

座位表 边1

		9	10	21	22
1	2	11	12	23	24
3	4	13	14	25	26
5	6	15	16	27	28
7	8	17	18		
		19	20		

02班

(星期2 6、7)

1	221702201	安怡璇	女	农学2202
2	221702202	陈庚新	男	农学2202
3	221702204	丁江浩	男	农学2202
4	221702205	董雯	女	农学2202
5	221702206	范轩	男	农学2202
6	221702207	龚佳怡	女	农学2202
7	221702209	黄晓	女	农学2202
8	221702210	黎可乐	男	农学2202
9	221702211	李奕帆	女	农学2202
10	221702212	陆亦垚	女	农学2202
11	221702213	祁浩杰	男	农学2202
12	221702214	秦多多	女	农学2202
13	221702215	宋宇辰	女	农学2202
14	221702216	宋宇宸	男	农学2202

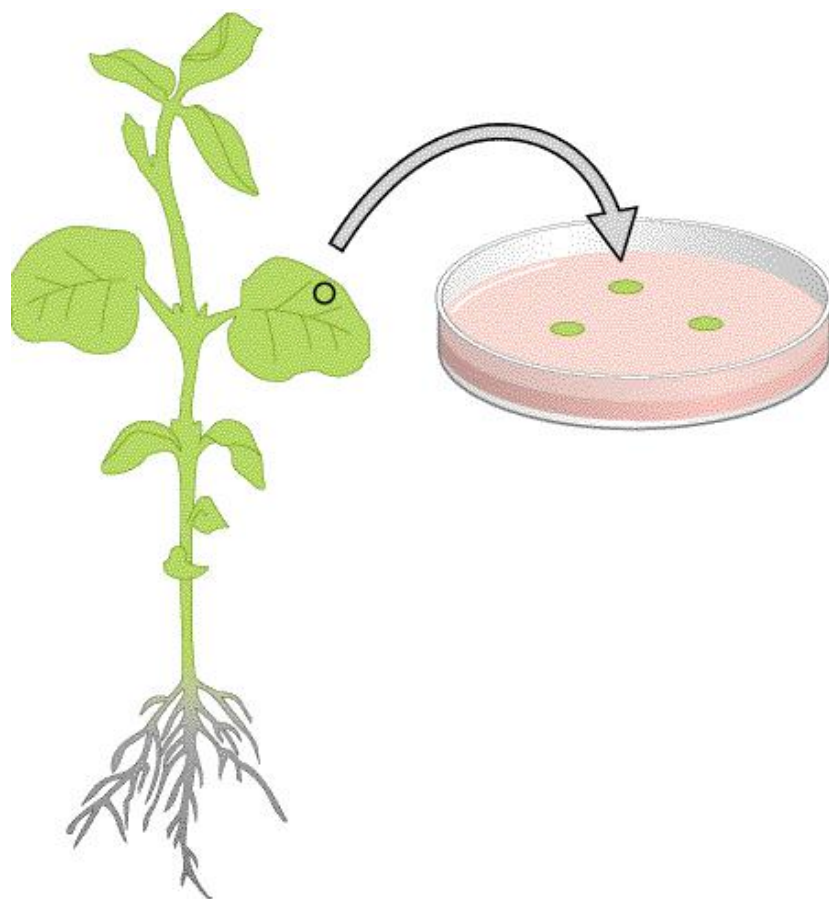
15	221702217	汪政伟	男	农学2202
16	221702218	王方舟	女	农学2202
17	221702219	王栎辰	男	农学2202
18	221702220	王佩玉	女	农学2202
19	221702221	王雨萱	女	农学2202
20	221702222	吴书鼎	男	农学2202
21	221702223	吴一凡	女	农学2202
22	221702224	谢昊	男	农学2202
23	221702225	薛越	女	农学2202
24	221702226	姚昕悦	女	农学2202
25	221702227	俞舒景	男	农学2202
26	221702228	岳尚文	女	农学2202
27	221702230	赵李晗	男	农学2202
28	221702232	朱正阳	男	农学2202

植物组织培养技术

Plant Tissue Culture Technique

于恒秀

张超





A Glimpse of Plant Tissue Culture





种苗脱毒与
快速繁殖



快速繁殖实现工厂化育苗

特点：繁殖快，性状稳定，整齐一致，无病虫害，周期短，周年生产。)



绪论

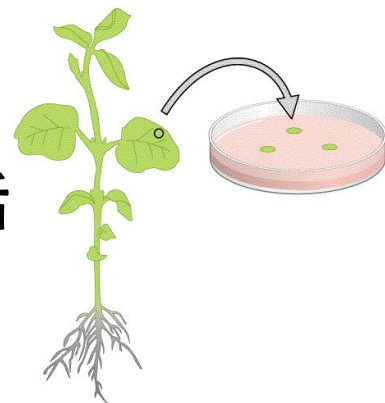
§ 1 植物组织培养的一般概念

一、概念

(一) 植物组织培养(Plant Tissue Culture): 以植物体的一部分（外植体），在人工控制的环境下离体培养发育再生出完整植株或生产具有经济价值的其他产品的一门学科和技术（广义）。(P1)

（对分生组织、薄壁组织以及由植物组织或器官培养产生的愈伤组织进行培养，二者均通过再分化诱导形成植株。（狭义）

外植体(explant) : 植物组织培养中，把由活切取下来以进行培养的那部分组织或器官。



二、组织培养的类型：

1. 植株培养(plant culture):是对完整植株材料的培养，如幼苗及较大植株的培养。

2. 器官培养(organ culture):即离体器官的培养，根据作物和需要的不同，可以分离茎尖、茎段、根尖、叶片、叶原基、子叶、花瓣、雄蕊、雌蕊、胚珠、胚、子房、果实等外植体的培养。

3. 愈伤组织培养(callus culture):是对植物体的**各部分组织**进行培养，诱导产生愈伤组织，对愈伤组织进行培养。

愈伤组织:(原指植物受伤后形成的一团薄壁细胞)从植物各种器官的外植体细胞增殖形成的一团无序生长的薄壁细胞(无特定结构和功能)(细胞排列疏松、无规则)。



(a)



(b)



(c)

📌 圖 5-4 文心蘭的(a)根、(b)莖與(c)葉等培植體經誘導後形成癒傷組織

4. 细胞培养 (cell culture):以离体细胞或很小的细胞团（来自叶肉组织或愈伤组织离散后的细胞）作为原始培养材料进行培养。

5. 原生质体培养 (proplast culture) :用机械或酶、酸等处理法去除细胞壁，得到单纯的原生质体，然后把原生质体培养。

三、特点

1. 取材少，培养材料经济
2. 培养条件可以人为控制
3. 生长周期短，繁殖率高
4. 管理方便，利于工厂化生产和自动化控制

组织培养不但是进行细胞学、遗传学、育种学、生物化学和药物学等学科研究的重要手段；而且在农学、园艺、林业和次生代谢产物工程和基因工程和基因组学等生产和研究领域得到广泛的应用。

§ 2 植物组织培养的理论基础

组织培养的理论基础

——植物细胞全能性

一、概念:

植物细胞全能性(totipotency): 指植物的每个细胞,都具有该植物的全部遗传信息,在一定培养条件下具有发育成完整植株的潜在能力。 (P1)

1902年,德国植物学家Gottlieb Haberlandt 提出,首次做了离体植物细胞的培养;全能性的实验是1958年Steward等人以胡萝卜根组织为外植体的组培实验证实的

二、植物细胞全能性的表达：

1、细胞所处的发育状态和生理状态影响其全能性表达：

在生物体内，细胞并没有表现出全能性，而是分化成为不同的组织、器官，这是由于受基因选择性表达的调控，一般情况下，细胞进行定向的、不可逆转的分化，细胞中的基因会有选择地表达出各种蛋白质，从而构成生物体的不同组织和器官，因此其全能性不能表现出来。

✦ 不同植物、不同组织器官，不同细胞间表达难易程度不同，主要取决于细胞所处的发育状态和生理状态。

- ✦ 分化程度越高，全能性表达越难
- ✦ 植物细胞的全能性>动物细胞的全能性；
 受精卵>生殖细胞>体细胞；
 增殖细胞>不增殖细胞。
- ✦ 培养的植物细胞全能性的表达，在不同植物种类之间，
 甚至在同种植物的不同基因型之间都有很大的差别。

2、植物细胞全能性表达的条件

- (1) 离体状态；
- (2) 一定的营养物质（无机盐、蔗糖、维生素、有机添加物）和植物激素（生长素和细胞分裂素）；
- (3) 其它外界条件（无菌条件，适宜的温度、pH等）。

3、植物细胞全能性表达的两个阶段：

(1) 脱分化(dedifferentiation)：从分化状态

(细胞分裂已停止) 转变为具有分裂能力的分生状态细胞并形成未（脱）分化的愈伤组织的过程。

一个成熟或分化细胞转变为分生状态的过程.

(2) 再分化(redifferentiation) :

脱分化的组织和细胞在一定条件下可转变为各种不同细胞类型的分化细胞，形成新的具有特定结构和功能的组织或器官的过程。(再分化(redifferentiation),再生(regeneration))

分化(differentiation)是指来自同一合子或遗传上同质的细胞转变成为形态上、机能上化学组成上异质细胞的过程。即发育中的差异性生长就是分化。分化是一切生物(包括从微生物到高等动物、植物)所具有特性。

再分化(redifferentiation): 是指脱分化形成的愈伤组织在适宜的培养条件下又分化为胚状体，或直接分化出根和芽等器官形成完整植株的过程。

再生(regeneration): 是指植物体的离体部分具有恢复植物体其他部分的能力。

§ 3 植物组织培养的发展简史

19世纪30年代，德国植物学家施莱登(M.J.Schleiden, 1804—1881)和德国动物学家施旺(T.Schwann, 1810—1882)创立了细胞学说，

主要观点：细胞是生物体的基本结构单位，由它构成整个生物个体。

根据这一学说，**如果给细胞提供和生物体内一样的条件，每个细胞都应该能够独立生活。**



图 3-4 施莱登(自 Locy)



图 3-5 施旺(自 Locy)

一、探索阶段：20世纪初至30年代中 (P2)

1902年Haberlandt, 提出植物细胞全能性理论和高等植物的器官和组织可以不断分割直到单个细胞的观点

首次做了离体植物细胞的培养(未看到细胞分裂)

Haberlandt:

观点: 高等植物的组织和器官可以分割成单个细胞

贡献: 提出细胞全能性

首次进行离体细胞培养



小野芝麻和凤眼兰的栅栏细胞和虎眼万年青属表皮细胞

Knop+蔗糖

无分裂



细胞高度分化+培养基中无生长激素

1904年，Hanning在含无机盐和蔗糖溶液及有机成分的培养基上成功地培养了萝卜和辣根菜的幼胚，并使这些胚在离体条件下长到成熟。

1922年，Robbins进行豌豆、玉米和棉花的茎尖培养，形成一些缺绿的叶和根。

1922年，美国的Knudson采用胚培养法获得兰花幼苗，克服了兰花种子发芽困难的问题。

Laibach (1925、1929) 把由亚麻种间杂交不能成活的胚剥出，在人工培养基上培养至成熟，证明了胚培养在远缘杂交中应用的可能性。

二、 奠基阶段（30年代中至50年代末) (P3)

30年代中期，组培领域二个重要的发现：

- 1、认识B族维生素对植物生长的重要意义；
- 2、发现了生长素是一种生长调节物质。

培养技术建立

作为一门技术，必须具有一定的程序性（技术模式）。
在这一阶段植物组织培养建立了2个与培养技术有关的重要模式

培养基模式

激素调控模式

White

1934年用蕃茄根建立了第一个活跃生长的无性系，是一个离体根培养的成功实验，使用的培养基包含无机盐、酵母浸出液和蔗糖。

1937年用三种B族维生素（吡酸醇B6、硫胺素B1和烟酸B5）取代酵母溶出液获得成功，建立了White培养基，并发现吲哚乙酸（IAA）在控制植物生长上具有明显作用（1934年建立起的根培养物一直保存到1968年他逝世前不久）。



White

1939年获得烟草种间杂种的瘤组织.

1943年White发表了《植物组织培养手册》（A Handbook of Plant Tissue Culture)的专著，使植物组织培养开始成为一门新兴的学科。

Gautheret

1934年，在山毛柳和黑杨等的形成层组织培养中发现在含有葡萄糖、水解乳蛋白的Knop（克诺普）溶液中，这些组织可增殖几个月，但只有加入B族维生素和IAA后，形成层组织才能显著增加，揭示了B族维生素和生长素在组培中的重要意义，

1939年连续培养胡萝卜根形成层获得首次成功。

Nobecourt

1939由胡萝卜也建立了能连续生长的组织培养物——愈伤组织。

**White、Gautheret和Nobecourt被誉为组织培养的奠基人，
现在所用的若干培养方法和培养基，原则上都是这三位作者1939年建立方法的演变。**

✦ **我国学者曾在该阶段做出许多方面的贡献：**

1933年我国李继侗等关于银杏离体胚的培养工作，发现了3mm以上幼胚即可正常生长，并证明银杏胚乳提取物能促进银杏幼胚生长。

1935-1942年罗宗洛等关于玉米等植物离体根尖的培养工作，罗士韦关于幼胚和茎尖培养的工作，李正理关于离体胚培养中形态发生及离体茎尖的培养，王伏雄关于幼胚培养等工作等都是组培领域里有价值的文献

✦ 1941年Overbeek（奥比克）等用椰乳作为培养基的补加物，使曼陀罗的心形期幼胚能离体培养至成熟，使椰子汁在组织培养各领域都得到广泛应用。

Skoog (1944) 和 Tsui 等 (1948) 发现腺嘌呤和腺苷能促进愈伤生长并可解除培养基中IAA对芽形成的抑制作用，能诱导芽的形成，确定了腺嘌呤与生长素的比例是控制芽和根生长的主要条件之一。

(虽然，1939年建立了连续生长的培养物，但所使用的组织都包含有分生细胞，诱导成熟和已分化细胞发生分裂，直到发现细胞分裂素以后才获成功。)



- ◆ 1951年Nitsch（里奇）进行离体果实的培养，促进了对幼果、子房、胚珠、种子、胚胎及花器的培养研究。

✦ 1952年Morel和Martin通过茎尖分生组织离体培养可从病毒侵染的大丽花中获**无毒**植株。

✦ 1953-1954, Muir用万寿菊和烟草愈伤组织移到液体培养基中振荡培养, 进行**单细胞培养**获得成功, 把单细胞置于铺在愈伤组织上面的滤纸上培养, 使细胞发生分裂, 创造“**看护培养**”技术。

✦ 1955年，Miller等由鲱鱼精子DNA中分离出**激动素**（Kinetin），

细胞分裂素的发现

• **Skoog（1944）和Tsui 等（1948）**

发现生长素存在时腺嘌呤具有促进细胞分裂的活性

- 1955年米勒等发现**DNA**降解物能促进细胞分裂
- 1956年，米勒纯化出了激动素结晶，并鉴定其化学结构为**6-呋喃氨基嘌呤**
- 1963年，莱撒姆从未成熟的玉米粒子中分离出一种类似激动素的细胞分裂促进物质，命名为**玉米素**
- 1965年，斯库格等将源于植物，生理活性类似激动素的化合物统称为**细胞分裂素** 有可能诱导已经成熟和高度分化的组织（如叶肉、干种子胚乳）的细胞进行分裂。

✦ 1957年，Skooog和Miller提出有关植物激素控制器官形成的概念，在烟草髓组织培养中，根和茎的分化是生长素对细胞分裂素比率的函数。

✦ 生长素 / 细胞分裂素

高 根分化

低 芽分化

✦ 1958年Wickson（魏克森）和Thimann（西伊曼）应用外源细胞分裂素可促进在顶芽存在情况下处于休眠状态的腋芽的生长，以及侧枝上的腋芽的生长，转移到生根培养基上诱导生根，广泛用于花卉、果树的快繁上。

✦ 1958-1959, Reinert和Steward分别报道, 在胡萝卜愈伤组织的悬浮培养中成功地诱导出胚状体, 获再生植株。(使细胞全能性理论得到第一次证实, 这是植物组培的第一次突破)。

✦ 这一阶段中，对培养条件和培养基的广泛研究，特别是B族维生素，生长素和细胞分裂素在组培中作用的研究，实现了对离体细胞生长和分化的控制，确立了组培的技术体系。

三、迅速发展阶段和应用阶段（20世纪60年代及以后）

1、基础研究成绩显著

1962 Murashige & Skoog 在烟草 培养中筛选出卓有成效的MS培养基，至今仍被广泛使用。

1965 Vasil & Hildebrandt 由分离培养的烟草单细胞成功培育出完整再生植株。从细胞水平证实了植物细胞具有全能性。

2、原生质体培养取得重大突破

1960年，Cocking等人用真菌**纤维素酶**分离植物**原生质体**获得成功

这是植物组织培养的第二次突破。



1971年，Takebe等用果胶酶，纤维素酶在烟草叶片中分离得到原生质体，获得了再生植株，证明了无壁的原生质体同样具有全能性，继烟草后许多物种都表现具有这种潜力，但禾谷类植物的突破较晚。

✦ 1972年，Carlson等通过两个烟草物种之间的原生质体融合，获得**第一个体细胞杂种**，（用高pH—高钙法）（粉兰与郎氏烟草）

- ✦ 1977年高国楠用**聚乙二醇**（PEG）法诱导大豆—烟草融合，该法在促进细胞融合中得到广泛应用。
- ✦ 后来在有性亲和及有性不亲和的亲本之间，不同作者又获得若干其它体细胞杂种。

种间杂种：有性亲和。

属间杂种：有性不亲和。蕃茄—马铃薯，拟南芥菜—油菜，胡萝卜—羊角芹，曼陀罗（洋金花）—颠茄。



3、花药培养取得显著成绩

- ✦ 1964年。印度科学家Guha和Maheshwari在毛叶曼陀罗（南洋金花）中通过离体花药培养获得由小孢子发育形成的单倍体植株。
- ✦ 1967年Bourgin和Nitsch通过花培养完整烟草植株。以后相继在水稻、小麦、玉米等多种植物上获得成功。

✦ 由于单倍体在突变选择和加速杂合体纯合化过程中的作用，在70年代得到迅速发展，达到160多个物种相继成功，烟草、水稻、小麦的花培在中国取得引人注目的成就。

4、微繁技术的广泛应用

1960年G.Morel采用兰花的茎尖培养，实现了去病毒和快速繁殖两个目的。这是经过茎尖—原球茎—小植株的方式而再生的。

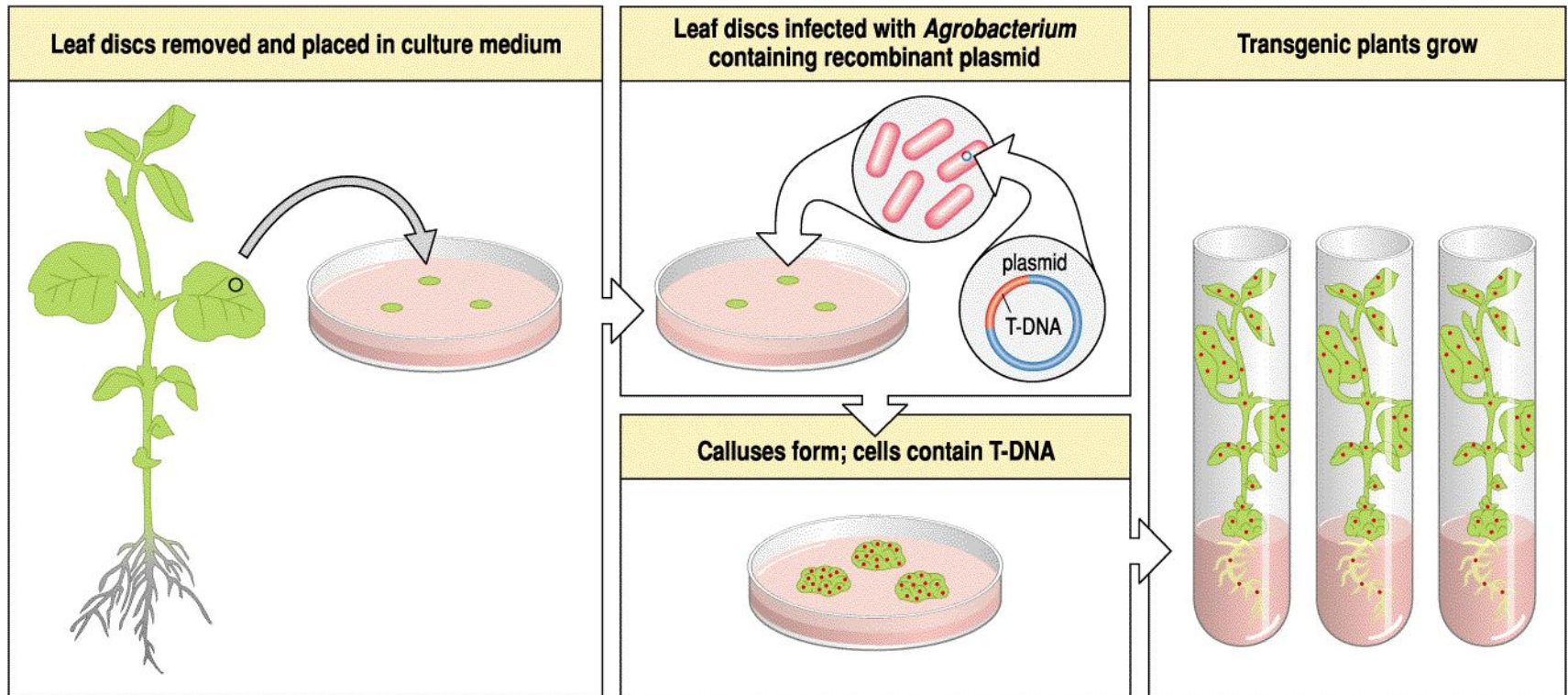
Morel提出的这种离体无性繁殖方法，其繁殖系数极高，很快被兰花生产者所采用，迅速建立起**兰花工业**。植物离体微繁技术及**脱毒**技术得到了迅速发展，实现了产业化。



✦ 兰花已有35个属150余种用该法繁殖，其它观赏植物和经济作物（甘蔗、草莓等）也用微繁达到工厂化的生产规模，若干作物采用茎尖培养进行脱毒，产生经济效益。（马铃薯、草莓、百合）

✦ 本期除花药培养取得新的进展，并在烟草、水稻、小麦、玉米育成单倍体培养品种外，由于原生质体培养，细胞融合在多种作物的成功，为组织、细胞培养以及在农业生产实践上的应用开创新途径，是组织和细胞培养飞跃发展并开始走向大规模的应用阶段。

5、组培为基础的基因转化技术的发展和应



✦ 我国学者曾在整个组织培养发展的历史中做出许多方面的贡献：

1933年我国李继侗等关于银杏离体胚的培养工作，发现了3mm以上幼胚即可正常生长，并证明银杏胚乳提取物能促进银杏幼胚生长。

1935-1942年罗宗洛等关于玉米等植物离体根尖的培养工作，罗士韦关于幼胚和茎尖培养的工作，李正理关于离体胚培养中形态发生及离体茎尖的培养，王伏雄关于幼胚培养等工作等都是组培领域里有价值的文献

70年代以来，尤其是在花药培养和原生质体培养方面，我国学者的工作受到世界各国同行的普遍重视和赞赏。朱至清研制的N6培养基获国家发明二等奖（朱至清、李向辉、陈英）。

§ 3 植物组织培养在农业中的应用

一、快速繁殖优良种苗

优质种苗的快速无性繁殖

- A.繁殖杂交育种中得到的少量杂交种，保存自交系、不育系等。
- B.繁殖脱毒培养得到的少量无病毒苗。
- C.繁殖生产上急需的或种源较少的种苗。
- D. 繁殖有性繁殖难以保持种性的异花授粉植物。

二、在育种上的应用

1、 种苗脱毒



2、植物细胞工程育种

(1) 利用培养变异，筛选优良突变体

植物离体培养，能够明显提高突变率，并且会有各种各样的生理和形态突变，如株高、花色、植株形态、生育期、耐性等。可以选择优良突变体，培育新品种。

(2) 幼胚拯救克服远缘杂交障碍

有些植物远缘杂交，能正常受精，但受精胚往往败育。这种情况下，可以将幼胚在败育前进行离体培养，使难度很大的远缘杂交取得成功，获得缘远杂种植株，从而育成一些罕见的新物种（子房、胚和胚珠培养，完成胚的试管发育和试管受精等）。

(3) 利用细胞融合技术，克服远缘杂交不亲和性

野生种往往有许多优良性状，但大部分野生种与栽培种杂交不亲和，严重影响了野生种优良遗传基因的应用。利用细胞融合，可以克服这种杂交不亲和性，获得体细胞杂种，使野生种的利用成为可能。

柑橘：黄皮+甜橙

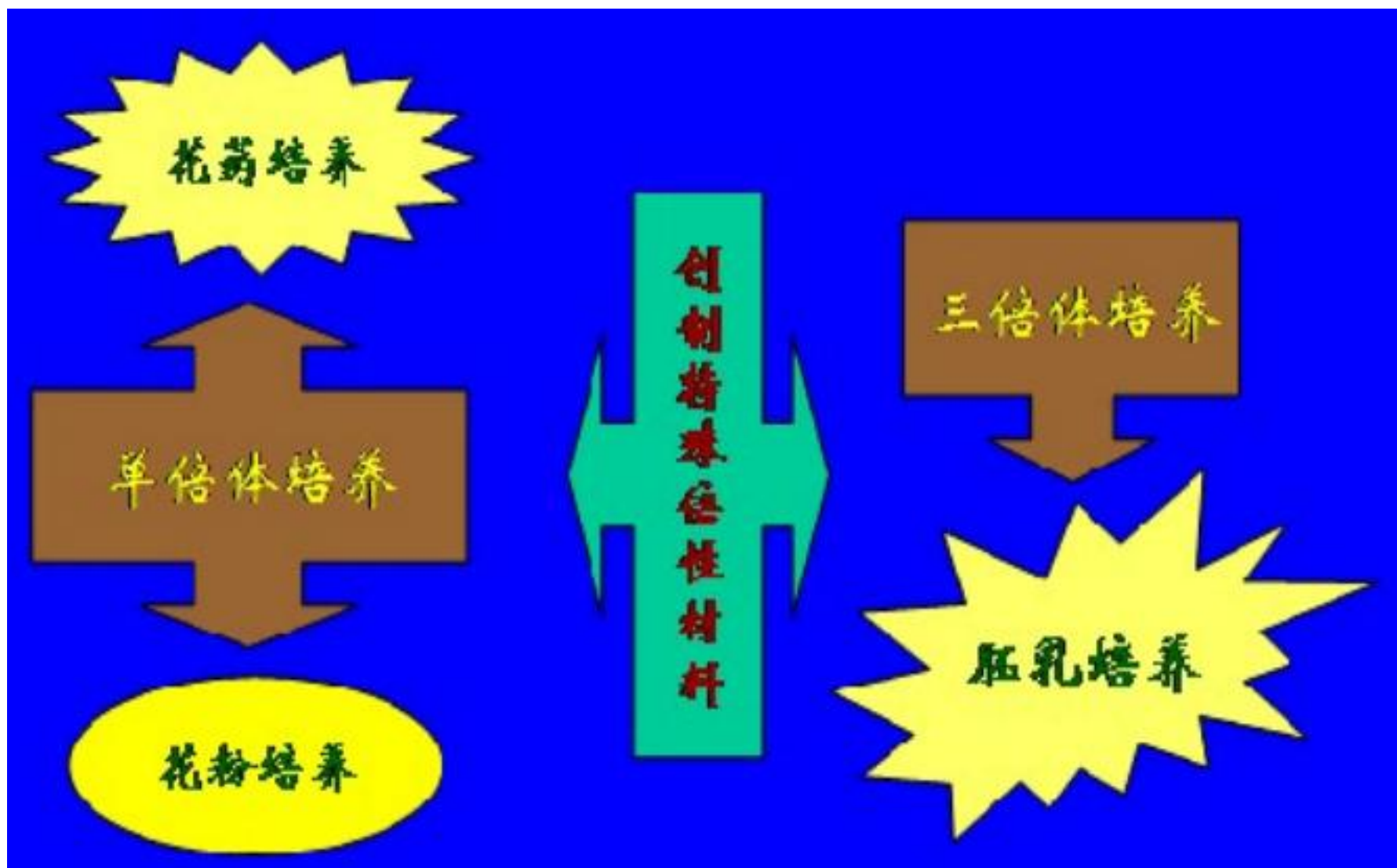


I-1-6

小麦+冰草

II-1-9

(4) 倍性育种，缩短育种年限

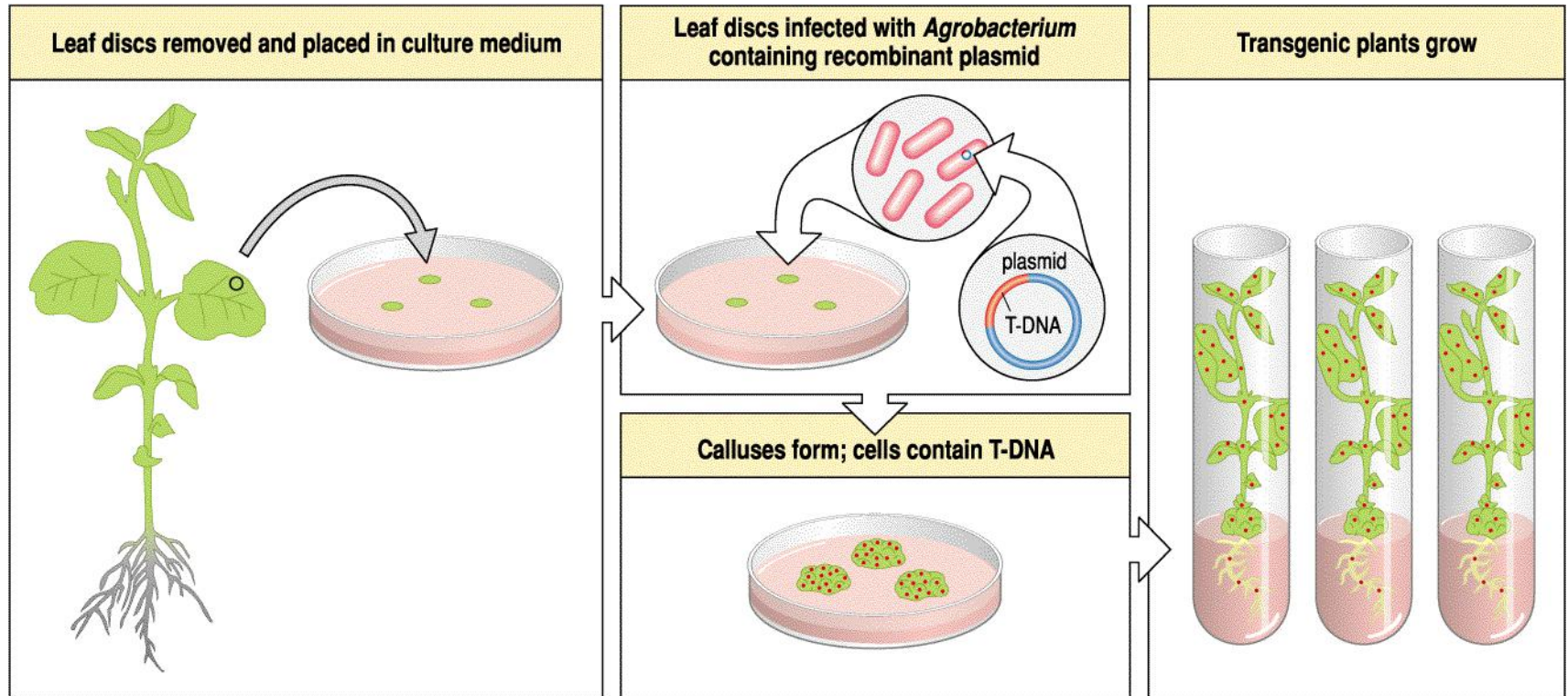


(5) 基因工程育种

基因工程需进行DNA的转化，而基因转化后必须通过组织培养途径才能实现植株再生。



Regeneration of Plants from Cells or Tissue Is an Important Research Tool



This is the most common way of producing transgenic *Arabidopsis*

三、药物及其它天然产物的工厂化生产

利用细胞培养生产次生物质，如药物、色素、食品添加剂、酶、农药等。

植物次生代谢产品的市场潜能

产品成分	用途	年销售额（亿美元）
长春花碱	治疗白血病	18~20（美国）
阿吗灵	循环系统障碍药	5~25（全世界）
奎宁	治疗疟疾	5~10（美国）
致热素	杀虫剂	20（全世界）
毛地黄	心脏病药	20~55（美国）

请单击鼠标以显示幻灯片详细内容

有些极其昂贵的生物制品，如抗癌首选药物--紫杉醇等，可以用大规模培养植物细胞来直接生产。

紫杉醇系从天然植物红豆杉属树皮中提取的单体双萜类化合物，具有良好的抗癌活性，尤其对晚期、转移性卵巢癌、乳腺癌、肺癌有十分显著的疗效。





紫杉细胞培养生产紫杉醇

紫杉醇 (paclitaxel, 商品名taxol), 1967年美国化学家Wall和Wani等首先从太平洋紫杉 (短叶红豆杉, *Taxus. brevifolia*) 树皮中提取出来的具有独特抗癌活性的二萜类化合物。该药于1990年进入III期临床试验, 1992年底获美国FDA批准上市, 用于治疗对常规化疗无效的卵巢癌和乳腺癌。1995年, 我国北京协和药厂与海口制药厂分获二类新药批准文号, 成为世界上第二个生产紫杉醇及其注射液的国家。由于它独特的抗癌机理和广谱高效的抗癌活性, 紫杉醇是继阿霉素和顺铂后最热点的抗癌药物。紫杉醇是一种高效细胞毒素, 具有独特的抗癌机理。它作用于微管蛋白。微管是真核细胞的一种纤维蛋白, 与细胞的有丝分裂紧密相关, 对于迅速分裂的肿瘤细胞, 紫杉醇"冻结"有丝分裂纺锤体, 从而使肿瘤细胞停止在G2期和M期, 直至死亡。紫杉醇表现出广谱而高效的抗癌活性, 对人的卵巢癌、乳腺癌、宫颈癌、肺癌、CNS癌、黑色素瘤、肝癌和白血病细胞系等有细胞毒作用。其抗癌活性高于噻唑呋啉、顺铂、依托泊甙、阿霉素和氟尿嘧啶等常用抗癌药物。

红豆杉属植物全世界仅有11种, 生长缓慢, 种群密度小, 自身繁殖度低。紫杉醇多从树皮中提取, 但含量极低, 只有0.06-0.07%。据估计, 仅用于其它药物治疗无效的癌症, 每年即需紫杉醇70kg。如果考虑到药物配伍应用等其他方面, 年需求量可能超过300kg, 约合75万株树木/年。以目前的提取分离方法, 这样大的供应量无疑会威胁到红豆杉属植物的长期存留和地区分布, 因此, 采用各种手段寻找紫杉醇及其类似物的替代资源已成为当前的研究热点。美国农业部于1991年就批准了Christen和Gibson等用细胞培养法生产紫杉醇及其类似物的专利, 但这方面的研究仍方兴未艾, 研究机构和研究人员的有增无减。目前, 美国和加拿大等国处于领先地位, 我国也有数家研究所和大学从事该方面的研究。Fett-Neto等使用玻璃纤维网固定化紫杉细胞, 得到紫杉醇含量为干重的0.012-0.007%。Minoru Seki等用草酸钙凝胶颗粒固定化紫杉细胞, 并使用一种滴注(perfusion)式生物反应器, 实验表明高的稀释比抑制紫杉细胞生长但显著促进紫杉醇产生, 紫杉醇比生产速率达到0.3mg/gDCW/d。我国的中科院昆明植物研究所在10L反应器中得到紫杉醇含量最高为0.056%。紫杉细胞培养规模已达100L, 呈现实现工业化生产的可能性。天津大学的生产量达到24mg/L培养液 (一个培养周期)。

2. 研究现状

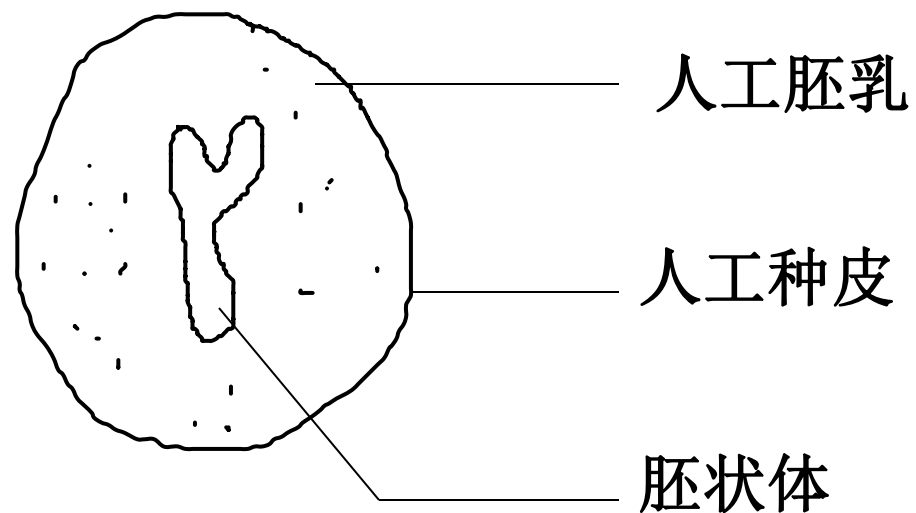
清华大学化工系生物化工研究所通过固液两步培养法可以在4周内获得20g/L干物质, 利用代谢调控技术在2~3天内将紫杉醇的含量提高到0.063%左右。

3. 效益分析

紫杉醇的国际市场价格为450美元/g, 也就是每毫克3.7元人民币。采取细胞培养技术生产紫杉醇的每升培养液成本为2.0元人民币。建设一个细胞培养工厂的建筑投资为2000元/平方米, 200平方米的厂房投资为40万元, 设备投资100万元, 这样规模的细胞工程每个月可以制作和接种4000升培养基, 可生产紫杉醇120kg, 年产干细胞1.2~1.4吨, 可以分离到紫杉醇480~560g, 按照每毫克3.7元计算, 年产值可以达到170~200万元人民币。除掉厂房设备投资折旧费 (不需要新药开发费用)、技术转让费、流动资金 (经营费用和职工工资等) 以及利税等, 也可以获得较高的回报率。

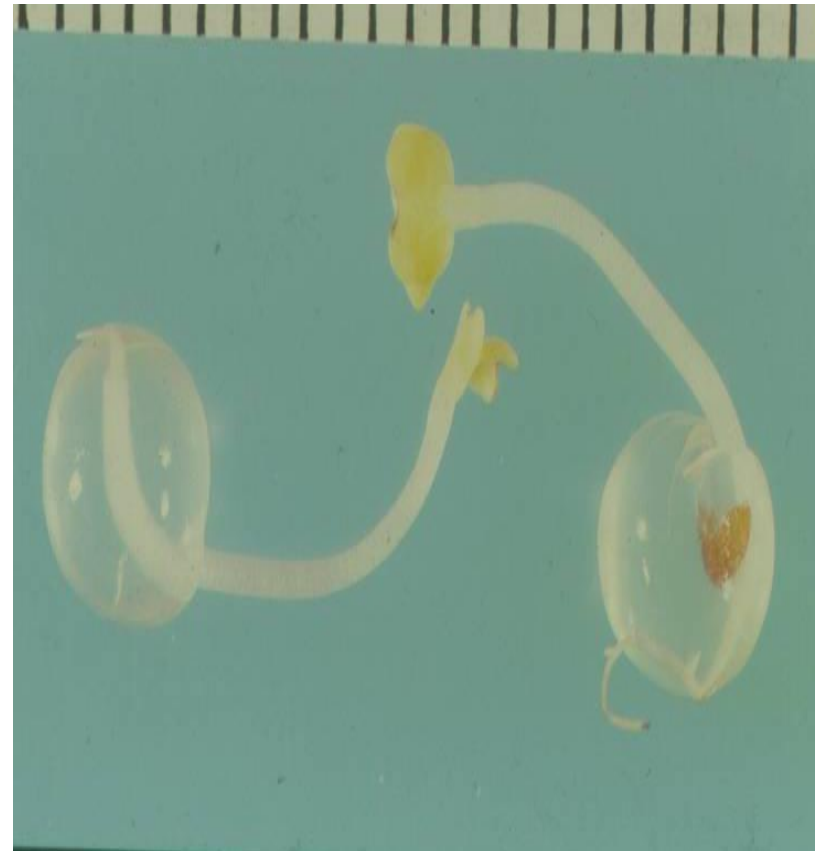
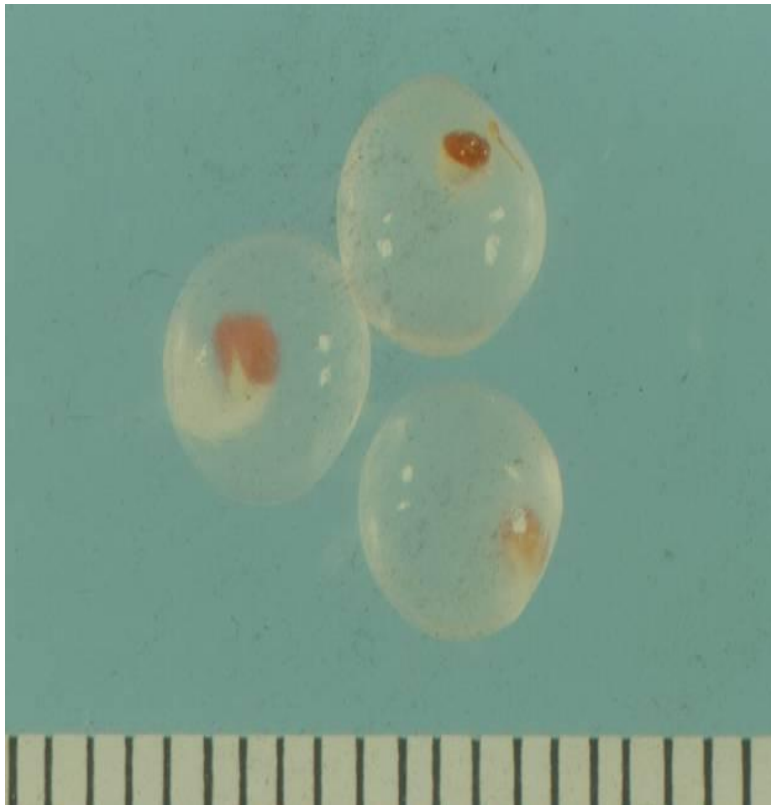
L-茶氨酸（L-theanine）是茶叶游离氨基酸的主体，是构成茶叶自然品质的主要成分之一，但一遇阳光照射就会转化为儿茶酸，食品添加剂使用，其用途是作为绿茶风味增强剂。L-茶氨酸在覆盖栽培的高级绿茶叶中含量多，在粗茶叶中含量较少。1990年Orihara等采用茶树细胞培养生产茶氨酸和其它 γ -谷氨酰衍生物，发现在25℃下，黑暗中振荡培养能获得最高的茶氨酸含量。据报道，日本三菱重工业公司已能应用细胞培养法生产茶氨酸，从而解决了茶氨酸在自然条件下含量较少，不能大量提取的难题。

四、生产人工种子



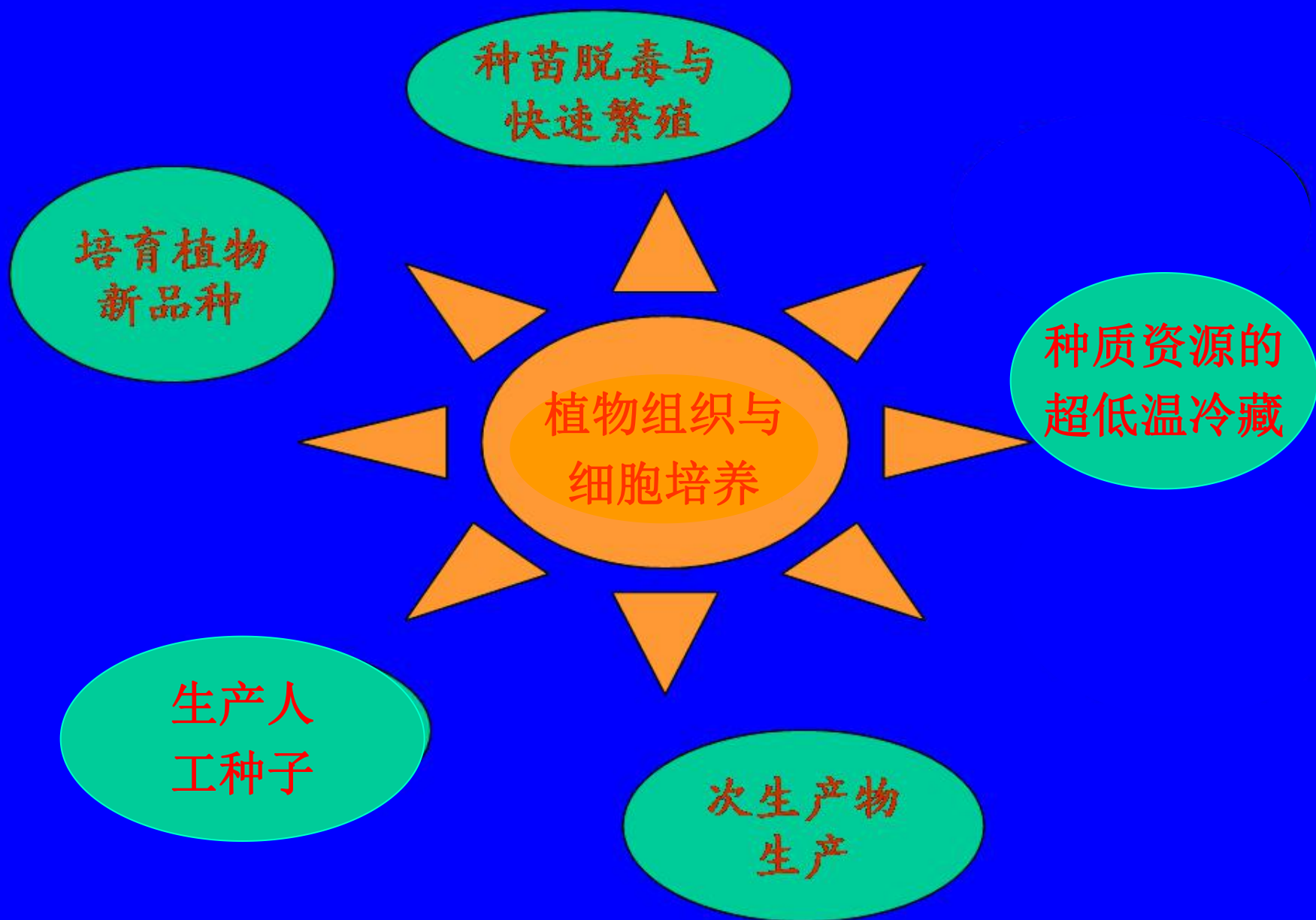


Encapsulation of somatic embryos and creation of synthetic seeds



五、种质资源的超低温冷藏

随着地球不断开发、生态环境破坏，种植资源日趋枯竭，大量有用基因损失。利用组织培养法，低温保存（ -196°C ）或试管保存，为保存和抢救濒临灭绝的生物带来希望。



请单击鼠标以显示幻灯片详细内容

要求：掌握

- (1) 基本概念**
- (2) 基本原理**
- (3) 基本技能**

成绩分项	考核/评价环节	建议百分比	考核/评价细则	对应课程目标
平时成绩	学生出勤	5	学生出勤情况	1-4
	课堂表现	15	课堂讨论和课堂表现	1-4
	实验	40	实验结果和实验报告撰写的认真程度	1-4
期末成绩		40	开卷考试	1-4
小计		100		

本章小节

1. 植物组织培养的概念

2. 组织培养的理论基础—植物细胞全能性学说

植物细胞全能性表达的条件

(1) 离体状态

(2) 一定的营养物质（无机盐、蔗糖、维生素、有机添加物）和植物激素（生长素和细胞分裂素）

(3) 其它外界条件（无菌条件，适宜的温度、pH等）

植物细胞全能性表达的两个阶段：

(1) 脱分化

(2) 再分化

3. 植物组织培养的发展简史

4. 植物组织培养在农业中的应用

主要参考书目：

参考书目：

- ✧ 胡颂平主编.《植物细胞组织培养技术》中国农业大学出版社，2022年6月第2版
- ✧ 刘庆昌主编.《植物细胞组织培养》中国农业大学出版社，2010

选读书目：

- ✧ [1]李俊明主编.《植物组织培养教程》[M].北京：中国农业大学出版社，2005
- ✧ [2] 巩振辉主编.《植物组织培养》[M].北京：化学工业出版社，2010
- ✧ I.K. Vasil, Trevor T.A. Thorpe. Plant Cell and Tissue Culture [M]. Springer, 1994