

土壤肥料学

——全国高等农林专科统编教材

● 王荫槐 主编

● 作物 果树 蚕桑 茶叶 蔬菜等专业用

● 农业出版社



全国高等农林专科统编教材

土 壤 肥 料 学

王荫槐 主编

作物 果树 蚕桑 茶叶 蔬菜等专业用

农 业 出 版 社

(京)新登字060号

封面设计 蒋志南

全国高等农林专科统编教材

土壤肥料学

王荫槐 主编

* * *

责任编辑 徐蒲生 贺志清

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm 16开本 24.25印张 520千字
1992年5月第1版 1996年5月北京第5次印刷
印数 26,801—35,800册 定价 18.80元

ISBN 7-109-02116-5/S·1393

出版说明

高等农林专科教育是高等农林教育体系中一个相对独立、不可缺少的层次。

我国高等农林专科教育，自进入80年代以来，有了长足发展，在校人数迅速增加，为适应发展的需要，改变教学多年来一直借用本科教材的局面，建设具有农林专科教育特色的教材体系，经国家教委批准，于1986年7月成立全国高等农林专科基础课程教材委员会，并在全国高等农林专科教育研究协作组制定的农林专科生培养基本要求和部分专业教学计划以及课程教学基本要求的基础上，首批组织统编了49种教材。

本批教材力求体现农林专科生培养基本要求，突出应用性，加强实践性，强调针对性，注重灵活性，遵循教学规律，具有科学性、系统性，由浅入深，循序渐进，理论联系实际，既具有广泛的适应性，又具有先进性和时代特征。

这批教材在适用农林专科教育的修业年限上，兼顾了二、三年制的需要，同时可供电大、函授等专科教育和中等专业学校教师，以及有关科技人员参考。

这批教材的编审出版是在国家教委高教司直接领导下进行的，并得到农业出版社、高等教育出版社、中国林业出版社、四川科学技术出版社、广西科学技术出版社的通力合作与大力支持，在此深致谢意。

本教材的编审出版，不仅是为了解决部分课程教学所用教材的有无问题，而更重要的是在新的历史条件下，为建设具有高等农林专科教育特色的教材体系探索路子，试图提供一些有益的尝试，故缺点错误在所难免，愿望各校在使用过程中提出宝贵意见，以便再版时作进一步修改。

全国高等农林专科基础课程教材委员会

1990年

前 言

本书是在国家教委高教司、全国高等农林专科基础课程教材委员会、土肥气象课程组的领导下进行编写的。

本书的编写是以普通高校农林专科生培养规格，全国高等农林专科作物专业、果树专业（二、三年制）教学计划（1987年9月修订稿），土壤学、肥料学教学基本要求和《全国高等农林专科基础课程教材委员会第四次全体扩大会议纪要》为依据。

土壤肥料学是农果类专业的一门专业基础课。土壤肥料学应以物理学、化学、高等数学和植物生理学为先修课，为学习作物栽培学、果树栽培学、桑树栽培学、茶树栽培学、蔬菜栽培学和耕作学以及毕业后从事农业技术推广工作奠定基础。

本课程主要任务是：以提高土壤肥力为中心，研究土壤肥力发生发展规律，掌握不断提高土壤肥力的技术措施，运用土壤学的基本理论知识，结合本省（区）实际情况，学会认土、评土、用土、改土的方法和措施。了解各种养分对植物的作用和植物对各种养分的需求。明确土壤、植物和肥料之间的养分关系。掌握主要化学肥料和有机肥料的性质、作用、在土壤中的转化以及施用原则和技术，并结合农业生产实际，掌握经济用肥和科学施肥的原理和方法。

本书力图体现高等农林专科教育的特色，即“突出应用性、加强实践性、强调针对性、注重灵活性”。具体表现在：

本书力图引进的材料便于同学应用。例如，关于我国土壤分类系统，采用了我国第二次土壤普查分类系统（1984年12月），因为鉴于地（市）、县土壤志和土壤图一般均以这个系统为依据，便于同学毕业后应用。在土类部分，由于我国幅员辽阔，自然条件和生产特点差别较大，应重点讲授当地主要土壤类型，建议由各省（区）或各校组织编写土类补充教材。在土壤水分部分，编入了土壤水分平衡原理的应用，便于在有灌溉条件的地区，为确定灌水量和灌水日期提供依据。在施肥技术部分，着重讲授配方施肥，特别是施肥量的估算方法，为合理施肥提供依据。

本书力图理论联系实际。首先，努力贯彻党和政府对土壤肥料工作的方针和政策。其次，引证的实例，尽量采用和力图反映我国建国四十年来研究成果和群众经验，以便联系我国实际。第三，“实验指导”列于书后。每一实验项目，一般只编写适用于指定条件下的一个分析方法。选定分析方法的原则是：方法原理和分析技术较成熟，结果的准确度和精密度较好，操作较简便快速，所需设备适应于我国农业高校土壤肥料实验室的现状。再者，19个实验项目中，11个列为必做项目，计24学时；另再任选一项，达26学时。第四、除在实验实习中培养动手能力外，尚应在教学实习、课外科研活动中培养动手能力。

本书力图符合本门课程在专科教学计划中的地位和作用、课程教学的基本要求，做到深度适当，符合专科生的基础，紧密结合我国生产实际，突出应用理论、应用技术的传

授。处理好面向未来和立足当前，兼顾二、三学年制的需要。

本书是高等农林专科作物、果树、蚕桑、茶叶、蔬菜等专业的教材，也可供职大、函大、业大、农业科技人员、农业领导干部自学和培训以及本科、中专师生的参考。

全书除绪论外，共十六章。第一章至第六章着重讲述了土壤的组成和性质；第七章讲述了土壤的形成、分类和分布；第八章讲述了土壤管理；第九章着重阐述了植物营养与施肥原理；第十章至第十三章讲化学肥料；第十四、十五章讲有机肥料和菌肥；第十六章着重阐述施肥技术。土壤养分不单列一章，有关内容分别插入第十章至第十三章中讲授，使土壤氮、肥料氮和植物的氮素营养，土壤磷、肥料磷和植物的磷素营养等有机地结合起来，更能说明土壤、植物和肥料之间的养分关系。实验指导列于书后。并有四个附录。附录一，收集了本书涉及的英汉土壤肥料学常用词汇 680 多条，有利于增强同学阅读本专业英文书刊的能力。编写分工如下：绪论、第四章、第五章、第八章（第一、二节），实验一、三、七、八、九、十一，附录一、四，由王荫槐编写；第二章、第十二章、第十五章，实验五、十二、十七、十八，由沈瑞庭编写；第九章、第十章、第十三章、第十六章，实验十三、十四、十九，附录一、三，由吴建国编写；第一章、第三章、第六章、第七章、第八章（第三节），实验二、四、六、十，附录二，由熊光华编写；第十一章、第十四章，实验十五、十六由姚源喜编写。在个人编写的基础上，由沈瑞庭、王荫槐进行修改。在此基础上，召开“组内审稿会”，互相审阅书稿，进行充分的讨论，提出修改意见。编写人根据意见修改。由王荫槐对全稿进行润色、修改。将书稿提交审稿人，提出宝贵意见。最后由王荫槐修改定稿。

本书初稿完成后，承蒙河北农业大学和熊岳农业专科学校有关教授的审阅。沈阳农业大学唐耀先教授审阅了“绪论”。唐山市农业广播学校王镇鲁老师为本书绘制了全部插图。河南农业大学谭金芳老师在本书出版中曾做了不少工作。对此一并致以深切的谢意。

在使用本书时，可根据当地生产实际，选择讲授微量元素肥料和绿肥作物。本书正文分大小字两种，凡属加深部分（供三年制选用），目前还不甚普遍使用的肥料（可由同学自学），都用小字排印，实验中带星号部分为选做内容。

由于土壤肥料学内容广泛，而编者学识有限，手头资料不足，编写时间短促，内容难免有错误和不妥之处，热忱地希望采用这本教材的老师、同学和读者多多提出宝贵意见，以便再版时修订。

编 者

1990年6月

目 录

前言

绪论	1
一、土壤肥料在农业生产中的重要性	1
二、土壤和肥料的概念	2
三、土壤肥料科学发展概况	3
四、土壤肥料工作的任务	5
第一章 土壤矿物质	6
第一节 岩石的风化	6
一、地壳的元素组成	6
二、成土的主要矿物	7
三、成土的主要岩石	7
四、岩石风化的类型	9
第二节 风化产物的新性质和类型	11
一、风化产物的新性质	11
二、母质的类型	11
第三节 土壤的矿物组成和化学组成	12
一、土壤的矿物组成	12
二、土壤矿物质的化学组成	13
第四节 土壤的机械组成	13
一、土壤粒级	13
二、土壤质地	17
第二章 土壤有机质	25
第一节 土壤有机质的来源、类型和组成	25
一、土壤有机质的来源和类型	25
二、土壤有机质的组成及其性质	25
第二节 土壤有机质的转化过程	26
一、土壤微生物在有机质转化中的作用	26
二、土壤有机质的矿质化过程	27
三、土壤有机质的腐殖化过程	30
四、影响土壤有机质转化的因素	31
第三节 土壤腐殖质	32
一、腐殖酸组分的分离	32
二、腐殖质在土壤中存在的形态	32
三、腐殖酸的性质	33

第四节 我国主要土壤的腐殖质特征和变化规律	34
一、我国主要土壤腐殖质的元素组成	34
二、我国主要土壤的腐殖质组成和性质的变化	35
第五节 土壤有机质的作用	36
一、提供作物需要的养分	36
二、增强土壤的保水保肥能力	36
三、促进团粒结构的形成, 改善物理性质	36
四、其它方面的作用	37
第六节 土壤有机质的调节	37
一、增加土壤有机质的途径	38
二、调节土壤有机质的分解速率	39
第三章 土壤孔性、结构性和耕性	40
第一节 土壤孔性	40
一、土壤比重	40
二、土壤容重	41
三、土壤孔隙状况	41
第二节 土壤结构性	44
一、土壤结构及结构性	44
二、土壤结构的类型	44
三、土壤团粒结构与土壤肥力	45
四、团粒结构形成的机制	48
五、创造团粒结构的措施	49
第三节 土壤耕性	51
一、土壤物理机械性	51
二、土壤的宜耕性与土壤耕作	55
第四章 土壤水分、空气和热量状况	57
第一节 土壤水分	57
一、土壤水分的类型和性质	57
二、土壤水分含量及其有效性	63
三、土壤水分的能量状态	67
四、土壤水的运动	72
五、土壤—植物—大气连续系统	76
六、土壤水分状况与作物生长	77
第二节 土壤空气	79
一、土壤空气的组成和特点	79
二、土壤通气性	80
三、土壤空气与作物生长	81
第三节 土壤热量状况	81
一、土壤热量的来源和平衡	81
二、土壤的热特性	82

三、影响土壤温度变化的条件	84
四、土壤温度的变化规律	85
五、土壤温度与作物生长	85
第四节 土壤水、气、热的调节	86
一、加强农田基本建设, 改善土壤水、气、热条件	86
二、合理灌排, 控制水分, 调节气热	86
三、精耕细作, 蓄水保墒, 通气调温	87
四、合理轮作, 氮磷配合, 提高水的利用率	87
五、降低土表蒸发, 调节土壤水气热状况	88
第五章 土壤胶体和土壤吸收性能	90
第一节 土壤胶体的种类和构造	90
一、土壤胶体的种类	90
二、层状铝硅酸盐矿物的结晶构造和特性	91
三、土壤胶体的构造	100
第二节 土壤胶体的特性	101
一、土壤胶体具有巨大的比表面和表面能	101
二、土壤胶体带有电荷	103
三、土壤胶体有凝聚和分散的作用	104
第三节 土壤吸收性能	105
一、土壤吸收性能的类型	106
二、土壤的阳离子交换作用	107
三、土壤的阴离子交换作用	112
第六章 土壤酸碱性和氧化还原性	113
第一节 土壤酸碱性	113
一、土壤中氢离子和氢氧离子的来源	113
二、土壤酸度	114
三、土壤碱度和碱化度	115
四、土壤缓冲性能	116
五、土壤反应对土壤肥力和植物生长的影响	117
六、土壤酸碱性的调节	119
第二节 土壤氧化还原性	121
一、土壤中的氧化还原体系	121
二、土壤氧化还原电位	122
三、影响土壤氧化还原电位的因素	123
第七章 土壤形成、分类和分布	124
第一节 土壤形成	124
一、土壤形成因素	124
二、成土过程	125
三、成土过程与成土因素的关系	127
四、土壤剖面	127
第二节 土壤分类	130

一、土壤分类的目的	130
二、我国土壤分类发展概况	130
三、我国现行土壤分类的原则	136
第三节 土壤分布	137
一、土壤水平地带性	137
二、土壤垂直地带性	138
三、土壤区域性	139
第八章 土壤管理	140
第一节 土壤培肥	140
一、高产肥沃土壤的特征	140
二、土壤培肥的基本措施	141
第二节 土壤污染	144
一、土壤背景值	144
二、土壤污染源	145
三、土壤污染的防治	147
第三节 土壤资源	148
一、土地资源评价	148
二、土壤资源评价	151
三、土壤资源的开发与利用	152
第九章 植物营养与施肥原理	156
第一节 植物的营养成分	156
一、植物体的组成	156
二、植物必需的营养元素	157
三、主要营养元素在植物营养中的作用	158
第二节 植物对养分的吸收	159
一、根部对养分的吸收	159
二、叶部对养分的吸收	162
第三节 影响植物吸收养分的环境条件	164
一、土壤温度与光照	164
二、土壤通气性	164
三、土壤反应	165
四、土壤水分	165
五、养分浓度	166
六、植物吸收离子的相互作用	166
第四节 施肥的基本原理	167
一、养分归还学说	167
二、最小养分律	167
三、限制因子律	167
四、报酬递减律与米采利希学说	168
五、植物营养的选择性	169
六、植物营养的阶段性的	169

第十章 氮肥	171
第一节 作物的氮素营养	171
一、作物体内氮的含量和分布	171
二、作物的铵态氮和硝态氮的营养特点	171
三、作物的氮素缺乏与过剩	172
第二节 土壤氮素	173
一、土壤中氮的含量和形态	173
二、土壤氮素平衡	174
第三节 氮肥的种类、性质和施用	175
一、铵态氮肥	175
二、硝态氮肥	179
三、酰胺态氮肥	180
四、长效氮肥	182
第四节 氮肥的合理分配和施用	183
一、氮肥的合理分配	183
二、提高氮肥利用率的措施	184
第十一章 磷肥	187
第一节 作物的磷素营养	187
一、作物体内磷的含量和分布	187
二、作物对磷的吸收	187
三、磷素缺乏和过剩的症状	188
第二节 土壤磷素	189
一、土壤磷素的含量和形态	189
二、土壤中磷的固定及其机制	191
第三节 磷肥的种类、性质和施用	193
一、水溶性磷肥	193
二、弱酸溶性磷肥	196
三、难溶性磷肥	197
第四节 磷肥的合理分配和施用	199
一、根据土壤条件合理分配和施用	199
二、根据作物需磷特性和轮作换茬制度合理分配和施用	199
三、根据磷肥特性合理分配和施用	200
四、氮、磷配合施用	200
第十二章 钾肥	202
第一节 作物的钾素营养	202
一、作物体内钾的含量、形态和分布	202
二、作物缺钾的症状和诊断	202
第二节 土壤钾素	203
一、土壤钾素的含量、形态和转化	203
二、土壤钾素的平衡	205

第三节 钾肥的种类、性质和施用	205
一、氯化钾	205
二、硫酸钾	206
三、窑灰钾肥	207
四、草木灰	207
第四节 钾肥的合理分配和施用	208
一、钾肥的合理分配	208
二、钾肥的施用技术	210
第十三章 微量元素肥料和复合肥料	212
第一节 微量元素肥料	212
一、硼肥	212
二、锌肥	214
三、锰肥	217
四、钼肥	219
五、铜肥	221
六、铁肥	222
第二节 复合肥料	224
一、复合肥料的特点	224
二、复合肥料的种类和施用	225
第十四章 粪尿肥和堆杂肥	227
第一节 人粪尿	228
一、人粪尿的成分和性质	228
二、人粪尿的贮存和管理	229
三、人粪尿的合理施用和肥效	230
第二节 家畜粪尿和厩肥	231
一、家畜粪尿的成分和性质	231
二、厩肥的成分和性质及其积制	234
三、家畜粪尿和厩肥的施用	236
第三节 堆沤肥及沼气池肥	238
一、堆肥	238
二、沤肥	241
三、沼气池肥	242
四、秸秆直接还田	242
第四节 土杂肥	243
一、泥炭	243
二、泥土肥	245
三、饼肥	247
四、家禽粪和蚕沙	248
五、兔粪尿	249
第十五章 绿肥和菌肥	250

第一节 绿肥	250
一、发展绿肥的意义	250
二、绿肥作物的种植方式	254
三、主要绿肥作物的栽培和利用要点	254
四、绿肥发展中的问题和展望	264
第二节 菌肥	265
一、根瘤菌肥料	266
二、固氮菌肥料	268
第十六章 施肥技术	270
第一节 施肥量的估算方法	270
一、养分平衡施肥估算法	270
二、肥料效应函数估算法	274
第二节 施肥方式	280
一、基肥的有效施用技术	280
二、种肥的有效施用技术	283
三、追肥的有效施用技术	283
第三节 肥料的配比混合	284
一、肥料混合配比的必要性	284
二、肥料混合配比的优缺点	286
三、肥料混合配比的原则	286
四、化学肥料的混合	286
五、有机肥料和化学肥料的混合	288
六、肥料的混合比例与计算	289
七、肥料混合的配制方法	290
八、肥料与农药的混合	290
土壤肥料科学实验指导	293
实验规则	293
*实验一 岩石矿物的识别	293
实验二 土壤样品的采集与处理	298
实验三 土壤含水量的测定(烘干法)	301
实验四 土壤质地的测定(简易比重计法和手测法)	304
实验五 土壤有机质含量的测定(重铬酸钾法)	309
实验六 土壤容重和孔度的测定(环刀法)	311
*实验七 土壤吸力的测定(张力计法)	313
*实验八 土壤田间持水量的测定(围框淹灌法和环刀法)	316
*实验九 土壤阳离子交换量的测定(EDTA-铵盐快速法)	319
实验十 土壤pH值的测定(电位测定法和混合指示剂比色法)	321
*实验十一 土壤和灌溉水中水溶性盐的测定	324
实验十二 土壤全氮量的测定(重铬酸钾-硫酸消化法)	336

实验十三	土壤水解性氮的测定(碱解扩散法)	339
*实验十四	碳酸氢铵含氮量的测定(中和滴定法)	341
实验十五	土壤速效磷的测定(碳酸氢钠法)	342
*实验十六	过磷酸钙中有效磷含量和游离酸的测定(钒钼黄比色法和中和滴定法)	344
实验十七	土壤速效钾的测定(醋酸铵-火焰光度法或四苯硼钠比浊法)	347
*实验十八	化学肥料的定性鉴定	350
实验十九	施肥量的估算(养分平衡施肥估算法)	354
附录一	英汉土壤肥料学常用词汇	357
附录二	地质年代	367
附录三	稀土微肥	368
附录四	本书中法定计量单位的符号	369
主要参考文献		370

绪 论

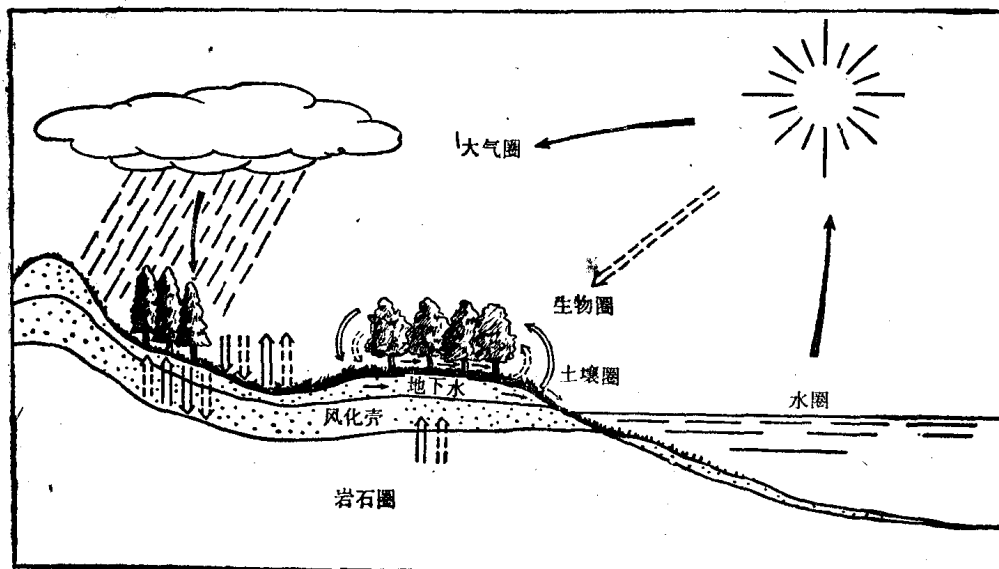
一、土壤肥料在农业生产中的重要性

土壤是农业生产的基地，也是农业生产的基本生产资料。农业生产是由植物生产、动物生产和土壤管理三个环节组成的。植物生产（种植业）主要是通过绿色植物的光合作用制造有机物质，把太阳辐射能转变为化学能贮存起来，随后，把一部分植物产品作为饲料和工业原料被人类所利用。动物生产（养殖业）是把一部分植物产品和残体作为喂养畜、禽、鱼类的饲料和饵料，以更充分地利用这些有机物质及其包含的化学能，进一步为人类提供动物性食品、工业原料、畜力和家畜粪尿。土壤管理是土壤的施肥耕作管理，把未曾利用的动植物残体和人畜粪尿，通过耕作，归还土壤，变为植物可利用的养分，同时增加和更新土壤有机质，提高土壤肥力。群众说的“粮多、猪多，猪多、肥多，肥多、粮多”，正是对植物生产、动物生产和土壤管理三者辩证地发展的形象化说明。

植物生产主要是栽培各种绿色植物。土壤不仅是植物扎根立足之地，而且还能供给植物生命活动所需的大部分生活要素。绿色植物的生活要素有日光（光能）、热量（热能）、空气（主要是氧气和二氧化碳）、水分和养料。光、热和空气主要来自太阳辐射能和大气，所以叫做“宇宙因素”；水分和养料主要是植物根系从土壤中吸取，所以叫做“土壤因素”。植物根系呼吸所需要的氧气是在土壤中得到的。不过，土壤中的氧气则是通过与大气的交换而得到补充的。显然，不但植物生产是以土壤为基地的，而且动物生产也是直接地（如放牧牲畜）或间接地（提供饲料和饵料）以土壤为基地的。几千年来，从原始种植业和饲养业的出现，直至当今的现代化农业，都是离不开土壤这个基地的。

土壤是一种十分重要的自然资源。土壤资源正在供养着这个发展中的世界。我们必须保护土壤资源，要因地制宜地进行合理的农林牧布局与结构，注意生态平衡。建国以来，我国农业虽有较大发展，但由于人口增长太快，人均占有的各种农产品数量均处于较低水平。从1957至1977年的20年中，全国粮食总产量增长了45%，而人口却增长了46.2%，人均占有粮食反而由306 kg下降为299.5 kg。1989年粮食总产量达到40745万吨，该年末总人口为111191万人，人均占有粮食仅366.4 kg。“十分珍惜每寸土地，合理利用每寸土地，应该是我国的国策。”

土壤是生态系统的重要组成部分。植物、动物和微生物加上它们生存的环境的集合体称为生态系统。土壤是人类社会所处自然环境的一部分，是自然环境中的生物圈的重要组成部分。自然环境是指人类生活和生产活动所涉及的空间范围内各种自然因素的总和，其中包括大气、水、生物、土壤、岩石和矿产资源等。通常我们把自然环境划分为几个圈，即大气圈、水圈、土壤圈、岩石圈和生物圈。生物圈包括凡是有生物活动的地方，即整个水圈、土壤圈、大气圈下层和岩石圈上层。从土壤圈在环境中所占据的空间位置看，正处于岩石圈、水圈、大气圈和生物圈相互紧密交接的地带，是结合无机自然界和有机自然界



图绪—1 土壤在自然环境中的位置示意图

(引自《土壤地理学》，1983年版)

的中心环节(绪图—1)。

在一定条件下,就整个生态系统来说,由于各种生物群体之间的相互制约,使得生物与生物、生物与环境之间,维持着某种相对稳定的状态,称为生态平衡。人类生活在自然环境中,并不不断地对它进行干预和改造,使之有利于人类的生产和生活。同时,人们的活动,也会有意或无意地破坏自然环境的生态平衡,给人类带来难以弥补的损失,如土壤污染、水土流失、土壤沙化等,会给人类带来灾害,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,不但要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。宜农则农,宜林则林,宜牧则牧,农林牧相结合。林是农的水源、肥源和农村能源,实行农林结合;牧是农业的肥源,农是牧的饲料、饲草来源,以农养牧,以牧促农,实行农牧结合;农区要种好作物,建设好商品基地,并发展林牧业,实行农林牧相结合。在农田土壤管理中,应着眼于防止土壤的污染,对林地的开发,特别要注意水土流失,促使生态系统不断地向有利于人类生存的方向转化。

肥料是植物的粮食,在农业生产中起着重要的作用。合理施用有机肥料和化学肥料,不仅为作物提供养分,而且能改善土壤理化生物性状,提高土壤肥力,增加单位面积产量。世界各国农业生产的提高与增施肥料以及扩大施肥面积是密切相关的。世界银行的报告认为全世界平均40%的增产是来自于增施肥料。由此可见,肥料用量的增加和施肥技术的改进,对于提高农业生产起了很大的作用。

二、土壤和肥料的概念

土壤是地球陆地上能够产生植物收获的疏松表层。“陆地表层”说明土壤的位置,“疏松”指其物理状态,以区别于坚硬整块的岩石。土壤之所以“能够产生植物收获”,主要

由于土壤具有肥力。任何一种土壤都有一定的肥力，只是高低不同，所以，土壤的概念与土壤肥力的概念是分不开的，肥力是土壤的本质。但是，什么是土壤肥力，国内外学者长期存在着不同的认识。一般西方土壤学家，传统地把土壤供应养分的能力称为土壤肥力。原苏联土壤学家威廉斯则认为，土壤肥力是“土壤在植物生活的全过程中，同时而又不断地供给植物以最大量的有效养分和水分的能力。”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水平是重要的，但不能全面反映土壤肥力状况。土壤肥力因素应包括水分、养分、空气和温度（水、肥、气、热）四个肥力因素。土壤中，只有诸肥力因素同时存在，而且处于相互协调状态，才能保证植物“吃饱、喝足、住得舒服”，从而获得丰收。所以，我国多数土壤科学工作者认为：土壤肥力就是土壤供给和调节植物生长发育所需要的水、肥、气、热等生活因素的能力。

根据肥力产生的不同原因，可以分为自然肥力和人为肥力（人工肥力）。自然肥力是指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（自然土壤）上才能见到。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肥力称为人为肥力。在农业土壤（耕作土壤、耕种土壤）上，既有自然肥力，又有人为肥力，就其发生而论可以区分，但不能分出它们各占多少。农业土壤的肥力因受环境条件和土壤管理技术水平等的限制，只有一部分在生产中表现出来，这一部分的肥力叫做“有效肥力”；另一部分没有直接反映出来的叫做“潜在肥力”。有效肥力和潜在肥力是可以互相转化的。

土壤肥力和土壤生产力是两个不同的概念，而又互有联系的。土壤肥力是土壤本身的属性，而土壤生产力是指土壤生产植物产品的能力。植物产量的高低是由土壤和其环境共同决定的，因为土壤上生长的植物产量的高低，还要受大气、温度、降水、日照、地形、灌排条件以及有无污染环境因素的影响。高产的土壤，必定是肥沃的。但是，并不能因此而断定，肥沃的土壤一定高产。干旱地区有肥沃的土壤，但是，在没有灌溉设施的经营管理制度下，对作物来说，这些土壤不可能是高产的。可见，土壤肥力是土壤生产力的基础，而不是土壤生产力的全部。区分土壤肥力和土壤生产力这两个不同概念，对土壤管理和生产具有重要意义，这使我们认识到，要提高土壤生产力（即提高植物产量），既要研究土壤与其环境间的相互关系，也要重视土壤肥力的研究。

直接或间接供给植物所需养分，改善土壤性状，以提高植物产量和品质的物质，称为肥料。主要施入土壤，也可喷射在植物地上部分。

三、土壤肥料科学发展概况

几千年来，我国劳动人民在长期生产斗争中，积累了丰富的认土、评土、用土、改土和对肥料积、造、保、用的经验。

早在战国时代，我国劳动人民就根据土壤性质、肥力水平，对各类土壤进行了分类分级。如《禹贡》一书就记载了当时按土壤肥瘦、性状、生产力，把九州的土地分为三等九级。《管子·地员篇》按土性、土宜、肥力分十八类，每类又各分五种，采用续分法。这些资料是现在所知的最早的结合生产的土壤分类系统。后魏《齐民要术》一书中就有关于旱田耕作和利用绿肥肥田的记载。元、明、清以来，对于农业生产的技术措施，进一步有