

第一章 绪论

一、简答题

1. 何谓微生物？微生物主要包括哪些类群？

微生物是一切肉眼看不见或者看不清楚的微小生物的总称。

微生物包括非细胞型微生物和细胞型微生物（原核微生物和真核微生物）

非细胞型微生物有病毒和亚病毒

细胞型微生物分为原核微生物和真核微生物

原核微生物有 细菌、放线菌、蓝细菌、古生菌

真核微生物有 真菌、原生动物、微型藻类

2. 微生物的五大共性是什么？

体积小，面积大

吸收多，转化快

生长旺盛，繁殖快

适应强，宜变异

分布广，种类多

第二章 微生物的分类

一、名词解释

1. 菌株：同种微生物中不同来源的个体的总称。菌株又称品系，表示任何由一个独立分离的单细胞(即单个病毒粒子)繁殖而成的纯种群体及其后代。因此，一种微生物的每一个不同来源的纯培养物均可称为该菌种的一个菌株。

2. 纯培养：从一个细胞或一群相同的细胞经过培养繁殖而得到的后代，称纯培养。

二、简答题

1. 何谓细菌分类的双名法？

学名=属名+种名+（首次定名人）+现名定名人+现名定名年份

属名和种名斜体、必要， 后面正体，可省略。

第三章 原核微生物

一、简答题

1. 细菌的基本结构和特殊结构各有哪些？

细菌的基本结构：细胞壁、细胞膜、细胞质、核区

细菌的特殊结构：鞭毛、荚膜、芽孢、气泡

2. 简述革兰氏染色与细菌细胞壁的关系。

在革兰氏染色中，经过结晶紫初染和碘液媒染，细菌内形成深紫色的“结晶紫-碘”复合物。对于革兰氏阴性细菌，这种复合物可用乙醇从细胞浸出，而对革兰氏阳性细菌，则不易浸出。究其原因，主要是革兰氏阳性细菌的细胞壁较厚，肽聚糖含量高，脂质含量低，网咯紧密，用乙醇脱色时，引起细胞壁肽聚糖层脱水，网状结构的孔径缩小以至关闭，从而阻止“结晶紫-碘”复合物外逸，保留初染的深紫色；革兰氏阴性细菌细胞壁的肽聚糖层较薄，肽聚糖含量较少，脂质含量较高，用乙醇脱色时，脂质溶解，细胞壁通透性增大，“结晶紫-

碘”复合物被提取至细胞外而使菌体变成无色；用番红复染后，革兰氏阴性细菌被染成红色，而革兰氏阳性细菌保持深紫色（结晶紫着色能力强于番红）。

3. 简述放线菌菌丝的形态特征和固体培养基上的菌落特征。

放线菌的细胞一般呈分支丝状

1、基内菌丝（又称基质菌丝，营养菌丝）：生长在培养基内，主要功能是从培养基中吸收营养物质。

2、气生菌丝（又称二级菌丝）：是从基内菌丝上长出培养基外，伸向空间的菌丝。

3、孢子丝：放线菌生长至一定阶段，在气生菌丝上分化出产生孢子的菌丝。

（ps:孢子丝生长到一定阶段断裂为孢子，成为分生孢子）

在固体培养基上，放线菌菌落常具有土腥味；用光学显微镜观察，菌落周围有放射丝状菌丝。

干燥，不透明，表面呈紧密的丝绒状有一层色彩鲜艳的干粉。菌落和培养基连接紧密，难挑取，菌落正反颜色不一样，菌落边缘常呈放射状。

第四章 真菌

一、简答题

1. 简述真菌的无性繁殖以及无性孢子的类型。

真菌的无性繁殖类型：a.由菌丝体断裂片段产生新个体（大多数真菌能进行这种繁殖方式）

b.由营养细胞分裂产生新个体

c.芽殖，母细胞出“芽”，每个“芽”成为一个新个体

d.产生无性孢子，每个孢子萌发为一个新个体

真菌无性生殖孢子：a.节孢子

b.厚垣孢子

c.孢囊孢子

d.分生孢子

2. 简述真菌的有性繁殖以及有性孢子的类型。

真菌的有性生殖过程包括三个阶段：

a.质配。两个细胞原生质彼此结合

b.核配。两个细胞的细胞核相互融合

c.减数分裂。双核细胞进行减数分裂，使染色体由二倍体转变为单倍体，产生具有特定形态的有性孢子

有性孢子类型

a.卵孢子。卵菌的有性孢子为卵孢子

b.接合孢子。接合菌的有性孢子为接合孢子

c.子囊孢子。子囊菌的有性孢子为子囊孢子

d.担孢子。担子菌的有性孢子为担孢子

3. 简述真菌菌落的特点。

与细菌菌落相似，但较大且厚；菌落圆形，表面光滑、湿润和粘稠，很易挑起；多数呈乳白色，少数为红色，个别为黑的；菌落还有酒香味。

第五章 病毒

一、简答题

1. 简述病毒的结构。

病毒的基本结构：核衣壳（基本构造）：核酸（DNA 或 RNA）、壳体（衣壳）：壳粒蛋白组成

包膜、刺突（非基本构造）：类脂或脂蛋白构成

2. 什么叫温和噬菌体？简述溶源性细菌的特征。

定义：凡吸附并侵入细胞后，噬菌体的 DNA 只整合在宿主的核酸染色体组上，并长期随宿主 DNA 的复制而进行复制，一般不进行增殖和引起宿主细胞裂解的噬菌体，称温和噬菌体或溶源噬菌体。

前噬菌体：指整合在宿主的核酸染色体组上的噬菌体。

溶源菌：指核染色体上含前噬菌体并能正常生长繁殖而不被裂解的细菌，也称溶源性细菌，即含有温和噬菌体的寄主细胞。

2) 特点：①自发裂解

②诱导裂解

③免疫性

④复愈

⑤溶源转变

⑥遗传稳定性

（烈性噬菌体：凡在短时间内连续完成五个阶段（吸附、侵入、增殖、装配、释放）而实现其繁殖的噬菌体；反之则称为温和噬菌体。）

3. 简述一步生长曲线的特征。

一步生长曲线：定量描述烈性噬菌体生长规律的实验曲线。

生长规律：

（1）潜伏期

（2）裂解期

（3）平稳期

裂解量

=每个被感染细菌释放的噬菌体颗粒的平均数目

=平稳期平均噬菌斑数/潜伏期平均噬菌斑数

4. 亚病毒可分为哪三个类群？各有什么特点？

类病毒：只含 RNA 一种成分，专性细胞内寄生的分子生物。

特点：

拟病毒：是一类包裹在植物病毒粒子中的类病毒。

朊病毒：一类能侵染动物并在宿主细胞内复制的小分子无免疫性的疏水蛋白质。

卫星病毒：

指依赖于与其共同侵染寄主细胞的辅助病毒进行繁殖

的核酸分子，其核酸序列与辅助病毒基因组没有明显的同源性。卫星的核酸分子如含有编码外壳蛋白的遗传信息，并能包裹成形态学和血清学与辅助病毒不同的颗粒，则称卫星病毒(Satellite virus)。

卫星 RNA:

如本身没有编码外壳蛋白的遗传信息，而是装配于辅助病毒的外壳蛋白中，则称谓卫星 RNA(Satellite RNA)。

第六章 微生物的营养与代谢

1. 简述微生物的四种基本营养类型。

- a.光能无机营养型（光能自养）：主要类群：藻类、紫硫细菌、绿硫细菌、蓝细菌等。
- b.光能有机营养型（光能异养）：主要类群：紫色无硫细菌、红螺菌
- c.化能无机营养型（化能自养）：主要类群：硫氧化细菌、硝化细菌、氢细菌、铁细菌
- d.化能有机营养型（化能异养）：主要类群：原生生物、真菌、大多数非光合作用的细菌

营养类型	能源	氢供体	碳源	实例
光能无机 (光能自养)	光	无机物	CO_2 、 CO_3^{2-}	蓝细菌，紫硫细菌 绿硫细菌，藻类
光能有机 (光能异养)	光	有机物	有机物， CO_2 、 CO_3^{2-}	紫色无硫细菌、红 螺菌科的细菌
化能无机 (化能自养)	无机物， NH_4^+ 、 NO_2^- 、 S H_2S 、 H_2 、 Fe^{2+}	无机物	CO_2 、 CO_3^{2-}	硫氧化细菌、硝化 细菌、氢细菌、铁 细菌、硫磺细菌
化能有机 (化能异养)	有机物	有机物	有机物	绝大多数细菌和 全部真核微生物

2. 简述微生物摄取营养物质的四种基本方式。

1、简单扩散（Simple diffusion）

- 1、定义：又称被动扩散，是指在浓度梯度的作用下，营养物质扩散进入细胞的过程。
- 2、特点：
 - (1) 细胞内外浓度梯度为动力，从高到低
 - (2) 不需能量和载体
 - (3) 小分子，非电离分子能通过

2、促进扩散

- 1、定义：借助于细胞膜上一些特异性载体蛋白，从浓度高的一侧透过膜向浓度低的一侧扩散。
- 2、特点：
 - (1) 物质浓度梯度为动力

(2) 无需能量，需膜载体（特异性载体蛋白）

3、主动运输

1、定义：指在代谢能的驱动下，通过通透酶作用，营养物质逆浓度梯度运输进入细胞的过程

2、特点：

(1) 逆浓度梯度

(2) 需能量与膜载体

(3) 运输有机（无机）离子，糖类（乳糖，葡萄糖等），氨基酸和有机酸等。

4、基因转位

1、定义：既需特异性载体蛋白，又耗能的运输方式，但溶质在运输前发生分子结构的变化。

2、特点：

(1) 逆浓度梯度

(2) 需能量与载体

(3) 被运输物质受化学修饰

3. 何谓培养基？简述配制培养基的原则和培养基的种类。

培养基是由人工配制供微生物生长繁殖或积累代谢产物所用的营养基质。

（常用的培养基

细菌——牛肉膏蛋白胨培养基

放线菌——高氏一号培养基

酵母菌——麦芽汁培养基

霉菌——查氏培养基

细菌、放线菌， pH7—8

酵母、霉菌， pH4.5—6 ）

配制培养基的原则：

1)、根据营养类型，配制培养基

2)、根据营养需要，配制培养基

3)、根据环境要求，调控培养基理化条件

4)、根据经济原则，选用廉价的培养基原料

5)、根据无菌要求，进行培养基灭菌操作

培养基的种类：

按组分划分：天然培养基（如牛肉膏蛋白胨培养基）

合成培养基（如高氏1号培养基）

按物理状态划分：液体培养基、固体培养基、半固体培养基

按用途划分：基础培养基、富集培养基、鉴别培养基、选择培养基

种子培养基、发酵培养基

4. 试比较呼吸、厌氧呼吸和发酵的特点。

呼吸的特点：以氧分子为最终受体，有机物氧化彻底，能量（有效电子）释放完全

厌氧呼吸的特点：没有氧分子参加反应，电子和质子的最终受体为无机氧化物（硝酸根、硫酸根或碳酸根）等外源电子受体；有机物氧化彻底；但释放的能量低于有氧呼吸

发酵的特点：不需氧分子，有机物氧化不彻底，能量（有效电子）释放不完全

第七章 微生物的生长繁殖与遗传变异

一、简答题

1. 什么叫细菌生长曲线？可分为哪几个生长阶段？各有什么特点？

在分批培养中，将少量细菌接种到一定溶剂的新鲜液体培养基中，于适宜条件下培养，细菌会生长繁殖。以培养时间为横坐标，以细菌数量的对数为纵坐标作图，可绘制得细菌生长曲线。

该曲线可区分为：

a、延滞生长期：菌体细胞物质增加，细胞体积增大，代谢机能活化，诱导酶、辅酶以及其他产物大量合成，核糖体合成加快，RNA 含量升高。**但在这个阶段，细菌数量几乎没有增加。**该期长短与菌种的遗传特性、菌龄、接种量，以及接种前后环境变化大小有关。（缩短延滞生长期的措施：采用适当菌龄的菌种，选用接近种子培养基的发酵培养基等。）

b、对数生长期：经过延滞生长期，细胞分裂速率加快，个体数目以几何级数增长（2 的 n 次方），分裂 n 次后，细胞数目达到 2^n 个。**这个时期细菌个体高速增殖，代时最短；活性强，代谢旺盛；菌体大小、个体形态、化学组成和生理特征等相对一致。**

c、稳定生长期：经过对数生长期，培养基中养分消耗很大，限制性养分耗尽；由于细菌的选择性利用，养分比例失调；酸、醇、毒素等代谢产物积累，致使生长条件恶化，细菌繁殖速率逐渐下降，死亡速率上升。当繁殖速率与死亡速率基本持平时，培养基中活菌数保持相对稳定。**在这个阶段，细菌个体数目达到最高；细菌活性下降，细胞内开始积累内含物，如肝糖粒、脂肪粒、PHB 等；芽孢细菌形成芽孢。**

d、衰亡生长期：在稳定生长期后，由于养分缺乏，代谢产物积累，细菌增殖逐渐停止，活菌数不断减少。在某一时段，活菌数成几何级数下降，称之为“死亡对数期”。**衰亡生长期的细菌会出现畸形或多形态，细胞内产生液泡和空泡，甚至细胞自溶而消亡。**

2. 什么叫恒浊连续培养和恒化连续培养？

恒浊连续培养：

概念：在恒浊器内，调节培养基流速，使细菌培养液浊度保持恒定的连续培养方法。

恒化连续培养：

概念：以恒定流速使营养物质浓度恒定而保持细菌生长速率恒定的方法。

3. 简述基因突变的类型和机制。

类型：根据突变株所表现的特征不同分为：表型突变型、生化突变型、致死突变型、条件致死突变型、其他突变型

表型突变型：发生细胞形态变化或引起菌落形态改变的突变型

生化突变型：指代谢途径发生变化但没有明显形态变化的突变型（营养缺陷型、抗性突变型、抗原突变型）

致死突变型：指由于基因突变而造成个体死亡的突变型

条件致死突变型：在某一条件下，基因突变具有致死效应，而在另一条件下，基因突变没有致死效应的突变型。

机制：自发突变：在没有人为作用的情况下微生物发生的突变

a、背景辐射和环境因素诱变

b、微生物自身有害代谢物的诱变

c、环出效应（环状突出效应）

d、互变异构效应

诱发突变：在人为诱变剂的作用下微生物所发生的突变

诱变剂：凡能提高突变率的任何理化因子

诱变剂的作用机制：a、引起碱基对的置换突变

b、移码突变

4. 简述原核微生物的基因重组方式。

- 1)、转化：受体菌直接吸收来自供体菌的游离 DNA 片段，并整合到自己的基因组中，从而获得供体菌的部分遗传性状的过程。
- 2)、转导：通过温和噬菌体的介导，将供体 DNA 片段带入受体菌中，从而使受体菌获得供体菌的部分遗传性状的过程。
- 3)、接合：通过两个完整的菌体细胞直接接触，将供体菌 DNA 片段（包括质粒）带入受体菌中，从而使受体菌获得供体的部分遗传性状的过程。
- 4)、原生质体融合：使遗传性状不同的两个细胞原生质体发生融合，并发生遗传重组以产生融合子的过程

第八章 微生物的生态

一、简答题

1. 根据微生物与氧气的关系，可将微生物分为几种类型？

a、好氧菌 b、微好氧菌 c、耐氧菌 d、厌氧菌 e、兼性厌氧菌

2. 为什么厌氧菌对氧气敏感？

厌氧菌没有呼吸链，依靠发酵、厌氧呼吸、或光合磷酸化产能。不能解除氧毒，对氧气敏感。短时接触空气，生长便受抑制，甚至致死。

3. 简述种群间微生物的相互作用。

中立：指两个或两个以上的微生物种群同处于某一生境时不发生相互影响的现象。空间上的分离（低种群密度）或时间上的间隔（不同时进行代谢活动）都能促成或保持两个种群的中立。

协作：指一种微生物的生活（主要是代谢产物）创造或改善了另一种微生物的生活条件的现象。这种协作获益者是单方的，即栖生；也可以是双方的，即互生。

互生：两种单独分开生活的微生物共同生活时，可互为对方创造良好的生活条件，或一种微生物生命活动（代谢产物）改善另一微生物的生活条件。

共生：两种微生物共同生活时互相依赖彼此获益，一种类型脱离另一种类型就不能独立生活。（PPT 版）

互利共生：

是两者从结合中都有利。

偏利共生：又称栖生

是一方有利，但对另一方无害。

（共生：是互生的发展。它指两种微生物专一地共同生活，在形态上形成了特殊的共生体，在生理上产生了一定的分工，相互依存，彼此获益的现象。在共生关系中，一种生物已经难以离开另一种生物而独立生存。PS：课本版）

寄生：指一种微生物生活于另一种微生物体内或者表面，从中取得养分进行生长，同时使后者遭受损害甚至死亡的现象。（若寄生物进入宿主体内，称为内寄生；若寄生物不进入宿主体内，称为外寄生）

拮抗：指一种微生物的生命活动，产生某种代谢产物、改变环境条件或以其他微生物为食，从而抑制或杀死其他微生物的现象。（可分为 偏生、竞争、捕食）
竞争：指微生物之间为争夺生活空间和营养物质而出现的一种对抗关系。
捕食：指一种较大的微生物直接捕捉。吞食另一种较小的微生物的现象。
偏生：指两个微生物种群共同生活时，甲方产生抑制条件（如产生抑制物质或改变生存环境），限制乙方生长的现象。

第九章 微生物与生物地球化学循环

一、简答题

1. 氮素循环包括哪几个环节？

- a、固氮微生物从空气中获得氮气，经过生物固氮作用将氮气转化为氨，再合成植物体成分，经过食物链传递，转化为动物体成分。
- b、动植物死后，体内含氮有机物被微生物分解而释放氨。
- c、氨可被硝化微生物氧化为亚硝酸盐和硝酸盐。
- d、硝酸盐等再被反硝化微生物还原为氮气而返回大气。
- e、氨和亚硝酸盐也可被厌氧氨氧化微生物转化为氮气而返回大气。

2. 什么叫生物固氮？有哪几种类型？

生物固氮是固氮微生物将氮气还原为氨的生物过程。

生物固氮类型有：

- 1)、自生固氮：独立生活时即能固氮的微生物的固氮过程，效率较低。
- 2)、联合固氮：固氮菌生长于植物根际，与植物联合，固氮效率提高。
- 3)、共生固氮：固氮菌与植物建立共生关系后，固氮效率进一步提高。

第十章 微生物对环境的污染与危害

一、简答题

1. 简述水体富营养化的形成原因、种群特点以及评价方法。

水体富营养化是指氮、磷等营养物质大量进入水体中，使藻类和浮游生物旺盛繁殖，从而破坏水体生态平衡的现象。湖泊、内海、港湾、河口等缓流水体易发生富营养化。

形成原因：

（一）水体富营养化的形成

内源性

外源性

（二）影响因素

- 1、营养物质：氮和磷是藻类生长的限制因子。
- 2、季节和水温：夏季高发
- 3、光照：充足的光照是藻类快速繁殖的必要条件。
- 4、PH：藻类生长的 pH 范围为 7.0~9.0，我国大多数湖泊 pH 均在 7.5~9.0，因而容易发生藻类的过度增殖。
- 5、其他生物：水体中没有拮抗性生物时，易导致藻类的过度繁殖。

种群特点：

在未被污染前，水体中微生物群落的特点是种类丰富，但每个种群的个体数目较少，即种类多，个数少。

水体被污染后，微生物群落种类减少，每个种群个体数目增加，即种类少，个数多。
评价方法：

- 1、光合作用强度/呼吸作用强度（P/R）
- 2、藻类生产潜力
2. 简述水体富营养化的危害与防治措施。

水体富营养化的危害：

- a、引发藻类猛长，影响水体景观和其他生物生活。
- b、耗尽溶解氧，造成水生生物死亡。
- c、产生毒素，引发中毒事件。
- d、产生气味化合物，使水体散发不良气味。
- e、妨碍给水处理，影响供水质量。

水体富营养化的防治：

预防：

- a、切断营养物质来源。
- b、控制藻类生长。

治理：

疏浚底泥，取出水草和藻类，引入低营养水稀释，施行人工曝气等。

第十一章 污染环境的微生物净化与修复

一、简答题

1. 何谓可生物降解性？简述评定有机污染物可生物降解性的三种方法。

可生物降解性：指在生物作用下大分子有机物转变成小分子化合物的性能。

可生物降解性的评定：

- 1)、按基质性质指标评定

BOD_5 是指有机污染物被微生物氧化分解所需要的氧量，它代表了污（废）水中能被微生物降解的那部分有机物的量。

COD 是指有机污染物被强化学氧化剂分解所需的氧量，它代表了污（废）水受还原性物质污染的程度。

BOD_5/COD 可以反映有机污染物的可生物降解性。

- 2)、按基质可生物氧化率评定

可生物氧化率 = $\frac{\text{基质被微生物完全氧化分解的需氧量}}{\text{基质彻底氧化时的理论需氧量}} \times 100\%$

- 3)、按基质呼吸线评定

基质生化呼吸线：指微生物分解基质的耗氧量随时间的变化曲线，也称基质耗氧线。

内源呼吸线：指在无外源基质的条件下，微生物内源呼吸的耗氧量随时间的变化曲线。

为了评价基质的可生物降解性，需将基质（生化）呼吸线与内源呼吸线进行比较。

若基质呼吸线位于内源呼吸线之上，说明该基质可被微生物降解。

若基质呼吸线与内源呼吸线几乎重叠，说明该基质不能被微生物降解。

若基质呼吸线位于内源呼吸线以下，说明该基质不仅不能被微生物降解，而且对微生物具有毒性，致使内源呼吸减弱。

2. 简述生物修复的技术要点。

添加营养物质

生物激活：通过添加营养物质来强化生物降解和生物转化的过程。

添加电子受体

电子受体：溶解氧、硝酸盐、硫酸盐、高价铁和有机物分解的中间产物。

添加共代谢基质

了解有机污染物的理化特性

了解污染现场和土壤的特性 （PS：下面部分来自课本上）

接种微生物

生物修复可以通过改善污染区域的理化条件，强化土著微生物降解活性来实现。

添加第一基质

许多有机污染物是通过工讲解途径分解的

使用有机溶剂或表面活性剂

污染物进入环境时间过长，可生物降解性越低，即污染物老化。污染物老化的原因并非是微生物活性受到抑制，也不是营养物质缺乏，而是在污染物与天然有机物结合后，或被土壤颗粒吸附后，传质受到限制。为了提高污染物的水溶性，加速污染物生物降解，可以添加适量的有机溶剂或表明活性剂。

其他措施

污染物的许多理化性质都会影响生物修复效果。

第十二章 废水生物处理的微生物学原理

一、简答题

1. 废水生物处理有哪些类型？

1). 好氧微生物处理：

活性污泥法

生物膜法

好氧塘法

2). 厌氧微生物处理

厌氧消化法

厌氧生物膜法

厌氧塘法

3)、利用特定微生物生理类群处理：光合菌

4)、利用自然生态系统处理：

土地处理系统净化法

5)、利用固定化微生物或酶处理

6)、利用工程菌处理

2. 简述活性污泥法处理废水的机理。

- 1)有机物的吸附与附聚
- 2)有机物的扩散传递
- 3)有机物的分解与生物体的合成
3. 生物膜的微生物学特征有哪些？
 - 1)种群多样性
 - 2)种群区域性
 - 3)食物链较长
 - 4)脱氮菌被固定
 - 5)生物量较大

4. 简述生物膜净化污水的原理。

生物膜法的原理是，生物膜首先吸附着水层有机物，由好氧层的好氧菌将其分解，再进入厌氧层进行厌氧分解，流动水层则将老化的生物膜冲掉以生长新的生物膜，如此往复以达到净化污水的目的。

5. 简述废水生物除磷的微生物学原理。

聚磷细菌的过度摄磷作用

聚磷细菌含有异染粒，形成 PHB（聚β羟丁酸）

第十三章 环境监测中的微生物学方法

一、简答题

1. 根据腐生细菌的数量及腐生细菌数与细菌总数的比值，水体可划分为哪几类？

根据腐生细菌数与细菌总数的比值，

水体划分为α-腐生带、β-腐生带和多-腐生带。

2. 简述发光细菌检测法和 Ames 试验法的原理。

1、发光细菌检测法的原理：发光细菌的发光强度是菌体健康状况下的一种反映。在正常情况下，这类细菌在对数生长期的发光能力很强。然而，在环境不良或存在有毒物质时，其发光能力减弱，衰减程度与毒物毒性及其浓度成一定的比例关系。通过灵敏的光电测定装置，检测发光细菌受毒物作用时的发光强度变化，可以评价待测物质毒性的大小。这种采用发光细菌检测污染物毒性的方法，称为发光细菌检测法。

2、Ames 试验法的原理：Ames 试验法是由美国 Ames 教授创建的一种致突变测定法。该方法利用了组氨酸营养缺陷性鼠伤寒沙门菌可发生回复突变的性能。在没有受到致死突变物质作用时，这些菌株不能在不含组氨酸的培养基上生长。受到致死突变物质作用后，它们通过基因突变而回复为野生型，可在不含组氨酸营养缺陷型鼠伤寒沙门氏菌之间的关系如下：

