

土壤肥料学

樊小林 史俊通 主编

 世界图书出版公司

土 壤 肥 料 学

主 编 樊小林 史俊通

副主编 吕家珑 傅增光 李和生

北京·上海·广州·西安

1995.8

(陕)新登字 014 号

土壤肥料学

樊小林 史俊通 主编

吕家珑 傅增光 李和生 副主编

焦毓本 责任编辑

西北工业大学出版社出版发行

(西安市木头市 34 号 邮政编码 710002)

杨凌科技印刷厂印刷

开本:850×1168 1/32 12.5 印张 字数 312 千字

1995 年 8 月第 1 版 1995 年 8 月第一次印刷

印数:0001—2000 册

ISBN 7—5062—2716—9/S·54

定价:10.90 元

主 审 李生秀

编 委 (按姓氏笔画排名)

王旭东 史俊通 吕家珑 李和生

刘孟军 杜建军 傅增光 樊小林

前 言

土壤肥科学是农学类专业的一门主要专业基础课。《土壤肥科学》是为农学专业(专科)自学考试编写的教材。编写中依据教学计划要求,参考了大量近代土壤学、农业化学、肥料学等大专院校教材和专著,并结合编者多年教学实践经验,对土壤肥科学所涉及的内容进行了必要的取舍,以免造成资料的简单堆积,同时还注意教材的系统性,以便于读者自学。教材内容上重视基础理论的讲述,亦密切注意理论联系生产实际,使读者在掌握理论知识的基础上,能运用所学知识解决生产实际问题,达到学以致用目的。

本书共 12 章,绪论、第七、第八、第十一章由樊小林编写;第一、第三章由史俊通编写;第二、第五章由吕家珑编写;第九章由李和生编写;第十一、十二章由傅增光编写;第四章由王旭东编写;第十章由杜建军编写;第六章由刘孟军编写。

本书编写大纲由樊小林、吕家珑、史俊通、傅增光、李和生制定,编写工作由樊小林、傅增光组织,全书的统稿、修改、定稿由樊小林完成。

西北农业大学土壤农业化学系博士导师、李生秀教授对编写大纲提出了修改意见,并主审了全书内容。

由于目前还没有融理论于实践于一体的自学考试教材,本教材在这一方面进行了探试。因为作者水平有限,加之在当今如此浩瀚和快速增长的信息面前,很难及时、全面、客观地在了一本教材中反映土壤肥料的最新发展,至于在体系、内容、体例和文字上的偏颇和欠妥之处更在所难免,敬请专家、读者批评指正。

编 者

一九九五年六月

高等教育农学专业自学考试教材

目 录

- | | |
|---------|-------------|
| 《植物学》 | 《植物生理学》 |
| 《农业气象学》 | 《普通遗传学》 |
| 《植物保护学》 | 《土壤肥科学》 |
| 《微生物学》 | 《田间试验与生物统计》 |
| 《作物栽培学》 | 《作物育种学》 |
| 《耕作学》 | 《种子学》 |
| 《农业推广学》 | 《农业市场学》 |

目 录

前言

绪论	1
一、土壤肥料在农业生产中的重要性	1
二、土壤肥料应研究解决的问题	5

上篇 土壤学

第一章 土壤的基本组成	7
第一节 土壤的概念及组成	7
一、土壤的概念	7
二、土壤的组成	9
第二节 土壤矿物质	10
一、土壤矿物组成	10
二、粘土矿物	12
三、土壤质地	19
第三节 土壤有机质	27
一、土壤有机质的来源和组成	28
二、土壤有机质的转化	30
三、土壤腐殖质	33
四、土壤有机质在土壤肥力上的作用	34
五、土壤有机质的调控	36
第四节 土壤生物	39
一、土壤生物概况	39
二、土壤微生物	39
第二章 土壤的化学性质	44

第一节 土壤的离子交换	44
一、土壤胶体及带电性	44
二、土壤的阳离子交换	49
三、土壤对阴离子的吸附作用	55
第二节 土壤酸碱性和缓冲性	57
一、土壤酸碱性	57
二、土壤缓冲性	62
三、土壤酸碱性与土壤肥力的关系	64
第三节 土壤的氧化还原状况	67
一、土壤中的氧化还原体系	67
二、土壤氧化还原电位	68
三、影响土壤氧化还原电位的因素	69
四、土壤氧化还原状况与植物生长	70
第三章 土壤的物理性质	73
第一节 土壤孔气	73
一、土壤的容重、比重和孔隙度	73
二、土壤孔隙的类型	76
三、土壤松紧和孔隙状况与作物生长	80
第二节 土壤结构	82
一、土壤结构体的类型	82
二、土壤结构的肥力意义	85
三、土壤结构性改善	89
第三节 土壤耕性	92
一、土壤耕性含义	93
二、土壤耕性与土壤物理机械性质	94
三、土壤耕性改良	98
第四章 土壤的肥力特征	102
第一节 土壤肥力概述	102
一、土壤肥力概念	102

二、土壤肥力意义	102
第二节 土壤水分	103
一、土壤水分类型	104
二、土壤水的能态	109
三、土壤水运动	117
四、土壤水调节	121
第三节 土壤养分	121
一、土壤中的氮素	122
二、土壤中的磷素	125
三、土壤中的钾素	128
四、土壤微量元素	129
第四节 土壤空气	131
一、土壤空气组成	132
二、土壤通气性机制	132
三、土壤通气性的调节	134
第五节 土壤热量	136
一、土壤热量来源	136
二、土壤的热性质	137
三、土壤温度的变化规律	140
第五章 土壤的形成和分布	145
第一节 土壤的形成因素	145
一、自然因素	145
二、人为因素	153
第二节 主要成土过程	154
一、原始的土壤形成过程	154
二、土壤形成中的腐殖化过程	154
三、土壤形成中的灰化过程	154
四、土壤形成中的粘化过程	155
五、土壤形成中的富铝化过程	155

六、土壤形成中的钙化过程	155
七、土壤形成中的盐碱化过程	155
八、土壤形成中的泥炭化过程	156
九、土壤形成中的潜育化过程	156
十、土壤形成中的潜育化过程	156
十一、土壤形成中的白浆化过程	156
十二、旱耕熟化过程	156
十三、水耕熟化过程	157
第三节 土壤分布的规律性	157
一、水平地带性	158
二、垂直地带性	159
三、区域性分布	160
第六章 低产土壤改良	161
第一节 低产土壤改良的意义	161
一、低产土壤的概念及存在问题	161
二、低产土壤改良的意义	161
三、低产土壤改良的基本原则	163
第二节 盐渍土的改良	163
一、盐渍土的概念	163
二、我国盐渍土分布及其对农作物的危害	164
三、盐渍土的基本性状	165
四、盐渍土的改良和利用	167
第三节 低产水稻土改良	170
一、水稻土的概念及其分布	170
二、低产水稻土的基本特征	170
三、低产水稻土的改良措施	171
第四节 风沙土的改良	173
一、风沙土的概念及分布	173
二、风沙土的基本特征	174

三、风沙土的治理与改良	175
下篇 肥料学	
第七章 植物营养元素	180
第一节 植物营养及植物必需的营养元素	180
一、植物营养及养分的概念	180
二、植物必需的营养元素	181
三、植物对养分的吸收	185
四、植物营养的调节	197
第二节 植物体内养分离子的运输	203
一、养分的横向运输	204
二、养分的纵向运输	204
第三节 作物营养的特性	206
一、营养元素的同等重要律和不可代替律	206
二、作物营养期	207
三、作物吸收养分的关键时期	208
第八章 肥料与施肥	211
第一节 肥料的基本概念	213
一、肥料及其分类	213
二、化肥的表现特性与理化性质	215
三、化肥的包装、储存与调运	225
第二节 化肥施用技术	229
一、施肥位置	230
二、施肥时期	231
三、施肥方法	232
四、施肥量的确定	236
第九章 大量元素肥料	243
第一节 氮素营养与氮肥	243
一、作物的氮素营养	243
二、主要氮肥品种	247

三、氮肥合理施用	255
第二节 磷素营养与磷肥	258
一、作物的磷素营养	258
二、主要磷肥品种	262
三、磷肥合理施用	269
第三节 钾素营养与钾肥	271
一、作物钾素营养	271
二、主要钾肥品种	273
三、钾肥合理施用	275
第四节 钙镁硫营养与钙镁硫肥	277
一、钙素营养与钙肥	277
二、镁素营养与镁肥	279
三、硫素营养与硫肥	280
第十章 微量元素肥料	283
第一节 作物微量元素营养	283
一、作物的铁素营养	283
二、作物的硼素营养	284
三、作物的锰素营养	286
四、作物的铜素营养	287
五、作物的锌素营养	288
六、作物的钼素营养	289
第二节 土壤中的微量元素	290
一、土壤中的铁	290
二、土壤中的硼	291
三、土壤中的锰	293
四、土壤中的铜	294
五、土壤中的锌	295
六、土壤中的钼	296
第三节 主要微量元素肥料品种及其施用	297

一、铁肥	298
二、硼肥	299
三、锰肥	301
四、铜肥	302
五、锌肥	303
六、钼肥	304
第四节 施用微量元素肥料应注意的问题	305
第十一章 复合肥料和专用复合肥料	311
第一节 复合肥料的发展和生产	312
一、复合肥料的发展	312
二、复合肥料的生产	313
三、复合肥料的评价	319
第二节 复合肥料的种类与施用	323
一、二元复合肥料	323
二、三元复合肥料	328
三、其它复合肥料	329
四、复合叶面营养液	330
第三节 专用复合肥	334
一、专用复合肥的概念	334
二、专用复合肥料的配制	336
第四节 复合肥料的施用	342
一、复合肥料的肥效	342
二、复合肥料的施用技术	344
三、复合肥料施用中应注意的问题	345
第十二章 有机肥料	347
第一节 概述	347
一、有机肥料的分类	347
二、有机肥料在农业生产中的作用	349
三、有机肥料与化学肥料特点的比较	352

第二节 粪尿肥.....	352
一、人粪尿	352
二、家畜粪尿与厩肥	359
第三节 堆肥与沤肥.....	366
一、堆肥	366
二、沤肥	369
三、沼气池肥	370
第四节 绿肥.....	371
一、种植绿肥的意义	371
二、绿肥的分类及种植方式	373
三、主要绿肥翻压利用的要点	375
第五节 秸秆直接还田.....	380
一、秸秆直接还田的作用	380
二、秸秆在土壤中分解的一般过程	381
参考文献.....	384
附一	
附二	

绪 论

土壤肥料是研究土壤物质组成和性状,土壤中水、肥、气、热运动规律及其与外界环境条件和植物生长的关系;研究作物主要营养物质(养分)的性质、养分在土壤中的转化规律,养分的供应及其营养功效与植物生长发育和作物品质的关系,以及肥料与合理施肥的科学。它是农业科学的主要组成部分,是一门涉及面广、服务对象多、研究难度大的综合而复杂的自然科学,同时也是一门农业应用基础学科。土壤——植物——肥料构成一个统一体,使土壤(非生命体)与生物的生息繁衍和品质优劣息息相关。如果说绿色植物是生命能源的工厂,那么土壤就是生产生命能源的基地,肥料就是其生产的主要原料之一。

一、土壤肥料在农业生产中的重要性

世界各国都非常重视土壤肥料在农业生产中的作用。在美国的农业发展十条规划中,有两条就与土壤肥料有关:土壤资源勘探、提高肥料利用率。在日本把提高土壤肥力视为发展农业的基石。我国一贯重视土壤肥料在农业生产中的重要性,并将其作为农业的基础。在农作物栽培技术的八个基本因素(即农业“八字宪法”)中,土壤肥料占居首要地位。这八个基本要素就是“土、肥、水、种、密、保、工、管”。

(一)土壤的重要性

土壤是农业生产的基本资料。农业生产包括植物生产(种植业)和动物生产(饲养业)两大部分。前者通过光合作用把光能转化成化学能,并以饲料的形式供给动物,促进畜牧业发展。因此,植物生产是农业生产的主要环节,是动物生产的必要条件。另一方面,

动物生产亦是农业生产的重要环节。植物生产的副产品,如植物茎、叶、秸秆等人类不能利用的剩余物,可被动物转化成肉、奶、蛋等动物产品。而动物生产过程又能产生大量的有机肥,它能给土壤提供能量、养分和腐殖物质原料,有利于土壤培肥熟化,使地力常新,促进植物生产。这就使种植(植物生产)、饲养(动物生产)和施肥(土壤利用管理)三个环节紧密地结合在一起,从而促进农业生产发展。

土壤是植物生长发育的基地。土壤不仅起着支持和固定植物的作用,而且提供作物生长发育必需的生活条件。水分、养分、空气(主要为 O_2 和 CO_2)、热量(能量)和日光(简称为水、肥、气、热、光)是植物生长必需的五大因素。这五种因素除日光以外,其余的全部或部分均由土壤提供或受土壤调控。作物通过其根主要从土壤中获取水、肥;气、热主要来自大气和太阳能,但是土壤控制和调节着植物生育所必需的空气和温度。所以植物生长和繁育必需以土壤为基地,良好的土壤应该使植物“吃得饱”(养分供应充分),“喝得足”(水分供应充分),“住得好”(土壤空气流畅,温度适宜),“站得牢”(根系能伸展,机械支持牢固)。

土壤是提高农业生产力各项措施的对象。耕作、施肥、灌溉、排水等农业增产措施,都是在土壤上进行和完成,并通过提高土壤肥力而实现的。各项技术的实施都存在着因地制宜的问题。要保证作物高产、稳产,必须据当地气候特点、因土耕作、因土种植、因土施肥、因土灌溉、因土管理,努力创造植物“吃饱”、“喝足”、“住好”、“站牢”的良好条件。

土壤是生态系统的重要组成部分。所谓生态系统,是指生活在一定空间范围内的生物及该范围内的环境要素所组成的动态系统,其主要环境要素是水和土壤。由于土壤是生态系统的重要环境要素之一,同时土壤也是生物与环境之间进行物质和能量交换的最重要、最活跃的場所,所以土壤随着生态系统的发展而演变,土壤的变化又会影响生态系统的平衡。由此可见,要不断提高农田素

质,建立高产稳产农田,就应该有一个良好的土壤生态系统,利用开发土壤资源也必须考虑整个自然环境中的生态系统平衡。

(二)肥料的重要性

肥料是农业生产的物质基础。肥料被视为作物的粮食,世界农业生产发展的实践证明,充分和合理施用肥料(包括化肥和有机肥),是促进作物增产、加速农业发展的一条行之有效的途径。自1840年德国农业化学家李比西(J. V. Liebig, 1803—1873)提出了矿质营养学说以来,使得化肥工业迅猛发展。从此化肥在全球得到了广泛应用,农产品产量也由此而大幅度提高。据联合国粮农组织(FAO)统计,化学肥料在世界粮食增产中的作用,约占30%—65%,平均为40%,对水稻、小麦、玉米和棉花等主要作物的增产作用分别为40%、57%、46%和49%左右。科学家在估计化肥增产效果时还指出,增施1吨化肥的增产量,相当于20—40亩土地所生产的粮食。这就意味着,多施1吨化肥相当于扩大了20—40亩耕地。可见,肥料在农业生产中具有重要的作用。

肥料可以改善农产品的品质。逐步增加施肥量和采用平衡施肥,可以明显改善农产品品质。氮肥可以改善谷类作物的蛋白质含量和氨基酸组成,增施氮肥有利于增加蛋白质含量和氨基酸组成,增施氮肥有利于增加蛋白质含量和赖氨酸等人体必需氨基酸的含量。增施磷、钾化肥可以增加果树、蔬菜产品中的维生素C和糖含量,增加谷物中蛋白质,提高油料种子含油率及纤维产品的拉力等。

肥料能促进农业生产中的物质和能量循环。农业生产的本质和目的,就是利用绿色植物的光合作用,把光能转化成作物体能贮藏的生物能,供人类和动物利用。当光、热条件和作物品种一定时,土壤肥力和施肥水平就成为影响作物能量转化效率的重要因素。适量施肥后,能促使作物早发,叶面积扩展快,叶绿素含量提高,单位时间内的光合产物和转化的太阳能增多。据研究报道,上海郊区化学氮肥用量从每公顷155kgN增加到287kgN时,从每公顷农