

教材习题解答

专题 1

基因工程

1.1 DNA 重组技术的基本工具

【旁栏思考(P6)】

能自我复制、有一个或多个限制酶切割位点、有标记基因及对受体细胞无害等。

【思考与探究(P7)】

1. 不能。

(2) 和 (7) 能连接形成
 $\begin{array}{l} \cdots\text{ACGT}\cdots \\ \cdots\text{TGCA}\cdots \end{array}$;

(4) 和 (8) 能连接形成
 $\begin{array}{l} \cdots\text{GAATTC}\cdots \\ \cdots\text{CTTAAG}\cdots \end{array}$;

(3) 和 (6) 能连接形成
 $\begin{array}{l} \cdots\text{GCGC}\cdots \\ \cdots\text{CGCG}\cdots \end{array}$;

(1) 和 (5) 能连接形成
 $\begin{array}{l} \cdots\text{CTGCAG}\cdots \\ \cdots\text{GACGTC}\cdots \end{array}$ 。

解析:限制酶具有特异性,一种限制酶只能识别特定的碱基序列,并在特定的部位切开。

2. 迄今为止,基因工程中使用的限制酶绝大部分都是从细菌或霉菌中提取出来的,它们各自可以识别和切断 DNA 上特定的碱基序列。细菌中限制酶之所以不切断自身 DNA,是因为其 DNA 分子中或者不具备这种限制酶的识别切割序列,或者通过甲基化酶将甲基转移到所识别序列的碱基上,使限制酶不能将其切开。这样,尽管细菌中含有某种限制酶,也不会使自身的 DNA 被切断,并且可以防止外源 DNA 的入侵。(本题不要求学生回答得完全,教师可根据学生的具体情况,给予指导。上述原则也应适用于其他章节中有关问题的回答。)

3. 不能。作为基因工程使用的载体必须满足以下条件:

(1) 载体 DNA 必须有一个或多个限制酶的切割位点,以便目的基因可以插入到载体上去。这些供目的基因插入的限制酶的切点所处的位置,还必须是在载体 DNA 本身需要的基因片段之外,这样才不至于因目的基因的插入而失活。

(2) 载体 DNA 必须具备自我复制的能力,或整合到受体细胞的 DNA 上随 DNA 的复制而同步复制。

(3) 载体 DNA 必须带有标记基因,以便重组后进行筛选。

(4) 载体 DNA 必须是安全的,不会对受体细胞有害,或不能进入到除受体细胞外的其他生物细胞中去。

(5) 载体 DNA 分子大小应适合,以便提取和在体外进行操作,太大就不便操作。

实际上自然存在的 DNA 分子并不完全具备上述条件,都要进行人工改造后才能用于基因工程操作。

4. 迄今为止,所发现的 DNA 连接酶都不具有连接单链 DNA 的能力,至于原因,现在还不清楚,也许将来会发现可以连接单链 DNA 的酶。

1.2 基因工程的基本操作程序

【思考与探究(P15)】

1. 不可以。因为目的基因在表达载体中得到表达并发挥作用还需要有其他控制元件,如启动子、终止子和标记基因等。必须构建上述元件的主要理由是:

(1) 生物之间进行基因交流,只有使用受体生物自身基因的启动子才能比较有利于基因的表达。

(2) 通过 cDNA 文库获得的目的基因没有启动子,只将目的基因导入受体生物中无法转录。

(3) 目的基因是否导入受体生物中需要有筛选标记。

(4) 为了增强目的基因的表达水平,往往还要增加一些其他调控

元件,如增强子等。

(5) 有时需要确定目的基因表达的产物存在于细胞的什么部位,往往要加上可以标记存在部位的基因(或者做成目的基因与标记基因的融合基因),如绿色荧光蛋白基因等。

2. 农杆菌具有趋化性,植物的受伤组织会产生一些糖类和酚类物质吸引农杆菌向受伤组织集中。研究证明,主要酚类诱导物为乙酰丁香酮和羧基乙酰丁香酮,这些物质主要在双子叶植物细胞壁中合成,通常不存在于单子叶植物中,这也是单子叶植物不易被农杆菌侵染的原因。

如果想将一个抗病毒基因转入小麦,也可以用农杆菌,但要加酚类化合物,一般为乙酰丁香酮等,目的是使农杆菌向植物组织的受伤部位靠拢和激活农杆菌的 Vir 区(诱导)的基因,使 T-DNA 转移并插入到染色体 DNA 上。

3. 蛋白质的加工和修饰是在内质网和高尔基体上完成的,内质网和高尔基体存在于真核细胞中,大肠杆菌不存在这两种细胞器,因此,在大肠杆菌中生产这种糖蛋白是不可能的。

4. 基本操作如下:(1) 从小鼠中克隆出 β -珠蛋白基因的编码序列(cDNA)。

(2) 在 cDNA 前接上在大肠杆菌中可以适用的启动子,另外加上抗四环素的基因,构建成一个表达载体。

(3) 将表达载体导入无四环素抗性的大肠杆菌中,然后在含有四环素的培养基上培养大肠杆菌。如果表达载体未进入大肠杆菌中,大肠杆菌会因不含有抗四环素基因而死亡;如果培养基上长出大肠杆菌菌落,则表明 β -珠蛋白基因已进入其中。

(4) 检测大肠杆菌是否表达出了 β -珠蛋白。

(5) 对能表达 β -珠蛋白的大肠杆菌进行大规模培养,收集菌体,破碎后从中提取 β -珠蛋白。

1.3 基因工程的应用

【思考与探究(P25)】

1. 基因工程可以生产人类需要、但用常规方法产量很差的药物,如胰岛素、干扰素等。可以生产抗虫、抗病、抗除草剂、抗旱、抗盐碱的作物,提高作物的产量,使作物能在恶劣环境下良好生长,并降低农药的使用。

2. 略。

1.4 蛋白质工程的崛起

【讨论(P27)】

1. 每种氨基酸都有对应的密码子,只要查一下遗传密码子表,就可以将上述氨基酸序列的碱基序列查出来。但是由于上述氨基酸序列中有几个氨基酸是由多个密码子编码,因此其碱基排列组合起来就比较复杂,至少可以排列出 16 种,可以让学生根据学过的排列组合知识自己排列一下。首先应该根据密码子推出 mRNA 序列为 GCU(或 C 或 A 或 G)UGGAAA(或 G)AUGUUU(或 C),再根据碱基互补配对规律推出脱氧核苷酸序列:CGA(或 G 或 T 或 C)ACCTTT(或 C)TACAAA(或 G)。

2. 确定目的基因的碱基序列后,就可以根据人类的需要改造它,通过人工合成的方法或从基因库中获取。

【思考与探究(P28)】

1. 蛋白质工程的崛起主要是由于自然界已有的蛋白质不能满足人类生产和使用需要,而基因工程原则上只能生产自然界已有的蛋白质。这说明社会需要会加快科技发展。

2. 基因工程是遵循中心法则,从 DNA→mRNA→蛋白质→折叠产生功能,基本上是生产出自然界已有的蛋白质。蛋白质工程是按照以下思路进行的:确定蛋白质的功能→蛋白质应有的高级结构→蛋白质应具备的折叠状态→应有的氨基酸序列→应有的碱基排列,可以创造自然界不存在的蛋白质。

3. 酶工程就是指将酶所具有的催化作用,借助工程学的手段,应用于生产、生活、医疗诊断和环境保护等方面的一门科学技术。概括地说,酶工程是由酶制剂的生产和应用两方面组成的。酶工程的重点在于对已存在酶的合理充分利用,而蛋白质工程的重点则在于对已存在的蛋白质分子的改造。当然,随着蛋白质工程的发展,其成果也会应用到酶工程中,使酶工程成为蛋白质工程的一部分。

专题 2

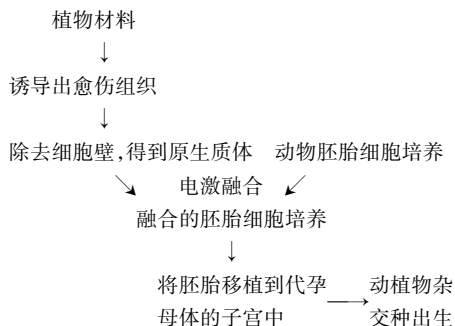
细胞工程

2.1 植物细胞工程

【思考与探究(P38)】

1. 番茄—马铃薯没有像人们预想的那样地上长番茄、地下结马铃薯,主要原因是:生物基因的表达不是孤立的,它们之间是相互调控、相互影响的,所以番茄—马铃薯杂交植株的细胞中虽然具备两个物种的遗传物质,但这些遗传物质的表达受到相互干扰,不能再像马铃薯或番茄植株中的遗传物质一样有序表达,杂交植株不能地上长番茄、地下结马铃薯就是很自然的了。

2. 动物细胞和植物细胞之间在理论上是可以实现杂交的。具体的实验方案可以设计如下:



【思考与探究(P42)】

1. (1) 拯救濒危植物;(2) 提供食品制作的原料;(3) 利用愈伤组织进行转基因操作。

2. 诱导植物产生愈伤组织

胚状体诱导

胚状体的成熟

胚状体的机械化包裹

贮藏或种植

3. 花药 $\xrightarrow{\text{接种}}$ 花粉细胞培养 $\xrightarrow{\text{脱分化}}$ 愈伤组织 $\xrightarrow{\text{再分化}}$ 分化出小植株 $\xrightarrow{\text{移栽}}$ 单倍体植株 $\xrightarrow{\text{染色体加倍}}$ 正常植株

2.2 动物细胞工程

【讨论(P49)】

1. 为使核移植的动物的遗传物质全部来自有重要利用价值的动物提供的体细胞,在供体细胞的细胞核移至受体细胞之前,必须将受体细胞的遗传物质去掉或将其破坏。

2. 培养的动物细胞一般当传代至 10~50 代左右时,部分细胞核型可能会发生变化,其细胞遗传物质可能会发生突变,而 10 代以内的细胞一般能保持正常的二倍体核型。因此,在体细胞核移植中,为了保证供体细胞正常的遗传基础,通常采用传代 10 代以内的细胞。

3. 克隆动物绝大部分 DNA 来自供体细胞核,但细胞质中还有少量的 DNA,即线粒体中的 DNA 是来自受体卵母细胞。所以,用教材中所述的方法克隆的动物不是体细胞供体动物完全相同的复制。此外,即使动物的遗传基础完全相同,但动物的一些行为、习性的形成与所处环境有很大关系,体细胞供体动物生活的环境与克隆动物所生活的环境不会完全相同,其形成的行为、习性也不可能和体细胞供体动物完全相同,从这一角度看,克隆动物不会是体细胞供体动物 100% 的复制。

【思考与探究(P50)】

1. 细胞的衰老与动物机体的衰老有着密切的关系,细胞的增殖能力与供体的年龄有关,幼龄动物细胞增殖能力强,有丝分裂旺盛,老龄动物则相反。所以,一般来说幼龄动物的组织细胞比老龄动物的组织细胞易于培养。同样,组织细胞的分化程度越低,则增殖能力越强,所以更容易培养。

2. 脱分化又称去分化,是指已分化细胞失去特有的结构和功能变为具有未分化细胞特性的过程。植物的任何一部分,甚至单个细胞都具有长成完整植株的能力,但要发育成完整植株,必须先脱分化,脱分化的细胞具有发育成任何组织的能力,可以进行再分化,形成完整植株。动物细胞的培养有各种用途,一般而言,动物细胞培养无须经过脱分化过程。因高度分化的动物细胞发育潜能变窄,失去了发育成完整个体的能力,所以,动物细胞也就没有类似植物组织或细胞培养时的脱分化过程了。要想使培养的动物细胞定向分化,通常采用定向诱导动物干细胞的方法,使其分化成所需要的组织或器官。

3. (1) 可以用体细胞核移植技术克隆高产奶牛卢辛达。卢辛达的产奶量很高,说明它有高产奶的遗传基础,利用卢辛达的体细胞克隆的奶牛,其遗传物质基本上全部来自该奶牛。其克隆牛具有高产的遗传基础,如果精心培育和饲养,有可能在世界范围内推广,克隆牛再与高产的公牛自然繁殖,可得到很多高产的后代,从而加快奶牛改良进程。但同时需注意,该克隆牛不能无限制地推广,其数量不宜过多,尤其是在小范围内不能无限的繁殖,以避免奶牛群出现近亲繁殖而引起种质衰退。

(2) 首先从卢辛达耳朵(也可用别的组织、器官,耳朵在活体上容易取)上取一小块组织,在体外培养获得该组织的细胞。从屠宰场取废弃的牛卵巢,采集卵母细胞体外培养成熟。用显微操作去除卵母细胞的核,再将耳细胞注入卵母细胞,用电激的方法使卵母细胞与体细胞融合,这时供体核就进入了受体卵母细胞,再用电激或化学物质激活注入了体细胞核的卵母细胞,使其完成减数分裂和发育过程。核移植胚胎在体外短时间培养后,挑选正常卵裂的胚胎植入经同期发情处理的受体母牛体内。

4. 在研究方面,克隆动物基因组重新编程的机制尚不清楚,克隆技术效率低,克隆动物畸形率高,死亡率高,易出现早衰等问题,这些问题尚在研究中;在应用上,生产克隆动物费用昂贵,距大规模应用还有一定距离。

【思考与探究(P55)】

1. 植物体细胞融合前需去掉细胞壁,然后再融合;动物细胞融合是两个体细胞直接融合。植物体细胞杂交技术中诱导细胞融合的方法有物理法和化学法,而动物细胞融合还可用灭活的病毒诱导。

2. 哺乳动物感染抗原后,其体内会形成相应的 B 淋巴细胞,B 淋巴细胞能分泌相应的抗体凝聚或杀死这些抗原。动物在免疫反应的过程中,每一种 B 淋巴细胞能分泌一种特异性抗体,要想获得大量的特异性抗体,必须使能分泌该单一抗体的 B 淋巴细胞大量增殖。B 淋巴细胞具有产生单一抗体的能力,但不能在体外无限增殖;骨髓瘤细胞是一种癌细胞,它能在体外培养条件下无限增殖,但不能产生抗体。因此,把一种 B 淋巴细胞与骨髓瘤细胞进行细胞融合,产生杂交瘤细胞,它会具有两个亲本细胞的特性——在体外培养条件下能不断增殖,同时能产生出某种特异性的抗体。

3. 略。

专题 3

胚胎工程

3.1 体内受精和早期胚胎发育

【思考与探究(P68)】

1. 哺乳动物的受精过程主要包括精子穿越放射冠和透明带、进入卵细胞膜、原核形成和融合等步骤(图略,详见教材中的受精过程)。

2. 相似之处:发生的最初阶段为有丝分裂,不断增加精原细胞或卵原细胞的数量;经过两次减数分裂(M I 和 M II)才能形成精子或卵子。

不同之处:由一个精原细胞可产生多个精子;一个卵原细胞只能生成一个卵子。精子发生过程中需经过变形,卵子不需要。多数哺乳动物初级卵母细胞的形成和在卵巢内的贮备是在胎儿出生前完成,而精

子的是从初情期开始。

3. 精液由精子和精浆组成。精浆中含有一种能抑制精子获能的物质,因此,在一般情况下,精液中的精子无法获能。只有当交配后精液进入雌性动物的生殖道时,由生殖道分泌产生一种物质解除对精子获能的抑制,才能引起精子获能。精子在雌性动物生殖道内获能的部位因种类而异,但主要是子宫和输卵管。

防止多精入卵主要靠透明带反应和卵细胞膜反应两道屏障。其生理、生化机制,请参阅有关专著。

3.2 体外受精和早期胚胎培养

【思考与探究(P73)】

- ①a. 可加速育种工作和品种改良。
- b. 大量节省购买种畜的费用。尤其是胚胎冷冻保存技术,在世界范围内可做胚胎移植,不受时空限制,在国际和国内进行交换,从而代替了活畜引种,节省了大量购买种畜的费用。
- c. 用于保存品种资源和濒危物种。
- d. 可充分发挥雌性优良个体的潜力,大大缩短了供体本身的繁殖周期。
- ②略。

3.3 胚胎工程的应用及前景

【思考与探究(P81)】

1. (1)①对供、受体母畜进行选择,并进行同期发情处理 ③配种或人工授精 ④收集胚胎 ⑥胚胎移植 ⑦对受体母畜进行是否妊娠的检查。

(2)供体公、母牛应该是具有人类所需的优良遗传性状的个体,而受体母牛必须具有正常的孕育、生殖后代的能力;需要用促性腺激素处理供体母牛是为了引起超数排卵,这样就可以获得较多的胚胎;在促性腺激素处理供体母牛前,对供体和受体母牛进行同期发情处理,才能使它们的生理条件达到同步或一致,使供体的胚胎移入受体后有相同或相似的生存条件。

(3)第④步需要进行冲卵,冲卵是指将供体母牛体内的胚胎冲出来,而不是把卵子冲出来。

(4)胚胎移植可充分发挥雌性优良个体的繁殖潜力。具体表现为:①缩短了供体本身的繁殖周期,同时通过超数排卵处理和胚胎移植可获得比自然繁殖多十几倍到几十倍的后代;②可在短期大幅度增加优良个体母畜和公畜的后代数量,迅速扩大良种畜群,加速育种和品种改良工作;③经冷冻保存的胚胎可进行国内和国际交换,代替活畜的引种或进出口;④通过胚胎移植可以人为生产双胎或多胎;⑤可以通过保存胚胎来保存品种资源和濒危动物。

2. 略。

专题4

生物技术的安全性和伦理问题(略)

专题5

生态工程

5.1 生态工程的基本原理

【思考与探究(P113)】

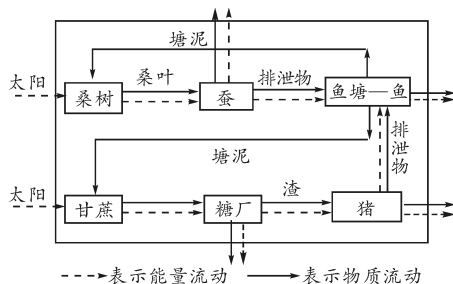
1. 认真观察你身边的一些现象,看哪些与物质循环有关,并进行说明,如养殖方面、种植方面、废弃物利用方面等。说明物质循环利用的优点时,应从物质循环和能量流动两个方面来考虑,解释其给人们带来了哪些好处,对环境保护有什么正面影响等。

2. 略。

3. 桑基鱼塘系统中物质和能量的流动是相互联系的,能量的流动包含在物质的循环利用过程中,随着食物链的延伸逐级递减。

能量的多级利用和物质的循环利用:桑叶用于喂蚕,蚕可以生产蚕丝;桑树的凋落物和蚕沙(粪)投放到鱼塘中,作为鱼的饲料,可以促进

鱼的生长;甘蔗可以榨糖,糖渣用来喂猪,猪的排泄物也进入鱼塘;猪、鱼的排泄物及其他未被利用的有机物经过微生物的分解,又可以作为桑树和甘蔗的有机肥料。桑基鱼塘巧妙地利用了大片湿地,发展了多种经营方式,为农民创造了多种收入的门路,完全符合“无废弃物农业”的要求。桑基鱼塘系统物质、能量流动示意图如下图所示。



【实践活动(P115)】

1. 21 世纪是实现我国农业现代化的关键历史阶段,现代化的农业应该是高效的生态农业。沼气工程把农业生产、农村经济发展和生态环境保护、资源高效利用融为一体,不仅较好地解决了农村的能源来源问题,而且实现了废弃物的再循环利用和资源化,创造了新的生态产业,如沼气设施的建设和维护,促进了以农牧结合为中心的多种经营,从而为农村剩余劳动力提供了就业机会,促进了农村的全面发展。

2. 目前沼气工程存在的问题有:北方地区沼气产气在冬天不稳定,需要加热;沼气的一次性投资较大,相当部分的农民财力有困难;对沼气的研究较薄弱,应加强对发酵过程中有关微生物及一些酶的研究,以促进沼气的推广。

5.2 生态工程的实例和发展前景

【思考与探究(P127)】

1. 一方面,生态工程的恢复作用是有限的,不能认为只要有了生态工程,就可以先污染,后治理,且人类迄今尚没有能力完全模拟出自然的生态系统。另一方面,自然生态系统具有相当的自我恢复能力,我们在生态工程建设中应该积极利用自然生态系统的这种能力,以节省投资。

2. 以下为参考答案,也可进行其他设计。

教材中“四位一体”的图示为近年来出现在我国北方农业地区的一种生态工程类型,它较好地解决了题干中所述问题。“四位”指沼气池、猪舍、厕所及日光温室四部分,是庭院经济与生态农业相结合的一种生产模式。它的运行原理为:日光温室的增温效应可使蔬菜等作物在冬天也能正常生长,同时也使猪禽免受严寒而快速生长;温室内的植物为动物提供氧气,同时吸收二氧化碳;人、猪、禽的粪尿及蔬菜废弃物和秸秆等物质投入沼气池产气,同时温室中较高的温度也提高了沼气在冬天的产气稳定性;沼液和沼渣又是蔬菜的良好肥料。“四位一体”充分应用了物质循环和生物多样性等原理,提高了单位土地面积的产出,同时减少了环境污染,大大提高了农业的综合效益。“四位一体”的物质循环见下图。

