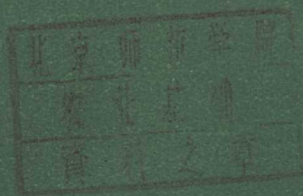


应用微生物知识



上海应用微生物展览会编

Q9311

内 容 提 要

本书是关于微生物知识的普及读物。是为了配合应用微生物展览会的展出，满足广大工农兵、革命干部、中小学校革命师生和上山下乡知识青年的迫切需要，根据国内外微生物的应用和发展情况编写成的。内容包括：微生物在生产上和自然界中的作用，什么叫微生物，怎样培养微生物和利用微生物，怎样选育和保藏微生物菌种，以及展望应用微生物的发展前景。

马克思语录

在科学上面是没有平坦的大路可走的，只有那在崎岖小路的攀登上不畏劳苦的人，有希望到达光辉的顶点。

列宁语录

要学会游泳，就必须下水。

谁怕用工夫，谁就无法找到真理。

毛主席语录

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争，阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

目 录

一、微生物世界·····	(1)
二、微生物在自然界的作用·····	(5)
三、什么是微生物·····	(10)
四、微生物的培养·····	(22)
(一)微生物的基本营养·····	(22)
(二)培养基制备·····	(24)
(三)微生物的生活条件·····	(26)
(四)微生物的新陈代谢·····	(27)
五、微生物的利用·····	(29)
(一)微生物菌体的利用·····	(29)
(二)微生物代谢产物的利用·····	(30)
(三)微生物用于生产酶制剂·····	(30)
六、微生物的选种、育种、保藏和复壮·····	(36)
(一)筛选菌种·····	(36)
(二)育种·····	(41)
(三)微生物的保藏和复壮·····	(42)
七、展 望·····	(45)

一、微生物世界

大家都知道，地球上有大量动物和植物。例如天上的飞鸟，地面的走兽。水里的鱼虾，还有树木、庄稼、花草。此外，还存在一类形体微小的有生命的东西，其中有很多是我们肉眼看不见的，通常要经过显微镜放大才能够看到，我们称为微生物。

日常生活上我们吃的酒、醋、酱菜、泡菜、腐乳……，这些食物都是经过一些微生物作用而制成的。

平时我们常遇到这样的情况：仪表、玻璃、皮革、衣服、鞋子以及其它一些东西，不知不觉就长出一些红红绿绿、黑的、白的绒毛状的东西，我们叫“发霉现象”。夏天饭菜常常会发酵、变馊，甚至发臭，等等。原来，这些现象都是由空气中的一些微生物引起的。“发霉”主要是霉菌生长的结果，食物变质往往是某些放线菌或者细菌繁殖的结果。不仅在离地面几百公尺的大气中有微生物，即使在两万公尺的高空，也有某些种类的微生物存在着。

自然界中，长在树林、草丛、断木上的五颜六色好象一朵朵小伞的东西，人们叫蘑菇、香蕈、木耳、毒蕈等等，它们也是微生物的一个类群。

土壤是微生物生活的大本营，有人作过分析，在一两肥沃的土壤里，微生物的数量比全世界人口的总数还要多。从平原到高山，从农村到城市，几乎处处可找到微生物的活动。在繁忙的马路上的柏油层也能发现一些微生物在悄悄地搞破坏活动，在那高大的建筑物里，微生物照样能生活在那坚硬的水泥

层里。就是离地面几千公尺的深处，例如石油钻井里也能找到某些种类的微生物。

江河湖海也是微生物生活的重要场所。城市的阴沟下水道，工厂的废水即使是有毒的，也有微生物能在其中生活。在海洋深处数千公尺的地方也能分离到微生物。至于那发红发绿的湖泊、水潭，往往就是大量的藻类等微生物生活的反映。

在人体内外、动物体内外，也有许多微生物存在。从显微镜里，我们可以看到，人的皮肤、毛发、指甲缝里、口腔、鼻、耳，甚至人的肠道都有不少微生物。不过，在正常情况下对人没什么影响。有些微生物在人体内生存还是有益于人的，例如某些肠道细菌就起了一定的消化食物的作用，也制造某些维生素满足人体的需要。有时候，肠道细菌减少了，人反而要生疾病。动物体内也有类似情况，象牛的肠胃里就有一类微生物存在，而且有很强的分解纤维素的能力，起着帮助牛羊这类动物消化草料的作用。

人类在长期与自然作斗争的过程，接触到微生物，逐步认识和应用了微生物。四千年前，我国劳动人民就掌握了酿酒技术，在一千三百前刊印的《齐民要术》一书中也记载了一些应用微生物方面的知识。长期以来，我国劳动人民关于食品的盐腌、糖渍、烟熏、风干等方法的运用，实际上是防止食物因微生物生长而变质腐烂的好办法。因此，过去一些资产阶级的“专家”、“权威”一提起微生物，总把十九世纪法国微生物学家巴斯德捧为“祖师爷”，把微生物的应用说成从巴斯德开始，这明明是对历史的歪曲。事实是劳动人民创造历史，而不是什么英雄、“专家”创造历史。

随着社会的发展，生产实践的发展，人们对微生物的认识不断深化，微生物的应用也有很大进步。目前不仅是食品工业，

微生物在其它工业部门：化工、制药、皮革、纺织、地质、冶金……，在农业上也越来越多地应用了微生物，微生物与人类的健康也是有直接的关系。

自然界中还有一类微生物能引起病害，包括人的疾病，动物和植物的病害。在人类的历史上曾经造成一些严重的灾害，例如鼠疫、霍乱、白喉等。造成历史上瘟疫流行的原因，一方面是由于封建社会和资本主义社会的统治阶级根本不关心广大劳动人民的健康，卫生条件差，另一方面则是人们对这些病原微生物还缺乏认识，还未能掌握制止它们的办法。通过长期的实践，人们逐步有了认识，预防的方法也有了。八百多年前我国已经发现用种痘的方法可以预防天花，到了十七世纪左右相继传到日本、中亚西亚、一直到欧洲，比英国的真纳医生发明种牛痘早六百年。不仅是天花，还有白喉、麻疹、霍乱、伤寒等病也可采用类似的原理进行预防。通过实践，人们还认识到病菌在自然界并不是能够到处繁殖，无法无天。在遇到另一类微生物或某些生物，它们就受到克制。我们今天比较熟悉的“抗菌素”就是防治病菌的重要武器之一。抗菌素就是某些微生物产生的抑制病菌生长的物质，产生抗菌素的一些微生物已经被人们用于大量繁殖，成批生产抗菌素产品了。现在，不仅从微生物的一些种类中可以找到治病的抗菌素，从植物中也可找到杀菌、抗菌的物质，并有了不少成果。

除了人类的疾病外，农作物上：稻瘟病、小麦赤霉病、菌核病等也是微生物引起的。动物的炭疽、口蹄疫、猪瘟、僵蚕病等也是微生物所致。对这些病害我们必须正视它，研究它，防治它。在这方面人们已经取得了一定的成绩，例如用一些药物、疫苗、菌苗防治动物的病害，用药物或微生物的方法防治农作物的病害等等。

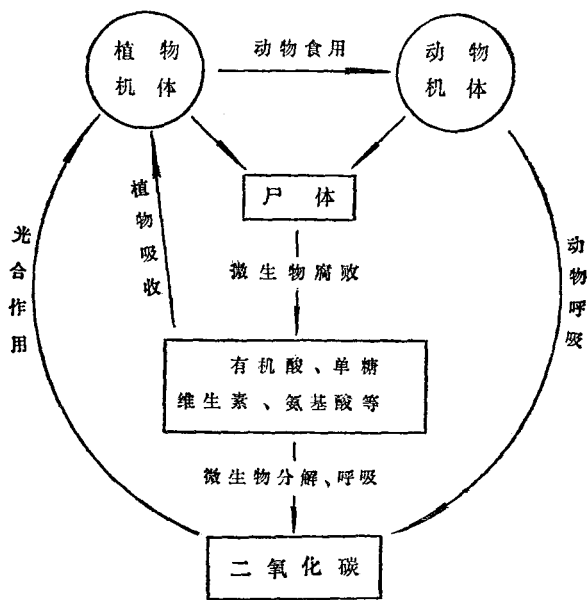
与自然界其它事物一样，微生物也具有二重性，有利也有害，例如霉菌，它使人讨厌，造成许多东西发霉，使东西遭到破坏，但是另一方面人们又专门繁殖一些霉菌来生产酶制剂、抗菌素及其它有用的物质。一些病菌、病毒能使人畜致病，这是有害的。但是，正是用有的病菌、病毒经过适当的处理，做成菌苗疫苗，又有预防疾病的作用。只要我们坚持唯物辩证法，不断批判唯心论的先验论和不可知论，我们就能不断认识微生物，改造微生物。

二、微生物在自然界的作用

自从地球上有了生命之后，生物界的新陈代谢从未间断过。不论在陆地上或者大海里，每年总有大批动植物新生，同时又有大批动植物死亡。有人估计，每亩森林地一年中的落叶、枯枝和树节可达壹百至伍百公斤之多。地下每年的枯草根和树根的数量不比落叶少。除了植物，每年还有大量的各种动物尸体。广阔的海洋每年也有大批动植物死去。如果年复一年，动植物尸体不加清理，地面上很快就会堆起厚厚的一层，并将影响正常的物质循环。现在人们已经知道，土壤中和大海里的动植物残体的分解，除了物理、化学因素的作用外，主要还是靠微生物进行分解转化。在微生物的作用下，生物体的蛋白质、糖类、脂肪、纤维素等有机物逐步被分解成较简单的化合物，例如有机酸、氨基酸、单糖、核苷酸等，再进一步分解，最后生成二氧化碳和水以及其它无机物。经过微生物的处理，每年大量的生物尸体被分解、转化掉了。有些物质进入土壤，成为植物或微生物的营养。进入海里成为鱼类、浮游生物和水生植物的养分。微生物生命活动过程呼出的二氧化碳则进入大气层，在海里有部分二氧化碳是以碳酸盐的形式沉积下来的。绿色植物在其生命过程中，需要吸收二氧化碳进入植物体内进行光合作用，合成糖类和其它物质，供体内需要。有人作过计算，地球上大气层的二氧化碳含量为 0.03%，如果全部供绿色植物的需要，不到一百年就全用光了。地球上人类和动物每年呼出的二氧化碳也只够绿色植物一个月的需要，其余的二氧化碳从何而来呢？

现在已经比较清楚地知道，绿色植物光合作用需要的二氧化碳百分之九十是靠微生物供应。微生物个体虽小，集体的力量却是巨大的。

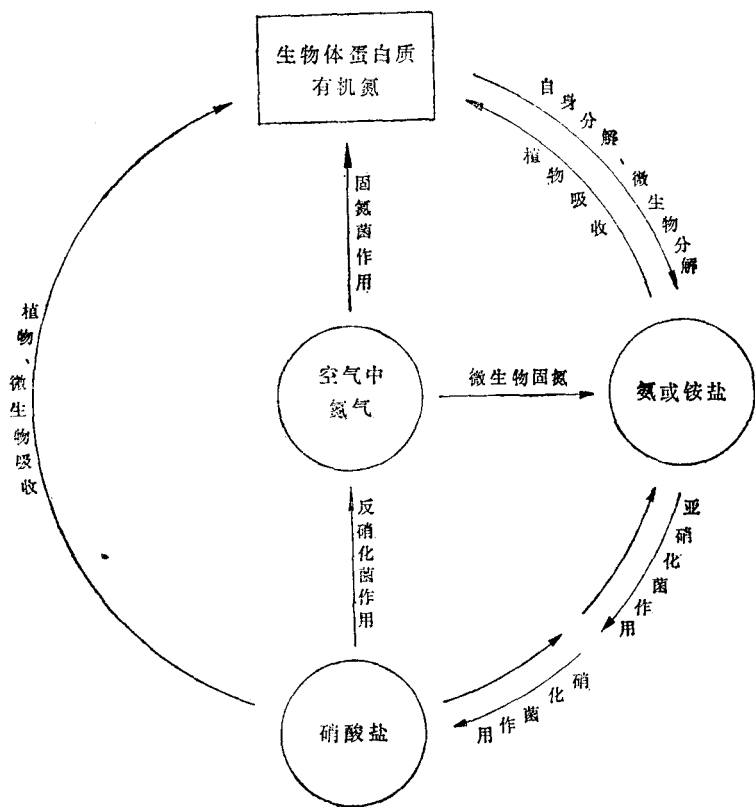
表一、碳素循环



氮素是蛋白质的主要成分之一，蛋白质是一切生物体必不可少的组成成份。因此，大自然的新陈代谢过程，除了碳素循环之外，氮素循环也是极为重要的物质循环。实际上，在谈到碳素循环的时候就包含了氮素循环的内容。机体的蛋白质和其它含氮有机物在微生物作用下，先分解成肽、氨基酸，再进一步分解成氨或铵盐。分解后产生的有机物和无机物在土壤中为植物吸收又去合成新的蛋白质，也可以被其它微生物利用。还

有一些氨、铵盐经过一类亚硝化细菌和硝化细菌的作用，转化为硝酸盐进入土壤或大海，也是植物的好氮肥。土壤和海洋里的硝酸盐在某些时候也会被一类叫反硝化细菌的进一步分解，成氮和水进入大气层。目前为止，人们还未发现动植物直接吸收氮气的现象。动植物所需的氮源那里来，微生物如果只分解而释出氮气，地面上的含氮化合物不就越来越少的了吗？实际上

表二、氮素循环



并非如此，原来，在土壤中也好，海洋里也好，都有一类能利用氮气的微生物叫固氮菌。我们在豆科植物及一些绿肥作物根部看到的根瘤，就是一种根瘤固氮菌共生的结果。根瘤菌就有把气态的氮“固定”下来成铵盐的形式，既满足细菌自身的需要，又为植物提供氮肥。根瘤菌还和其它种类的固氮菌在一起，对自然界氮素的循环起着极其重要的作用。

在自然界里，碳素或氮素循环，互相间是紧密联系的，在物质转化过程也很难将两者截然分开。其它如硫、磷等物质循环也和碳、氮循环直接间接有联系，仅仅为了方便起见才分开叙述。

地球上多数物质都能被微生物分解、利用。在中东地区有一个被称为“死海”的盐湖（含盐量高达30%），曾经被认为生物无法生长的地方，后来从海水中也发现有许多细菌在死海里生活。越来越多的事实表明，微生物在地质的变化过程是一个重要因素，例如某些矿物（石油、碳酸钙、硫化铁、氧化锰等）的堆积形成，微生物也在其中起一定的作用。

地球上由岩石沙子向耕作土壤转化，是一个很复杂的过程。有物理的，化学的因素，也有生物的因素。而生物因素主要是微生物的作用。目前普遍认为，土壤微生物大量生长繁殖的结果，对于土壤中腐殖质的积累，团粒结构的形成，是一个重要原因。微生物的作用加上人们长期的耕作劳动，就形成今日一块块的良田沃土。据分析，一亩良田的耕作层中，微生物的总量超过七百公斤之多。

我们的祖先在与大自然长期斗争的实践中，积累了丰富的施肥、积肥和改良土壤的好经验。例如农村中常用粪便、烂草枯枝之类、拌上污泥堆积一段时间再施到田里，或者将新鲜粪便放在土坑、缸里封存一些时候才施用等，都是有道理的。一

般地说来，肥料一堆积起来后，总是造成微生物大量繁殖的机会，复杂的有机物得到分解，成为较利于植物吸收的成分了。另外在堆积过程也能消灭一些病害，其中包括某些病原微生物。经过堆积的肥料，繁殖了一些有益的微生物，提高了肥效，对农作物的增产、改良土壤都是很有意义的。

人们对于微生物虽小，但是却有很大的威力是有所认识的。不过，对于微生物在自然界的作用的认识还比较肤浅，需要我们在实践中进一步认识。

三、什么是微生物

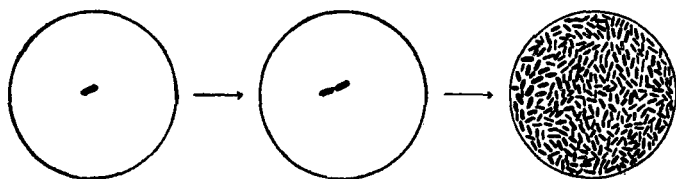
微生物是自然界中一类形体微小，结构简单的生物。一般要放大几百倍甚至一、二十万倍才能看到。微生物和其他生物一样，都是由细胞组成，有生长，发育，死亡等过程，都有繁殖后代的能力。但是，微生物也有一些与其他生物不同的特性。第一、微生物种类繁多。它可利用各种物质（包括对人有毒或无毒的物质如石油，硫化物等）作为营养。它们广泛分布于土壤，空气和水等自然环境中，尤其在土壤中微生物的数量和种类最多。

表三、我国几种土壤中微生物的数量

土 壤 标 本	每克土壤中微生物的数量(个)		
	细 菌	放 线 菌	真 菌
北 京 溶 黑 土	5,308,000	4,250,000	29,000
西 北 黑 墟 土	20,500,000	7,100,000	7,500
江 西 红 壤	1,290,000	59,300	13,600
粤 南 黄 壤	880,000	760,000	140,000
江 苏 水 稻 土	5,230,000	400,000	102,000

微生物对环境的适应能力特别强，几乎不论在什么领域里，

都可以看到微生物在起作用，因此可以利用微生物有利的一面为人类服务。第二、微生物繁殖速度快。大多数微生物，几十分钟内就可繁殖一代，如细菌每 20 分钟由一个分裂为二个。条件适宜时，经过十小时就可繁殖至数亿万个。因此可以进行人



图(1) 细菌的繁殖速度

工培养和工业化生产对人类有益的某些微生物。如酒精生产过程中：一支糖化黑曲霉斜面菌种，经过四天扩大培养可得到三吨液体曲，它能糖化 500 吨山芋粉，此山芋粉经过酵母菌发酵得到 200 吨酒精。微生物发酵的优点是：不受季节条件的限制，工艺设备也较简单，它和某些化工生产相比，具有特殊的优越性。第三、微生物比较容易发生变异。在外界条件作用下，微生物比其他生物容易发生变异。如果采用物理或化学的方法处理微生物，就会发生不同的变化，有的死亡或退化而被淘汰；有的变得更加健壮，性能上变得更加适宜于生产要求，则被人们选择应用于生产。微生物的这些特性，说明应用潜力很大，如果我们掌握了微生物的生活规律，就能更好的利用微生物资源，分离出更好的优良菌种，满足日益发展的工农业生产需要。

微生物的种类和形态特征：

“无产阶级认识世界的目的，只是为了改造世界，此外再无别的目的”。我们要广泛应用微生物，就要深入地认识微生物，了介各类微生物的主要特征，以便利用和改良菌种，提高产量、

质量，满足生产需要。并为解决生产中污染和判断生长情况提供认识基础。

微生物的细胞是由细胞壁，细胞膜，细胞质及细胞核组成。这些结构必须通过较高倍数的显微镜才能看到。

细胞壁在细胞的最外层，比较坚硬而富有弹性，起着保持细胞外形和保护细胞的作用。

细胞膜紧贴于细胞壁里面，起着控制物质的吸收和排除的作用，并能调节细胞内外渗透压。

细胞质是细胞膜内除核以外的一切物质。为粘稠的胶体，主要成分是蛋白质，还有参加细胞代谢的各种酶。因此这里是细胞代谢活动的主要场所之一，代谢产物也贮藏在此。

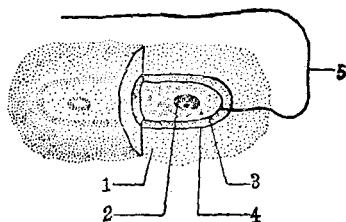
细胞核存在于细胞质中间，主要成分为核酸物质，是微生物生长繁殖的重要结构，与遗传变异有密切关系。有些微生物虽无细胞核的结构，但仍有核酸物质。

我们区别和认识微生物主要根据是：

1. 微生物的个体形态特征。如细胞形状，大小，结构等菌体特点。

2. 菌落特征：微生物在固体培养基上的生长，往往聚集在一起，形成一定形状的微生物群体结构，这种结构，称为菌落。菌落的外形特点，颜色，有无光泽等等都是区别微生物的重要方面。

3. 微生物的生理生化反应特点。如微生物的生长要求以及



图(2) 细菌细胞结构模式

- | | |
|--------|--------|
| 1. 荚膜 | 2. 细胞核 |
| 3. 细胞膜 | 4. 细胞壁 |
| 5. 鞭毛 | |

它们的分泌物等等。

4. 微生物的繁殖方式。裂殖、出芽或产生孢子。

按照上述特点，一般说来，微生物可分成细菌、放线菌、酵母菌、霉菌、病毒、立克次氏体、原生动物和一些单细胞藻类。

(一) 细菌：细菌在自然界中种类繁多，工农业生产上利用范围日益扩大，如利用细菌发酵生产有机酸，某些抗菌素，氨基酸，维生素等产品。农业上利用细菌生产防治病虫害的细菌农药和制成细菌肥料。另有一些细菌是危害人类和动植物的病原菌。

细菌的菌落较小，多数是表面光滑，湿润，半透明或不透明的，有些还具有各种颜色。但也有些细菌表面干燥并有折皱。细菌是单细胞微生物，它的个体形态有杆状，球状及弧状。分别称为杆菌，球菌和弧菌。目前工业生产上应用的细菌大部分是杆菌。



图(3) 细菌形态

细菌个体小，一般需要放大 1000 倍才能看到。球菌的直径为 0.5—2 微米(1 毫米等于 1000 微米)，杆菌的长径约为 1—5 微米，短径约为 0.5—1 微米。1000 个杆菌排成长队只不过象米粒那么长。

有些杆菌在生活的一定阶段，在细胞中间能形成圆形或椭