

华中农业大学 2003-2004 学年第一学期细胞工程学期末考试试题 A 答案  
2025 年完善版

一. 解释下列概念 (15 分, 每小题 3 分)

1. 细胞全能性: 一个生活细胞所具有的产生完整生物个体的潜在能力。
2. 细胞分化: 导致细胞形成不同结构, 引起功能改变或潜在发育方式改变的过程。
3. 体细胞胚: 离体培养下没有经过受精过程但经过了胚胎发育过程所形成的胚的类似物。
4. 对称融合: 两个完整的细胞原生质体融合。
5. 外植体: 用于离体培养的活的组织、器官等材料。

二. 简答题 (10 分, 每小题 2 分)

1. 体细胞胚是否均由体细胞培养产生? 否。未经历受精过程, 但在体外经历胚胎发育的类似物 (无论培养的细胞是体细胞还是生殖细胞), 统称为体细胞胚胎或胚状体
2. 植物茎尖培养产生的试管苗是否均是脱毒苗? 否。原理: 于植物顶端分生组织 (Meristem) 细胞分裂活跃且维管束尚未完全发育, 病毒在这一区域的浓度极低。通过微型手术切取 0.1-0.5 mm 的带叶原基茎尖进行培养, 可以有效剔除病毒, 恢复品种原有的优良性状
3. 体细胞遗传变异主要是基因突变还是基因重组? 基因变异。
4. 离体繁殖中, 为避免变异, 你会选择芽增殖还是愈伤组织增殖? 芽增殖。愈伤组织易变异
5. 某一植物杂交中总是难以获得成熟杂种种子, 你会采用何种方法克服? 幼胚培养。

三. 问答题 (25 分, 每小题 5 分)

1. 蔗糖在植物离体培养中的主要功能是什么? 提供碳源, 调节渗透压。抑制花药壁细胞分裂并促进花粉细胞分裂 (花粉培养中)
2. 次生代谢产物的主要类型有哪些? 酚类化合物, 蒽类化合物, 含氮化合物等。
3. 原生质体融合有哪几种主要方法? PEG 融合和电融合。
4. 离体培养的主要影响因素有哪些? 主要有外植体, 培养基 (注意激素浓度), 培养条件 (eg: 蔗糖浓度、光照、湿度、温度、通风) 等。
5. 离体培养条件下遗传变异的特点? 遗传稳定性: 随着世代增加, 变异频率下降。普遍性: 不同类型普遍存在, 不同培养基变异频率不同。限制性: 主要涉及在几个方面 (对于表型, 通常在不同植物类型中出现的变异主要涉及植物形态 (如植株高度、叶形、叶色等)、生长潜力、生育力和某些抗性。对于生理和生化特性, 通常出现在同工酶谱的变化和/或次级代谢中。)。嵌合性: 单一的或少数几个性状的变异, 嵌合体等。

四. 简述题 (32 分, 每小题 8 分)

1. 简述植物脱毒的基本原理。

病毒在植物体内分布不均匀, 越近生长点病毒浓度越低, 因此茎尖分生组织培养结合病毒检测可脱除病毒。

2. 如何利用离体培养中的遗传稳定性和变异性。

利用遗传稳定性可以快速繁殖生物个体, 利用变异性可以选择有利突变体。

3. 人工种子作为繁殖体的基本要求及人工种子的主要类型。

基本要求: 遗传和生理上较高程度的一致性, 规模生产能力。

主要类型: 体细胞胚, 微型营养变态器官, 芽繁殖体。根据包被程度分为: 裸露或休眠的繁殖体, 被包裹的繁殖体, 包覆水凝胶的繁殖体, 人工种皮。

4. 请设计一个利用细胞工程途径筛选某种抗逆突变体的实验方案。

五. 论述题 (18 分)

就你的背景知识结合所学细胞工程内容, 谈一谈细胞工程在现代生物技术中的作用。

答题主点: 细胞工程技术是生物技术的重要组成部分; 细胞工程技术是基因工程与生化工程的桥梁; 细胞工程与其它工程技术结合应用举例。

华中农业大学 2003-2004 学年第一学期细胞工程学期末考试试题 B 答案

一. 解释下列概念 (15 分, 每小题 3 分)

1. 细胞工程：利用细胞生物学和分子生物学方法，借助工程学的实验方法和技术，在细胞水平上改造细胞遗传特性和生物学特性，获得特定的细胞、细胞产品或新生物体。
2. 细胞脱分化：培养条件下使一个已分化的细胞回复到原始无分化状态或发生细胞状态的过程。
3. 植物体细胞杂交：将植物原生质体经过人工方法诱导融合，然后进行离体培养，使之再生杂种植株。
4. 植物体细胞无性系：离体条件下由任何细胞培养所产生的植株。来源于同一体细胞（而非配子），通过无性方式产生的一群遗传背景理论上相同的细胞、组织或再生个体。
5. 植物脱毒：利用植物组织培养技术脱除植物细胞中侵染的病毒，生产健康的繁殖材料。

## 二. 简答题（10分，每小题2分）

1. 离体繁殖中何种增殖方式最易引起遗传变异？ 愈伤组织
2. 细胞脱分化在细胞学上的标志性变化是什么？ 蛋白体出现。**液泡的变化：**成熟细胞通常具有一个巨大的中央液泡，占据细胞体积的90%以上。脱分化时，大液泡会分裂、缩小，最终形成许多小液泡或消失，细胞质占比显著增加。**细胞核的变化：**细胞核体积增大，核仁明显肥大。细胞核常由细胞边缘移动到细胞中央（通过贯穿液泡的胞质丝固定）。**细胞器的重构：**质体（如叶绿体）会发生退化，失去复杂的类囊体结构，转变为类似原质体（Proplastid）的状态。
3. 就一般规律而言，离体培养中光照的使用有什么规律？ 光周期。光强：先弱后强，光质。
4. 理论上讲，裸子植物胚乳培养所获得的植株是三倍体还是单倍体？ 单倍体
5. 如果希望扩大体细胞变异，你认为何种培养方式最有效？ 原生质体（原因：变异频率：原生质体培养>细胞培养>组织或器官培养>生殖细胞培养（单倍体）>体细胞培养）

## 三. 问答题（25分，每小题5分）

1. 植物离体培养中器官发生的方式有哪些？ 先芽后根，先根后芽，根芽同步发生。
2. 用于建立悬浮细胞系的愈伤组织有哪些要求？ 良好的松散性，快速繁殖，具有高再生能力。愈伤组织需要调整状态（需要分散的细胞）
3. 对称融合与非对称融合的细胞杂种有何异同？  
对称融合的细胞杂种含有两个融合亲本的全套染色体和全部细胞质，非对称融合的细胞杂种中不含有某一融合亲本全部的染色体或细胞质。在融合前通过物理或化学方法使亲本的细胞核或细胞质失活。
4. 植物细胞培养对生物反应器的要求主要有哪些？  
适宜的氧传递，良好的流动性，较低的剪切力。
5. 通过离体培养获得单倍体的途径有哪些？  
**花药培养，花粉培养（微孢子培养），未受精子房培养，大孢子培养。**

## 四. 简述题（32分，每小题8分）

1. 幼胚培养时胚的发育方式有哪几种？各有何特点？  
**胚性发育：**按活体内方式发育形成成熟胚，再按种子萌发方式成苗。接种到培养基后，未成熟的胚胎继续在体内发育，并最终形成成熟胚（有时类似于种子），然后分生为完整的植株（胚胎挽救）。
2. 简述影响原生质体培养的主要因素？  
**原生质体来源，培养基，培养方式和培养条件。**
3. 哪些因素会影响植物茎尖脱毒的效果？  
**母本植株感病程度（感染种类越多，脱毒效果越差），前处理，茎尖大小。**
4. 用作原生质体分离的材料有哪些？各有何特点？  
**叶片，种子、子叶、下胚轴等植物器官。**
5. 人工种子利用有何优点？其前景如何？  
**对于无性繁殖的植物而言，可以建立起一种高效而快速的繁殖方法，这种方法不仅能够**

保持原品种的特性，还能使其具备类似幼苗（实生苗）的再生效果

对于某些无法正常产生种子的特殊植物材料，如三倍体、非整倍体、工程化植物等，可通过人工种子技术来促进其繁殖与应用的迅速开展

与在田间进行种子生产相比，这种方法可以节约耕地，不受季节限制，实现工业化生产，同时还能规避种子携带病原微生物的风险，能直接播种

与使用试管苗相比，可以避免移植的困难，实现机械化操作，可以周年生产贮藏，并便于储存和运输。

前景，未来：微器官人工种子可能最先用于无性繁殖植物及天然种子繁殖变异大的植物。

## 五. 论述题（18分）

任选一培养技术叙述从外植体到再生植株的完整实验过程。

### 华中农业大学 2004-2005 学年第一学期细胞工程学期末考试试题 A 答案

#### 一. 解释下列概念（10分，每小题2分）

外植体：取自生物体用于组织培养的活的生物细胞或组织切段、或用于继代培养的组织培养物均称之为外植体。

体细胞胚：离体培养下没有经过受精过程，但经过了胚胎发育过程所形成的胚的类似物。

有限细胞系：某些动物细胞培养中，原代细胞经继代培养到一定世代后，无论培养条件如何，细胞也会死亡，处于这一阶段的细胞系称为有限细胞系。

人工种子：人工培养产生的、可以形成完整植株的任何类型的植物繁殖体。

脱分化：培养条件下使一个已分化的细胞回复到原始无分化状态或分生细胞状态的过程。

#### 二. 简答题（10分，每小题2分）

##### 1. 通过哪些细胞工程技术可以获得植物单倍体？

花粉、花药培养；未受粉子房及胚珠培养；胚囊培养。

##### 2 在较高浓度的生长素和较低浓度的细胞分裂素培养基中是容易发生芽还是容易分化根？

分化根

3. 体细胞遗传变异主要是基因突变还是基因重组？ 基因突变

4. 为什么植物茎尖培养可以脱除病毒？ 病毒在植物体内分布不均匀，茎尖生长点一般不含病毒。

5. 从细胞学的角度讲，细胞再分化有何标志性变化？ 极性出现、TE 细胞产生。

#### 三. 问答题（20分，每小题4分）

##### 1. 幼胚培养有几种发育途径？各有何特点？

胚性发育，一般1各胚再生1株苗；早熟萌发，1各胚可以再生多个苗；愈伤组织途径，再生多个苗，易产生变异。

##### 2. 微繁殖中应选择何种增殖方式？为什么？

微繁殖中应选择芽增殖，因为芽增殖遗传稳定性最好。

##### 3. 花药培养时为什么要用较高浓度蔗糖和较低浓度激素？

抑制体细胞组织分裂，促进花粉细胞分裂，有利于单倍体的获得。

4. 在细胞悬浮培养中，同一体系的每一培养周期有何生长规律？ 呈“S”生长曲线。延滞区（潜伏区），对数生长期，稳定期，衰亡期

5. 为什么胚乳培养的再生植株倍性常发生紊乱？ 胚乳细胞的遗传特性；高浓度的激素诱导。

## 1. 胚乳组织天然的“异质性”

胚乳在发育过程中，本身就是一个染色体数目绝对整齐的组织。

- **内复制 (Endoreduplication)**: 许多植物的胚乳细胞在发育后期，为了积累养分，会发生多次DNA复制而不进行细胞分裂。这导致组织中天然存在从 $3n$ 到 $6n$ 、 $12n$ 甚至更高倍性的细胞混杂。
- **核融合**: 在胚乳发育初期，有时会出现相邻细胞的核融合，导致局部细胞倍性加倍。
- **外植体选取时机**: 如果选取成熟胚乳，其中的高倍性或非整倍体细胞比例更高；相比之下，幼嫩胚乳的细胞倍性较为一致，但培养难度更大。

## 2. 离体培养过程中的有丝分裂异常

在离体诱导愈伤组织的过程中，细胞脱分化后进入快速分裂期，极易发生遗传损伤：

- **有丝分裂紊乱**: 可能会出现染色体桥 (Chromosome bridges)、落后染色体 (Laggards) 或多极分裂 (Multipolar division)。
- **染色体丢失与增加**: 这些异常会导致再生出的细胞演变为非整倍体 (如 $3n - 1$ 或 $3n + 1$ )。
- **内膜有丝分裂 (Endomitosis)**: 在激素 (如2,4-D) 的刺激下，愈伤组织细胞可能只进行染色体复制而不进行胞质分裂，导致倍性成倍增长。

## 3. 胚乳与胚的“竞争与干扰”

胚乳培养通常需要“胚”的诱导刺激（尤其是在离体初期）。

- **胚组织污染**: 实验操作中若未完全剥离附属的胚组织，再生植株可能直接来源于二倍体的胚细胞，而非三倍体的胚乳细胞，从而导致再生群体中出现二倍体干扰。
- **激素敏感度差异**: 胚乳细胞作为高度特化的贮藏组织，其对人工合成激素的耐受力低于普通体细胞，更容易在药物刺激下发生染色体畸变。

---

## 总结：胚乳再生植株的倍性构成

再生植株类型	主要成因
--------	------

四. 简述题 (30分，每小题10分)

### 1. 如何理解培养条件下的遗传稳定性和变异性？

遗传稳定性：细胞培养中有丝分裂的机制保证；培养技术的选择保证。

变异性：变异可发生在各种培养体系中，单不同体系的变异频率差异大；培养基诱导变异；外植体细胞本身存在变异。体细胞变异从性状上观察具有较大局限性，有嵌合体和饰变的现象。

### 2. 简述体细胞胚与合子胚的异同。

体细胞胚体积小，没有明显的胚柄，没有明显的休眠期，不能过度脱水。但与合子胚发育过程基本相同，也具有双极性。

### 3. 为什么离体培养中IAA, NAA和2,4-D的效用不同？

IAA易与氨基酸结合成复合体而失活，2,4-D多以自由态形式存在，因而启动细胞分裂的能力较强，NAA界于二者之间。

五. 论述题 (15分)

举例论述细胞工程技术作为现代生物技术的桥梁和纽带的应用前景。

主要可从 2 个方面论述：其一，作为生物学基础研究的工具；其二，作为生物技术产业的技术载体。

## 六. 设计题 ( 15 分)

请你选择一种细胞工程技术途径，设计一个抗病材料筛选的实验方案。

两种方案均可：**突变体筛选**方案；**体细胞杂交**方案

## 华中农业大学 2004-2005 学年第一学期细胞工程学期末考试试题 B 答案

### 一. 解释下列概念 ( 10 分，每小题 2 分 )

**愈伤组织：**离体无菌培养下形成的**无序生长**的细胞团。

**转分化：**在培养条件下，具有一定分化程度的植物细胞在不经过分裂，但经过类似脱分化过程和再分化过程而转变成为另一类分化细胞的过程。

**非对称融合：**是指利用物理或化学方法使某亲本的核或细胞质失活后再进行的融合。

**人工种子：**(任何一种在离体培养条件产生的繁殖体，无论是在涂膜胶囊中包裹的、裸露的或经过干燥的，能够发育成完整的植株，均称之为人工种子。) **任何形式的繁殖体，无论其是否暴露或被人工种子包被，均具备生成完整植株的能力。**

**干细胞：**干细胞是一类具有自我更新和分化潜能的细胞。

### 二. 简答题 ( 10 分，每小题 2 分 )

1. 离体繁殖中，为避免变异，你会选择芽增殖还是愈伤组织增殖？ **芽增殖**

2. 细胞脱分化在细胞学上的标志性变化是什么？ 初期出现**液泡蛋白体**，后期核移植细胞中央。

3. 就一般规律而言，离体培养中光照的使用有什么规律？ **前弱后强**

4. 理论上讲，裸子植物胚乳培养所获得的植株是三倍体还是单倍体？ **单倍体 (被子植物是三倍体)**

5. 如果希望扩大体细胞变异，你认为何种培养方式最有效？ **细胞 (愈伤组织培养) 悬浮培养或原生质体培养 (单细胞培养)**

### 三. 问答题 ( 20 分，每小题 4 分 )

1. 花药培养中植株再生途径对植株染色体倍性有何影响？

胚状体途径易获得单倍体；愈伤组织途径倍性复杂。

2. 人工种子繁殖体有哪些类型？ 体细胞胚、微芽、微器官等。

3. 原生质体分离前基础材料预处理的作用是什么？

代谢贮藏物质以便于分离；增强膜的韧性以减轻分离中的膜伤害；促进细胞同步化以便于培养。黑暗、冷处理：提高原生质体的活力。加酶：消除细胞壁。调节渗透压：不破

4. 细胞同步化主要有那些措施？ 饥饿法、抑制剂、分选法、低温处理等。

5. 体细胞杂种与有性杂种比较有何异同？后代分离不规则，倍性差异大，非整倍体常见。

### 四. 简述题 ( 30 分，每小题 10 分 )

1. 简述培养条件下提高细胞次生产物产量的途径。

以次生代谢产物的器官特异性积累为依据，合理选择外植体；注意培养的无机盐浓度，如无机盐浓度、蔗糖浓度等；前体和激发子的应用。

2. 如何理解体细胞胚的遗传稳定性和群体变异性？

单个体细胞胚的后代遗传稳定，同一培养体系中体细胞胚之间变异较大。

3. 简述细胞周期调控在培养细胞脱分化中作用。

重点从启动 G0 期细胞的分裂简述。对于大多数在活体内停止分裂的细胞，重新启动分裂，是细胞的脱分化过程，其实质是细胞重新回复分裂周期，在此过程中主要涉及一些与细胞周期调控相关的基因表达及其调控。

### 五. 论述题 ( 15 分 )

就你感兴趣的领域，举例论述细胞工程的发展既依赖于相关学科的发展又促进了相关学科的

发展。

以熟悉的领域，阐述细胞工程与其它学科相辅相成的关系，从而说明其发展对相关学科的依赖和促进。

## 六. 设计题（15分）

请设计一个筛选高产次生代谢产物种细胞的实验方案。

重点设计筛选种子细胞系的实验方案，包括采用的具体方法。

### 细胞工程学 期末考试试题 (A)

#### 一、 解释下列概念（5分）。

器官发生 体细胞变异 有限细胞系 人工种子 不对称融合

#### 二、 简答题（10分）

- 1、从遗传稳定性来讲，离体繁殖的个体增殖选择哪种方式为宜？
- 2、植物茎尖培养产生的试管苗是否均是脱毒苗？
- 3、体细胞遗传变异主要是基因突变还是基因重组？
- 4、何种途径可以直接获得三倍体？
- 5、愈伤组织诱导与个体再生在激素使用上的总体规律是什么？

#### 三、 问答题（25分）

1. 离体形态发生有几种途径，各有何特点？
2. 一个成功的悬浮细胞系的基本要求是什么？
3. 花药培养时为什么要用较高浓度的蔗糖和较低浓度激素？
4. 人工种子繁殖体的类型主要有哪些？
5. 你认为影响原生质体培养效率的主要因素有哪些？

#### 四、 简述题（32分）

1. 如何理解植物细胞全能性的绝对性和相对性？
2. 分析微繁殖中芽的增殖方式对品种典型性的影响。
3. 简述体细胞杂种的遗传特点？
4. 有一种次生产物，在细胞进入生长延缓期后才能达到代谢高峰，请设计一个有效生产可能的实验方案。

#### 五、 论述题（18分，以下2题任选1题）

1. 为什么说细胞工程技术是一门承上启下的技术（举例说明）？
2. 分析动物克隆技术的两面性及扬长避短的可能措施。

### 基本概念部分

细胞工程

花药培养

细胞分化

逆境反应

胚性细胞

早熟萌发

愈伤组织

胚性发育

体细胞胚

TE 细胞

间接筛选

离体繁殖

胚胎培养  
互补选择  
器官发生  
看护培养  
对称融合  
花粉培养  
次生产物  
接触抑制  
转分化  
直接筛选  
细胞杂交  
继代培养  
悬浮培养  
细胞分化  
平板培养  
诱导培养  
细胞杂种  
离体受精  
人工种子  
组织培养  
玻璃化冻存  
生长素感应  
原代细胞系  
非对称融合  
终端分化细胞  
亚原生质体  
体细胞无性系  
固定化培养  
永久细胞系  
有限细胞系  
细胞同步化  
体细胞杂交  
核质体  
胞质体  
细胞系  
转换期  
繁殖体  
外植体  
脱分化

再分化

极性

不定芽

微繁殖

## 基本原理部分

1. 细胞全能性学说的基本内容是什么？
2. 植物材料与细胞全能性表达有何关系？对培养中的选材有何指导意义？
3. 细胞脱分化在细胞结构上有何变化？
4. 细胞周期的调控在细胞脱分化中有何作用？
5. 细胞分化有什么基本特征？
6. 何谓体形态发生？离体培养条件下有哪些途径？
7. 培养条件下的器官发生有哪些方式？提出以何种方式为宜？
8. 分析经过愈伤组织的器官发生过程。
9. 从叶肉细胞向 TE 细胞转分化的过程全面理解细胞的脱分化与再分化。
10. 蔗糖在组织培养过程中的功能是什么？
11. 为什么培养物在长期继代过程中形态发生能力会丧失？
12. 体细胞胚与合子胚有何异同？
13. 与器官发生形成个体相比体细胞胚形成个体有哪些特点？
14. 如何理解体细胞胚的遗传稳定性和变异性？
15. 为什么离体培养中 IAA, NAA 和 2,4-D 地效用不同？
16. 离体培养物的遗传变异有何特点？
17. 离体培养物的遗传变异机理是什么？
18. 哪些因素会影响培养物的遗传变异？
19. 从体细胞变异的分子基础分析体细胞变异的外遗传变异，实践中如何应用这些外遗传变异？
20. 总体上讲离体培养的条件主要有哪些？
21. 为什么茎尖分生组织培养能够除去植物病毒？
22. 哪些因素会影响茎尖培养的脱毒效果？
23. 微繁殖中芽的增殖方式有哪些？各有何特点？
24. 为什么用于繁殖的组培技术要尽量避免使用外源激素？
25. 花药培养过程中花药为什么要经过低温处理？
26. 花药培养时为什么要用较高浓度蔗糖和较低浓度激素？
27. 花药培养中再生植株的形成途径与再生植株倍性有何关系？
28. 幼胚培养时胚的发育方式有哪几种？各有何特点？
29. 未授粉胚珠子房培养与授粉后胚珠子房培养有何不同？
30. 植物胚乳有哪些类型？
31. 用于建立悬浮细胞系的愈伤组织有何要求？
32. 一个好的悬浮细胞系有哪些特征？
33. 悬浮细胞系在继代培养中其群体生长有何规律？

34. 为什么原生质体要培养在等渗培养基中?
35. 哪些因素会影响原生质体培养?
36. PEG 融合与电融合各有何特点?
37. 电融合的原理是什么?
38. 原生质体融合要经过哪些过程?
39. 对称融合与非对称融合的细胞杂种有何异同?
40. 体细胞杂种有哪些遗传特征?
41. 胚乳培养有何意义?
42. 同是薄壁细胞为什么胚乳薄壁细胞培养比较困难?
43. 细胞工程对实验室的基本要求有哪些?
44. 为什么胚乳培养物及其再生植株的倍性常发生紊乱?
45. 细胞突变体筛选有何特点?
46. 何为正选择?何为负选择?
47. 人工种子利用有何优点?
48. 用于制备人工种子的繁殖体主要有那些?
49. 为什么说微型变态器官是最有可能作为人工种子的繁殖体?
50. 培养条件下的动物细胞有那些特点?

### **基本方法部分**

1. 培养基、外植体、玻璃器皿、金属用具以及外植体各选择什么灭菌方法?
2. 维持实验室环境相对无菌应采取哪些措施?
3. 体细胞胚诱导与培养在培养基和生长素应用上有何特点?
4. 对于生根困难的植物脱毒在培养方式采用哪些措施?
5. 通过离体培养获得单倍体的途径有哪些?
6. 花药培养中如何选择外植体?
7. 花药培养与花粉培养有什么不同?
8. 幼胚培养的关键技术是什么?
9. 在实际操作中如何确定胚囊的发育时期?
10. 如果要获得有关抗某种病害的细胞系应采用何种措施?
11. 细胞大规模培养有哪些培养系统?
12. 建立悬浮细胞系的关键技术有哪些?
13. 胚乳培养取材的最佳时期是何时?
14. 目前用做原生质体分离的材料有哪些?
15. 原生质体纯化有哪些方法?
16. 原生质体的培养方法有哪些? 各有何优缺点?
17. 体细胞杂交和原生质体融合有哪些类型? 其产物和再生个体有何特点?
18. PEG 融合法的技术关键是什么?
19. 电融合的技术参数指的是什么?
20. 电融合的关键技术是什么?
21. 哪些类型的外植体适宜用做建立悬浮细胞系起始培养物?

22. 在分化培养中如何调整外源激素水平?
23. 离体培养过程中人工光照的设置有何规律?为什么?
24. 植物脱毒时如何进行外植体的预处理?
25. 如何检测再生植株的脱毒效果?
26. 原生质体培养中如何稳定培养基的 pH?
27. 哪种离体培养技术可以用于遗传物质的交流?
28. 如何防止培养过程中外植体的褐化?
29. 何种途径可以直接获得三倍体?
30. 使细胞核失活的途径有哪些?
31. 体细胞突变系的性状变异有哪些特点?
32. 细胞固定化培养系统有哪些类型?各有何特点?
33. 如何进行悬浮细胞系的继代培养?

### 综合能力部分

1. 为什么说细胞工程是一门承上启下的技术（举例说明）?
2. 如何理解植物细胞的全能性?
3. 绘制一个示意图将所有培养技术联系起来。
4. 任选一培养技术叙述从外植体到再生植株的完整实验过程。
5. 如何理解和利用离体培养中的遗传稳定性和变异性?
6. 为什么说原生质体培养系统是现代生物技术的载体?
7. 要使细胞杂交技术成为常规育种途径还有哪些技术问题需要解决?
8. 如何理解细胞工程的发展既依赖于相关学科的发展又促进了相关学科的发展?
9. 人工种子的应用前景如何?需要解决那些问题?
10. 植物细胞规模培养与次级产物生产前景如何?为什么?
11. 为什么说动物细胞工程技术的发展在为人类造福的同时也对人类提出了新的挑战?
12. 你对动物克隆技术怎样看待?如何正确应用动物克隆技术?