

中国土壤肥力

沈善敏 主编

中国农业出版社

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

中国土壤肥力

沈善敏 主编
万洪富 谢建昌 副主编

中国农业出版社

中国土壤肥力

沈善敏 主编

* * *

责任编辑 徐蒲生 毛志强

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号 100026)

新华书店北京发行所发行 北京科报印刷厂印刷

787mm×1092mm 16开本 31印张 740千字

1998年12月第1版 1998年12月北京第1次印刷

印数 1~1000册 定价 75.00元

ISBN 7-109-05398-9/S·3438

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是按传统的土壤肥力概念即土壤供给植物以必需养分的能力这一定义编写的。全书九章,较全面、系统地论述了我国土壤肥力形成的环境条件和人类活动影响;我国土壤有机质及主要养分的含量与分布;养分在土壤中的存在形态、转化规律、对植物的有效性和影响因素;农业中养分资源的管理、提高土壤养分供给力的途径与合理的施肥技术等。

本书研究了我国农业中土壤肥力管理的演变、对我国农业发展的贡献和近半个世纪以来我国农田土壤肥力的变化过程,探讨了为实现我国农业持续发展应采取的土壤肥力管理对策。

本书资料翔实,图文并茂,较全面地反映了我国土壤肥力研究的水平与成果;同时也广泛介绍了国外土壤肥力研究的成就,是了解当今土壤肥力研究进展的理想读物。

本书可供从事农、林、牧业生产和科研、教学的专业人员阅读和参考之用;对于从事生物学、地学尤其是生态学和环境科学的研究、教学人员也是一本有用的参考书。

前 言

土壤肥力及其管理是土壤学、也是农业科学的一个十分通俗的主题。在着手编写本书以前，我国出版的土壤学、农业化学乃至农学的著作中，从各自的专业角度几乎都有涉及土壤肥力理论和实践的论述。

或许是传统与习惯使然，国内有关土壤肥力和土壤肥力管理的研究通常是被分属在不同的学科领域、有着各自的专业队伍进行的。譬如土壤肥力管理实践中最重要的方面——土壤施肥，习惯上归属在农业化学领域之中；中国土壤学会按学科领域设置的专业委员会也从来是把土壤肥力和农业化学（或土壤—植物营养与施肥）分别作为独立的专业委员会设置的。这便在客观上使得原本属于同一主题的两个最基本的侧面被分割在不同的学科领域之中，不仅妨碍了学术方面的顺畅交流，也影响了对这一主题在认识上的趋同。加之自60年代以来对于土壤肥力的本义在我国土壤学界有着不同的理解和认识。因此，长期以来国内尚未出版过一本较全面、系统地论述我国土壤肥力和土壤肥力管理的著述。

本书是按传统的土壤肥力概念即土壤供给植物以必需养分的能力这一定义编写的。各章作者除了广泛汇集国内学者在土壤肥力和土壤肥力管理研究方面的大量研究资料和研究进展、择要引述国外土壤肥力研究的某些基础研究成就和实践经验以及在此基础上作进一步的分析研究等以外，也引入了现代生态学和环境科学等方面的研究思想以及与土壤肥力相关联的某些生态学过程的研究进展，以期从更广泛的角度去研究和认识土壤肥力这一土壤最基本的属性及对其所制定的管理对策在发展生物生产力和维护人类生存环境等方面所起的作用和影响。诚然，编者也力图通过本书客观地反映我国学者在土壤肥力研究方面的成就和对于发展土壤肥力基础研究和应用实践方面所作出的贡献。

编写本书的发端颇带有一些偶然性。几年前，值编者执掌中国科学院的一项有关生态学的基础研究计划，在其中设置了一个专题，旨在研究实现中国农业持续发展的土壤肥力管理对策。为此，约请了几位学界同仁，亦即本书的各章作者，原拟以一本小书的形式通过总结我国农业发展的历史经验和土壤肥力管理研究进展，探讨实现中国农业持续发展的土壤肥力管理对策。第一次讨论会上，朱兆良先生建议不若以此为契机编写一本系统论述中国土壤肥力的专著，与会同仁皆表赞同，于是，原本只打算编写一本小册子的计划立时在内容与文字量方面扩大了几倍。对于专题所规定的研究内容，则商定贯通全书但以一章的篇幅即本书第九章作总结性评述。《中国土壤肥力》一书的编写计划便在这偶然之中产生，可以想见，若无朱兆良先生当机立断的建议，就不会有编写该书的计划，也便不会有眼下

这本书的出版问世。

从制定计划至本书书稿完成，先后历时3年，各章作者为此竭尽心血，编者对诸位的奉献精神刻骨铭心，深表敬意。编写过程中有幸得到土壤学界前辈李庆远先生、席承藩先生的鼓励与支持，也得到了上级及兄弟单位许多专家、同仁如中国科学院资源环境局田二垒先生；中国科学院南京土壤研究所龚子同先生、鲁如坤先生、徐琪先生和姚贤良先生；中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所李述刚先生；中国科学院北京植物研究所陈灵芝女士和陈佐忠先生；中国科学院华南植物研究所余作岳先生；中国农业科学院土壤肥料研究所林葆先生和李家康先生以及沈阳农业大学须湘成先生等的支持与帮助。《应用生态学报》编辑部孙顺江先生、宋凤兰女士和李凤琴女士承担了本书部分稿样的编校和插图清绘，蒋晓琳和周丽萍女士承担了部分稿样的打印。编者谨代表全书作者在此一并向给予本书编写以热忱支持与帮助者致以诚挚的感谢。

研究土壤肥力的形成、发展及其科学管理，涉及广泛的学科领域和农林牧等产业，本书力图系统和完整地反映我国土壤肥力研究的成就和对我国生物产业发展的贡献，但限于编者水平，疏漏和谬误实难避免，诚恳地希望读者批评、指正。

编 者

1997年5月于沈阳

目 录

前 言	
绪 论	沈善敏 (1)
第一节 土壤肥力的概念	(1)
第二节 中国农业发展中的土壤肥力问题	(3)
第三节 实现农业持续发展的土壤肥力管理任务	(4)
参考文献	(6)
第一章 中国土壤肥力形成、发展的自然环境及人类活动影响	沈善敏 (7)
第一节 中国土壤肥力形成的自然环境	(7)
一、土壤肥力形成的气候环境	(7)
二、土壤肥力形成的地质环境	(11)
三、土壤肥力形成的植被环境	(15)
第二节 中国土壤肥力发展的人类活动影响	(24)
一、农业开垦利用对土壤肥力的影响和土壤肥力培育	(24)
二、人工林经营中的土壤肥力问题	(32)
三、主要水土流失区土壤肥力的保护与培育	(35)
四、风沙干旱区的土壤肥力保护与改良	(40)
第三节 我国地带性自然植被下主要类型土壤肥力特征	(43)
一、富铝质土区	(44)
二、硅铝质土区	(46)
三、干旱土区	(48)
四、高原土区	(50)
参考文献	(52)
第二章 农业系统中碳与主要营养元素循环及中国农田土壤养分收支	沈善敏 (57)
第一节 农业系统中碳与主要营养元素循环	(57)
一、碳循环	(57)
二、氮循环	(64)
三、磷循环	(80)
四、钾循环	(85)
第二节 中国农田土壤主要营养元素收入与支出	(89)

一、中国现代农业发展与农业中化肥应用	(89)
二、中国农田土壤养分移出量	(92)
三、中国农业中农家肥资源量	(100)
四、中国农田土壤养分收支	(103)
参考文献	(105)
第三章 中国土壤有机质状况及其管理	林心雄 (111)
第一节 土壤有机质的含量和分布	(111)
一、有机质的含量	(112)
二、有机质含量的剖面分布	(116)
三、主要农区土壤有机质的含量水平	(120)
四、影响有机质含量的因素	(121)
第二节 农田土壤有机质的分解	(124)
一、作物残体的分解	(125)
二、新形成腐殖质的分解	(126)
三、稳定性腐殖质的分解	(127)
四、土壤有机质的分解	(128)
第三节 农田土壤有机质的积累	(130)
一、有机物料的腐殖化系数	(130)
二、影响腐殖化系数的因素	(131)
三、土壤有机质的积累	(136)
第四节 有机物质对土壤肥力的影响	(138)
一、对土壤有机质含量和组成的影响	(138)
二、对土壤养分平衡的影响	(140)
三、对土壤物理、化学和生物化学性质的影响	(145)
四、土壤有机质含量与作物产量	(148)
第五节 农田土壤有机质的管理	(149)
一、有机物质归还量的潜力	(149)
二、农田土壤有机质含量的发展趋势	(153)
参考文献	(154)
第四章 中国土壤的氮素肥力与农业中的氮素管理	朱兆良 (160)
第一节 中国农田土壤的氮素含量及其分布	(160)
一、土壤表层(耕层)的氮素含量	(160)
二、土壤中氮的剖面分布	(162)
三、农田土壤氮素含量的变化趋势	(163)
第二节 农田土壤的供氮能力	(163)
一、土壤氮素的有效性	(163)
二、土壤的供氮能力	(165)
三、土壤有机氮矿化的数学模拟	(167)
四、土壤氮素肥力的培育	(168)
第三节 农田土壤中肥料氮的去向	(170)

一、化肥氮的去向及其影响因素	(170)
二、有机肥料氮的去向	(182)
三、有机肥料与化学氮肥配合施用下的氮素去向	(185)
四、农田中氮的损失与环境的影响	(186)
第四节 中国农业中的氮素管理	(189)
一、化肥氮的利用率和增产效果	(189)
二、有机肥料及其与化学氮肥配合施用下的增产效果	(201)
三、氮肥需求量的预测	(206)
参考文献	(206)
第五章 中国土壤磷素肥力与农业中的磷管理 沈善敏 陈欣	(212)
第一节 中国土壤磷素含量及其分布	(212)
一、中国主要土壤含磷量	(212)
二、中国主要土壤磷形态组成及土壤中不同形态磷的植物有效性	(216)
三、中国土壤的有效磷水平及其分布	(223)
第二节 中国农田土壤的供磷力	(227)
一、表征土壤供磷力的指标	(227)
二、影响土壤供磷力的因素	(232)
三、提高土壤供磷力的意义和途径	(235)
第三节 施肥对土壤磷组成分的影响和扩大土壤有效磷库的作用	(237)
一、有机肥料	(237)
二、化学磷肥	(241)
第四节 中国农田土壤有效磷库的发展变化	(243)
一、中国农田土壤磷收支及有效磷库的历史演变	(243)
二、中国农田土壤有效磷库的发展趋势	(246)
第五节 中国农业中的磷管理	(250)
一、含磷肥料的作物增产作用、磷肥残效和磷肥利用率	(250)
二、磷与其它营养元素之间的相互作用	(259)
三、以作物增产和保持、扩大土壤有效磷库为目标的磷肥施用原则	(264)
四、农业中的磷资源管理	(267)
参考文献	(269)
第六章 中国土壤的钾素肥力及农业中的钾管理 谢建昌	(274)
第一节 中国土壤含钾矿物及钾素含量、分布	(274)
一、土壤中的含钾矿物	(274)
二、土壤中钾的形态及其转化	(279)
三、中国土壤的钾素含量与供钾潜力	(284)
第二节 土壤供钾能力的评定与影响因素	(291)
一、土壤钾素供给能力的评定	(291)
二、速效钾指标的应用条件	(296)
三、土壤供钾能力的影响因素	(300)
第三节 中国农田土壤有效钾库的发展趋势	(307)

一、水循环对农田钾素收支的影响·····	(307)
二、农田钾素收支平衡状况·····	(309)
三、土壤有效钾库的发展趋势·····	(315)
四、中国需钾前景·····	(319)
第四节 钾肥的效应及农业中钾的管理·····	(320)
一、钾肥的效应和利用率·····	(320)
二、有机肥中钾的农业管理·····	(326)
三、钾肥的有效施用·····	(330)
参考文献·····	(336)
第七章 中国土壤硫素肥力及其管理 ····· 刘崇群	(341)
第一节 中国土壤硫素含量及其分布·····	(341)
一、中国主要土壤中的含硫化合物及其含硫量·····	(341)
二、土壤中硫的形态、转化及其植物有效性·····	(345)
三、中国土壤有效硫浓度及地理分区·····	(351)
第二节 中国农田土壤的供硫能力·····	(352)
一、表征土壤供硫力的指标·····	(352)
二、影响土壤供硫力的因素·····	(354)
三、保持和提高土壤供硫力的途径·····	(356)
第三节 中国农田土壤供硫潜力的发展趋势·····	(358)
一、中国农田土壤硫收支平衡现状·····	(358)
二、中国农田土壤供硫潜力的发展趋势及硫肥有效区·····	(360)
三、中国农业中需硫前景预测·····	(363)
第四节 中国农业中的硫管理·····	(364)
一、中国硫资源及农业中的硫资源管理·····	(364)
二、硫肥的作物增产作用、硫肥残效及硫肥利用率·····	(365)
三、以作物增产和提高土壤硫素肥力为目标的含硫肥料施用原则·····	(366)
参考文献·····	(368)
第八章 中国土壤微量元素肥力及其管理 ····· 万洪富 钟继洪	(370)
第一节 中国土壤微量元素含量及其分布·····	(371)
一、中国主要土壤中微量元素含量·····	(371)
二、土壤微量元素的形态及其植物有效性·····	(375)
三、中国土壤有效微量元素含量及其分布·····	(382)
第二节 中国农田土壤的微量元素供给力·····	(394)
一、表征土壤微量元素有效性及供给力的指标·····	(394)
二、影响土壤微量元素有效性的因素·····	(402)
三、保持和提高土壤微量元素供给力的途径·····	(410)
第三节 施肥对土壤微量元素的形态组成与供给力的影响·····	(411)
一、有机肥料·····	(411)
二、化学微量元素肥料·····	(416)
第四节 中国农田土壤微量元素供给力的发展趋势·····	(418)

一、农田土壤微量元素供给力的发展趋势·····	(418)
二、农田土壤施用化学微肥有效区·····	(421)
三、中国农业中微量元素需求前景预测·····	(422)
第五节 中国农业中微量元素管理 ·····	(422)
一、微量元素肥料的增产效果及其残效·····	(422)
二、微量元素之间以及微量元素与大量元素之间的相互作用·····	(434)
三、以作物增产和保持土壤微量元素肥力为目标的微肥施用原则·····	(437)
四、农业中的微量元素资源及其管理·····	(440)
参考文献·····	(442)
第九章 中国农业持续发展的土壤肥力管理对策 ·····	沈善敏 (450)
第一节 中国农业中化学肥料的应用与管理 ·····	(450)
一、化肥的增产作用和对我国农业发展的贡献·····	(450)
二、化肥改善土壤肥力的直接作用和间接作用·····	(454)
三、农业中化肥应用的生态风险·····	(458)
四、改进农业中化肥施用管理的认识和策略·····	(463)
第二节 中国农业中有机肥料的应用与管理 ·····	(465)
一、有机肥料的增产作用——养分循环再利用对我国农业发展的贡献·····	(465)
二、有机肥料的土壤培肥作用·····	(469)
三、有机肥料的生态安全问题·····	(470)
四、农业中有机肥资源管理及有机肥合理施用·····	(472)
第三节 农田土壤养分库管理 ·····	(474)
一、农田土壤养分源与养分供给力·····	(474)
二、我国农田土壤养分库管理的任务和目标·····	(478)
第四节 土壤肥力管理的技术咨询服务和政策监督 ·····	(480)
一、技术咨询服务·····	(480)
二、政策监督·····	(480)
参考文献·····	(481)

绪 论

沈善敏 (中国科学院沈阳应用生态研究所)

第一节 土壤肥力的概念

一、古代人类土壤肥力管理的实践和植物矿质营养学说的建立奠定了土壤肥力概念的基础

在生产实践中,古代农业经营者懂得施用粪尿等有机物料可改善土壤肥力、提高作物产量这一事实比之植物矿质营养学说的建立至少要早两千年,而给出关于土壤肥力较确切的科学概念恐不会早于这一学说的问世。

根据熊毅(1982)、郭金如等(1985)、严昶升(1986)、陈恩凤(1990)等的研究考证,我国古代农民早在二三千多年前已懂得用各种有机废料肥田以提高作物产量。例如:三千年前的西周时期,农民已懂得杂草可以肥田,《诗经·周颂·良耜》中有“以蓍蔡蓼,蔡蓼朽止,黍稷茂止”的诗句可证。距今两千年的春秋战国时期,关于农民施肥实践的记载更多如“积力于田畴,必且粪灌”(《韩非子·解老》)、“季夏之月,烧薹行水,以利刹草,可以粪田畴”(《礼记·月令》)。西汉《汜胜之书》记载可用作肥料的有机废料已十分广泛包括如豆萁、蚕矢、土粪、溷中熟粪等。成书于公元1149年(宋代)的陈旉《农书》对于土壤肥力管理更有精辟见解:“或谓土敝则草木不长,气衰则生物不遂,凡田土种三五年,其力已乏。斯言殆不然也,是未深思也。若能时加新沃之土壤,以粪治之,则益精熟肥美,其力当常新壮矣”。

在欧洲,古希腊人和罗马人也很早就懂得贫瘠土壤施用人粪尿、家畜粪等可恢复地力,古希腊人甚至还懂得硝石可以肥田(参阅陈恩凤,1990)。至于后来在欧洲形成较完整的植物营养学说,若以德国人Liebig创立最小因子律(Law of the minimum)和成书于1840年的《化学在农学及生理学中的应用》为准则距今不过150余年。关于近代植物营养学说的形成和发展过程可参阅Russell(1973)的《土壤条件与植物生长》(谭世文等译,科学出版社,1979)和俄国普里亚尼施尼柯夫的《农业化学》上册(中译本,1955年高等教育出版社)中关于植物营养学说的发展史部分,从中可以了解对这一学说发展曾作出卓越贡献者包括了当时的许多著名科学家,除Liebig外还有如法国人Boussingault和英国人、洛桑试验站(Rothamsted Experimental Station)的创始人Lawes等人。

近代植物营养学说发展中最富有革命性的贡献是植物矿质营养理论的确立,即植物所

需的氮和灰分元素几乎都是以无机形态通过植物的根从土壤中吸收获得的。可以认为这一理论的确立奠定了土壤肥力概念的基础；在以后的 100 余年中，土壤供给植物以无机养分的能力便被看成是土壤的肥力。

二、土壤肥力的狭义概念

1987 年美国土壤学会出版的《土壤学名词词汇》(Glossary of Soil Science Terms) 对土壤肥力一词的定义如下：土壤肥力是指“土壤供给植物所必需养分的能力”(1978 年版本中，这一释文之后还缀有“以及与养分供给能力有关的各种土壤性质与状态”字样)。这一概念长期以来广泛地被国际土壤学界所接受，因此也可以认为是传统的土壤肥力概念。熊毅(1982)曾对肥力两字解释如下：“肥力这两个字是由 fertility 翻译过来的，原意只局限于营养物质的贮量，……”；朱祖祥(1983)对土壤肥力概念的评论如下：“一般西方土壤学家传统地把土壤供应养料的能力看做是肥力，……”。为便于和国内土壤学界提出的广义的土壤肥力概念相区别，这里姑且把上述关于土壤肥力的传统概念看作是土壤肥力的狭义概念，其中并不包含任何褒贬之意。

狭义的土壤肥力概念对词义和内涵的诠释明确而简洁：肥便是营养或养分，力则是指养分的贮量或供给能力；因此也可简单地说，土壤肥力就是土壤供给养分的能力。由这一狭义概念引申出关于土壤肥力研究的内涵也便比较专一，主要包括研究土壤中养分的含量、存在形态、对植物的有效性和供给力、影响土壤养分供给力的因素以及土壤养分及其供给力的调控管理等。

三、土壤肥力的广义概念

这里把主要是由我国土壤学家提出的、有别于上述传统土壤肥力概念的学说一并归入土壤肥力的广义概念之中，以便与狭义的土壤肥力概念相区别。陈恩凤(1990)在其专著《土壤肥力物质基础及其调控》一书中对国内学界有关土壤肥力的几种主要学说分别有概要评述。读者也可参阅其他著作如侯光炯等(1982)、熊毅(1982)、周鸣铮(1985)等以了解这些学说的全貌和有关的评论。

广义的土壤肥力概念通常把土壤的水、肥、气、热等诸多因素一并考虑在内并注意到土壤物理的、化学的和生物学的诸多属性对土壤肥力的作用与影响，因而是综合观点基础上认识土壤肥力的一种学说。由此引申出有关土壤肥力研究的内涵自然广泛得多，几乎涉及土壤科学的各个分支领域。

四、本书讨论的重点

本书以我国土壤的养分状况及其调控管理为讨论重点，采取分章的形式对主要植物营养元素在土壤中的含量、存在形态、转化规律、对植物的有效性以及在农业生态系统中的循环和调控管理等分别展开讨论。同时，结合我国农业持续发展这一时代主题，以一章的篇幅，从土壤肥力管理整体的角度研讨为实现我国农业持续发展应采取的对策。根据本书涉及的内容和范围，读者不难看出本书讨论的重点是属于上述狭义概念的土壤肥力问题。

第二节 中国农业发展中的土壤肥力问题

自 60 年代中期以来的 30 年中,我国农业中化肥的年施用量增长了 20 倍以上,单位农田面积的化肥用量已接近农业发达国家的化肥施用水平,全国粮食总产量在 30 年中增长了 3 倍,这不能不说是我国农田土壤肥力管理的巨大贡献。不过,从全国农业发展的角度来看,土壤肥力及其管理方面存在的问题仍然是影响我国农业进一步发展和农村环境保护的重要障碍,主要是:全国 1.3 亿 hm^2 农田中约占一半的农田土壤仍处于贫瘠状态;化肥在地区之间用量分布不均和化肥营养元素之间配比失衡,曾经是可能依然是阻碍化肥有效利用的重要因素;而在全中国范围内缺乏指导农民施用化肥的技术咨询服务系统和尚未立法监督保证农村中有机肥资源的科学管理和利用则是近年来我国肥料资源未能充分利用的主要原因。

一、大面积低产农田土壤亟待整治和培肥改良

我国农业所面临最严峻的问题之一是人多而可耕地少,因此未来粮食生产发展的重担将主要压在不断提高单位面积作物产量这一几乎别无选择的出路上。这就要求我国农田在总体上具有良好的田面环境、充分的水分供排条件和肥沃的土壤以适应不断要求提高单位面积产量的这一发展形势。不幸的是,我国现有耕地中称得上土地平整、土层深厚、水分供排良好、土壤肥沃且无明显障碍因素的高产稳产农田大约不足耕地总面积的 1/4。《中国耕地资源及其开发利用》(测绘出版社,1992)一书根据全国第二次土壤普查资料统计,80 年代初我国耕地总面积 1.325 亿 hm^2 ,按耕地的质量和生产力水平区分,则高产耕地占 22%,中产耕地占 37%,低产耕地占 41%;按地形坡度区分,则 $<8^\circ$ 的平耕地占 65%, $8^\circ\sim 25^\circ$ 缓坡耕地占 30%, $>25^\circ$ 陡坡耕地占 5%。该书统计处于受破坏性因素威胁之中的耕地面积为 5 290 万 hm^2 ,约占耕地总面积的 40%;其中,处于中强度水土流失的耕地面积占 86%,盐化碱化面积占 9%,沙化面积占 5%;可见,破坏性因素中水土流失又是主要因素。缺水干旱也是影响我国农业发展的重要限制性因素,根据该书统计,全国干旱缺水耕地面积 4 243 万 hm^2 ,占耕地总面积 32%。该书还统计了存在其它土壤障碍因素如渍涝、过酸、过粘、土层浅薄、砾石过多等的耕地面积。由于有些破坏性或障碍性因素是重叠出现的,例如北方严重水土流失区时常又是缺水干旱区,因此不能将分别统计的面积累加,否则将超过耕地面积的总数。综合各种因素估计,全国耕地中至少有接近一半的耕地处于诸如缺水干旱、水土流失、风沙盐碱危害等较严重的破坏或障碍性因素的影响之中,而且,这一类耕地的土壤肥力时常十分瘠薄,因此可以笼统地称之为贫瘠或低产农田。

一些直接影响作物生长的农田障碍性或破坏性因素如干旱、水土流失、风沙侵袭以及土壤盐碱、酸性危害等的克服或消除并不在本书的讨论范围之内,这些问题的解决主要有赖于大规模的工程治理如坡耕地改造梯田、沙化地区的护田林网建设、缺水地区的地表水调运补给以及盐渍土的水利改良等。然而,也惟有从根本上克服了上述农田的破坏性和障碍性因素,农田土壤肥力瘠薄和投入肥料利用率低下等一类问题方能有效地解决。因此,就这一意义而言,我国粮食生产进一步提高的途径和对策恐主要不在于化肥(尤其是氮肥)用量的继续大幅度增长而应该是持续地、化大力于缓解乃至消除上述主要的农田破坏性和障碍性因素。

二、农业中化肥养分配比失衡导致大面积贫磷缺钾土壤的出现，也影响氮肥的有效利用

80年代初全国第二次土壤普查资料的统计表明，占全国耕地面积70%以上的农田土壤贫磷和约1/3的农田土壤缺钾，还有相当大面积的农田土壤缺乏各种微量元素。这一局面的形成显然与70年代以前我国农业中只重视氮肥的推广应用有关。长期单一地施用氮肥，加速了土壤中磷、钾和其它养分的支出，致使大面积农田土壤先是缺磷后是缺钾现象的出现。70年代以后农业中磷肥的应用有了长足发展，80年代起钾肥的生产与应用开始得到重视；进入90年代，我国农业中磷、钾肥的用量已达到相当大的规模，化肥中主要养分的含量比例也趋于合理，相信在许多农业较发达地区农田土壤贫磷缺钾的现象已有了明显缓解。不过在一些农业后进地区，农田土壤贫磷缺钾可能依然是影响农业发展的土壤肥力障碍。

在贫磷缺钾的土壤上偏施氮肥，甚至盲目加大氮肥用量，则不仅会降低氮肥的利用效率，对提高作物产量收效甚微；而且未能被作物利用的肥料氮进入环境，将加剧大气及周边水体环境遭受氮污染的威胁；同时也无端地提高了农本和降低了经营者的盈利。

由于农田各种障碍因素和土壤缺素现象普遍存在，加之某些施肥技术方面的原因，我国氮肥的作物利用效率并不高，而且随着氮肥用量的迅速增长而有下降趋势（参本书第九章表9-8）。这一现象符合农业管理中一条最基本的原理——最小因子律，即强化某一增产技术措施投入的同时如果未能配合消除其他限制因素，则不能奏效或收效甚微。

三、缺乏指导农民合理施肥和肥料资源管理的技术咨询服务和政策保证

我国目前尚未建立可以直接到达农户层面的技术服务系统，对于农业中的有机肥资源管理和利用也无相应的政策规定，农户对于如何施用化肥、如何处置人畜粪尿等农业中的有机废料有着充分的自主权。这便不可避免地造成化肥和有机肥资源在施用和管理中的损失浪费，尤其是在经济较发达地区，盲目加大氮肥用量、不愿积攒和施用农家肥已成为十分普遍的现象。这些未能被利用的肥料养分如源源进入环境，便可污染农村及其周边地区的地下水和地表水体。

一些农业发达国家都设立有专为农民服务的技术咨询服务系统，农民可以从那里免费获得具体的技术指导，包括根据土壤诊断确定适宜的化肥品种和用量。通过这一系统的技术指导，可有效地避免化肥应用中的失误和浪费，提高化肥的利用效率和增产效果。另有一些国家对于农业中有机肥资源的管理和利用采取立法的形式作出某种限制和规定，例如荷兰、加拿大等国通过立法规定农田施用家畜粪尿的用量限额和季节限制，英国一些地区则规定麦收后的麦秸不准焚烧等。这一类以立法形式的规定对于有效管理和利用农业中的有机肥资源、保护和美化农村环境都将产生积极的作用，值得我国借鉴。

第三节 实现农业可持续发展的土壤肥力管理任务

一、农业持续发展和可持续农业的概念

持续发展一词出现于本世纪80年代。大抵是出于保障人类后代的生存环境和资源的考

虑，有识之士提出了这一口号并迅速得到了上自国家首脑、下至平民百姓的响应。在农业领域则有可持续农业 (sustainable agriculture) 一说，在国内外农业学术界曾引起广泛兴趣和讨论。

什么是“可持续农业”？美国农学会曾给出定义如下：“可持续农业是一种经过长期之后能增进环境质量、提高农业所依赖的资源贮备、满足人类对基本食物和纤维的需求以及改善农民和整个社会的生活质量”的一种农业制度 (American Society of Agronomy, 1989)。不过，有一些学者并不赞同给可持续农业以某种定义，他们认为可持续农业概念只是一种目标或思路而不是一种具体的农业实践，因而无法给出确切的定义 (如 Duesterhaus, 1990; Schaller, 1990)。笔者的认识如下：可持续农业是为建立在资源利用、环境保护、满足社会需求和经济效益等各个方面均可可持续发展的农业制度的一种思想、追求或目标。这一思想起源于本世纪早期以来逆反于“化学农业”的各种农业实践如有机农业、生态农业等，但在内涵方面又并非是有有机农业或生态农业的重复，它并不排斥农业化学品使用，注重经济和社会效益，但资源利用的可持续性和生态可持续性依然是可持续农业所追求的最重要的目标 (沈善敏, 1994)。

按照上述持续发展的概念，我国农业的持续发展恐不能简单地理解为只要粮食及其它农产品的产量年年增长便就是实现农业的持续发展了。

二、实现农业可持续发展的土壤肥力管理任务

农业可持续发展的思想与习惯上认识的发展农业的思想的主要区别在于前者除了产量、盈利等目标外同时被赋予保护资源和生态环境的内涵，因而是一种要求更高也更完美的发展农业的思想。打一个极端的比方：为了供养巨大人口提供足够的食物，我们可能不惜采取开垦草原、毁林开荒，甚至将城市里的公园、绿地乃至宅前、房后的花坛、草坪全部用来生产粮食和蔬菜；相信通过这个办法，粮食、蔬菜的产量一定能有所增长，每人也能多分到一点食物。不过这样的蛮干恐不会有人认为是发展食物生产的良策，顶多不过是一种应急的权宜之计，因为这是要付出破坏资源与环境的沉重代价，会受到自然和人类社会自身的报复。这样的农业必定无法长期维持下去因而是不可持续的。

服务于农业的持续发展，我国农田土壤肥力管理的任务和策略自然也不能仅限于追求高的作物产量或高的经济效益，而应该是那种符合于社会经济持续进步、有利于资源永续利用和有益于保护人类生存环境等多重目标的土壤肥力管理对策。因此，农业中的化肥养分应得到充分合理的利用，尽力防止损失，减少进入环境，为此，有必要建立指导农户合理施用化肥的技术咨询服务系统；重视土壤肥力的护养和改善，摒弃任何可能导致土壤肥力衰退或加速挖空用尽土壤养分贮备的管理技术；十分重视农业中有机废料的收贮并制作成农家肥，把农家肥生产视作农业中的一种产业 (刘更另等, 1991)，保证农业有机废料中养分得以充分地循环再利用，防止进入环境，为此，有必要制定相应的法规以保证农业中的有机废料得以合理地管理和利用；等等。

现今在生产实际中时常见到一些令人担忧的现象如：一味追求高产而盲目地增加氮肥用量、为求得高的盈利减少投入而采取所谓“挖掘土壤养分潜力”的做法、贪图省工省事宁可花钱施用化肥也不肯收贮、堆制和施用农家肥等等，其结果不是降低投入氮肥的作

物利用效率、扩大氮素损失，便是导致土壤肥力衰退和浪费大量农村中的养分资源，而且还可污染周边的环境。凡此种种都应通过有效的方式——正确的宣传引导、符合科学的技术咨询和具有法规依据的行政监督等途径加以纠正。

参 考 文 献

- 中国农业科学院自然资源和农业区划研究所，农业部全国土壤肥料总站. 1992. 中国耕地资源及其开发利用. 北京：测绘出版社
- 刘更另，金维续. 1991. 中国有机肥料. 北京：农业出版社
- 朱祖祥. 1983. 土壤学（上册），北京：农业出版社
- 严昶升. 1986. 我国古代对土壤肥力的认识及其发展. 土壤通报. 17（7）4~9
- 沈善敏. 1994. 土壤科学与农业持续发展. 土壤学报. 31（2）114~118
- 陈恩凤. 1990. 土壤肥力物质基础及其调控. 北京：科学出版社
- 周鸣铮. 1985. 土壤肥力学概论. 杭州：浙江科学技术出版社
- 郭金如，林葆. 1985. 我国肥料研究史话. 土壤通报. 16（5）237~239
- 侯光炯，高惠民. 1982. 中国农业土壤概论. 北京：农业出版社
- 熊毅. 1982. 有机无机复合与土壤肥力. 土壤. 14（5）161~167
- American Society of Agronomy. 1989. Agronomy news. Madison. Wisconsin
- Duesterhaus, R. 1990. Sustainability's promise. J of Soil and Water Conservation. 45（1）4
- Russell E W. 1973. 谭世文等译. 1979. 土壤条件与植物生长. 北京：科学出版社
- Schaller, N. 1990. Main streaming low-input agriculture. J of Soil and Water Conservation. 45（1）9~12
- Soil Sci Soc Am. 1987. Glossary of Soil Science Terms. Madison. Wisconsin