

The background of the entire page is a grayscale micrograph showing a dense field of small, circular, and somewhat irregular structures, likely representing microorganisms or cells. The structures vary in size and brightness, creating a complex, textured pattern.

第一章

显微镜下的生命世界，
一个显微

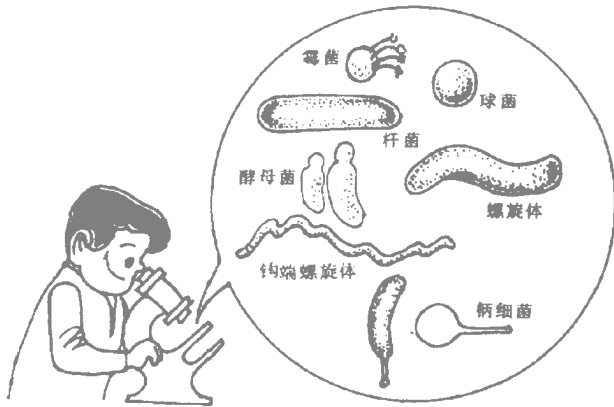
微生物，顾名思义，是因为它们微小。一般来说，人类的肉眼只能看到直径为 0.1 毫米（1 毫米 = 1000 微米）以上的物体，所以，我们可以把直径在 0.1 毫米以下、只有用显微镜才能观察到的生物叫做微生物。

自有人类以来，人类就和微生物打交道。例如，细菌和病毒引起人类和牲畜的各种疾病；多种微生物千百年来被人类用来酿酒，制酸奶和沤制有机肥料，等等。不过，人类在借助显微镜看到微生物以前，还不知道它们的存在。从列文虎克发现微生物起至今，还不过 300 多年，所以，今天我们知道的微生物可能还只是地球上微生物的一小部分，有人估计最多不过 10%。但是，即使是这么一小部分，我们也不能不为微生物世界的丰富多彩感到惊讶。

我们今天知道的最小微生物是病毒，最小的一类病毒叫细小病毒，它的直径只有 20 纳米（1 微米 = 1000 纳米），而最小的细菌的直径大约是 1 微米。为了让大家对它们的大小有个具体的印象，我们可以这样打个比喻：如果把细小病毒放大到一粒芝麻那么大，那细菌就有装可口可乐的玻璃瓶大小。按这个比例放大，一个高 1.7 米高的人躺下来就成了一个长达 250 公里的小岛了；如果把细菌放大到芝麻大小，芝麻便有大型公共汽车那么大了；更大些

的就是酵母菌，它的细胞直径大约是普通细菌的 10 倍，如果和细菌的大小相比较，您能设想用两件物品来比较它们吗？

微生物的形态千奇百怪 在细菌中 有球形的 叫球菌，有的还是两个、四个或八个叠在一起的 有杆状的 叫杆菌；还有螺旋形的 叫螺旋菌 细长的 叫丝菌 有的细菌细胞还长着鞭毛或长长的柄 还有的细菌成多边形。至于病毒 也有球状的和杆状的，球状的病毒常常是有规则地排列成一个多面球体。



地球上的微生物 除了正在喷发熊熊火焰的火山口附近外 几乎可以说无所不在。高到离地球表面 8 万米的高空 深达 1 万米的海底都发现过微生物。在动植物的体表和体内 土壤、河流、空气、高山、冰川、地壳表层、盐湖、沙漠都有微生物的踪迹。所以说我们平常认为是不毛之地的那

些地方 并不是没有生命 而是有多种微生物生活着。这些微生物具有一般高等生物不具备的生活能力，它们可以生活在非常严酷环境中。例如 有的细菌只能生活在 $90^{\circ}\text{C} \sim 110$ 的环境中 低于 90 便不能生活 我们把这些细菌称为嗜热菌 有的能长在结晶的盐上 没有足够高的食盐浓度就不能生长 我们称它们称为嗜盐菌 能在万米以下海底生活的细菌 当然要经受很大的压力 所以叫做嗜压菌。所有这些能生活在严酷环境中的微生物，通常被称作极端环境下的微生物。

微生物中除了病毒、细菌、酵母菌之外 还有放线菌、原生动物、立克次体、支原体、霉菌等。我们将在本书中逐步向大家介绍它们。

虽然我们用肉眼看不到单个的微生物细胞，但是当微生物大量繁殖在某种材料上形成一个大集团时，或是用人工的办法把微生物培养在某些基质上，我们就能看到它们了。我们把这一团有着数量高达几百万细胞的集合体称为菌落。例如腐败的馒头上长的毛、烂水果上的斑点 就是许多微生物形成的菌落。

人类知道微生物的存在还不过 300 多年的时间。在这漫长的时间里，人类是怎样不断认识这类微小生命的呢？只要你们耐心地读完本书的故事 你们就会知道了。

一、小布商成了英国皇家学会的会员

1673 年，那正是中国的康熙大帝除掉鳌拜，着手平定“三藩之乱”的时候。远在临近欧亚大陆最西边的英伦三岛有个被叫做皇家学会的科学院在那时，它可是世界上的最高学府。从这年开始，皇家学会接连几年不断地收到一个名不见经传的荷兰人寄来的信件，这些信件有时简直就是一本书信中画了许多希奇古怪的图形，记录了许多“小动物”的形态。写信的人声称他用自己制作的显微镜发现了自然界的奥秘。皇家学会起初没有把这些信件当一回事，可是当一位英国人按来信的说明也观察到同样的小生命后又收到那位荷兰人寄来他自己制作的 26 架小显微镜，皇家学会的人用这些小玩意儿确实看到了“小动物”这才意识到这项发现的重大意义：因为在显微镜下，一个过去从来没有人知道的生命世界被这位荷兰人揭示出来了。这个世界就是微生物世界。因为他首先发现了微生物，1680 年他被选为英国皇家学会的会员，这相当于今天的科学院院士。

这个荷兰人名叫列文虎克他出生在荷兰东部一个名叫德尔福特的小城市，16 岁便在一家布店里当学徒，后

纺织品的质量，列文虎克从小就迷上了用玻璃磨放大镜。正好他得到一个兼做德尔福特市政府管理员的差事，这是一个很清闲的工作，所以他有很多时间用来磨放大镜，后来他磨出的放大镜的放大倍数越来越高了。因为放大倍数越高，透镜就越小。为了用起来方便，他用两个金属片夹住透镜，再在透镜前面安上一根带尖的金属棒，把要观察的东西放在棒尖上，并且用一个螺旋钮调节焦距，制成了一架显微镜。随后的岁月中，列文虎克先后制作了 400 多架显微镜，最高的放大倍数达到 200 ~ 300 倍。用这些显微镜，列文虎克观察过雨水、污水、血液、辣椒水、腐败了的物质、酒、黄油、头发、肌肉和牙垢等许多物质。从列文虎克写给英国皇家学会的 200 多封附有图画的信里，人们可以断定他是全世界第一个观察到球形、杆状和螺旋形的细菌和原生动物的，他还是第一次描绘了细菌的运动的人。

列文虎克活到 91 岁。直到逝世，他除了用自己制作的显微镜观察和描绘观察结果外，别无爱好。虽然他活着的时候就看到人们承认了他的发现，但却在 100 多年之后，当人们在用效率更高的显微镜重新观察列文虎克描述的形形色色的“小动物”，并知道它们会引起人类严重疾病和产生许多有用物质时才真正认识到列文虎克对人类认识世界所作出的伟大贡献。到了今天我们进一步认识到在整个地球上，微生物是生命世界里一刻也不可缺少的一个重要人家族。至于为什么你继续往下读这本书就会知



了。

● 沙漠中的绿洲

为了回答上面的问题，先讲一个几十年前的故事：

在新西兰有个牧场，牛羊成群，非常兴旺。牧民在这里播种大片的三叶草，为牲畜准备大批的食粮。不知怎的，这年头牧草长得又矮又黄，甚至成批枯萎、死亡。明明是万物生长的季节，这里却象遭过冬天的风霜。但是，就在这一大片死气沉沉的草地上，却有一片牧草长得生气勃勃，非常茂盛，远远看去，就象沙漠里的“绿洲”。

奇怪！同样的草地，为什么这一小块长得格外来劲？人们细心观察研究，才发现了其中的秘密：在牧场的旁

边，有一座铜矿，工人们为了方便，常常从这儿抄小路进出银矿。他们的鞋子上，沾有铝矿粉，于是，凡是工人们踩过的地方，就长出了绿油油的牧草。

一点点铝矿粉，对牧草竟有这么神奇的功能，它揭开了沙漠绿洲的“秘密”。

人们还发现油菜上面有种“华而不实”病。春风送暖，菜花金黄，如果你下田细看的话，有时会发现有些丘块的油菜，叶子变得细小、暗绿或者蓝紫。扒开泥土，根皮褐色，根须肿大，内部形成空腔。菜花没精打采地开着，结出的荚于东倒西歪，或者干脆不结荚，光开花不结实。因此称为“华而不实”病。

浙江省农业科学院曾经做过试验，在常年发病的油菜地里，当油菜处在苗期和抽苔期，每 0.667 公顷地用上 2 两硼砂，兑水喷雾，结果菜荚累累；而没有喷硼砂水的，依然是旧病复发。4 两硼砂才值几角钱，竟发挥了这么大的效益！

苹果树上有时发生一种“小叶病”，树叶特别小，团团簇生，一改往日树叶清秀舒展的常态。有经验的果农，当拿准病情之后，在树干上，打进两块小锌片，就马上见效。过些时，你再去看：啊！新发的叶片正常了，光闪闪、绿油油。

这些，是怎么回事呢？得从植物的营养谈起：

17 世纪，比利时有位名叫梵·海尔蒙脱的人，原是个炼金术士，却对植物很感兴趣，后来，成为有名的植物学

家，为了弄清植物吃什么东西，他把一根柳条插在一只装满泥土的筐里，事先称了它们的质量。他经常只浇水，培育着这株柳树。5年过去了，柳条长成一株柳树，海尔蒙脱把柳树挖出来，去掉根际的泥土，称了一称，柳树体重增加了30倍，再称余下的泥土，与原来的重量几乎没有两样。于是海尔蒙脱作出结论：植物生长，只要有水就行了。这是因为当时科学不发达，很多事情知其然，不知所以然，因此他下了这样一个不完整的结论。这就是历史上有名的柳树试验。

从柳树试验开始，300年来，许多科学家致力于这方面的研究，逐渐弄清了植物需要吃些什么东西。

约在19世纪60年代，人们就充分证明了：碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁等元素，是植物生长所必需的，缺哪一种都不行。人们称它们为10大元素。

到了20世纪，经过进一步研究，又明确了铝、硼、锰、铜、锌等元素，虽然需要的数量很少，却是植物生长必不可少的，称为“微量元素”。

近年来的科学研究，又有了新的发展。实验证明，植物还需要铀、镭、钍、钷等元素，虽然，需要量更是微乎其微，但是，少了这微乎其微的元素，植物的生长就要出毛病。

事情明白了：牧草缺铂，“面色萎黄”；油菜缺硼，“华而不实”；苹果缺锌，小叶簇生。发病的原因是缺少微量元素，这好比人缺少维生素那样，当人体缺少微生 C

时，精神不振，消化不良，齿龈流血，会得坏血病。缺少维生素 A 时，一到傍晚就变成“瞎子”得夜盲症。

“秤砣虽小压千斤。”微量元素别看它少，在植物生命进程中，起着举足轻重的作用。

科学家们还发现，钼是黄嘌呤氧化酶和硝酸还原酶的重要组成部分，植物缺少了这两种酶，就不能正常地合成蛋白质。豆科类植物缺钼，叶面发黄、枯死；柑橘缺钼，叶片产生失绿斑点，或者全叶枯萎；花椰菜缺钼，叶片变成狭长的一条，有如竖起来的根，称为“牛尾病”。

硼，能促进植物生殖器官的生长发育，它与植物受精、结实有着密切关系。在花器里，就含有较多的硼素。硼还影响着输导系统的功能和根系的生长。若是缺少硼，洋麻、向日葵的“生长点”会衰亡，休想再节节上长。萝卜和甜菜缺硼，得“心腐病”，幼嫩的菜心便萎缩、溃腐，根部糜烂。而甘蓝缺钼，所结的甘蓝球心部发黑。锌的作用，是促进蛋白质的氧化和生长素的形成。如果缺锌的话，会引起许多果树得“小叶病”。

锰，有利于增进植物的氧化、还原机能，还能提高植物的抗寒、抗倒能力。缺锰，将引起植物生理失常，燕麦得“灰斑病”，小麦得“黄斑病”，马铃薯则沿叶脉产生暗褐色小斑点，仿佛愁容满面。

铜，是植物体内氧化酶的成份，关系着植物的呼吸。禾谷类植物缺铜时，叶类和穗子变白，或者只发蘖而不抽穗。



此外，还有其他的微量元素，它们对植物的生理，起着“八仙过海，各显神通”的作用。可见，微量元素对植物的生长影响很大，绝不能小看。

但是，不同种类的植物，对某种微量元素的需要量不一样。当缺少某种微量元素时，有的植物可能得病，而有

的则表现“迟钝”一些，不得缺素症。

微量元素是植物的维生素。那么，多供应些“维生素”给植物，岂不长得更好？其实不然。你可看见矿区附近的植物，它们常常是“愁眉苦脸”。原因是流水中含有过量的铜、锌、锰等元素，超过了植物的需要，造成植物中毒，结果适得其反。

● 官山坪的实验

话说湖南省祁阳县官山坪大队，地处丘陵区，这里大部分是“翻秋田”。早稻插种后，别处的禾苗纷纷发新根、长嫩叶，几天工夫，一派新绿；而官山坪的禾苗却越长越缩，不但不发新根，连老根也变成黑色，不长新叶，老叶变成麻褐色。当地人们给禾苗画了一张像：“身穿黄袍子，长着黑胡子，像把香棍子”。这样的禾苗，一直等到泥温稳定上升之后，才开始缓慢生长。长势不好，到后来结果不壮，产量低，病情严重的，在小苗阶段就成片枯死。

“羌笛何须怨杨柳，春风不度玉门关。”论下肥，官山坪不比人家少；论耕作，官山坪不比人家差，难道是天生“翻秋”没办法？

后来，中国农业科学院土壤肥料研究所的技术人员，在这个大队蹲点试验，找到了禾苗的病根——缺磷。具体分析起来，有的是土壤本身缺磷；有的是土壤中虽然含磷，但被土壤紧紧地捆住，固定不放；有的是土壤结构

差，田泥翻浆，禾苗扎根不稳。因此，禾苗“望磷莫及”，吸收不到磷素，翻秋成病。据此，他们采取的措施是：深开排水圳，降低地下水位；改冬泡为冬种，改良土壤；结合施用大量磷肥，用过磷酸钙施面肥、沾秧根、喂蔸。采用了这些办法，这一带翻秋田再不“翻秋”了，禾苗展新姿，产量节节上。

原来，植物生长过程中不可缺少“维生素”；大量元素——磷、钾、氮、铁、镁等，也是不可少的。

磷，广泛存在于植物细胞中，细胞核里有种重要的物质：蛋白质。核蛋白是由核酸和蛋白质构成，而核酸是靠磷素当家的。此外，磷是植物磷脂的主要成分，磷脂又是细胞原生质的重要成分，一荣俱荣，一败俱败，相辅相成，相依为命。磷在植物生活中的地位，可想而知了。植物缺磷，叶色赤褐，果小味淡，影响可大。

钾，主要影响着植物碳水化合物的形成。缺钾，植物茎秆细软，光合作用减弱，抗病力降低。

氮，在植物蛋白质内含量约为 16% - 18%。没有氮，不能形成蛋白质，而蛋白质是一切生命的物质基础。没有氮，还有什么生命呢？因此，缺氮的植物，总是叶小色黄，毫无生气。

铁是形成叶绿素的“催化剂”；镁是组成叶绿素的重要成分。植物缺铁、缺镁，会得缺绿症，这好比人、畜得缺铁性贫血那样。

缺钙的植物，未老先衰；缺硫的植物，影响植物蛋白

形成；缺硅的植物，表皮嫩弱。

各种各样的营养元素，在植物生活当中，各有职责，各尽所能，缺一不可；而且彼此不可代替，它们之间又是紧密配合，相互促进的。有人说，氮是长叶的，磷是长果的，钾是长茎秆的，这种机械分割的观点，是片面的，是不符合植物的各种营养元素互相影响、互为因果的实际的。

植物不比动物，不能行走，不能东奔西跑，到处寻食，因此更容易“饿”出病来。

大量元素，是植物生长所必需的“粮食”。这些营养元素是不是越多越好呢？否，养料过多又会“胀”出病来。你可以做一个简单的试验，将几菟禾苗栽在盆中，施用较多的氮肥如尿素、硫酸铵，结果会是从小到老一直是乌黑溜青，抽穗期很迟，穗子“昂首挺胸”，但尽是些空壳。这是因氮肥多了反而得了“青疯病”。

● 天时不利所引起的

高温、干旱、风沙、阴雨、霜冻，能给植物的生长，设下重重难关，也给它们带来灾难。

古代有首民谣：“赤日炎炎似火烧，野田禾稻半枯焦。农夫心内如汤煮，公子王孙把扇摇。”万物生长靠太阳，固然不错。看来久晴不雨烈日似火，并非一桩好事，植物将被干得叶黄枯萎，引起“中暑”。这是因为，强烈的阳

光，造成植物体内的水分大量丧失，人不敷出，以致枯萎、干死。

红亮亮、黄澄澄的苹果、柑桔，多么逗人喜爱。但是在干旱之年，有的苹果、柑桔，果皮龟裂，蒙上一层灰褐颜色，这现象在番茄、茄子、辣椒上也常有发生。有时，还能发现，果树树干向阳部分出现烫死的疤痕，也就是常说的“日烧病”。

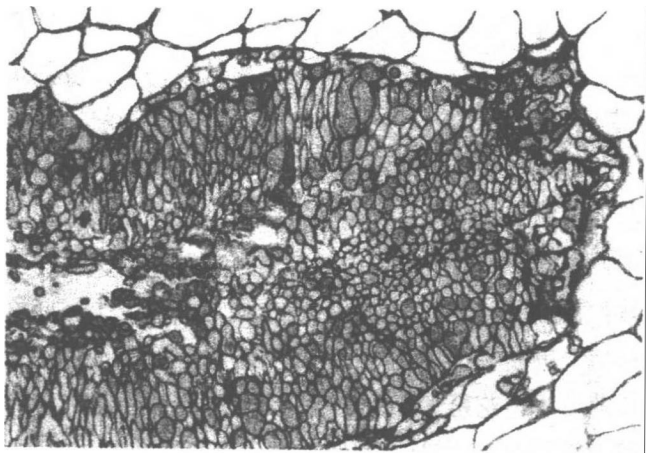
高温与火风是一对孪生兄弟。湖南的六月，稻花飘香，正在这个时候，若发“火南风”，就可能把丰收美景刮跑。因为它吹干了花粉，影响传粉结谷，怪不得群众称“火南风”为“收谷风”。

有些地方，风与沙常结伴而来，损坏植物。如果你到江苏无锡一带，果农会告诉你：哪年三四月间风卷黄沙日子多，哪年梨子要减产，因为梨树开花时节，雌蕊柱头上的沾液被风沙吹干了，加上柱头上附有大量尘土，好象筑上一堵“围墙”，花粉即使落在柱头上，隔墙好比隔座山，花粉萌发不出花粉管，不能授精，还是结不出果来。有条农谚说得明白：“霜打梨花收一半，沙打梨花不进家”。

什么东西都不能过头。水分太多，也能嫁害于植物。在雨水多的年岁，阴雨连绵，土壤水分过多，将土壤中的空气都排挤出去了，植物根系因窒息而腐烂。水稻本是要水的植物，但是长期地浸泡在深水中，也是要得病的。你可曾见过在烂泥田里，禾苗叶子上经常铺一层“铁锈”，严重时，叶子变红、枯死，根子变黑、腐烂发臭，这称为

“赤枯病”。原因是土壤通气不良 缺少氧气 影响根的正常呼吸。同时 有机物在缺氧的环境下分解 产生过量的有毒物质 也造成根中毒。

在长江流域棉花产区 棉农有句俗语：“七月里的雨，少落是油，多落是愁。”意思是，七月间适当地落些雨，防止旱情，有利于棉花生长发育 但雨水多了 棉花会疯长，田间荫蔽，蕾铃脱落。人们盼望“及时雨” 植物何尝不是如此？



家中来客，逢上时令，主人摆上苹果招待客人。不巧 有时主人摆上的苹果裂着大嘴 多不顺眼 这样的苹果吃起来也没味道，这叫苹果裂果病。苹果裂口的原因，是在较长时期的干旱后 突然下暴雨 苹果各部位的细胞分裂不正常 使得彼此失调 强拉硬扯 扯出了裂口 不再是圆溜溜的样子了。番茄、柑桔果实上 红薯、马铃薯

块极块茎上，偶尔也发生这种裂口，皆出于雨水不调的缘故。

寒冷，一般植物并不怕它，而有许多办法来对付。例如，生长在寒带的柳树，一改袅娜多姿的模样，变得贴地蔓延，以御凛冽风寒的袭击。有人考察过，在北冰洋岸边生长的寒带植物“毋忘我草”长成紧贴的地毯状，以保持茎叶下仅有的微热。植物还能从生理上产生抗寒能力，当低温来临时，体内蛋白质、淀粉水解成氨基酸、糖类，增加细胞液的浓度，增强抗寒本领。不少的树木，干脆来个“睡长觉”用冬眠法度过严寒。

怕就怕，植物还没来得及作御寒准备，或者刚恢复生长活力，突然受到寒潮的袭击而发病。例如，果树因冻伤不能正常开花结果；水稻因寒流低温而烂秧；红薯、蔬菜在贮藏中因冰冻而硬心、腐烂。瓜类植物当一次强寒流过后，气温降至 14 以下，往往瓜苗成批枯萎、死亡。

寒冷扼杀植物，以霜冻为烈。霜，实际上是细小的冰。水结冰时，体积要膨胀，霜打植物，细胞里的水分结成冰，弄不好，胀破了细胞，使得植物受冻乃至枯死，这好比水缸里的冰块，有时将缸胀破一样。

此外，还有许多因素能损害植物：雷电伤害植物、狂风和冰雹摧残植物、工厂排出的毒气——氯气、二氧化硫等熏坏植物、农药施用不当，毒杀植物。

一言以蔽之，上述病害现象的产生，或因“饮食不调”，或因天时不利，使其身体出了毛病，即植物医生所