

生物技术与可持续农业

BIOTECHNOLOGY AND SUSTAINABLE AGRICULTURE

杨竹平 胡水金 周兴良 主编
Chief Editors Yang Zhuping Hu Shuijin Zhou Xingliang

上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological
Literature Publishing House

责任编辑：叶德仁

封面设计：徐 利

生物技术与可持续农业

杨竹平 胡水金 周兴良 主编

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号 邮政编码200031)

全国新华书店经销

江苏常熟人民印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 21.5 字数 536 000

2000年1月第1版 2000年1月第1次印刷

印数：1—1 100

ISBN 7-5439-1232-5/S·100

定价：(精装)60.00 元

献给 吴兆苏 教授

To Professor Dr. Wu Zhaosu

序

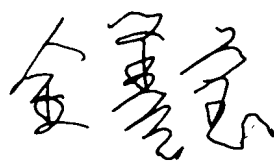
农业是中国国民经济的基础,农村是中国社会发展的主体。我国的经济的发展正处于工业化的高速发展起步时期。经历了一百多年贫穷、落后和受尽凌辱的中国人民,正在以前所未有的气概实现着强国之梦。但同世界各国相比,我国面临着人类对发展的强烈需要和发展带来的严重问题:我国人口众多,已超过 12 亿,每年仍净增 1500 万人口;资源相对短缺,且不断加剧;生态环境恶化和自然生态失衡;水域和大气污染严重等。在建设有中国特色的社会主义现代化过程中,必须寻求一条使人口、社会、经济、环境和资源相对协调,兼顾当代人和子孙后代利益的发展道路,也就是可持续发展的道路。走可持续发展的道路是世界和中国发展战略的必然选择。其中农业的可持续发展是中国经济和社会可持续发展的根本保证。

生物技术是当今世界高新技术的最重要学科。发展生物技术是摆脱 21 世纪人类面临的人口、资源、环境三大危机的有效途径之一。生物技术系统、全面的发展,将渗透到各个有关的常规技术领域,使人们有可能更大限度地开发利用自然资源,极大地拓宽生物能的利用范围,大幅度地减少化肥、农药等能量投入,大幅度地提高农业生产的产出率,协调生物与环境、人类与环境以及生物间的关系,建立起可持续的资源再循环系统,达到资源、环境和农业生产整体良性循环。

我国的农业生物技术起步虽较晚,但经过我国生物工作者二十多年的励志努力,农业生物技术领域发展迅速,硕果累累。但与国外先进水平相比,仍有一定的差距,一般说仍处于模仿和跟踪阶段。一支走向世界的农业生物技术研究队伍正在形成,生机勃勃。我特别高兴的是,在农业生物技术领域里涌现一批勤奋耕耘着的新一

代留学归来的中青年工作者,其中不乏脱颖而出的后起之秀,这是开拓我国农业生物技术研究,赶超世界水平的希望所在。杨竹平、胡水金和周兴良三位博士在业师、著名小麦遗传育种学家吴兆苏教授的鼓励下,精心组织一批国内外农业生物技术各研究领域的年青学者,追踪世界生物技术的发展动态,结合科研实践编写《生物技术与可持续农业》,分章阐述了生物技术与农业持续发展密切相关的品种遗传改良、资源和环境监测保护、病虫害防治、抗非生物逆境、杂种优势利用等诸学科领域的最新研究进展,从全新的角度系统剖析了生物技术在农业可持续发展中的地位、作用和潜力。相信本书的出版将有助于我国农业生物技术人员了解国外研究动态,并从中得到启发,提高我国农业生物技术的理论水平和工作效率,力争在战略上有所创新,从而有力地促进我国农业生物技术及其产品的发展和开拓。

中国科学院院士

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters, likely '金书金' (Jin Shujin).

1997年4月18日

序

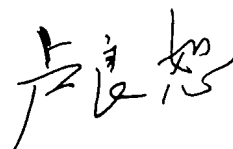
由近代工业革命推动的现代农业的迅速发展,显著地提高了农业生产力,给人类的生存和发展提供了丰富的粮食和食物保障,但同时也加剧了人类生存发展所依赖的自然生态环境的恶化,如人口膨胀、生物多样性迅速减少、资源枯竭、耕地沙漠化、盐渍化、大气和水域污染、自然生态失衡、农产品残毒等。如任其自然发展,终将危害人类自身的生存和发展。面对如此严峻的挑战,世界各国政府和科学家都在寻找一条使人口、资源、环境协调发展的道路,也就是可持续发展的道路。农业可持续发展是其首要的内涵。

中国是一个农业大国,但也是一个人均农业资源相对紧缺的国家之一。我国依靠仅占世界 7% 的耕地,养活了占全球近 22% 的人口。在今后相当长的时期内,仍将面临着人口增多、耕地减少、农产品消费增长的巨大压力。解决中国粮食问题的根本出路在于依靠科学技术的进步,特别是近年发展迅速的生物技术,如培育抗生物逆境(病、虫、草)和非生物逆境(寒冷、炎热、干旱、盐碱等)的超高产和品质优良的品种,减少农药、化肥等的投入,保护农业所依赖的生态环境;重塑新物种,向荒山、海洋、海涂、空间索取食物;等等,实现我国农业生产从粗放的非持续农业向可持续农业转变。

可持续农业是 21 世纪世界和中国农业发展的主要模式,生物技术是农业持续发展的主要技术支撑和保障。近年来,我国农业科学家在农业生物技术等研究领域已取得重大突破,如已将抗虫基因导入棉花获得抗棉铃虫的棉花新品种,一批抗生物和非生物逆境的基因已被克隆,等等。但从总体上看,当前我国农业生物技术发展水平与农业发展需要相比,仍存在着较大的差距。由杨竹平、胡水金和周兴良三位博士主编的《生物技术与可持续农业》,围绕制约农业持续发展的人口、资源、环境等敏感问题,从品种改良、病虫害防治、抗非生

物逆境、资源保护、环境监测等不同角度全面系统地剖析了生物技术在农业持续发展中的重要作用。相信本书的出版将对我国农业生物技术的进步发展具有较大的促进作用。

中国工程院副院长

Handwritten signature of Yu Liangyu in black ink.

1997年4月25日

前 言

自本世纪初工业革命以来,地球上发生了三种影响深远的变化:一是社会生产力的极大提高和经济规模的空前扩大,经济增长了几十倍,创造了前所未有的物质财富,大大推进了人类文明的进程;二是人口的爆炸性增长,本世纪世界人口翻了两番,达到 57 亿,并且仍以每年约 8 000 万以上的速度在增长;三是自然资源的过度开发与消耗,以及污染物质的大量排放,导致全球性资源短缺,环境污染和生态破坏。人类终于警觉到,如任这种恶性循环不断发展,必将危及人类的前途、地球的命运。在 1992 年联合国环境与发展大会上,100 多个国家的首脑共同签署了著名的地球宣言,提出要遵循可持续发展的模式。为实现可持续发展战略,我国政府编制了《中国 21 世纪议程》。江泽民总书记在十四届五中全会上明确指出:“在现代化建设中,必须把实现可持续发展作为一个重大战略。”

可持续农业是可持续发展的首要衍生概念。实现可持续农业的具体途径和评价指标因国情而异。发达国家和发展中国家有所不同,西欧北美可牺牲一点“顶点”产量以求持续,但在我国则行不通。我国是一个人口大国,又是一个农业古国,人口已超过 12 亿,每年新增人口约 1 500 万,人均农业资源相对紧缺。关系到人类基本生存的淡水、耕地、森林和草地四大资源,我国人均占有量分别只有世界平均水平的 28.1%、32.3%、14.3%和 32.3%。我国以仅占世界 7%的耕地,养活了占全球近 22%的人口而瞩目于世界。但人口的不断增长及耕地面积以惊人的速度不断减少,加上社会和经济的不断发展已经或正在给我国农业生产带来前所未有的挑战,中国在下一世纪能否再一次创造新的农业奇迹,这是全世界包括我国自己在内都正在思考的问题。提高复种指数、提高单产、集约农业,都是势在必行的。在此情况下,可持续农业任务尤其艰巨,需要增加当今高新技术、特别是生物技术的投入比重。生物技术的应用使品种遗传改良更为精确化和现代化,在提高作物产量,降低由于各种生物(病、虫、草等)和非生物(不良气候、土壤条件)因素导致的产量损失,提高作物产品本身的品质及植物资源的再利用效率,保护土地资源等自然资源,治理和恢复受污染的生态环境等方面,其巨大潜力已经日益为人们所认识,可以说,发展农业生物技术是摆脱 21 世纪人类面临的三大危机,实现可持续发展的有效途径之一。

在业师、著名小麦遗传育种学家吴兆苏教授的鼓励下,我们精心组织了一批在国内外农业生物技术各研究领域学有所成的年青学者,结合各自的科研实践,围绕制约农业可持续发展的人口、资源、环境等问题,追踪世界农业生物技术的最新发展动态,分章阐述了生物技术与农业持续发展密切相关的资源保护、品种改良、环境保护、食品卫生等主要研究领域的最新研究动态和发展方向,系统地剖析了生物技术在农业持续发展中的重要作用和地位。

全书共分二十章。第一章论述了 21 世纪人类面临的人口、资源和环境三大危机及生物技术在解决这三大危机中的作用。第二章论述了生物技术在可持续发展中的地位和作用。生物多样性保护实质上就是保护人类的未来,是一项为子孙后代的生存和发展进行的投资。第三章阐述了生物技术在生物多样性保护方面的最新进展。第四章以模式植物为例,介绍了遗传图谱、物理图谱的建立,大片段 DNA 克隆,基因文库的建立,大规模核苷酸序列的测定和

植物数据库资料中心的使用等基因组组建的手段及近年来植物基因组组建的主要成就。第五、六章介绍了近年来分子标记研究的最新进展及分子标记在植物种质资源鉴定和育种中的应用。现代农业中存在的生物多样性减少、环境污染、产品残毒和人畜健康受害,主要或部分源于植物保护措施欠妥。第七章至第十四章分别论述了可持续农业下作物抗生物逆境(真菌、细菌和病毒病害、害虫)和抗除草剂基因的鉴定、分离和克隆及其基因工程改良策略和进展,应用遗传改良微生物对病、虫、草的生物防治。食品安全检测关系到人类的健康和发展。第十五章系统地介绍了食品检测的免疫技术。第十六章介绍了适合于环境监测和跟踪的分子生物学方法。第十七章介绍了几种有机污染物的生物降解代谢及其代谢多样性、引发生物降解的分子遗传机制及其涉及的基因克隆、表达和应用研究进展。第十八章介绍了近年来利用遗传工程手段,在许多高等植物中人工创造的显性基因雄性不育及相应恢复系,细胞质雄性不育系及恢复系,环境与化学药剂敏感性雄性不育系及自交不亲和系。第十九章介绍了植物抗非生物逆境(低温、炎热、盐碱和干旱等)基因的鉴定、分离和克隆及其基因工程育种进展。由于人们日益关心基因工程品种在商业化过程中对人、动物和环境的影响,应加强对基因工程品种的风险估计,即基因工程品种商品化的生态效应的估计。第二十章主要讨论了目前公众对转基因植物表现出忧虑的原因及解决这种忧虑,各国如何在立法、机构等多方面对转基因植物的安全进行全面的评价。值得提出注意的是,本书各章侧重于介绍某一研究领域的最新进展供同行借鉴,力争在生物技术研究战略上有所突破,赶超世界先进水平。各章后附有大量的参考文献,供同仁根据需要进一步查阅。

本书的出版得到上海市科学技术发展基金(SSDF, CHINA)和美国国家科学基金(NSF, USA)的资助。中国农业科学院名誉院长金善宝院士和中国工程院副院长卢良恕院士在百忙之中为本书撰写序言。中国国家自然科学基金会谭仁泰研究员,中国农业科学院许世卫副研究员、王步军博士,上海市农业科学院院长潘迎捷研究员、许秉璋副研究员、方照临副研究员,农业生物技术研究中心主任沈德珍研究员,美国王雅萍博士、葛永福博士、宋文元博士、F. S. Chapin III 博士、D. C. Coleman 博士、A. H. C. van Druggen 博士和 J. M. Murphy 博士对本书的编写、出版提供了许多有益的建议和帮助。石宁打印了部分稿件。在此一并表示衷心感谢。

由于可持续农业下的生物技术研究内容涉及面广,作者水平有限和实践经验不足,加之时间仓促,一些与可持续农业密切相关的研究领域如固氮、高光效基因工程等未能列入本书。书中所有的疏漏不妥之处,恳切希望读者批评和指正。

上海市农业科学院	杨竹平
美国加州大学	胡水金
美国北卡州立大学	周兴良

1997年4月

Preface

The Earth's surface has experienced profound modifications because of human activities, and this trend will inevitably continue due to the rapid population increase and accelerating technological developments. Since the advent of the Industrial Revolution, agricultural and industrial activities have been featured with the massive consumption of non-renewable resources, but it is renewable resources and the systems that sustain them that are now under the greatest threat of degradation or even extinction. Many environmental problems, such as water pollution, habitat losses and land degradation are becoming more serious as the quantity, numbers and variety of man-made industrial, agricultural and other chemicals are continually increasing, and soil erosion is intensifying. An expanding population with increasing concerns over our environment is demanding technological breakthroughs that are environmentally benevolent in agricultural production and resource exploitation. Biotechnology, especially molecular techniques, appears to be a natural candidate for this purpose.

Both molecular biology and environmental science have become highly popular fields of study within last two decades. But developments in molecular biology (DNA manipulation techniques in particular) were initially regarded as potentially risky to the environment. Genetic engineering and its products (e. g. , genetically modified organisms) met stiff resistance from the public. However, molecular biology still advanced at an unprecedented speed in last 30 years because of its enormous economic incentives. The application of the new molecular techniques has in fact brought exciting and often explosive change to areas of biological research as diverse as taxonomy, physiology, evolutionary biology, and the subjects of this book——agricultural and environmental sciences.

Given the breadth of topics on potential applications of molecular techniques to agricultural and environmental sciences, it is an extraordinarily difficult (if not impossible) task to cover every major aspect in one book, so we do not attempt to be complete. Rather, the message we wish to convey is that the tools of the molecular biologists are now available and can be extremely useful and timely in promoting effective exploitation of natural resources as well as sustainability of ecosystems in which those natural resources exist.

World agriculture is facing unprecedented challenges, as farmland is continually shrinking and degrading (China as a typical case) (Chapter 1). Advances in molecular techniques can contribute to sustainable development through alleviating environmental degradation in the short term and promoting ecosystem restoration in the long-term (Chapter 2). Natural biodiversity is the planet's greatest but least developed resource, which is

also least appreciated. Only a tiny proportion of this enormous gene pool has been exploited, mostly because of technical limitations. Even more strikingly, many species have become extinct before they are identified. Molecular techniques, especially RNA or DNA-related ones, offer unique opportunities for human beings to identify the patterns of biodiversity (microorganisms in particular) and estimate its scope, and can facilitate the formulation of the strategies for conservation of endangered species (Chapter 2). Molecular techniques also facilitate the utilization of large number of accessions stored in national and international genebanks through identifying duplicates, constructing core collections and identifying useful genes from wild relatives (Chapter 3). High density mapping of major crops is of extremely importance for effective utilization of valuable genetic characteristics in agriculture (Chapter 4). Which has become feasible due to development of new DNA-based molecular markers. In the utilization of molecular markers and high density mapping based on molecular markers, marker-assisted selection (Chapter 5 and 6) and map-based cloning genes have gained considerable attention (Chapters 7,8,11 and 12).

Conventional agriculture is featured with high input of energy as pesticides, fertilizers and other non-biological chemicals, which consists of one of the most challenging aspects to the environment. However, inorganic chemical input can be significantly reduced through genetic improvement of plant crops. Significant progress has been achieved in understanding molecular mechanisms of plant resistance to bacteria and fungi (Chapters 7 and 8), viruses (Chapters 9 and 10), insects and root-related parasites (Chapters 11 and 12), which therefore help to better understand the gene-to-gene theory, the corner stone in breeding resistant cultivars. Moderate success has been achieved in field applications of cultivars obtained through molecular methods. Genetically modified microorganisms or their products have been used and are of great potential in biocontrol for insects, root pathogens and weeds (Chapter 13). Improvement of plant resistance to herbicides with molecular techniques can also be beneficial to the environment since it would reduce applications of highly toxic wide-spectrum herbicides (Chapter 14).

Biotechnology can contribute to sustainable agriculture not only through reducing pollutant input to the environment but also providing diagnostic and prognostic early-warning tests of environmental problems and promoting ecosystem recovery. Biotechnological methods offer realistic alternatives to chemical methods for environmental monitoring because of their high specificity, sensitivity and direct linkage to biological processes. Immunoassays for food monitoring of contaminants has gained acceptance in food industry, and methods based on PCR for food microorganism detection are being developed (Chapter 15). Molecular biomarkers (e. g. , antibodies, DNA adducts) of the biological effects of contaminants on organisms have their applications in detecting effects not only on physiological and biochemical processes but also on community structure and ecosystem functions (Chapter 16). Molecular mechanisms of biodegradation of many recalcitrant organic compounds such as PCBs are being elucidated, and considerable efforts have been recently di-

rected towards enhancing the capacity of microorganisms for bioremediation through molecular methods (e. g. , genetic construction of PCB degraders)(Chapter 17).

As losses of cultivated lands to soil erosion and non-agricultural purposes continue, agriculture is expanding towards other potentially reclaimable lands, of which many lie in ecologically fragile habitats. Biotechnology can increase the productivity of crop cultivars on per unit area and therefore protect those ecologically valuable habitats from further reclamation. In this aspect, two areas of work may be of special significance and promise elucidation of molecular mechanisms resulting in the increased vigor and yield of hybrids (Chapter 18) and improvement in the resistance or tolerance of plants to environmental stresses and performance of crops on low-fertility soils (Chapter 19).

A critical review on the release of genetically modified organisms into the environment and their detection closes the book (Chapter 20) but decidedly not the research in applications of molecular techniques for enhancing agricultural productivity as well as environmental quality.

Yang Zhuping

Agro-Biotech Research Center, SAAS, Shanghai

Hu Shuijin

University of California, Berkeley, CA

Zhou Xingliang

North Carolina State University, Raleigh, NC

目 录

第一章	环境、人口、粮食:危机和挑战与可持续发展	李临颖,左言评(1)
	一、世界人口增长趋势	(1)
	二、地球环境危机	(2)
	三、粮食问题	(6)
	四、中国的人口、环境与粮食问题	(8)
	五、地球环境系统和人口承载力	(11)
	六、生物技术与可持续发展	(12)
第二章	生物技术与可持续发展	胡水金,周兴良,杨竹平(16)
	一、可持续发展的内涵与中国的持续发展道路	(16)
	二、生物技术在可持续发展中的作用	(18)
	三、总结与展望	(21)
第三章	生物技术在植物遗传资源管理中的应用	张大鹏(25)
	一、种质资源的离体保存(in vitro conservation)	(26)
	二、核心收集的建立	(27)
第四章	植物基因组现状和应用	王 蓓(31)
	一、植物基因组图谱的建立	(32)
	二、植物基因组文库的建立	(35)
	三、DNA 序列的测定和分析	(36)
	四、植物基因组数据库资料中心	(37)
	五、植物基因组的应用	(40)
	六、结束语	(43)
第五章	分子标记和分子标记辅助选择	周兴良(47)
	一、标记的种类及各自的优缺点	(47)
	二、分子标记辅助选择	(49)
第六章	RAPD 分子标记的产生、改进及其在作物育种中的应用	
	 陈若雷,杨竹平,邓晓梅,黄丽华(61)	
	一、RAPD 方法的产生	(62)
	二、RAPD 方法扩增程序的改进	(63)
	三、RAPD 方法稳定性的提高	(65)

	四、RAPD 标记在遗传育种中的应用	(66)
	五、总结与展望	(68)
第七章	植物真菌细菌病害抗病性及其分子生物学技术 施爱农,邱文平	(70)
	一、分子标记和植物抗病性	(70)
	二、基因对基因学说及其分子遗传学基础	(81)
	三、植物抗病的分子机理	(91)
	四、利用生物技术控制植物病害的可能途径	(93)
第八章	植物抗真菌和细菌病害基因工程育种策略 崔星明,杨晓艳,吴 畏	(101)
	一、克隆植物自身的抗病害基因	(101)
	二、病原菌无毒基因和寄主抗病基因的结合	(102)
	三、Harpin 和 elicitin	(103)
	四、几丁质酶与 β -1,3-葡聚糖酶	(104)
	五、溶菌酶	(105)
	六、核糖体失活蛋白	(105)
	七、植物保卫素	(105)
	八、其他抑菌蛋白	(105)
	九、病原真菌酶的抑制蛋白	(106)
	十、病原菌致病毒素的降解	(106)
	十一、病程相关蛋白	(107)
	十二、增加细胞壁的力度	(107)
第九章	遗传工程与植物对病毒病的抗性 张云平	(110)
	一、通过遗传工程生产抗病毒转基因植物的步骤	(110)
	二、用于保护植物防止病毒侵染遗传工程的分子技术	(111)
	三、对转基因植物的一般考虑	(116)
第十章	植物抗病毒病基因工程策略、前景及问题 杨竹平	(122)
	一、利用病毒基因的植物抗病毒基因工程的策略	(122)
	二、利用非病毒来源的基因的植物抗病毒基因工程策略	(127)
	三、抗病毒转基因植物遗传工程存在的问题与前景展望	(130)
第十一章	植物抗虫基因工程的进展、存在问题及对策	
	 杨竹平,杨晓艳,黄丽华,朱国富	(137)
	一、苏云金杆菌杀虫蛋白基因	(138)
	二、源自动物的昆虫毒素基因	(145)
	三、源自植物的各种酶抑制基因	(146)
	四、外源凝集素基因	(146)

五、利用昆虫重组病毒防治植物害虫	(147)
六、抗虫基因遗传工程的安全问题	(147)
第十二章 对寄生线虫的抗性育种及分子遗传研究进展	董 珂(155)
一、孢囊线虫和根结线虫的生物学特性	(156)
二、农作物对主要寄生线虫的抗性 & 线虫的寄生性研究	(157)
三、分子生物学在植物寄生线虫研究上的应用	(169)
四、线虫的寄生性研究	(173)
五、遗传工程与抗线虫的新途径	(175)
第十三章 遗传改良微生物及其制剂与生物防治	何晨阳,刘凤权,陈春泉(191)
一、遗传改良昆虫病原微生物及其制剂与害虫生物防治	(191)
二、遗传改良生防微生物及其制剂与病害生物防治	(200)
三、遗传改良除草微生物及其制剂与杂草生物防治	(206)
四、遗传改良生防微生物环境安全性研究和评价	(208)
五、结语与展望	(209)
第十四章 植物除草剂抗性的遗传工程改良	杨竹平(215)
一、除草剂的作用机制	(215)
二、植物抗除草剂的机制	(216)
三、除草剂抗性基因的来源	(217)
四、抗除草剂农作物品种的选育	(218)
五、抗除草剂作物在生产上的应用前景及其存在问题	(225)
第十五章 免疫技术在食品检测中的应用	谢 鸥,谭冬晖(233)
一、免疫技术基础	(233)
二、免疫技术在食品安全检查中的应用	(234)
三、结论与展望	(239)
第十六章 分子生物技术与环境监测	胡水金(243)
一、分子生物技术与环境监测	(243)
二、分子生物技术在环境检测中的应用	(244)
三、展望	(250)
第十七章 有机污染物生物降解代谢的分子遗传机制及其应用研究	杨永华,华晓梅,华子春,胡水金(255)
一、有机污染物的生物降解代谢	(255)
二、有机污染物生物降解的遗传结构、基因克隆及其表达	(264)
三、有机污染物降解基因的应用	(272)

四、结论与展望	(275)
第十八章 作物杂种优势利用的基因工程	杨晓艳,鲍晓鸣(280)
一、显性核雄性不育和育性恢复的基因工程	(280)
二、细胞质雄性不育和育性恢复的分子遗传与基因工程	(284)
三、可遗传的外部可控型雄性不育基因工程	(286)
四、自交不亲和系的基因工程	(286)
五、植物杂种优势利用的基因工程研究展望	(288)
第十九章 植物抗非生物环境胁迫的分子遗传与基因工程	鲍晓鸣,杨晓艳(294)
一、植物抗低温的分子遗传与基因工程	(294)
二、植物抗干旱和抗盐碱的分子遗传和基因工程	(300)
三、植物耐热性的分子遗传和基因工程	(303)
四、植物抗耐非生物环境胁迫基因工程展望	(306)
第二十章 转基因植物的调节管理与商业化	周兴良,胡水金(314)
一、为什么要对转基因植物进行更严格的管理	(314)
二、如何对转基因植物进行调节管理	(315)
三、执行法规的机构	(315)
四、安全性评价的内容	(317)
五、转基因植物在商业化过程中的障碍	(318)