



肥料知识

菌肥

山东科学技术出版社

编者的话

在我们伟大领袖毛主席制定的农业“八字宪法”中，“肥”是一项重要的内容。肥料是庄稼的粮食。随着农业生产的迅速发展，耕地面积和复种指数的不断扩大，单位面积产量的不断提高，对肥料的需要量也越来越大。因此，怎样多积肥、积好肥、管好肥；怎样合理施肥，充分发挥肥料的增产作用，就成为农村广大干部、社员、知识青年普遍关心的一个问题。为此，我们根据各地科学实验的材料，结合我省农业生产中的实际情况，编写了《肥料知识》这套书，分册介绍农村中常用的各种农家肥、化肥、菌肥的性能、施用常识等基础知识，供农村干部、社员和知识青年阅读，也可作为中学教师教学的参考。

由于水平所限，深入实际不够，难免有不当之处，希望广大读者批评指正。

这套书，原由山东人民出版社出版，现移交山东科学技术出版社编辑出版。

一九七八年十月

目 录

一、什么是菌肥	(1)
(一) 先从微生物谈起	(2)
(二) 各类微生物的基本特征	(3)
(三) 怎样培养微生物	(18)
二、各种菌肥的性能和施用常识	(34)
(一) 根瘤菌肥料	(34)
(二) 固氮菌肥料	(39)
(三) 磷细菌肥料	(44)
(四) 钾细菌肥料	(50)
(五) “5406” 抗生素肥料	(54)
三、菌肥的广阔发展前景	(60)
(一) 菌肥是一种多效能的肥料	(60)
(二) 生物固氮的新途径	(63)

一、什么是菌肥

什么叫菌肥呢？菌肥就是用人工的方法培养某些有益微生物而制成的肥料。过去，人们把它叫做细菌肥料，其实早已超出了利用细菌这一类群微生物的范围，而把利用放线菌、藻类也包括进去了，如“5406”、固氮蓝藻等。因此，把过去的习惯叫法细菌肥料改称为“菌肥”，就更确切些。

菌肥和化学肥料、农家肥料不同。菌肥本身含有作物所需要的养分是微不足道的，它是把从土壤中分离出来的有益的微生物，用人工方法加以培养，使它大量繁殖，然后施用到土壤中，以调整土壤中有益微生物的种类和数量，从而加速转化土壤中有效的氮、磷、钾等养分；或刺激作物生长，增强作物抗病性，以提高作物产量。在整个肥料领域中，化学肥料和农家肥料是作物的主要肥料，菌肥是一种辅助性的肥料。因此，在施用菌肥的同时，还要施足施好化肥和农家肥料，并配合其他栽培管理等技术措施，菌肥才能更好地发挥作用。

菌肥既然是由微生物培养制成的，那么，什么叫微生物呢？

（一）先从微生物谈起

在自然界中，除了我们所熟悉的动物、植物以外，还有一类个体微小，用眼睛看不见，必须借助于显微镜，把它放大几百倍或成千倍才能看见的生物，这类生物统称为微生物。

微生物具有分布广、种类多；繁殖快、代谢能力强；容易变异、产生新菌种；易于培养等特点。

分布广、种类多：据调查，在万米高空，千米地层或是在千米的深海中，到处都有微生物的踪迹，特别是土壤中，更是它们活动的主要场所。实验查明，一克耕地土壤中就含有几千万个到数亿个的微生物。就种类说，微生物是一个十分庞杂的生物类群，单真菌就约有十万种，而且，还不断发现。据科学家估计，现在被发现的微生物不过占自然界微生物总数的10%左右。可见，自然界中微生物资源是十分丰富的，有待我们去研究和发现，让它更好地为社会主义建设服务。

繁殖快、代谢能力强：细菌在条件适宜的情况下，一般每20分钟左右就可繁殖一代，一天24小时可繁殖

72代。这就是说，一个细菌一天就可以变成40000亿亿个。而且它们吸收养料多，代谢能力强，产物的量也多。例如，500公斤的微生物，一昼夜可合成1250公斤的蛋白质，而一条体重500公斤的奶牛，在一昼夜内只能合成半公斤蛋白质。微生物为生产提供了多么有利的条件啊！

易于变异：微生物在环境条件发生剧烈变化时，大多数微生物的个体死亡而被淘汰，个别幸存的微生物为适应新环境也要发生变异。在工农业生产上，正是应用这一特性来选育新菌种的，使利用微生物制造的产品质量大幅度提高。如上海用紫外线照射“920”产杆菌，选育新菌种，使“920”产品质量大大提高。

易于培养：培养微生物时，可利用多种农副产品作原料，培养方法简单方便，各地可以因地制宜，就地取材，进行生产。

我们应该充分利用微生物的这些特点，为工农业生产服务。

（二）各类微生物的基本特征

微生物的种类很多，大致可分为细菌、放线菌、真菌和病毒这几个类群。

1. 细 菌

细菌在自然界里分布极为广泛，和人类的关系非常密切。但是，人们一提起细菌，往往只是想到它有害的一面，说什么引起人体得伤寒、霍乱等传染病的是细菌，引起牲畜、作物病害的是细菌，使食物变质的还是细菌。其实，细菌还有有益的一面，现在不少细菌已被应用到工农业生产、疾病预防及污水处理等方面，成为人们改造自然、创造社会财富的有力工具。例如，工业上应用细菌进行勘矿、浸矿、石油发酵等；农业上利用细菌制成各式各样的菌肥；医药上将细菌毒素制成各种类毒素和抗毒素以预防疾病；环境保护上利用细菌可净化污水等等。因此，我们应该很好地了解细菌，熟悉细菌。

那么，细菌是什么样子的呢？通过显微镜观察，可以看到细菌有球状、杆状和弧状三种形态，分别称为球菌、杆菌、弧菌（图1）。这些细菌有的单独存在，有的双双成对，有的连接成

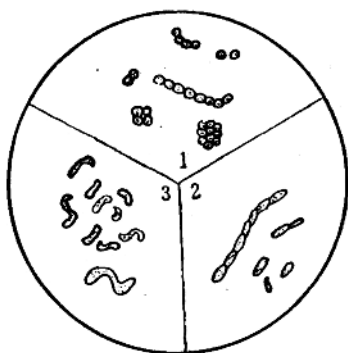


图1 细菌的形态

1. 球菌 2. 杆菌 3. 弧菌

链。其中球菌排列形式最多，可以单独存在，也可以二个、四个、八个或多个联结一起。球菌依其排列形式可分为单球菌、双球菌、四联球菌、八叠球菌、葡萄球菌或链球菌等多种。杆菌由于杆的粗细、长短、两端圆钝不同，可分为球杆菌、棒状杆菌、芽孢杆菌、链杆菌等。弧菌形状弯曲呈弧状，弧状联结成螺旋状则叫螺旋菌。自然界中以球菌和杆菌比较多；弧菌或螺旋菌较少，并多为病原菌。

细菌是个体很微小的单细胞生物。它的大小一般以微米(μ)为单位，1微米是 $1/1000$ 毫米。杆菌以宽 $\times$ 长表示，球菌以直径表示。一个细菌一般不超过几个微米或不到一个微米，若把1000个左右的细菌叠起来也不如一粒小米粒大，所以，用肉眼是看不见单个细菌的，只有当很多细菌生长聚集在一起时才能看见。很多细菌生长聚集在一起时称为菌落。菌落的形态结构(图2)、大小、透明度、色泽、干湿、粘稠度及边缘状况各有不同，可作为鉴别细菌的依据之一。

细菌的细胞虽小，但基本构造与高等植物细胞的构造基本相似(图3)。整个细胞外面有一层比较坚韧而有弹性的细胞壁，它具有固定菌体外形和保护菌体的作用。紧贴细胞壁内的一层薄而柔软、且具有弹性的一层膜，称细胞膜，它是菌体吸收外界营养物质

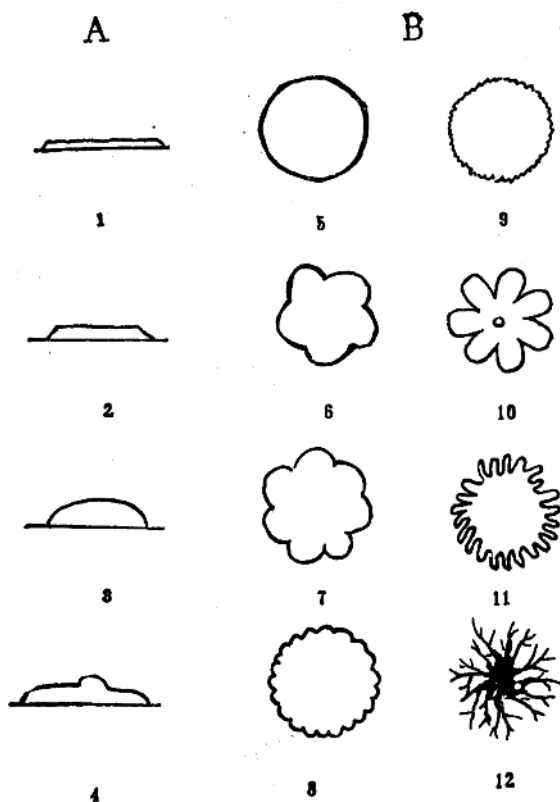


图 2 细菌菌落的形态

A: 菌落的高起形状 (从菌落的侧面观察到的形状)

B: 菌落的边缘形状 (从菌落的表面观察到的形状)

1. 扁平 2. 低度凸起 3. 显著凸起 4. 乳状突起 5. 整齐 6. 波状
7. 分叶状 8. 皱状 9. 齿状 10. 放射状 11. 伞状 12. 假根状

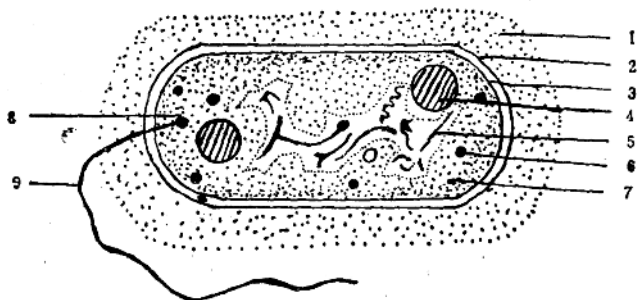


图3 细菌细胞的结构

- 1.荚膜 2.细胞壁 3.细胞膜 4.液泡 5.核质
6.贮藏物质 7.细胞质 8.鞭毛基粒 9.鞭毛

或排出废物的“关口”，对细菌细胞的生命活动具有极重要的作用。在整个细胞内部充满粘稠、透明无色的胶状体称为细胞质，里面含有脂肪滴、肝糖或原糖等各种贮藏物质和液泡，是细菌进行新陈代谢的重要场所。过去，人们认为细菌没有细胞核，近年来由于科学的发展，改进了染色技术和应用电子显微镜，证明细菌也有核，它的成分与典型细胞核中染色质的成分相同，也是脱氧核糖核酸，有传递遗传特性的作用。但是，细菌的细胞核没有核膜，只有分散而不固定形态的核质。此外，有些细菌还有一些特殊的结构，如荚膜、鞭毛、芽孢等等。这些特殊结构对识别细菌的种类是有用处的。

荚膜是有些细菌在一定营养条件下，向细胞壁表面分泌出来的粘液状物质，形似豆荚。细菌有了荚膜就仿佛人穿上盔甲一样，具有保护作用，如肺炎球菌，有荚膜时，能抵抗白细胞的吞噬作用，失去荚膜后，致病力就降低。

有些细菌能运动，鞭毛便是细菌的运动器官。鞭毛的数目和着生部位，随细菌种类的不同而不同(图4)。有的细菌只有一根鞭毛，生在细菌的一端，叫单毛菌；

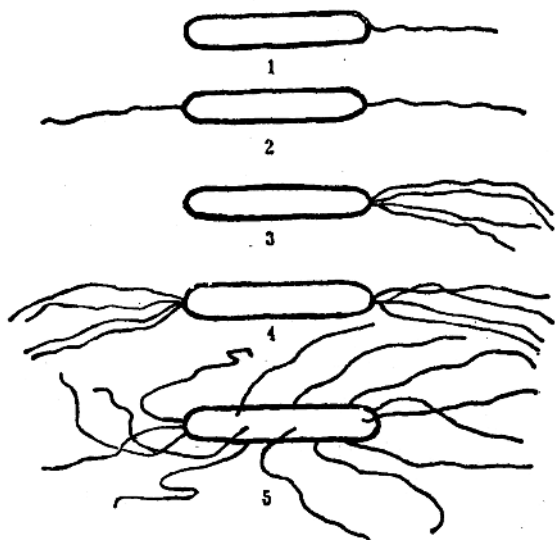


图4 鞭毛的形态

1. 偏端单毛菌 2. 两端单毛菌 3. 偏端丛毛菌
4. 两端丛毛菌 5. 周毛菌

有的细菌生有几十根、甚至几百根鞭毛，生在细菌的一端或两端，分别叫做偏端丛毛菌和两端丛毛菌；有的细菌鞭毛围绕在菌体的周围，叫周毛菌。在鞭毛的基部长有鞭毛基粒。

芽孢（图5）是有些细菌在其生活的一定阶段中，在菌体内细胞质因浓缩凝集而形成的一个孢子，称为芽孢。芽孢在菌体内的位置、大小也是随着细菌种类的不同而不同。有的芽孢位于菌体的一端，有的位于菌体的中间；有的芽孢比原菌体细胞大，有的比原菌体细胞小。一个细菌只能形成一个芽孢，所以，它不是细菌繁殖的形式。芽孢具有壁厚、含水量低、化学物质不易渗透、有高度抗不良环境能力等特点，同时，芽孢内代谢活动极低，呈休眠状态，故在干燥条件下，芽孢经几十年仍有生活力，在 100°C 温度下经3小时方可致死。由于芽孢具有这些特性，在制造菌肥时，要增加灭菌时间，方能消除有芽孢的杂菌。

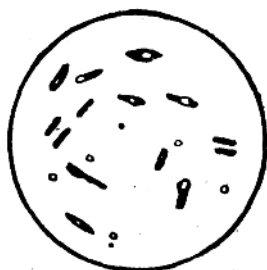


图5 细菌的芽孢

细菌又是怎样繁殖的呢？广大科技人员经过长期研究，终于发现细菌的繁殖形式分为有性繁殖和无性

繁殖两种。以无性繁殖为主，即是由一个母细胞分裂成两个子细胞，所以，有人称细菌为裂殖菌。在条件适宜时，细菌繁殖的速度是非常快的，一般每20分钟可以分裂一次。但是细菌繁殖速度也是随着外界环境条件的变化而变化，如当营养料减少，代谢产物中有毒物质累积时，它的繁殖速度就要相应地减慢。

在人工培养细菌时，它的繁殖一般可分为缓慢期、对数期、稳定期及衰落期四个阶段（图6）。

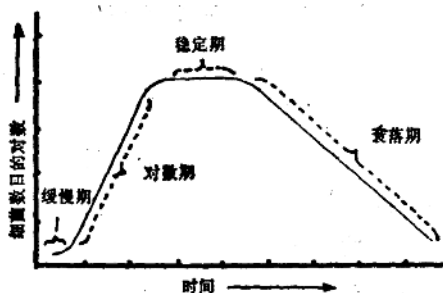


图6 细菌的生长曲线

缓慢期，是指培养细菌时，刚将菌种接入至培养基，菌体繁殖缓慢的过程，这个过程就叫缓慢期。缓慢期的长短与菌种、菌龄、接种量、培养条件有着密切关系。同一菌种在同一条件下，新菌种的缓慢期比老菌种的缓慢期要短。这在生产菌肥时很有实用价值。

对数期，又称生长旺盛期。这期间，菌体繁殖较

快，菌体整齐、健壮、代谢旺盛，菌数是以几何级数增加。对数期的长短也和菌种、培养基、培养条件有关。

稳定期，是指细菌经一定时间大量繁殖后，培养基中养料逐渐被消耗，生长繁殖过程中的代谢产物如二氧化碳、有机酸等不利产物逐渐增多，细菌的繁殖速度就渐渐变慢，同时有一部分菌体衰老死亡。当菌体的增多数和死亡数相对平衡时，就进入稳定期。这一时期细胞内积累的代谢产物逐渐增多，是细菌生成物制品的重要采收期。

衰落期，是指人工培养菌体的后期。这期间，由于营养物质的显著减少，环境条件发生较大的变化，代谢产物逐渐增多，酸碱度也发生变化，使大部分菌体开始迅速地死亡，培养基中细菌的数目也大大减少。

2. 放线菌

放线菌在自然界中的分布也是极为广泛的。在空气、土壤和水中都有它们的足迹。尤其在中性至微碱性的土壤中，更有大量的放线菌存在。

自本世纪40年代以来，放线菌的作用越来越显著了。许多放线菌能产生各种抗菌素，目前已知道的抗菌素约有2/3是由放线菌产生的，如医药上常用的链霉素、土霉素、四环素、庆大霉素、争光霉素、春雷霉

素、卡那霉素等都是由放线菌产生的。农业上推广的“5406”菌肥也是由放线菌制成的。

放线菌和细菌的形态不一样（图7）。它的菌体是没有横隔的分枝丝状体，其宽度与普通的杆菌相类似，内部结构和细菌相似，但一般没有明显的细胞核，多呈不固定形态的核质。放线菌的菌丝分为营养菌丝和气生菌丝两种。营养菌丝是放线菌匍匐生长于培养基内吸收营养物质的菌丝；气生菌丝是由营养菌丝向上生长，在培养基外面的菌丝。气生菌丝生长到一定阶段，其顶端分裂成不同形状的孢子，孢子成串连接成丝状，称为孢子丝。孢子丝有直状、弯曲状、螺旋状、轮生状等，这是鉴别菌种的重要依据之一。

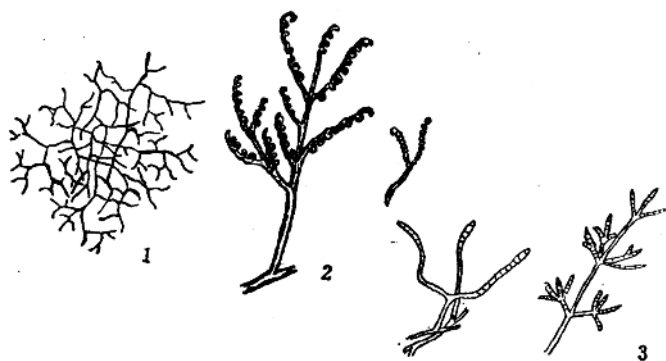


图7 放线菌

1.菌丝体 2.螺旋状孢子丝 3.直状孢子丝

放线菌的菌落与细菌的菌落有明显差异。它是由细绒状的菌丝体组成，并产生孢子，所以菌落表面是呈紧密的绒状，较结实多皱，长成孢子后表面呈粉末状，菌丝和孢子都各有不同的色素，因此，培养基表面孢子丝的颜色与深入培养基内的营养菌丝的颜色是不相同的。

3. 真 菌

真菌是比细菌大的一种微生物，细胞结构也比较完善，细胞壁比细菌的细胞壁要厚，有明显的细胞核，除少数是单细胞外，多数是呈分枝或不分枝的丝状体。真菌常见的有酵母菌和霉菌两类。

酵母菌多数为单细胞，呈卵圆形或椭圆形。它在生产实践中应用较普遍。除利用酵母菌进行发面做馒头、制面包、酿制各种酒类及酱油等调味品外；可从酵母菌中提取核甙酸、辅酶A、细胞色素C、凝血质等贵重药品；利用其代谢产物还可制取维生素、有机酸和酶制剂等；在石油发酵时可利用酵母菌进行脱蜡等；畜牧业上可利用它来发酵饲料。

霉菌在自然界分布极广，种类较多，据估计约有4万种左右，有寄生和腐生两种类型，喜欢在偏酸性条件下生活。在日常生活中食物长毛、衣物发霉都是霉菌引起的。在菌肥生产中，霉菌是一种容易侵入的

杂菌，因此，必须很好地认识它，以保证菌肥的质量。

霉菌菌落的形态是绒毛状或疏松的棉花状，不同的霉菌顶端的孢子有各种颜色，孢子成熟后飞散各处，在适宜条件下就萌发为新菌体。菌体多呈丝状，单个的菌丝有的象一个圆筒，相互贯通不分节，称为无横隔菌丝；有的在菌丝上有竹节似的膜分隔着，形成每隔为一细胞的多细胞菌丝体，称为有横隔菌丝。多数霉菌属于有横隔的霉菌。常见的霉菌有根霉（图8）、曲霉（图9）、青霉（图10）、木霉（图11）、赤霉菌（920产生菌）（图12）等。

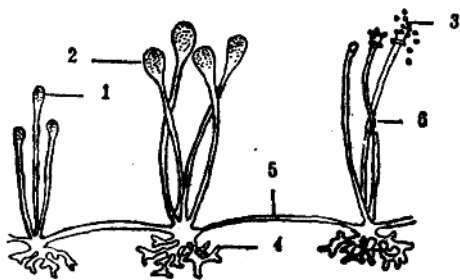


图8 根霉

- 1.未成熟的孢子囊 2.成熟的孢子囊 3.孢子
囊孢子 4.假根 5.匍匐菌丝 6.孢子囊柄