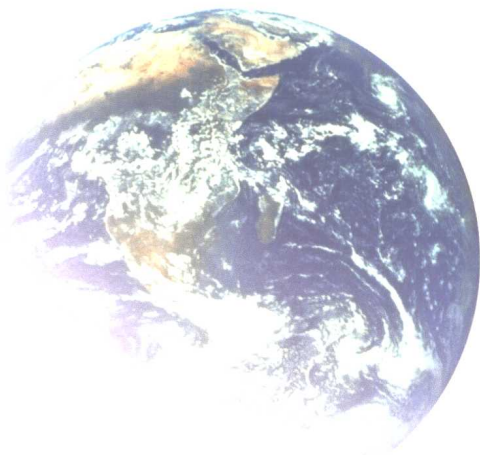


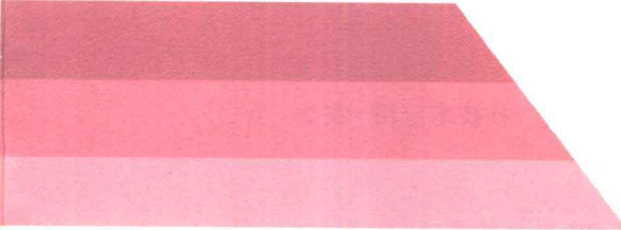
面向21世纪
农业工程技术丛书



核农业 工程技术

◎黄彬 龚荐 毛炎麟 编著

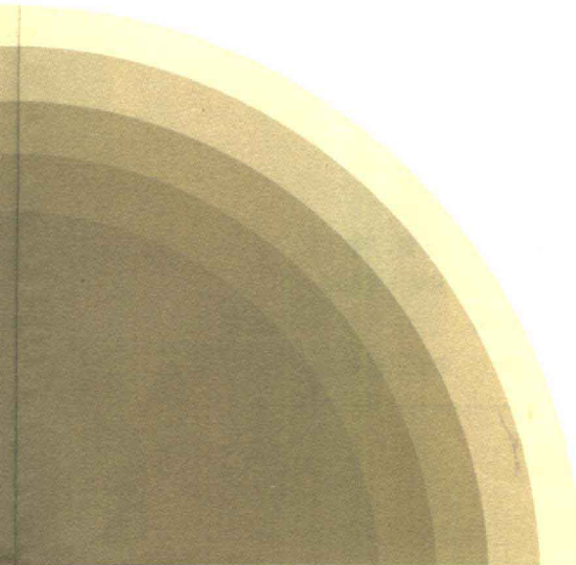
河南科学技术出版社



面向21世纪
农业工程技术丛书

核农业工程技术

◎黄彬 龚荐 毛炎麟 编著



河南科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

核农业工程技术/黄彬, 龚荐, 毛炎麟编著. —
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 7-5349-2379-4

I. 核… II. 黄… III. 核技术应用-农业 IV.
S124

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 50413 号

责任编辑 张 鹏 责任校对 王艳红

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: 8.5 字数: 204 千字

2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1—5 000

ISBN 7-5349-2379-4/S · 553 定价: 17.00 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

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

信乃诤，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

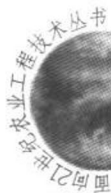
梅方权，研究员，中国农业科学院科技文献信息中心主任

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



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、信乃诠、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

核农业工程技术

前 言

核技术是世界各国争相发展的高新技术,是当今最为活跃的研究领域之一。

核农业工程技术是在核技术农业应用的基础上,逐步发展起来的一门科学技术,并广泛应用于农业各个领域,对农业生产和农业科学技术产生了深刻的影响,为农业生产的发展和农业科学技术的进步作出了贡献。

为了总结和反映我国核技术农业应用近半个世纪的发展与成就,我们编写了《核农业工程技术》一书。全书分概述、同位素示踪技术应用和核辐射农业应用技术三部分。内容包括:核农业工程技术应用范围、特点和作用,同位素示踪技术在高产、优质、高效农业和节水农业等方面的应用,核辐射技术在植物辐射诱变育种、辐射不育防治害虫和辐照保藏农产品等方面的应用。

本书第一部分由黄彬编写,第二部分由龚荐编写,第三部分由毛炎麟编写。本书在编写过程中,得到温贤芳研究员的指导和审阅。在此,表示衷心的感谢。

在编写时,虽然我们力求结合实际,全面反映我国核农业工程技术应用的发展和科学水平,但限于我们的水平,难免有错误之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2000年3月

农业工程技术丛书
1

目 录

第一部分 概述

一、核农业工程技术的发展与成就	(1)
(一) 核农业工程技术的基本概念与特点	(1)
(二) 核农业工程技术的发展与成就	(8)
二、核农业工程技术的应用	(19)
(一) 同位素示踪技术的应用	(19)
(二) 核辐射技术的应用	(25)
三、核农业工程技术的作用	(30)
(一) 提高产量	(31)
(二) 稳定产量	(33)
(三) 改善品质	(35)
(四) 资源开发	(36)
(五) 预防环境污染	(36)
(六) 促进农业科学技术进步	(38)
四、核农业工程技术的发展前景	(39)
(一) 扩大核农业工程技术应用领域	(40)
(二) 加强核农业工程技术基础建设	(42)

第二部分 同位素示踪技术应用

一、同位素示踪技术在高产农业上的应用	(45)
--------------------------	------

(一) 高产作物的营养规律	(46)
(二) 土壤有效养分的测定	(65)
(三) 提高肥料利用率	(72)
(四) 用生物制造氮肥	(79)
(五) 基因工程	(86)
(六) 提高乳肉蛋产量的示踪技术	(94)

二、同位素示踪技术在优质高效农业上的应用

.....	(101)
(一) 培育优良品种	(101)
(二) 生产优质农产品	(106)
(三) 绿色食品生产	(114)
(四) 畜禽保健养殖	(127)

三、同位素示踪技术在节水农业中的应用

(一) 用中子探测土壤中的水	(135)
(二) 土壤中水分的动向	(138)
(三) 作物对水的反应	(143)
(四) 防止土壤盐渍化	(149)

第三部分 核辐射农业应用技术

一、植物辐射诱变育种

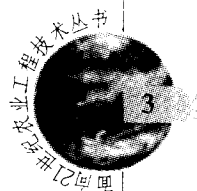
(一) 植物辐射诱变育种对农业的贡献及其特点	(154)
(二) 核辐射能改变植物的遗传性	(162)
(三) 利用核辐射选育品种	(193)
(四) 核辐射农业应用展望	(210)

二、辐射不育防治害虫

(一) 辐射不育防治害虫的原理和作用	(213)
(二) 辐射诱导昆虫不育技术	(217)
(三) 昆虫的人工饲养	(222)



(四) 不育昆虫的释放技术	(225)
(五) 辐射不育防治害虫的现状与展望	(229)
三、辐照保藏农产品	(238)
(一) 农产品辐照保藏的意义和发展状况	(238)
(二) 辐照保藏农产品的原理和技术	(243)
(三) 辐照农产品的卫生安全标准	(253)
参考文献	(260)



第一部分

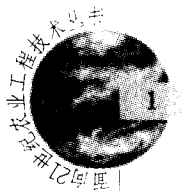
概 述

一、核农业工程技术的发展与成就

(一) 核农业工程技术的基本概念与特点

1. 核农业工程技术的基本概念 核农业工程技术是在核技术农业应用的基础上逐步发展起来的一门科学技术，它是原子核科学技术与农业科学技术相互结合形成的交叉性科学技术。它涉及的对象有：核素、核辐射与生物。它是研究探索核素、核辐射与相应核技术在农业科学和农业生产中应用及其理论基础的科学。概括地说，核农业工程技术是以核物理学（辐射技术与核探测仪器及方法）和核化学（核素与制剂）为研究手段，以生命物质和生命活动为研究对象。所以，核农业工程技术的研究内容不仅涉及到原子核科学和农业科学的理论知识和实际技能，而且还涉及到其他许多学科，如数学、物理学、化学、生物学、电子学，以及辐射剂量学、辐射防护学和放射性检测技术等各方面的基础知识和技术。

原子核科学技术按其技术结构讲，可分为基础核技术和应用核技术。基础核技术包括：核素资源的勘探、开采和加工；核燃料的分离和浓缩，元件制造和后处理；核反应堆和粒子加速器；核辐射探测和同位素的制备，以及放射性



“三废”的处理等。应用核技术，实质上是基础核技术的延伸和发展，其应用分军用核技术和民用核技术两个方面。军用核技术主要指核武器和核动力舰艇，以及其他军用设施的制备和使用；民用核技术主要指核动力发电和同位素与核辐射技术的应用。

通常我们讲的核技术农业应用，主要是同位素与核辐射技术的应用，而同位素与核辐射技术只是核技术的一部分。就核技术农业应用的实质来讲，主要是利用核素的特性，即放射性核素衰变和稳定性核素质量差异的信息表达，通过核物理仪器仪表的探测和核化学分析以获取信息，从而阐明自然界宏观与微观的物质运动和变化规律，揭示农业科学和农业生产中的奥秘，以及利用核辐射与物质相互作用所产生的物理学、化学和生物学效应，对生命物质进行改造，创造生物新品种（新种质），刺激生物生长，杀虫灭菌，利用和保护自然资源等。

同位素与核辐射技术是核农业工程技术在农业上应用的两大方面。但是，这两大方面的研究内容及其基础理论和应用的领域都有比较大的差别。

（1）同位素示踪技术应用：它是利用同位素作为示踪剂（标记原子或标记化合物）提供研究对象的科学信息。也就是说，利用同位素作为示踪剂，研究被追踪物质在动植物体内和农业生产环境中的分布、运转规律，揭示农业科学和农业生产中的奥秘。

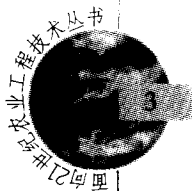
同位素示踪技术在农业上应用十分广泛，主要有土壤学、植物营养及施肥、植物栽培学、动物养殖学、农业昆虫学、植物病理学、环境科学及分子生物学等。由于同位素示踪具有较高的灵敏度和准确度，特别是在活体的定性、定量研究及分析中具有突出的特点，同位素示踪已成为探索生命奥秘、阐明物质运动规律的极为有效的研究方法。它在生命科学研究中起着重要的作用，是研究生命活动不可缺少的工

具，也是研究与治理环境污染、研究家畜和家禽生殖生理、进行疾病诊断以及检测农畜产品中有毒有害物质的重要手段。

(2) 核辐射技术应用：是将核素作为辐射源，利用射线与物质相互作用所产生的多种效应，对生命物质进行改造，创造新的生物资源，刺激生物增产，杀虫灭菌及农副产品和食品贮藏保鲜等。

核辐射技术在农业上的应用，主要有辐射育种、辐射不育防治害虫、低剂量辐照刺激生物生长、农副产品辐照加工和食品贮藏保鲜等。就是利用射线辐照生物，引起生物体的染色体和基因突变，从产生的突变中选择、培育出优良突变新种质和新品种；利用昆虫具有寻找配偶、交尾繁殖后代的本能，对昆虫进行辐照处理，使其产生不育或半不育，达到控制或消灭害虫的目的；利用射线穿透力较强的特点，经辐照的食品能够彻底杀虫灭菌，消灭腐败和致病微生物，抑制农产品的某些生理活动，延长食品的保藏期和鲜度；利用低剂量辐射效应，促进植物种子的萌发和出苗，提高蚕、鱼和虾的孵化率与成活率，促进生长，增强抗逆性，增加产量，改善品质。

综上所述，核农业工程技术中的同位素与核辐射技术在农业上的应用范围十分广泛，已渗透到农、林、牧、副、渔各个方面，并贯穿于农业生产全过程。这项技术已成为当前研究生命活动不可缺少和难以替代的重要手段，也是改造、革新传统农业，促进农业现代化的重要科学技术。核农业工程技术的研究成果有的直接促进增产和改善品质，有的减轻或避免自然灾害所造成的损失，有的则为节约能源开辟出新的途径等。毫无疑问，这项技术的进一步发展，对于更有效地利用和保护地球上人类赖以生存的有限生物资源，并不断地发掘、创造新的生物资源，以满足人类日益增长的物质需要，具有重要的现实意义。



2. 核农业工程技术的特点

(1) 技术功能强：核农业工程技术具有获取信息、改造物质（或材料改性）和节约能源（或用作能源）的特点。核农业工程技术中，同位素示踪法是获取科学信息、揭示自然奥秘、阐明物质运动规律极为有效的手段和方法。这项技术的优势是可在不破坏客体的完整、分析和测定其内在的问题，同时它能达到其他技术难以达到的超微量分析水平，解决其他技术难以解决的问题。大家知道，显微镜技术的发明与应用，揭示了物质微观结构的奥秘。但是，显微镜技术只能进入静态的微观世界，而同位素示踪技术的开发与应用，使人们可以探索有机体内物质的转移与代谢的实质，真实地显示出物质运动的内在规律。例如，有关物质的微观结构与超微量成分，以及生命科学中细胞分子生物学行为信息，目前都可以或只有通过同位素示踪技术灵敏而准确地加以收集和测定。这就把人类的视野从宏观推向微观，从静态发展到动态，从而对整个现代科学技术产生深远的影响。核农业工程技术中核辐射应用就是利用其电离辐射作用于有机体而产生多种生物学效应，有效地对物质进行改造。如经辐照处理的植物，可得到自然界和其他育种方法难以得到的各种突变类型，辐射诱发的突变率比自然突变率要高出几百倍，甚至上千倍。利用放射性同位素的衰变产生的放射衰变能，可以直接用于制作放射性同位素电池或热源。这是一种特殊形式的能源，目前已用于空间开发、海洋工程或极地考察等。又如利用核反应堆或核电站的余热增高养鱼池的水温，提高苗圃土壤和温室的温度，有利于鱼苗和苗木或农作物生长。同时，电离辐射还是一种高效的加工手段，可实现多种无公害、省能源的新工艺，可从根本上降低能耗。核农业工程技术中同位素与核辐射应用的这些功能具有极大的应用价值。

(2) 应用领域广：核农业工程技术是一项普遍而广泛应用的实用技术，它在农业上应用的广泛性，是由农业科学

研究对象的复杂性和农业生产的应用范围极广所决定的。从应用总体上而言,它贯穿于农业生产的全过程,即从勘探、开发、利用自然资源,到研究阐明生物有机体的生长发育、物质代谢,农用化学物质(肥料、农药、生长刺激剂等)在农业生产系统中的运转、迁移、降解与治理,以及农业生产中土壤改良、耕作制度革新、防治植物病虫害和动物疾病,畜牧业生产中饲料配方与草场管理,以及农业科学一些基础性和规律性研究等诸多方面。例如,利用磷-32 (^{32}P) 和氮-15 (^{15}N) 示踪法研究提出不同土壤类型的最佳肥料配方和施用方法,这对建立新的植物营养理论和为经济使用肥料提供了重要的科学依据。又如,利用放射性同位素 ^{32}P 或氢-3 (^3H) 进行的 DNA 和 RNA 探针的标记及其分子杂交技术对发展 DNA 重组及基因工程起了重要作用。1982 年我国成功合成的世界上第一个具有生物活性的核糖核酸,就是利用同位素示踪法证实的。目前,同位素示踪法已成为基因工程中的一项常规分析鉴定技术。

(3) 技术依存性强:核农业工程技术是一门综合性高技术,它具有知识和技术密集的特点,它的发展除了需要有一定社会经济条件外,还要有相关技术的同步发展和支撑。核农业工程技术既是农业基础科学中的一个分支学科,也是核科学技术的组成部分,是核科学技术的外延和发展,它与农业基础科学和核科学技术的许多分支学科有着紧密的联系。以同位素与核辐射技术为研究手段的核农业工程技术的进步与发展,要依赖于农业科学和农业生产以及核科学技术和核工业的进步与发展。农业生产的全面发展与农业科学技术的进步,有力地促进核农业工程技术应用领域的进一步拓展,即由早期仅限于农作物辐射育种、低剂量辐照刺激生物增产和同位素示踪技术在土壤肥料、栽培生理和植物保护等少数领域,进而拓展到农、林、牧、副、渔大农业的各个领域。特别是农业环境生态学和分子生物学的发展,以及农业

生物技术的崛起，极大地促进核农业工程技术应用向宏观和微观等领域拓展。核工业和核科学技术的发展为核农业工程技术应用提供新的核素及其标记化合物，新的辐射源与核探测仪器仪表等，构成了核农业工程技术应用研究与开发的物质基础。在核农业工程技术的发展过程中，不断引进、吸收核科学技术与方法，为核农业工程技术理论与实践的进一步发展提供了更多的实验技术和手段，从而促使核农业工程技术应用不断地向纵深发展。农业科学和农业生产的发展，以及生命科学中细胞水平和分子水平的生物学行为信息的研究，也促使核科学技术进一步提供更为灵敏、更为精细的研究手段和实验技术，不断提高核农业工程技术农业应用的水平。

当然，核农业工程技术的发展，也反过来促进农业科学和其他相关学科的发展。例如，应用辐射诱变，为作物遗传育种提供许多在生产上和学术研究上有价值的试验结果和突变新种质、新品种；利用放射免疫分析技术，为家畜早期妊娠和功能性疾病的诊断提供简单而有效的手段；农业生态环境与污染物质的环境安全性评价，以及生物与环境间的相互关系探讨，核农业工程技术提供了独特而有效的方法；应用同位素作标记，成为生物技术中研究 DNA 的突变、重组、扩增、转移和表达，以及分子杂交、基因定位、基因连锁图绘制等的重要研究手段。

可见，核农业工程技术与农业科学和核科学技术的相关学科之间有着非常紧密的联系，它们之间的相互渗透、相互融合、相互支撑将会越来越密切，核农业工程技术与有关科学技术的相互发展必将会产生更为深远的影响。

(4) 经济效益好：核农业工程技术属“轻型结构”技术，一般而言，工程规模不大，投资较少，投资回收较快，易于在短期内取得经济效益。下面就几个方面作一简要介绍：