

主编

许智宏

科学
从书
生命

上海科学技术出版社

植物生物技术

生命科学丛书

植物生物技术

许智宏 主编

上海科学技术出版社

责任编辑 叶 剑 濮紫兰
封面设计 陈 蕾

生命科学丛书

植物生物技术

许智宏 主编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所经销 常熟市第四印刷厂印刷

开本 787×1092 小 1/16 印张 24.5 插页 4 字数 358 000

1998 年 12 月第 1 版 1998 年 12 月第 1 次印刷

印数:1-2 000

ISBN 7-5323-4642-0/Q·68

定价:36.50 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向承印厂联系调换

内 容 提 要

近十多年来植物生物技术发展迅速。在细胞和组织培养、遗传转化、细胞工程、基因工程等方面都有了不少进展；在生产应用上如单倍体育种、试管苗快速繁殖、人工种子等也都取得了较好的效益。为了深入开展植物生物技术的基础与应用研究，在理论上必须了解植物生命活动的细胞生物学、生理学和遗传学的基础知识，并与细胞操作、遗传操作以及育种学等紧密结合，才可能充分发挥潜力，取得更大成果。本书的特点之一就在于全面介绍植物生物技术的理论与应用的新进展，涉及面广，可供科研单位、大专院校等有关单位的广大读者参阅。

《生命科学丛书》序

本世纪 50 年代 DNA 双螺旋结构的发现,以及随后遗传信息传递的中心法则的确定、重组 DNA 技术的建立,分子生物学和遗传学的概念和技术已渗透到生命科学的各个分支学科中。生命科学与物理学、化学、数学的交叉渗透,计算机和大量新技术的广泛应用,已使当代生命科学的面貌发生了根本性的变化。科学家预言,21 世纪将是生物科学的世纪。

生物科学的研究对象是形形色色的生物体及其复杂的生命活动的规律。与生物的多样性一样,生物科学的分支学科也是多种多样的。有根据研究的生物对象区分的,如植物学、动物学、微生物学、病毒学等;也有按研究的生命活动过程或层次区分的,如分子生物学、生物化学、细胞生物学、遗传学、发育生物学、生理学、形态学、生态学等。当代生物科学的特点是:由于学科交叉的结果,生物科学的发展极为迅速,传统的学科界限正在逐渐消失,而新的分支学科或生长点又在不断产生,如由于人类基因组和其他生物基因组研究而产生的基因组学,由利用分子生物学手段研究生物系统和进化而产生的分子系统学等。同时,生物科学又与人类的日常生活密切相关,它直接关系到人类自身及其生存环境的维护,如人口控制、疾病的预防和治疗、农产品的生产、生物多样性和环境的保护等。由于生物科学是当代医学和农学的重要基础,在很多研究领域,基础研究和应用研究之间的距离正在缩短。特别是分子生物学的发展,以重组 DNA 技术为代表的生物工程的兴起,已为近代生物医药产业的发展、重大疾病的预防和治疗、农作物的改良及病虫害防治的研究和实践注入了新的动力,提供了一系列新的技术。在这些领域中不断传来令人振奋的消息。

至今,有科学记载的生物已有 170 多万种,最保守的估计全球也有 500~1 000 万种生物。地球上还有不少地方,特别是热带地区,还没有作过系统的调查研究,因此地球上物种的数目也可能远远超过此数。系统进化的研究、生物多样性的研究,将为人们认识生物演化的历史进程、生物多

样性的保护,以及自然资源的合理开发和利用,提供扎实的科学基础。

为了反映当代生命科学的研究进展及其在社会经济发展中的作用和影响,并展现我国科学家所取得的研究成果,上海科学技术出版社就生命科学中的若干专题,聘请有关专家学者编著这套《生命科学丛书》,力求从一个侧面,向不同层次的读者介绍有关的生物学知识,及其实际应用的现况或潜力,并以此促进社会各界更好地关心和支持我国生命科学的发展,吸引更多的青年人投身到生命科学及其相关的研究行列中来,在中华大地上为发展我国的生命科学及生物工程作出贡献。让我们面对新世纪的曙光,迎接生命科学世纪的到来。

许智宏

(《生命科学丛书》主编)

1997年7月



谨以本书献给我们敬爱的师长

罗士韦 教授

(1907—1998)

前 言

自 1985 年在美国萨凡纳召开第一届国际植物分子生物学大会以来,植物分子生物学迅速发展,越来越多的与植物重要生命活动过程有关的基因或其 cDNA 的克隆,加上在植物组织和细胞培养基础上发展起来的各种基因转移技术的建立和完善,已使植物生物技术的研究和开发无论在发达国家,还是在众多的发展中国家,均受到越来越多的关注和重视。利用生物技术来改良农作物品种以及控制特定性状的形成正在逐步变为现实。

罗士韦教授是我国著名的植物生理学家,1907 年 11 月出生于湖南省湘潭县。早年留学美国,在加州理工学院获博士学位。1947 年回国后先后任北京大学教授、中国科学院上海植物生理研究所研究员。几十年来,罗先生致力于植物生理研究和教学工作,在植物组织和细胞培养、植物激素与植物生长发育研究方面,发表的论著有 100 多篇。罗先生是我国植物组织和细胞培养研究的开拓者和奠基人之一。在 30 年代中期,他即与罗宗洛教授一起开创了植物离体根的培养研究,随后又在幼胚培养以及离体茎尖培养方面进行了不少开创性的探索,其中如芦笋的茎尖培养以及菟丝子茎尖培养中的成花现象已成为植物组织培养发展史上的经典之作。在芦笋茎尖离体培养工作中,罗先生根据培养中茎尖的增殖,预言这一方法可能用于建立植物的无性系。这已为以后利用茎尖培养技术进行植物的快速繁殖所证实。在菟丝子的茎尖培养中,罗先生首次观察到离体成花现象,这也导致了利用组织培养技术来研究开花现象。由于种种原因,我国植物组织培养的研究在很长一段时期内时断时续。尽管如此,罗先生仍多方设法向社会各界介绍植物组织培养的重要性,并在 60 年代初即提出利用植物培养细胞来生产药物和次生代谢产物,以及组织培养育种的设想。直至 70 年代初,植物组织培养研究在上海植物生理研究所才重新得以部分恢复。以后,我国植物组织和细胞培养的研究得到了全面发展,成为国际上有影响的国家之一。罗先生对此十分欣喜,多次约我一起

组织撰写英文文稿,向国外介绍我国植物组织和细胞培养研究的成果。在他任广西科委科学顾问期间,他身体力行,亲自到广西指导植物组织培养技术的推广工作,使广西在甘蔗、桉树等多种作物及林木的试管苗繁殖,以及利用组织培养技术保存种质资源等方面取得了很大的成效。由于罗先生在植物组织培养方面的卓著贡献,他应邀参加了1982年在日本召开的第5届国际植物组织和细胞培养会议,并在大会上作特邀报告。80年代初,罗先生又预见到植物分子生物学对植物科学及生物工程的冲击,组织不同学科的科研人员进行植物基因工程的探索,促进植物分子生物学与植物组织培养之间的结合,当时即由我和白永延先生一起着手建立植物细胞基因工程研究组开展工作。罗先生是筹建上海植物生理研究所植物分子遗传国家重点实验室的积极倡导者之一,也是中国细胞生物学会的创始人之一,曾任学会的常务理事、副理事长。罗先生还是《植物学报》的创办人之一,1950年创办时任主编。他还曾多年担任《实验生物学报》和《植物生理学报》常务编委。在几十年的科研和教学生涯中,罗先生培养了一批博士和硕士及科研人员。1997年在罗先生九十大寿之际,我们作为罗先生的学生、同事和朋友,编写此书,谨以为贺。未曾相到,就在此书即将付印之时,罗先生于今年9月与世长辞,使我们感到十分悲痛,也留下了难以弥补的遗憾,未能让他看到此书的出版。可喜的是,罗先生毕生为之奋斗的事业已后继有人,并在中华大地上生根开花。

本书与其他介绍植物生物技术的专著的区别在于,本书的第1、2篇先介绍涉及植物重要生理过程及生长发育的生物学基础,因为这是利用生物技术改良作物的理论基础;第3篇再重点介绍植物组织培养研究和应用的各个方面的工作进展;第4篇为植物细胞的遗传转化和基因工程,这也是当前的热点。本书的内容包含了我们自己的工作,因此,它不仅作为罗先生多年来对我们的指导和帮助表示感谢,也表示我们对他几十年为之奋斗的事业的积极支持和继承。我们也希望此书能为从事植物生理和生物技术研究的科研人员提供一本有用的参考书。

许智宏

1998年10月于北京

撰稿人名单

主 编 许智宏

编 委 汤章城 夏镇澳 唐锡华 卫志明 李文安

(按所撰文稿出现先后排序)

- 李立人 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
缪有刚 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
张德颐 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
邢 惕 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
陈晓亚 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
刘长军 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
孟玉玲 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
刘 培 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
焦新之 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
汤章城 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
朱 群 (Qun Zhu) PBIO The Salk Institute, P. O. Box 858000. San Diego, California 92186-5800. U. S. A.
吴 栋 (D. Wu) Univ. of California, Dept. of Entomology-41. Riverside, California 92521-0314. U. S. A.
李文哲 (Wenzhe Li) 233 Beadle Center. Univ. Nebraska-Lincoln Lincoln, NE 68588-D. U. S. A.
许智宏 中国科学院 北京 100864
唐锡华 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
梁海曼 杭州大学 杭州 310004
杜秀达 上海师范大学奉贤分校 上海 201418
朱至清 中国科学院植物研究所 北京 100093
夏镇澳 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
何卓培 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
李文安 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
曾吉恕 广西柳城甘蔗研究中心 广西柳城 545200

-
- 颜慕勤 广西壮族自治区林业科学研究院 广西南宁 530001
曾碧露 中国科学院华南植物研究所 广州 510650
陈正华 中国科学院遗传研究所 北京 100012
胡赞民 中国科学院遗传研究所 北京 100012
谷瑞升 中国科学院遗传研究所 北京 100012
陈一华 中国科学院遗传研究所 北京 100012
卫志明 中国科学院上海植物生理研究所 上海 200032
董晋江 (J. J. Dong) Institute of Development and Molecular Biology, Texas College Station. TX 77843-3155. U. S. A.

目 录

《生命科学丛书》序

前 言

第 1 篇 植物主要功能的细胞生物学基础	1
第 1 章 光合作用关键酶:核酮糖-1,5-二磷酸羧化酶/加氧酶	2
§ 1.1 RubisCO 的蛋白质结构	3
§ 1.2 酶活性的调节作用	8
§ 1.3 RubisCO 的合成与组装	13
§ 1.4 RubisCO 的遗传工程	16
参考文献	22
第 2 章 植物氮素代谢中的氨基酸运输载体	27
§ 2.1 基本生物化学特性	27
§ 2.2 分子克隆	29
§ 2.3 基因表达和调节	35
§ 2.4 结语	35
参考文献	36
第 3 章 植物次生代谢途径及其调控	37
§ 3.1 植物次生代谢产物的主要类型	38
§ 3.2 植物次生代谢途径及关键酶的分子克隆	40
§ 3.3 植物次生代谢的基因工程	43
参考文献	45
第 4 章 植物质膜质子泵 H^+-ATPase 的结构、调节和功能	47
§ 4.1 质膜 H^+ -ATPase 的分离、纯化和重组	47
§ 4.2 质膜 H^+ -ATPase 的结构	48
§ 4.3 质膜 H^+ -ATPase 的分子生物学研究	49

§ 4.4	质膜 H^+ -ATPase 的活性调节	49
§ 4.5	质膜 H^+ -ATPase 的生理功能	52
	参考文献	56
第 5 章	植物抗逆性	58
§ 5.1	细胞膜的作用	58
§ 5.2	细胞的渗透调节作用	62
§ 5.3	逆境诱导蛋白	65
	参考文献	68
第 6 章	高等植物抗病性的分子遗传	69
§ 6.1	植物与病原菌的相互作用	69
§ 6.2	病原菌的非致病基因	72
§ 6.3	高等植物的抗病基因	73
	参考文献	78
第 7 章	植物抗虫: 苏云金芽孢杆菌毒杀昆虫的作用与机制	80
§ 7.1	Bt 的毒蛋白、质粒与毒蛋白基因	81
§ 7.2	Bt 的杀虫机制	85
§ 7.3	Bt 作为生物杀虫剂的改良与前景	90
	参考文献	93
第 8 章	植物病毒的运动蛋白	95
§ 8.1	历史及概念	95
§ 8.2	运动蛋白的氨基酸序列分析比较	97
§ 8.3	病毒运动的机制	97
§ 8.4	运动蛋白与宿主因子的相互作用	99
§ 8.5	病毒的运动	101
§ 8.6	应用及前景	102
	参考文献	103
第 2 篇	植物细胞分化及发育	107
第 9 章	植物细胞分化的调控	108
§ 9.1	植物细胞的全能性及分化状态的稳定性	109
§ 9.2	极性及其在分化中的作用	112

§ 9.3 细胞分裂在植物细胞分化中的作用	115
§ 9.4 细胞分化中基因组的变化	117
§ 9.5 细胞分化中生理或机械隔离的影响和细胞间的相互 作用	119
§ 9.6 植物激素在细胞分化中的作用	122
§ 9.7 结语	125
参考文献	127
第 10 章 植物受精、胚胎发育及种子的形成	129
§ 10.1 植物受精的发育生物学基础	129
§ 10.2 植物合子的形成与特征	137
§ 10.3 植物胚胎的发育和种子形成	139
参考文献	142
第 11 章 离体成花及其与整体成花的比较	144
§ 11.1 离体成花	145
§ 11.2 离体成花研究和整体成花研究的比较	156
§ 11.3 结语	158
参考文献	158
第 12 章 植物激素	164
§ 12.1 植物激素结合蛋白	165
§ 12.2 植物激素信号传递途径和组成因子	170
§ 12.3 对植物激素的分子生物学研究	174
参考文献	176
第 3 篇 植物组织培养和细胞工程	179
第 13 章 植物组织培养中的器官形成和体细胞胚胎发生	180
§ 13.1 组织培养中的器官形成	180
§ 13.2 组织培养中的体细胞胚胎发生	184
§ 13.3 影响器官和体细胞胚形成的因素	186
§ 13.4 继代培养中分化潜力的丧失	197
§ 13.5 有关器官和体胚发生机理的探讨	199
参考文献	204

第 14 章 农作物花药和小孢子培养	207
§ 14.1 培养基的改进	207
§ 14.2 小孢子分离技术的改进	208
§ 14.3 预处理提高花粉胚诱导频率	208
§ 14.4 花药培养能力的基因型差异	209
§ 14.5 供体植株的生理状态	209
§ 14.6 作为外源基因受体的小孢子	210
参考文献	210
第 15 章 植物原生质体培养和细胞杂交	213
§ 15.1 原生质体培养	213
§ 15.2 细胞杂交	219
§ 15.3 结语	224
参考文献	224
第 16 章 植物生物技术中的突变体	226
§ 16.1 突变研究的成果和问题	226
§ 16.2 人工选择筛选突变是种群变异的推动力	229
§ 16.3 突变与体细胞无性系变异	231
§ 16.4 突变体实验分析示例	232
§ 16.5 基因组对内外环境的应答	235
§ 16.6 突变体的利用	235
§ 16.7 结语	239
参考文献	241
第 17 章 植物组织培养的快速繁殖及工厂化生产	244
§ 17.1 植物快速繁殖应具备的条件	244
§ 17.2 植物快速繁殖的应用概况	245
§ 17.3 植物快速繁殖的途径与方法	247
§ 17.4 快速繁殖中脱毒的方法与鉴定	248
§ 17.5 我国快速繁殖与脱毒种苗应用	256
参考文献	260
第 18 章 甘蔗组织培养快速繁殖良种及大面积应用	265
§ 18.1 甘蔗良种繁殖及其组织培养研究概况	265

§ 18.2 组织培养快速繁殖甘蔗良种技术·····	266
§ 18.3 甘蔗腋芽液培苗及其种茎的大面积应用·····	269
参考文献·····	272
第 19 章 林木优良单株无性系组培苗的工厂化集约化生产 ·····	273
§ 19.1 林木组培苗的工厂化集约化生产·····	274
§ 19.2 试管苗上山造林及其后评估·····	282
参考文献·····	283
第 20 章 香蕉组织培养苗的培育及商品化生产 ·····	285
§ 20.1 培育种苗的材料·····	286
§ 20.2 香蕉组培苗的培育·····	287
§ 20.3 香蕉组培苗的商品化生产·····	295
§ 20.4 香蕉组培苗的推广应用·····	297
§ 20.5 香蕉组培苗前景·····	298
参考文献·····	299
第 21 章 人工种子的若干理论问题与应用研究 ·····	300
§ 21.1 人工种子研究进展与发展趋势·····	301
§ 21.2 人工种子繁殖体的诱导及其细胞遗传学背景·····	303
§ 21.3 人工种子实用化的策略·····	309
§ 21.4 人工种子制备的主要技术·····	311
§ 21.5 结语·····	314
参考文献·····	315
第 4 篇 植物细胞的遗传转化和基因工程·····	319
第 22 章 大豆的遗传转化及其相关技术 ·····	320
§ 22.1 土壤杆菌介导的大豆遗传转化·····	320
§ 22.2 PEG 介导法转化大豆原生质体 ·····	323
§ 22.3 大豆的电击和 PEG/电击法遗传转化 ·····	325
§ 22.4 大豆的基因枪法遗传转化·····	326
§ 22.5 利用花粉管通道和注射法将外源 DNA 导入的大豆遗传转化·····	327
§ 22.6 结语·····	328

参考文献	329
第 23 章 禾谷类作物的遗传转化	331
§ 23.1 禾谷类作物遗传转化研究	332
§ 23.2 禾谷类作物转基因研究存在的问题及解决途径	336
§ 23.3 结语	341
参考文献	342
第 24 章 植物基因工程	348
§ 24.1 抗除草剂基因工程	349
§ 24.2 抗虫基因工程	350
§ 24.3 抗病基因工程	352
§ 24.4 抗逆基因工程	354
§ 24.5 品质改良基因工程	356
§ 24.6 调控植物激素和生长发育的基因工程	359
§ 24.7 调节植物次生代谢或生产具有重要经济价值的蛋白 质的基因工程	362
§ 24.8 结语	363
参考文献	364
附录 缩略词	367