环再生原理（无废弃物农业，沼气工程）
- 2、物种多样性原理（三北防护林，珊瑚礁）
- 3、协调与平衡原理（水葫芦，西北的杨树）生物和环境适应
- 4、整体性原理（社会经济因素）
- 5、系统学和工程学原理

系统的结构决定功能原理（分布式结构）

系统的整体性原理（珊瑚礁， $1+1>2$ ）