

21世纪学科发展丛书·土壤学

丛书主编 周光召

绿色的 根基

山东科学技术出版社

21世纪学科发展丛书·土壤学

丛书主编 周光召

绿色的 根基

李保国 黄元仿 吕贻忠 编著

山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

绿色的根基:土壤学/李保国,黄元仿,吕贻忠编著.
济南:山东科学技术出版社,2001.4
(21世纪学科发展丛书)
ISBN 7-5331-2841-9

I. 绿… II. ①李…②黄…③吕… III. 土壤学
IV. S15

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第09220号

21世纪学科发展丛书·土壤学

丛书主编 周光召

绿色的根基

李保国 黄元仿 吕贻忠 编著

出版者:山东科学技术出版社

(济南市玉函路16号)

邮 编:250002

电 话:(0531)2065109

网 址:www.lkj.com.cn

发 行 者:山东省新华书店

印 刷 者:山东人民印刷厂

版 次:2001年4月第1版第1次印刷

印 数:1—3000

规 格:850mm×1168mm 32开本

印 张:4.75

插 页:4

字 数:100千

I S B N 7-5331-2841-9 /S·541

定 价:11.70元

(如印装质量有问题,请与印刷厂联系调换)

前言

人类已跨入 21 世纪。科学与技术迅速进步，不但没有减轻土壤科学所承担的社会发展责任，相反，面对 21 世纪“人口—粮食—资源—环境”这一困扰人类社会发展的难题，土壤科学工作者责任越来越重大。

土壤学是一门年轻学科，仅有 150 年左右的历史，过去一个世纪的发展动力，主要是源于解决日益增长的人口对粮食、纤维生产的需求，可以说经过几代土壤学家的努力，很好地履行了其社会职责，同时促进了土壤学科的发展。目前，土壤学科已成为自然科学的一门独立学科，是农业、资源环境和工程领域的基础学科。

21 世纪人类不可能摆脱“食以土为本”的法则，同时，人类社会对生态环境质量的保持和改善呼声和要求也日益增长。在 21 世纪，土壤学的发展必须满足于农业生产和生态环境质量保持和改善的需求，同时，在生命科学和信息技术带动下，将走入一个辉煌的时代。

希望读者能通过阅读本书，了解土壤及其对人类

F1106/108

前言

社会发展的重要性和不可替代性。并殷切希望更多的青少年读者将来能成为土壤科学家，共同承担土壤学所面临的挑战，为解决目前农业发展和资源环境所面临的危机，保证人类社会的持续发展，做出自己的贡献。

由于时间仓促，内容不妥之处，敬请指正。

作 者

2000 年 12 月

于中国农业大学

《21 世纪学科发展丛书》编辑委员会、 出版委员会名单

一、丛书主编、副主编

主 编:周光召

常务副主编:张玉台

副 主 编:徐善衍 常志海 张 泽 宋南平
宫本欣 马 阳

二、丛书编辑委员会

主 任:庄逢甘

副主任:闵桂荣 杨 乐 张 泽 宫本欣 马 阳

委 员:(按姓氏笔画排序)

王 铸 孙永大 刘 珩 朱道本 仲增墉
陈学振 张 鲁 汪稼明 李慧政 金明善
周 济 胡序威 赵 逊 相重扬 徐世典
谢荣岱 薛全福

各分册编审委员会主任(名单略)

三、丛书出版委员会

主 任:宫本欣

副主任:陈学振 张 鲁 李慧政

委 员:(按姓氏笔画排序)

王 铸 王昭顺 尹 铭 史 彬 刘传喜
张力军 宋德万 隋千存 董 正 韩 春
鲁颖淮

序

周光召

人类已跨进了新的千年,21世纪的曙光将给全球带来灿烂辉煌的新篇章。回顾过去的20世纪,科学技术的创新与进步引发了人类经济、社会的巨大变革,由此又带来了全球翻天覆地的变化。马克思曾在《资本论》中指出:“生产力的发展,归根结底总是来源于发挥着作用的劳动的社会性质,来源于社会内部的分工,来源于智力劳动特别是自然科学的发展”,人类社会实践有力地证实了这一精辟论断。

随着科学技术在近现代的蓬勃发展,新思维、新理念、新发现推动着新兴学科、交叉学科不断涌现。许多传统学科一方面派生出新的分支学科,另一方面又在与其他学科的融合中形成新的综合性学科。展望21世纪,信息科学技术、生物科学技术、纳米科学技术将成为发展迅速,带动社会经济科技快速进步的前沿学科。环境、能源、材料、航天、海洋等科学技术将继续发展,解决人类面临的持续发展课题。社会进步和经济发展的需求为人类今后如何驾驭科学技术的骏骑,如何继续攀登科技巅峰提出了新的课题。

一个国家的科技水平不仅体现在少数科学家的科技成就中,更要体现在广大群众对科学技术的理解、掌握和应用之中。“科技先行,以人为本”有赖于公众科技文化素质整体水平的提高。因此,弘扬科学精神、传播科学知识和科学方法

就成为科技工作者又一不可推卸的、任重而道远的职责。中国科学技术协会作为党领导下的科技群团组织，肩负着促进学科发展、推动科技进步和普及科学知识、提高全民科技文化素质的重要责任。编写《21世纪学科发展丛书》是使这种重要责任有机融合的一次新尝试。科学普及的对象可分为若干社会群体，其中青少年群体的科普教育尤为重要，因为他们是21世纪的后备人才，是攀登科技高峰的生力军。让广大青少年了解自然科学和技术科学的发展历程、卓越成就，对人类文化、社会、经济发展的巨大贡献，培养他们对科学技术的兴趣、爱好，以及为科技事业献身的精神，是老一辈科技工作者义不容辞的责任，也是我们编撰此套丛书的初衷所在。因此，专家学者们对编著此套丛书表现了极大的热情与关注。68个全国性学会参与了丛书的组织编写，很多院士、知名科学家在百忙中亲自挥笔，运用通俗的语言、生动的描绘、深入浅出的方式，将科学的奥秘揭示给读者。全套丛书介绍了60多个不同学科的起源、发展历程、著名科学家、重大科技成就，以及未来学科发展的态势，为广大读者特别是高中以上文化程度的各阶层读者提供了一套科学性、知识性、前瞻性、趣味性和可读性相统一的科普读物。希望通过浏览这套丛书，不仅能够帮助广大青少年读者拓宽知识领域，而且对于他们选择未来发展方向起到引导和参考作用。同时，此套丛书通俗易懂，也适合其他不同社会群体的干部与公众阅读。丛书将由山东省出版总社于2001年分两批出版发行。

跨入21世纪的中华民族将面临重新崛起的机遇和挑战，衷心地祝愿充满希望的一代丰获知识的硕果，为我国的繁荣富强贡献出才智和力量，作出无愧于伟大中华的重大业绩！

2001年1月16日

目 录

CONTENTS

第一章 土壤——陆地生命不可替代的资源和环境

.....	1
第一节 土壤是农业生产的基地	2
第二节 土壤是陆地生态系统的基础	10
第三节 土壤是最珍贵的自然资源	12
第四节 土壤是人类环境的组成要素	17
第五节 土壤圈	18

第二章 土壤学的学科体系与基本内容

第一节 土壤的科学概念	26
第二节 土壤所具有的独特性质	28
第三节 土壤学科的分支	40
第四节 土壤学科的研究方法	49

第三章 土壤学科发展尚处于青年时期——土壤学

科发展回顾

第一节 古代人们对土壤的认识	56
第二节 19 世纪土壤学科的诞生	59
第三节 20 世纪土壤学科的迅速发展	63

第四章 中国土壤学科发展的现状与面临

的挑战·····	71
第一节 土壤学基础学科的现状和成就·····	73
第二节 土壤学应用学科的现状与巨大 成就·····	82
第三节 中国土壤学科面临的挑战·····	93
第五章 21 世纪将是土壤学科发展的辉煌时代·····	103
第一节 可持续农业发展对土壤学科的需求 ·····	106
第二节 生态环境质量保持和改善对土壤学科 的需求 ·····	109
第三节 生命科学时代的土壤学 ·····	112
第四节 信息时代的土壤学 ·····	117
第五节 认识和描述复杂系统时代的土壤学 ·····	124
 附录 1. 中国科学院院士和中国工程院院士中土壤 科学家名录·····	 133
2. 土壤学及其相关学科 Internet 网站·····	136
参考书目 ·····	145

第1章

21 世纪学科发展丛书

土壤——陆地生命不可替代的 资源和环境

对于我们脚下的土壤,人们并不陌生,甚至已经熟视无睹了。但是通常人们对土壤的了解可能只是片面的,大多为表象的认识或生产实践中的感性认识。事实上土壤是地球表层系统的重要组成部分(图1-1),是人类生产和生活中不可缺少的一种重要的自然资源,它为人类社会的发展创造了生存条件和发展的环境,并抚育着整个陆地的生命系统。

“民以食为天,食以土为本”,这句古谚更是精辟地概括了土壤对我们人类生存和发展的重要性和人类—农业—土壤之间的关系:农业是人类生存的基础,而土壤是农业的基础。本章分别就土壤与农业生产和陆地生态系统的关系、土壤圈及其与人类环境的关系、土壤资源等方面对土壤的功能和作用进行简要介绍。

第一节 土壤是农业生产的基地

农业生产主要由植物生产和动物生产所组成,其

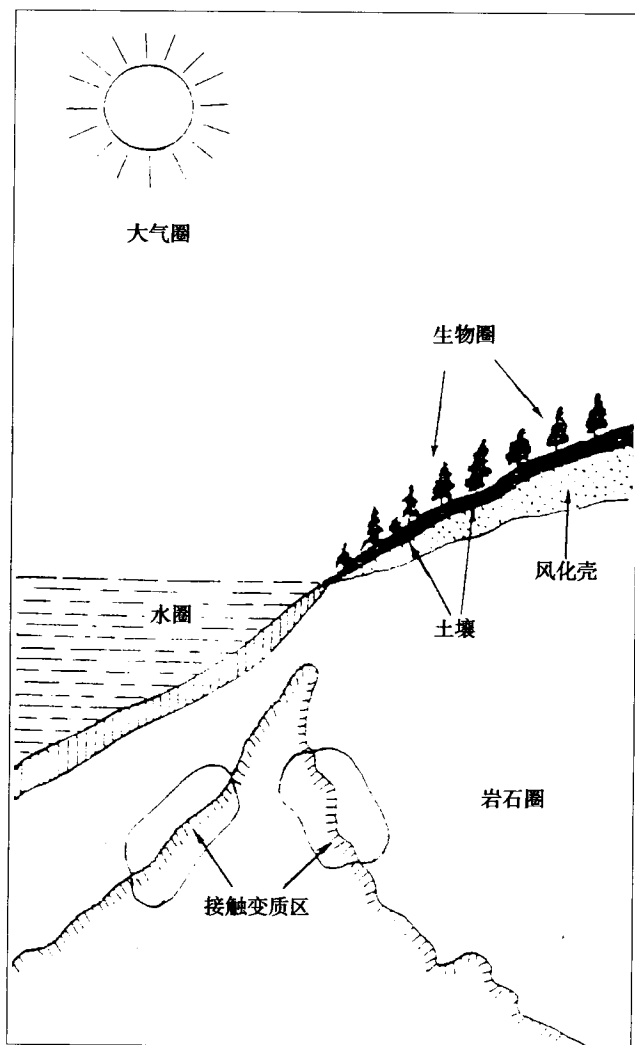
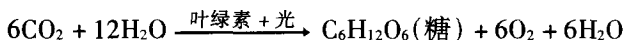


图 1-1 土壤在地球表层系统中的位置

最基本的任务是发展人类赖以生存的绿色植物生产。绿色植物利用太阳光辐射能,通过植物体叶中的叶绿素,把二氧化碳和水分合成转化为糖,即把光能转化为化学能的过程,这就是所谓的光合作用,可用如下方程式表示:



光合作用产生的糖分和植物体内的其他养分又经过多种有机转化,形成植物的有机体,维持植物的有机生命。绿色植物生存发展必需五个基本要素,即日光(光能)、热量(热能)、空气(氧及二氧化碳)、水分和养分。除日光外,水分和养分主要来自土壤,空气和热量也有一部分通过土壤获得。植物能立足自然界,能经受风雨的袭击,不倒伏,则是由于根系伸展在土壤中,获得土壤的机械支撑之故。这一切都说明,在自然界中植物的生长繁育必须以土壤为基地。植物在上述种种必需的生活因子中,养分及扎根条件是由土壤本身可以提供的,而土壤水、热(土壤温度)、空气等则可能随土壤所处的环境(气候及土地因素)而变化,在农业生产中也可人为调节,养分的丰缺也要时常加以调节。良好的土壤应该使植物能“吃得饱”(养料供应充分),“喝得足”(水分充分供应)、“住得好”(空气流通、温度适宜)、“站得稳”(根系伸展开、机械支撑牢固)。

广义的大农业包括农、林、牧、副和渔业几个主要部门,但归纳起来,农业主要由植物生产和动物生产所组成。从能量和有机质来源看,植物生产是由绿色植物通过光合作用,把太阳辐射能转变为有机质化学能,是动物及人类维持其生命活动所需能量和某些营养物质的最初惟一来源。动物生产则是对植物生产产品的进一步加工及增值,在更大程度上满足人类的需求。因此,人

们把植物生产称为初级生产(也叫一级生产、基础生产),而把动物生产称为次级生产。从食物链的关系看,次级生产中又再可分为若干级,如二级、三级等。每后一级的生产都以其前一级生产的有机物质作为其食料,整个动物界就是通过食物链的繁育衍生而来的。由此可见,土壤不仅是植物生产的基地,也是动物生产的基地。如果没有植物生产的繁茂,就不可能有动物生产和整个农业生产。

总之,农业直接或间接地以土壤为基础,要以土壤为必须的条件才能生存和发展,也可以说土壤是人类用于进行农业生产最基本的生产资料。尽管在迈入 21 世纪之际,现代技术革命促进了无土栽培的迅速发展,但也仅限于花卉、蔬菜和少量经济作物,而且要求条件严格,投资大,生产和产品价格昂贵,难于大面积推广应用。可以完全肯定的说,在 21 世纪和可预计的将来,养活全中国乃至全球日益增长的人口和提高人们的生活质量,土壤仍将发挥起不可替代的重要作用。

一、营养库的作用

高等植物所必需的营养元素,目前国际上公认的有 16 种。它们是碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S)、铁(Fe)、硼(B)、锰(Mn)、铜(Cu)、锌(Zn)、钼(Mo)和氯(Cl)。以上各种营养元素在植物体内的含量相差很大,一般根据植物体内含量的多少划分为大量营养元素和微量营养元素。大量营养元素一般含量指占干物质重量的 0.1% 以上者,它们是碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、硫、镁,共 9 种;微量营养元素的含量一般在 0.1% 以下,有的只含 0.1mg/kg,它们是铁、硼、锰、铜、钼、锌

和氯共 7 种。

高等植物正常生长所必需的营养元素，除碳、氢、氧三者主要来自空气和从土壤中吸取的水获取外，其余如氮、磷、钾、钙、镁、硫等大量元素和铁、锰、硼、锌、钼、铜等微量元素，主要依靠土壤来提供。换言之，在农业生产中，农作物在生长期，需要吸收多种多样的营养元素，其大部分都是从土壤里吸取的，这种依靠土壤来提供的营养元素称为土壤养分。

土壤学上把土壤能提供植物良好生长条件的能力称之为土壤肥力。由于土壤养分是土壤肥力的重要物质基础，也是农作物营养元素的主要来源。因此，土壤养分的丰缺是评价土壤肥力的重要内容之一。直到如今，在国际土壤学界如从狭义的角度理解土壤肥力就是土壤养分供给能力。由此更加强调土壤作为植物所需矿质养料的主要供给者的重要性。

从全球氮磷营养库的贮备和分布看(表 1-1)，虽然海洋的面积占去地球陆地表面的 2/3，但陆地土壤和生物系统贮备的氮磷总量要比水生生物和水体中的贮量

表 1-1 全球氮磷营养贮备和分布

环境	氮(10^9 吨)	磷(10^6 吨)
大气	3.8×10^6	—
陆 地 生 物	1.229×10^3	2×10^3
土 壤	—	1.6×10^5
水 域 生 物	0.97	138
沉积物	4×10^6	10^6
水 体	2×10^4	1.2×10^5
地 壳	1.4×10^7	3×10^{16}

注：摘自《土壤学》，黄昌勇主编。

高得多，无论从数量和分配上，土壤营养库都十分重要。土壤是陆地生物所必需的营养物质的重要给源。

二、养分转化和循环作用

土壤中的养分有多种存在状态，如有机态和无机态。不同形态的养分对植物的有效性是不一的。以土壤氮素为例，其各种形态中水溶态和交换态是植物能够直接吸收利用的无机形态，又叫速效态氮。有机态氮、难溶的闭蓄态氮是不能立即被植物吸收利用的形态，叫做迟效态氮。不同形态的养分在土壤中不是一成不变和彼此无关的，而是在一定条件下，可以相互转化的，包括一系列的物理、化学、生物和生物化学作用，在养分元素的转化中，既包括无机物的有机化，又包含有机物质的矿质化，既有营养元素的释放和散失，又有元素的结合、固定和还原。由迟效态氮转化为速效态氮称为土壤氮素的有效化过程；由速效态氮转化为迟效态或无效态氮称为土壤氮素的无效化过程，也就是说土壤中的无机态氮和有机态氮两种主要氮素形态是经常处于相互转化过程之中的。

土壤养分转化和循环过程大多是通过微生物作用进行的，正是通过地球表层系统中土壤养分元素的复杂转化过程，实现着营养元素与生物之间的循环与周转，保持了生物的周期生息与繁衍。图 1-2 是土壤中氮素循环示意图，氮素在土壤中的相互转化特别重要，它关系到氮素在土壤中的保存和对植物供给等两大问题（即保氮和供氮）。土壤中的有效氮通过微生物的吸收同化，把矿质态氮变为有机态氮，从而避免流失，这对土壤中氮素的保存有利，被视为保氮机制之一。相反土壤氮素的矿质化过程是把有机态氮转变为速效性氮，被看做是