



面向 21 世纪 课程 教材  
Textbook Series for 21st Century

# 土壤肥料学通论

主编 沈其荣

副主编 谭金芳 钱晓晴



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材  
Textbook Series for 21st Century

# 土壤肥料学通论

主编 沈其荣

副主编 谭金芳 钱晓晴



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

## 内容简介

本书系教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果，是面向 21 世纪课程教材。

本书讲述土壤肥料的基本理论和基本技术。全书共分 12 章，分别论述了土壤肥料的概念及其作用；土壤的组成、性质及土壤类型与分布；农田生态与保护；植物营养与施肥的基本原理；土壤与植物的矿质营养与化学肥料；复混肥料和有机肥料；植物营养及施肥与人类健康的关系。

本书可作为高等农业院校非农业资源环境专业的本科生教材。也可供农业资源环境科技及管理人员及从事农业生产的广大同志使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

土壤肥科学通论 / 沈其荣 主编 - 北京: 高等教育出版社, 2001.2

ISBN 7-04-009194-1

I . 土… II . 沈… III . 土壤学: 肥料学 IV . S158

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 85993 号

责任编辑 刘 丽 张庆波 封面设计 张 楠 责任绘图 朱 静  
版式设计 马静如 责任校对 杨雪莲 责任印制 陈伟光

土壤肥科学通论

主 编 郑其荣 副主编 谭金芳 钱晓晴

---

出版发行	高等教育出版社	邮政编码	100009
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	传 真	010 - 64014048
电 话	010 - 64054588		
网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>		
	<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>		
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京民族印刷厂		
开 本	787 × 960 1 16	版 次	2001 年 2 月第 1 版
印 张	20	印 次	2001 年 2 月第 1 次印刷
字 数	370 000	定 价	17.10 元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

《土壤肥料学通论》编委会成员

主 编 沈其荣(南京农业大学)  
副主编 谭金芳(河南农业大学)  
钱晓晴(扬州大学)  
编 委 (按姓氏笔画为序)  
叶民标(南京农业大学)  
谷思玉(东北农业大学)  
沈其荣(南京农业大学)  
徐阳春(南京农业大学)  
钱晓晴(扬州大学)  
崔德杰(莱阳农学院)  
谭金芳(河南农业大学)  
主 审 毛达如(中国农业大学)

# 前 言

---

土壤是一个国家最重要的自然资源，肥料是农业生产的基本生产资料之一，而土壤肥料又与生态环境密切相关，因此无论从农业生产的角度出发，还是从生态环境保护方面考虑，土壤肥料既是一门重要的学科门类，又是农业知识的重要课程之一。

人类已进入 21 世纪，社会、经济的飞速发展，也使人类的精神文明进入更高层次，与之关系最密切的大学教学与人才培养也面临着新的挑战。过去的 50 年间，尤其是 20 世纪 90 年代以前，我国大学本科生的培养基本上是按前苏联创建的模式进行的，专业面太窄，学科门类过细，培养出来的学生知识结构单一，应变能力较差。尤其是面对我国从社会主义计划经济向社会主义市场经济重大转化的现实，广大毕业生显示出明显的弱势。因此，教育部在 20 世纪末和 21 世纪初已在迅速改革大学教学体制，其目的就是要培养既具有一定专业知识与技能、又具备广博知识、社会应变能力强的通用型人才，这是一个需要大学和教育管理部门共同探索与不断实践的重大问题。

《土壤肥科学通论》就是在上述背景下提出编写的，旨在为非农业资源环境专业的农林大学本科生了解与掌握土壤肥料的基本理论与基本技术提供合适的教材。该书一改先前的土壤与肥料作为两门课程而重复太多的现象，将土壤与肥料融为一体，删去了过去有关章节繁琐复杂的部分，而将当前土壤肥料出现的实际问题融入了基本理论之中，因此本书具有下列特色：一是集土壤学、植物营养学、肥料与施肥技术及农田土壤保护等学科于一体，综合性强；二是对多学科知识进行有机整合，优化内容，融合性好，成功地实现了简明精练、知识性强的目的，在注重传授基本原理、基本概念、基本知识和基本技术的基础上，充分反映多学科研究的新进展，体现了教学改革的新成果；三是编写内容和结构体系较新颖，具有发展观；四是注重理论的应用性，案例分析透彻，具有较强的实践性。修完本课程就能使学生既掌握土壤肥料的基本知识，又能开阔视野，活跃思维，达到广而不浅、深而不僵的目的。

全书共分 12 章，第 1 章主要介绍土壤肥料的概念及其在国民经济建设中的地位与作用，第 2、3、4 章主要介绍土壤的组成、性质及其土壤类型与分布，使学生对土壤有一个基本的了解，在此基础上，第 5 章介绍了农田土壤生态与保护，从而扩大了土壤学的内涵。本书的第 6 章作为土壤学与肥料学的纽

带,介绍了植物营养与施肥的基本原理。接着的第7、8、9章分别论述了土壤与植物的矿质营养与化学肥料,其特点是将各营养元素在土壤-植物整个系统中进行论述,在此基础上再介绍各种营养元素的化学肥料性状与施用。本书的第10章比较详细地介绍了复混肥料,因为这是近几年及将来肥料发展的方向。有机肥仍是农业生产、资源利用和生态环境保护的重要内涵之一,因此在本书的第11章用较大的篇幅阐述了有机肥的种类、性质与作用。本书的最后一章初步论述了植物营养及施肥与人类健康的关系,旨在进一步拓宽土壤肥料学科视野,留给学生去思考学科交叉发展的方向与领域。

本书的1和7由沈其荣和钱晓晴编写,6和8.2由谭金芳编写,3由崔德杰编写,8.1、9.1和12由钱晓晴编写,2.3、2.4、2.5、2.6、9.2和10由徐阳春和沈其荣编写,2.1、4和5由叶民标编写,2.2和11由谷思玉编写。全书由沈其荣修订与统稿。本书承蒙中国农业大学毛达如教授主审。在编写过程中,南京农业大学前教务处长蒋宝庆研究员、现教务处长陈万明教授和教材科科长周根娣副教授等提供了很大的帮助和服务,扬州大学研究生王娟娟在文字编辑方面做了大量的工作,在此一并表示感谢。

我国土壤肥料科学发展十分迅猛,一万多名土壤肥料科技工作者组成了世界上最强大的科技队伍,他们在土壤肥料和生态环境保护等领域内互助互竞,形成了努力探索、不断攀登科技高峰的浓厚氛围,其中不乏具有资深的广大老学者,还有不断进取的数千万年轻人,使我国土壤肥料事业能置身于世界先进行列。在这种情况下,由我来牵头编写此书,深感压力很大,希望土壤肥料界的同志们能不吝赐教,也希望此书能够抛砖引玉或能供同仁们讨论借鉴,这将是编者最大的幸慰。

由于我们水平毕竟有限,再加上时间非常紧迫,书中定有许多不足之处和值得商榷的地方,恳请广大同仁和各位读者批评指正,以便在重印和修订时及时更正。

沈其荣

2000年6月于南京

# 目 录

---

第1章 绪论	1
1.1 土壤和肥料的概念	1
1.2 土壤和肥料学发展概况	2
1.3 土壤肥料在农业可持续发展中的地位与作用	5
1.3.1 土壤肥力在农业可持续发展中的地位与作用	5
1.3.2 肥料在农业可持续发展中的地位与作用	6
1.3.3 可持续农业中的我国土壤肥料学研究	7
第2章 土壤的基本物质组成	9
2.1 土壤矿物质与岩石的风化	9
2.1.1 岩石的风化	9
2.1.2 土壤的矿物组成和化学组成	13
2.1.3 土壤的机械组成	14
2.2 土壤生物与土壤有机质	22
2.2.1 土壤生物	22
2.2.2 土壤有机质	25
2.3 土壤水分	32
2.3.1 土壤水分的保持	32
2.3.2 土壤水分的类型和性质	33
2.3.3 土壤水分含量的表示方法	35
2.3.4 土壤水分的能态	36
2.3.5 土壤水分状况与作物生长	38
2.4 土壤空气	39
2.4.1 土壤空气的组成	39
2.4.2 土壤通气性	40
2.4.3 土壤通气状况与作物生长	41
2.5 土壤热量	42
2.5.1 土壤热量来源与平衡	42
2.5.2 土壤的热特性	43
2.5.3 土壤温度与作物生长	44

2.6 土壤水、气、热的调节与氧化还原性 .....	45
2.6.1 土壤水、气、热的调节 .....	45
2.6.2 土壤氧化还原性质 .....	49
<b>第3章 土壤的基本性质</b> .....	53
3.1 土壤的孔性、结构性和耕性 .....	53
3.1.1 土壤孔性 .....	53
3.1.2 土壤结构性 .....	57
3.1.3 土壤耕性 .....	63
3.2 土壤胶体与土壤吸收性能 .....	67
3.2.1 土壤胶体 .....	67
3.2.2 土壤吸收性能 .....	75
3.3 土壤的酸碱性 .....	81
3.3.1 土壤酸性 .....	81
3.3.2 土壤碱性 .....	83
3.3.3 土壤缓冲性 .....	83
3.3.4 土壤的酸碱反应与植物生长 .....	85
<b>第4章 我国主要土壤类型及其分布</b> .....	89
4.1 土壤的形成和分布 .....	89
4.1.1 土壤圈的概念与功能 .....	89
4.1.2 土壤的形成因素 .....	90
4.1.3 自然成土过程中的发生学层次和诊断层 .....	91
4.1.4 土壤的分布规律 .....	92
4.2 我国的自然条件与土壤分布规律 .....	93
4.2.1 气候条件 .....	93
4.2.2 植被类型 .....	94
4.2.3 成土母质 .....	94
4.2.4 我国的土壤分布规律 .....	95
4.3 我国主要土壤类型概述 .....	95
4.3.1 富铁土与铁铝土土纲 .....	95
4.3.2 淋溶土土纲 .....	99
4.3.3 锥形土土纲 .....	100
4.3.4 均腐土土纲 .....	101
4.3.5 人为土土纲 .....	102
4.3.6 盐成土土纲 .....	102
<b>第5章 农田土壤生态与保护</b> .....	104



---

5.1 土壤培肥 .....	104
5.1.1 高产肥沃土壤的特征 .....	104
5.1.2 土壤培肥的基本措施 .....	105
5.2 土壤污染与治理 .....	107
5.2.1 土壤背景值 .....	108
5.2.2 土壤污染源 .....	108
5.2.3 土壤污染的防治 .....	110
5.3 农田土壤生态与保护 .....	112
5.3.1 农田生态系统的生产特征 .....	113
5.3.2 农田生态类型及建立 .....	124
5.4 土壤资源评价 .....	125
5.4.1 土地资源评价 .....	126
5.4.2 土壤资源评价 .....	129
5.4.3 土壤资源的开发与利用 .....	131
<b>第 6 章 植物营养与施肥的基本原理 .....</b>	<b>136</b>
6.1 植物必需营养元素 .....	136
6.1.1 植物必需营养元素概念 .....	136
6.1.2 植物必需营养元素的分组 .....	137
6.1.3 肥料三要素 .....	139
6.1.4 必需营养元素与植物生长 .....	139
6.2 植物对养分的吸收 .....	140
6.2.1 根系对养分的吸收 .....	140
6.2.2 根外器官对养分的吸收 .....	146
6.2.3 养分在植物体内的运转和利用 .....	148
6.3 影响植物吸收养分的条件 .....	150
6.3.1 植物吸收养分的基因型差异 .....	150
6.3.2 环境因素对植物吸收养分的影响 .....	153
6.4 施肥的基本原理 .....	157
6.4.1 养分归还学说 .....	158
6.4.2 最小养分律 .....	159
6.4.3 报酬递减律 .....	160
6.5 施肥技术 .....	161
6.5.1 施肥量的确定 .....	161
6.5.2 植物营养期与施肥 .....	164
6.5.3 施肥时期(或种类)与方法的确定 .....	165

<b>第 7 章 土壤与植物氮素营养及化学氮肥</b> .....	169
7.1 土壤氮素营养 .....	169
7.1.1 土壤氮素的含量与形态 .....	169
7.1.2 土壤氮素转化及其有效性 .....	172
7.2 作物的氮素营养 .....	178
7.2.1 作物体内氮的含量和分布 .....	178
7.2.2 氮的生理功能 .....	178
7.2.3 氮的吸收与利用 .....	179
7.2.4 作物氮素营养失调的形态表现 .....	180
7.3 常用化学氮肥的种类、性质和施用 .....	181
7.3.1 铵(氨)态氮肥 .....	182
7.3.2 硝态氮肥与硝铵态氮肥 .....	188
7.3.3 酰胺态氮肥 .....	190
7.3.4 缓释氮肥 .....	192
7.3.5 氮肥的合理分配与施用 .....	196
<b>第 8 章 土壤与植物磷、钾素营养及磷、钾肥</b> .....	202
8.1 土壤、植物磷素营养与化学磷肥 .....	202
8.1.1 土壤磷素营养 .....	202
8.1.2 植物磷素营养 .....	209
8.1.3 常用化学磷肥的种类、性质和施用 .....	213
8.2 土壤、植物钾素营养与化学钾肥 .....	218
8.2.1 土壤钾素营养 .....	218
8.2.2 植物的钾素营养 .....	222
8.2.3 常用钾肥的种类、性质和施用 .....	226
<b>第 9 章 土壤与植物中的中、微量元素营养及中、微量元素肥料</b> .....	234
9.1 土壤与植物中的中量元素营养及中量元素肥料 .....	234
9.1.1 土壤中的硫、钙、镁素营养 .....	234
9.1.2 植物体内硫、钙、镁元素的主要营养功能 .....	237
9.1.3 硫、钙、镁肥的性质及其施用 .....	239
9.2 微量元素营养与微肥 .....	242
9.2.1 土壤中的微量元素 .....	243
9.2.2 植物的微量元素营养 .....	248
9.2.3 微量元素肥料及其施用 .....	253
<b>第 10 章 复混肥料</b> .....	259
10.1 复混肥料概述 .....	259

10.1.1 复混肥料的概念 .....	259
10.1.2 复混肥料的类型 .....	261
10.2 掺混复肥的生产 .....	262
10.2.1 配方设计 .....	262
10.2.2 肥料混合的原则 .....	263
10.2.3 投料量的计算 .....	265
10.2.4 成粒方法 .....	265
10.2.5 工艺流程 .....	266
10.3 复混肥料的合理施用 .....	267
10.3.1 因土施用 .....	267
10.3.2 因植物施用 .....	267
10.3.3 因养分形态施用 .....	268
10.3.4 以基肥为主的施用 .....	268
10.3.5 掌握合理的用量 .....	268
<b>第 11 章 有机肥料</b> .....	<b>270</b>
11.1 发展有机肥料的意义 .....	270
11.1.1 有机肥料的概念 .....	270
11.1.2 有机肥和无机肥的关系 .....	271
11.1.3 有机肥料在培肥土壤和植物营养中的作用 .....	271
11.2 有机肥料的腐熟原理与技术 .....	272
11.2.1 腐熟的目的 .....	272
11.2.2 腐熟的过程及其调控技术 .....	273
11.3 有机肥料的主要类型 .....	276
11.3.1 粪尿肥 .....	276
11.3.2 秸秆类肥 .....	279
11.3.3 绿肥 .....	282
11.3.4 微生物菌剂 .....	288
11.3.5 有机废弃物的利用 .....	293
11.4 有机肥料的利用及其问题与对策 .....	293
11.4.1 有机肥利用过程中的问题 .....	293
11.4.2 发展有机肥料的对策 .....	293
<b>第 12 章 植物营养及施肥与人类健康</b> .....	<b>295</b>
12.1 施肥与环境 .....	295
12.1.1 施肥与全球变暖 .....	295
12.1.2 氮肥施用与环境 .....	296

---

12.1.3 磷肥施用与环境 .....	298
12.2 矿质营养与植物品质 .....	300
12.2.1 矿质营养与动植物体组成 .....	300
12.2.2 矿质营养与植物矿质养分含量 .....	302
12.2.3 矿质营养与植物体有机物质 .....	303
12.3 营养元素在土壤—植物—人体系统中的循环利用 .....	304
12.3.1 人体必需和有益营养元素 .....	304
12.3.2 营养元素在生态系统中的迁移、循环与再利用 .....	307
12.3.3 植物营养与人类健康 .....	307

# 第 1 章 绪 论

---

土壤作为农业生产的基地和基本生产资料，其重要性是显而易见的。农业生产主要是由植物生产、动物生产和土壤管理三个环节组成。植物生产主要是通过绿色植物的光合作用生产有机物质，其产品可直接作为粮食或工业原料被人类直接利用，也可作为饲料、饵料等用于动物生产，从而为人类提供丰富的动物性食品和其他产品。农业生产的废弃物，通过耕作归还土壤，继续进入土壤物质循环之中，更新土壤有机质，维持和提高土壤生产性能。

土壤是植物生长的载体，能提供给植物大部分生命必需元素。植物生长所需的水分、养分主要是通过其根系从土壤中吸收的。就现阶段而言，无论是植物生产还是动物生产，都离不开土壤这个基地。

土壤是一种十分重要的自然资源，从某种意义上说，它是一种不可再生型资源，因为土壤的形成和更新速度非常缓慢，而土壤质量的破坏却可能极为迅速。因此，合理开发利用与保护土壤资源是全人类的一项迫切而又长远的历史任务。

## 1.1 土壤和肥料的概念

√土壤(soil)是陆地表面由矿物、有机物质、水、空气和生物组成、具有肥力且能生长植物的未固结层。“陆地表面”说明土壤在地球上所处的位置；“矿物质、有机物质、水、空气和生物”则是土壤这一物质客体的基本必要组成成分；“具有肥力，能生长植物”说的是土壤的基本特性，即具有肥力；“未固结层”指其物理状态之疏松多孔，明显有别于坚硬固结的岩石等。

土壤是由岩石风化后再经成土作用形成的阶段性产物，岩石在风化过程中变得疏松多孔，部分矿物彻底分解成为可溶性物质。生物的活动不仅加快了岩石风化进程，而且为土壤积累有机物质创造了条件，于是具有一定生物活性、能够生长植物的土壤诞生了。在植物生活的全过程中，土壤具有能供应与协调植物正常生长发育所需的养分、水分、空气和热量的能力，这种能力称为土壤肥力(soil fertility)。这一概念涉及到土壤学的各个分支。狭义的土壤肥力的概念是指土壤供给植物必需养分的能力。

生产实践和科学实验表明，土壤养分和水分对评价土壤肥力是重要的，但

不能全面反映土壤肥力状况。土壤肥力因素至少应包括养分、水分、空气和温度四个方面，以及这些因素之间的协调状态。

根据肥力产生的主要原因，可将其分为自然肥力(natural fertility)和人为肥力(anthropogenic fertility)。自然肥力是由自然因素形成的土壤所具有的肥力，也就是土壤在自然因素综合作用下发生和发展起来的肥力。纯粹的自然肥力只有在原始林地和未开垦的荒地上才能见到。由耕作、施肥、灌排、改土等人为因素作用形成的土壤肥力称为人为肥力。人为肥力是在自然土壤经过开垦耕种以后，在人类生产活动影响下创造出来的。

农业土壤(又称为耕作土壤、耕种土壤)，既具有自然肥力，又具有人为肥力，就其发生而论可以区分，但极难分出各自的权重。在农业生产上，土壤肥力受到环境条件、土壤管理技术水平以及植物对养分的利用特点等的限制并不能完全表现出来。我们把在一定农业技术措施下反映土壤生产能力的那部分肥力称为土壤有效肥力(effective fertility)，又称为经济肥力(economic fertility)，受环境条件和科技水平限制暂不能被植物利用的那部分肥力称为潜在肥力(potential fertility)，土壤潜在肥力在一定条件下可转化为有效肥力。

土壤的植物生产性能还可以用土壤生产力(soil productivity)即土壤产出农产品的能力加以描述。土壤生产力高低除受到土壤肥力的影响外，还受到环境条件及植物本身因素的影响。土壤肥力仅仅是土壤生产力的基础之一，要提高土壤生产力，既要重视土壤肥力的研究，也要研究土壤—植物—环境间的相互关系。

凡能够直接供给植物生长的必需的营养元素的物料，称为肥料(fertilizer)。肥料又可分为有机肥料(organic manure)和化学肥料(chemical fertilizer)，前者养分释放速度较慢，但肥效较长且兼有提高土壤肥力的作用，相当于医学上的“中药”；而后者养分释放速度快，但肥效时间短，植物可直接吸收，相当于医学上的“西药”。肥料可以直接施用于植物体，如叶面喷施、根饲等；更多的是将肥料施入土壤后被植物吸收利用。

## 1.2 土壤和肥料科学发展概况

长期以来，我国劳动人民在农业生产活动中，积累了相当丰富的认土、评土、用土、改土和对肥料积造、保护与施用的经验。

早在夏代以前(公元前 2100 年前)，人们就意识到未开垦的处女地一般是很肥沃的，再加上杂草、荆棘、小树等烧后的草木灰，土壤就更肥了。所以，一旦地力衰退现象出现，他们就放弃旧地，另选新地。

夏、商、西周(公元前 2100 年—公元前 771 年)前后将近 1500 年，农业生

产上放任自然方式的经营中开始出现了人工干预，人们回到多年以前的“撂荒”地上再行生产。通过这一措施，人们体会到土壤经过一段时期休闲之后，仍然可以照常生产。而且还逐步发现，在地里施入某些物质(灰、粪之类)之后，可以不必通过休闲阶段，而能在原地上连续种植下去。《诗经》里的“菑”(开垦一年的土地)、“新”(开垦后第二年的土地)和“畲”(开垦后第三年的土地)，正是其遗迹的反映。

春秋、战国(公元前 770 年—公元前 222 年)时期，铁制农具的出现，使黄河流域的开拓发展迅速，并出现了灌溉农业，可以做到深耕、多耕、多锄，及时因地生产，重视粪灌，生产力明显提高。《管子·地员篇》是我国最早的土壤分类文献。它将平原地区土壤分为五种(洧田、悉徙、赤垆、黄堂、斥埴、黑埴)，将平原以外的土壤分为三等十八级，并分别记述了各种土壤所适宜生长的植物、草木等等。《尚书·禹贡篇》记述了九州土壤，并根据其肥沃度订赋税，分为三等九级。《周礼·职方氏》之《地官司徒下》还记述了以各种不同的动物粪肥施于不同土壤的“土化之法”，以恢复和提高地力。

秦、汉、魏、晋、南北朝(公元前 221—581 年)的七八百年之间，出现了西汉的《汜胜之书》、东汉的《四民月令》和后魏的《齐民要术》等农书。尤其是贾思勰撰写的《齐民要术》，全书约十一二万字，正文部分有十卷、九十二篇，内容丰富多彩，可谓是我国古代的农业百科全书。

隋、唐、五代、宋、元、明、清(公元 581 年—1911 年)以来，对于农业生产的技术措施，则有了更明确的分类和更详细的归纳总结，出现了诸如《四时纂要》、《耒耜经》、《陈旉农书》、《农政全书》、沈氏《农书》、张氏《补农书》以及《农桑经》、《马首农言》、《农言著实》、《山居琐言》、《农说》、《知本提纲》等一大批农书，我国劳动人民对土壤肥料学乃至大农学的实践思想、理论的发展作出了伟大的贡献。

晚近一个世纪以来，欧、美近代的土壤肥料科学，逐步传入我国，对我国土壤肥料科学产生了很大的影响。

19 世纪中叶，以德国化学家李比希(J. V. Liebig, 1803—1873)为代表的农业化学派，从化学的观点来研究土壤与植物营养，提出了“植物矿质营养学说”，认为植物的营养主要依赖于土壤的矿质成分以及有机质分解后产生的矿物质，只有不断地向土壤归还和供给矿质养分，才能维持土壤肥力。在当时，这种观点推翻了由泰伊尔提出的植物靠吸收腐殖质而生长的错误腐殖质学说，不仅推动了土壤植物营养科学的发展，而且使得化肥工业迅速发展。从此，化肥在全世界得到了广泛应用，农作物产量大幅度提高。然而，李比希的学说片面地认为土壤是单纯的养分贮藏库，矿质养分是土壤肥力的惟一因素，只要施用矿质肥料把植物吸收的矿质养分归还土壤，就能保持土壤肥力，从根本上抛

弃了有机肥的施用及各种生物因素在提高土壤肥力方面的重要作用。

19 世纪下半叶,以德国地质学家法鲁(Fallou,1882)为代表的农业地质学派,从地质学的观点来研究土壤,提出了“土壤矿质淋溶学说”。虽然他们也累积了一些自然土壤形成的资料,但是片面地认为土壤是岩石矿物的风化碎屑,土壤中可溶性矿物质在风化作用下不断淋溶损失,土壤肥力不可避免地要逐渐下降。

19 世纪下半叶(1870),以俄罗斯的道库恰耶夫(Dokuchaev,1846—1903)为代表,从土壤进化观点出发,创建了土壤发生学派,认为土壤是在母质、气候、生物、地形和时间五大成土因素共同作用下形成的,土壤是一个独立的历史自然体,从而推动了土壤的形成与分类的研究。20 世纪上半叶,俄罗斯土壤学家威廉斯建立了土壤的生物学观点,提出了土壤生物—有机体和土壤肥沃度的新概念。之后,英国洛桑试验站的腊赛尔(Russel)又提出“土壤是植物生长的载体”的概念。

在我国,土壤肥科学已有 80 多年历史,1910 年以后,先后在北京大学农学院、金陵大学农学院、中央大学农学院、浙江大学农学院和西北农学院的农艺化学系建立了土壤学科。1930 年在中央地质调查所成立了土壤研究室,1931 年在广东农业厅成立土壤调查所,这些均为土壤肥料科学的创建奠定了学科发展、人才培养和实践方法的基础。1949 年新中国成立之后,土壤肥料科学的研究有了明显的进步,土壤肥料工作队伍也得到迅猛发展。早在 1953 年,党和政府就提出了“以农家肥料为主、商品肥料为辅”的肥料工作方针,1957 年中国农业科学院土壤肥料研究所,在各省农业科学研究所地力监测工作基础上开展了第一次全国肥料试验网工作。这对指导化肥生产与分配起到了十分积极的作用。1958 年开展了全国第一次土壤普查,普查面积近 3 亿公顷(其中耕地 0.9 亿公顷),编绘了“四图一志”(农业土壤图、土壤肥力概图、土壤改良概图、土壤利用概图、农业土壤志),为我国有计划地开垦荒地,扩大耕地面积,合理利用土地,提供了科学依据。1974 年,《全国化肥使用座谈会总结提纲》中提出:“合理用肥,要以农家肥为主,农家肥和化肥相结合”。从 1979 年开始,进行了全国第二次土壤普查,在应用航片或卫片编绘土壤图方面,其发展速度是国外少有的。20 世纪 80 年代初在恢复和重建的基础上开展第二次全国肥料试验网工作。根据 20 世纪 80 年代我国化肥试验网数据,化肥在粮食作物增产份额中占 40%~56%,在棉花上为 46.8%。化肥施用量(折纯养分量)由建国初期 0.6 万吨提高到 1995 年的 3 595 万吨,每公顷平均使用化肥量达到 378 kg。我国已成为世界上使用化肥最多的国家。

从肥料结构上来看,20 世纪 50 年代我国农业发展靠的是有机肥,有机肥料提供的养分比重占 95% 以上,化肥的比重很少;60 年代有机肥的比重占



80%，化肥的比重占20%左右；70、80年代有机肥的比重占60%~70%，化肥比重占30%~40%；进入90年代，有机肥料的比重只占40%，而化肥的比重达到了60%以上；从肥料中养分元素含量结构变化看，50年代使用的化肥几乎是单一的氮肥，60年代开始使用磷肥，70年代末才开始使用钾肥。对1995年化肥结构进行统计的结果显示，氮(N)：磷(P)：钾(K)的比例大约为1:0.14:0.09，磷钾使用比例低于世界平均水平。

## 1.3 土壤肥料在农业可持续发展中的地位与作用

农业的可持续发展是人类社会、经济可持续发展的基础。面对人口、粮食、资源、环境与能源五大问题，农业的可持续发展正在受到越来越广泛的重视。可持续农业应能维护土、水资源和动植物的遗传资源，使环境不退化，技术上应用适当，经济上能维持下去，并能够被社会所接受。随着科学技术的进步，可持续农业也在不断提高与完善。可持续农业的核心是以当代科学技术为基础，以持续增长的生产率、持续提高的土壤肥力、持续协调的生态环境，以及持续利用与保护的农业自然资源为目标，以高产、优质、高效、低耗为宗旨，采用现代科学技术、现代经营方法来管理而建立的一种农业综合体系。其中持续提高的土壤肥力不仅是基础的基础而且是各种持续关系的纽带。

人类从事农业已有数千年历史。据考古证明，我国黄河流域、长江流域，以及其他一些地区农业发展都有数千年历史，这些古老的农垦区土壤肥力不仅没有枯竭，而且越种越肥，产量持续上升。由此可见，农业可持续发展是完全可能的。

我国地少人多，人均占有土地资源，特别是耕地资源的数量有限，要解决好粮食问题，就必须提高单位面积土地的产量。在我国有限的耕地中，中低产田占60%以上，其中养分贫瘠是最为普遍的问题之一，加上施肥技术落后在很大程度上制约着农作物产量的进一步提高。因而，作为人类生存的基本资源的土壤以及与之密切关联的土壤肥料学的发展对可持续农业的发展起着举足轻重的作用。

### 1.3.1 土壤肥力在农业可持续发展中的地位与作用

土壤肥力是地球生命中能量和物质交换的库容。肥沃的土壤能持续协调地提供农作物生长所需的各种土壤肥力因素，保持农产品产量与质量的稳定与提高。因此，土壤肥力是农业可持续发展的重要基础。许多国家都把提高土壤肥力，防治土地退化的综合治理纳入发展农业与整个国家经济计划之中。