

# 微生物学

(农学 土化 植保专业用)

广东农林学院

植保系微生物学教研组编

1973.7.

# 微生物学

（附：细菌、真菌、病毒）

广东农业学院

微生物学教研室

（附：细菌、真菌、病毒）

## 绪 言

## 一、微生物的一般概念：

微生物是一类个体非常小，结构比较简单的生物，绝大部分要在显微镜或电子显微镜下才能看见。它包括细菌、放线菌、真菌（酵母菌和霉菌）、蓝绿藻类、粘菌、原生动物、立克次体，以及非细胞形态的病毒和噬菌体等。大多数微生物对人与动植物是有益的；也有一部分微生物对人与动植物是有害的。微生物种类很多，在自然界中各就其适合的环境，广泛分布，迅速繁殖。土壤、污水、动植物体以及一切腐败的有机物质上，都是它们孳生繁育的场所，并引起了其中各种物质的变化，而且也随着水和空气的流动，到处传播。它们与人类生活和生产实践有极其密切的关系。

微生物与动植物比较，除形态简单，易于培养外，还有以下的一些特点：

(1) 种类多、数量大、分布广：微生物是一个十分庞杂的生物类群，单真菌约有十多万种。一克土壤中微生物数量可达数亿之多，自然界中到处都有它们的存在。

(2) 繁殖速度快：一般细菌在条件适宜时20—30分钟就能繁殖一代。这就为工农业生产 and 科学研究，提供了有利条件。而且不受土地、气候的限制，可以进行工厂性生产。

(3) 新陈代谢能力强：通过新陈代谢，微生物把许多物质进行转化。据推算，微生物在适宜条件下，一昼夜合成的营养物质，可相当于原来重量的30~40倍，这是动植物达不到的。以蛋白质合成为例，微生物比植物快500倍，比动物快两千倍。

(4) 极易发生变异：这个特点，对人类利用微生物来说，既是优点，又是缺点。控制不好，它会迅速退化或坏，这是当前某些微生物应用中存在的一个重要问题。但是如果有目的地进行

人工诱变育种，则可选育出优良的菌种。如青霉素的产生菌，通过多次诱变育种，由每毫升几十单位的产量，提高到上万单位。

以上这些特点，使微生物在工农业和医药方面的应用，开辟了广泛的前景。

微生物学是研究微生物生命活动规律的学科。它的内容包括研究微生物的形态、分类、生理、生化、遗传和变异，研究它们的生命活动与环境条件的关系，以及在自然界物质转化中所起的作用，研究控制它们的方法，从而发挥其有利作用，控制其有害作用。学习微生物学的目的，即在于掌握各类微生物生命活动的规律，发挥它们在农业生产和医药卫生工作中的作用。

微生物学以显微镜技术、无菌操作和纯种培养为基本技术。在光学显微镜下，应用油镜相差和暗视野等方法，观察微生物的形态和结构。在无菌操作中，分离纯种和进行纯培养试验，研究它们的生理特性和作用强度，从而了解它们生长、发育和作用等一系列生命活动的规律。因此，掌握这些实验技术是认识微生物的基本要求。

## 二、微生物与农业生产的关系：

微生物的生命活动与农业生产之间具有极为密切的关系，农作物和家畜的许多重要病害是由微生物引起的。因而大多数微生物的生命活动对于提高土壤肥力，改善植物营养，刺激植物生长，防治作物病害等方面有重大的意义。

### (一) 菌肥：

微生物在提高土壤肥力和改善植物营养上起重要作用。岩石是没有氮素的，而岩石风化和发展成土壤后，土壤中就具有氮素化合物，这主要是由于微生物的固氮作用的结果。而土壤中含氮物质的累积，转化和损失，都与微生物的活动有十分密切而复杂的关系。目前已有根瘤菌、固氮菌和固氮蓝藻等肥料。一个根瘤就象一个“地下小氮肥厂”，据试验计算，一亩豆科植

物的根瘤，每年可固定的氮素，相当于60—70斤硫酸铵的含氮量。固氮蓝藻在栽培一季水稻的生长期内，固定的氮相当于硫酸铵30—40斤。另一方面，土壤中没有数量巨大的各种微生物，它们的生命活动使土壤具有生物活性。同时它们也进行着土壤有机物质的分解和转化，提供了土壤中的有效养料。有许多种类在其生命活动中，产生生长素类物质，有促进根系发育和植物生长的作用。土壤微生物也促成腐植质的形成，改善土壤的结构、保水、通气和保热等性能，提高了土壤肥力。此外，“5406”抗生素肥可转化土壤中氮、磷，刺激作物生长，还有一定抑制病菌作用。磷细菌肥、钾细菌肥可以转化土壤中的磷、钾为作物可以吸收的状态，对提高土壤养分具有一定的作用。

### (二) 微生物农药：

有些微生物能防除病虫害，这样的微生物制品称为微生物农药，即利用某些微生物菌体或它产生的抗菌素，来防治农林病虫害。目前，我国应用和推广的微生物农药、农用抗菌素有春雷霉素、灭瘟素、放线酮和内疗素，“1496”等，细菌杀虫剂有杀螟杆菌、青虫菌和苏云金杆菌等，真菌杀虫剂有白僵菌等，真菌除草剂有“菌保一号”。

微生物农药比化学农药有不少优点：(1)原料来源丰富，可综合利用多种工农业副产品，不需大量化工原料，尤其不需耗用苯、酚、磷、汞等主要工业原料。(2)生产简便可以土法上马，土洋结合，遍地开花。(3)对人、畜一般无毒或低毒。(4)不易使昆虫产生抗药性。(5)如果使用得当，在某些情况下，病原物可以在昆虫中自然传播，成为抑制害虫口的经常性因素。但也有不足之处，使同时防治效果受气候环境条件影响较大。

除了利用细菌、放线菌、真菌等生产微生物农药还有很大潜力外，如能利用病毒防治病虫害，同样具有极大的发展潜力。

### (三) 发酵饲料：

许多植物的叶、茎、藤、根等，经过微生物的发酵作用，变成香、甜、软、熟的饲料。因而大大开辟了饲料来源，节省了粮食和烧柴，促进了养猪事业和动物饲养业的发展。目前，继中国人民解放军战士模范饲养员叶红海同志创造了“中捆”发酵饲料之后，全国先后创造出三十多种捆捆，并由喂猪的发酵料发展到喂养大牲畜的发酵饲料。但如何利用纤维素解微生物产生的纤维素酶，将粗饲料中的纤维素分解为糖，更提高发酵饲料的质量，目前正在试验探索中。

#### (四) 生长刺激物质：

“920”（赤霉素）是赤霉菌产生一种激素，在全国各地广大工农兵和革命知识分子已进行了几年试验，证明对某些蔬菜、水果和作物有一定的增产和保产作用。从酵母菌、白地霉等微生物中提取的“702”（核酸降解物），也进行了几年的试验，应用于水稻生产，取得了一定的增产效果。实践表明，在全面贯彻农业“八字宪法”的基础上，合理施用“920”和“702”，一般可增产5—10%。

#### (五) 微生物应用于农副产品的发酵加工：

利用微生物的作用，对一些农副产品进行发酵加工，可提高农副产品的品质和利用价值。如造酱、酿酒、制酱、腌菜、青贮饲料，以及纤维脱胶等，都是常用的发酵加工技术。沼气发酵是利用植物秸秆等有机残体，在密闭和适宜的湿度条件下，经甲烷细菌和其它微生物的联合作用，把纤维素等有机物质分解转化成甲烷，可作燃料解决烧柴不足的问题。发酵后的残渣是很好的腐熟有机肥料。

此外，微生物应用于兽医药物、食品、皮革、纺织、石油化工、细菌冶金、废水处理和医药卫生保健事业都有很大的作用。由此可见，微生物学与工、农业和医药卫生事业的联系十分密切。

### 三、微生物学发展概况：

## 1. 人类发现微生物以前，对微生物作用的感性知识和利用。

“一切真知都是从直接经验发源的”。古代劳动人民虽然还没有认识到微生物的活动，但在生活和生产实践中就自发地应用了有益微生物，同有害微生物进行斗争。我国勤劳勇敢的祖先在生产实践中，很早就认识了微生物的生命活动，並应用它来改造自然，为发展微生物科学做出了贡献。早在4千年前，就利用微生物来酿酒。二千五百年前又知道用微生物来制醋，制酱油。纪元前一世纪，《记胜之书》中就已指出，肥田要熟粪。一千五百年前《齐民要术》中已有选种，酿酒等专篇；並记载了选过豆科植物的土壤，特别肥沃，提出了轮作措施。

人们也从日常生活和遭受微生物的威胁中，积累了控制微生物活动的防霉，防腐和消毒等经验，以保藏农牧产品和保护人畜的健康。在防病方面，中外古医学都有不少关于疫病传染规律的论著，以及防止措施和医疗方法。接种预防天花，更是我国古代医学实践的伟大贡献。

这些关于微生物作用的知识 and 经验，虽然只是很小的部分，但是历代劳动人民在没有看到引起作用的微生物以前，已在生产实践中，为微生物学的发展，给我们留下了宝贵的科学遗产。

## 2. 微生物学的形态学发展阶段：

十七世纪，欧洲资本主义经济兴起，许多科学部门也开始发展，由于资产阶级要向海外扩张和掠夺，航海事业的发展，促进了光学技术的研究，显微镜技术发展了。荷兰安東·吕文虎克 (Antony van Leeuwenhoek 1632-1723) 用他自己制造的，能放大160-300倍的简单显微镜，观察牙垢、雨水、井水和植物浸出液，首先观察到细菌的形态，並详细记载了他的发现。此后，许多生物学者，在逐渐改进的显微镜装备下，观察到更多的细菌类型和其他微生物。直至十八世纪中叶，已在形态描述上积累了许多资料，並进行了细菌的简单分类，但只是单纯的形态学的研究，尚未与人们早已有的应用微生物作用

的知识经验联系起来。

### 3. 微生物学的生理学发展阶段：

微生物学研究由形态学阶段进入生理学阶段，密切地联系人们生活和生产实际，发展成为一门对于国民经济上有重大意义的科学，则是从十九世纪六十年代开始的。当时欧洲资本主义工业已大规模发展，农产品加工业，如葡萄酒生产，啤酒酿造以及食品业中微生物所发生的作用，已成为这些工业生产提高效率 and 获得取大利润的一个重要因素。同时微生物也已被发现为人类和牲畜疾病的一个主要原因，在进一步了解和控制它们所发生的作用要求下，推动了微生物生理方面的研究。

在生理学阶段中，法国巴斯德 (Louis Pasteur 1822-1895) 俄国维诺格拉斯基 (С. Н. Виноградский 1856-1953) 分别作出了一定的贡献。巴氏论证了各种发酵过程和酒变质的原因，指出微生物的发酵作用就在于它们的厌氧性呼吸。並研究蚕、人、畜的传染病，创立了病原微生物是传染病因的正确理论，和应用菌苗接种预防传染病的方法。维氏首先发现了化能自养型微生物，分离纯化了反气性固氮梭菌，首创应用选择培养和加富培养等原理和方法。

二十世纪开始以来，随着工农业和医药卫生事业的巨大发展，微生物学又有更大成就，自1900~1950年间微生物学和生物化学联系愈来愈密切，进入微生物基本生理机制，特别是微生物代谢作用的研究阶段。人们为了利用有益微生物，防治有害微生物，对微生物的形态、分类和生理活动进行了广泛深入的研究，形成了一些分支学科，在应用微生物学方面建立了医学微生物学、农业微生物学、工业微生物学、海洋微生物学和免疫学等。在普通微生物学方面建立了真菌学、细菌学、病毒学、微生物生理学、微生物遗传学等。目前，微生物学无论在应用方面或者是基础理论研究方面，都是一个比较活跃的领域。

### 4. 我国应用微生物的近况：

我国由于长期封建统治和近百年来帝国主义的侵略和压迫，微生物学的发展受到极大的限制。

建国以来，党和政府领导全国大规模发展工农业生产和科学文化事业，微生物学也得到迅速发展，农业微生物学已经从无到有。特别是1958年以来，在毛主席提出的“破除迷信，解放思想”和“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的光辉照耀下，微生物的应用和研究有了新的发展，广大工农兵积极开展关于细菌肥料制造、应用等试验研究工作，获得了一定的增产效果。但是，由于刘少奇一类骗子的干扰和破坏，微生物一度停滞不前。无产阶级文化大革命以来，批判了刘少奇一类骗子的反革命修正主义路线，大搞群众性应用微生物的科学实验，冲破了资产阶级专家对微生物研究的垄断，广大农村、工厂成了研究和应用微生物的战场，在许多方面取得了可喜的成就。上海市郊贫下中农于1968年搞起了“920”的土法生产和应用，促进了全国大搞微生物群众运动的高潮。以后各地陆续开展了“5406”抗生素肥、赤霉素、青虫菌，“702”春雷霉素，自生固氮菌肥、磷细菌肥、钾细菌肥的制造和大田应用的群众性科学试验活动。目前，全国广大农村，都组织了三结合的科学技术大军，因地制宜，土法上马，办起了成千上万个菌肥厂，和微生物农药厂，并在各种农作物、蔬菜 and 果树上大面积施用。各地实验证明“5406”具有提高土壤肥力，刺激作物生长和抑制病原菌的作用，能使稻、麦、棉等增产10~20%。微生物农药对一些农林害虫有防治作用，也取得一定的效果，深受广大贫下中农的欢迎。

微生物应用于食品、造纸、制革、纺织、石油、化工、冶金等行业，也初步取得了一些可喜的成果。北京、天津找到一种喜欢吃石油裂解物醋酸的微生物，用醋酸发酵代替粮食生产味精，为我国无粮发酵闹出了一条新路，并节约了大量粮食。杭州饴糖厂采用微生物酶法生产饴糖后，四年共节约粮食194万斤，省煤2179吨、节省劳力50%。北京田村化学酿造厂，用豆腐废水培养白地霉，制成了许多医药、农药原料。用微生

物进行石油脱脂，可获得低凝点航空汽油和高级柴油、变压磊油、多槽机油。在脱脂中生长肥壮的微生物，又是制造饲料和一些工业、医药用品的原料。微生物发酵用于化工，早已制成丙酮、丁醇等化工溶剂，目前试制的甘油及丁烯二酸、环烷酸、柠檬酸等重要化工溶剂及塑料、玻璃瓶原料，都取得了一定的成果。在冶金方面，利用微生物提纯、炼铜已初步用于生产，甘肃、江西等地还创造了许多细菌炼铜的土办法，马群办矿提供了经验，为我国冶金工业探索了一条新途径。

利用某些微生物能够破坏废水中有毒物质的特性，处理工业中排除的含碱、含酚、含甲醛、含有机磷等废水，与消除其对农田、河湖的危害，开展工矿企业综合利用，收到了良好的效果。北京鞍山、吉林、合肥等地已开展了这方面的工作。工业废水的处理，是消除“三废”危害的内容之一。在伟大领袖毛主席的领导下，我们能够建设强大的、现代化的社会主义工业，而且也能够避免资本主义国家无法解决的社会公害问题。

近几年来微生物在医药卫生上的应用，也有了很大的发展。特别是在总结群众实践经验，开展综合利用方面取得了一定成绩。上海市在总结贫下中农实践中发现“920”治疗烂脚的经验，医务人员和科研工作者又进行了大量临床观察和动物病理实验，证明“920”对治疗创伤、烧伤、溃瘍病和皮肤病有较好的疗效。我国利用微生物已试制成功40多种抗菌素。其中，争光霉素、光神霉素、自力霉素等十多种新抗菌素，粉碎了帝修反的封锁，对治疗某些癌症、炎症有不同程度的效果。近年来还试制成功了国外所没有的新品种——创新霉素。几种核苷酸类物质的试制成功，对治疗肝炎、高山反应、对原子辐射等，具有一定的效果。

当前一个研究利用微生物资源，发展社会主义工、农业生产 and 医药卫生事业的群众性科学实验运动，正在全国各地向纵深发展。为了贯彻毛主席“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针和遵照毛主席关于“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”的教导，我们一定要努力学习，积极钻研，为发展我国的微生物学而奋斗，使它更好地为社会主义革命和社会主义建设服务，为巩固无产阶级专政服务，为支援世界革命服务。

# 微生物学目录

|               |      |
|---------------|------|
| 前言            | 1    |
| 一、微生物的一般概念    | 1    |
| 二、微生物与农业生产的关系 | 2    |
| 三、微生物学发展概况    | 4    |
| 第一章 微生物的形态学   | 1—1  |
| 第一节 细菌        | 1—1  |
| 一、细菌的形态和细胞结构  | 1—1  |
| (一) 细菌的形状和大小  | 1—1  |
| (二) 细菌细胞的结构   | 1—4  |
| 二、细菌的繁殖和菌落    | 1—11 |
| (一) 细菌的繁殖方式   | 1—11 |
| (二) 细菌的菌落     | 1—11 |
| 三、细菌的生活史      | 1—12 |
| 第二节 放线菌       | 1—13 |
| 一、放线菌的个体形态    | 1—14 |
| 二、放线菌的繁殖和菌落   | 1—15 |
| (一) 放线菌的繁殖方式  | 1—15 |
| (二) 放线菌的菌落    | 1—16 |
| 三、放线菌的生活史     | 1—17 |
| 第三节 真菌        | 1—18 |
| 一、真菌的形态和细胞构造  | 1—18 |
| 1. 丝状真菌       | 1—18 |
| 2. 酵母状菌体      | 1—20 |
| 二、真菌的繁殖和菌落    | 1—22 |
| (一) 真菌的繁殖方式   | 1—22 |
| (二) 真菌的菌落     | 1—26 |
| 三、真菌的生活史      | 1—26 |
| 四、几种常见的真菌     | 1—27 |
| 第四节 病毒        | 1—35 |
| 一、病毒的形态和构造    | 1—35 |
| 二、病毒的繁殖       | 1—36 |
| 三、常见的病毒       | 1—38 |

# 系目学种主

## 第五节 其它微生物 1-41

- (一) 藻类 1-41
- (二) 粘菌 — 1-46
- (三) 原生动物 1-46
- (四) 立克次氏体 1-47
- (五) 荚膜质体 1-47
- (六) 类病毒 1-48

## 第二章 微生物的生理 2-1

### 第一节 微生物细胞的化学成分和物理性质 2-1

- 一、微生物细胞的化学成分 2-1
  - (一) 水分 2-2
  - (二) 矿物质元素 2-2
  - (三) 有机化合物 2-2
- 二、微生物细胞的物理性质 2-5
  - (一) 微生物细胞的带电现象 2-5
  - (二) 细胞在液体中的布朗运动 2-6
  - (三) 微生物细胞的表面积 2-7
  - (四) 微生物细胞的渗透压 2-7

### 第二节 微生物的营养 2-8

- 一、微生物的营养需要和营养类型 2-8
  - (一) 对于水的需要 2-8
  - (二) 矿物质元素的功用 2-9
  - (三) 碳源 2-10
    - 1. 自养型(无机营养型)微生物 2-10
    - 2. 异养型(有机营养型)微生物 2-11
  - (四) 氮源 2-13
  - (五) 生长因素 2-14
- 二、微生物对营养物质的吸收 2-15
- 三、培养基 2-17
  - (一) 培养基的类型 2-17
  - (二) 配制培养基的原则 2-19

### 第三节 微生物的酶 2-21

- 一、微生物酶的作用与酶的性质 2-21
  - (一) 微生物酶的作用 2-21
  - (二) 微生物酶的性质 2-22

# 微生物学目录

- 3 -

|                      |      |
|----------------------|------|
| 二. 微生物酶的生成、分布及组成     | 2-24 |
| (一) 微生物酶的生成          | 2-24 |
| (二) 微生物酶在细胞中的分布      | 2-25 |
| (三) 微生物酶的组成          | 2-25 |
| 三. 微生物酶的分类           | 2-26 |
| 四. 酶的作用机制及影响酶反应速度的因素 | 2-29 |
| (一) 酶的作用机制           | 2-29 |
| (二) 影响酶反应速度的因素       | 2-30 |
| 五. 微生物酶的应用           | 2-32 |
| 第四节 微生物的代谢作用         | 2-32 |
| 一. 微生物代谢作用的概念        | 2-32 |
| 二. 能量代谢              | 2-33 |
| (一) 微生物能量的来源         | 2-33 |
| (二) 能量的转化            | 2-34 |
| 1. 微生物呼吸作用的概念        | 2-34 |
| 2. 微生物呼吸作用的类型        | 2-35 |
| (1). 厌气性微生物          | 2-35 |
| (2). 好气性微生物          | 2-36 |
| (3). 兼厌气性微生物         | 2-38 |
| 3. 呼吸作用过程中能量的转化      | 2-40 |
| 4. 呼吸作用的一般化学过程       | 2-40 |
| (1) 有氧分解(有氧呼吸)       | 2-41 |
| I. 酵解途径和三羧酸循环        | 2-41 |
| II. 单胺酸己糖途径(HMP途径)   | 2-44 |
| (2) 无氧分解(无氧呼吸或发酵作用)  | 2-45 |
| I. 酒精发酵              | 2-46 |
| II. 乳酸发酵             | 2-46 |
| III. 丁酸发酵            | 2-46 |
| 三. 物质代谢              | 2-48 |
| (一) 微生物物质代谢作用的特点     | 2-48 |
| 1. 微生物代谢类型的多样性       | 2-48 |
| 2. 微生物代谢类型的可塑性大      | 2-49 |
| 3. 微生物代谢作用的能力强       | 2-49 |
| (二) 几种主要物质的代谢作用      | 2-50 |
| 1. 碳水化合物代谢           | 2-50 |



|                      |      |
|----------------------|------|
| (2) 无机化合物            | 3-26 |
| (3) 染色剂              | 3-28 |
| (4) 无机酸和碱类           | 3-28 |
| ✓ 生物因素与微生物的关系        | 3-30 |
| (一) 互生关系             | 3-30 |
| (二) 共生关系             | 3-31 |
| (三) 拮抗关系             | 3-32 |
| (四) 寄生关系             | 3-34 |
| 第四章 微生物的遗传变异与菌种选育    | 4-1  |
| 第一节 微生物的遗传性及其变异性     | 4-1  |
| 一. 遗传变异的一般概念         | 4-1  |
| 二. 微生物遗传变异的特点        | 4-2  |
| 三. 微生物遗传变异的物质基础      | 4-2  |
| 四. 微生物变异的现象          | 4-3  |
| 第二节 微生物的菌种选育         | 4-4  |
| 一. 菌种选育的意义           | 4-4  |
| 二. 微生物菌种选育的途径        | 4-5  |
| 1. 从自然界筛选            | 4-5  |
| 2. 从生产中培育            | 4-5  |
| 3. 诱变育种              | 4-5  |
| 4. 杂交育种              | 4-5  |
| 三. 从自然界选育菌种的一般步骤和方法  | 4-6  |
| 四. 诱变育种的原理和方法        | 4-9  |
| (一) 诱变因素的剂量的选择       | 4-11 |
| (二) 诱变育种的一般程序        | 4-13 |
| (三) 诱变的操作方法和技术       | 4-15 |
| 1. 出发菌种的选择及菌悬液的制备    | 4-15 |
| 2. 几种诱变因素的处理方法       | 4-16 |
| 3. 变异菌株的筛选           | 4-23 |
| (1) 形态、色素、酶活性和拮抗性的筛选 | 4-23 |
| (2) 营养缺陷型的筛选         | 4-23 |
| (3) 高产变异菌株的筛选        | 4-25 |
| 第三节 微生物菌种衰退、复壮和保藏    | 4-26 |
| 一. 微生物菌种衰退的现象        | 4-26 |
| 二. 微生物菌种复壮的方法        | 4-27 |

|                     |      |
|---------------------|------|
| 三 微生物菌种保藏的方法        | 4-30 |
| 第五章 微生物的分类和鉴定       | 5-1  |
| 第一节 微生物在生物界系统发育中的地位 | 5-1  |
| 第二节 种的概念和分类的基本知识    | 5-2  |
| 一 种的概念              | 5-2  |
| 二 分类的基本知识           | 5-2  |
| 第三节 细菌和放线菌的分类鉴定     | 5-3  |
| 一 细菌和放线菌的分类         | 5-3  |
| 二 细菌的鉴别特征           | 5-12 |
| 三 细菌的鉴定方法           | 5-14 |
| 四 放线菌的鉴别特征和鉴定方法     | 5-15 |
| 第四节 真菌的分类和鉴定        | 5-16 |
| 一 真菌的分类             | 5-17 |
| 二 酵母菌的鉴别特征和鉴定方法     | 5-23 |
| 三 霉菌的鉴别特征和鉴定方法      | 5-24 |
| 第六章 土壤中的微生物活动过程     | 6-1  |
| 第一节 微生物在土壤中的分布和作用   | 6-1  |
| 一 微生物在土壤中的分布        | 6-2  |
| 二 土壤微生物区系及其组成       | 6-3  |
| 第二节 微生物对含碳物质的转化     | 6-7  |
| 一 己糖的分解             | 6-8  |
| (一) 酵母菌发酵糖类生成酒精     | 6-9  |
| (二) 乳酸细菌发酵糖类生成乳酸    | 6-11 |
| (三) 丁酸发酵            | 6-13 |
| 二 戊糖和糖醇的分解          | 6-14 |
| 三 醋酸发酵              | 6-15 |
| 四 半纤维素和果胶物质的分解      | 6-16 |
| 五 纤维素的分解            | 6-18 |
| 六 其它含碳有机物的分解        | 6-22 |
| (一) 脂类物质的分解         | 6-22 |
| (二) 芳香族化合物的分解       | 6-23 |
| (三) 烃类物质的分解         | 6-23 |
| 第三节 微生物对氮素物质的转化     | 6-24 |
| 一 微生物对氮素物质转化的一般途径   | 6-24 |

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| 二、 氨化作用 .....                       | 6—26 |
| (一) 非蛋白质含氮有机物的氨化作用 .....            | 6—26 |
| (二) 蛋白质的氨化作用 .....                  | 6—29 |
| 三、 硝化作用 .....                       | 6—32 |
| 四、 反硝化作用 .....                      | 6—33 |
| 五、 固氮作用 .....                       | 6—35 |
| (一) 好气性固氮细菌 .....                   | 6—38 |
| (二) 厌气性固氮梭菌 .....                   | 6—42 |
| (三) 固氮蓝藻 .....                      | 6—43 |
| (四) 其它共生固氮微生物 .....                 | 6—44 |
| (五) 影响共生固氮微生物固氮作用的因素 .....          | 6—45 |
| (六) 固氮的生物化学过程 .....                 | 6—49 |
| (七) 共生固氮微生物在农业生产上的应用 .....          | 6—50 |
| (八) 根瘤菌及其和豆科植物的共生关系 .....           | 6—52 |
| (九) 其它共生固氮作用 .....                  | 6—61 |
| 第四节 微生物对矿物质的转化 .....                | 6—63 |
| 一、 微生物对磷的转化 .....                   | 6—63 |
| 二、 微生物对硫的转化 .....                   | 6—65 |
| 三、 微生物对钾的转化 .....                   | 6—68 |
| 四、 微生物对铁的转化 .....                   | 6—68 |
| 第七章 微生物与土壤肥力 .....                  | 7—1  |
| 第一节 微生物在土壤有机质分解和腐殖质形成中的作用 .....     |      |
| 一、 土壤中有机质转化的方向 .....                | 7—1  |
| 二、 有机物质的无机质化 .....                  | 7—2  |
| (一) 有机物质的无机质化过程 .....               | 7—2  |
| (二) 有机质无机质化过程中微生物群的变化 .....         | 7—4  |
| (三) 有机物质中碳氮含量比例对于无机质化的影响 .....      |      |
| 三、 有机质的腐殖质化 .....                   | 7—8  |
| 四、 土壤中有有机质的无机质化和腐殖质化的强度 .....       | 7—9  |
| 五、 有机肥料的腐熟 .....                    | 7—11 |
| (一) 堆肥 .....                        | 7—11 |
| (二) 厩肥 .....                        | 7—13 |
| (三) 沤肥 .....                        | 7—13 |
| 六、 沼气发酵及其利用 .....                   | 7—13 |
| 第二节 微生物和高等植物的关系以及土壤中微生物学过程的调节 ..... | 7—15 |