



国家示范校中等职业教育精品课程教材

土壤改良与配方施肥

(项目化教材)

Turang Gailiang yu Peifang Shifei

李云平 编



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

国家示范校中等职业教育精品课程教材

土壤改良与配方施肥

(项目化教材)

李云平 编

中国农业大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本教材围绕种植业岗位对土壤肥料知识和技能的要求,以土壤培肥改良和配方施肥为主线,针对种植类中等职业教育所编写的项目化教材。教材共设计了田间认地识土、土壤物理性状评价、土壤化学性质及肥力性状评价、土类识别与土壤改良、植物营养简易诊断、化学肥料鉴别与施用、有机肥料积制与施用、测土配方施肥等八个项目单元,每个项目单元下又设计有不同的任务,分别按项目提出、项目目标、任务描述、知识链接、任务实施、拓展提高、自测练习等板块进行编写,以引导学习者完成各项目任务,巩固学习成果,为学习其他课程和今后从事植物生产工作实践打下良好的基础。亦可作为高职种植业类专业土壤肥料课程项目化教学教材。

图书在版编目(CIP)数据

土壤改良与配方施肥/李云平编. —北京:中国农业大学出版社,2015.9

ISBN 978-7-5655-1409-8

I. ①土… II. ①李… III. ①土壤改良②施肥-配方 IV. ①S156②S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 236741 号

书 名 土壤改良与配方施肥

作 者 李云平 编

责任编辑 洪重光

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62818525,8625

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 14.5 印张 345 千字

定 价 32.00 元

责任校对 王晓凤

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

E-mail cbsszs@cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

前言

根据国家职业教育改革发展的要求和国内职业教育课程改革趋势,围绕种植业岗位对土壤肥料知识和技能的要求,以土壤培肥改良和配方施肥为主线,按照“项目导向、任务驱动、工学结合、校企合作”等现代职业教育教学理念,对种植类专业开设的土壤肥料课程进行项目化重构,对课程内容重新进行选择、组织和整合,将理论知识的学习融贯于技能训练的过程中,努力突破传统学科体系模式,进行教材的编写。

本教材共设计了八个项目单元,即田间认地识土、土壤物理性状评价、土壤化学性质及肥力性状评价、土类识别与土壤改良、植物营养简易诊断、化学肥料鉴别与施用、有机肥料的积制与施用、测土配方施肥。各项目单元又根据需求,设置了若干的项目任务。在每个项目设计中,按项目提出、项目目标、任务描述、知识链接、任务实施、拓展提高、自测练习等板块编写,以引导学习者完成项目和任务,巩固学习成果。与传统教材相比,本教材完全按照学习者完成工作任务为目标,突出职业技能和综合职业素质的培养。

土壤改良与配方施肥项目教学建议在 64~80 学时内完成,各项目参考学时如下:

项目序号	项目名称	建议学时
项目一	田间认地识土	6~8
项目二	土壤物理性状评价	8~10
项目三	土壤化学性质及肥力性状评价	12~14
项目四	土类识别与土壤改良	8~10
项目五	植物营养简易诊断	6~8
项目六	化学肥料鉴别与施用	10~12
项目七	有机肥料的积制与施用	8~10
项目八	测土配方施肥	6~8

本教材适用于中等职业学校种植类专业如现代农艺、果蔬花卉生产、设施农业生产、种子生产经营、园林绿化、中草药种植等专业,也可作为高职种植业类专业土壤肥料课程项目化教学教材,亦可在培训农村科技实用人才和新型职业农民时使用。

由于本书是按项目化教学设置项目任务,对内容进行选择、组织、整合和融合,在编写上有一定难度。加之编者水平有限,编写时间又短,难免会出现错误和不妥之处,恳请提出宝贵意见和建议,对错误之处,敬请指正。

编者
2015 年 5 月

目 录

项目一 田间认地识土..... 1	四、土壤质地的改良..... 33
【项目提出】..... 1	【任务实施】..... 34
【项目目标】..... 1	【拓展提高】..... 35
任务 田间认地识土..... 3	简易比重计法测定土壤质地..... 35
【任务描述】..... 3	任务三 测定土壤的含水量..... 36
【知识链接】..... 4	【任务描述】..... 36
一、土壤与土壤肥力..... 4	【知识链接】..... 36
二、土壤的基本物质组成..... 5	一、土壤水分含量的表示..... 36
三、土壤的形成与土壤剖面..... 14	二、土壤水分含量的测定方法..... 37
【任务实施】..... 18	三、土壤水分的运动..... 38
【拓展提高】..... 20	四、土壤水分的调节..... 39
主要成土过程简介..... 20	【任务实施】..... 40
【自测练习】..... 21	【拓展提高】..... 41
项目二 土壤物理性状评价..... 23	一、土壤水分平衡及水分状况..... 41
【项目提出】..... 23	二、灌水定额的计算..... 42
【项目目标】..... 23	任务四 测定土壤容重和孔隙度..... 44
任务一 采集土壤混合样品..... 25	【任务描述】..... 44
【任务描述】..... 25	【知识链接】..... 44
【知识链接】..... 25	一、土壤孔隙性..... 44
一、土壤样品的种类..... 25	二、土壤孔隙状况与土壤肥力、作物
二、土壤剖面样品的采集..... 25	生长的关系..... 47
三、耕层土壤样品的采集..... 26	三、土壤紧实度的调节..... 48
【任务实施】..... 28	【任务实施】..... 48
【拓展提高】..... 29	【拓展提高】..... 49
作物生育期与果园混合土样的	任务五 评定土壤耕性..... 50
采集..... 29	【任务描述】..... 50
任务二 鉴别土壤质地..... 30	【知识链接】..... 50
【任务描述】..... 30	一、土壤结构..... 50
【知识链接】..... 30	二、土壤耕性..... 53
一、土壤质地的判定..... 30	【任务实施】..... 55
二、土壤质地与肥力的关系..... 31	【拓展提高】..... 56
三、不同质地土壤的利用..... 32	土壤温度的调节..... 56
	【自测练习】..... 57

项目三 土壤化学性质及肥力性状

评价	59
【项目提出】	59
【项目目标】	59
任务一 制备土壤样品	61
【任务描述】	61
【知识链接】	61
一、去杂	61
二、粉碎过筛	61
三、装瓶保存	61
【任务实施】	62
【拓展提高】	62
任务二 测定土壤酸碱度	63
【任务描述】	63
【知识链接】	63
一、土壤的酸碱性	63
二、土壤酸碱度的测定方法	65
三、土壤酸碱性的利用与改良	66
【任务实施】	66
【拓展提高】	68
一、土壤缓冲性	68
二、土壤胶体与土壤吸收性能	68
任务三 测定土壤有机质含量	70
【任务描述】	70
【知识链接】	70
一、土壤有机质含量分级	70
二、土壤有机质的转化	70
三、土壤有机质含量的测定方法	72
【任务实施】	73
【拓展提高】	76
腐殖质的性质	76
任务四 土壤碱解氮含量测定	77
【任务描述】	77
【知识链接】	77
一、土壤氮素的形态与含量	77
二、土壤水解氮的测定方法	78
三、土壤中氮素的转化	78
四、土壤氮素平衡	79
【任务实施】	80

【拓展提高】	83
任务五 土壤速效磷含量测定	84
【任务描述】	84
【知识链接】	84
一、土壤中磷的形态与含量	84
二、土壤速效磷的测定——Olsen 法	85
三、土壤中磷素的转化	86
【任务实施】	87
【拓展提高】	89
任务六 土壤速效钾含量测定	90
【任务描述】	90
【知识链接】	90
一、土壤中钾的形态与含量	90
二、土壤中钾的转化	91
三、土壤速效钾的测定—— NH_4OAc 法	92
【任务实施】	92
【拓展提高】	94
【自测练习】	94

项目四 土类识别与土壤改良

【项目提出】	97
【项目目标】	97
任务一 识别当地主要土壤类型	99
【任务描述】	99
【知识链接】	99
一、我国土壤分类情况	99
二、我国部分土类的分布及主要 特性	101
【任务实施】	107
【拓展提高】	108
我国土壤的分布规律	108
任务二 改良培肥土壤	110
【任务描述】	110
【知识链接】	110
一、高产田土壤的特征与基本培育 措施	110

二、中低产田土壤的培肥与改良	112	新型肥料的科学施用	156
【任务实施】	115	任务三 科学施用微量元素肥料	159
【拓展提高】	117	【任务描述】	159
【自测练习】	117	【知识链接】	159
项目五 植物营养简易诊断	119	一、常见微量元素肥料的种类和性质	159
【项目提出】	119	二、微量元素肥料的科学施用	159
【项目目标】	119	【任务实施】	162
任务 植物营养简易诊断	121	【拓展提高】	163
【任务描述】	121	中量营养元素肥料的科学施用	163
【知识链接】	121	【自测练习】	165
一、植物必需营养元素	121	项目七 有机肥料的积制与施用	169
二、作物的元素营养与失调症状	124	【项目提出】	169
三、作物营养的形态诊断	129	【项目目标】	169
【任务实施】	129	任务一 认知有机肥料	171
【拓展提高】	131	【任务描述】	171
作物营养诊断简介	131	【知识链接】	171
【自测练习】	133	一、有机肥料的类型及性质	171
项目六 化学肥料鉴别与施用	135	二、有机肥料的作用	176
【项目提出】	135	【任务实施】	177
【项目目标】	136	【拓展提高】	178
任务一 定性鉴定常见化学肥料	137	生物肥料	178
【任务描述】	137	任务二 有机肥料积制(高温堆肥)	180
【知识链接】	137	【任务描述】	180
一、化学肥料的种类和特点	137	【知识链接】	180
二、常见氮、磷、钾肥的性质与施用	137	一、有机肥料的腐熟及无害化处理	180
三、常见复混肥料的性质与施用	142	二、有机肥料的积制	181
四、常用化学肥料定性鉴定	145	【任务实施】	186
【任务实施】	146	【拓展提高】	187
【拓展提高】	148	秸秆直接还田	187
如何从包装上识别肥料的真假	148	任务三 科学施用有机肥料	190
任务二 科学施用化学肥料	150	【任务描述】	190
【任务描述】	150	【知识链接】	190
【知识链接】	150	一、有机肥料的特点与施用注意	190
一、施肥的方式与方法	150	事项	190
二、化学肥料的科学施用	152	二、有机肥料的施用技术	190
【任务实施】	155		
【拓展提高】	156		

【任务实施】.....	192	二、科学施肥的基本原理	200
【拓展提高】.....	192	三、科学施肥技术	201
绿肥压青技术.....	192	四、测土配方施肥技术	203
【自测练习】.....	193	【任务实施】.....	213
项目八 测土配方施肥.....	195	【拓展提高】.....	215
【项目提出】.....	195	测土配方施肥的三大误区.....	215
【项目目标】.....	195	【自测练习】.....	216
任务 测土配方施肥.....	197	附录 主要农作物和蔬菜营养元素缺乏	
【任务描述】.....	197	症状.....	218
【知识链接】.....	197	参考文献.....	222
一、作物营养特性与施肥	197		

项目一 田间认地识土

【项目提出】

土壤是农业生产的基地和基本生产资料,人类的食物如粮食、蔬菜、水果、肉、蛋、奶等,都是通过农业生产获得的。农业生产包括植物生产、动物生产和土壤管理三个环节。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,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,维持和提高土壤生产性能。土壤不仅是植物生长的载体,还能提供大部分生命必需元素,植物生长所需的水分、养分主要通过其根系从土壤中吸收。就现阶段而言,无论植物生产还是动物生产,都离不开土壤这个基地。

土壤还是陆地生态系统的重要组成部分,它是结合无机自然界和有机自然界的中心,也是物质和能量转化的枢纽,整个生态系统通过土壤把生物和非生物联系了起来。农业环境的污染,多数通过土壤这个载体传入农产品,危害人畜健康。因不合理的土壤利用导致的水土流失、土地退化、土壤污染等问题无一不影响整个生态系统。

土壤是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是极为迅速的。因此,熟悉地形地貌特征及分布规律,辨识土地类型和土壤形态,客观准确评价土壤资源,进行合理开发利用和保护,不断提高土壤资源的利用效率,维持和改善生态环境,以保障农业的可持续发展。

【项目目标】

知识目标:1. 明确土壤、土壤肥力的概念;

2. 明确土壤质地的概念,理解土壤质地与土壤肥力关系;
3. 认知土壤有机质在土壤肥力上的作用;
4. 认知土壤生物的组成及作用;
5. 认知土壤水分类型的生产意义;
6. 认知土壤通气性与土壤肥力的关系;
7. 明确土壤剖面构造特征的生产意义。

能力目标:1. 能正确识别各种土地类型;

2. 会设置、挖掘土壤剖面 and 进行土壤剖面特征观察记载的一般技术;
3. 能根据观察结果对土壤生产性状进行初步评价;
4. 会进行土壤生产性能的走访调查;
5. 初步具有资料的收集整理能力。

任务 田间认地识土

【任务描述】

地是地表各种因素相互联系的一个整体，是土壤存在的场所和环境条件，地包含着土，土壤是植物生长的基地，肥力是其本质属性，土壤能否发挥其肥力在很大程度上取决于地的条件。正确理解土壤肥力的内涵，熟知土壤的物质组成及在土壤肥力上的作用，从地形、地貌、地表沉积物或残积物、地下水、地表水、植被和利用情况等方面入手认地，结合土壤剖面形态、环境条件、农业措施等对土壤的农业生产能力进行评价，以便对土壤进行合理利用和改良培肥。

从山顶到河边分布着不同类型的土地，如山坡地、岗坡地、夜潮地、四平地等(图 1-1)。对地形地貌、地面状况、排水情况、地下水埋深、地表沉积物等进行观察，挖掘土壤剖面，观察土壤剖面特征，调查土壤利用状况和周边环境等。

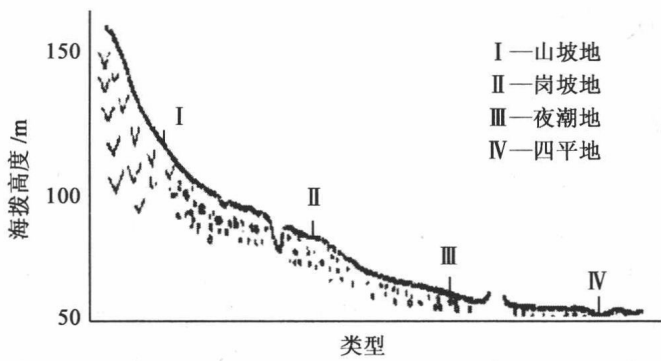


图 1-1 从山顶到河边地的类型

常见土地类型有：土石山地、山坡地、岗坡地、夜潮地、四平地、下湿地、低洼地、河套地、沙洼地等，不同类型土地的主要特征见表 1-1。

表 1-1 常见“地”的类型及其特征

地的名称	地形	地面状况	排水情况	地下水埋深/m	地表沉积物	旱涝情况
土石山地	山地	倾斜度大，土层薄，石质	极好，常遭冲刷	无固定地下水位	残积物，极粗	常旱
山坡地	山地	倾斜度稍大，土层稍厚，夹石	极好，常遭冲刷	无固定地下水位	残积-坡积物，粗	常旱
岗坡地	洪积扇顶部和河流连接自然堤	倾斜明显，土层稍厚，高爽	极好，常遭冲刷	大于 6~8	洪积-冲积物，沙质	常旱
夜潮地	河流两岸和扇缘地带	微倾斜，稍低于四周	不太好	1~2	淤积-冲积物，沙壤质	耐旱，通常不旱

续表 1-1

地的名称	地形	地面状况	排水情况	地下水埋深/m	地表沉积物	旱涝情况
四平地	平原中的高地	平坦	中等	2~4	淤积-冲积物,壤质	旱涝保收
下湿地	平原中低洼处,湖泊周围交接洼地	低洼	很不好	1~1.5	残积物,细	经常积水,常涝
低洼地	冲积扇扇缘交接洼地,平原中低洼处	稍低洼	不好	1~2	残积物,细	经常积水,常涝
河套地	河床两边河漫滩和低阶地	平坦	中等	1.5~3	残积物,粗	耐旱易涝
沙洼地	新旧河道的槽形洼地,河漫滩	低洼	不好	小于 1.5	残积物,粗	易涝

【知识链接】

一、土壤与土壤肥力

(一)土壤的概念

土壤是由地球陆地表面的母质、气候、生物、地形、时间等因素综合作用下形成的,能够生长植物收获物的疏松表层。“陆地表面”说明土壤在地球上所处的位置;“能够生长植物收获物”说的是土壤的基本特性,即具有肥力;“疏松”指其物理状态之疏松多孔,明显有别于坚硬固结的岩石等。根据人类垦殖与否,分为自然土壤和农业土壤。**自然土壤**是指未经人类开垦自然形成的土壤;**农业土壤**是指在自然土壤的基础上经人类开垦种植的土壤。

(二)土壤肥力

土壤肥力是土壤在植物生长发育过程中,能够同时而又不断地供应和协调植物生长发育所需的水分、养分、空气、热量和其他生活条件的能力。通常把水、肥、气、热称为土壤的四大肥力因素。正是由于土壤具有肥力,人类才有了种类繁多的动植物产品。土壤肥力的高低取决于各肥力因素绝对量的供应和这些因素之间的协调状态。

根据肥力产生的主要原因,可将之分为自然肥力和人为肥力。**自然肥力**是土壤在自然因素综合作用下发生和发展起来的肥力;**人为肥力**是自然土壤经人类开垦耕种后,由耕作、施肥、灌排、改土等人为因素作用下创造出来的肥力。自然土壤仅具有自然肥力,而农业土壤则兼有自然肥力和人为肥力。

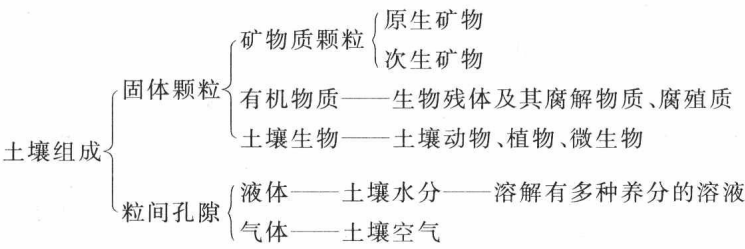
根据土壤肥力在农业生产中的表现,分为有效肥力和潜在肥力。**有效肥力**是指在一定农业技术措施下反映土壤生产能力的那部分肥力;**潜在肥力**是指受环境条件和科技水平限制暂不能在生产中直接反映出来的那部分肥力。潜在肥力和有效肥力没有截然的界限,相互联系,相互转化,受环境条件和土壤耕作、施肥管理水平等的影响。

土壤的植物生产性能还可以用土壤生产力加以描述。**土壤生产力**是指在特定的管理制度

下,土壤能生产某种或某系列产品的能力。土壤肥力是土壤生产力的基础,但不是它的全部。土壤生产力由土壤本身的肥力属性和发挥肥力作用的外界条件所决定的。

二、土壤的基本物质组成

土壤是由固相、液相、气相三相物质组成的疏松多孔体。土壤基本物质组成如下：



土壤三相物质的组成比例,因土壤的性质和环境条件而异。按容积计,大体上土壤中矿物质约占 38%,有机质约占 12%。按重量计,矿物质可占固相部分的 95% 以上,有机质约占 5%。土壤水分和空气共同存在于土壤孔隙中,在数量上互为消长,容积共占三相组成的 50% 左右,两者之间的消长幅度为 15%~35%(图 1-2)。

土壤三相物质共同构成了一个相互联系、相互制约、不断运动的统一体。它们的比例关系及其运动变化对土壤肥力有直接影响,它们是土壤的肥力基础。

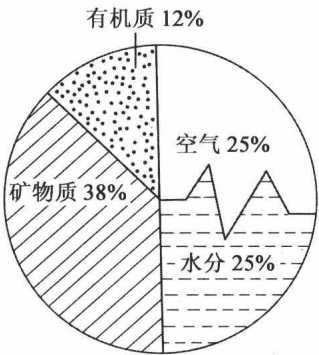


图 1-2 典型土壤的容积组成

(一)土壤固相组成

1. 矿物质土粒

坚硬的岩石经过一系列风化、成土过程之后形成的大大小的颗粒,统称为土壤矿物质。构成土壤的骨架,为植物生长提供机械支持。

(1)矿物质土粒的分级

①粒级 矿物质土粒的大小差异很大,形状多种多样,根据其粒径的大小和性质上的差异,将大小、成分及性质基本相近的矿物质土粒划分为一组,这就是矿物质土粒的分级。

②粒级划分 每组就是一个粒级,一般分为石砾、沙粒、粉粒和黏粒四大基本粒级(表 1-2),同一粒级范围的土粒成分和理化性质基本一致,不同粒级间则有明显差异。

表 1-2 矿质土粒分级					
粒级名称	石块	石砾	沙粒	粉粒	黏粒
粒径/mm	>3	3~1	1~0.05	0.05~0.005	<0.005

生产实际中常将粒径在 1~0.01 mm 的土粒称为物理性沙粒,粒径<0.01 mm 的土粒称为物理性黏粒,也即通常所称的“沙”和“泥”。

(2)矿物质土粒的组成

①化学组成 矿物质土粒主要由氧、硅、铝、铁、钙、镁、钾、钠、磷、硫、锰、锌、硼、钼、铜等元

素组成,其中氧、硅、铝、铁四种元素一般占 75%以上。不同矿物质土粒的化学组成差异很大,矿物质土粒愈粗,硅含量愈多,铝、铁、钙、镁、钾、钠、磷等元素的含量则愈少。土粒越细,所含养分也越多。

②矿物组成 矿物是天然产生于地壳中具有一定化学组成、物理性质和内部构造的单质或化合物。土壤矿物按来源分为原生矿物和次生矿物两大类:

——原生矿物 原生矿物指在风化过程中没有改变化学组成和结晶结构而遗留在土壤中的原始成岩矿物,土壤中的原生矿物主要是石英和原生铝硅酸盐类(表 1-3)。

表 1-3 土壤中常见的原生矿物

矿物名称	化学成分	风化特点	分解产物
石英	SiO_2	不易风化	沙粒的主要来源
正长石 斜长石	KAlSi_3O_8 $n\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 \cdot m\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	较易风化	风化后形成黏粒矿物,土壤钾素和黏粒的主要来源
白云母 黑云母	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH},\text{F})_2$	抗风化 易风化	土壤黏粒和钾素的主要来源
角闪石 辉石	$\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg},\text{Fe})_4(\text{Al},\text{Fe})[(\text{Si},\text{Al})_3\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$ $\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})[(\text{Si},\text{Al})_2\text{O}_6]$	易风化	风化后形成黏粒,并释放出盐基养分
方解石 白云石	CaCO_3 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	易风化	土壤中碳酸盐和钙、镁的主要来源
磷灰石	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl})$	风化缓慢	土壤磷素的主要来源

——次生矿物 次生矿物是原生矿物在风化和成土作用过程中新形成的矿物,是原生矿物的组成和性质发生变化后新形成的矿物。次生矿物种类很多,有成分简单的盐类,包括各种碳酸盐、重碳酸盐、硫酸盐、氯化物等;也有成分复杂的各种次生铝硅酸盐,如高岭石 $[(\text{OH})_8\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ 、蒙脱石 $[(\text{OH})_4\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{20} \cdot n\text{H}_2\text{O}]$ 、水云母 $[\text{K}_y[\text{Si}_{8-2y}\text{Al}_{2y}]\text{Al}_4\text{O}_{20}(\text{OH})_4]$ 等;还有各种晶质和非晶质的含水硅、铁、铝的氧化物。各种次生铝硅酸盐和氧化物称为次生黏土矿物,是土壤黏粒的主要组成部分,黏土矿物与土壤腐殖质一起,构成土壤的最活跃部分——土壤胶体,对土壤的物理、化学及生物学特性具有深刻的影响。

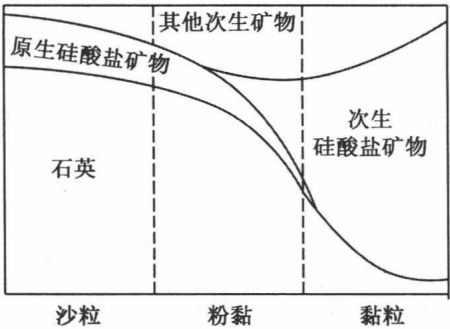


图 1-3 土壤颗粒矿物质组成示意图

弱,粒间孔隙大,通透性强,毛管性能微弱,对于改善土壤通气性、透水性有益;当土粒粒径<

——土粒的矿物组成 土粒大小不同,其矿物组成也不一样(图 1-3),一般土粒愈粗石英含量越多,土粒越细则石英、长石含量逐渐减少,云母、角闪石增多,所含养分也增多。

(3)土粒的基本性质 土粒大小不同,物理性质也表现出明显的差异。粒径>1 mm 的土粒(石砾),几乎不表现出黏结性、黏着性、可塑性和胀缩性,吸附水分子和气体分子等物质的能力很低;1~0.01 mm 的土粒(物理性沙粒),开始表现出一定的黏结性、黏着性、可塑性和胀缩性,吸附物质的能力

0.01 mm(物理性黏粒)时,黏结性、黏着性、可塑性和胀缩性都很强,吸附物质的能力强,粒间孔隙小,通透性差,毛管性能很强,对土壤养分、水分的保蓄起着重要作用。

(4)土壤质地 土壤质地又称土壤机械组成,是土壤中各种粒级土粒含量(重量)百分率的组合,即土壤的沙黏程度,是土壤重要的物理性质之一。在有机质含量少的情况下,土壤质地是影响土壤肥力高低及耕性好坏的一个决定性因素。

按照土壤中各粒级土粒的含量组合,人们对土壤质地进行了分类。土壤质地分类制主要有国际制、卡庆斯基制、美国制和中国制,生产实际中较多采用卡庆斯基的质地分类制,按物理性沙粒和物理性黏粒的百分含量把土壤质地划分为沙土、壤土、黏土三类九级(表 1-4)。

表 1-4 卡庆斯基制土壤质地分类标准

质地分类		物理性黏粒(<0.01 mm)含量/%			物理性沙粒(>0.01 mm)含量/%		
类别	名称	灰化土类	草原土类及红黄壤类	碱化及强碱化土类	灰化土类	草原土类及红黄壤类	碱化及强碱化土类
沙土	松沙土	0~5	0~5	0~5	100~95	100~95	100~95
	紧沙土	5~10	5~10	5~10	95~90	95~90	95~90
壤土	沙壤土	10~20	10~20	10~15	90~80	90~80	90~85
	轻壤土	20~30	20~30	15~20	80~70	80~70	85~80
	中壤土	30~40	30~45	20~30	70~60	70~55	80~70
	重壤土	40~50	45~60	30~40	60~50	55~40	70~60
黏土	轻黏土	50~65	60~75	40~50	50~35	40~25	60~50
	中黏土	65~80	75~85	50~65	35~20	25~15	50~35
	重黏土	>80	>85	>65	<20	<15	<35

2. 土壤有机质

土壤有机质是土壤中所有含碳有机化合物的总称,包括土壤中各种动植物残体、微生物分解和合成的有机化合物。在自然土壤中,有机质来源于土壤中的各种植物残体和根系分泌物,以及生活在土壤中动物和微生物的残体;而农业土壤中的有机质主要来源于施入的各种有机肥料、植物遗留的根茬。土壤有机质是土壤肥力的重要物质基础,其含量多少是判断土壤肥力的重要指标。一般土壤有机质含量变动为 10~200 g/kg。

(1)土壤有机质的存在形态

- ①新鲜有机质 指土壤中未分解的动、植物残体。
- ②半分解的有机质 有机质已被微生物分解,多呈分散的暗黑色小块。
- ③腐殖质 指有机残体在土壤微生物作用下,经转化后重新合成的一类褐色或暗褐色的高分子含氮有机化合物。腐殖质性质稳定,与矿物质土粒紧密结合,不能用机械方法分离。

(2)土壤有机质的组成 组成土壤有机质的化合物极其复杂,归纳起来可分为两类:

①非腐殖物质 主要是有机残体和微生物分解的不同阶段的产物,主要指可溶性的糖类、氨基酸、有机酸、氨基糖、木质素、蛋白质、纤维素、脂肪等。一般土壤中非腐殖物质占土壤有机质总量的 10%~15%。

②腐殖物质 主要是腐殖酸类物质,是土壤有机质中最主要的一种形态,占有机质总量的85%~90%。根据腐殖质的颜色和溶解性可将其大致分为胡敏素(黑腐素)、胡敏酸(褐腐酸)和富里酸(黄腐酸)三组。胡敏素是稀碱溶液提取不出来的那部分腐殖质,与黏土矿物结合得十分紧密,很难将它们分开。胡敏酸与富里酸统称为腐殖酸,占腐殖质总量的60%左右,大部分以盐类形式存在。腐殖质对土壤物理、化学、生物学性质都有良好作用,土壤腐殖质含量高是衡量土壤肥力水平的主要标志之一。

(3)土壤有机质的作用

①提供作物所需养分、提高养分有效性 土壤有机质几乎含有作物和微生物所需的各种营养元素,如C、H、O、N、P、K、Ca、Mg、S、Fe、Zn、B、Mo、Cu、Si等,随着有机质经微生物的分解矿化释放出来,供作物和微生物利用。植物进行光合作用所吸收的CO₂,主要靠有机质的分解过程中产生的CO₂来补充。土壤有机质在分解过程中产生的各种有机酸,能促进土壤矿物质的风化,有利于养分的释放,而腐殖酸能络合Zn、Fe、Cu等多价离子形成易溶的化合物,从而提高养分的有效性。

②增加土壤的保水、保肥能力 腐殖质疏松多孔,吸水率高,腐殖质的吸水量可超过500%,而一般矿质黏粒的吸水率只有15%~20%;腐殖质可吸附土壤离子,避免水溶性养分随水流失。

③形成良好的土壤结构,改善土壤物理性质 有机质在改善土壤物理性质方面具有多种功能。首先是促进土壤团粒结构的形成。腐殖质是良好的胶结剂,可使分散的土粒胶结成稳定性较强的球粒状团聚体,直径一般为1~10 mm,称之为团粒结构。良好的水稳性团粒,可以调节土壤中的养分、水分和空气之间的矛盾,创造植物生长发育所需的良好条件。土壤有机质还可以降低黏土的黏结力,增加沙土的黏结力,改善不良质地的耕作性能。此外,有机质对改善土壤的渗水性,减少水分蒸发等都有明显的作用。

④促进微生物活动,加快土壤养分转化 土壤有机质可为微生物提供充足的营养和能源,同时,调节土壤的酸碱反应,有利于微生物的活动,并促进营养物质的转化。

⑤消除土壤污染,促进植物生长 腐殖质能吸附和溶解某些农药,并能与重金属形成溶于水的络合物,随水排出土壤,减少对作物的毒害和对土壤的污染。腐殖质中某些物质如胡敏酸、维生素、激素等还可刺激植物生长。

3. 土壤生物

土壤生物是指全部或部分生命周期在土壤中生活的生物。生活在土壤中的生物有动物、植物和微生物三大类群。土壤生物的种类、数量一般常随它们相适应的植物而发生变化,土壤的温度、湿度、通气状况和酸度等环境因子对它们的分布也具有明显影响。

(1)土壤动物 土壤动物种类繁多,每公顷的土壤中含有几百千克的各类动物,其中占优势的类群是蚯蚓、线虫、蚂蚁、蜗牛、昆虫的幼虫、螨类、鼠类等。这些动物以其他动物的排泄物、植物以及无生命的物质为食料,在土壤中打洞挖槽翻动土壤,改善了土壤的通气、排水和土壤结构性状,将作物残茬和森林的枝叶浸软嚼碎,并以一种较易为土壤微生物利用的形态排出体外。此外,随着这些土壤动物的活动,浸软了的残落物连同一些微生物一起被传递到土体的各个角落中去。

通常土壤动物的发育需要有良好的通气条件、适宜的湿度和温度。土壤动物的生物量一般为土壤生物量的10%~20%,施肥对动物的发育具有良好的影响。

①蚯蚓 蚯蚓是最重要的土壤动物,蚯蚓的活动在土壤中留下了大量的洞穴、孔道,对土壤通气、排水以及根系生长发育都具有十分重要的意义。蚯蚓粪中含有的有机质、全氮和硝态氮,代换性钙和镁,有效态磷和钾以及盐基饱和度和阳离子代换量都明显高于土壤。

蚯蚓对土壤和环境因素很敏感,它在土壤中的分布随着地区、土壤类型、季节变化、温湿度以及有机质数量而有较大的差异,大多数适于中性和微碱性石灰性土壤。蚯蚓喜好潮湿和通气良好的环境,需要丰富的有机质作为食料,所以在施加厩肥或植物残体的疏松土壤中生长良好。

②线虫 线虫是多细胞生物,它们几乎在所有的土壤中都可以发现。线虫体呈扁薄纺锤状,透明,尾部一般稍尖。成熟时体长 0.5~1.0 mm,分为以下三个类群:

——以食腐败的有机物为生;

——捕食其他线虫、细菌、藻类、原生动物等为生;

——依赖植物根中的细胞内含物和汁液为生;

一般土壤中主要为第一、第二类群,第三类群由于它们尖细的体型和可适应的口器,使它们易于侵入植物组织,尤其对蔬菜往往带来很大的损失。目前对线虫危害还难于控制,因此一旦发生线虫的侵染,将是一个严重的问题。

线虫是严格的好气动物,它们生活在土壤团块或土粒间隙的水膜中。

③其他土壤动物

——螨类 栖息在土壤中的螨类,体型大小变化为 0.1~1.0 mm,在土壤中的数目十分庞大,通常以分解土壤中的植物残体和真菌为食物,也吞食其他微小动物为生。它们在有机质分解中的作用,只是把相当大量的残落物加以软化,并以粪粒形态将这些残落物散布开来。

——蚂蚁 蚂蚁是营巢居生活的群居昆虫,它们在土壤中挖孔打洞的活动,对改善土壤通气性和促进排水流畅起着极显著的作用。

——蜗牛 蜗牛大多在土壤表面觅食,出没于潮湿土壤中,是典型的腐生动物。蜗牛肠胃中含有高浓度的纤维素分解酶,以植物残落物和真菌为食料,能使一些老植物组织以浸软和部分消化状态排出体外。

——啮齿类动物 鼠类在森林土壤和湿草原土壤中具有相当的数量。由于挖穴筑巢,常将大量亚表土和心土搬到表层,而将富含有机质的表土填塞到下层的洞穴中,因此对表土层土壤的疏松起一定作用。

——其他昆虫 在土壤中还栖息不少的昆虫,虽然对疏松土壤有一定的作用,但大多是咬食根部的害虫,如金龟子的幼虫蛴螬、叩头虫、金针虫、地老虎及蝼蛄等。

(2)土壤植物 土壤植物是土壤的重要组成部分,主要是指高等植物地下部分,包括植物根系、地下块茎等。

(3)土壤微生物 土壤微生物在土壤中生命活动最为旺盛,其个体非常小,种类多、数量大,在土壤总生物量中占优势,土壤越肥沃,微生物的数量越多。通过它们的代谢活动,转化土壤中各种物质的状态,改变土壤的理化性质,是构成土壤肥力的重要因素。

①土壤微生物的类型

——形态类型 土壤微生物根据形态分类,分为细菌、真菌、放线菌、藻类和原生动物等五个类群。其中,细菌数量最多,放线菌、真菌次之,藻类和原生动物数量最少。

——呼吸类型 土壤微生物根据呼吸类型分类,分为好气性、嫌气性、兼气性三类。好气