



全国高等农业院校教材

农用抗生素和
微生物杀虫剂

● 周启 王道本 主编

● 微生物专业用

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

农用抗生素和微生物杀虫剂

周 启 王道本 主编

微生物专业用

中国农业出版社

(京)新登字060号

全国高等农业院校教材
农用抗生素和微生物杀虫剂

周 启 王道本 主编

* * *

责任编辑 张洪光

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 中国农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm16开本 16.25印张 368千字

1995年5月第1版 1995年5月北京第1次印刷

印数 1—1000册 定价 9.35元

ISBN 7-109-03287-6/S·2113

内 容 简 介

本教材分上下两篇，上篇是农用抗生素，共9章，包括抗生素的概述，抗生素产生菌的筛选、分类、育种，抗生素的一般性质，效价测定，工业生产、提取，以及主要农用抗生素的简介。下篇是微生物杀虫剂，共5章，包括昆虫病原微生物在害虫防治中的作用，病原细菌、病原真菌和昆虫病毒的利用，病原微生物的研究方法等。

本书是高等农业院校微生物专业的教材，可供植物保护专业师生，广大植保工作者以及有关科研人员参考。

主编 周 启（华中农业大学）

王道本（华中农业大学）

审稿 欧阳谅（江西农业大学）

前 言

农用抗生素和微生物杀虫剂是利用微生物的代谢产物和活菌体防治植物病虫害等为主的一类生物农药。它是一项新发展的农业科学技术。特别是近 20 多年来,我国农用抗生素和微生物杀虫剂的研究、生产和应用蓬勃发展,新品种、新技术不断涌现,从而向农业科学技术教育提出了一门新的课程——农用抗生素和微生物杀虫剂。

本教材是以华中农业大学微生物专业使用的《微生物农药》讲义为基础,由原编写者周启和王道本根据全国高等农业院校教材指导委员会对教材编写的要求和精神,参考国内外有关书籍和近期文献,并结合自己的教学经验,进行了修改和充实。全书分上、下两篇,上篇为农用抗生素,下篇为微生物杀虫剂,共 14 章。

学习这门课程的最终目的是研究如何开发和利用农用抗生素和微生物杀虫剂为农业现代化服务。因此,在学习内容方面将侧重以下四个方面:掌握农用抗生素和昆虫病原微生物的基础知识;寻找能够满足农业生产上应用要求的新农抗和新杀虫剂以及提高现有生产菌株效力的理论和方法;微生物发酵的生物学原理和生产的一般工艺;以及农用抗生素和微生物杀虫剂在农业生产上的应用。

本教材主要供高等农业院校微生物专业使用,农学类其它专业也可参考。根据不同要求,使用本教材时可斟酌取舍。

编写本教材时,农用抗生素部分由周启执笔,微生物杀虫剂部分由王道本执笔。全书由江西农业大学欧阳谅审定,他对书稿提出宝贵的修改意见,为本教材质量的提高起了重要作用。梁蓉芳、覃重军等同志担任了抄写、清稿和翻拍图片等工作。上列诸同志均为编写本教材的参与者。

教材内容如有错误或不妥之处,恳切希望读者提出批评意见。

主编人 周 启

王道本

1990 年 12 月

目 录

前言

上篇 农用抗生素

第一章 农用抗生素概述	1
第一节 农用抗生素及其发展历史	1
一、抗生素是怎样的物质	1
二、抗生素的分类	2
三、农用抗生素的发展历史	5
第二节 微生物之间的拮抗作用和抗菌素在植物保护中的应用	7
一、微生物之间的拮抗作用	7
二、抗菌素在植物保护中的应用	11
第三节 抗生素的来源及其在农业上的应用	13
一、抗生素的来源	13
二、抗生素在农业上的应用	15
第四节 抗生素事业发展的动向	19
第二章 农用抗生素的筛选和开发	21
第一节 抗生素产生菌的分离	21
一、土壤样本的采集	21
二、放线菌菌株的分离	22
三、链霉菌的分群	24
第二节 抗生素产生菌的筛选	24
一、杀菌抗生素的筛选	24
二、杀虫抗生素的筛选	28
第三节 抗生素的早期鉴别	28
一、抗菌活性的测定	29
二、抗生素某些理化性质的鉴别	29
第四节 抗生素的发酵、分离和纯化	33
第五节 效果评价	34
一、动物毒性试验	34
二、盆栽植株和田间现场试验	35
第三章 放线菌的分类和鉴定	36
第一节 放线菌的形态	36
一、菌丝体——基内菌丝体和气生菌丝体	36

二、孢子	37
三、繁殖方式	38
四、菌落	38
第二节 放线菌分类的单位和种的命名法	39
一、放线菌的分类单元	39
二、种的命名法	40
第三节 放线菌的分类地位和分类原则	41
一、放线菌的分类地位	41
二、放线菌目的分类原则	42
第四节 放线菌目的主要属	43
第五节 放线菌的鉴定方法	52
一、分类鉴定的依据	52
二、种的鉴定程序——以链霉菌为例	57
第四章 抗生素的一般性质	58
第一节 抗生素分子结构的多样性	58
第二节 抗生素的理化性质	60
一、溶解度	60
二、稳定性	61
第三节 抗生素的生物学性质	62
一、抗生素的选择作用	62
二、抗生素的抗菌作用强度	63
三、抗生素的抗菌作用性质和机理	65
四、抗生素的毒性	68
五、抗生素的生长刺激作用	69
第四节 抗生素作为植物保护剂的特性	69
一、药理学特性	69
二、联合应用的特性	71
三、防治作用的机理	71
第五节 使用抗生素防治植物病害可能引起的问题	72
一、耐药性菌株的出现	72
二、天然生物制约关系的破坏	74
第五章 抗生素效价的生物测定	76
第一节 抗生素效价生物测定的概述	76
一、抗生素效价生物测定的理论基础	76
二、抗生素效价测定的计量单位及其表示方法	77
三、微生物测定中的指示菌、标准品、样品以及它们之间的关系	78
第二节 抗生素效价生物测定的种类	80
一、稀释法	80

二、比浊法	82
三、扩散法	82
四、特殊测定法	83
第三节 管碟法测定效价的基本方法	83
一、一剂量法 (标准曲线法)	83
二、二剂量法 (放射图法)	86
三、三剂量法 [六点 (3·3) 法]	88
四、影响管碟法效价测定的一些因素	89
第六章 抗生素产生菌的育种和保藏	91
第一节 育种在抗生素工业生产中的作用	91
一、提高抗生素产量	91
二、改进抗生素的质量	92
三、改革工艺条件	93
四、产生新变种	93
第二节 抗生素产生菌的诱变育种	94
一、诱变育种的理论基础	94
二、诱变育种的一般程序及几个基本问题	94
三、诱变处理的方法	97
四、变异菌株的筛选	100
第三节 抗生素产生菌的杂交育种	104
一、微生物基因重组的形式	104
二、杂交育种在抗生素产生菌中的应用	106
第四节 抗生素产生菌育种的新动向	108
一、原生质体融合	108
二、基因工程	109
第五节 生产菌种的使用和保藏	110
一、控制生产菌种的传代次数	111
二、采用有效的菌种保藏方法	111
第七章 抗生素的发酵及其控制	113
第一节 抗生素发酵的性质和抗生素发酵生产的一般过程	113
一、抗生素发酵的性质	113
二、抗生素发酵生产的一般过程	114
第二节 生产菌种	116
第三节 抗生素发酵的培养基及其灭菌	117
一、抗生素产生菌对营养物质的要求	117
二、培养基的种类	119
三、发酵培养基的选择	121
四、发酵培养基的灭菌	121

第四节 抗生素的发酵条件及其控制	122
一、温度及其控制	122
二、pH 及其控制	123
三、通气和搅拌及其控制	124
四、泡沫及其控制	124
五、中间补料及其控制	125
第五节 抗生素发酵过程中的代谢控制	126
一、发酵过程中菌体形态变化的观察	126
二、发酵过程的中间分析项目	127
三、发酵终点的判断及异常发酵的处理	128
第六节 抗生素发酵杂菌污染的原因及污染的处理	129
一、染菌的主要原因	129
二、无菌检查与染菌处理	130
第八章 抗生素的化学提炼	132
第一节 发酵液的预处理和过滤	132
一、发酵液的预处理	132
二、发酵液的过滤	133
第二节 抗生素的提取	134
一、溶媒萃取法提取抗生素	134
二、吸附法提取抗生素	137
三、离子交换法提取抗生素	139
四、沉淀法提取抗生素	143
第三节 抗生素的精制	143
一、色谱法	144
二、分子筛去盐	145
三、脱色和去热原质	145
四、沉淀、结晶和重结晶	145
第九章 农业上应用的抗生素	147
第一节 作为杀菌剂的抗生素	147
一、抗真菌抗生素	147
二、抗细菌抗生素	157
第二节 作为杀虫剂的抗生素	158
第三节 作为除草剂的抗生素	160
第四节 作为畜、禽饲料添加剂的抗生素	161
一、泰乐菌素	161
二、莫能菌素	162
三、阿弗麦菌素	164

下篇 微生物杀虫剂

第十章 昆虫病原微生物在害虫防治中的作用	166
第一节 昆虫疾病的特点	166
一、症状和病征	166
二、病原微生物对昆虫的侵染	167
三、昆虫病原的寄主特异性	167
四、昆虫病原的稳定性	168
第二节 昆虫病原微生物的主要类群	168
一、昆虫和蜱螨病原体主要类群检索	168
二、原生动物	170
三、线虫	174
四、立克次体	176
第三节 昆虫疾病是一种天然存在的死亡因素	177
第四节 昆虫疾病与微生物防治	178
一、引进和应用昆虫致病微生物以长期抑止害虫	178
二、微生物杀虫剂	179
三、微生物药剂在害虫综合治理中的作用	179
第十一章 昆虫病原细菌的利用	181
第一节 昆虫病原细菌的主要类群	181
一、专性病原细菌	181
二、产芽孢病原细菌	184
三、兼性病原细菌	184
四、具潜能的病原细菌	185
第二节 苏云金芽孢杆菌类群	186
一、苏云金芽孢杆菌类的细菌学特性	186
二、苏云金芽孢杆菌类群的分类和鉴定	188
三、苏云金芽孢杆菌类的有效菌株	189
第三节 苏云金芽孢杆菌类群的致病机理	190
一、苏云金芽孢杆菌的毒素	190
二、苏云金芽孢杆菌毒素的致病机理	191
第四节 苏云金芽孢杆菌的生产	193
一、液体深层发酵	193
二、半固体发酵	194
三、生产中的问题	196
第五节 苏云金芽孢杆菌在害虫防治上的应用	197
一、苏云金芽孢杆菌类的杀虫范围和防治效果	197
二、苏云金芽孢杆菌类制剂的使用方法	198

三、影响菌效的因素	199
第十二章 昆虫病原真菌的利用	200
第一节 昆虫病原真菌的主要类群和特征	200
一、昆虫病原真菌主要类群概述	200
二、昆虫病原真菌主要属的生物学特性	202
第二节 昆虫病原真菌的侵染过程和毒素	210
一、侵染过程	210
二、昆虫病原真菌产生的毒素	211
第三节 真菌制剂的生产	212
一、白僵菌的半固体发酵生产	212
二、白僵菌的液体深层发酵生产	213
第四节 真菌制剂的应用	215
一、真菌制剂杀虫范围和效果	215
二、真菌制剂的应用方法	215
三、影响真菌制剂效果的因素	216
第十三章 昆虫病毒的利用	218
第一节 昆虫病毒的特性和分类地位	218
一、昆虫病毒的基本特性	218
二、昆虫病毒的分类学地位	219
第二节 重要昆虫病毒的概述	222
一、核型多角体病毒 (NPV)	223
二、颗粒体病毒 (GV)	225
三、质型多角体病毒 (CPV)	226
第三节 昆虫病毒制剂的生产	228
第四节 昆虫病毒在害虫防治上的应用	230
一、病毒制剂防治害虫的效果	230
二、影响病毒治虫效果的因素	232
第十四章 昆虫病原微生物的研究方法	234
第一节 昆虫病原微生物的分离	234
一、罹病昆虫的采集	234
二、病原微生物的分离	234
三、病原微生物的致病性试验	236
第二节 昆虫病原微生物的毒力和复壮	237
第三节 苏云金芽孢杆菌类的血清学鉴定方法	238
一、鞭毛抗原 (H 抗原) 的制备	239
二、抗体 (免疫血清) 的制备	239
三、凝集反应	240
四、交叉凝集和凝集吸收试验	241

五、鉴定举例	241
第四节 苏云金芽孢杆菌类抗噬菌体菌株的筛选方法	242
一、发酵液内噬菌体存在的验证	242
二、噬菌体原液的获得	243
三、抗噬菌体菌株的筛选——以青虫菌为例	243
四、发酵试验	244
第五节 微生物杀虫剂的生物测定	244
一、苏云金芽孢杆菌的生物测定	244
二、生物测定的步骤	244
三、微生物杀虫剂的标准化的	245
四、昆虫病毒杀虫剂的标准化的	247
主要参考文献	248

上篇 农用抗生素

第一章 农用抗生素概述

抗生素的发现是人们研究微生物拮抗关系的结果。目前,虽然已有人工化学合成的抗生素和从高等动植物组织中提取的抗生素,但是抗生素的最主要来源仍然是微生物。细菌、放线菌和真菌都能产生抗生素,其中尤以放线菌最为突出,它所产生的抗生素种类最多,实用价值也最大。随着抗生素事业的不断扩大,除了医疗用途外,抗生素在农业上的应用也获得迅速发展,特别是50年代以来,由于公共卫生和环境保护的要求,使高效、低毒、无残毒的农用抗生素,作为植物保护剂、饲料添加剂和食品防腐剂的要求量不断增长,受到世界各国的普遍重视,成为当代微生物农药研究工作中迅速发展的重要方面。

第一节 农用抗生素及其发展历史

一、抗生素是怎样的物质

抗生素(antibiotics)这个名词,在日常生活中早已为人们所熟知,它是青霉素、链霉素、土霉素、卡那霉素等一类化学物质的总称。它是由微生物生命活动过程中所产生的一类特殊的次级代谢产物。

微生物产生的次级代谢产物实际上是包括结构类型繁多、生理生化作用更为多样化的一些小分子化合物,如抗生素、色素、生物碱、毒素、生长因子、酶抑制剂等等。而抗生素则是其中具有特异性抗菌作用的一类次级代谢产物,即在有效浓度很低的情况下,通过生物化学的作用,能够选择性地抑制某些生物的生长和代谢活动,甚至杀死它们,而对产生菌本身则没有或很少有影响的一种化学物质。

早在1942年,美国学者Waksman曾给抗生素下过这样的定义:“抗生素是微生物在新陈代谢过程中产生的、具有抑制它种微生物生长或代谢作用的化学物质。”但是随着抗生素研究工作的进展和领域的日益扩大,上述抗生素的定义显然就很难确切地概括抗生素这个名词的含义了。所以,随着对抗生素认识逐步深化,人们对抗生素这个术语也曾一再做过补充和修改。但是,由于抗生素牵涉到很多学科领域,所以它的定义应该从各种角度来考虑。

关于农用抗生素,最初的含义主要是将抗生素用于抑制植物病原微生物作为杀菌剂的。但是,近年来也发现抗生素对农业害虫、畜禽的寄生虫、杂草等有极强的抑制和杀灭作用,从而使农用抗生素的概念也大大地扩大一步。因此,把由微生物生命活动过程中产生的对微生物、昆虫、螨类、线虫、寄生虫、植物等其它生物能在很低浓度下显示特异性药理作用的天然有机化合物通称为农用抗生素。

二、抗生素的分类

目前从自然界中发现真正具有独特结构的天然抗生素约有 6500 种以上, 其中约有 5000 种抗生素是由微生物产生的。随着新抗生素的不断出现, 迫切需要将抗生素进行分类, 便于研究。但是, 不同领域的科学家提出了不同的分类方法。如微生物学家习惯于按抗生素的来源分类; 医生需要按照多数重要的临床抗生素的作用进行分类; 药理学家则按作用机理分类; 生物化学家按生物合成途径分类; 而化学家则按抗生素的化学结构分类等等。当然, 这些分类方法各有其一定的优点和适用范围, 但有的方法也有明显的缺点。事实上要将现有这些抗生素作出各方面令人满意的分类是不容易的, 这里仅扼要介绍常用的主要抗生素的几种分类情况。

(一) 按抗生素的来源分类 在现有的抗生素中约有 80% 左右是由微生物产生的, 细菌、放线菌和真菌都能产生抗生素。

1. 细菌产生的抗生素 如多粘菌素 (Polymyxin)、枯草菌素 (Subtilin)、杆菌肽 (Bacitracin)、短杆菌肽 (Gramicidin) 等多肽类抗生素。

2. 真菌产生的抗生素 如青霉素 (Penicillin)、头孢霉素 (Cephalosporin) 和灰黄霉素 (Griseofulvin) 等。

3. 放线菌产生的抗生素 如链霉素 (Streptomycin)、卡那霉素 (Kanamycin)、新霉素 (Neomycin)、四环素 (Tetracycline)、土霉素 (Oxytetracycline)、庆大霉素 (Gentamicin) 等, 以及农用的灭瘟素 S (Blasticidin S)、春雷霉素 (Kasugamycin)、井冈霉素 (Validamycin)、多抗霉素 (Polyoxin)、四抗菌素 (Tetranactin)、阿弗麦菌素 (Avermectin)、莫能菌素 (Monensin)、泰乐菌素 (Tylosin) 等等。

4. 植物和动物产生的抗生素 如地衣和藻类植物产生的吴耳酸 (Vulpinic acid) 和小球藻素 (Chlorellin), 从高等植物中提取的大蒜素 (Allicin)、长春花碱、美登木素等。以及动物的心、肺、脾、肾和鱼中提出的鱼素 (Ekmolin) 等。

按照生物来源进行抗生素的分类比较简单, 对寻找新抗生素也有一定帮助。但应该注意的是, 某一种抗生素往往能由多种生物产生, 例如, 青霉素不仅可由真菌中的青霉属、曲霉属和头孢菌属的一些种产生, 而且还可以从链霉菌中获得。此外, 一种菌株也可以产生不同的抗生素, 例如灰色链霉菌既能产生链霉素, 又能产生放线菌酮。

(二) 按抗生素的作用分类 按抗生素的作用对象分类便于应用时参考。如医生需要按照临床抗生素的作用进行分类; 而农学家则要按农用抗生素的作用进行分类。例如:

1. 作为杀菌剂的抗生素

(1) 抗细菌病害抗生素, 如防治苹果火伤病、蔬菜软腐病、烟草野火病等有效的链霉素 (Streptomycin); 防治桃树细菌性穿孔病、柑桔溃疡病的农霉素-100 (Agrimycin-100); 防治水稻白叶枯病的灭孢素 (Cellocidin) 等。

(2) 抗真菌病害的抗生素, 如防治稻瘟病的灭瘟素 S (Blasticidin S)、春雷霉素 (Kasugamycin); 防治稻纹枯病有特效的井冈霉素 (Validamycin)、农抗 5102; 防治烟草赤星病的多抗霉素 (Polyoxin); 防治茶叶云纹病的放线菌酮 (Actidione) 等。

(3) 抗病毒病害的抗生素, 除了灭瘟素 S 和放线菌酮以外, 尚有一些能抑制植物病毒

增殖的抗生素,如月桂菌素(Laurusin)、比奥罗霉素(Bihoromycin)、阿博霉素(Aabomycin)等。

2. 作为杀虫剂的抗生素,如金链菌素(Aureothin)、杀粉蝶素(Piericidin)、四抗菌素(Tetranactin)、阿弗麦菌素(Avermectin)等。

3. 作为杀草剂的抗生素,如茴香霉素(Anisomycin)、丰加霉素(Toyocamycin)、杀草素(Herbicidin)、除草霉素(Herbimycin)、双丙胺磷(Bialaphos)等。

4. 作为动物饲料添加剂的抗生素,如土霉素、杆菌肽、莫能菌素(Monensin)、阿弗麦菌素(Avermectins)、泰洛菌素(Tylosin)等。

5. 作为食品保藏和防腐的抗生素,最常用的如金霉素(Chlorotetracycline)等。

6. 作为刺激植物生长的抗生素,如赤霉素(Gibberellin)等。

(三) 按抗生素的作用机理分类 按作用机理分类,对理论研究具有重要的意义。但缺点是,作用机理已经搞清楚的抗生素不多,而且一种抗生素可以有多种作用机理,不同种类的抗生素也可以有相同的作用机理等。

根据作用机理可将抗生素分为四类。

1. 抑制细胞壁合成的抗生素,如多氧霉素、井冈霉素、青霉素等。

2. 阻碍原生质膜功能的抗生素,如多粘菌素、杆菌肽等碱性多肽类抗生素和制霉菌素、两性霉素B等多烯类抗生素。

3. 抑制细胞蛋白质合成的抗生素,如链霉素、春雷霉素、灭瘟素S、氯霉素等。

4. 抑制核酸合成的抗生素,如灰黄霉素、利福霉素(Rifamycin)、丝裂霉素C(Mitomycin C)、博来霉素(Bleomycin)等。

(四) 按抗生素的化学结构分类 根据化学结构,能将一种抗生素和另一种抗生素清楚地区别开来。目前较详细的分类,可将抗生素分为32类(见第四章)。在常见的农用抗生素中,按其化学结构可概括为下列几类。

1. β -内酰胺类抗生素 在分子结构中主要含有 β -内酰胺环(A环)和四氢噻唑环(B环)所组成的母核(图1—1),称6-氨基青霉烷酸(简称6-APA)。这类抗生素包括有青霉素、头孢霉素以及它们的衍生物。

2. 氨基糖苷类抗生素 是在分子中含有氨基糖苷结构的H₂N---C(=NH)---NH₂一大类抗生素。它的化学结构都是以氨基环醇与氨基糖缩合成的糖苷,如链霉素的结构(图1—2)。所以,这类抗生素的实际名称应为氨基糖苷-氨基环醇类抗生素,但因氨基糖苷类抗

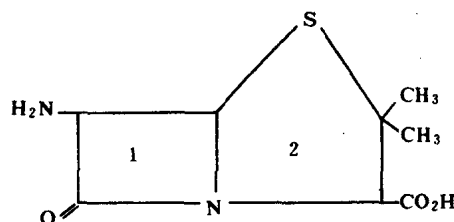


图1—1 青霉素母核

1. β -内酰胺环 2. 四氢噻唑环

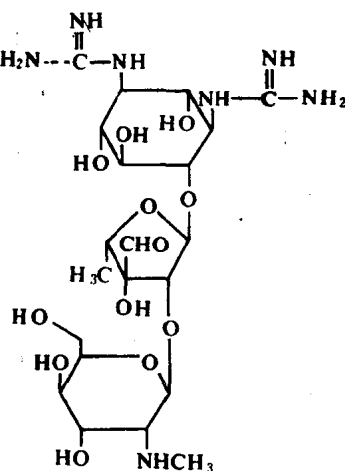


图1—2 链霉素的结构

生素这一名称沿用已久，故现仍用此名。这类抗生素中包括春雷霉素、井冈霉素、链霉素、双氢链霉素、新霉素、卡那霉素和庆大霉素等。

3. 四环类抗生素 在分子中的基本结构有一个四直联苯酰胺为母核（图 1—3）的一族抗生素，其中包括有四环素（I）、土霉素（II）和金霉素（III）等。

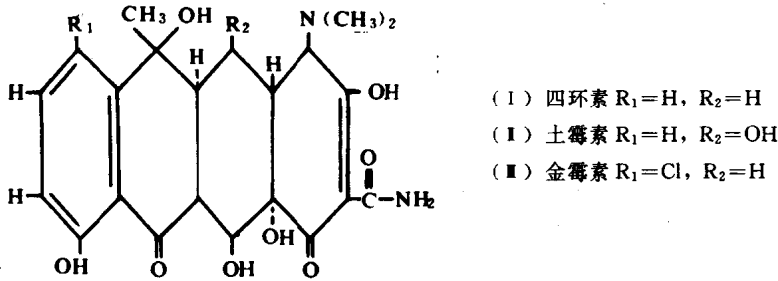


图 1—3 四环素类抗生素的结构式

此外，蒽环酮类（Anthracyclinone）抗生素的结构与此类似，也可归入此类，典型的有柔毛霉素（Daunomycin）、紫红霉素（Rhodomycin）等。

4. 大环内酯类抗生素 在分子结构中有一个环状内脂为母体，通过羟基，以苷键和 1—3 个分子的糖相联结的一类抗生物质。根据大环内酯结构的不同，这类抗生素又可分为二类，即多氧大环内酯和多烯大环内酯。

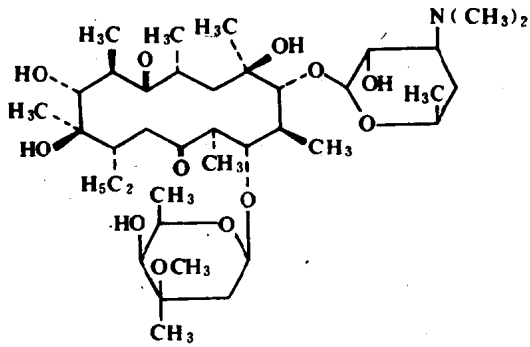


图 1—4 多氧大环内酯类抗生素（红霉素）的结构

(1) 多氧大环内酯类抗生素 按大环内酯环的组元数，又分为 12、14 和 16 元环三类。它们都是多功能团的分子，大部分都联结有二甲氨基糖，因而显示碱性（图 1—4）。有的不含二甲氨基糖，只含中性糖，因而显示中性。这类抗生素包括有杀螨素（Tetra-nactin）、红霉素（Erythromycin）、泰乐菌素（Tylosin）、阿弗麦菌素（Avermectin）等。

(2) 多烯大环内酯类抗生素 在它们的多元环内脂苷元中，含有 4—7 个不饱和双键（ $-CH=CH-$ ）（图 1—5）。按照所含不饱和双键的数目，可分为四烯、五烯、六烯、七烯等四类。这类抗生素包括有制霉菌素（Nystatin）、两性霉素 B（Amphotericin B）等。

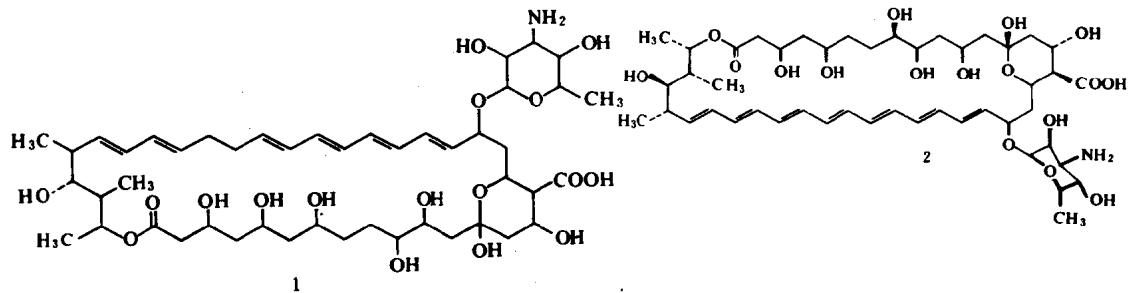


图 1—5 多烯大环内酯类抗生素的结构

1. 制霉菌素的结构 2. 两性霉素 B 的结构

此外, 蒽沙霉素 (Ansamycin) 虽然并不含有大环内脂, 但由于它们含有脂肪链桥, 其立体化学结构和大环内酯很相似, 故也可并入此类, 典型的有利福霉素类抗生素等。

5. 多肽类抗生素 在分子结构中含有多种不同氨基酸, 通过肽键 ($\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—N—}$) 将它们缩合成线状、环状或带侧链的环状多肽类化合物 (图 1—6)。这类抗生素分子量一般都较大, 结构也较复杂。其中较重要的有多粘菌素、杆菌肽、放线菌素 (Actinomycin)、硫肽菌素 (Thiopeptin) 和维及尼亚霉素 (Virginiamycin) 等。

6. 多醚类抗生素 它是近年来开发进展较快的抗生素类群之一。这类抗生素的共同特点是在分子结构的一端带有一个游离的羧基、C-甲基、C-乙基、一系列含氧的官能团 (包括醚基、羧基、羟基和羰基) 以及存在有半缩醛和螺缩醛。所以, 一个典型的多醚, 通常含有二个至六个六元环状醚环和相应的烯键或芳香的构成部分 (图 9—13)。畜用的莫能菌素、盐霉素 (Salinomycin) 都是属于这类抗生素。

7. 核苷类抗生素 它和其它天然的或合成的核苷化合物类似, 是以一个杂环的核碱基 (如嘌呤碱基、嘧啶碱基) 为配基, 以糖苷键与糖部分相结合而构成的 (图 9—3)。如灭瘟素 S、多氧霉素、庆丰霉素、丰加霉素等都属于这类抗生素。

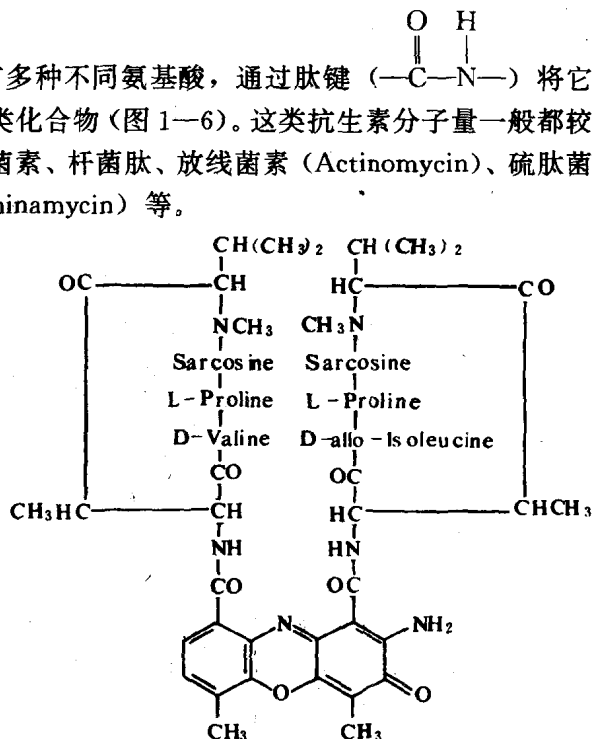


图 1—6 多肽类抗生素 (放线菌素 C) 的结构

三、农用抗生素的发展历史

抗生素发展的历史是人类长期以来对疾病、微生物及化学知识的了解, 精心观察, 比较总结发展起来的。可以说在抗生素发现以前, 我国劳动人民早在两千年前就知道利用豆腐上的霉治疗疮疖等疾病; 欧洲、南美、墨西哥等地的人民在几世纪以前也用发霉的面包、玉蜀黍、旧鞋等来治疗溃疡、肠感染和化脓创伤等疾病。随着细菌学的发展, 从 19 世纪 70 年代开始, 各国科学工作者相继发现微生物之间的拮抗现象, 并逐渐把它们用于防治植物病害的研究, 大约在本世纪 30 年代, 各国都研究木素木霉 (*Trichoderma lignorum*) 来防治植物的苗病和根病, 如美国用它防治柑桔根腐病; 日本用它防治烟草和魔芋白绢病; 苏联、美国等, 直到目前在病害防治上还在研究和利用木霉菌。由于拮抗微生物防治植物病害的研究, 为抗生素在农业上应用的研究奠定了基础。

随着青霉素、链霉素等抗生素的发现, 并在医学上取得卓越的疗效而开始实用化之后, 利用医用抗生素作为农药的研究也就开始盛行起来。最初试验利用青霉素作为农药, 但由于它的不稳定性而未能实际应用。在美国首先用链霉素或链霉素与土霉素合用 (商品名称叫“农霉素”) 来防治苹果、梨的灼伤病 (*Erwinia amylovora*) 有很好的效果; 我国用以处