



土壤诊断与施肥



内蒙古人民出版社

土壤诊断与施肥

培思 颢漠 振兴 编著

内蒙古人民出版社

1985年·呼和浩特

农业科技丛书
土壤诊断与施肥
消思 瀚漠 振兴 编著

●
内蒙古人民出版社出版
(呼和浩特市新城西街82号)

内蒙古书店发行 内蒙古土左旗印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 5.125 字数: 103千字

1986年6月第一版 1986年8月第1次印刷

印数: 1—2,475册

统一书号: 16089·126 每册: 0.73元

出版说明

在党的发展农业靠政策、靠科学的总方针指引下，农村中的“科学热”正在兴起，广大农民从切身经验中体会到，经济振兴必须依靠科学技术的进步，对科学技术的要求从来没有象现在这样迫切。

这套农业科技丛书就是应此要求，编给广大农民和基层干部学习用的。将分册出版，配齐成套，编辑出版几十个分册。编辑特点是通俗易懂、文图并茂、技术实用，广大农民看得懂、学得会、用得上。

为编辑出版好这套丛书，自治区农业、科技等部门给予了大力支持。在本丛书指导委员会和编辑委员会的领导与组织下，一批有水平、有经验的同志参与编著，不少专业工作者又为之审稿。

我们感谢这许多方面的支持，并欢迎广大读者能将要求和意见寄给我们，以使本丛书的编辑出版更符合读者的要求，在振兴农业中起到应有的作用。

前 言

土壤是人类赖以生存和发展的物质基础。农作物生长发育和生产产品，要通过土壤供给营养与水分，地下部分所需要的空气与热量，也要通过土壤来供给。如果离开了土壤，农作物就失去了生长繁殖的基地和场所，也就无所谓农业生产，所以说“土是根”，“万物土中生”。

如要科学地了解某一地区的土壤状况，可以通过对土壤、作物的营养诊断，以及对作物长势等观察，来判定土壤对作物的营养供应状况，进而制定合理的施肥与其他措施。实际上，广义的土壤诊断，还包括对土壤障碍因素的诊断，例如对作物生长发育的有毒物质与低温的诊断等等。通过诊断，找出主要障碍因素，提出相应的解决方法，改善土壤条件，以保证农作物的正常生长发育，保证农产品的产量和品质，达到增产增收的目的。

由此可见，开展土壤诊断，实为进一步发展农业生产，实现农业现代化的重要手段之一，也是当今农业科学研究与实践的重要项目和内容。内蒙古地处我国北方地区，由于地域辽阔，自然资源丰富，生物气候条件差异较大，土壤类型繁多且复杂，因此，开展土壤作物诊断的意义，也就更为重大和迫切。

土壤诊断方面的技术，当然要借助于科学的手段，以求更为准确和深入，但也要参考蕴藏于人民群众中的丰富实践经验。切实注意了这两个方面的互补、互促，开展土壤诊断就可

以做到技术上普及，范围上扩大，从而收到理想的效果。

本书根据这一观点，从生产出发，为应用服务，在概括介绍内蒙古主要土壤类型及其肥力特点的基础上，着重讲述了土壤与作物诊断的意义、作用、原则和方法，同时介绍了作物与施肥的关系，突出了因土、因作物合理施肥技术。为使广大农民与基层干部看得懂、学得会、用得上，本书介绍基础知识，力求通俗易懂，讲述诊断技术，注重结合实际，以期在开展土壤作物诊断中有实际的参考意义。

编者在从事土壤工作中，曾经注意了实际情况的搜集与研究，在土壤普查中接触了大量的材料，又亲自参与了土壤样品的分析、化验，掌握了一定的资料，在有关领导和同志们的鼓励与支持下，尝试着编写了这样一本土壤诊断与施肥的应用技术读物，并愿将此书奉献给做实际工作的同志，如能对他们有一些帮助，那就是我们最大的希望了。书中如有缺点、错误，恳切期望广大读者、专家批评指正。

在本书出版之际，我们感谢内蒙古农牧学院副教授李绍良审阅初稿，并感谢那些关心、支持本书编写出版的同志们。

编 者

1985年6月

目 录

一、土壤基本概念	(1)
(一) 论说土壤	(1)
1、什么是土壤	(1)
2、土壤肥力是土壤的本质特征	(1)
3、土壤的形成	(2)
4、人类生产活动对土壤肥力发展的影响	(5)
(二) 内蒙古主要土壤类型与分布	(6)
1、平地土壤	(6)
2、山地土壤	(11)
(三) 土壤理化性质与肥力的关系	(13)
1、土壤颜色	(13)
2、土壤质地	(15)
3、土壤孔隙性	(21)
4、土壤结构与层次构造	(24)
5、土壤耕性与土壤的粘结性、粘着性和可塑性	(26)
6、土壤的吸收性	(27)
7、土壤溶液和酸碱性	(30)
二、土壤诊断	(34)
(一) 土壤诊断的意义与作用	(34)

1、土壤诊断可及时识别土壤中存在的各种疑难病症·····	(35)
2、土壤诊断可为合理施肥提供科学依据·····	(35)
3、土壤诊断是实现农业现代化的必要手段·····	(35)
(二) 土壤诊断基本原则·····	(36)
1、诊断的对象是土壤·····	(36)
2、土壤诊断基本方法·····	(38)
3、诊断指标·····	(45)
4、治理与施肥·····	(46)
(三) 土壤障碍性因素诊断·····	(48)
1、干旱危害诊断·····	(49)
2、低温冷害诊断·····	(54)
3、土壤钙积层诊断·····	(56)
4、土壤盐碱危害诊断·····	(57)
(四) 土壤与作物营养诊断·····	(62)
1、土壤与作物营养基本概念·····	(62)
2、营养元素的生理作用·····	(67)
3、植物体的营养诊断·····	(72)
三、土壤与作物营养诊断技术·····	(74)
(一) 土壤化学营养诊断技术·····	(74)
1、土壤诊断速测基本知识·····	(74)
2、土样的采集和处理·····	(78)
3、土壤硝态氮测定·····	(82)
4、土壤铵态氮测定·····	(85)
5、土壤碱解氮测定·····	(87)
6、土壤有效磷测定·····	(88)
7、土壤有效钾测定·····	(90)
8、土壤有机质测定·····	(95)
(二) 作物化学营养诊断速测·····	(98)
1、植物样品的采集和处理·····	(98)

2、植物硝态氮($\text{NO}_3\text{—N}$)测定	(100)
3、植物体无机磷(P)测定	(101)
4、植物体中水溶钾(K)测定	(101)
5、水稻组织中氮素测定	(105)
四、因土因作物施肥	(112)
(一)合理施肥与增产	(112)
1、看天、看地、看作物、看肥料性质施肥的增产效果	(112)
2、有机和无机肥料配合用的增产效果	(114)
(二)施肥量计算	(117)
1、确定作物施肥量的依据	(117)
2、土壤供肥量的计算	(118)
3、作物施肥量的估算	(120)
4、根据肥料效应函数确定施肥量	(120)
(三)合理施肥方法	(128)
1、基肥	(128)
2、种肥	(129)
3、追肥	(130)
4、施肥期的确定	(131)
(四)有机肥与无机肥施用要点	(132)
1、化学肥料不宜连年单独施用	(132)
2、要防止肥分流失	(132)
3、施肥方式要得当	(132)
(五)有机肥料的合理施用	(133)
1、人粪尿的合理施用	(133)
2、圈肥的合理施用	(134)
3、棚肥的合理施用	(135)
4、堆肥的合理施用	(136)
5、绿肥的合理施用	(137)

附录

- (一) 常用化学元素表 (139)
- (二) 常用酸碱溶液的配制与标定 (139)
- (三) 常用浓酸和浓氨水的比重、百分含量及
当量浓度对照 (142)
- (四) 常用指示剂的变色范围和配制方法 (143)
- (五) 几种主要化肥的成分、性质和施用方法 (144)
- (六) 中华人民共和国法定计量单位 (145)
- (七) 法定计量单位名词解释 (149)

一、土壤基本概念

(一) 论说土壤

1、什么是土壤

土壤，是农作物生长发育的基础，是农林牧业的基本生产资料。

一粒种子入土，所以能够发芽、出土、成长，就是因为土壤能够供给它所需要的水分、养分、空气和适宜的温度。人们把能够提供作物生长发育所需要的水分、养分、空气和适宜温度的地球陆地表面的疏松表层，叫做土壤。土壤学上概括为：“土壤是地球陆地表面能够生长绿色植物的疏松表层。”

2、土壤肥力是土壤的本质特征

土壤肥力，是指土壤为植物生长发育提供营养条件和调节环境条件的能力。土壤肥力，包括土壤水分、养分、空气和温度四个因素，其中水分和养分看做营养因素，温度和空气看做环境因素，水分既是营养因素，也是环境因素。

土壤中的各肥力因素不是彼此孤立的，而是相互联系、相互制约的，只有各肥力因素同时存在、相互协调，才能满足作物生长发育的要求，从而获得稳产和高产。

各个地区土壤肥力高低不同，这就是各肥力因素间协调程度的表现。土壤肥力不是长期停止不变的，而是在各种因素的综合作用下，不断变化着的。我们就是要通过分析研究有关土壤

肥力变化的规律，并运用这些规律来改造土壤，使土壤肥力不断地发展和提高，为作物高产、稳产创造良好的基础条件。

土壤肥力，可分为有效肥力和潜在肥力。种作物时，能被作物当季利用的肥力，叫做有效肥力；虽然存在于土壤中，但不能立即被作物利用的肥力，叫潜在肥力。土壤有效肥力高，只是为作物创造了基础条件，有了高产的可能，但要使作物真正获得高产，还必须依靠各种农业技术措施的密切配合。

3、土壤的形成

土壤是客观存在的历史自然体，这种自然体有它自己发生发展的规律。是在成土母质、地形、气候、生物、时间五种成土因素（其中以生物为主导因素）的综合作用下形成的。

（1）成土母质：形成土壤的母质，就是岩石矿物经过风化作用所变成的碎屑。这里所说的风化作用，就是自然界的岩石在风吹、雨打、日晒和水流的作用下而发生变化，使岩石矿物分化瓦解，成为粗细不同的颗粒与一些能溶解在水中的盐类。

岩石风化以后的产物变为松散状态，有了透水、透气的性能，也有一些可溶于水的矿物质养分。但是它还不具备土壤的本质特征——肥力。所以，叫做成土母质。它是形成土壤的基础物质。这些碎屑有的停留在原处不动，有的可随风力或水流被搬运到远处沉积下来。被风力和水力搬运的母质，由于风力、水力的变化与母质颗粒的大小，可看到明显的“成层”或“成带”的沉积和分布规律。农民对河流泛滥有“远澄河泥，近澄砂”的说法，就是形容河水流速、远近与沉积物粗细的关系。

成土母质的粗细，直接影响土壤质地、土壤的层次排列情

况和土壤剖面性质。它对土壤水、肥、气、热等肥力因素的协调程度，对植物生长发育都有重要影响。母质成分也影响土壤矿物质养分的含量。

(2) 地形：地面的起伏或平坦程度，叫做地形。它主要是决定不同地形部位的水热条件。如坡地与平地接受太阳的热量不同（阴坡与阳坡差异更大），地面水与地下水的移动情况也不同。山地母质易受冲刷，土层厚度小；平原水流平缓，母质易沉积，土层厚度大。由于地形影响水热条件的变化，也就引起了植物养分分布的差异，因之，不同地形部位植物群落的分布也不同。

(3) 生物：生物，是土壤形成的主导因素。生物因素，包括生长在土壤上的高等绿色植物和微生物，还有在土壤中生活的动物。它们对土壤的形成，有着决定性的影响。

绿色植物和微生物，通过吸收可溶性养分组成有机体，枯死后再分解。这样日久年长，就能把植物营养元素在土壤中集中，同时还可积存起来。因此，就发展了土壤肥力。

植物种类不同，根系吸收水分和养分的深度、利用难溶性养分的能力、生长地上部分有机体的数量与地下遗留的根量都不相同。如森林地区，每年林下有大量枯枝落叶堆积，树根可伸入深层吸收水分和养分，地表有枯枝落叶覆盖层，能保持水分，减少地面蒸腾和水土流失。枯枝落叶腐烂后，可以转化成腐殖质和植物养分。薯类和瓜类在土中遗留根量较少，禾谷类遗留根系较多，豆科绿肥利用土壤中难溶性养分的能力较强，这些植物不同的特点都直接影响土壤形成过程，而使土壤表现出不同的特性。

在土壤中生活的蚯蚓，对土壤肥力也有一定的影响。

(4) 气候：气候，是土壤形成的五大因素之一。由于气

候的影响，就产生了不同的土壤地带性分布，并且组成大范围的生物土壤气候带。

土壤在形成过程中，由于受气候因素的作用，特别是受气温、降水、风力、光照等条件的影响，发育着不同的成土过程，因而形成具有不同理化特征的土壤类型。例如，在气候干旱、半干旱地区，降水量小、蒸发量大，土壤中的水分经常处在上升状态，大量的难溶性盐分（主要是碳酸钙）聚积于土壤上层，形成明显的钙积层，表现为弱碱性或碱性反应，这就是干旱和半干旱地带棕钙土、栗钙土及黑钙土的成因类型。而在我国南方降水量大、蒸发量小的热带、亚热带地区，则形成酸性土壤，如红壤、砖红壤、黄壤等等。

气候因素中的热量条件，也是土壤形成过程中的重要条件。它不仅影响矿物质的风化程度，同时还可参与成土作用的辅加过程，形成具有不同特征的土壤亚类。

因此，气候因素在整个成土过程中，与植物构成两大主要成土条件。这在土壤发生发育过程中起着决定性的作用。

（5）时间：以上四个成土因素综合作用的关键，是时间问题。它在土壤形成过程中，具有特殊意义。任何土壤都要有个发展过程。一堆由岩石风化而成的母质，没有肥力，不是土壤。只有经过生物生长，积累有机质，才产生了肥力，才能成为土壤。这样，时间越长，作用就越大。一定的气候条件、地形条件、母质的运动变化和植物的生长发育，经过一定的时间，这对土壤形成都产生重大影响。因此可以说，时间因素体现了一切土壤及成土因素发展变化的过程。

总之，这五种成土因素对土壤形成作用，是互相联系、综合影响的，而它们之间又互相影响、互相制约，其中生物在全过程中起着主导的作用。

4、人类生产活动对土壤肥力发展的影响

前面说到，在五种成土因素综合作用下形成了土壤。未经人类开垦耕种的土壤，叫自然土壤；已被人类开垦耕种的土壤，叫耕作土壤，或农业土壤。

耕种土壤，也要受五大成土因素的影响，但由于人类对土壤特性的认识逐步深入，并掌握了它的发展变化规律，所以能运用农业技术措施，使它向着人类生产需要的方向发展。例如，土壤中水、肥、气、热各肥力因素在自然的气候、地形、母质等因素下不断地运动变化，经常发生矛盾，不能充分满足作物生长发育的需要。但是人类可以通过耕作技术措施，及时调节土壤肥力状况，以满足作物生长发育的要求。

人类的生产活动可以改变自然条件，也能改变土壤发展变化的方向，创造新的土壤类型。例如，改良盐碱地，可以逐步变成轻盐碱地或稳产高产农田。

耕作土壤，是在自然土壤的基础上发展起来的，它又在人类的耕作熟化条件下获得新的特性。因此可以说，耕作土壤（农业土壤）是人类生产劳动的产物。

人类的生产活动，可以有目的、有计划地调节和提高土壤肥力。这与自然因素对土壤肥力的影响不同。人能在认识自然规律的基础上，在一定的条件下，充分发挥自己的主观能动性，积极控制自然因素，发展它的有利方面，限制它的不利方面，采取有效措施，迅速提高土壤肥力。但是，人的生产活动如果违反自然规律，又不能因地制宜地采取科学的技术措施，不仅不能提高土壤肥力，反而会降低土壤肥力，得不到增产的效果。所以，应该认真研究影响肥力的每个因素，采取科学方法进行调节，促使肥力不断提高，为作物持续获得高产、稳产，创造良好的土壤条件。

(二) 内蒙古主要土壤类型 与分布

内蒙古地区地域辽阔，自然类型繁多，南北纬差大，所以生物气候因素有很大的差异，故形成明显的土壤水平地带性分布。自东北向西南由于生物气候带的分异特点，依次分布着黑土带——黑钙土带——栗钙土带——棕钙土带——灰漠土带——灰棕荒漠土带。自治区南部边缘自东向西断续分布有褐土带——黑垆土带——灰钙土带。在各水平地带内，相对高度较大的山地，土壤垂直带分异也较明显。根据内蒙古自治区土壤普查办公室1983年1月重新修订的《内蒙古自治区土壤工作分类方案》，全区共有土类22个，各土类的适宜性和限制性差异很大。

1、平地土壤

平地土壤包括黑土、黑钙土、栗钙土、灰钙土、棕钙土、灰漠土、褐土、黑垆土、灰棕漠土等地带性土壤。除此而外，尚有风沙性土壤和草甸土、沼泽土、盐土、碱土、水稻土等隐域性土壤。

(1) 黑土：主要分布在大兴安岭东麓山前丘陵平原。西与大兴安岭东坡的暗棕壤相连，或镶嵌交错，南与黑钙土互接，在干旱地区，垂直带谱上亦有分布。

气候特点是，冬季漫长、严寒而湿润；夏季短促、炎热而雨量集中；春季多风而少雨；秋季凉爽而晴朗。严冬由11月中至翌年4月中旬，长达5个月。土壤结冻期长，冻层深达1.5—2.0米左右，自然植被有草甸、草甸草原和草原3种主要类型。草甸草本植物多为多年生禾类杂草，植物种类繁多，生长茂

盛，有“五花草塘”之称。成土母质，为第三纪、第四纪山前洪积平原的砂砾粘土层，而以第四纪更新世砂砾粘土层分布最广。机械组成中，以粗粉砂（0.05—0.01毫米）和粘粒为主。也具有黄土的特征，故一般称为黄土状母质或黄土性粘土。

这类土壤具有明显的黑色或灰黑色腐殖质层（A），厚度约30—70厘米，深厚层黑土可达1.5米，土壤肥力高，有机质含量一般在4—10%。团粒状或粒状结构，质地粘重，多为壤土和粘土，pH值5.6—6.6。

（2）黑钙土：主要分布在大兴安岭山地西麓，呼伦贝尔高原的北部和东部以及其它地区的垂直带上，在大兴安岭东麓丘陵地区也有少量分布。

气候属半湿润森林草原和草原环境。夏季湿润多雨，冬季寒冷多雪，冻层达1.5—3.0米。植被属于禾本科为主的杂草类草甸草原。成土母质主要是黄土状和砂黄土状冰水沉积物，以及各种基岩风化物，其中以中酸性火成岩残积-坡积物为主，其次还有洪积-冲积物。土壤水分属半淋溶类型，具有腐殖质积累和钙积化成土过程。

土层较深厚，腐殖质层黑色、黑灰色或暗棕灰色，结构粒状或团粒状，厚度为30—80厘米。有机质含量在4—5%之间，土壤含水量多，pH值6—7，显中性反应。黑钙土大部分为壤土，自然肥力较高。

（3）栗钙土：栗钙土是内蒙古地区分布最为广阔的土壤，也是农牧业生产中最主要的土壤资源。主要分布地区有：呼伦贝尔盟的西南部，锡林郭勒高原大部，乌兰察布高原南部，鄂尔多斯高原东半部，以及大兴安岭南麓的山前丘陵地带。

地形多为高原，海拔200—1500米。母质多种多样，气候