

第 2 课时 植物细胞工程的应用

学有目标 ——新课程标准必明	记在平时——核心语句必背
1.举例说明植物细胞工程在生产实践中的应用。 2. 阐述植物细胞工程应用于生产实践的主要优势。	1.植物的快速繁殖技术不仅可以高效快速地实现种苗的大量繁殖，还可以保持优良品种的遗传特性。 2. 植物顶端分生区附近(如茎尖)的病毒极少，甚至无病毒，因此用分生区组织进行组织培养，再生的植株就有可能不带病毒，从而获得脱毒苗。 3. 单倍体育种先通过花药培养获得单倍体植株，然后经过诱导染色体加倍，当年就能培育出遗传性状相对稳定的纯合植株，极大地缩短了育种年限。 4. 植物快速繁殖技术属于无性繁殖，细胞产物的工厂化生产培养到愈伤组织阶段即可。

 预习新教材——自学区

[理清主干知识]

一、植物繁殖的新途径

1. 快速繁殖

- (1)快速繁殖技术：用于快速繁殖优良品种的植物组织培养技术，也叫作微型繁殖技术。
(2)优点：①高效、快速地实现种苗的大量繁殖；②保持优良品种的遗传特性。
(3)实例：兰花、甘蔗、桉树和铁皮石斛等试管苗的生产。

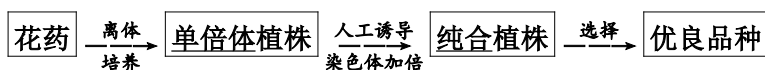
2. 作物脱毒

- (1)选材部位：植物的顶端分生区附近，因为此处细胞内的病毒极少，甚至无病毒。
(2)优点：提高作物的产量和品质。
(3)实例：脱毒马铃薯、草莓、大蒜、甘蔗、菠萝和香蕉等作物的培育。

二、作物新品种的培育

1. 单倍体育种

- (1)过程



- (2)优点 { 后代是纯合子，能稳定遗传
明显缩短育种年限

2. 突变体的利用

(1)产生：在植物的组织培养过程中，由于培养细胞一直处于不断增殖的状态，因此它们容易受到培养条件和诱变因素(如射线、化学物质等)的影响而产生突变。

(2)利用：从产生突变的个体中可以筛选出对人们有用的突变体，进而培育成新品种。

(3)实例：抗花叶病毒的甘蔗、抗盐碱的烟草等。

三、细胞产物的工厂化生产

1. 次生代谢物：是一类小分子有机化合物(如酚类、萜类和含氮化合物等)，在植物抗病、抗虫等方面发挥作用，也是很多药物、香料和色素等的重要来源。

2. 技术基础：植物细胞培养技术，即在离体条件下对单个植物细胞或细胞团进行培养使其增殖的技术。

3. 实例：紫草宁、紫杉醇和人参皂苷等的生产。

[诊断自学效果]

1. 判断下列叙述的正误

- (1)植物微型繁殖运用了植物组织培养技术，可快速繁殖良种植物(√)
- (2)利用组织培养技术培育脱毒苗，获得抗病毒的新物种(×)
- (3)二倍体植株的花粉经脱分化与再分化后得到稳定遗传的植株(×)
- (4)利用组织培养技术产生突变体，可直接培育出具有优良性状新品种(×)
- (5)在植物组织培养过程中，容易获得突变体的主要原因是 DNA 复制容易受到抑制(×)
- (6)获得细胞产物只需要通过植物组织培养培养到愈伤组织阶段即可(√)

2. 草莓主要利用茎进行无性繁殖，世代多了会因病毒的积累而减产，在短时间内获得大量无病毒幼苗的最佳方法是()

- A. 花药离体培养
- B. 利用茎尖进行组织培养
- C. 选取成熟组织进行培养
- D. 人工诱导基因突变

解析：选 B 进行植物微型繁殖时常采用茎尖作为外植体，原因是茎尖病毒极少，因此切取一定大小的茎尖进行组织培养，再生的植株就可能不带病毒。

3. 通过植物组织培养技术繁育农作物，其优点不包括()

- A. 加快繁育速度
- B. 保持亲本优良性状

C. 培育出无病毒植株

D. 改变植物的基因型

解析：选 D 植物组织培养取材少，繁殖速度快；植物组织培养属于无性生殖，能保持亲本优良性状；植物的根尖、茎尖几乎没有病毒，故利用植物的根尖、茎尖进行组织培养可以获得脱毒植株；植物组织培养属于无性生殖，一般不能改变植物的基因型。

4. 植物细胞工程的应用不包括()

A. 获得突变体培育新品种

B. 培育无子西瓜试管苗

C. 人参皂苷的工厂化生产

D. 培育高产青霉菌株

解析：选 D 利用突变体培育新品种、无子西瓜试管苗的培育、人参皂苷的工厂化生产都属于植物细胞工程的应用；培育高产青霉菌株的方法是诱变育种，不是植物细胞工程的应用。

探究新技能——互动区

新知探究一 植物繁殖的新途径

[在探究中学明]

植物细胞工程已经普遍应用于社会生产的方方面面。下图利用了植物组织培养技术，回答下列问题：



图 1 试管苗

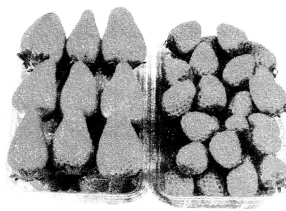


图 2 脱毒草莓(左)和未脱毒草莓(右)

1. 植物组织培养可以进行快速繁殖的原因是什么？

提示：植物组织培养到愈伤组织的阶段，细胞进行有丝分裂，细胞分裂速度较快，从而可获得大量的组织细胞，然后不断地分割、移瓶、诱导再分化形成新植株。植物组织培养在实验室进行，受季节、气候等条件限制较小。

2. 微型繁殖技术有哪些优点？

提示：①高效、快速地实现种苗的大量繁殖，还可以保持优良品种的遗传特性；②使用材料少，培养周期短，繁殖率高；③不受季节、气候、自然灾害等因素的影响；④便于自动化管理，可实现工厂化生产。

3. 作物培养过程中为什么要进行作物脱毒，如何进行作物脱毒？

提示：对于无性繁殖的作物，病毒在作物体内逐年积累，就会导致作物产量降低，品质变差。而植物顶端分生区附近的病毒极少，甚至无病毒，因此切取一定大小的茎尖进行组织培养，再生的植物就有可能不带病毒，从而获得脱毒苗。

[在深化中提能]

1. 快速繁殖(也称微型繁殖)

实质	植物组织培养
原理	植物细胞的全能性
优点	①能保持亲本的遗传特性，子代个体的遗传物质与亲本相同； ②使用材料少，培养周期短，繁殖率高； ③不受自然生长季节的限制，便于自动化管理，有利于进行工厂化生产

2. 作物脱毒

进行作物脱毒的原因	长期进行无性繁殖的作物(如马铃薯和草莓)，它们感染的病毒很容易传给后代。病毒在作物体内逐年积累，从而导致作物产量降低，品质变差
材料的选取	在植物顶端分生区附近(如茎尖)的代谢十分旺盛、细胞分裂速度快，很少被病毒感染，甚至无病毒。因此，利用植物的分生组织进行组织培养，可以使新长成的植株不带病毒，从而获得脱毒苗。用脱毒苗进行繁殖，种植的作物就有可能不带病毒

[典例] 为给工厂化繁殖脱毒甘薯苗提供技术上的支持，科研人员利用植物组织培养技术研究甘薯茎尖(外植体)大小对诱导分化苗和脱毒苗的影响，结果如表所示，下列相关叙述正确的是()

茎尖大小/mm	外植体数/个	分化苗数/苗	脱毒苗数/苗
小于 0.3	20	1	1
0.3~0.5	20	10	7
大于 0.5	20	13	4

- A.在不同的培养阶段，培养基中生长素和细胞分裂素的比例不同
- B. 脱分化过程中应给予充足光照使其进行光合作用
- C. 培育脱毒苗时依据的原理有基因突变和细胞的全能性
- D. 0.3~0.5 mm 的茎尖最有利于获得抗病毒的特性

[解析] 在不同的培养阶段，培养基中激素比例不同，生长素和细胞分裂素的比例高时，利于根的分化，比例低时，利于芽的分化，A 正确；脱分化过程中不需要光照，不能进行

光合作用，B 错误；培育脱毒苗时依据的原理是细胞的全能性，C 错误；0.3~0.5 mm 的茎尖最有利于获得无病毒的特性，不是抗病毒的特性，D 错误。

[答案] A

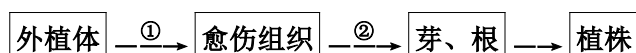
[在应用中落实]

1. “阳光玫瑰”葡萄香味浓郁，甜度较高，深受人们的喜爱，但在种植过程中易受病毒感染，导致产量降低，品质变差。某兴趣小组采用植物组织培养技术脱去病毒，下列相关叙述错误的是()

- A. 茎尖分生区细胞内的病毒少，甚至无病毒，可作为外植体
- B. 茎尖分生区不含病毒的原因可能是该组织胞间连丝不发达
- C. 离体的茎尖含有本物种全套的遗传信息，具有全能性
- D. 脱分化和再分化使用的培养基中激素的种类和比例都不同

解析：选 D 茎尖分生区细胞内的病毒少，甚至无病毒，可作为外植体，A 正确；由于病毒可以通过胞间连丝扩散，茎尖分生区不含病毒的原因可能是该组织胞间连丝不发达，B 正确；离体的茎尖细胞是通过有丝分裂产生的，含有本物种全套的遗传信息，具有全能性，C 正确；脱分化和再分化使用的培养基中激素的种类是相同的，浓度和比例是不同的，D 错误。

2. 草莓生产上传统的繁殖方式易将所感染的病毒传播给后代，导致产量降低、品质变差。运用微型繁殖技术可以培育出无病毒幼苗。草莓微型繁殖的基本过程如图，请回答下列问题：



(1)微型繁殖培育无病毒草莓苗时，一般选取_____作为外植体，其依据是_____。

(2)与常规的种子繁殖方法相比，植物微型繁殖技术的特点有_____ (答出 2 点即可)。

(3)过程①中配制好的培养基中，常常需要添加_____，以利于外植体启动细胞分裂形成愈伤组织。接种后 2~5 d，若发现外植体边缘局部污染，原因可能是_____。

解析：(1)微型繁殖培育无病毒草莓苗时，一般选取茎尖作为外植体，其依据是这些部位病毒极少，甚至无病毒。(2)与常规的种子繁殖方法相比，植物微型繁殖技术的特点有能保持植物原有的遗传特性，繁殖速度快。(3)过程①脱分化中配制好的培养基中，常常需要

添加植物激素，有利于外植体启动细胞分裂形成愈伤组织。接种后 2~5 d，若发现外植体边缘局部污染，原因可能是外植体消毒不彻底。

答案：(1)茎尖 这些部位病毒极少，甚至无病毒

(2)能保持植物原有的遗传特性，繁殖速度快

(3)植物激素 外植体消毒不彻底

新知探究二 作物新品种的培育和细胞产物的工厂化生产

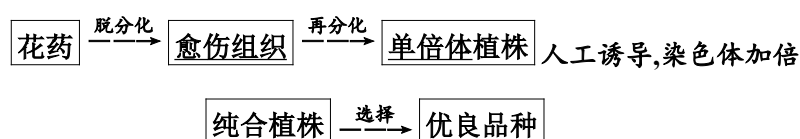
[在探究中学明]

1. 作物新品种的培育

作物新品种的培育除传统的杂交育种外，还有单倍体育种、人工诱变育种、基因工程育种等。在单倍体育种领域，科学家成功地培育出中花 8 号、中花 11 号水稻和京花 1 号小麦等作物新品种。观察图示，回答相关问题：



(1)完善单倍体育种的流程：



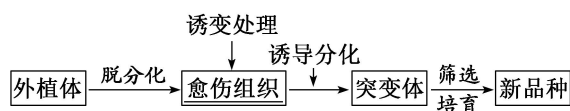
(2)单倍体育种的原理是什么？

提示：单倍体育种的原理是生殖细胞的全能性(花药离体培养得到单倍体植株)和染色体数目的变异(人工诱导单倍体幼苗染色体数目加倍)。

(3)单倍体育种过程中如何诱导染色体加倍？作用原理是什么？

提示：用秋水仙素处理，原理是秋水仙素抑制纺锤体的形成，使细胞不能正常分裂，从而使染色体数目加倍。

(4)完善突变体育种的流程



(5)突变体育种的原理是什么？

提示：突变体育种的原理是基因突变或染色体变异。

(6)在植物组织培养过程中，为什么培养的细胞容易产生突变？

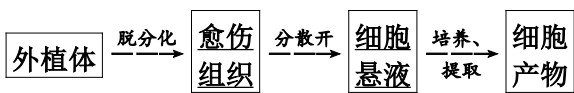
提示：因为培养的细胞一直处于不断增殖的状态，容易受到培养条件和诱变因素的影响而产生突变。

2. 细胞产物的工厂化生产

植物组织培养技术除了在农业上的应用外，还广泛应用于细胞产物的工厂化生产。观察图示回答相关问题：



(1)完善细胞产物工厂化生产的流程：



(2)根据生产的目的不同，植物组织培养的阶段也不同。若要培养新个体和提取细胞产物，应分别培养到什么阶段？

提示：若要培养新个体，应培育到试管苗阶段；若要提取细胞产物，则应培养到愈伤组织阶段。

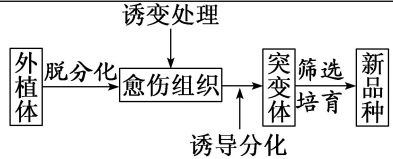
[在深化中提能]

1. 植物组织培养与植物细胞培养的比较

项目	植物组织培养	植物细胞培养
目的	获得植物体	获得细胞产物
培养基	固体培养基	液体培养基
过程	外植体 $\xrightarrow{\text{脱分化}}$ 愈伤组织 $\xrightarrow{\text{再分化}}$ 胚状体 $\rightarrow$ 幼苗	外植体 $\xrightarrow{\text{脱分化}}$ 愈伤组织 $\xrightarrow{\text{细胞培养}}$ 悬浮细胞 $\xrightarrow{\text{继代培养}}$ 细胞群 $\rightarrow$ 细胞产物
实例	各种转基因植物、脱毒苗	人参皂苷的生产

2. 单倍体育种和突变体育种的比较

项目	原理	优点	一般流程
----	----	----	------

单倍体育种	染色体变异	明显缩短育种年限	亲本 $\xrightarrow{\otimes}$ F ₁ $\rightarrow$ 花药(或花粉)离体 培养 $\xrightarrow{\text{脱分化}}$ 愈伤组织 $\xrightarrow{\text{再分化}}$ 单 倍体植株 $\xrightarrow{\text{染色体加倍}}$ 正常植株
突变体育种	基因突变	产生新基因,大幅度改良某些性状	

[典例] (2025·湖北高考)水母雪莲是我国的一种名贵药材,主要活性成分为次生代谢产物黄酮。水母雪莲生长缓慢,长期的掠夺性采挖导致该药材资源严重匮乏。研究人员开展了悬浮培养水母雪莲细胞合成黄酮的工程技术研究,结果如表所示。下列叙述错误的是()

转速/(r·min ⁻¹)	55	65	75	85
相对生长速率	0.21	0.25	0.26	0.25
细胞干重/(g·L ⁻¹)	7.50	9.70	11.4	9.50
黄酮产量/(g·L ⁻¹)	0.20	0.27	0.32	0.25

- A. 黄酮产量与细胞干重呈正相关
- B. 黄酮是水母雪莲细胞生存和生长所必需的
- C. 氧气供给对于水母雪莲细胞生长、分裂和代谢是必需的
- D. 转速为 75 r/min 时既利于细胞分裂,又利于黄酮的积累

[解析] 根据表格数据分析,随着细胞干重增加,黄酮产量也增加;随着细胞干重减少,黄酮产量也降低,说明黄酮产量与细胞干重呈正相关, A 正确。黄酮属于次生代谢产物,次生代谢产物不是细胞生存和生长所必需的, B 错误。氧气的供给有利于细胞呼吸为生命活动提供能量,对水母雪莲细胞生长、分裂和代谢是必需的, C 正确。根据表格数据分析,转速为 75 r/min 时,细胞的相对生长速率(0.26)最大,黄酮产量(0.32 g/L)最高, D 正确。

[答案] B

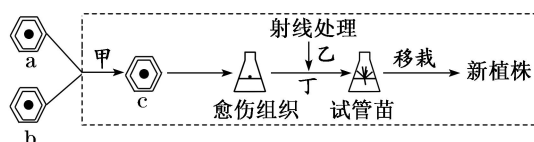
[在应用中落实]

1. (2023·山东高考)利用植物细胞培养技术在离体条件下对单个细胞或细胞团进行培养使其增殖,可获得植物细胞的某些次生代谢物。下列说法正确的是()

- A. 利用该技术可获得某些无法通过化学合成途径得到的产物
- B. 植物细胞体积小,故不能通过该技术进行其产物的工厂化生产
- C. 次生代谢物是植物所必需的,但含量少,应选择产量高的细胞进行培养
- D. 该技术主要利用促进细胞生长的培养条件提高单个细胞中次生代谢物的含量

解析:选 A 有些产物不能或难以通过化学合成途径得到,可利用植物细胞培养技术得到, A 正确;利用植物细胞培养技术在离体条件下对单个细胞或细胞团进行培养使其增殖,可获得植物细胞的某些次生代谢物,故可通过该技术进行植物细胞产物的工厂化生产, B 错误;一般认为次生代谢产物不是植物基本的生命活动所必需的,其含量少,可以通过增加细胞的数量来增加次生代谢产物的产量, C 错误;该技术主要利用促进细胞分裂的培养条件,提高多个细胞中次生代谢物的总含量,不能提高单个细胞中次生代谢物的含量, D 错误。

2. 如图列举了几种植物的育种方式,请据图回答相关问题:



(1)甲所用的技术是_____。

(2)通过丁方式可以获得脱毒苗,培养过程中 c 常常取用茎尖的原因是_____。

(3)乙方式通常用射线处理植物的愈伤组织能获得较好效果,原因是_____。

解析: (1)由 a、b 两种细胞通过一定的技术手段获得 c,属于植物体细胞杂交,该方法能克服远缘杂交不亲和的障碍。(2)植物分生区附近(如茎尖)的病毒极少,甚至没有病毒,因此常用茎尖组织培养技术获得脱毒苗。(3)由于愈伤组织一直处于不断分裂的状态,容易受到培养条件和外界压力(如射线、化学物质等)的影响而发生突变。

答案: (1)植物体细胞杂交 (2)茎尖所含病毒极少,甚至不含病毒 (3)愈伤组织细胞处于不断分裂的状态,易受到培养条件和外界压力的影响而产生突变

训练高素养——体验区

[课堂巩固落实]

1. 下列有关植物细胞工程应用的分析,错误的是()

- A. 愈伤组织细胞分裂旺盛,经诱变处理,易获得突变个体

- B. 利用茎尖进行组织培养，可以获得脱毒苗
- C. 利用同一株绿色开花植物不同部位的细胞，经培养获得的愈伤组织基因型完全相同
- D. 利用组织培养技术工业化生产人参皂苷，提高产量

解析：选 C 愈伤组织细胞分裂旺盛，经诱变处理，易获得突变个体，A 正确；茎尖几乎不含病毒，因此利用茎尖进行组织培养，可以获得脱毒苗，B 正确；同一绿色开花植株不同细胞经培养获得的愈伤组织基因型不一定相同，如花粉细胞培养形成的愈伤组织细胞的细胞核中基因只有体细胞的一半，C 错误；可利用组织培养技术工业化生产人参皂苷，提高产量，D 正确。

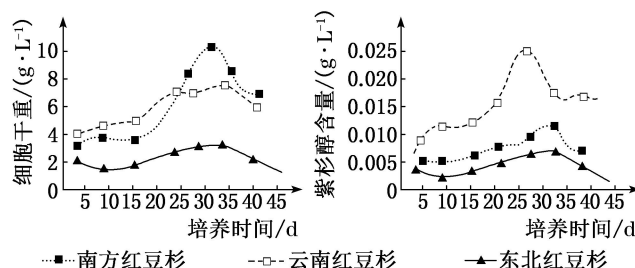
2. (2024·甘肃高考)兰州百合栽培过程中易受病毒侵染，造成品质退化。某研究小组尝试通过组织培养技术获得脱毒苗，操作流程如下图。下列叙述正确的是()



- A. ①为脱分化过程，1号培养基中的愈伤组织是排列规则的薄壁组织团块
- B. ②为再分化过程，愈伤组织细胞分化时可能会发生基因突变或基因重组
- C. 3号培养基用于诱导生根，其细胞分裂素浓度与生长素浓度的比值大于1
- D. 百合分生区附近的病毒极少，甚至无病毒，可以作为该研究中的外植体

解析：选 D 在脱分化过程中，1号培养基中的愈伤组织是排列不规则的、不定形的薄壁组织团块，A 错误；愈伤组织细胞分化时可能会发生基因突变，而基因重组一般发生在减数分裂过程中，愈伤组织细胞的分化过程进行的是有丝分裂，所以不会发生基因重组，B 错误；3号培养基用于诱导生根，其细胞分裂素浓度与生长素浓度的比值应该小于1，C 错误；百合分生区附近的病毒极少，甚至无病毒，因此可以作为该研究中的外植体，D 正确。

3. 紫杉醇是从红豆杉树皮中提取的高效抗癌物质，利用植物细胞培养生产紫杉醇是扩大紫杉醇来源的重要途径。下图为三种红豆杉细胞培养过程中细胞数量与紫杉醇产量的数据图。请回答下列问题：



(1)以南方红豆杉叶为原料获得生产紫杉醇的愈伤组织需要通过细胞的_____，愈伤组织细胞具有较强的分裂、分化能力。这一技术的成功实现了组织培养技术在一个重要领域的应用，即_____。

(2)对比分析两个曲线图可知，培养后期紫杉醇产量出现下降的原因可能是

_____；在培养过程中，要不断通入无菌空气并进行搅拌，其目的是

_____ (答三点)；与传统方法获得紫杉醇相比，利用植物组织培养技术生产紫杉醇，具有

_____ (答两点即可)等优点。

(3)植物激素在植物组织培养中具有极其重要的作用，其中_____是启动细胞分裂、脱分化和再分化的关键性因素。

解析：(1)以南方红豆杉叶为原料获得生产紫杉醇的愈伤组织需要通过细胞的脱分化过程，愈伤组织细胞具有较强的分裂、分化能力。这一技术的成功实现了细胞产物的工厂化生产。(2)对比分析两个曲线图可知，培养后期，活细胞数量减少、某些代谢产物积累等导致紫杉醇产量下降。植物细胞培养过程中要不断通入无菌空气并进行搅拌，其目的是防止微生物污染，保证 O_2 供应充足，使细胞与培养液充分接触。与传统方法获得紫杉醇相比，利用植物组织培养技术生产紫杉醇，具有产量高、节约资源、保护环境等优点。(3)生长素和细胞分裂素是启动细胞分裂、脱分化和再分化的关键性因素。

答案：(1)脱分化 细胞产物的工厂化生产 (2)活细胞数量减少、某些代谢产物积累等防止微生物污染，保证 O_2 供应充足，使细胞与培养液充分接触 产量高、节约资源、保护环境 (3)生长素和细胞分裂素