

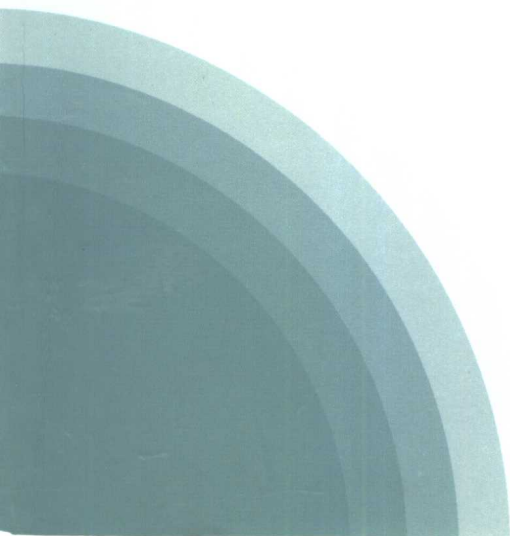


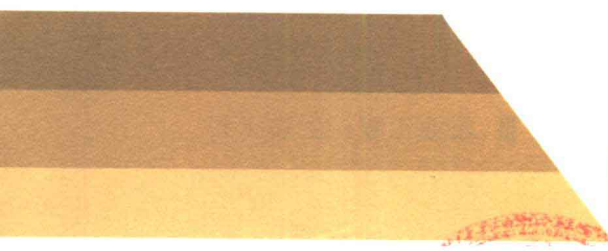
面向21世纪
农业工程技术丛书

农业生物 工程技术

◎主编 范云六

河南科学技术出版社

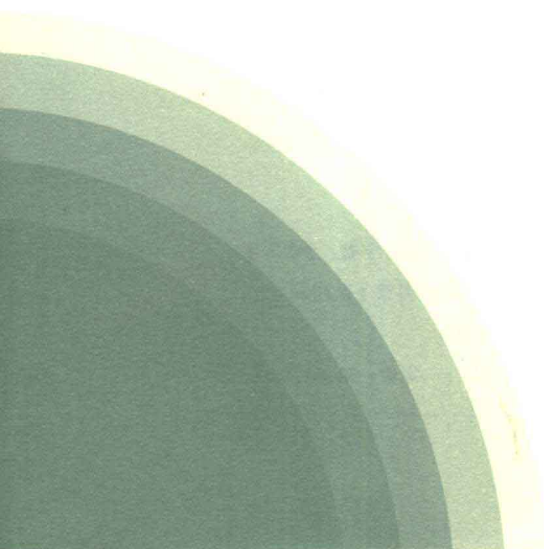




面向21世纪
农业工程技术丛书

农业生物工程技术

◎主编 范云六



河南科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农业生物工程技术/范云六主编. — 郑州: 河南科学技术出版社, 2000.10

(面向 21 世纪农业工程技术丛书/卢良恕主编)

ISBN 7-5349-2370-0

I. 农… II. 范… III. 农业工程: 生物工程
IV. S188

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 50409 号

责任编辑 周本庆 白建伟 责任校对 徐小刚

河南科学技术出版社出版发行

郑州市农业路 73 号

邮政编码: 450002 电话: (0371) 5737028

河南第二新华印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本: 850 × 1168 1/32 印张: 12.125 字数: 290 千字

2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1—5 000

ISBN 7-5349-2370-0/S · 544 定价: 24.00 元

《面向 21 世纪农业工程技术丛书》编委会

主 编 卢良恕，教授，中国工程院院士，中国农学会名誉会长

副主编 洪绂曾，研究员，中国农学会会长，农业部原副部长

沈国舫，教授，中国工程院副院长，院士，北京林业大学

刘志澄，研究员，中国农学会副会长，中国农业经济学会理事长

编 委 刘更另，研究员，中国工程院院士，中国农业科学院

方智远，研究员，中国工程院院士，中国农业科学院蔬菜花卉研究所所长

吴常信，教授，中国科学院院士，中国农业大学

汪懋华，教授，中国工程院院士，中国农业大学

曾士迈，教授，中国工程院院士，中国农业大学

李 博，教授，中国科学院院士，中国农业科学院草原研究所

石玉麟，研究员，中国工程院院士，中国科学院综合考察研究会

范云六，研究员，中国工程院院士，中国农业科学院生物技术研究中心

赵法箴，研究员，中国工程院院士，中国水产科学

FC50/10

院黄海水产研究所

张子仪，研究员，中国工程院院士，中国农业科学院畜牧研究所

信乃谄，研究员，中国农业科学院科技局

温贤芳，研究员，中国农业科学院原子能利用研究所

贾大林，研究员，中国农业科学院农田水利灌溉研究所

钱志林，研究员，中国水产科学院原院长

刘巽浩，教授，中国农业大学

陶 战，研究员，农业部农业环境保护监测所

刘克辉，研究员，福建省农业科学院农业宏观研究室

吴景锋，研究员，中国农业科学院作物研究所

孙鸿良，研究员，中国农业科学院作物研究所

梅方权，研究员，中国农业科学院科技文献信息中心主任

《农业生物工程技术》编写人员

主 编 范云六

副 主 编 张春义

编写人员 （以姓氏笔画为序）

王文明 王金生 叶志彪 田 波 刘玉乐

朱立煌 李汝刚 李向辉 苏 宁 沈桂芳

吴敬音 宋从凤 陈 升 陈 松 陈受宜

张玉满 张启发 张劲松 张春义 范云六

罗明典 周宝良 姚 斌 黄骏麒 黄大昉

序

我国是一个有悠久历史的农业大国,作为基础产业的农业,在国民经济发展中的作用举足轻重。而我国的国情是人口多,耕地少,人均农业资源低于世界平均水平,经济技术基础相对薄弱,同发达国家相比,农业生产力水平还相当低,农业仍是国民经济发展中的薄弱环节。在 21 世纪初,随着人民生活不断改善,要满足 12 亿人口对农产品数量和质量日益增长的需要,保证国民经济快速健康持续发展,必须大幅度提高农业综合生产能力。

科学技术是第一生产力,科技进步是我国农业发展的关键。要提高我国农业综合生产能力,实现农业现代化,必须重视农业工程技术的开发、应用和推广,必须重视不断提高广大农村管理干部、农业技术人员和广大农民的科技文化素质。在 20 世纪末 21 世纪初的世纪之交,中国农学会、中国工程院共同组织全国农业各学科带头人和有关科技工作者几十人参加编写了《面向 21 世纪农业工程技术丛书》,旨在总结 20 世纪我国和世界农业工程技术的发展和基础理论,指出了 21 世纪农业工程技术的发展方向,使广大农业科技人员和农村管理干部不断更新知识、更新观念,更加适应现代农业的不断发展。

这套丛书内容涵盖农林牧副渔整个大农业各个领域的工程技术,包括《农业生物工程技术》、《农业生态工程技术》、《林业生态工程技术》、《作物遗传育种工程技术》、《节水农业工程技术》、《立体农业工程技术》、《集约持续农业工程技术》、《设施

农业工程技术丛书
21 世纪农业工程
1

园艺工程技术》、《渔业工程技术》、《核农业工程技术》、《农业信息工程技术》、《农业抗灾减灾工程技术》、《农业机械化工程技术》13个分册。这套丛书定位为高级科普读物：一是内容有深度和广度，要求写出我国现代农业的特色和水平，写出我国现代农业各学科工程技术的先进理论和技术，真正写成广大农业工作者更新知识、更新观念的必备参考书；二是把深奥的农业工程技术用通俗易懂的科普性语言表达出来，突出知识性、科学性、前瞻性和可读性，体现现代农业各学科工程技术的宏观性内容；三是整套丛书要求高起点、高水平、高品位、高质量和高档次，其内容到2020年左右不落后。在世纪之交编写出版这套丛书很有必要，这不仅是我国现代农业的迫切需要，而且是繁荣我国科普出版、落实科教兴国的需要，对提高我国广大农业管理干部和技术人员素质有重要作用。

为了组织出版好这套丛书，中国农学会于1996年8月在北京召开了专家座谈会。与会的专家有卢良恕、庄巧生、陶战、信乃谕、蔡同一、沈国舫、刘巽浩、温贤芳、南庆贤、曾士迈、方智远、朱德蔚、吴景锋、吴万夫、张子仪、贾大林、汪懋华、刘志澄、孙鸿良、唐益雄、李博、沈秋兴、苟红旗、顾晓君等24人。会议由卢良恕院士主持，与会专家对这套丛书的意义、名称、定位、读者对象、写作方法、具体书目和作者安排等发表了许多建设性意见，确定了各分册的牵头专家和出书进度。1997年5月中国农学会又以“（1997）农学会第54号文件”向各牵头专家下发了《关于撰写〈面向21世纪农业工程技术丛书〉书稿有关问题的函》，对落实各分册书稿的完成起到了积极作用。

这套丛书涉及的学科多、作者多，属于大专家写科普读物，有很大的难度。书中遗漏和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

中国工程院院士
中国农学会名誉会长

卢良恕

1999年12月

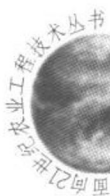
面向21世纪农业工程技术丛书

农业生物工程技术

前 言

当今,现代生物工程技术已取得了日新月异的发展,但人类在全球范围内仍面临着人口过剩、营养缺乏或不均衡以及滥用化肥和农药造成环境污染问题等所带来的挑战,农业生产所面临的压力也相当巨大。总体来看,目前的农业生产还没有走上可持续发展的轨道。解决上述问题的根本出路在于依靠科技进步,而现代农业生物工程技术在这方面已经显示出巨大的应用潜力,将为农业的可持续发展做出重要贡献。

世纪之交的农业生物工程的发展已远远超越了传统意义上的农业概念,是在更加精细地解剖、认识、理解生命体(包括动物、植物和微生物)的基因及其功能的基础上,对所关心的目的性状进行目的性和针对性更强的改良,并在此基础上形成了巨大经济效益和社会效益的农业生物工程产业。为使广大读者对 21 世纪农业生物工程的发展现状、成就和趋势有所把握,同时对农业生物工程给人类的社会、经济、生产、生活所造成的多方面影响有所了解,特邀请了国内在本领域内的知名专家学者参与撰写了这本《农业生物工程技术》一书。由于农业生物技术领域研究内容多、涵盖面广,本书未能一一涉及。全书共分 14 部分,除了对农作物抗病基因工程、抗虫基因工程、抗盐基因工程、果实代谢调控基因工程、叶绿体基因工程以及农作物的分子标记、基因作图进行了阐述外,还对饲料生物技术、发酵工程和重组微生物的研究进展也进行了总结,并以棉花为例介绍了生物技术的应用和进展情况。本书资

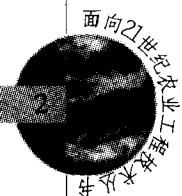


料详尽充分，论述全面深刻，观点新颖鲜明，可供广大农业管理干部、科技人员，以及相关专业的大学、研究生、教师等阅读参考和使用。

由于时间较紧，书中疏漏之处，恳请广大读者不吝指正。

中国工程院院士，中国农业科学院生物技术研究中心研究员 **范云六**

1999 年 12 月



目 录

第一部分 21 世纪的农业生物工程技术

一、农业生物工程技术的发展现状	(1)
二、面临的问题与挑战	(4)
(一) 人口问题	(4)
(二) 营养问题	(5)
(三) 农药污染问题	(5)
(四) 农业生产所面临的压力	(5)
三、21 世纪农业生物技术的发展趋势	(5)
(一) 基因组学将得到前所未有的发展	(6)
(二) 单基因生物性抗逆将向持久性抗逆转化	(7)
(三) 生物性抗逆将向非生物性抗逆转化	(7)
(四) 目标性状的研究重点将从“抗性”向“品 质”转移	(8)
(五) 由质量性状向数量性状转移	(9)
(六) 利用转基因植物生产稀有蛋白	(10)
(七) 转基因技术的改进与提高	(10)
四、转基因植物的安全性问题	(11)
(一) 转基因植物的环境安全性	(11)
(二) 转基因植物的食品安全性	(12)
五、我国农业基因工程发展中应注意的几	

一个问题 (13)

- (一) 积极开展功能性基因组和生物信息学的研究 (13)
- (二) 建立规模化、成熟、高效的植物遗传转化再生体系 (14)
- (三) 重视与常规育种的有机结合 (14)
- (四) 加强转基因植物的安全性评估 (15)

第二部分 分子标记技术与作物遗传改良

一、分子标记技术 (18)

- (一) 分子标记连锁图的构建 (19)
- (二) 基因的分子标记定位 (20)
- (三) 基因的分离与克隆 (21)
- (四) 数量性状的遗传分析 (23)

二、植物比较遗传学研究 (24)

- (一) 植物比较遗传学研究的主要进展 (24)
- (二) 共线性在物种间基因分离中的潜在作用 (25)
- (三) 植物比较遗传学对作物遗传改良的影响 (26)
- (四) 植物比较遗传学研究的前景 (27)

三、植物种质资源的开发利用 (28)

- (一) 种质资源在作物遗传改良中的重要性 (28)
- (二) 农作物狭窄的遗传基础 (29)
- (三) 种质资源的收集和种子库的建立 (30)
- (四) 种质资源利用的现状和出路 (30)
- (五) 在种质资源中筛选亲本的策略 (31)

四、农作物分子标记辅助育种 (32)

- (一) 选择在农作物遗传育种中的重要性 (32)
- (二) 分子标记辅助选择的发展 (33)



(三) 分子标记辅助选择在作物遗传改良中的应 用	(35)
五、前景展望	(41)
(一) 比较生物信息学的发展	(41)
(二) 野生种质的利用	(42)
(三) 遗传连锁图的整合与标记辅助选择	(42)
(四) 分子标记技术与作物遗传改良	(43)

第三部分 农作物基因作图

一、基因作图概述	(44)
二、水稻基因作图	(46)
(一) 水稻基因作图研究概述	(46)
(二) cDNA 分析	(47)
(三) 分子连锁作图	(47)
(四) 物理作图	(48)
三、基因比较作图与比较遗传学研究	(50)
(一) 比较遗传学的发展	(50)
(二) 禾本科的比较作图	(51)
(三) 禾本科复合图谱	(52)
(四) 禾本科植物的锚定基因组	(55)
四、功能基因组学——探测植物基因的 表达与功能	(56)
(一) 功能基因组研究的方法学	(56)
(二) 位点选择转座子诱变	(57)
(三) 增强子陷阱及基因陷阱诱变	(58)
(四) 转座子插入文库的应用	(59)
五、基因图谱的应用前景	(61)



第四部分 植物叶绿体基因工程

一、叶绿体基因工程概述	(63)
二、植物叶绿体分子生物学	(65)
(一) 质体	(65)
(二) 叶绿体基因组	(66)
(三) 叶绿体基因组的表达调控	(69)
(四) 植物叶绿体遗传转化	(72)
三、植物叶绿体遗传工程的研究进展与展望	(77)
(一) 叶绿体遗传工程的研究进展	(77)
(二) 叶绿体遗传转化亟待解决的主要问题	(79)

第五部分 棉花组织培养与基因工程

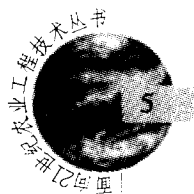
一、棉花组织培养	(81)
(一) 棉花胚珠培养	(82)
(二) 棉花茎尖培养	(85)
(三) 棉花体细胞培养	(91)
(四) 棉花原生质体培养	(96)
(五) 棉花花药和小孢子培养	(99)
二、棉花基因工程	(100)
(一) 花粉管通道法	(101)
(二) 棉花抗虫基因工程	(107)
(三) 棉花抗病基因工程	(110)
(四) 棉花抗除草剂基因工程	(113)
(五) 棉花抗逆基因工程	(116)
(六) 棉花纤维改良基因工程	(118)
(七) 棉花基因组图谱	(121)



三、展望	(126)
------------	-------

第六部分 害虫防治生物工程技术

一、植物转基因抗虫研究的进展	(131)
(一) 抗虫基因	(131)
(二) 基因转化和遗传稳定性	(136)
(三) 害虫对转基因作物的耐受性问题及潜在 风险	(138)
二、昆虫转基因防治害虫的进展	(139)
(一) 利用对害虫有害的基因	(139)
(二) 构建转化载体	(140)
(三) 启动子	(141)
三、害虫生物防治技术	(142)
(一) 寄生性昆虫天敌	(142)
(二) 昆虫病原性天敌	(144)
四、展望	(145)



第七部分 植物抗病基因工程

一、植物抗病基因综述	(146)
二、植物抗病的遗传基础	(149)
(一) 植物—病原的相互关系	(149)
(二) 病原 <i>avr</i> 基因	(150)
(三) 植物 <i>R</i> 基因的性质	(152)
三、植物 <i>R</i> 基因遗传位点	(152)
(一) <i>R</i> 基因遗传位点的组织	(152)
(二) 与 <i>R</i> 基因表达有关的遗传位点	(153)
四、 <i>R</i> 蛋白的结构与功能	(154)

(一) R 蛋白的结构	(155)
(二) R 蛋白的功能	(156)
五、R 基因的起源和进化	(158)
(一) R 基因的起源	(158)
(二) R 基因的进化	(159)
六、R 基因的利用	(159)
七、展望	(160)

第八部分 植物抗病毒和抗线虫基因工程

一、抗病毒基因工程及其机理	(162)
(一) 来自病原的抗性	(163)
(二) 来自非病原的抗性	(166)
二、抗线虫基因工程	(168)
三、生物安全性	(169)
四、展望	(170)

第九部分 植物抗细菌病害基因工程

一、植物抗细菌病害基因工程策略	(171)
(一) 激活植物抗病机制	(171)
(二) 导入植物防卫反应基因	(173)
(三) 导入降解病原菌致病因子的基因	(174)
(四) 导入其它抗菌肽基因	(175)
二、植物抗细菌病害基因工程成就	(176)
(一) 解毒基因工程	(176)
(二) 抗菌蛋白(肽)基因工程	(177)
(三) 植物抗病相关基因工程	(177)
(四) 植物防卫相关基因的基因工程	(180)



三、植物抗细菌病害基因工程存在的问题 及展望	(181)
---------------------------------	-------

第十部分 植物耐盐耐旱基因工程

一、功能性蛋白	(185)
(一) 合成小分子渗透调节物的关键酶类	(185)
(二) Lea 蛋白	(190)
(三) 水通道蛋白	(191)
(四) 钾离子 K^+ 通道蛋白	(193)
(五) ATP 酶	(195)
(六) 其它与渗透胁迫相关的功能性蛋白	(199)
二、调节性蛋白	(201)
(一) 蛋白激酶类	(201)
(二) 两组分信号系统	(204)
(三) 蛋白磷酸酶	(208)
(四) 顺式和反式作用元件	(209)
三、耐旱耐盐数量性状基因座位	(211)
四、展望	(213)
(一) 信号的感受与传递	(213)
(二) 代谢途径基因工程	(214)
(三) 鉴定和克隆与耐旱耐盐相关的 QTL	(214)



第十一部分 微生物遗传工程

一、杀虫微生物遗传工程	(217)
(一) 苏云金芽孢杆菌	(217)
(二) 昆虫杆状病毒	(221)
(三) 绿僵菌	(224)

二、防病微生物遗传工程	(225)
(一) 放射土壤杆菌	(225)
(二) 荧光假单胞菌	(226)
(三) 丁香假单胞菌	(227)
(四) 水稻白叶枯病菌 <i>hrp</i> 基因突变株	(227)
(五) 哈茨木霉菌	(228)
三、展望	(228)
(一) 新的杀虫、防病基因的研究	(229)
(二) 遗传工程微生物的安全性评价	(230)
(三) 生产工艺与加工剂型的改进	(230)

第十二部分 饲料基因工程

一、饲料基因工程综述	(231)
(一) 在饲料业中应用基因工程技术的重要意义	(233)
(二) 基因工程技术在饲料业中的应用方向	(234)
二、饲料基因工程的研究进展	(235)
(一) 提高饲料粮的蛋白品质	(235)
(二) 提高饲料粮的能量品质	(241)
(三) 利用微生物反应器廉价生产饲料生物活性添加剂	(245)
三、展望	(250)

第十三部分 调控果实成熟生物工程技术

一、综述	(254)
二、基因调控果实成熟的研究进展	(255)
(一) 果实成熟生物化学	(255)
(二) 果实成熟过程中的基因表达	(260)

