

SOIL AND YOUR HEALTH

Healthy Soil Is Vital to Your Health

土壤与健康

【美】比阿特丽斯·特鲁姆·亨特 著
李淑琴 译



中国环境科学出版社

“环境与健康” 科普丛书

土壤与健康

Soil and Your Health

健康土壤决定健康身体

(美) 比阿特丽斯·特鲁姆·亨特 著

李淑琴 译

中国环境科学出版社·北京

著作权合同登记：图字 01-2010-6691 号

图书在版编目 (CIP) 数据

土壤与健康/(美)比阿特丽斯·特鲁姆·亨特 (Beatrice Trum Hunter)
著;李淑琴译. —北京:中国环境科学出版社, 2011.1
原书名: Soil and Your Health: Healthy Soil Is Vital to Your Health
(“环境与健康”科普丛书)
ISBN 978-7-5111-0450-2

I. ①土… II. ①亨…②李… III. ①土壤环境—关系—健康—研究 IV. ①X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 260915 号

Copyright © 2004 by Beatrice Trum Hunter. Original English language edition published by Basic Health Publications, Inc. 8200 Boulevard East • North Bergen, NJ 07047. All rights Reserved. Arranged through CA-LINK International LLC.

简体中文版经作者授权中国环境科学出版社出版, 全球销售。
未经出版社书面许可, 不得以任何形式复制或抄袭本书的任何部分。

策 划 胡勘平
责任编辑 孙 钰
文字编辑 韩 睿
责任校对 扣志红
封面设计 玄石至上

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2011 年 1 月第 1 版
印 次 2011 年 1 月第 1 次印刷
开 本 880×1230 1/32
印 张 3.25
字 数 75 千字
定 价 13.00 元

序 言

土壤在常人看来，其颜色可以深浅不同，湿度也会有高、中、低之分，但土壤肯定是没有生命的。其实不然，土壤自身极富生命力。在我们肉眼所不能及的地方，多种物质间的相互作用无时无刻不在进行，这就使土壤成为了一座名副其实的营养品生产厂。土壤与水相互作用，就可以为土壤中的食物提供其生长所需的各种维生素、矿物质以及其他营养素，而这些食物则为我们人类提供了健康所需的各种营养成分。然而，如今农业中的许多惯例却忽视了土壤健康及其对于人类健康所起的重要作用。日常使用的杀虫剂、除草剂、化肥及其他诸如污泥利用等种种广泛采用的方法，都会削弱土壤和食物的健康营养作用。

我们也许会认为：土壤能够一成不变地吸收无限量的毒素，其实并非如此。20 世纪，化学制品的应用给千年不变的农耕体系带来了翻天覆地的变化，因为化学制品能够使土壤肥沃，能够抑制毁灭性害虫的繁殖。于是，农民们放弃了传统的动植物肥料，对这些新生化学品情有独钟。可是，土壤随即便开始丧失其健康的体质和有机物再生能力。土壤的退化速度超过了其流失速度。宝贵的表层土被破坏，土壤流失大范围迅速蔓延。20 世纪早期的风沙灾害和如今频发的沙尘暴就是这一变化的后果。在农民们欢迎这些新的耕作方式的同时，却全然没有注意其令人头疼的后果。如今，我们可以在远离原地数千里的地方探查到存活的微生物、病毒、毒性金属物、

放射性物质的副产品、固体排泄物或残渣。科学家已经证实土壤及其污染物是导致哮喘、呼吸道疾病等世界性健康问题的原因之一。

因此，改革目前这种有失明智的农业行为是一大艰巨任务。必须对这些耕作方法实行改革，以便让我们的土壤焕发生机，重新为人类健康提供营养丰富的动植物产品。《土壤与健康》就该问题进行了简明阐述，并提出了切实可行的解决方法。我们只有越来越重视土壤的健康，才能越来越好地为我们以及我们的后代提供更多营养健康的食品！

目 录

第一章 土壤与健康.....	1
腐殖质.....	2
第二章 土壤保护.....	6
美国农业部在土壤保护中的作用.....	8
第三章 保护性耕作.....	11
免耕种植.....	13
深耕.....	15
第四章 蚯蚓：天然的土壤建造者.....	17
钼和蚯蚓的关系.....	21
放线菌类和蚯蚓的关系.....	21
蚯蚓的其他用途.....	22
第五章 培育优质土壤.....	25
覆盖物.....	29

第六章 土壤质量：有机农业与传统农业	33
有机农业之现状.....	34
传统农业遭受质疑.....	36
有机农业成为主流.....	37
研究结果支持有机农业.....	38
食品质量.....	40
有机农业的益处.....	45
第七章 土壤肥力和杂草	48
杂草控制措施.....	50
昆虫除草.....	51
动物控草.....	53
第八章 食用泥土	55
动物与泥土.....	57
第九章 土壤中的有毒微量矿物质	61
硒.....	61
砷.....	62
钼.....	63
氟.....	64
硼.....	65
锰和铁.....	67
铝.....	68
其他有毒性的微量矿物质.....	69
钡.....	69

镍.....	69
铜.....	70
锌.....	70
铅.....	71
保持土壤平衡.....	71
 第十章 污泥：不宜用做土壤肥料.....	 73
 第十一章 土壤的药物污染.....	 76
 第十二章 全球沙尘暴中的土壤流失.....	 81
 第十三章 受污染土壤的生物降解.....	 85
 参考文献.....	 89
 延伸阅读.....	 95

第一章

土壤与健康

《约伯记》曾建议人们：“与大地说话，它定能教会你许多。”那么，我们能从土壤那里学到什么呢？土壤又能教会我们哪些东西？

首先，我们必须对土壤进行检测。遗憾的是，有些人只是把土壤当成了“泥土”，而非维系生命的壤土。

请把一小块土壤弄碎，拿在手里，看它沉重坚实还是松软易碎，再看它的颜色是深是浅。土壤的外观就可以让我们了解它的某些特性。然后，再用铁锹翻一锹上来，你是否会发现土壤上面还有透着丝丝甜味儿的腐殖质？要么就是浅色的沙土？也有可能像黏土？你是否还看到了不停蠕动着蚯蚓呢？

土壤的外部特点表明了它的某些物理特性，其结构、质地、密度、孔隙度、颜色等构成了土壤的某些基本特性，如果进行化学分析，你就会发现土壤还有更多的特性。

土壤因时间、地点的变化而发生变化，甚至不同地块的土质都会有所不同。土壤的构成是动态的生物过程。园丁和农民可以改变土壤中有机物、矿物质、水、空气等各种成分的比例，从而改变土壤的内部结构。即便是贫瘠的土壤，也可以通过施肥得以改良，变成肥沃的土壤。

在自然界中的原生草原和原始森林环境下，有机物由土壤中动植物源源不断地提供，土壤中获得营养的有机体继而将枯叶残枝转化为腐殖质，维系着土壤肥力的持久性。

然而，在农业环境下，原来的动植物因种植新的农作物而被清除。为了保持土壤的肥力，必须提供原有机质，让土壤自身生成腐殖质，或通过外部堆肥制造腐殖质，然后再将堆肥施入土壤。

封闭式农耕制度中，全部秸秆还田，保证了土壤的高肥力。但是，伴随化肥和杀虫剂的介入，农业革命使我们的农田发生了巨大变化。从前的废料还田制度废止了。农作物的加速成长也加快了腐殖质的消耗速度。由于土壤贫瘠速度的加快，农作物开始出现病虫害。土壤中的有机物继续丧失，其速度远远高于有机物的更替速度。

病虫害对农作物的大量侵袭与农耕制度不无关系。几年前，密苏里大学实验站土壤系威廉·A·阿尔布莱赫特（William A. Albrecht）博士曾经指出：“对于一些严重的农作物害虫来讲，其害虫数量与土壤肥力有直接关系，土壤越贫瘠，害虫则越严重。我们过去几年的实验和研究已经证实了这一点。由于过分耕种（密集耕作）、单一种植（单作）以及对土壤流失的放任，如今所种植的农作物，遭受害虫侵袭的情况越来越多。”

腐殖质

腐殖质既可以定义为有生物质的产物，又可定义为有生物质之源。腐殖质由动植物残体经土壤中微生物的分解转化而成。有机质是腐殖质之源，当受到土壤有机质破坏时便生成腐殖质。腐殖质由多种腐烂的植物体（如茎、叶、残根等）、干草、堆肥、粪便以及

土壤中的微生物、菌类和藻类的残体构成。腐殖质是恢复和维持土壤活力的重要物质，其松软的质地可以为土壤提供全方位的通气功能从而改善土壤结构。这样就可以提高土壤的湿度，防止营养素因侵蚀而流失。腐殖质对于植物的成长至关重要，可以使所有生长中的植物提高抗病虫害的能力，同时，还可以使作物的质量、味道和外观得到改善。

尽管在肉眼看来土壤好像静止不动，事实上，其内部生命力十分旺盛。小小一汤勺的土壤就可能含有数十亿个有机物活体，为植物的生长和健康提供保障。其中的一些有机物可以将复杂的有机体分解为多个简单的有机体；另一些有机物则合成有效硝酸盐，剩余物质释放。硝酸盐在释放过程中，为植物提供源源不断的氮（一种营养素）。不过，氮的供应适量即可，过量会适得其反。另一方面，氮素化肥释放大量硝酸盐，使农作物容易遭受病虫害侵袭。

土壤中的一种菌类叫固氮菌，它能够将大气中的氮转化成植物的食物。有些植物生长素和助长素的作用相当于植物生长所需的维生素和荷尔蒙；腐殖质中的另外一些有机物可生成抗生素。

有机体的存在促进了土壤有机物的生成，这些利于植物成长的有机物在腐殖质中繁殖。然而，它们会因化肥中酸性成分过高而遭到破坏。例如，人们已经发现食肉真菌对马铃薯线虫具有很好的控制效果，但是只能在有机环境下起作用。发生在英国林肯郡的一件事就充分说明了土壤有机体的重要作用。林肯郡曾一度因其肥沃的土地和畜牧业而著称于世，但当马铃薯成为经济作物之后，这里的一切发生了改变。因为越来越多的草原改种马铃薯，可用的牲畜粪便越来越少，人们只好使用化学肥料。这就使土壤有机成分逐渐降低，而单一马铃薯种植一直延续，最终导致了该地区的农业灾难——马铃薯线虫事件。

这种马铃薯线虫的孢囊可以容纳高达 50~600 个线虫虫卵，这些虫卵长成幼虫后，就会破坏马铃薯的根茎。一般情况下，这种孢囊可以在土壤中休眠多年，不会对植物造成危害，只有和马铃薯根系分泌出的一种渗出液发生接触时，才能孵化出幼虫。而这种分泌物一旦稀释则会有极高的繁殖能力。

为了抗击林肯郡的马铃薯线虫，人们付出了许多努力。但是，马铃薯线虫孢囊的抗药性很强，只有杀伤力最强的化学药品才能奏效。然而，这些化学药品也足以能够把马铃薯秧杀死。最后，终于找到了问题的关键：必须保持土壤中的有机成分。堆肥包括牲畜粪便以及其他富含食肉真菌的天然肥料开始施入土壤。这一举措有助于建立真菌繁殖并激增的环境，使马铃薯线虫最终得到了控制。

有机体对于控制其他植物病虫害有至关重要的作用。如果在一些草地开垦之前，施加足量的农家肥，就会大大降低线虫的破坏性。有机物可以控制根部腐烂，可能就是因为富含腐殖质的土壤中所出现的细菌具有抗生作用。有实验表明，棉花与紫花苜蓿近植，可以防止棉花烂根，而就在附近没有种植苜蓿的棉花则受到根部腐烂的侵扰。应用腐殖质消除南瓜子中的根部腐烂真菌，也是同样道理。人工培养基培植研究发现，烂根真菌一接近细菌就死掉了。

生长在健康土壤中的植物比生长于贫瘠或成分比例失衡土壤中的植物更具有抗病能力，人们对这一发现未免会大惊小怪。还有一些人则会很难理解以下现象：为什么昆虫有时专门攻击弱小的植物，反而放着健康强壮、郁郁葱葱的美餐不去享用呢？以上两种情况有着直接的联系。当土壤处于营养平衡的良好状态时，通常病虫害的发生率低。实际上，土壤的抗病虫害的能力可以看成是土壤自身的免疫力。当土壤缺乏必要的营养或营养失衡时，植物病虫害的侵袭就会猖獗起来。这或许就是自然界铲除不受欢迎植物的天然方

法吧！

由此人们不难得出如下结论：这种关系很像人类的健康。当身体处于良好的平衡状态、免疫系统健全时，就能够成功抵御许多疾病，如普通感冒；而当身体疲惫、劳累、虚弱时，就很容易染病。那么，怎样才能让身体保持良好的平衡状态，具备较强的免疫能力呢？食用正常成熟于均衡营养土壤上的、益于身心健康的食品与此密不可分。因此，土壤健康与农作物的健康、土壤健康与农作物的消费者——人类的健康息息相关。土壤健康与人类健康的关系已经显而易见。还是密苏里大学的威廉·A·阿尔布莱赫特博士表达得最简洁明了：“食物由土壤捏合而成。”

第二章

土壤保护

可以说，最初的农田都是从森林、草原那里“掠夺”而来的。在早期的美国历史上，几乎所有定居者附近的森林和草原都种上了庄稼。随着人口西移，拓荒者们继续将原生大草原改为农用地。

但是，随着时间的推移，东部许多被开垦、耕种或放牧的土地，又纷纷向森林回归。例如，19 世纪佛蒙特州约 85% 的土地开垦成了农用地。可是一个世纪后，大约同样比例的土地又还原成了森林。

随着农民种植面积的扩展，越来越多不易开垦的土地也被利用起来，陡坡和土壤流失严重的土地也成了开垦的对象。结果是，土壤流失造成的沉积物给河流和水库带来了破坏，导致极具生态价值的湿地干涸，宝贵的野生动物栖息地遭到摧毁。农耕制度降低了土地对雨水的保持能力，致使洪涝灾害增多。

包括蒙大拿州、怀俄明州、科罗拉多州、新墨西哥州、落基山脉以东地区、南、北达科他州西部、内布拉斯加州、堪萨斯州、俄克拉何马州和得克萨斯州在内的大平原地区，是旱灾频发区，大面积农业歉收。沙尘暴和土壤风蚀是 20 世纪不良农耕导致的恶果。1931—1938 年，该地区遭遇了恶劣的“黑风暴”。1950—1957 年间，干旱再次袭击该地区，带来更多场沙尘暴。

1956 年，美国农业部（United States Department of Agriculture，

USDA) 出台了“大平原计划”(Program for the Great Plains), 提出了对风沙灾害区农业进行改善的纲要。纲要指出:“‘大平原计划’的目标就是使该地区农业更加稳定, 使该地区的人民拥有更加可靠的收入来源, 逐步满足该地区人民生活的需求。为实现这一目标, 就必须加大优质土壤管理的宣传和普及力度, 加强水利管理措施, 调整农场规模和类型, 以便使该地区的农牧民有效应对气候灾害。”

作为第一项必要措施, 美国农业部建议通过对严重风化区域内各农场的土壤进行调查, 编制土壤能力目录, 这些信息有助于土地使用方式的调整。土壤养护措施需要方方面面的共同努力, 包括农场主、牧场主、乡镇组织、地方政府、州政府以及联邦政府等各种机构的合作, 需要推行各种养护制度, 需要对运行单位的规模做出必要的调整和改善。这一计划可以使相关单位不再对有可能遭受风沙破坏的地块进行新的开垦, 有助于已遭风蚀破坏的土地恢复活力, 还可以防止重回耕地或牧地的土壤再度遭到破坏, 使目前安全的农田在将来免遭风沙侵袭, 从而促进各项土壤养护措施的执行。目前, 从某种程度上讲, 当初的这些共同努力已初见成效。

计划的第二步涉及公众获得和拥有土地的权利规定以及为控制土地使用而划定的级别。这些权利包括对经常遭受严重风化侵蚀的土地所有权利。计划地域内的农业用地可以划为农区, 农区的边缘可以有一条较宽的界线, 把以耕地为主的农区和以畜牧为主的牧区分开。农区主要包括一级地、二级地和三级地; 牧区主要包括四级地、五级地、六级地、七级地和八级地。前三级的土地适合耕作, 但是, 因其遭破坏的危险日趋加剧, 根据危险可能性大小又可以分为轻、中、重三个级别。四级地只是可以偶尔用于耕作; 五、六、七级地适于林区或放牧; 八级地适用于野生动物、分水岭或休闲娱乐区。四、五、六级地无论地块大小, 农作物的种植均受到一定限

制；为了更好地将一、二、三级地与草原区隔开，中间的隔离地段不得种植农作物。这一计划的实施旨在通过采取保护措施防止因土地使用不当而引起的土壤受损，让受损的土壤恢复健康。

美国农业部在土壤保护中的作用

从 1929 年开始，土壤保护就成为美国农业部重点研究的课题，为此建立了检测土壤保护方法的试验站。多年来，他们一直在不懈地努力着。

1935 年的《土壤保护法案》（Soil Conservation Act of 1935）设立了土壤保护服务局（Soil Conservation Service, SCS），为农民提供指导和帮助。在富兰克林·罗斯福总统和美国农业部的推动下，各州通过了建立保护区的立法。自 1937 年以来，农场主、牧主以及其他土地所有者已经创建了数千个保护区。土壤保护服务局的科学家为当地保护区培训保护工作人员。这种协作关系加上农场主自身的努力，形成了实现土壤保护目标的农场内部管理机制。

就在大家通力合作保护土壤的同时，农业方面的其他发展对土壤保护却没有起到好的作用。随着农业专业化进程的加快，在美国，许多农场主只选择种植几种农作物或只饲养牲畜。单一种植或养殖制度取代了传统的种植养殖混合型体制。传统的混合体制可以利用许多土壤保护的技术，如陡坡地带专门放牧或种草、轮作以及为延缓土壤退化而采取的密植作物与带状作物间作等。

美国农业部推行的商品价格资助计划也是导致土壤流失的一个原因。该计划鼓励了劣等土地的使用，对土壤保护起到了反面作用。20 世纪 30 年代，美国政府多次立法应对低粮价问题，如 1933 年的

《农业调整法案》(Agricultural Adjustment Act of 1933), 为农民建立了价格支持制度。政府的这一举措旨在给辛辛苦苦削山填谷赶种粮食的农民们提供一定补贴, 以便有助于维护农产品供应和价格的稳定。然而, 数十年之后, 该计划却招致了批评。批评者认为价格补贴计划促使了农民继续在易受侵蚀的土地上生产。他们还指出: 如果给农民财政资助, 就应该鼓励他们积极采取措施保护资源。

迫于当时农耕方式给环境带来的影响, 美国国会于 1977 年通过了《水土资源保护法案》(Soil and Water Resources Conservation Act of 1977, RCA)。依据该法案, 对全国的土壤、水及相关资源进行了可持续性评估, 所获得的数据由农业部用来研究制订长期的国家资源计划。

作为 1990 年农业议案的一部分, 《保护计划改进法案》(Conservation Program Improvement Act) 呼吁对相关计划进行修正以便保证农业部的计划与国家环境目标协调一致。1997 年又提出一项计划: 在所有其他目标中优先考虑“减少土壤流失”。土地休耕保护计划(Conservation Reserve Program, CRP)的目的就是通过与农民签约, 每年付给他们土地租赁费, 让高度侵蚀耕地休耕 10 年。在较早前的农耕法案中, 有一项关于“高度侵蚀耕地”的规定: 农场主必须在 1990 年之前制订出经由国家农业部和当地保护区批准的土地保护计划, 并设定实施和完成这一保护计划的期限。

该规定的另一部分就是劝阻农民不要在可能带来土壤侵蚀的土地上生产。如果在 1981—1985 年的 5 年间, 人们不在这些易侵蚀的土地上常年种植, 那么, 采取一定的保护措施之后, 这些土地就能够用于农作物生产了。该规定也对湿地居民提出了要求。官方将这一计划称做“湿地保护”, 其中就包括延缓湿地向耕地转化的速度。该规定通过之后再将湿地改为耕地的农场主无资格享受国家农