

什么是土壤？

土壤是如何定义的？

土壤是指地球表层供植物生长的自然体。土壤是由矿物质组成的。这些矿物质来自岩石和腐烂的有机物。土壤能够为真菌，细菌，以及其它生物建立一个生存环境，而这些生物又是植物生长的依存基础。

你田里的土壤有什么问题？

.....
.....
.....
.....
.....

农业耕作措施对土壤活力的影响

有利的：（是指这样的耕作措施可保持或增加土壤肥力）

- 施用有机肥
- 种植根系发达作物
- 秸秆还田
- 种植多年生作物以形成对土壤的永久覆盖

不利的；（是指这样的耕作措施会破坏土壤肥力）

- 过度深翻导致土壤干燥及对有机物的破坏
- 施用化肥使土壤酸化，并且化肥中的盐会杀死土壤中的细菌
- 过多种植消耗土壤肥力的作物（如土豆，玉米）会减少土壤中的有机物及微生物的生物量从而导致土壤自然肥力枯竭

安严重程度排列，你认为应当废弃的不利耕作措施（1为最严重）

- 1.....
.....
- 2.....
.....
- 3.....
.....
- 4.....
.....
- 5.....
.....

为什么土壤健康非常重要？

“健康的土壤是生产高质量食物的基础，因而也是食用这些食物的生物的健康的基础。”

土壤是怎样形成的？

土壤的形成是一个长时间和复杂的过程。一寸土壤的形成需要100到10000年的时间。土壤的形成主要依赖于气候，地形，生物和母质这几种因素。母质是形成土壤的原始物质。母质是从岩石风化和淤积而来。而淤积可通过河流，海湾，山丘，风雨，冰川或植物残余形成。随着时间的推移，在气候物理的（冰冻、融化、潮湿、干燥、冷热、腐蚀、动植物活动）和化学的（在水、氧、有机和无机酸、有机质间的化学反应）作用下，土壤母质分裂成越来越小的颗粒，最后形成了“土壤层”。土壤层的顶层，叫做A层，含有大量的有机物和生物活性可供植物生长。A层的下面是B层，B层沉积大量物质。再下面的C层主要是母质。土壤越年轻，土壤各层就越不成熟，顶层就越薄。

什么是黄壤？

黄土高原是两百多万年以前由风沙和冰川运动而形成的。黄土高原是世界上最大的黄土沉积原，相当于法国的大小。如此庞大的黄土高原覆盖整个山西和大部分陕西、宁夏、甘肃、河南。黄土高原土壤的平均深度是150米，在兰州附近其深度超过330米。由于黄土保水性能较好，因此，在干旱的气候条件下仍可以保持肥力。黄壤比沙含的营养物质多而且其颗粒也比沙细得多。由于黄壤散滑的特性，使其成为地球上最易因风、水而侵蚀的土壤。

土壤的物理性质

什么是土壤的物理性质及其对植物生长的影响

任何土壤都含有矿物质、有机质、水和空气。矿物质中的氮、磷、钾是植物生长所必须的养分。土壤中的有机质含有碳，这些碳是来自腐烂的动植物和土壤微生物。土壤的两种主要成分是矿物质和有机物。有机土壤主要是从有机物沉积而成的，含30%以上的有机质。其它的土壤叫做矿物土壤。

肥沃的农业土壤可以这样来检验：抓起一把土，轻轻一攥就形成一个团，再使劲一攥团就散开了。这种结构是由于土壤中有空气。土壤质地决定于含沙（大颗粒）、淤泥（中等颗粒）、粘土（小颗粒）及有机物的多少。这几种成分恰到好处的混合叫做壤土，壤土是植物生长的理想土壤。太细的土质，例如含有过多淤泥或粘土，土壤中没有空气，因而雨水很难渗入。含沙量很高的土壤不能保持水分，生长在这种土壤中的植物更容易发生干旱。矿物土壤可以用增加有机质水平来改良。有机质可以缓解沙性或粘性土壤的弊端。在气候较干燥的地区，如中国的中北部，土壤中的有机质对保持作物在干旱期的正常生长有重要作用。有机质的作用象海绵，在下雨时，它吸入水分，然后缓慢释放，为生长期的植物提供水分。土壤

中的蚯蚓可使土壤松软而有利于水的渗透及作物根系的穿透。有些土壤会自然形成一层密实的硬层，叫做硬磐，这样的土壤易于干旱，因为很多作物的根系不能穿过硬磐。

怎样描述土壤质地（即土质）？

土壤经常被描述为“重”或“轻”，分别指粘质土和沙质土。

用手指搓捻一小撮土：

- 完全散的是沙
- 有砂砾感的是沙壤土
- 成球且没有沙或粘滑感的是壤土
- 可以搓成条的是壤沙土
- 有光滑感的是粘壤土
- 紧紧粘在一起并可因搓模而发亮的是粘土

有机质和钙的多少可改变土壤的质感。垆土可使土壤有光滑或砂砾感，有机质可使土壤更胶黏。

实验活动：在当地农场检验土质

土壤的化学性质

什么是土壤的PH值？

PH值是用来测量土壤酸碱度的。他是指土壤根际中的氢离子的浓度。PH值的单位是从0到14，0为酸度最大，14为碱度最大。PH值为7.0意味着土壤呈中性。土壤PH值小于7.0为酸性，大于7.0为碱性。大多数生物喜欢PH值在6.5-7.5之间。由岩石风化而来的钙、镁、钾、钠及其它矿物质、风尘、灌溉或淋失可使土壤碱化。石灰石和草木灰含钙较多可用来提高土壤PH值。用含氮量高的肥料可增加土壤的

酸度。一般来说，停止使用酸性的氮肥就可使低PH值的土壤恢复正常。许多天然物质可降低土壤的PH值，纠正土壤碱化。这些物质包括锯末、烂树叶、刨花、及硫磺石。

实验活动：在当地农场测量土壤PH值

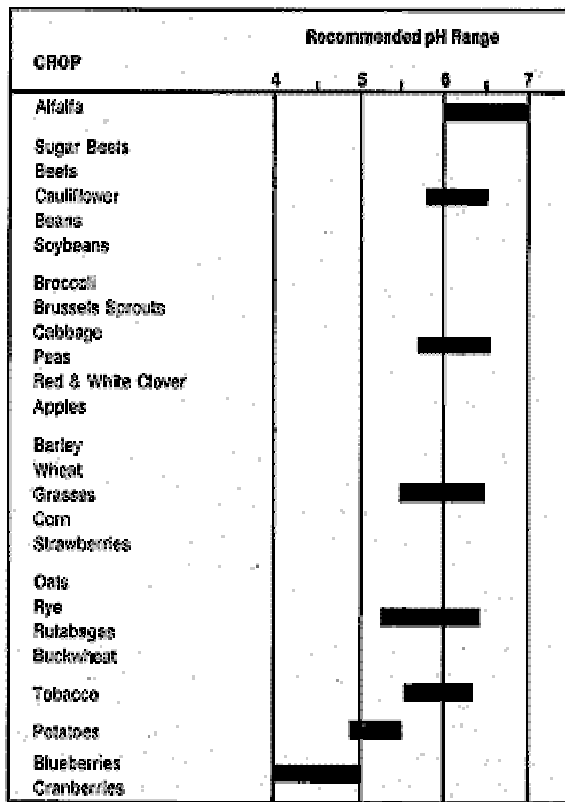
为什么低或高的PH值会对植物有不良的影响？

- PH值过高会使植物细胞膜过度关闭，PH值过低会使植物细胞膜过度开放。
- 接近中性的PH值可使土壤中的矿物质与养分适当交换。但是矿物质和养分在酸性土壤中比在中性或弱碱性土壤中要多（例如，磷（P）不存在于高PH值（碱性）土壤中）。
- 不正常的PH值可导致植物吸收过多的其它成分，如在过酸的土壤中（PH值4.0–5.0），植物可吸收过多的铝、铁、锰，而这是有毒的。
- 强酸土壤妨害有益微生物的生存，从而使有机质不能及时转化成土壤中的氮肥。

在你的农场上：

土豆在PH值5.0–7.0之间生长良好。土豆疮痂病易发生在高PH值的土壤中。因此土豆应当种植在较为酸性的土壤中。连续种植或频繁轮作土豆会提高疮痂病发生的机会。某些品种的土豆较易感染疮痂病。

如果连续种植或频繁轮作易感品种的土豆，土壤PH值应当保持在5.0到5.4。如果轮作间隔在三年以上或种植抗疮痂病品种的土豆，土壤PH值高达5.7也可满足生长需要。如果采用长间隔轮作并选用抗疮痂病品种，土壤PH值可保持高达6.0。



图示：不同作物的最合适的PH值（水）范围

表中第一行是：作物 建议的PH值范围

表中的作物依次为：苜蓿、糖甜菜、甜菜、菜花、豆角、黄豆、绿菜花、球芽甘蓝、圆白菜、豌豆、红或白三叶草、苹果、大麦、小麦、牧草、玉米、草莓、燕麦、黑麦、芜青甘蓝、荞麦、烟草、土豆、蓝莓、酸果蔓。

什么是土壤的盐度？

土壤盐化是可溶性盐，钠、镁、钙在土壤中的累积。这些盐可严重影响作物产量。土壤中高浓度的盐可以抑制植物生长，因为土壤中的水渗透压增强从而降低了植物从土壤中吸收水分的能力。

在干旱地区，土壤中的可溶盐可以自然累积。在有些情况中，由于缺乏降雨量，土壤得不到沥滤，盐就会在土壤中逐渐累积。灌溉水也可为土壤带来可溶性盐。如果采用喷灌，盐会聚集在湿土的边缘，当水蒸发后就会留下一个圈儿。施肥也会造成土壤可溶盐损害，因为施用水溶性化肥可产生可溶性盐。植物盐损伤的特征一般来说是缺绿或叶边干焦。有些植物会由于缺水而发生枯萎。盐化土壤也可减少种子的发芽率。盐化土壤具有中性到稍微偏碱性的PH值。

什么是植物生长所需的主要元素？

土壤中植物生长所需的三种最重要的营养是氮(N)、磷(P)、钾(K)。植物生长总共需要十六种元素，每种元素都在植物生长中起一种或多种作用，必须的，相对需要量大的主要元素（主要营养元素）包括：

- 碳、氢、氧，由空气和水提供
- 氮、磷、钾、钙、镁、硫，由土壤提供

必须的微量元素（微量营养物）也由土壤提供。

氮(N)

- 植物生长必不可少
- 蛋白质是植物生长所必需的
- 许多关键的植物功能所必需（光合作用、细胞分裂、植物生长）

充足的氮会使叶子呈深绿色，这是由于叶绿素浓度高的缘故。缺氮会使叶子变黄，老叶会先黄。缺氮的植物植株矮小，生长缓慢，分蘖减少。

磷 (P)

- 植物生长必不可少, 对植物早期生长至关重要。
- 促进早期植物根的形成和生长
- 改善许多水果、蔬菜、和谷物的质量

缺磷的第一症状是植株整体矮小, 植物幼叶子发紫或发红, 在低温下尤为明显。严重缺磷会导致叶子、果实或茎的区域性坏死。

钾 (K)

- 蛋白质合成及细胞分裂所必需
- 减少植物对水的需求
- 在果实形成中起重要作用
- 帮助植物越冬
- 增强植物抗倒伏能力

缺钾的植物, 特别是禾本科植物, 其症状是老叶边缘干焦, 其后叶子变褐色。不同的植物症状不同: 生长缓慢, 根系不发达, 茎干柔弱, 易倒伏, 果实小而干瘪。在禾本科和豆科植物混种的饲料田中, 缺钾会使豆科植物消失。

什么是土壤肥力?

土壤肥力是“在其它重要的生长因素良好的条件下, 土壤为植物生长提供营养(适量, 均衡)的能力。”最佳的作物生长需要肥沃的土壤。肥沃的土壤可使植物根系发达, 具有良好的透气性, 良好的蓄水功能, 能为植物提供充足均衡的营养。

什么是主要的营养来源?

氮： 人畜粪便、固氮植物（三叶草、苜蓿、豌豆等）、土壤微生物是生态农场中氮的主要来源。氮也可从化肥中来，雨水中含有少量的氮，闪电也能产生少量的氮。氮元素矿化是土壤中氮的主要来源。矿化是有机质的分解过程。氮元素矿化的速度主要依赖于温度和土壤湿度。早春温暖干燥的环境有利于有机物分解，释放大量的矿物氮。相反，寒冷、迟来的春天会减慢氮释放的速度，导致土壤中含氮量减少（假设有足够的分解的有机物）。翻耕土壤加速土壤升温，增加土壤透气性，从而加速矿化过程。

磷： 除了农家肥以外，磷的最普通的来源是磷酸盐岩，很多化肥都是用磷酸盐岩生产的。大多数生态农民更愿意通过有机物的自然分解或土壤的作用来获得不溶于水的磷肥。这种方法在生态农场中更为有效。在那里，土壤是“活的”，土壤微生物、蚯蚓、真菌、根部分泌的酸制造着植物所需的磷。

钾： “活性的”土壤会大大加强植物对钾的吸收。大多数生态农民注重于把大量，天然存在的钾转变成植物可利用的钾，尤其是在壤土和粘土中。深根的绿肥作物、土壤微生物、蚯蚓、以及根部分泌的酸可将土壤中的钾转变成植物可利用的钾。改善土壤结构，增加土壤有机质含量，可以增强土壤的阳离子交换能力，有利于根部发育，这样就可以增加植物对钾的吸收。因此，在农业生产中，应注意对钾肥需要量大的作物的管理。例如很多农民会给土豆施用农家肥因为土豆需要大量的钾。

施用农家肥是给作物提供营养和微量元素的极好方法，并且能避免缺肥的发生。

养分是怎样流失的？

- 通过侵蚀。开垦，放牧，和因缺少植被覆盖导致土壤裸露而失去保护。侵蚀在陡坡上最严重。土壤的最上层含有营养丰富的有机质，如氮、磷、钾，的主要储存处。
- 通过淋失。当水垂直渗入时，溶解在水中的营养物就会随水流入下层的土壤中。有些营养物，象氮(N)，很容易被淋失。有些营养物，象磷(P)，很难被淋失。因为水很易渗入粗质(沙)土壤中，因此，在沙壤中的淋失要比在粘土壤中严重。
- 通过气失。在田里烧掉作物残留(秸秆，根等。即火耕)是导致这种流失的最糟糕的耕作方法。在燃烧过程中，大量的氮和硫流失到大气中。另外，当土壤潮湿缺氧时，许多化合物就会转变成气体而流失。
- 通过收走秸秆。秸秆未还田也是导致流失的一种方式。

养分是怎样在土壤中移动的？

氮：

来源于有机质的氮 == NH_4 (氨) == NO_2 (亚硝酸盐) == NO_3 (硝酸盐) == 然后回到植物体中(变会有机质)。

当氮以硝酸盐的形式存在于土壤中时最容易淋失。有机氮形式的氮固着在土壤颗粒中不易淋失。作物可利用的

氮决定于有机质分解的条件。尿素化肥施入土壤后，先变为氨，然后再变为硝酸盐。粘壤土和多孔的黄壤土有机质含量少，很难保持氮肥，其氮肥最易淋失到地下水或水层中。

磷：

磷是非常牢固地固着在土壤中的，可以说磷是不会移动的除非随着土壤一起移走。不幸的是，大量的磷可以因侵蚀而流失，因为磷主要集中在土壤表面。

钾：

钾也是固着在土壤中的，但不如磷牢固。在某些非常粗质的沙土壤中，有机质少，钾可能会淋失。

微量元素：

在肥沃土壤中，确保植物营养从有机质中释放，土壤微生物类群起着非常重要的作用。“营养循环”保证当植物死亡后，机体中所有的营养都回到土壤中去。细菌和真菌分解植物组织，释放营养，而这些营养再被植物吸收，这就是一个循环。应当注重促进有益营养循环过程的耕作方法。

什么是土壤的阳离子交换率(CEC)？

阳离子交换率是土壤蓄储植物营养元素能力的度量。土壤中植物可利用的营养元素，带有很少量的电荷。有些，象钙和钾，带正电，有些，象氮和磷，带负电。

土壤中粘土颗粒大小的颗粒和腐植质带负电。带负电的土壤颗粒吸引带正电的元素——就象磁铁吸引铁屑一样。在沙性土壤中，土壤颗粒的吸引力较弱，养分很容易被水淋失掉。

土壤中粘土颗粒所带的负电比有机质所带的正电要强，所以，当养分元素被土壤中的粘土颗粒吸住后，就不容易被植物吸收。土壤中的有机质越多，能提供给植物的营养就越多，而且阳离子交换率也就越大。事实上，有机质可以蓄储五倍以上植物所需的养分元素。虽然我们不能改变土壤中的粘土含量，但我们可以很容易地增加土壤中的有机质以提高土壤的阳离子交换率。

土壤的有机成分

什么是有机质及有机质为何重要

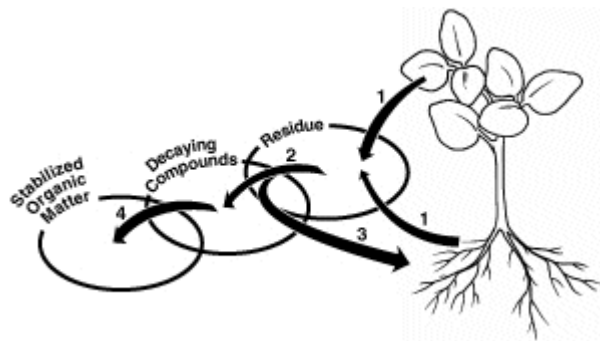
有机质是动植物和其它生物死亡后的残留。在有机质含量高的土壤条件下：作物可以茁壮生长；即使在干旱季节，作物根系也能很好地发育；易于耕作；土壤可抗侵蚀，抗板结。然而有些农民忽视这一重要原则，过度翻耕，不按期施入有机肥。

土壤有机质和生活在土壤中的生物对土壤的生物过程至关重要。有机质增加作物产量，减少生产费用。高达15%的土壤有机质是新鲜的有机物和活的生物体。另外三分之一到二分之一是部分地、缓慢地分解的有机物，其分解

过程可持续数十年。这些分解中的有机物是土壤有机质的活性部分。

活性有机质和消费这些有机质的微生物是土壤营养循环的核心。很多植物可利用的养分都固着在有机质中，只有当土壤微生物分解了这些有机物，释放出其中的养分，才能被植物吸收。有机质对提供氮、磷、硫、及铁等营养元素尤为重要。含有3%有机质的土壤，每公顷含有3,300公斤的氮(225公斤/亩)，根据分解的速度，一年可为植物提供10到50公斤。

土壤有机质的变化形式



图中文字从左到右依次为：稳定的有机质，分解着的化合物，植物残留。

1. **添加。**根和叶脱落之后，变为土壤有机质的一部分。
2. **转变。**土壤生物不断地分解植物残留和其它有机质，代谢出粪便及细胞组织。
3. **微生物供养植物。**有些土壤生物代谢出的废物是植物可吸收的养分。土壤生物也释放其它影响植物生长的成分。
4. **有机质的稳定作用。**最终，土壤有机成分会稳定下来，不在变化。这时的有机成分叫做“腐植质”，腐植质是有机质被微生物分解的最终存在形式。

有机质能做什么？

营养循环

- 增加土壤保持养分的能力(CEC)。
- 是植物的营养源。
- 保持营养，避免营养流失。
- 是土壤生物，从细菌到蚯蚓的食物。这些生物储存营养，并把这些营养转变成植物可吸收的形式。

水的运动

- 增强水的渗透
 - 减少蒸发
 - 增强蓄水能力，特别是在沙性土壤中。
- 稳定的有机质象海绵，可以吸入六倍于其本身重量的水。在干旱的年景，有机质储蓄的水可决定庄稼收成的好坏。

土壤结构

- 减少龟裂，特别是在细质的土壤中。
- 促进根的发育。
- 增强土壤聚合，防止侵蚀。
- 防止板结。

土壤有机质的其它影响

- 深色裸露的土壤比浅色土壤升温快，但沉重的植物残留在春天时升温慢而且干燥。
- 因为土壤生物要利用有机质，很多有机质的影响与土壤生物的活动有关。

— 植物残留和其它有机物可能会带来病虫害，也可能带来害虫的天敌或其它有益的生物。

土壤有机质水平是由什么决定的？

土壤中有有机质的量的变化可以通过：

- 添加有机质（根、地表残留、粪肥等）。
- 有机质由于分解而损失。

五种因素影响有机质的增减。

管理因素。增加作物产量的耕作方法，可以增加土壤中的根和植物残留。另一方面，过度翻耕会由于加快分解的速度而加大有机质的损失。虽然翻耕主要损伤未成熟的有机质，成熟的有机成分也会因暴露而遭破坏。除了改变土壤有机质的量，翻耕影响土壤有机质的深度。

土质因素。有两个原因可使细质土壤比沙质土壤储存更多的有机质。第一，细质颗粒能形成可以固着有机成分的电化学键。第二，在通风好的沙质土壤中，分解过程过快。沙壤土很少有能储存2%以上有机质的。

气候因素。高温加快有机质的分解。在高降雨量地区或大量灌溉的情况下，有更多的植物生长，因而有更多的根或残留添入土壤。

地形位置因素。低洼、排水不畅的区域，由于土壤中缺氧不利于有机物分解，因此含有较大量的有机质。洼地也可以积累从坡顶或陡坡上侵蚀下来的有机质。

植被因素。在草原上，每年添入土壤中的有机质，大部分来自死了的草根，这些草根深深地扎入土壤中。在森林中，每年添入土壤中的有机质，来自落在土壤表面的树叶。因此，曾经是草原的农田，比曾经是森林的农田，在深层土壤中含有更多的有机质。

土壤有机质水平是怎样改变的？

要想在耕作土壤层中蓄积有机质，添入的有机质必须比因分解过程和侵蚀损失的有机质多。比如一个人想长胖，增加有机质就象改变他吸收能量与消耗能量的比例。

土壤也可以被想象成一个炉子。你不断地加进有机质就象给炉子加进木柴，有机质消耗释放出植物和微生物可利用的营养就象木柴燃烧释放出能量。理想的土壤生态环境，你希望有机质缓慢、持续地消耗以释放植物所需的营养。

过度翻耕使土壤暴露在空气中就象给火煽风。分解作用是需要的，因为，分解作用可以释放出营养，从而满足土壤生物的需要。但如果分解过程比添加有机质的速度快，土壤有机质水平就会降低。不过度翻耕象给土壤增加有机质一样重要。

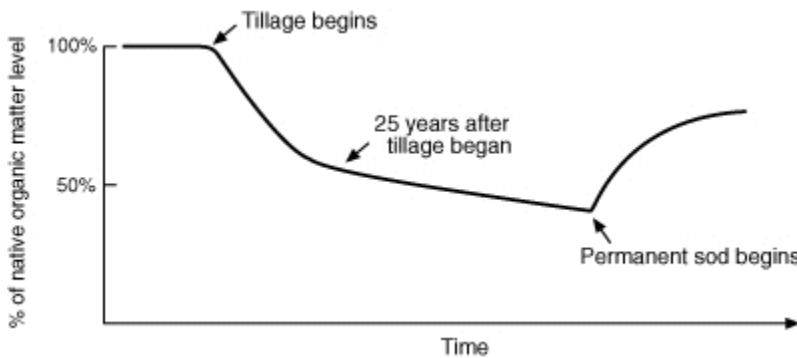
蓄积有机质需要多长时间？

蓄积有机质是一个缓慢的过程。首先，生物残留和活性有机质会不断增加。慢慢地，土壤中的生物种类就会改变，稳定的有机质含量就会增加。任何一种耕作方式的改变，都要经过十年或更长的时间才能显著增加总体有机质水

平。幸运的是，这种改变的益处远在有机质水平增加之前就会显示出来。

为什么有机质水平的提高需要如此长的时间？一英亩面积土地，六英寸土深约重1000吨，所以增加百分之二到百分之三的有机质比例，就相当于10吨的改变。然而，你不能简单地撒上10吨粪肥或动植物残留就期望有机质增长百分之一。只有百分之十到百分之二十的原始有机物转变成土壤有机质。其它的大部分经过数年的时间都转变成了二氧化碳。

耕作造成土壤有机质流失及再获得的图解。



图中，纵轴为：%原始有机质水平，横轴为：时间

图中文字按时间顺序依次为：耕作开始，耕作后25年，永久性耕地形成

土壤中大部分有机质的流失发生在土地耕作后的头十年或头二十年。虽然原始的有机质水平在农业耕作下不大可能保持，但是许多农民能够通过减少翻耕和增加有机肥的施入来增加土壤中的活性有机质。

我能为我的农场作什么？

考虑到有机质对土壤的广泛影响，毫不奇怪，为了改良土壤，改进的有机质管理方法是最为有意义的。

想一想你农田土壤的具体问题。那些是与有机质水平低有关？龟裂、易旱、甚至某些虫害都有可能通过种植覆盖作物、减耕、或增加施用粪肥及植物残留来有效地治理。

我怎样积累有机质？

第一步) 添加有机物。

第二步) 减少有机质损失。

第一步) 添加有机物。

种植有机质含量高的作物。计划一个残留量高的轮作，包括：

- 能在土壤中留下很多根的草本作物（小谷物或饲料），
- 能留下很多表面残留的作物（如玉米），
- 能有以上两种效能的覆盖作物。

施用牲畜粪肥。牲畜粪肥是蓄积有机质的极好方法。

寻找农场以外的有机质源，例如食品加工的下脚料，或邻居的牲畜粪肥。

第二步) 减少有机质损失。

减耕。如果过度翻耕土壤（例如每年用一次深板犁（moldboard plow）），即使是仅仅保持土壤的有机质水平都是困难的。减耕意味着保留更多的植物残留，减耕就是说比常耕耕得少、耕得轻。免耕是减耕的极端，但对一些农民不实际。当你减耕后，粪便和豆类中的营养成分将用来供给和提高土壤有机质水平，并不是供给作物。

控制土壤侵蚀。从你田地表面侵蚀的土壤是含高有机质的土壤。如果表层土壤有机质贫瘠，侵蚀的危害就特别严重。

有机质的来源有那些？

- 作物残留。根和地上部分的植物残留是大多数农场中最主要的有机质来源。选种具有高生物量的作物品种有益于增加农田中的有机质含量，从而保持土壤肥力。在第一年中，只有有机质中的部分营养提供给植物。有机物必须经过微生物分解才能转变成植物可吸收的营养。这个过程在干燥的地方比在温暖潮湿的地方要慢。如果土壤含有较多的土壤微生物，混入土壤中的作物残留就能更快地被分解。
- 牲畜粪肥。施用牲畜粪肥是增加有机质和提供营养的最好方法。大粪也含有丰富的植物营养，但必须沤过后才能施用，否则可能会带来病害。在中国农村，由于普遍用大粪作为肥料，因而带来很多病害。大粪应当尽可能地卫生应用。
- 绿肥。在生长季节短的地区很难找到应用覆盖作物的方法。然而，在北部地区，有些覆盖作物，象黑苜蓿和甜三叶草，已被很成功地应用到旱地上。
- 不要忘记根。地表残留只是植物对土壤有机质贡献的一半儿。根是贡献的另一半儿。作为一年生作物，粟具有非常好的根系。在草原上，一半儿的植物产量是在地下。

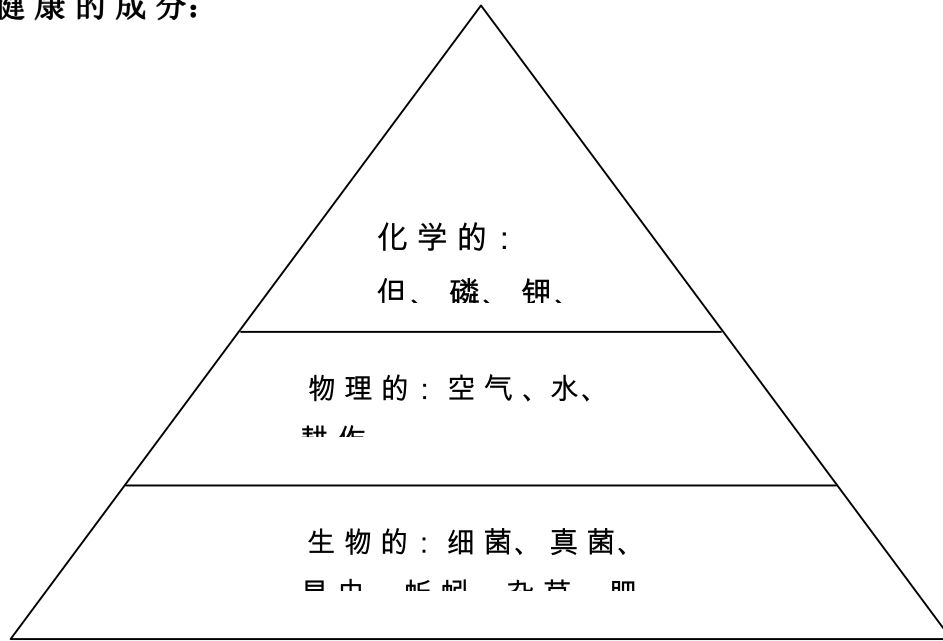
土壤的生物特性

为什么生物活性土壤对土壤肥力起重要作用？

土壤并不仅仅是矿物质的混合物。它有生物活性，有生命力。土壤中生物的活动帮助土壤保持湿度、形成土粒、改变PH值。土壤的生

物部分包括细菌、根瘤菌、真菌、藻类、植物根系、蚯蚓、节肢动物、线虫、蛆蛴螬，甲壳虫、和其它的小动物。土壤肥力依赖于土壤生物对营养的循环。土壤生物将作物残留分解，获得营养，然后再为作物生长提供营养。有些有特殊功能的土壤生物能在作物根部周围进行激烈的生物活动，这些生物吃掉作物根分泌出的有机物质，使土壤和腐植质中的营养释放出来提供给作物。增强土壤的透气性有利于有益细菌的生长。这些细菌对提高土壤中营养的效益是很重要的。需氧菌生活在土壤中有充足氧气的地方。没有多大益处的细菌，或称厌氧菌生活在氧气不足的地方，通常是在潮湿而又板结的土壤中。这样的土壤条件往往导致作物发病率高而造成作物低产。土壤生物需要温度、空气和水分来生长并把有机质消化转变成可溶性矿物质和二氧化碳（CO₂）。这样就会为作物创造一个均衡、无胁迫的生长环境，使作物健康、强壮。通过给土壤生物创最适宜的生存条件，也就是说接近中性的PH质，适当的湿度、温度和氧气，可以矿化速度，为最耗肥的作物提供所需的肥料。科学家还发现，进行生态管理的土壤比施用化肥农药的土壤有量更大、种类更多的土壤生物。

土壤健康的成分：



人类健康
动物健康
植物健康



土壤生命

耕作

轮作

覆盖作物

沤肥

什么生活在土壤中？

蚯蚓

一公顷的土壤可包含3吨根，3吨真菌，9吨蚯蚓！

蚯蚓每天吃掉1—2倍于其体重的食物。

蚯蚓的排泄物与吃进的食物相比含有5倍可利用的氮，3倍的镁，7倍的磷，11倍的钾。

蚯蚓通过摄食、排泄、蠕动能够显著地影响土壤的特性。蚯蚓在土壤中蠕动产生的孔有助于水和空气流动，及根系发育。蚯蚓在营养丰富的土壤中排泄多，这是因为有机物质通过蚯蚓肠道后大部分获得了分解。蚯蚓还可以改良土壤结构和耕作深度。蚯蚓的排泄物是有机物质和矿物质的均匀混合体，初干后，相当稳定。蚯蚓在蠕动时分泌的液体能有助于土壤颗粒的粘聚。由蚯蚓带来的透气性的增加，及作物残留和土壤的混合是蚯蚓改良土壤结构的另一方面。由蚯蚓混合土壤中的有机物和矿物可能是蚯蚓在减耕系统中的一个重要贡献。实际上，蚯蚓可以部分地取代机械耕作。在自然生态系统中，就是由生物将前一年的枯枝落叶翻入土壤，从而实现营养释放。由此看来，我们应当通过管理好土壤来促进土壤生物及其活性。

细菌：

土壤类型	每克土壤细菌数（百万）	每克土壤种数（个）
沙漠土	1	100
草原土	600	15—40, 000
森林土	100, 000	1, 000, 000

真菌：

如果你把一汤匙土壤中的真菌一个一个地头尾相连地连起来，其长度有好几英里，在这一汤匙土中大约有5000种真菌。缺少空气会增加真菌病害和招致杂草及病害问题。

线虫：

吃植物的线虫由堆肥来控制。吃根的线虫在健康土壤中是很可怕的。

为有一个健康的土壤，应当避免什么？

避免施用化学合成物： 过度施用化肥会杀死有益的生物。

农药会杀死有益的生物。

避免施用新鲜粪便： 任何粪便都携带致病生物。

控制堆肥温度在130华氏度（57摄氏度）、维持3天，

即可杀死这些致病生物。

减耕： 深犁翻（moldboard plows）和过度翻耕都能破坏土壤结构。

为确保良好的生态土壤管理，有那些重要的事要做？

有机土壤管理的基本前提是所有的植物营养要存在于土壤中。关键的是要通过维持一种具有生物活性的土壤环境来使这些植物营养变为植物可吸收的养分。“喂土壤，而非植物”。

为保持稳态有机农业系统中的土壤肥力和土壤结构：

。真正把土壤看作为一个复杂的生命系统，系统内的土壤微生物在分解有机质、释放土壤可溶性矿物质和二氧化碳中发挥重要作用。

。识别哪些农业措施对土壤生命有害、哪些有益。

。认识到土壤生命是我们管理好土壤的核心。