

土壤、水与农作物产量的关系

〔美〕 D·温·索恩 著
马洛·D·索恩 译
郭凤山 伍瑞华 校
丁士斌 宋 坚
阎宗彪



土壤、水与农作物产量的关系

〔美〕 D·温·索恩 著
马洛·D·索恩

郭凤山 伍瑞华 译
丁士斌 宋 坚

阎宗彪 校

河北人民出版社

土壤、水与农作物产量的关系

〔美〕 D·温·索恩 著
马洛·D·索恩
郭凤山 伍瑞华 译
丁士斌 宋 坚
阎宗彪 校

河北人民出版社出版（石家庄市北马路45号）
河北新华印刷一厂印刷 河北省新华书店发行

850×1168毫米 1/32 12.25印张 2插图 301,000字 印数：1—3,200 1984年6月第1版
1984年6月第1次印刷 统一书号：16086·382 定价：2.45元

译 者 的 话

本书由美国犹他州立大学荣誉教授 D·温·索恩与伊利诺斯大学马洛·D·索恩合著。

本书包括三个部分，共十九章。第一部分阐述了影响作物生长的环境因素，如土壤、气候、地形等。第二部分阐述了提高作物产量与保护自然生态平衡的各种因素。第三部分探讨了世界主要气候带和土壤生态系统中，提高粮食产量的现有和潜在的耕作制度。并在最后一章讨论了一些发展中国家小农经济所面临的一些问题，以及通过研究来解决这些问题的办法和途径。

作者对世界范围内提高粮食产量的途径，提出了很多有价值的观点和技术措施。这对探讨我国从传统农业向现代农业的转化，建立适合我国国情的农业生产结构、生产布局和良性循环的生态系统，使现代科学技术和我国精耕细作的优良传统结合起来，搞中国式的社会主义农业现代化很有益处。作者的目的是通过对世界各地农作制度的探讨，以及对现有和潜在技术措施的估计，寻求最有效和最有益的方法。当然也有些不尽适合我国国情，请读者在学习时，根据我国的具体情况，因地制宜有选择的加以借鉴。

本书内容丰富，深入浅出。可供农业系统的工程技术人员、科学研究人员、大中专院校师生、农业技术推广人员和从事农业生产的管理人员学习；也可供有关方面的领导干部参考；同时，由于文字通俗易懂，再加图表说明较多，也可供农村基层干部和广大知识青年阅读。

本书由杜孟庸、李家杰、何惠君等同志进行了审阅，伍瑞华、杨淑荣同志对文字进行了统一加工和修饰，阎宗彪同志进行了技术校对。

前 言

世界主要未开发的土地资源位于美洲和拉丁美洲的热带区。在北美、澳大利亚和苏联的温带区，处女地的面积减少了。要使这些新的土地生产粮食，费用是昂贵的。而且，主要的人口集中区都远离未开发的处女地。由于世界人口仍平均每年增长百分之二，为满足人类对粮食的长远需求是值得关心的。研究得出的进一步结论是，人口增长所需要的粮食，绝大部分必须依靠提高现有耕地的单位面积产量，而不是依靠扩大土地的耕种面积。

某些事情正在使粮食生产的形势复杂化，尤其是仅能勉强提供粮食的绝大多数国家里，能源价格上涨，石化燃料缺乏，价格昂贵。事实证明如果不合理地使用象化肥、除虫剂、农业机械和灌溉水这样的生产技术，将会对土壤、水和生物有机体造成损害，以上诸因素使人们对粮食的前景更加忧虑。

这些事情突出表明了人在农业生产生态系统中的作用。这些事情涉及和影响到的不仅仅是农民和向农民提供主要物资的人，而是也包括各地消耗粮食的人们，依靠土地生活和旅游观光的人们。

由于粮食的增产更加复杂化，有必要严格地检查目前的农作制度，估价现有的和潜在的技术制度，找出解决问题的最有效和最有益的方法，这是本书的目的。

本书分三个主要部分。第一部分阐述了在很大程度上难以控制的环境因素，如土壤、气候和地形，这些因素直接影响农作物的生长。第二部分阐述了既可用来提高农作物产量，同时又保护

土壤、水和有关动、植物资源的各种因素。第三部分阐述了世界主要气候和土壤生态系统提高粮食产量的现有和潜在的耕作制度。

本书提供了优秀科学家对各种气候区粮食生产体系的选择方法，因为这些科学家在特定的地区有丰富的经验和专门的知识，他们在这些特殊的土壤和气候条件下，为改进农作制度做出了贡献。

我们承认进行这项巨大工作尝试的局限性。只能对宽广的气候区和有关的土壤及农业生产方法进行阐述。因此，本书必须看作是对世界上主要农作物生产体系进行介绍并指出方向，而不是权威性的论文。但是，我们试图对发达国家和发展中国家的主要农业生态区，阐述一些主要的农作物生产体系。

最后一章讨论了发展中国家一些小农经营者所面临的问题，并指出了从农业研究中获得的一些最有效的解决办法。我们相信，世界各地对如何提高粮食产量感兴趣的人们，将会发现这本书中的许多重要概念是适合于主要耕作区的。

本书是为有知识的门外汉所准备的。书中叙述了生物、化学、数学和农业的一般知识。但是，数学和化学只是使用基本概念。我们相信，此书对于那些对世界各地所面临的增加粮食生产问题感兴趣的一般公众，也是有帮助的。本书对于同农民一道工作的专家和顾问、关心世界粮食问题的公众领袖和全世界范围内寻求提高粮食生产方法的学者是有帮助的。

作者对于许多同事的帮助表示感谢。他们提出了建议、批评并给予了帮助。编者对琼·罗伯特表示感谢，他提供了说明各种气候区的地图；对麦克斯·帕里斯表示感谢，他为我们提供了许多图表。我们还要特别感谢我们的妻子阿里逊·科米什·索恩和默尔·卡特·索恩。她们帮助提高本书的质量，在最后的打字中，做了许多工作。作者对诺尔曼W·戴斯罗齐尔博士、卡伦·

卡特女士和 AVI 出版公司，鼓励和帮助本书的出版表示感谢。

D · 温 · 索恩
犹他州罗根市

马洛 · D · 索恩
伊利诺斯州乌尔巴纳

本书合作者

海登·弗格森 (HAYDEN FERGUSON) 蒙大拿州立大学植物土壤学系土壤教授，自然科学博士。

C·A·弗朗西斯 (C·A·FRANCIS) 内布拉斯加大学农学系教授，自然科学博士。原哥伦比亚热带农业国际研究中心农学家。

约翰·J·哈西特 (JOHN J·HASSETT) 伊利诺大学农学系土壤副教授，自然科学博士。

J·坎彭 (J·KAMPEN) 印度海德拉巴半干旱热带国际农作物研究所农业工程师，自然科学博士。

詹姆斯·克拉尔 (JAMES KRALL) 蒙大拿州立大学植物土壤学系农学教授，理科硕士。

B·A·克兰兹 (B·A·KRANTZ) 印度海德拉巴半干旱热带国际农作物研究所耕作制度程序方面农学家，自然科学博士。

A·克里士南 (A·KRISHNAN) 印度拉贾斯坦乔德普尔中部干旱地区研究所风力和太阳能应用部主任，自然科学博士。

H·S·曼 (H·S·MANN) 印度拉贾斯坦乔德普尔中部干旱地区研究所所长，自然科学博士。

约翰·尼克莱德斯 (JOHN NICHOLAIDES) 北卡罗来纳州立大学土壤学系热带土壤研究副教授，自然科学博士。

彼得·A·欧拉姆 (PETER·A·ORAM) 华盛顿国际粮食政策研究所研究员，自然科学博士。联合国粮农组织前主任。

目 录

第一章 环境与农作制	(1)
一、影响农作物产量的主要因素	(5)
二、大田作物的增产潜力	(11)
三、作物产量因素的特性曲线	(13)
四、现代农作制	(15)
第二章 气候与农业生产	(19)
一、气候的组成要素	(19)
二、气候带	(22)
第三章 土壤	(31)
一、土纲	(33)
二、地力分级	(38)
第四章 土壤、水和农作物之间的关系	(41)
一、土壤的水分曲线	(41)
二、作物与水的关系	(46)
三、土壤水分的控制与测定	(50)
第五章 作物营养与肥料	(54)
一、肥料的一般知识	(54)
二、肥料元素的构成	(55)
三、钙、镁及施用石灰的土壤	(62)
四、微量营养元素	(63)
五、判断肥料的需要	(65)
六、复合肥料	(66)
七、施肥	(67)

八、施肥方法	(67)
第六章 土壤的物理性质	(71)
一、土壤质地	(71)
二、土壤结构	(72)
三、土壤透气性	(74)
四、渗透率	(74)
五、土壤温度	(76)
六、土壤耕作	(77)
七、土壤侵蚀	(79)
第七章 土壤有机质、微生物与农作物生长的关系	(84)
一、有机质对土壤肥力的作用	(84)
二、土壤中有机质的含量	(87)
三、增加土壤有机质的途径	(88)
四、土壤微生物及其作用	(93)
第八章 作物灌溉原理与方法	(99)
一、灌溉与气候的关系	(99)
二、水源和水质	(102)
三、常用的灌溉方法	(104)
四、排水与盐分的平衡	(118)
五、灌溉与作物产量	(120)
六、灌溉与其它管理方法的结合	(121)
第九章 作物特征与耕作制度	(124)
一、与耕作制度有关的作物特征	(126)
二、作物茬口及其对后作影响	(132)
三、耕作制度	(135)
四、耕作制度的设计	(141)
第十章 农场增产规划及制定	(146)
一、农场规划的背景	(147)
二、评价农场资源	(148)
三、农场规划调查	(150)

四、农场规划报告	(157)
第十一章 湿冷温带作物的生产体系	(161)
一、地理区域	(161)
二、土壤	(162)
三、现行作物生产体系	(162)
四、高产限制因素	(165)
五、作物生产体系的改进措施	(166)
第十二章 干旱、半干旱冷温带的作物生产体系	(174)
一、旱地条件下的经营管理	(175)
二、灌溉条件下的经营管理	(192)
第十三章 温暖温带的作物生产体系	(195)
一、地理区域	(195)
二、土壤	(196)
三、现行作物生产体系	(196)
四、高产限制因素	(199)
五、作物生产体系的改进措施	(200)
第十四章 干旱、半干旱暖温带及地中海带 的作物生产体系	(205)
一、该地区的地理位置	(205)
二、地中海地区环境与农业的关系	(208)
三、农业在该地区经济中的地位	(214)
四、本地区的基本耕作制度	(220)
五、地中海地区的新气象	(240)
第十五章 干旱、半干旱温带的灌溉耕作	(246)
一、水源问题	(248)
二、改变灌溉方法	(249)
三、种植制度	(253)
四、作物生产体系	(255)
五、限制作物产量的主要因素	(257)
六、作物生产措施的整体化	(259)

第十六章 美洲湿润热带酸性土壤的作物生产体系	(263)
一、湿润热带自然环境	(264)
二、土地开垦方法	(277)
三、氧化土热带草原	(278)
四、老成土森林	(287)
五、本地带生产潜力	(296)
第十七章 半干旱热带的作物生产体系	(300)
一、环境	(301)
二、过去的水土保持方法	(302)
三、改良作物生产系统的措施和潜力	(307)
四、耕作制度初步成果的调查	(309)
五、半干旱热带变性土和淋溶土土质带土壤、水和作物管理	(317)
第十八章 干旱热带作物生产体系	(321)
一、干旱热带的特点	(321)
二、方法探讨	(332)
三、改进生产管理	(335)
四、耕作制度	(339)
五、存在问题与今后设想	(340)
第十九章 热带小农耕作制度	(343)
一、当前作物生产情况	(345)
二、农艺和耕作制度	(348)
三、植物保护	(359)
四、品种改良	(365)
五、世界研究中心及其研究项目	(368)
六、农业发展研究规划	(371)

第一章 环境与农作制

D·温·索恩 (D·Wynne Thorne)

人类生活的提高，紧紧的依赖于再生的自然资源。这种关系在几千年以前就已经十分密切了。人类是生态系统中的一个组成部分，通过采集植物和打猎，可以获得食品、衣物、房屋和燃料，以求生存。随着人口的增加和新工具的应用，便产生了剥削者、农民和牧民。

迄今，人类生活仍然同气候、土壤、植物和动物资源，有着密切的关系。由于人口的迅速增长，世界各地需要的粮食也不断增加。为了保证粮食和棉花的供给，妥善管理和保护资源，已成为当务之急。目前粮食增产的潜力有两种主要途径：一是扩大农作物种植面积；二是增加单位面积产量。

最近，加利福尼亚大学对世界耕地面积的变化，进行了研究（见表 1-1）。

表 1-1 世界不同地区可耕地、潜在可耕地与人均占地面积表

项 目 单 位 地 区	可 耕 地 面 积			潜在可耕地面积	耕地面积每年增长率		人均占地面积
	1960年 (1,000 公顷)	1970年 (1,000 公顷)	1985年 (1,000 公顷)	(1,000 公顷)	1960— 1970年 (%/年)	1970— 1985年 (%/年)	1970年 (公顷/ 人)
全 世 界	1,426	1,461	1,610	3,190	0.25	0.68	0.40

续表

项 目 单 位 地 区	可 耕 地 面 积			潜在可耕 地面积	耕地面积每年 增长率		人均占 地面积
	1960年 (1,000 公顷)	1970年 (1,000 公顷)	1985年 (1,000 公顷)	(1,000 公顷)	1960— 1970年 (%/年)	1970— 1985年 (%/年)	1970年 (公顷/ 人)
欧 洲	153	145	137	174	-0.44	-0.44	0.31
苏 联	221	233	252	356	0.54	0.54	0.96
美 洲	329	355	400	1106	0.79	0.85	0.70
北 美	226	236	252		0.44	0.44	1.04
拉丁美洲	103	119	148		1.60	1.60	0.42
大洋洲	28	47	95	154	6.70	6.70	3.03
亚 洲	456	467	484	628	0.24	0.24	0.23
非 洲	239	214	242	733	-1.0	0.90	0.62

结果表明：欧洲耕地面积每年约减少 0.44%；拉丁美洲耕地面积每年约增长 1.6%；非洲耕地面积每年约增长 0.9%；全世界耕地面积平均每年约增长 0.68%。与此同时，世界人口以每年约 2% 的速度增长，世界范围内粮食需要量则每年约增加 3%。从表 1-1 可以看出，世界上一些土地开发程度最高的地区，可耕地基本上已开垦完。欧洲和亚洲就是这种情况。而且土地开发较快的其它几个地区，也将会很快的面临这种局面。

1976年,美国土壤保护局根据1975年的可耕地面积,重新估计了美国潜在的可耕地面积(表1-2),数字表明,能适于作物生产的土地,已有四分之三进行了垦殖耕作。数据还表明,大部分

表 1-2 美国潜在可耕地与 1975 年耕地相比较的有关问题

问 题	土地等级	潜 在 可 耕 地		1975 年耕地 (1,000 公顷)
		高 (1,000 公顷)	中 (1,000 公顷)	
无问题	1	2,062	139	13,523
水土流失	2 E	8,095	1,519	35,476
	3 E	6,982	3,485	28,492
	4 E	2,376	1,752	12,026
	5 和 6 E	1,297	970	3,562
小 计		18,750	7,726	79,556
低洼易涝	2 W	3,866	838	24,347
	3 W	2,439	1,042	12,708
	4 W	678	636	1,607
	5 和 6 W	209	868	833
小 计		7,192	3,384	39,495

续表

问 题	土地等级	潜 在 可 耕 地		1975 年耕地 (1,000 公顷)
		高 (1,000 公顷)	中 (1,000 公顷)	
土壤改良	2 S	857	109	8,283
	3 S	955	509	4,639
	4 S	341	319	2,391
	5 和 6 S	181	431	1,431
小 计		2,334	1,368	16,744
一 般	2 C	775	295	7,982
	3 C	492	109	3,913
	4 C	—	137	135
	5 和 6 C	93	105	147
小 计		1,360	646	12,177
	7 和 8	—	—	674
总 计		31,698	13,286	162,169

注：E：代表水土流失。

W：代表低洼易涝。

S：代表土壤改良。

C：代表一般。

保留的可耕地存在着水土流失、保水力差及其它问题。

很明显，粮食的增产潜力，主要靠稳定地增加单位面积产量，而不是主要依靠扩大种植面积。但是，提高单位面积产量需要有综合措施和适合的农作制。然而目前仅在有限的地区，农作制是根据现代化的科学技术来设计和实施的。农作制的诸因素，只有一部分可以人为控制。气候、土壤和供水只能在一定程度上进行控制。由于我们还不能准确地预测或控制天气，不能从根本上改变土壤的特性，不能及时合理的保证供水，因此农作制必须具备良好的适应性。

本书的目的，在于阐述基本原理，加深认识和理解在粮食生产中颇为重要的各种因素之间的联系。并确定如何将这些因素；按人为选择的方式综合起来，以保证提高产量，并保护土壤资源。

一、影响农作物产量的主要因素

空气、阳光、温度、雨量、土壤是决定农作物产量的主要因素。在很大程度上，人类难以控制这些因素。农作物的品种、肥料、管理、机械设备和病虫害的防治是可以选择和控制的。如果能够掌握农作物高产的理论和相关的因素，并以此来指导农业生产实践，制定和选择最合理的综合增产措施，才能在农业生产中取得最佳的经济效果。

农作物是自然环境的产物。毫不例外，每一种作物都受温度、湿度、空气、土壤以及其它环境条件的影响。这些环境条件都随着纬度、海拔高度、气象条件、地形和土壤不同而变化。由于自然因素的影响，可根据不同情况，采取应变措施。诸如灌溉、排水、风障、耕作、播种日期、化学处理、作物选种和育种等。