

YH

花卉组织培养

Floral Tissue Peiyang

韦三立 著

中国林业出版社

花卉组织培养

Huahui Zuzhi Peiyang

韦三立 著

中国林业出版社

内 容 简 介

本书介绍了花卉组织培养技术在现代花卉生产中的意义、优点,并介绍了花卉组织培养的机理、类型,此外,还介绍了花卉组织培养的具体方法。本书行文简洁,实用性强,可以作为花卉生产者、大专院校学生的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

花卉组织培养/韦三立著.

—北京:中国林业出版社,2000.8

ISBN 7-5038-2636-3

I. 花… II. 韦… III. 花卉-组织培养 IV. S68

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 42058 号

出版 中国林业出版社(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail: cfphz@public. bta. net. cn 电话 6618.4477

发行 新华书店北京发行所

印刷 北京昌平百善印刷厂

版次 2001 年 1 月第 1 版

印次 2001 年 1 月第 1 次

开本 787mm×960mm 1/16

印张 10.75

字数 200 千字

印数 1~5000 册

定价 18.00 元

前言

传统的花卉繁殖是靠播种、扦插、分株、压条、嫁接这些措施来实现的，然而在花卉业迅猛发展的今天，传统的育苗技术已经无法满足生产需要，因而人们对花卉的繁殖技术提出了更高的要求。在世界各国植物生理工作者的努力下，利用组织培养进行花卉繁殖的技术日臻成熟。自 20 世纪 60 年代的兰花工业兴起后，目前已有许多花卉可以利用组织培养为生产提供种苗。今天，我们所享用的花卉产品之所以能够有如此之高的品质，与花卉组织培养的应用不无关联。

花卉组织培养技术并不像人们所传说的那样神秘，所采用的仪器、设备、药品也可繁可简。例如在荷兰、日本，很多以家庭为单位的花卉生产者均配备有自己的组织培养设施。目前，我国的一些生产单位也开始从购买组培苗转变为自己装配花卉组织培养生产线。对于广大花卉育苗者来说，花卉组织培养毕竟是一门较新的技术，很多人对它感到陌生，不知从何下手进行操作。因此在花卉组织培养技术已经实用化的今天，加快对其推广普及是促进我国花卉生产的当务之急，从而满足我国广大花卉育苗者对掌握花卉组织培养这项技术的需要。本书就是在上述背景下完成的，其写作宗旨是立足理论，贴近生产，注重实用。

为了进一步普及花卉组织培养技术，我曾在 1992~1993 年间于北京农业大学所举办的七届全国花卉新技术培训班上讲授过这门课程，本书的蓝本就是该课程讲义，并参考我的硕士学位论文予以补充完善的。本书适于花卉栽培者、大专院校学生、植物生理工作者使用。由于水平有限，下笔仓促，本书中的疏漏错误之处在所难免，恳请各位读者不吝赐教，谢谢！

韦三立

2000 年 3 月于北京

目 录

前 言

绪 论..... (1)

第一章 植株再生的实施途径..... (5)

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 第一节 植物细胞全能性..... (5) | 2. 器官发生途径..... (10) |
| 1. 基因表达..... (5) | 第四节 植物组织培养类型..... (11) |
| 2. 位置效应..... (6) | 1. 植株培养..... (11) |
| 第二节 器官分化信息传递..... (7) | 2. 胚胎培养..... (11) |
| 1. 胞外信号分子..... (7) | 3. 器官培养..... (12) |
| 2. 胞内信号分子..... (8) | 4. 组织培养..... (13) |
| 第三节 再生植株形态发生..... (8) | 5. 细胞培养..... (13) |
| 1. 胚状体途径..... (9) | 6. 原生质体培养..... (13) |

第二章 花卉组织培养的器材设施..... (14)

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 第一节 试验器材设施..... (14) | 第三节 培养器材设施..... (20) |
| 1. 仪器..... (14) | 1. 培养架..... (21) |
| 2. 药品..... (16) | 2. 培养箱..... (21) |
| 第二节 接种器材设施..... (19) | 第四节 育苗器材设施..... (21) |
| 1. 无菌箱..... (19) | 1. 育苗钵..... (22) |
| 2. 超静工作台..... (20) | 2. 育苗室..... (22) |

第三章 花卉组织培养的培养基..... (23)

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 第一节 培养基组成..... (23) | 1. 工作母液..... (26) |
| 1. 矿质营养..... (23) | 2. 配制过程..... (27) |
| 2. 维生素..... (24) | 3. 分装入瓶..... (28) |
| 3. 植物生长物质..... (24) | 4. 封口..... (28) |
| 4. 碳源..... (24) | 第三节 培养基灭菌..... (29) |
| 5. 琼脂..... (24) | 1. 加热..... (29) |
| 6. 辅助添加物..... (25) | 2. 排气..... (30) |
| 第二节 培养基配制..... (26) | 3. 温度控制..... (30) |

4. 出锅	(30)	2. 避光	(30)
第四节 培养基保存	(30)	3. 恒温	(31)
1. 防尘	(30)	4. 定期更新	(31)
第四章 花卉组织培养的操作	(32)		
第一节 外植体处理	(32)	第三节 试管苗出瓶	(39)
1. 材料选择	(32)	1. 透气锻炼	(39)
2. 采收	(33)	2. 脱除基质	(39)
3. 预处理	(33)	第四节 试管苗移栽	(40)
4. 表面灭菌	(33)	1. 移栽基质	(40)
第二节 接种操作	(35)	2. 日常管理	(41)
1. 初代培养	(35)	3. 炼苗处理	(45)
2. 继代培养	(37)	4. 出圃定植	(46)
第五章 观茎植物的组织培养	(48)		
第一节 观茎植物的组织培养要点	(48)	5. 黄翁	(53)
1. 观茎植物的取材特点	(48)	6. 假叶树	(53)
2. 观茎植物的培养特点	(48)	7. 金赤龙	(54)
第二节 观茎植物的组织培养技术	(49)	8. 金琥	(55)
1. 扁担蓼	(49)	9. 金牛掌	(56)
2. 龟甲球	(50)	10. 鹿角掌	(57)
3. 红雀珊瑚	(51)	11. 鸾凤玉	(58)
4. 虎跟万年青	(52)	12. 鼠尾掌	(59)
		13. 仙人掌	(60)
		14. 仙人掌	(61)
第六章 观叶植物的组织培养	(63)		
第一节 观叶植物的组织培养要点	(63)	6. 波士顿蕨	(69)
1. 观叶植物的取材特点	(63)	7. 春羽	(70)
2. 观叶植物的培养特点	(64)	8. 对叶草	(71)
第二节 观叶植物的组织培养技术	(64)	9. 合果芋	(72)
1. 白网纹草	(64)	10. 黑叶芋	(73)
2. 宝蕨草	(65)	11. 红宝石喜林芋	(73)
3. 蝙蝠蕨	(66)	12. 红松尾	(74)
4. 变叶木	(67)	13. 虎皮掌	(75)
5. 不夜城	(68)	14. 虎皮三角掌	(76)
		15. 花叶芋	(77)
		16. 皇冠草	(78)

17. 柳叶草	(79)	26. 苔叶花凤梨	(88)
18. 芦荟	(80)	27. 铁皇冠	(88)
19. 绿萝	(81)	28. 铁十字秋海棠	(89)
20. 蟆叶秋海棠	(82)	29. 铁线蕨	(90)
21. 鸟巢蕨	(83)	30. 西瓜皮椒草	(91)
22. 琵琶草	(84)	31. 香蕉草	(92)
23. 琴叶喜林芋	(85)	32. 小圆叶	(93)
24. 蜻蜓凤梨	(86)	33. 一串珠	(94)
25. 肾蕨	(87)		

第七章 观花植物的组织培养 (96)

第一节 观花植物的组织培养要点

..... (96)

1. 观花植物的取材特点 (96)
2. 观花植物的培养特点 (96)

第二节 观花植物的组织培养技术

..... (97)

1. 矮牵牛 (97)
2. 八仙花 (98)
3. 长寿花 (99)
4. 春兰 (100)
5. 大花萱草 (101)
6. 大丽花 (102)
7. 大岩桐 (103)
8. 非洲堇 (104)
9. 非洲菊 (105)
10. 荷兰鸢尾 (106)
11. 蝴蝶兰 (107)
12. 火鹤芋 (108)
13. 火炬花 (109)
14. 嘉兰 (110)
15. 金苞花 (111)
16. 菊花 (112)

17. 卷丹 (113)
18. 君子兰 (114)
19. 卡特兰 (115)
20. 喇叭水仙 (116)
21. 龙胆花 (116)
22. 满天星 (117)
23. 球根秋海棠 (118)
24. 麝香百合 (119)
25. 石斛兰 (120)
26. 石蒜 (121)
27. 唐菖蒲 (122)
28. 天堂百合 (123)
29. 晚香玉 (124)
30. 万带兰 (125)
31. 网球花 (126)
32. 仙客来 (127)
33. 香石竹 (128)
34. 小苍兰 (129)
35. 郁金香 (130)
36. 月季 (131)
37. 栀子 (132)
38. 朱顶红 (133)

第八章 观果植物的组织培养 (135)

第一节 观果植物的组织培养要点

..... (135)

1. 观果植物的取材特点 (135)

2. 观果植物的培养特点 (135)

第二节 观果植物的组织培养技术

..... (136)

1. 草莓.....	(136)	9. 葡萄.....	(144)
2. 枸杞.....	(137)	10. 山楂.....	(145)
3. 火棘.....	(138)	11. 石榴.....	(146)
4. 金橘.....	(139)	12. 酸浆.....	(147)
5. 猕猴桃.....	(140)	13. 玩具南瓜.....	(148)
6. 柠檬.....	(141)	14. 无花果.....	(149)
7. 枇杷.....	(142)	15. 樱桃番茄.....	(149)
8. 苹果.....	(143)		
附录 重要名词解释.....	(151)		
参考文献.....	(159)		
花卉学名索引.....	(160)		
花卉中名索引.....	(162)		

绪 论

植物组织培养是从 20 世纪 30 年代初期发展起来的一项生物技术,它是在人工配制的培养基上,于无菌状态下培养植物器官、组织、细胞、原生质体等材料的方法。在美国、法国等科学家的不断努力下,研究有了一定的进展,尔后在植物激素对器官建成,及改进培养基配方等方面所取得的成果,极大地推动了组织培养技术的发展。使这项技术可以实际应用于快速繁殖、品种改良等方面。20 世纪 50 年代初期,法国科学家利用组织培养技术成功地脱除了染病大丽花植株所携带的病毒,从而为脱毒苗的生产提供了一种可行的途径。现在凭借组织培养技术来脱除花卉的病毒已经在实际生产中被广泛采用。50 年代中期,由于细胞分裂素的发现,使在组织培养状态下外植体芽的形态建成成为可人为调控的因素,从而使在组织培养状况下进行植株再生成为现实。进入 60 年代后,植物组织培养技术已经开始应用于花卉领域,并使热带兰的快速繁殖成为现实。当时根据计算,凭借这项技术在一年内能使热带兰的繁殖系数达到百万以上,从而标志着花卉组织培养开始步入实际应用阶段。随后,组织培养技术在基础理论、实际操作方面不断取得进展,相继在植物体细胞杂交、单倍体育种、种质资源保存、快速育苗、人工种子制造、次生代谢物生产等方面有了可喜的成果。时至今日,组织培养技术已经成为基础坚实、易于掌握、应用面广的一种技术手段。

作为一项重要的生物技术,植物组织培养近年来取得了长足的发展。利用此项技术来繁殖花卉作物种苗已成为现今花卉生产的主要趋势。由于国与国之间的贸易往往是以大手笔进行的,很多合同所涉及的花卉株数往往是以百万计、甚至千万计的,显然,常规的繁殖技术无法在这样短的时间内提供数量如此庞大的花卉种苗。繁殖系数甚高是植物组织培养的主要优势,在很多情况下,一株种苗的年增殖率为几万、几十万、甚至上百万并非难事。因此为了花卉集约化生产之需要,很多花卉生产者都利用此项技术繁殖种苗,这时,也只有繁殖系数甚高的组织培养法才能满足这种在短期内生产出大量种苗的需要。

现代花卉生产的特点之一是对高品质花卉商品需求的不断增加,然而,在实际栽培中很多植株都会被病毒所侵染。这时所造成的直接危害是植株矮

小、品种退化，严重时还会导致植株死亡，这对生产者来说往往会造成难以估量的损失。在这种状况下，如果采用组织培养技术，将已经感染病毒的花卉种苗进行脱毒培养，则能够使它们恢复原有的种性。客观地说，目前科学家们尚未找到除植物组织培养之外的更好方法来脱除花卉植株的病毒，因此，花卉组织培养是现今公认能够有效地脱除花卉种苗所携带病毒的技术措施。

利用体细胞来培育新品种已成为当今育种领域的趋势之一，对于无法结实的多倍体花卉来说，采用组织培养技术则能为其提供一条进行繁殖的具体途径。对于那些产生芽变的种类来说，如果将发生变异的细胞进行分离，并培养成苗则可以选育出新的品种。尽管每年很多花卉种类都会出现芽变，但是往往由于变异部位太小，以致难以进行传统的扦插或嫁接繁殖，无法使这些新出现的宝贵种质保留下来。哪怕是以细胞状态存在的变异也能培育出小苗的组织培养技术却能很好地解决这个问题，这无疑为花卉新品种的培育提供了广阔的空间。目前，这种想法并不是仅停留于试验水平，而是已经应用于实际生产。

作为研究花卉生理的一种重要手段，组织培养技术有其显著的优越性，因为它可以提供生理状态比较一致的材料，从而保证了试验的可靠性、结果的精确性。在组织培养状态下，培养基成分、光照强度、环境温度等都成为可控因素，从而保证了试验数据的科学性与准确性。由于组织培养在室内进行，因此不受环境气候的影响，这就大大缩短了试验周期，能够保证在较短的时间内取得相对较多的研究成果。作为细胞水平的生理研究，组织培养技术更是无法替代，因为除此之外，人们尚无更好的方法来管理、观测那些以细胞状态存在的外植体。

由于消费者的好恶、市场需求的变化，每年均有一些花卉品种遭受冷落而被遗忘，花卉销售中的这种状况与实际生活中的服装款式更新一样具有普遍性，但是由于土地、经济等方面的原因，生产者很难将需求量小的花卉品种保存下来。因为它们需要占有较多的土地，消费很多的人工，耗费大量的金钱，然而，如果将这些品种以组培苗的形式保存在试管中，则可以解决上述矛盾。当人们经过一段时间后重新又对花卉的某些品种产生怀旧感时，生产者就可以将这些以试管苗形式贮存的花卉品种以很快的速度重新投入市场。用植物组织培养技术来保存花卉品种，不仅具有经济上的意义，更有生物学上的价值，因为种质一旦丢失则难以重新找到。

花卉组织培养技术虽然有很多优点，但是也有其不足之处，譬如它的投入较常规花卉繁殖更大，运转周期在开始时也相对较长，这些特点应该为准

备利用此项技术的生产者所了解。当要介入这项技术前,应该对今后的生产发展做一预测,因为花卉组织培养技术能够提供数量庞大的种苗。当设备启动,开始运转后,如果所生产的种苗出现供过于求的状况,就会给使用者带来巨大的经济损失。此外,目前世界范围内的花卉组织培养技术虽然已日臻成熟,但是由于它毕竟使用的时间相对较短,因此其所具有的某些缺点尚未被人们发现。众所周知,很多花卉作物材料在进行组织培养过程中均会出现一定程度的变异,这种变异可能是有益的,但是也可能是不利的。在组织培养阶段,花卉的不利变异凭借肉眼或现有技术往往难于很快发现,当一旦作为种苗应用后,则再被发现就会造成严重后果。所以利用组织培养技术时,应该尽可能地进行预备试验,只有在确保技术过程安全、可靠的前提下,才能将所获的试管苗大规模地应用于生产。生物产品与工业产品的区别,在于前者相应有较为易于量化的检测指标,而后者往往难以通过现有技术对其潜在问题进行监测。而生物制品一旦出现问题后,则后果往往是不堪设想的,因为很多花卉试管苗的培养结果受着不同品种、季节变化、取材部位、所用母株、激素配比、培养条件等诸多因素的影响。如果其中的某一环节导致了组培苗的种性劣变,往往会给整个生产计划带来致命的打击,所以某种花卉的组织培养技术一定要经过细致、长期的考察后再应用于实际栽培中,这样不仅能够保护使用者的利益,而且更有助于此项技术的持续发展。

随着花卉组织培养的不断发展,此种曾经被人们所认为是深不可测的尖端技术,现已逐渐成为一项普遍应用的常规措施,这种状况是与世界上众多植物生理学家、花卉繁殖工作者的努力分不开的。人们已经研制出很多成本低廉、简单易行的技术设备,并从技术工艺上加以改进,保证它具有更高的可操作性。随着经验的不断积累,花卉组织培养技术已经从昔日的那种试验室成果转化为实际生产动力。在人们运用这项技术时它也将会不断完善,从而更好地应用于实际生产中。

植株再生的实施途径

植物细胞全能性是植物组织培养的理论基础，在现代花卉生产的种苗繁殖中，例如快速繁殖、病毒脱除等技术操作中具有重要的指导意义。例如，很多种兰花的繁殖系数是非常低的，采用有性繁殖则种子难于获得，具体操作也十分复杂；采用无性繁殖则产生萌蘖太少，在分株后母本容易受伤。为了大规模繁殖兰花，在 1960 年，法国的 Morel 利用植物组织培养技术，成功地进行了兰花的快速繁殖。很多事实表明，植物器官的分化虽然受到基因的调控，但这种调控必须要得到细胞的认可才能得以表达。然而有研究者指出，植物细胞全能性只是植物活细胞所具有的一个特性，这种特性并不会为一个种的所有品种，或一个属中的所有种都能够表达，此外，即使是取自同一植株的外植体，其全能性的表达与否，还要受到这些外植体生理状态的限制。

第一节 植物细胞全能性

在 20 世纪初，曾有人提出能否将植物的薄壁细胞培养成完整植株，此设想在 20 世纪 50 年代末由 Steward 等人付诸实现。研究者从胡萝卜根的韧皮部取下一块组织，并将其置于液体培养基中进行培养，使之分化出愈伤组织，尔后又从愈伤组织所得到的胚状体转移到固体培养基上继续培养，从而获得了完整的胡萝卜试管植株。经过栽培，此植株能够正常生长并开花结果，其种子所繁殖出来的后代与正常植株的种子所繁殖出的后代别无二致。根据此试验可以得出以下结论：即不经过有性生殖过程也能将植物的薄壁细胞培养与母体一样的完整植株。由于植物的每个有核细胞都携带着母体的全部基因，因此在一定条件下，它们均能够发育成完整植株，这就是所谓的植物细胞全能性。

1. 基因表达

不同的植物种间，其生长特点一般均有较大的差异。然而，同一植物种类的不同基因型，也就是通常所说的不同品种间，有时组织培养特点甚至比

不同植物种间的差异还要大，此点往往为人们所忽视。组织培养的经验表明，要想获得再生植株，基因型的选择十分重要，尤其是对花卉来说更是如此。因为它们绝大多数并非自然界中所存在的植物原种，很多都是经过长期培育所获得的品种，往往对同一环境条件的反应迥然不同，其组织培养的结果差异很大。

根据植物细胞全能性理论，外植体上任何一个部位的细胞都能够分化出某种器官，或形成完整植株，然而在实际培养过程中，这种情况却较少遇到。因为很多研究表明，只有被培养外植体的细胞处于某种生理状态，才可能出现某种外在形态反应。具体来说，只有把处于能分化芽状态的外植体接种在适宜的培养基上，才能分化出芽丛；而只有把处于能分化花状态的外植体接种在适宜的培养基上，才能分化出花芽；而只有把处于能分化根状态的外植体接种在适宜的培养基上，才能分化出根系。而试图诱导花蕾上分化根，或试图诱导根上分化出花蕾，对于绝大多数植物来说，目前还是可望而不可及的事，这些现象都对植物细胞全能性提出了疑问。在对细胞分化的探索过程中，研究者往往强调基因的作用而忽视了基因的表达载体——细胞的作用，这在很大程度上妨碍人们了对生命本质的深入了解。很多事实表明，细胞本身对周围环境的反应能够促进或抑制基因的表达，这种信息反馈差异所造成的结果或许正是导致植物生长、分化、发育状况之不同的本质所在。可以认为，在分化过程中，细胞发育的不均一性使得某些细胞发育超前或滞后，这些保持一定发育状态的细胞，由于群聚效应形成了体积较大的细胞团，尔后它们进一步发育成组织或器官。在这个过程中，基因所起的作用是提供表达模板；而细胞所起的作用是有序聚集，这样最终就导致了分化发生、形态建成。也就是说，基因是信息载体，而细胞是表达实体，植株的发育状况则是二者相结合的产物。在上述过程中，起着能够发送信息，并使其其他细胞聚集起来，导致分化发生的细胞称为指令细胞。它可以根据环境的变化进行信息反馈，再影响某些细胞的基因表达，因此，指令细胞的生理状态在很大程度上决定着植物体的生长、分化、发育方向。

2. 位置效应

在花卉组织培养过程中，经常会发现即使是采用同一母株上的同类外植体进行培养，而且管理的条件完全相同，但是这些外植体的分化状况还是有着较大的差别。根据现代遗传学基本理论，某种植物的任一器官之细胞都携带着母体的全套基因，当给予它们适宜的条件时，就可以发育成一个与母体完全相同的新株。因此，上述差异的出现可以认为是由于外植体的生理状态不同所致。

一般认为,位置效应的现象可能与植物激素的分布梯度有关,当植株体内的某些激素以一定状态的相对浓度存在时,可能就会导致某些器官的发生。也就是说,由于植物体的内源激素分布不均所致,最终导致了基因表达的不一致。实际上,位置效应现象,在很大程度上与细胞本身生理状态有着重要的联系。在经典植物生理学中,并未过多地注意到细胞本身生理状态对分化所造成的影响,而是较多地强调基因表达与激素调控之间的关系。这种关系在某种程度上并没有全面地反映出植物细胞在组织、器官分化上所起的作用。位置效应现象也可以用指令细胞的生理状态来加以解释,处于某种特定发育水平的指令细胞在短期内无法进行信息反馈,从而影响着其他细胞朝着另外的方向的生长、发育。从某种意义上来说,脱离了细胞这个植物组成的实体,所获得的研究结果可能是表观的,甚至是错误的。因此在组织培养过程中,要特别注意不同部位所取的外植体与培养结果间的相互联系,只有这样才能更好地达到预期的培养效果。

第二节 器官分化信息传递

植物细胞信息系统可分为两类,一类是预先在细胞中进行编码的遗传基因信息系统。植物细胞全能性的发现,证明了高等植物的细胞含有植株的全套遗传信息,这是以蛋白质、核酸为主的生物大分子信息系统。另一类是环境刺激——细胞反应偶联信息系统。当植物受到环境条件的影响时,会将环境信号转化为植株体内的信号,这些信号会对植物的生长发育起到调控作用。当植物受到环境刺激后,会形成物理、化学信号,其中的化学信号是指植物体内的一些在胞外或胞内进行信息传递的物质。这些化学信号又可分成胞外通讯信号分子与胞内通讯信号分子两类,当植物体受到刺激后,首先会产生胞外化学信号,当其到达细胞受体后,再通过胞内化学信号将信息传递到胞内的特定部位,从而产生细胞反应。

1. 胞外信号分子

胞外通讯信号分子又称第一信使。在植物细胞外的通讯信号分子,例如植物激素主要通过维管束系统在细胞与器官间进行调节。它在植株的某些发育阶段,于特定部位发生作用。植物激素信号为位于膜或其他部位的受体所接收,并进一步直接或间接地影响基因表达。当植物激素以直接的形式影响基因表达时,就会产生在翻译、转录等水平上的不同反应,控制了酶的合成,影响了代谢变化,从而产生某些生理反应。当植物激素以间接的形式左右基因表达时,主要体现为植株受到环境因素,如水分、盐渍、伤害等影响

时, 会进一步影响植物激素的合成、运输。当植物激素与受体结合后, 经过转换, 启动了第二信号系统, 这些信号经过多级放大, 最终会影响酶蛋白的合成, 从而引起植物生长发育的变化。

2. 胞内信号分子

胞内通讯信号分子又称第二信使。在植物体内, 它们主要通过磷酸肌醇信号系统、钙信号系统等发挥作用, 其中磷酸肌醇信号系统是以磷酸肌醇代谢为基础进行信号转移的。当胞内信号为膜受体所接受后, 会同时产生 IP₃、DG 两种胞内信号, 这样就形成了两个信号传递途径。

(1) 磷酸肌醇信号系统

一般认为, IP₃ 的靶器官为液泡, 当其与液泡膜上的受体发生作用后, 就会启动胞内的 Ca²⁺ 信号系统, 借此调节一系列的生理反应。现有证据表明, DG 的受体蛋白为蛋白激酶 C, 它可以催化蛋白质的磷酸化。在一般情况下, 细胞膜上并无游离状态的 DG, 只有当 Ca²⁺ 与磷脂存在时, Ca²⁺、DG、磷脂就会与蛋白激酶 C 相结合, 从而产生一系列生理反应。

(2) 钙信号系统

Ca²⁺ 在植物细胞信息的传递调节上, 是与钙调素紧密相关的。钙调素为一种分子量较小的耐热酸性球状蛋白, 它是由 148 个氨基酸所组成的单链。作为植物细胞钙信号的受体, 钙调素只有和 Ca²⁺ 结合后才能显示出生理活性。一般认为, 钙调素可以通过两种形式发挥作用, 一是直接与靶酶相结合, 通过诱导其活性构相而调节靶酶的活性; 另一是钙调素首先将与钙有关的蛋白激酶活化, 然后在它的作用下使一些靶酶磷酸化, 从而影响其活性。目前, 关于钙信号系统在植物生理反应中的作用已有较多的证明, 例如 Ca²⁺ 信号在对植物光周期反应; 茎的向重力弯曲性; 细胞对胁迫环境的反应方面均有着重要的作用。这些与植物的基因表达有着紧密的联系。

第三节 再生植株形态发生

在花卉组织培养过程中, 所采用的外植体经过诱导能够重新进行器官分化, 长出芽、根、花等器官, 最后形成完整植株, 这种经离体培养的外植体重新形成的完整植株叫做再生植株。植株的再生途径大致分为两种: 一种是经过体细胞, 通过形成胚状体获得再生植株; 另一种是先形成芽等器官, 然后再形成完整植株。

1939 年, White 报道了在液体培养基中烟草组织发育出芽的过程。1944 年, Skoog 证实了这个现象。尔后 Skoog 等人又以烟草为试验材料, 较为系

系统地研究了在离体条件下芽、根的诱导。1948年, Skoog 等人首先报道, 在组织培养过程中器官形成为化学药剂所控制的研究成果, 即在离体条件下芽、根的诱导并不是由某些物质的绝对浓度所决定, 而是为那些参与分化物质间的比例关系所决定。

很多事实表明, 当外植体形成愈伤组织后, 可以通过调整某些植物生长物质的比例来促使芽或根的分化。一般来说, 生长素有利于愈伤组织形成根, 细胞分裂素可促使愈伤组织形成芽。例如在菊花的愈伤组织培养中, 根或芽的产生取决于生长素与细胞分裂素二者间的比例。当生长素/细胞分裂素的比例高时则容易形成根, 生长素/细胞分裂素的比例低时则容易形成芽。根据此规律, 就能通过调整培养基中的植物生长物质比例来调控外植体的根器官或芽器官形成。在植株再生过程中, 器官的分化在很大程度上是受到培养基中的植物生长物质的种类、水平、配比等因素的影响, 由于它们的作用, 植物的基因能够启动, 进行表达, 最终表现出生理、形态上的变化。但是, 这种变化很大程度上也取决于外植体细胞的生理状态。

1. 胚状体途径

在组织培养过程中, 单个花粉、体细胞也可以通过与合子形成相类似的过程, 即通过原胚期、球形胚期、心形胚期、鱼雷形胚期和子叶期而形成类似胚的结构, 这种类似胚胎的结构与合子胚的来源不同, 被称为胚状体。

胚状体途径是指外植体按胚胎发生方式形成再生植株的过程。在植物的有性生殖过程中, 精子与卵子结合形成合子, 尔后发育成胚, 胚再进一步发育成完整的植株。

大量研究表明, 植物的体细胞具有形成胚的潜力。通常将高等植物的卵细胞在受精后所发育成的胚叫做合子胚; 而将高等植物的体细胞在一定条件下所诱导形成的胚叫做体细胞胚, 即所谓的胚状体。合子胚与体细胞胚均具有形成完整植株的能力, 它们的起源、发育过程并不完全相同, 但是所产生的后代却能很好地表现出原有母株的种性。在组织培养过程中, 通过胚状体获取幼苗已经在很多花卉种类上广泛应用, 例如, 兰花的组织培养就是一个十分成功的例子。在胚状体发生过程中, 培养基中的氮源、植物生长物质对它们的形成是十分重要的。一般认为, 铵态氮对于胚状体的发生更为有利, 在很多情况下, 同时使用铵态氮与硝态氮也可诱导很多胚状体的发生。此外, 赤霉素、细胞分裂素等物质会抑制胚状体的发生, 2, 4-D 等生长素类物质对胚状体的发生也有很重要的作用。通过胚状体途径育苗是花卉组织培养的一条快捷、安全的途径。然而目前对于很多花卉来说, 其胚状体的诱导结果尚不令人满意, 因此限制了这种快速繁殖育苗途径的实际应用。现代植物