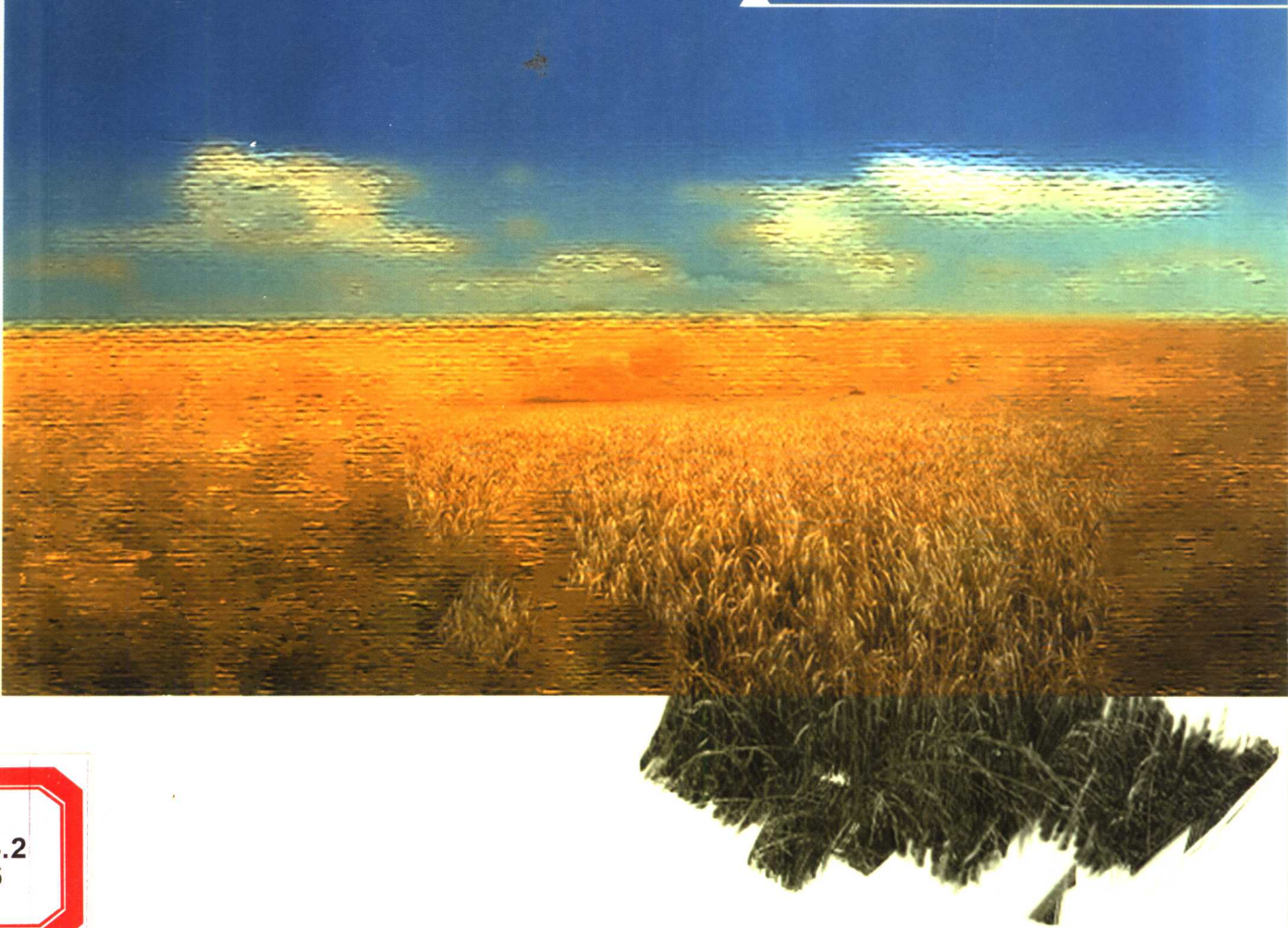


农业资源高效利用与管理技术丛书

农业资源高效利用新技术 应用前景与技术对策

▲ 叶志华 刘国栋 钱永忠/主编



.2

 科学出版社
www.sciencep.com

农业资源高效利用与管理技术丛书

农业资源高效利用新技术 应用前景与技术对策

叶志华 刘国栋 钱永忠 主编

国家“九五”重点科技攻关项目成果

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是《农业资源高效利用与管理技术丛书》之一,它以国家“九五”重点科技攻关研究课题“农业资源高效利用中新技术应用前景与技术对策研究”的最新成果为基础,从农业可持续发展的角度论述资源科学问题,充分地反映该研究方向的新思想、新观点和新动态。本书重点论述了主要农业资源保护与开发利用的现状和问题,分析了农业资源高效利用新技术的应用前景,详细介绍了我国农业水资源、草山草坡资源、肥料资源、饲料资源、农业气候资源及减灾生物资源等高效利用的技术对策和技术创新组合方案。

本书可作为农业资源领域的管理干部,科研、教学单位的专业技术人员以及大专院校的学生必备的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

农业资源高效利用新技术应用前景与技术对策/叶志华,刘国栋,钱永忠主编. —北京:科学出版社,2002

(农业资源高效利用与管理技术丛书)

ISBN 7-03-010147-2

I. 农… II. ①叶…②刘…③钱… III. 新技术应用-农业资源-资源利用-研究-中国 IV. F323.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 008924 号

责任编辑:朱海燕 杨 红/责任校对:陈玉凤

责任印制:刘秀平/封面设计:高海英

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2002年9月第一次印刷 印张:20 3/4

印数:1-1 500 字数:467 000

定价:56.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

项目编号:96-013

项目名称:农业资源高效利用与管理技术

项目组织部门:中国科学院、农业部、水利部、国家林业局

项目专家委员会

主任 石玉林

委员 刘昌明 徐乾清 许越先 胡鞍钢 马晓河
陈建伟

项目总体技术组

组长 封志明

副组长 李 飞

成员 鲁 奇 陈百明 叶志华 齐文虎 谢高地
刘爱民

项目成果编辑委员会

主任 封志明

副主任 李 飞 刘 健

成员 鲁 奇 陈百明 叶志华 齐文虎 谢高地
刘爱民

《农业资源高效利用新技术应用前景与技术对策》编委会

主 编 叶志华 刘国栋 钱永忠

编 委 陈尔东 裴源生 曾希柏 王少南

陈 璐 蒋卫杰 陶 陶

序

农业是国民经济的基础,农业自然资源则是农业乃至人类社会得以生存和发展的物质基础和根本保证。中国农业自然资源绝对量大,人均相对量少,特别是耕地紧张,水资源不足,已成为中国农业持续发展的重要限制性因素。到21世纪20~30年代,中国的人口将达到15亿~16亿人,人均耕地占有量和人均淡水占有量可能较目前分别减少1/4和1/5强,中国的人口与资源矛盾将进一步加剧。一方面,要靠大规模地投入新的资源,尤其是自然资源来缓解这一矛盾是很不现实的。另一方面,中国农业资源利用效率低下,浪费严重。据研究,由于经营粗放,中国平均光能利用率在0.5%以下。土地资源多占少用,耕地每年都以 $270 \times 10^3 \sim 400 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 的速度递减。中国耕地复种指数仅158%左右,可望提高到160%以上,复种指数每增加1%,相当于扩大种植面积 $1.33 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 。由于灌溉技术及管理落后,中国农田灌溉水的有效利用率只有30%~40%,而先进国家已达50%~70%。由于肥料施用比例失调等原因,中国化肥利用率仅36%,氮肥损失率达70%~80%,效益低下,浪费严重。对有限的资源而言,只能提高资源利用效率,走农业资源节约、高效、可持续利用的道路。

农业资源是一个相互联系、彼此依存的耦合系统。只有调节好农业资源系统内部的土-水-肥-气与植物生长的关系,使之处于最佳状态,才能最大限度地挖掘资源系统内在的潜力,充分发挥农业资源效益,减少外部资源的投入,获得少投入高产出的效果,从微观上实现优质、高产、低耗、高效的目标。农业资源的分布具有严格的区域性,不同的资源结构适合于不同的生物生产,选择最适宜地区发展农业生产,才能发挥资源的区域优势,实现资源的区域优化配置,达到宏观上农业资源高效利用的目的。因此,我们必须从宏观与微观两方面研究中国农业资源的高效利用问题。在宏观方面,适应经济体制改革,以社会主义市场经济为导向,从农业资源结构分析入手,着重研究中国不同农业生态区的农业资源优化配置与合理布局,以实现农业生产的区域化、专门化和产业化;同时应用现代科学理论与技术进行中国不同时期的农业资源综合生产能力与人口承载能力的研究,协调人口、资源、环境与发展(PRED)之间的关系。在微观方面,要在宏观指导下,按不同类型区进行以节地、节水、节肥、节粮(节饲)、节本为重点的系统诊断—优化配方—技术组装—科学管理的综合研究,以期探索出一系列不同类型的农业资源高效利用优化模式与工程实施的技术方案;同时,对新技术在农业资源高效利用中的前景与技术政策进行探讨,并研究与此相适应的现代科学管理体系,以使这些成果不仅可以为高层决策、资源管理和资源高效利用提供决策依据,而且可以为基层农业生产提供理论支持和技术支撑,以使中国在资源有限而紧缺的情况下能够满足或基本

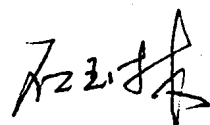
满足人口增长和消费扩张对农、林、畜、禽及水产品的双重需求,以缓解人口、食物和资源的矛盾,实现中国农业的可持续发展。为此,国家科技部在“九五”期间专门立项研究“农业资源高效利用与管理技术”问题。

“农业资源高效利用与管理技术”项目(96-013),包括中国农业资源态势分析、优化配置与合理布局,中国农业资源综合生产能力与人口承载力,不同类型区农业资源高效利用的优化模式与技术体系的集成,农业资源高效利用中的新技术应用前景与政策分析和高效利用农业资源的管理技术5个专题。先后有10多个单位的100多位科技工作者参加了该项研究。经过5年的科技攻关,项目组共完成研究报告40多篇,公开发表论文70多篇,圆满完成了国家攻关任务,于2000年12月27日顺利通过了国家科技部组织的项目验收。

该项研究首先把理论探讨与实际应用相结合,建立了农业资源高效利用评价的理论与方法;构建了可以实际应用的农业资源利用效率评价的指标体系与评价模型;提出了农业生态区划的原则、依据与指标体系;首次编制了中国农业生态区划方案;建立了农业资源高效利用决策支持系统,实际应用于县级农业资源管理部门;提出了农业资源综合生产能力与人口承载能力系统评估的理论与方法,并实际应用于中国研究,取得了一系列合理结论,在农业资源高效利用研究的理论与方法方面取得了一定突破。其次把全国宏观研究与分区研究相结合,系统分析了中国的农业资源态势和发展前景,研究了不同生态区农业资源宏观配置模式,提出了以县为单元的商品粮基地建设构想;综合评估了中国不同时期、不同生态区的农业资源综合生产能力和人口承载能力;相关结论和建议针对性强,对提高中国农业资源综合利用效率具有重要的科学价值。再次把技术创新组合和发展战略研究相结合,研究提出了适宜不同类型区的14种农业资源高效利用优化模式与技术体系集成方案和21项节水、节地、节肥、节粮、节本的高效利用农业资源的技术创新组合方案,有些已得到实地应用,具有一定的推广应用价值;总结提出的充分挖掘耕地和非耕地资源生产潜力、藏粮于土、提高农业资源综合生产能力,以水土资源为核心的农业资源高效利用战略和农业资源高效利用新技术的应用前景与政策建议,对国家和地区进行农业资源高效利用与制定区域可持续发展战略具有参考价值。

为全面反映项目研究成果,总体技术组决定出版《农业资源高效利用与管理技术丛书》。我支持该丛书的出版,一方面希望研究成果能为我国的农业资源高效利用发挥积极作用,另一方面希望项目组同志以此为基础,再接再厉,争取更大的成绩。

中国工程院院士
项目专家委员会主任



2001年3月16日

前 言

农业资源的有效保护、有序开发和高效利用,是农业可持续发展的重要物质基础和基本前提。我国人口众多,农业资源的人均占有量相对不足,积极地研究和制定农业资源合理高效利用的技术对策,对于改变我国农业经济的增长方式,建设资源节约型农业,最大限度地降低农业单位产出的资源消耗量,确保农业长远发展和持续增长的资源基础,均具有十分重要的战略意义。

为加速推进我国农业资源的合理高效利用和农业可持续发展,原国家科学技术委员会农村科技司在“九五”国家农业科技攻关计划中设立了“农业资源高效利用与管理技术”研究项目,组织专门的科研力量对我国农业资源的保护、开发、利用及综合管理中的一系列重大科学技术和政策问题进行攻关研究。“农业资源高效利用中新技术应用前景与技术对策研究”是该攻关项目中的一个研究专题,由中国农业科学院科技管理局主持,由中国农业科学院的农业自然资源和农业区划研究所、蔬菜花卉研究所、农田灌溉研究所、饲料研究所和中国水利水电科学研究院的水资源研究所以及湖北省农业科学院的植物保护研究所等单位共同承担。经项目专家委员会反复论证,该专题确定以农业资源高效利用中新技术应用前景和技术政策研究为主题,以研究提出节水、节地、节肥、节粮、节本的高效利用农业资源的技术创新组合方案为目标,以农业资源利用的技术现状评估、新技术应用前景分析、资源高效利用的技术对策和提高资源利用率的技术创新组合方案为重点,分别设置了农业水资源开发利用问题及其解决对策、红黄壤地区草山草坡资源综合开发与高效利用技术对策、肥料资源高效利用及新辟肥源的技术对策、饲料资源开发与提高饲料转化率的技术对策、发展设施农业提高资源利用率的技术对策、农业减灾生物资源利用技术对策、农业资源高效利用技术政策等7个子专题开展研究工作。经过专题组全体研究人员的共同努力,各子专题均按时完成了合同规定的计划任务,分别研究提出了农业水资源技术创新组合方案4项,草山草坡资源开发利用创新组合方案5项,肥料资源高效利用及新辟肥源的技术创新方案5项,提高饲料转化率的技术创新组合方案3项,发展设施农业提高水土气候资源利用率、降低生产成本的技术创新组合方案4项。整个专题共研究提出节水、节地、节肥、节粮、节本的高效利用农业资源的技术创新组合方案21项;提出研究报告11份,其中已有4份报告由国家科学技术部印发;公开发表论文10篇,出版专著1部。

本书是上述“农业资源高效利用中新技术应用前景与技术对策研究”专题研究成果的结晶。为了总结工作,交流经验,便于不同领域的专家和同行参考,本书基本上保持了各子专题研究报告的格局,每个子专题形成一章;在此基础上,进一步收集有关农业和农业资源利用的最新研究资料与成果,再综合提炼撰写了第一章,共8章。其中第一章由叶志华负责;第二章由裴源生负责;第三章由刘国栋负责;第四章由曾希柏负责;第五章由陈璐负责;第六章由王少南负责;第七章由蒋卫杰负责;第八章由陈尔东负责。

各章主要执笔人员如下:

- 第一章 叶志华,钱永忠;
- 第二章 裴源生,李原园,叶志华;
- 第三章 刘国栋,曾希柏,徐明岗,薛立群;
- 第四章 曾希柏,胡学玉,胡清秀,赵林萍;
- 第五章 陈璐,马书宇,吴子林;
- 第六章 王少南,喻大昭,叶志华;
- 第七章 蒋卫杰,屈冬玉;
- 第八章 陈尔东,陶陶,尹昌斌,唐华俊。

此外,还有李英能、沈振荣、吴景社、王浩、谢新民、于福亮、苍荣、杨俐苹、张九泉、张志斌、王耀林、穆鼎、李天来、姚斌、林小泉、丁强、王必勇等参加了有关子专题的部分调研工作,张应禄、刘佳参与了部分资源数据计算、资料整理及文字、图表处理工作。

全书由叶志华、刘国栋、钱永忠统编,最后由叶志华审核定稿。

编 者

目 录

序

前言

第一章 综述	(1)
第一节 研究任务与目标	(1)
第二节 研究进展概述	(4)
一、主要研究进展	(4)
二、研究成果及其应用前景	(6)
三、专题计划和设置的后评估	(7)
主要参考文献	(7)
第二章 中国农业可持续发展的水问题及其对策	(8)
第一节 我国农业可持续发展对水的依赖性	(8)
一、旱涝灾害困扰着中国农业可持续发展	(8)
二、水利建设是我国农业可持续发展的主导因素	(9)
第二节 中国农业持续发展的水危机	(12)
一、干旱缺水的历史回顾和自然背景	(12)
二、水危机对我国农业和国民经济发展的制约	(13)
三、中国 21 世纪水危机分析	(15)
四、水危机对农业持续发展影响预测	(20)
第三节 解决我国农业用水危机的基本出路	(21)
第四节 农业可持续发展的水资源高效开发利用措施	(24)
一、加大多种水源的综合开发利用力度	(24)
二、大力发展农业高效用水	(30)
三、改善与保护农业生态环境	(36)
四、加强管理,实现水资源合理高效利用	(38)
五、进一步开展科学研究,强化系列产品开发	(40)
第五节 农业高效用水技术创新组合方案	(41)
一、西北灌溉农业区农业高效用水创新组合方案	(41)
二、黄土高原旱作区农业高效用水创新组合方案	(45)
三、北方井、渠灌区农业高效用水创新组合方案	(50)
四、南方水稻区农业高效用水创新组合方案	(55)
五、创新组合方案总体结论	(60)
第六节 结论与对策建议	(61)

一、中国农业持续发展的水危机迫在眉睫·····	(61)
二、解决中国农业水危机的对策·····	(62)
主要参考文献·····	(62)
第三章 红黄壤地区草山草坡资源高效利用技术对策研究 ·····	(63)
第一节 南方红壤地区农业自然资源状况·····	(63)
一、光资源状况·····	(63)
二、水资源状况·····	(65)
三、热量资源状况·····	(67)
四、土地资源状况·····	(67)
第二节 南方草山草坡资源利用现状·····	(68)
一、草山草坡资源的分布及其特点·····	(69)
二、南方草山草坡的主要类型·····	(70)
三、南方草山草坡的利用现状·····	(71)
四、南方草山草坡的开发利用潜力·····	(72)
五、开发利用成就·····	(73)
六、草山草坡开发利用实例·····	(74)
七、草山草坡资源开发利用存在的主要问题·····	(75)
第三节 红黄壤地区草山草坡资源高效利用前景·····	(91)
一、促进地方经济发展和农民致富·····	(91)
二、改善生态环境·····	(92)
三、缓解人畜争粮矛盾·····	(92)
四、促进优势资源的高效开发·····	(93)
五、确保地方的食物安全·····	(93)
六、转移剩余劳动力·····	(94)
七、推动科学技术的普及与推广·····	(94)
第四节 南方草山草坡资源开发利用对策·····	(96)
一、区域资源开发对策·····	(96)
二、草山草坡开发利用中的资源配置对策·····	(104)
第五节 南方草山草坡资源高效利用技术创新组合方案·····	(107)
一、基本技术对策·····	(107)
二、技术创新组合方案·····	(110)
三、实施草山草坡资源高效利用工程的建议·····	(113)
主要参考文献·····	(114)
第四章 肥料资源高效利用及新辟肥源的技术对策 ·····	(116)
第一节 化肥资源的利用现状分析·····	(116)
一、化肥生产现状分析·····	(116)
二、我国化肥的施用现状分析·····	(117)
三、我国不同地区化肥施用状况·····	(119)

四、我国不同地区单位化肥的粮食生产量	(120)
五、我国不同地区化肥利用率比较	(120)
六、我国不同地区化肥施用的增长趋势	(123)
七、不同地区单位面积的粮食生产量比较	(123)
八、我国不同地区单位面积的粮食生产潜力	(124)
九、我国不同地区单位化肥施用量的粮食增产潜力	(125)
十、化肥利用率的计算及其结果分析	(126)
第二节 生物肥料资源及其利用现状	(127)
一、生物肥料资源状况	(128)
二、生物肥料资源开发利用现状	(130)
三、生物肥料资源利用中存在的主要问题	(131)
第三节 可开发利用的肥料资源	(132)
一、豆科作物秸秆	(133)
二、食用菌下脚料(菇渣)	(133)
三、集约化养殖场畜禽粪便	(134)
四、泥炭	(135)
五、微生物肥料	(135)
第四节 肥料资源高效利用的技术组合模式	(135)
一、稻—菇综合利用模式	(136)
二、粮—豆科轮作(豆科作物还田)模式	(136)
三、作物—食用菌—禽(畜)循环模式	(137)
四、秸秆—化肥(氮肥)堆沤还田模式	(138)
五、化肥—生物肥配合施用模式	(138)
第五节 主要结论与对策建议	(139)
一、主要结论	(139)
二、对策建议	(140)
主要参考文献	(142)
第五章 饲料资源开发与提高饲料转化率的技术对策	(144)
第一节 饲料及饲料添加剂开发利用现状	(144)
一、饲料资源及开发利用现状	(144)
二、饲料添加剂的发展现状	(156)
第二节 饲料资源及饲料添加剂开发利用技术现状	(158)
一、化学、物理处理技术	(159)
二、生物技术在饲料原料加工调剂中的应用	(160)
三、化学工程技术	(164)
第三节 饲料资源开发与提高转化率存在的技术难题与差距	(165)
一、饲料添加剂品种少、生产工艺落后	(166)
二、新产品应用的基础研究薄弱	(166)

三、系列化产品或产品的综合开发不足	(166)
四、应用现代科学技术改造传统产品和工艺不够	(167)
五、DNA 重组技术用于饲料资源的改造差距较大	(167)
第四节 饲料资源开发利用的技术对策	(167)
一、资源开发的技术对策	(167)
二、提高饲料转化率的技术方案	(169)
主要参考文献	(184)
第六章 农业减灾生物资源高效利用技术对策	(186)
第一节 气象灾害和生物灾害对农业生产的影响与危害	(186)
第二节 开发生物资源减轻农业灾害的有效途径	(188)
一、农业减灾生物资源的多样性	(188)
二、开发利用生物资源减轻农业灾害的途径	(189)
第三节 减灾生物资源开发利用对策	(195)
一、加强有害生物基础研究	(195)
二、利用生物资源减灾	(195)
三、建立生态调控技术体系	(196)
四、采用生物技术创造新的抗灾种质资源	(196)
五、推进农业减灾生物资源产业化	(196)
六、建立生物资源减灾生态示范区	(197)
主要参考文献	(197)
第七章 提高资源利用率的设施农业技术对策	(199)
第一节 发达国家设施园艺发展动态与成功经验	(199)
一、日本	(199)
二、荷兰	(201)
三、美国	(205)
四、以色列	(206)
五、发达国家温室产业发展的主要原因	(207)
第二节 我国资源高效利用型设施农业发展现状的评估	(208)
一、我国设施园艺发展现状	(208)
二、我国设施园艺发展趋势	(208)
三、我国设施园艺快速发展的原因	(210)
四、我国设施园艺的经济效益	(210)
五、我国设施园艺存在的问题	(211)
第三节 设施园艺技术创新组合方案	(212)
一、日光温室综合农业措施创新与组合	(212)
二、东南沿海地区设施园艺技术创新与组合	(216)
三、设施水产综合养殖技术的创新组合	(216)
四、温室番茄有机无土栽培技术创新组合	(219)

五、高寒地区日光温室黄瓜高产稳产栽培技术创新组合	(224)
第四节 发展设施栽培技术的对策建议	(231)
一、研究开发现代化温室	(231)
二、研究开发现代化温室园艺系统工程技术	(232)
三、建立温室园艺产品生产技术管理专家系统	(232)
四、确定温室重点发展区域	(232)
五、大力推广现代设施栽培技术	(232)
六、大力发展现代温室产业	(234)
七、扶持和组建农户产销合作社	(234)
八、提高设施园艺产品的出口创汇能力	(234)
九、组建国家设施园艺技术创新中心	(234)
主要参考文献	(237)
第八章 农业资源高效利用技术政策体系	(238)
第一节 我国农业资源高效利用技术概况	(238)
一、农业资源高效利用技术的基本构成	(238)
二、全球农业科技的热点与重点	(242)
三、我国农业资源高效利用技术概况	(245)
第二节 主要农业资源高效利用技术和技术政策	(252)
一、农业水资源利用技术	(252)
二、北方草地资源利用技术	(259)
三、适应全球气候变暖的农业生产技术	(264)
四、设施农业技术	(272)
五、旱作农业技术	(276)
六、冬麦北移技术	(281)
七、南方冬季种植技术	(284)
八、农业废弃物的高效处理利用技术	(287)
九、高效复合农业技术	(293)
第三节 农业资源高效利用技术政策体系	(297)
一、加强农业资源综合法制体系建设	(297)
二、加速农业自然资源资产化管理进程	(303)
三、制订加入世界贸易组织(WTO)的农业对策	(309)
主要参考文献	(315)

第一章 综 述

高效利用农业资源、建设资源节约型农业,是我国农业可持续发展战略的基本组成部分。要实现农业资源的高效利用,一要靠技术创新与突破,二要靠正确的政策引导,三要靠良好的市场环境。而技术市场的健康发育又依赖于法规的约束和政策的引导。从根本上讲,技术上的不断创新和良好的政策环境是农业资源高效利用的重要保证。

随着我国农业科技事业的发展和进步,农业资源高效利用研究方面近年来取得了许多新的进展,开发出一批具有实用价值的新技术,并在一定范围内推广应用,促进了农业资源有效利用率的提高和现有资源优势及潜能的发挥,促进了农业生产的发展。但是,我国农业目前还是以传统技术为主体的劳动密集型产业,农民科技文化素质低,基层农业技术推广人员紧缺,科技进步对农业生产的贡献率远远低于发达国家。在农业资源利用方面,我国灌溉水有效利用率仅 30%~40%,化肥有效利用率不到 30%。结果是,一方面人均资源奇缺,另一方面资源浪费严重。因此,结合我国实际对已有的农业资源高效利用新技术及时地进行分析 and 评估,对于优先选择和应用适宜的资源利用技术、制定相应的配套技术政策,均是十分重要和必要的。

第一节 研究任务与目标

随着全球性的人口-资源-食物矛盾的加剧和新技术革命浪潮的冲击,科学技术进步在协调三者矛盾方面发挥着越来越重要的作用。当前,世界上许多国家都在积极调整农业资源政策,研究、引进和应用现代先进的资源节约型农业新技术,不断提高农业资源的自给能力和应变能力,以推动农业资源的可持续利用,促进农业生产和农业经济的可持续发展。

我国人口众多,人均农业资源占有量相对不足。全国人均占有耕地已从 1996 年的 0.106hm^2 下降到 2000 年的 0.101hm^2 ,多数省份人均耕地不足 0.1hm^2 。人均水资源的状况也非常严峻。按我国多年平均水资源总量 28 124 亿 m^3 计,2000 年我国人均水资源量占有仅为 $2\,170\text{m}^3$,不足世界平均值的四分之一^[1,2]。我国的粮食总产量近 20 年来虽然稳步增长,但人均粮食占有量却有所减少。从 1984 年到 1994 年,粮食人均占有量由 393kg 下降到 373kg;从 1995 年到 1999 年,粮食人均占有量有所增加,连续 4 年达到或超过 390kg 的水平^[3]。但是,2000 年我国农业遭受大面积的严重旱灾,全国粮食总产量较上一年度下降 9%,人均粮食占有量则下降至 357kg^①。由于人口不断增加,加上人民生活改善对粮食转化产品需求的增加,要长期保持全国人民小康生活所需的人均 400kg 的粮食消费水平,我国粮食生产以及农业生产整体发展的任务均十分艰巨。而且在今后相

① 按国家统计局公布 2000 年全国粮食总产量 4.625 亿 t 和第五次全国人口普查结果 129 533 万人折算。

当长的时期内,我国人增地减的矛盾不可能逆转,人民生活和经济发展对农产品的消费需求的增长不可能逆转,农业生产所面临的压力越来越大。

根据人口学家预测,2030年我国人口总数将达到16亿的峰值^[4]。如按人均保证400kg粮食计算,届时粮食总产量将要求达到6.4亿t。这就要求从2000年到2030年,粮食的平均单产水平要提高1500kg/hm²,意味着粮食单产水平必须以年均1.1%的速度递增。实际上,我国的耕地面积正以年均40万hm²左右的速度递减,农业用水量也呈逐年减少的趋势,到2030年要实现粮食总产6.4亿t的目标,届时的播种面积单产要比目前增长近50%。这是一个相当高的要求。可以肯定地说,没有农业科技的重大突破和大规模应用,没有农业资源的高效利用,这一目标将难以实现。

同时,还必须清醒地看到,养活未来16亿中国人口,绝不能寄希望于国际市场或其他国家,只能依靠中国人自己解决。并且我国农业的发展也不能走依靠大量消耗资源的粗放经营的路子,而必须依靠科技进步,走集约化经营和产业化经营的路子,改变农业经济的增长方式,建设资源节约型农业,最大限度地降低单位产出的农业资源消耗量,提高土地产出率和劳动生产率,提高农业资源的有效利用率和社会经济支撑能力,确保农业持续增长的资源基础和环境条件,提高农产品的产量和质量。

近10多年来,我国农业科技领域共取得各类成果2万多项,其中已推广应用的成果约6000余项,农业增产中的科技贡献率已由20%~25%提高到35%左右,农业科技的进步促进了农业生产的发展。在尚未大面积推广应用的科技成果中,有很大一部分属于资源高效利用型、资源节约型或新资源开发型的新技术、新工艺、新产品,只要采取适当的对策,创造一定的条件,加大科普宣传和组织推广力度,这些科技成果也将会在生产上被广泛的应用,迅速地发挥作用。但是,这些新技术、新工艺、新产品推广应用的基本前提是对可能的应用前景和潜力进行综合分析和系统评估,并提出相应的技术对策。

“九五”初期,国家科技攻关计划在农业领域设立了一个重点攻关项目,组织多学科的力量开展农业资源高效利用与管理技术研究,并设立了“农业资源高效利用中新技术应用前景和技术政策研究”专题。根据项目计划的总体安排,农业资源高效利用中新技术应用前景和技术政策研究专题包括两个研究重点:一是资源高效利用中新技术的应用前景分析;二是农业资源高效利用技术政策体系研究。前者以新技术(新方法、新工艺、新设备等)为研究对象,开展技术的先进性评价、适应性及选择性分析、推广应用的市场需求及综合效益预测等方面的研究;后者以提出促进资源节约型农业持续发展的技术政策体系为主攻目标,在对农业资源有偿使用的可行性及农业资源使用者各方的权利和义务进行系统分析的基础上,开展农业资源有效保护、有序开发及高效利用的技术政策和管理体系研究。按照攻关项目确定的总体目标,该研究专题的主要任务是提供10~15项节地、节水、节肥、节粮、节本的高效利用农业资源的技术创新组合方案,为下世纪农业技术的更新作准备。很显然,该研究专题既要研究耕地、水肥等农业资源利用技术问题,又需研究节约粮食(主要是饲料粮)和节约农业生产成本等方面的技术问题;既要提供农业资源高效利用中新技术应用前景分析及技术政策建议报告,还需提出10~15项农业资源高效利用的技术创新组合方案。

为了把上述考核目标落到实处,“农业资源高效利用中新技术应用前景和技术政策研究”专题在计划任务分解的过程中,本着专项研究与综合研究相结合以专项研究为主,技

技术创新组合方案研究与技术政策体系研究相结合以技术创新组合方案研究为主的原则,将专题研究任务分解为7个子专题,其中单项技术研究设6个子专题,重点是提供技术创新组合方案;综合研究设1个子专题,重点研究技术政策体系。各子专题的研究题目、重点任务及考核指标如下:

(1) 中国农业水资源开发利用问题及其解决对策研究。在收集整理我国水土资源和农业用水基础数据的基础上,综合分析中国水资源的数量、质量及其分布规律,系统分析我国农业发展的水资源开发利用现状及其发展态势,研究提出农业水资源的开源、节流与高效合理利用的技术对策和“增水、集水、保水、高效用水”的工程技术创新组合方案,并为国家启动实施农业高效用水重大科技工程项目提供技术对策建议和立项背景报告。

(2) 红黄壤地区草山草坡资源综合开发与高效利用技术对策研究。针对全国草山草坡资源的综合开发与合理高效利用问题,综合分析农业土地资源高效利用最新技术成果的推广应用前景。由于我国草山草坡主要分布在南方红黄壤地区,该子专题重点研究红黄壤地区草山草坡资源的综合开发与高效利用技术对策,研究提出典型草山草坡区农林牧副渔各业综合开发模式,提出不同区域草山草坡资源的保护、开发与高效利用同步发展的技术对策,提供草山草坡资源高效利用的技术创新组合方案,为全面加速农业节地新技术的推广应用和国家制定相应的配套技术政策提供决策依据。

(3) 肥料资源高效利用及新辟肥源的技术对策研究。主要研究任务包括两个方面:一是新辟肥源,重点研究生物肥料开发应用的技术方案;二是现有肥料资源的高效利用,重点研究如何提高化肥利用效益的技术组合方案。因此,该子专题的研究目标是提出适合我国不同地区、不同气候、不同土壤及作物类型,并有利于提高化肥利用效率、促进农业生态环境建设、最大限度地开发利用生物肥料资源的技术创新组合方案,为保障我国农业生产的安全、促进农业的可持续发展提供科学依据和决策咨询意见。

(4) 农业减灾生物资源利用技术对策研究。针对农业生产上不断暴发的病、虫、草、鼠等生物灾害,广泛收集整理国内外利用生物资源防灾减灾的技术成果和成功经验,系统分析可用于农业减灾的各类生物资源开发利用的现状及其发展态势,研究提出既符合农业可持续发展的整体需求,又能有效保护、有序开发和高效利用生物资源,大幅度减轻农业生物灾害的技术对策和技术创新组合方案。

(5) 饲料资源开发与提高饲料转化率的技术对策研究。主要研究开辟新的饲料资源、提高饲料粮的转化效益、改变人畜共粮的局面、缓解人畜争粮矛盾、促进种植业与养殖业协调发展的技术对策,提出合理开发新的饲料资源和提高饲料有效转化效率的技术创新组合方案。

(6) 发展设施农业提高资源利用率的技术对策研究。广泛收集整理国内外发展设施农业、高效利用温光水气等多种农业资源的先进技术和成功经验,对比分析我国目前大规模发展设施农业所面临的主要问题和困难,研究我国资源高效利用型设施农业中各种类型结构特点和合理的区域布局,提出适合中国国情的设施农业发展对策和技术创新组合方案。

(7) 农业资源高效利用技术政策体系研究。在充分收集整理国内外农业资源高效利用新技术成果的基础上,对重点技术成果的应用前景进行系统分析和综合评估,并从农业资源综合管理体系、农业资源高效利用技术的经济政策、区域政策及政策保障措施等几方

面开展深入研究,提出在市场经济形势下农业资源有效保护、有序开发及高效利用的技术政策建议及管理模型,为及时推广农业资源高效利用新技术和国家制定相应的配套技术政策体系提供决策依据。

在组织实施过程中,各子专题在围绕各自的研究重点开展科研工作的同时,还紧密结合“九五”至2010年国家农业科技发展的整体规划,结合农业生产发展的形势,开展相关主题科技立项的前期调研工作,为国家“九五”中后期乃至“十五”农业科技的滚动立项提供决策咨询意见和背景调研报告。

第二节 研究进展概述

根据计划研究任务及其分解方案,农业资源高效利用新技术应用前景分析与对策研究专题采取“滚动立项、分期启动、分步实施”的技术路线,分出轻重缓急,分别于1996年和1998年分两批启动了中国农业水资源开发利用问题及其解决对策研究、红黄壤地区草山草坡资源综合开发与高效利用技术对策研究、肥料资源高效利用及新辟肥源的技术对策研究、饲料资源开发与提高饲料转化率的技术对策研究、发展设施农业提高资源利用率的技术对策研究、农业减灾生物资源利用技术对策研究、农业资源高效利用技术政策体系研究等7个子专题。经过参加该专题研究的各科研教学单位40多位科技人员的共同努力,专题及各子专题均圆满地完成了合同所规定的各项计划任务,共研究完成综合研究报告11份,其中有4份报告由国家科技部印发,正式发表论文10篇,出版专著1部;研究提出节水、节地、节肥、节粮、节本的高效利用农业资源的技术创新组合方案21项,其中部分技术创新方案和组合模式已在农业生产上示范应用,收效十分显著。

一、主要研究进展

1. 中国农业可持续发展的水问题及其解决对策研究

在广泛收集整理我国农业水旱灾害、水利建设和农田用水资料和数据的基础上,对我国水资源总量、质量及其分布状况进行了综合分析,明确了农业可持续发展对水资源的依赖程度;系统分析了农业水资源开发利用现状,进而探讨了农业水资源合理、有序开发和高效利用的潜力及其技术措施;研究提出了提高农田水分利用率的综合措施,包括高效灌溉技术、农业综合节水配套集成技术等;形成了“中国农业持续发展的水危机及其解决对策”报告。在此基础上,研究提出了西北灌溉农业区、黄土高原旱作区、北方井灌渠灌区和南方水稻区农业高效用水技术创新组合方案,提出了在北方干旱缺水地区实施“农业高效用水工程”的技术对策。

2. 红黄壤地区草山草坡资源高效利用技术对策研究

通过广泛地收集资料、造访农户、访问地方农业技术人员和实地考察,初步研究明确了我国南方红黄壤地区草山草坡的总面积约为530万 hm^2 ,其中约80%为可开发利用的土地资源,约30%易于近期开发利用。查明了影响南方红黄壤地区草山草坡资源高效开