

农业土壤学 基础知识

侯光炯 周沅芳 著

农业科学技术丛书

四川人民出版社



· 农业科学技术丛书 ·

农业土壤学基础知识

侯光炯 周沅芳 著

四川人民出版社

一九八二年·成都

农业科学技术丛书

农业土壤学基础知识 侯光炯 周沅芳 著

四川人民出版社出版 (成都盐道街三号)
四川省新华书店发行 灌县印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/32 印张 2.25 字数42千
1982年10月第一版 1984年7月第二次印刷
印数: 10,001—16,300册

书号: 16118·99 定价: 0.22元

绪 言

农业土壤学是农业科学体系中的一门基础科学，它主要论述土壤和农业生产各个环节之间的内在联系，土壤变肥变瘦的一般规律以及土壤利用和改良的新技术。

农业土壤学的产生和发展，是和我国农民四千多年来精耕细作的历史分不开的。他们的主要经验是看天、看地、看庄稼，定耕作措施。说明土壤和气候，同植物密切相关，气候变，土性和植物长相就随之而变。耕作活动主要是帮助土壤利用自然因素的有利方面，消除其不利方面，使植物生长旺盛，土壤越种越肥。只有这样，才能做到人尽其智，物尽其用，地尽其力，而使土壤学真正能为农业现代化服务。

编著本书的指导思想，就是试图在论述土壤供肥力的时候，强调自然环境、水热条件对土壤肥力的制约作用，以及在气候季节，昼夜周期性变化的影响下，土壤生理功能和植物生理功能之间的谐调关系，从而使农业土壤学具有高产土壤学理论和技术的丰富内容。

编著者

一九八二年六月

目 次

一、土壤、土壤肥力和农业土壤的定义.....	(1)
(一) 土壤的定义	(1)
(二) 土壤肥力的定义	(1)
(三) 农业土壤的定义	(1)
二、农业土壤生理功能的形成过程.....	(4)
(一) 土壤生理功能的形成过程及其相互关系 ...	(6)
(二) 土壤和植物的生理功能有何不同	(12)
三、土壤的一种潜在能力——减旱滞洪.....	(16)
四、土壤肥力的多样性表现.....	(24)
(一) 土类肥力的多样性表现	(25)
(二) 土区肥力的多样性表现	(27)
(三) 研究土壤肥力的重大现实意义	(35)
五、农业土壤的分类分区体系.....	(39)
(一) 农业土壤分类的原则	(41)
(二) 农业土壤分类的作法和体系	(41)
(三) 农业土壤分区的作法和体系	(45)
六、把农业土壤学的理论充分 渗透到科学种田领域中去.....	(49)
(一) 寓养于用, 用养结合	(50)
(二) 作物高产稳产, 关键在于培肥土壤	(52)
(三) 运用自然免耕的理论, 创造抗灾 增产的新技术	(53)

一、土壤、土壤肥力和农业土壤的定义

(一) 土壤的定义

土壤是一种具有明显生理机能的自然体。产生这种机能的是土壤中所含有的无机、有机、微生物、酶复合胶体。根据这一事实，我们可以对土壤作如下的定义：土壤是兼具自动供肥机能和自动调节水、热、气、肥机能的一种类生物体。

(二) 土壤肥力的定义

土壤的本质是肥力，也可以看成是土壤的生命力。具体地说：土壤肥力乃是土壤在气候因素周期性变化的影响下，自动协调植物生理营养要求的能力。衡量这种能力强弱的标准，是土层中热、水、气、肥周期性动态表现稳、匀、足、适地满足植物高产要求的程度。

(三) 农业土壤的定义

早在有史以前土壤就已存在。从它的发展历史来看，可以分成两个阶段，即自然土阶段和耕作土阶段。后者主要特征是：

1. 人工植被代替了自然植被，从而改变了土壤中水、热、

气、肥运动的方式。

2.施肥、灌溉、耕作等农事活动，给土壤引进大量新的物质，并搅乱了原有的自然土层次，因而深刻地改变了土壤肥力发展的方向、方式和速度。

3.由于有规则的稀疏人工植被代替了无规则的稠密自然植被，土壤表面和空气接触的面积加大了，接触的时间也相对的加长了，从而增进了气候和土壤相互作用的深度。最后形成所谓生态平衡的良性循环和恶性循环，如果控制得宜，则对提高土壤肥力，实现大面积高产稳产，抗御自然灾害都将是有利的。

4.农业土阶段，是人类改造和培肥土壤的大好时机。表现在两个方面：

(1) 不同作物的高产，各自要求一整套的合理耕作栽培措施。这种措施的特点是肥土与肥苗兼顾，用地与养地并重。这就需要从长时期内最大限度地提高土壤肥力的角度出发，为不同肥力水平的土壤，巧妙安排多年复种轮作的组合及程序，求得大面积、大幅度、快速高产和最高经济效益。

(2) 不同作物的高产栽培技术，在很大程度上，表现为地面改形和灌溉排水方式的差异。从理论上讲，这就是调整土壤水热动态，以符合不同作物生理生态要求的根本性措施。不重视这些措施，施肥再多也不会有很好的肥效。

5.土壤发育过程进入农业土阶段以后，农业生态系统各组成成分之间的矛盾，较自然土阶段大大的尖锐化了。不合理的耕作法，往往造成生态平衡的破坏，酿成恶性循环。农业

土壤的研究必须面对这些问题加以解决。

根据上列特征，农业土壤的定义应如下述：

农业土壤是在自然土发育过程中改变了生态环境和肥力实质的一个特殊阶段。这个阶段的特征是人类定向改造和严格控制土壤肥力发展方向和速度，有目的有计划地规划设计植被结构和优良耕作法，以求达到土壤越种越肥、产量持续增高的目的。科学地改良农业土壤，对人类社会的发展具有深远的政治意义和经济意义。

二、农业土壤生理功能的形成过程

现代农业科学的一个重大进步，是农业生态系统学的诞生。这标志着农业科学进入综合研究时代的开始。所谓农业生态系统，是指生态系和生态环境两个组成成分而言。其中属于生物运动形式的自然体，例如植物，称为生态系；凡是属于理化运动形式的各个因素，例如气候、地质、水文等称为生态环境因子。土壤和耕作活动应该属于生态系还是生态环境，这是值得商榷的问题。我们认为，土壤既是生态系中的一个成员，也是生态环境因素中的一个成员，而主要应隶属于生态系。这是因为土壤这个类生物体和植物有着共生的关系，植物不是只有要求土壤供应养分的一面，还有根系分泌物和残枝落叶肥育土壤、增强土壤肥力的一面（正如豆科作物与根瘤菌的关系一样）。土壤与植物二者都是具有代谢性和可塑性两种生理功能的生物体。但是也必须指出，在支配植物组成成分和物种进化方面，土壤对植物来说应该是外因，是和其它环境因素联合起来共同对植物施加影响的。至于人类耕作活动，在生态系统中的位置问题，则要从作用的方法和效果来看。当其在观察和思考的时候，它既不是生态系，也不是生态环境因素，但到了进行耕作活动的时候，就应该看作是生态环境因素，是引起生态系变化的一个最强有力的外因。总起来说，植物和处在共生关系中的土壤，是生态系

的两个并列的组成部分，是农业生态系统的两个主体。气候、地质、水文和决定生态系进化发展速度的外因——土壤及人类耕作活动，则都是环境因素，是条件。

土壤和植物的共生关系，表现在下列三个方面：第一，土壤和植物同时同地受到气候环境因素的影响，双方都具有产生代谢和调节功能的机制。因此，在生理功能上的反应基本上是一致的，也可以说二者有互相谐调生理要求的本能。第二，植物在其生长发育的一生中，不断以根部的分泌物滋养土壤，使其获得较强的活性。土壤也以其代谢产物的养分源源不断地供应植物。植物生长越旺盛，分泌物的品质越好（指高分子有机化合物，如维生素、激素等），土壤就越容易变肥。土壤肥了以后，代谢能力和调节能力还可以进一步提高。那时候通过植物根分泌物所传递出的信息，及时地、适量地把养分供应给植物。这种现象，实际上就是“土壤发育阶段始终沿着进化轨道更替演变”理论的实质。第三，土壤的进化势必为和它共生的植物创造了进化的条件，这已为许多事实所证明。但是，也有一些例外。例如，就农用植物来说，不同品种收获物的品质，有时往往受到土壤某种特殊成分和特种水热条件的影响，可以在肥土中发生退化的现象（如甘蔗和油菜），也可以在瘦土中发展进化（如烟草）。所以，适土适种的问题，是土植共生关系研究工作的重点之一。

土壤是越种越肥的，只要生态平衡不被破坏，植物与土壤的生理谐调，能持久保持正常，土壤就会遵循着生物——

气候阶段更替（即统一形成学说）的进化轨道，由瘦变肥。自然土阶段更替的历史已经充分证明了这一点，在人类智慧和劳动支配下的耕作土，更不会是例外。

物竞天择，适者生存，是进化论的一般注解。从这点出发，作辩证的论断，生物在进化的同时就必然有退化，甚至于逐渐衰亡的。进化的速度有快的，也有慢的，甚至于中途转向退化。再从土植共生关系假设来看，植物和动物的根本区别，在于动物只有单纯的遗传过程，而植物的遗传过程中却存在着与土壤共生的推进和促退作用，其中推进是主要的。威廉斯的统一形成学说，只有根据这个假设才能阐明它的实质。在我们发现土壤具有生理功能和功能强弱的衡量标准以后，农业土壤学更可进一步指明土壤肥力进化和退化的速度，为控制植物进化的方向和速度提供一定的保证，也将为农业现代化作出土壤学应有的贡献。以下先就土壤生理功能的机理和表征作扼要的陈述：

（一）土壤生理功能的形成过程及其相互关系

先谈谈胶体是什么。生物包括土壤类生物体在内所表现的生命现象，主要依靠胶体的作用来体现。就植物和土壤的关系来说，溶解于水中的养分，都具有一定的浓度和组成成分。当这种溶液在土壤中和植物根系相接触的时候，土壤溶液的养分浓度必须小于根细胞内溶液的浓度，才能通过细胞膜的渗透作用被植物吸收，这个梯差越大，渗透速度就越快。如果土壤溶液的浓度大于细胞液浓度的时候，还可引起反渗透

现象，使植物生长受到危害。所以，土壤必须具有自动调节养分浓度的能力，才能保证长期供应适量的养分，使作物顺利生长，直至成熟，从而达到高产的目的。这是土壤特有的生理功能，人是不可能包办代替的。土壤这种自动调节养分浓度的功能是怎样产生的呢？

这要从烘干土吸着水分时所产生的吸水现象说起。在土壤的形成过程中，土粒由粗变细，一定体积土粒的总表面和表面能也随之而增大。总表面增大，意味着土粒吸水面积加大；表面能增强，则意味着吸水势的加强。一般说来，干燥土粒表面几个埃的距离内，吸着能力可强达十几个大气压，那时所吸着的水，完全成为不能流动的固态水和吸湿水，在吸湿水膜表面约100埃之内是可以上下左右流动自如的毛管水活动范围，是和表面能同时存在的电能表现出离子代换现象的场所。毛管水膜以外，约500埃的范围内是重力水活动范围，它一般向下流动，但仍可被吸引上升，以补充毛管水的不足。在这一范围内，电场的电动势已大大减弱，目前测试手段还无法查出所起的代换反应，它只表现出淋失养分的作用。重力水以外还可以有水分流动，这种水分是完全不受土粒表面静电场影响的自由水。我们用粘韧性测定法，鉴定土壤胶体吸水性质的结果，显示品质好的胶体，毛管水含量占三种水分含量总和的百分率最高，重力水次之，这两种水的热容量总和也高。因此，它缓冲土温和养分浓度变化的能力较大，特别在气温较高的时候，这种优越性更为显著。相反，胶体品质不好，毛管水占三种水分总和的百分率就相对

的降低，重力水所占的百分率却增大了，特别在气温高的时候，这个缺点更为显著。

上述土壤胶体品质，在吸水性能方面的表现，也可以用以鉴定土壤适宜施肥的种类和数量。我们的研究结果，初步说明了对一定种类的土壤，在一定水热条件下，凡是不影响或少影响这三种百分比的肥料，增产效果最好，影响越大，效果越差。可见有关合理施肥的问题，绝不单纯意味着是否满足和如何满足作物生理营养的要求，而更重要的是施肥是否能保证和如何设法保证胶体吸水功能不被肥料破坏和减弱。这就是按土施肥的理论依据。

土壤胶体吸水现象，既然关系到胶体品质和功能的种种方面，也关系到气温变化对土壤胶体性能所产生的深刻影响，因此，它是土壤生理分类和分区的理论依据。把这一情况加以分析，可以引伸出如下几对相关的因素：

1. 土壤胶体吸水性和供肥性之间有着明显的相关性，那就是毛管水占吸水总量的百分数越是稳定少变，土壤供水供肥的性能就越少受气候干旱的影响，从而使土壤成为名副其实的土壤大水库。

2. 土壤胶体吸水性和稳温性之间有着明显的相关性，那就是毛管水和重力水占吸水总量的百分数越是稳定少变，土壤稳温的能力就越强。例如，贫瘠的旱地红壤，由于具有较高的重力水百分比，热容量较大，春季升温迟缓，所以，在发棵性方面表现为后发型。但是同样的红壤，在淹水种稻的时候，由于自由水相对增多，热容量大大提高，可维持较高

的土温直到秋收以后，因此，虽然还是属于后发型，但能较好地抗拒秋凉季节的低温，有利于水稻后期的发育成熟。所以，红壤性水稻区往往能出现高额的丰产纪录，同时旱改水也成为低产红壤区一种优良的土地利用方式。

3. 土壤稳温性和土壤通气性之间有着明显的相关性。这里所说的通气性，是指土壤胶体互相粘结成小粒状结构以后所具有的特性。胶体品质好，又能具备良好的温度条件（必须通过适时耕作，破坏土壤不良结构，才能获得良好的温度条件），土壤结构必然良好。结构好了，土壤通气性和稳温性也会变好。这是因为太阳辐射热主要依靠土壤结构中的空气传导到底层的缘故。结构不好，通气性差，即使气候温和土壤还是冷浸的，植物根系也必然受到冷浸的危害。从土壤的基本结构来说，它又具有被低温破坏的特性，所以，即使良好的基本结构已经形成，也无法取得升高土温的效果。

4. 土壤稳温性和稳肥性之间有着明显的相关性。因为，胶体活性强弱和消长的变化，完全决定于土温的变化。一般地说，在胶体各自特有的活化温度范围内，土温越高，胶体活性越强。表现为吸水、吸肥性能加强，超过或不足这个范围，胶体活性的一切表现都减弱。凡胶体品质好的土壤，必然有较高含量的毛管水百分率，这个数值还可随温度的升高而加大，由此也能保持一个较高的供水供肥力水平。胶体品质差的土壤，就不能显示这种优越性，所以能稳温的土壤一般是有稳定供肥能力的肥沃土壤。

5. 气候（光照、辐射、降水量等）和土壤供肥力之间

有着复杂的相关性。作物产量的高低，决定于耕作者对光、肥平衡的认识和能否有效地控制这种平衡。产量是衡量耕作土肥力水平的可靠依据。衡量的办法是以光、肥平衡为对象，研究分析气候、土壤生理功能和植物体光肥平衡三者之间的矛盾关系，找出此种平衡在不同地区、不同土壤、不同作物三方面所表现的矛盾类型和提高光合效能的措施，作为鉴定农业土壤分类、分区的依据。提高作物产量的研究，如果不建立在光、肥平衡的基础上进行综合分析，那将是难以理解的。下列的事实可以说明这一点。

首先，谈一谈气候和土壤供肥力的关系。

谁都不能否认，植物形成干物质的数量，一方面决定于光合作用的强度，一方面决定于土壤供肥的情况。光合作用所包括的因素不只是光，也有辐射热、降水量、二氧化碳等大气水热条件。例如就有效光量而言，它是指在有足够辐射热量供应的情况下，作物充分进行光合作用时期内的光量，它又是受着降水量和降水时间支配着的，这是一个非常容易变化的因子。再就土壤供肥力来说，支配土壤供肥能力的因子，从上面几节所说的情况来看，土壤水热条件是主要的，因此也必然随时随地同时受到大气水热条件的影响，如果不把大气水热条件、土壤供肥情况和植物有效光合量三者联系起来综合考虑，又怎么能反映产量形成过程的客观规律呢？由此可见，排除土壤供肥情况在外的光合作用理论，是不可能全面反映客观现实的，和大气水热动态毫无联系的土壤水热条件以及和土壤供肥能力毫无联系的土壤水热条件，客观

上也是不可能存在的。这就是我国农民看天、看地、看庄稼定耕作措施的经验的可贵之处，也是农业土壤学不能再走就土论土的老路，而必须改用农业生态系统学理论为指导思想的理由所在。其次，谈气候和土壤供肥力之间的内在联系。

在光、肥平衡中，有两个因子是关键，一个是辐射热和它与水气等结合时所表现出来的气温、水温、土温等热量因素；一个是作物和土壤等生物运动形式固有的活化温度上下限和这一活化温度间距内各点胶体（包括土壤复合胶体和植物原生质胶体）活性的表现方式和强度。有了这两种因素的质量和数量作标准，任何不同类型的土壤和作物，都获得了统一对比的可能（这是1958年研究工作中所发现的事实），同时也有利于发现宏观范围内的热量因素影响（微观）生命活动的内幕，从而使耕作活动和天、地、人、物有机的结合起来。根据这一方法，我们已经探悉植物发生病害的气候和土壤原因，并有效地作出了本标兼治的方案；我们也利用这个方法，作出田块土壤肥力分等图，查出同一土壤母质在不同田块水文情况下发育方式和肥力特性差异的原因，订出有效的改土培肥规划方案。其中一个重要发现是土温的日周期性变化，在一定季节情况下越能稳定少变，植物生长发育越能保持正常，从而获得较高的产量，由此获得的结论是，各个气候因素在一定地区内保持稳、匀、足、适的程度，是土区肥力高低的指标。在同一土区内，不同土类水热两因素动态保持稳、匀、足、适的程度，由于它正确反映了土壤供肥机能（土壤胶体吸水吸肥的热力学性质）稳、匀、足、适程

度变异，所以是土类肥力高低的指标。田块光、肥平衡，即田块肥力水平的鉴定。根据这样的作法，最后可以画出农田生态类型图，订出耕作改良的规划方案。

（二）土壤和植物的生理功能有何不同

我们的初步研究结果说明，土壤生理功能和植物生理功能，有相同之处，也有相异之处。

相同之处在于：（1）双方胶体活性都随气温的日周期性变化而变化。这说明太阳辐射热是土壤产生生理功能的动力，正好和植物是一致的。（2）土壤与植物双方生理功能的强弱，都可以在胶体活性上显露出来。对土壤来说，就是水、热、气、肥日变幅越小，说明生理功能越强。田块土温稳定度的测定结果，所以能正确反映田块生产力的高低，其原因就在于此。（3）胶体活性的变化，是根据胶体两性行为的原理，推释出来的。这种两性行为，直接间接都受着温度的支配，这是土壤粘韧性加热处理研究的结果所证明了的。一般的规律是阴性胶基的活力和它感受温度变化的灵敏度，反应生理功能的强弱，而两性行为的混乱，则反应生理功能的异常。就土壤来说，在活化温度范围内，胶体的稳温力越强，它越能表现正常的活性，使之连续不断地供应养分。在胶体活性的支配下，稳温与稳肥之间的关系是稳温必然稳水，稳水必然稳气，稳气可以保证微生物活动正常，使土壤新陈代谢维持正常的强度，从而达到稳肥的目的。另一方面，在稳气的情况下，基本结构稳定不变，可保证毛管水居