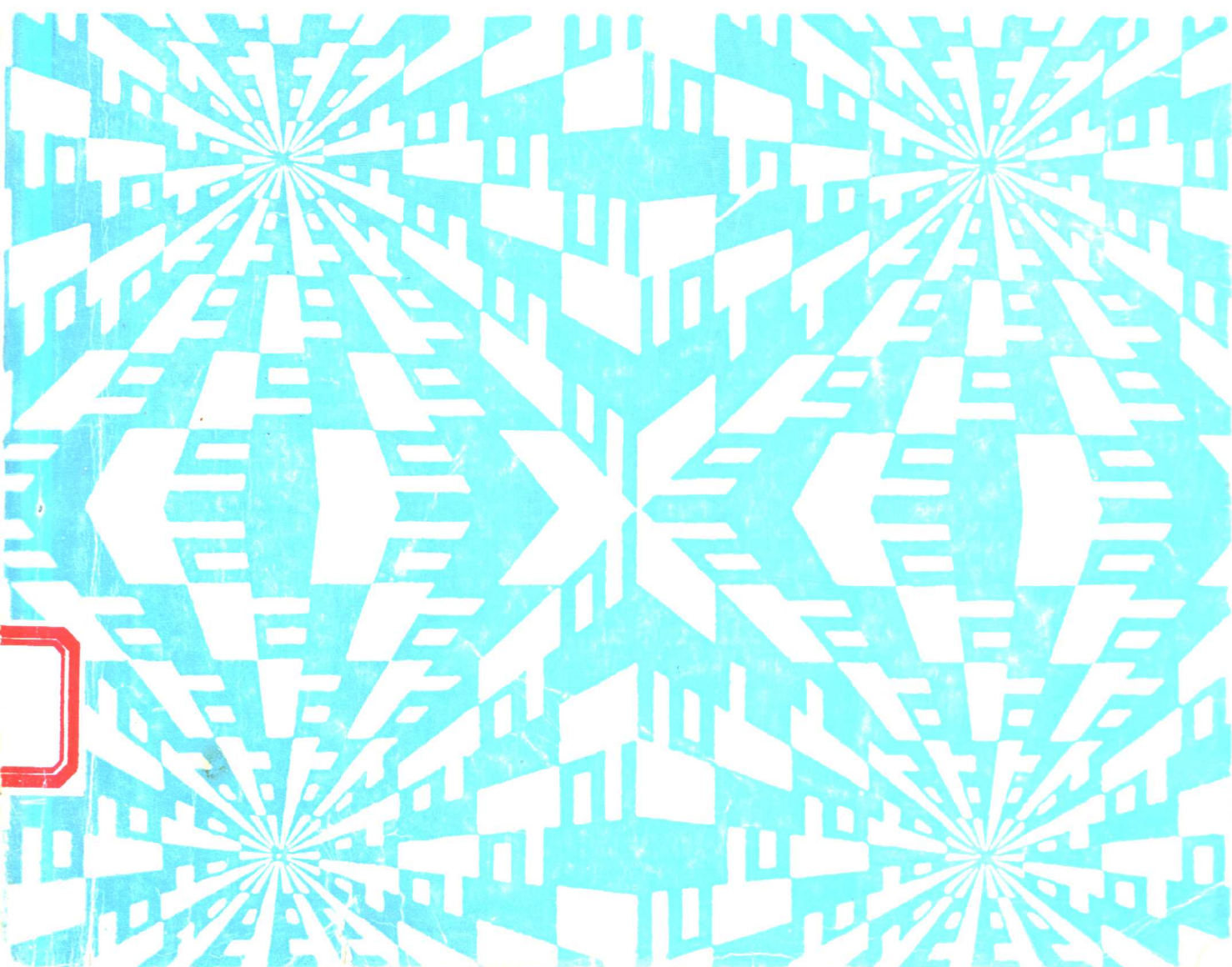


高等农业院校教材

土壤肥料学

张景略 徐本生 主编

河南科学技术出版社



土 壤 肥 料 学

张景略 徐本生 主编

河 南 科 学 技 术 出 版 社

主 编 张景略 徐本生

编写人员 (按姓氏笔画为序)

丁晶霞	于 融	王文亮	白由路
汤向东	刘 凯	刘镇平	李有田
李永昌	李士贞	吴建国	吴国梁
杨经成	杨华球	杨建堂	张景略
张慎举	徐本生	黄治业	商占果
谢青芳	谭金芳	籍玉尘	

高等农业院校教材

土 壤 肥 料 学

张景略 徐本生 主 编

责任编辑 张 鹏

河南科学技术出版社出版发行

河南省荥阳高中印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 27印张 640千字

1990年9月第1版 1993年5月第2次印刷

印数: 8000—10000册 定价: 12.80元

ISBN 7-5349-0699-7/S·699

再 版 说 明

河南农业大学、河南职业技术师范学院、豫西农业专科学校和豫南农业专科学校部分土壤肥料课教师编写的《土壤肥科学》教材，曾于1985年由河南科学技术出版社出版发行。几年来，得到了使用单位师生的普遍好评，一致认为这是一本适合教学需要的好教材。目前，该教材已经用完，纷纷要求再版。

这次再版时，根据使用过程中提出的问题，对原教材作了如下修改：第一，删掉了两个附录。即附录一，土壤普查与土地利用现状调查；附录二，土壤肥料实验。第二，调整了部分章节。将“土壤生物、土壤酶与土壤有机质”一章分为“土壤生物与土壤酶”和“土壤有机质”两章。将“华北的土壤”一章分为“我国土壤概况”和“河南土壤”两章。将“微量元素肥料与复合肥料”一章分为“微量元素肥料”和“复合肥料”两章。第三，充实和完善了教材内容，在这次修改时，大部分章节的内容都作了修改。其中，土壤生物、土壤酶、土壤有机质、土壤胶体、河南土壤、氮素化学肥料、微量元素肥料、复合肥料、绿肥等章节的内容作了较大的变动。对钙、镁、硫肥专门分出一章作了介绍。

改编后的教材，除绪论外，由原来的二十二章变为二十六章。分为上、下两编，第一章至第十三章为上编，即土壤学部分；第十四章至第二十六章为下编，即肥料学部分。编写分工如下：绪论、第一章、第七章与第十二章由张景略编写；第二章由杨经成编写；第三章由商占果编写；第四章由汤向东编写；第五章由杨华球编写；第六章由于融编写；第八章由李士贞编写；第九章与第十章由李有田编写；第十一章由刘凯编写；第十三章由杨经成、黄治业、谢青芳、白由路、张景略编写；第十四章与第二十一章由吴建国编写；第十五章由张慎举、徐本生编写；第十六章与第二十四章由徐本生编写；第十七章由籍玉尘编写；第十八章由刘镇平、徐本生编写；第十九章由谭金芳编写；第二十章由丁晶霞、王文亮编写；第二十二章由吴国梁编写；第二十三章与第二十六章由杨建堂编写；第二十五章由李永昌编写。在个人编写的基础上，土壤与肥料上下两编分别由张景略与徐本生修改、定稿。

这次再版，力求做到科学性、先进性与生产实用性的统一，反映土壤肥料科学的新进展。但由于编者水平所限，疏漏不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

1990年5月

补充说明

在进行第二次印刷前，张景略根据河南省第二次土壤普查的资料，对《河南土壤》一章的内容作了较大的修改与充实；徐本生对肥料学部分也作了个别修改与补充。特此说明。

编者

1993年5月

王宜伦

目 录

绪 论	1
一、土壤肥料在农业生产中的作用	1
二、土壤肥料科学发展概况	2
三、土壤肥料学的任务与内容	3
上编 土壤学	6
第一章 土壤概述	6
第一节 土壤与土壤肥力的概念	6
一、土壤的概念	6
二、土壤肥力的概念	6
第二节 土壤的形成	7
一、成土的主要矿物与岩石	7
二、岩石风化——母质的形成	9
三、土壤母质的类型	10
四、土壤形成的一般轮廓	11
第三节 土壤剖面与土体构造	12
一、土壤形态与土壤剖面	12
二、土体与土体构造	16
第四节 土壤的物质组成	17
第二章 土壤矿物质	18
第一节 土壤矿物质的矿物成分和化学成分	18
一、土壤矿物质的矿物成分	18
二、土壤矿物质的化学成分	20
第二节 土壤矿物质的机械组成——土壤质地	20
一、矿物质土粒的粒级	21
二、土壤质地分类	24
三、不同质地土壤的农业生产特性	26
四、土壤质地的改良	28
第三章 土壤生物与土壤酶	30
第一节 土壤生物	30
一、土壤微生物	30
二、土壤动物	34
三、土壤生物在土壤生态系统中的作用	36
第二节 土壤酶	36
一、土壤酶的概念与性质	37
二、影响土壤酶活性的因素	38
三、土壤酶的应用	40

第四章 土壤有机质	41
第一节 土壤有机质的来源和组成.....	41
一、土壤有机质的含量.....	41
二、土壤有机质来源及存在状态.....	41
三、土壤有机质的组成.....	41
第二节 土壤有机质的转化.....	42
一、矿质化过程.....	42
二、腐殖质化过程.....	44
三、影响土壤有机质转化的因素.....	45
第三节 土壤腐殖质.....	46
一、土壤腐殖质的分组.....	46
二、腐殖质在土壤中的存在状态.....	47
三、胡敏酸及其性质.....	47
四、富里酸及其性质.....	47
第四节 土壤有机质的作用与调节.....	48
一、土壤有机质在肥力上的作用.....	48
二、土壤有机质的调节.....	49
第五章 土壤胶体与离子交换	52
第一节 土壤胶体.....	52
一、土壤胶体的种类.....	52
二、土壤胶体的特性.....	57
第二节 土壤的离子交换.....	61
一、土壤阳离子交换.....	61
二、土壤对阴离子的吸附.....	67
第六章 土壤孔性与土壤结构	68
第一节 土壤的孔性.....	68
一、土壤的比重.....	68
二、土壤的容重.....	68
三、土壤孔隙状况.....	70
第二节 土壤的结构.....	73
一、土壤结构的类型及其与肥力的关系.....	73
二、土壤结构的形成.....	76
三、改善土壤结构性的措施.....	77
第七章 土壤水分、空气和热量状况	80
第一节 土壤水分的数量与能量.....	80
一、土壤水分的数量及其表示方法.....	80
二、土壤水分的能量及其表示方法.....	81
三、土壤水分数量与能量的关系.....	82
第二节 土壤水分的运动和田间循环.....	83
一、土壤液态水的运动.....	83

二、土壤气态水的运动	86
三、土壤蒸发	86
四、水向土壤的入渗和土壤水的再分布	87
五、土壤——植物——大气体系中的水分循环	89
第三节 土壤水分的保持与土壤水分的有效性	90
一、土壤水分的保持与土壤水分的形态分类	90
二、土壤水分的有效性	93
第四节 土壤水分状况	95
一、土壤水分平衡	95
二、华北平原土壤墒情与土壤水分的季节变化	96
第五节 土壤空气	98
一、土壤空气的组成和特性	98
二、土壤空气与大气的交换	99
三、土壤通气性	100
第六节 土壤热状况	100
一、土壤热的来源	100
二、土壤热的性质	101
三、土壤温度的变化	104
四、土壤的冻结和解冻	104
第七节 土壤水、热、气的调节	105
一、搞好农田基本建设	105
二、灌 溉	105
三、排 水	105
四、耕 作	105
五、地面覆盖	106
六、保墒增温剂的应用	106
第八章 土壤物理机械性与耕性	108
第一节 土壤的物理机械性	108
一、土壤的粘结性	108
二、土壤的粘着性	109
三、土壤的塑性	109
第二节 土壤的耕性	110
一、土壤的结持状态	110
二、土壤的耕作阻力	111
三、土壤的宜耕性	112
四、土壤的压板及其防止	112
第九章 土壤化学性	115
第一节 土壤养分	115
一、土壤养分的种类、数量与形态	115
二、土壤中的氮	118

三、土壤中的磷	120
四、土壤中的钾	123
五、土壤中的钙、镁、硫	124
六、土壤中的微量元素	125
第二节 土壤酸碱性	127
一、土壤酸度	127
二、土壤碱度	128
三、土壤的缓冲性	129
四、土壤反应与土壤肥力和植物生长的关系	130
第三节 土壤的氧化还原作用	131
一、土壤的氧化还原电位	131
二、土壤氧化还原电位与土壤肥力的关系	132
第十章 土壤污染	133
第一节 土壤污染物的外部来源	133
一、污灌引起的污染	133
二、施肥引起的污染	133
三、农药引起的污染	133
四、工业废气对土壤的污染	134
五、工业废渣对土壤的污染	134
第二节 土壤污染物的毒性及其在土壤中的转化	134
一、重金属污染物	134
二、化学农药	135
第三节 土壤污染的防治途径	137
一、土壤质量的调查与监测	137
二、消除污染源	137
三、发挥土壤净化作用	137
四、换土、翻土	137
五、改种植物	137
第十一章 土壤的形成、分布与分类	138
第一节 土壤形成因素与主要成土过程	138
一、土壤形成因素	138
二、成土过程	142
第二节 土壤分布	143
一、土壤纬度地带性	144
二、土壤经度地带性	144
三、土壤垂直地带性	144
四、土壤的区域性	144
第三节 土壤分类	144
一、土壤分类的目的和意义	145
二、土壤分类的原则	145

三、我国现行的土壤分类系统	145
第十二章 我国土壤概况	148
第一节 东北平原的主要土壤	148
一、成土条件	148
二、土壤的特点	149
三、土壤的改良利用途径	150
第二节 华北与江淮地区的主要土壤	150
一、成土条件	150
二、土壤的改良利用途径	150
第三节 江南地区的主要土壤	150
一、成土条件	151
二、土壤特点及其改良利用	151
第四节 黄土高原的主要土壤	152
一、成土条件	152
二、土壤的特点	152
三、土壤的改良利用途径	153
第五节 西北地区的主要土壤	154
一、成土条件	154
二、土壤的特点	154
三、土壤资源的开发和治理途径	155
第十三章 河南土壤	156
第一节 棕壤	157
一、地理分布	157
二、成土条件	157
三、成土过程	157
四、形态特征与理化性状	157
五、分类	158
六、利用和改良	158
第二节 黄棕壤和黄褐土	160
一、分布与成土条件	160
二、成土过程	161
三、形态特征与理化性状	161
四、分类	164
五、利用和改良	166
第三节 褐土	167
一、分布与成土条件	167
二、成土过程	167
三、形态特征与理化性状	168
四、分类	169

五、利用和改良·····	170
第四节 潮土·····	170
一、分布与成土条件·····	170
二、成土过程·····	171
三、形态特征与理化性状·····	171
四、分类·····	172
五、利用和改良·····	176
第五节 砂姜黑土·····	177
一、成土条件与成土过程·····	177
二、形态特征与理化性状·····	177
三、分类·····	178
四、利用和改良·····	181
第六节 盐土与碱土·····	181
一、盐碱对作物的危害·····	182
二、成土条件·····	182
三、土壤的积盐特点·····	184
四、分类·····	185
五、利用和改良·····	187
第七节 水稻土·····	190
一、层次的发育·····	190
二、理化性状·····	191
三、分类·····	194
四、利用和改良·····	195
第八节 风沙土与新积土·····	196
一、风沙土·····	196
二、新积土·····	199
第九节 红粘土与紫色土·····	200
一、红粘土·····	200
二、紫色土·····	202
第十节 石质土、粗骨土、山地草甸土与沼泽土·····	205
一、石质土·····	205
二、粗骨土·····	206
三、山地草甸土·····	208
四、沼泽土·····	210
下编 肥科学·····	213
第十四章 作物营养与施肥·····	213
第一节 作物的营养成分·····	213
一、作物生长发育所必需的营养元素·····	213
二、营养元素的同等重要律和不可代替律·····	215
第二节 作物对养分的吸收·····	216

一、作物的根部营养·····	216
二、作物的叶部营养·····	226
第三节 作物吸收养分的关键时期·····	229
一、作物营养的阶段·····	229
二、作物营养的临界期·····	230
三、作物营养最大效率期·····	231
第四节 作物的根际营养·····	232
一、根际的概念与特点·····	232
二、作物的根系特性与养分吸收·····	232
三、根际和根内微生物与作物营养的关系·····	235
第十五章 氮素化学肥料·····	237
第一节 作物的氮素营养·····	238
一、作物体内氮素的含量与分布·····	238
二、氮素的生理功能·····	239
三、作物对氮素的吸收与同化·····	239
四、氮素缺乏与过多的症状·····	241
第二节 氮肥的种类、性质及其施用·····	243
一、铵态氮肥·····	243
二、硝态氮肥·····	251
三、酰胺态氮肥·····	252
四、长效氮肥·····	255
第三节 氮肥的有效施用·····	256
一、氮肥的合理分配·····	256
二、提高氮肥利用率的途径·····	257
三、氮肥的增产效果·····	258
第十六章 磷素化学肥料·····	260
第一节 作物的磷素营养·····	260
一、作物体内磷素的含量与分布·····	260
二、磷素的生理功能·····	260
三、作物对磷素的吸收·····	264
四、磷素缺乏与过多的症状·····	265
第二节 磷肥的种类、性质及其施用·····	265
一、水溶性磷肥·····	265
二、弱酸溶性磷肥·····	270
三、难溶性磷肥·····	271
第三节 磷肥的有效施用·····	275
一、土壤条件与磷肥施用·····	275
二、不同作物的需磷特性和轮作中磷肥的施用·····	276
三、磷肥的特性与合理施用·····	277
四、氮磷肥配合施用·····	277

五、磷肥的利用率·····	278
第十七章 钾素化学肥料 ·····	279
第一节 作物的钾素营养·····	279
一、作物体内钾素的含量与分布·····	279
二、钾素的生理功能·····	280
三、作物缺钾症状·····	283
第二节 钾肥的种类、性质及其施用·····	283
一、工业钾肥·····	283
二、其他钾肥·····	284
第三节 钾肥的有效施用·····	286
一、土壤供钾能力与钾肥肥效·····	286
二、作物种类与钾肥肥效·····	288
三、肥料配合与钾肥肥效·····	288
四、钾肥的施用技术与钾肥肥效·····	288
第十八章 微量元素肥料 ·····	291
第一节 微量元素的营养功能·····	291
一、硼的营养功能·····	291
二、钼的营养功能·····	292
三、锌的营养功能·····	292
四、锰的营养功能·····	293
五、铁的营养功能·····	293
六、铜的营养功能·····	294
第二节 微量元素肥料的种类与性质·····	294
第三节 微量元素营养诊断·····	295
一、外形诊断·····	295
二、叶片诊断·····	295
三、化学分析诊断·····	299
第四节 微量元素肥料施用技术·····	300
一、向土壤施肥·····	300
二、向植物施肥·····	300
三、施用注意事项·····	301
第十九章 复合肥料 ·····	303
第一节 复合肥料的意义与发展动向·····	303
一、复合肥料的定义、类型和表示方法·····	303
二、复合肥料的优缺点·····	304
三、复合肥料的发展动向·····	305
第二节 复合肥料的种类、性质和施用·····	307
一、二元复合肥料·····	307
二、三元复合肥料·····	309
三、其他复合肥料·····	309

第三节 复合肥料的施用原则与技术	311
第二十章 钙、镁、硫肥	312
第一节 钙 肥	312
一、钙的生理功能	312
二、含钙肥料的种类和性质	312
三、石灰的改土作用	313
四、石灰的施用及效果	314
第二节 镁 肥	316
一、镁的生理功能	316
二、含镁肥料的种类与性质	316
三、镁肥的施用及效果	317
第三节 硫 肥	318
一、硫的生理功能	318
二、含硫肥料的种类与性质	319
三、硫肥的施用及效果	319
第二十一章 有机肥料概述	322
第一节 有机肥料在农业生产中的作用	322
一、近代国内外有机肥料发展概况	322
二、有机肥料在农业生产中的作用	323
三、有机肥料的分类	324
四、有机肥料与化学肥料的特点比较	325
第二节 有机肥料的腐熟和调控措施	325
一、有机肥料腐熟的目的	325
二、腐熟过程中养分的变化	326
三、有机肥料腐熟条件的控制	328
第二十二章 粪尿肥	331
第一节 人粪尿	331
一、人粪尿的肥料价值	331
二、人粪尿的合理积存	332
三、人粪尿的合理施用和肥效	334
第二节 家畜粪尿和厩肥	336
一、家畜粪尿	336
二、厩肥	338
三、家畜粪尿和厩肥的施用	340
第二十三章 堆肥与沤肥	342
第一节 堆 肥	342
一、堆肥的堆制原理	342
二、堆肥的堆制方法	343
三、堆肥的成分与性质	344
四、堆肥的施用	344

第二节 秸秆直接还田	345
一、秸秆直接还田的作用	345
二、秸秆在土壤中的分解	346
三、秸秆直接还田的技术	347
第三节 沤肥	348
一、沤制方法	348
二、影响沤肥质量的因素	349
第四节 沼气池肥	349
一、沼气发酵的意义	349
二、沼气发酵的原理	350
三、沼气的施用和效果	350
第二十四章 绿肥	352
第一节 绿肥在农业生产中的作用	352
一、生物固氮的意义及其机制	352
二、绿肥在提高土壤肥力及改良土壤方面的作用	353
三、发展绿肥促进农牧业结合	356
第二节 绿肥的发展概况及种植方式	357
一、绿肥的发展概况与前景	357
二、绿肥的分类及种植方式	358
第三节 北方主要绿肥作物的特性及栽培要点	359
一、绿肥作物的栽培要点	359
二、北方主要绿肥作物的特性及栽培	361
第四节 绿肥的利用技术	367
一、绿肥的肥效特点	367
二、绿肥的利用要点	370
第二十五章 泥炭与其他肥料	371
第一节 泥炭及腐殖酸类肥料	371
一、泥炭	371
二、腐殖酸类肥料	373
第二节 饼肥和禽粪	375
一、饼肥	375
二、禽粪	377
第三节 菌肥	378
一、菌肥的种类	378
二、根瘤菌肥料	379
三、磷细菌肥料	379
四、“5406” 抗生素菌肥	380
第四节 “三废” 的农业利用	380
一、“三废” 在农业上利用的意义	380
二、工业废渣的利用	381

三、污水的利用.....	382
第二十六章 肥料的合理使用.....	386
第一节 合理施肥的原理和依据.....	386
一、合理施肥的原理.....	386
二、合理施肥的依据.....	392
第二节 施肥的环节与方法.....	394
一、基 肥.....	394
二、种 肥.....	395
三、追 肥.....	396
第三节 作物计划施肥量的估算.....	396
一、肥料利用率.....	396
二、作物计划施肥量的估算.....	397
第四节 肥料的经济效益与合理施肥.....	400
一、作物产量与施肥量的关系.....	400
二、肥料效应的经济分析.....	401
第五节 肥料的混合与贮存.....	405
一、肥料的混合.....	405
二、肥料的贮存.....	409
附录 我国法定计量单位应用.....	412
主要参考文献.....	415

绪 论

一、土壤肥料在农业生产中的作用

土壤是植物生长的基地，也是农业生产的基本生产资料，农业生产的基本特点是生产具有生命的有机物，包括植物生产（种植业）和动物生产（养殖业）。其中，植物生产是基本的生产，因为植物的绿色部分，能以太阳辐射能为能量来源，把从空气中吸收的二氧化碳和土壤中吸取的水分与无机盐类制造成各种各样的有机物质，并把太阳能转变为化学潜能贮藏在有机物中。植物生产的有机物，不仅是人类衣食等生活资料的来源，也是动物食料的来源，动物生产必须以植物生产为基础，所以说植物生产是最基本的农业生产。

植物生产的产量与品质，一方面取决于植物本身的特性，另一方面还要看植物生活的外界条件如何？[植物在生长过程中需要阳光、热量、水分、空气和无机养分等外界条件。在这些外界条件中，光和热主要来自太阳辐射；水分和无机养分基本上是植物根系从土壤中吸取的，植物茎叶所需的氧及二氧化碳来自大气，而根系呼吸所需的氧气则是由土壤供应的；此外，土壤还给植物根系的生长提供热能，是植物扎根立足的场所。]

通过调整植物生活的外界条件，提高植物的产量，改善植物的品质，是农业增产的重要途径。但从农业的发展历史和现实条件来看，不同地区的植物一般都能适应当地的气候条件，直接控制气候条件还不太容易。而各地土壤条件则差异很大，一般来讲也比较容易控制，所以，农业上的许多增产措施，如耕作、施肥、灌溉、排水等都是作用于土壤而影响植物的，这就显得研究植物生长的土壤条件的重要了。[土壤学家威廉斯，把土壤管理、植物生产和动物生产称为农业生产的三大环节，只有把三者结合起来，以植物生产所提供的有机收获物来保证动物生产所需的饲料，又以不能利用的植物残体和动物生产中所获得的粪尿等废物为肥料，通过各项土壤管理措施，培肥土壤，提高地力，才能把农业生产不断地推向前进。]

土壤不但是基本的生产资料，也是生态系统的重要组成部分。它和大气、水分、生物以及矿藏等一样都有人类社会的重要生态条件。人类生活在自然环境中，并不断地对自然环境进行干预改造，使之有利于人类的生产和生活，建立起生态系统的新的动态平衡。同时，人们的活动，也会有意或无意的破坏自然环境中的生态平衡给人类带来难以弥补的损失，如土壤污染、水土流失、草原土壤沙化等，由于生态环境的恶化，会给人类带来灾害，有时甚至是毁灭性的。从环境科学要求出发，今后对土壤资源的利用，不但考虑国民经济和农业生产发展的要求，还要考虑整个自然环境中的生态平衡问题。宜林则林、宜农则农、宜牧则牧。在农田土壤管理中，应着眼于防止农药或工矿废水、废渣的污染，防止过多或滥用化肥，对林地的开发，特别要注意水土流失，促使生态系统