

全国第三次
抗菌素学术会议论文集

第四册

抗菌素在农牧业上的应用

童村 张为申 主编

科学出版社

585085

全国第三次 抗菌素学术会议论文集

第四册

抗菌素在农牧业上的应用

童 村 张为申 主编

科学出版社

1965

內 容 簡 介

《抗菌素在农牧业上的应用》是《全国第三次抗菌素学术会议论文集》的第四册，收載最近三年来国内应用抗菌素防治作物病害、刺激畜禽生长、保藏食品等方面的研究論文，并有植物保护、畜牧、食品方面应用抗菌素的綜述。

本书包括应用抗菌素促进仔猪和育肥猪增重效果的观察、抗菌素飼喂畜禽的用量、抗菌素在兽医临床上的应用、农抗 101 (异放綫酮)防治小麦赤霉病、秆锈病及苹果树腐烂病等的防治效果和內吸性能强的抗菌素的篩选方法等方面的論文。

本书可供高等院校植物保护、畜牧、兽医、食品保藏等专业的教师、研究生、高年級学生和从事抗菌素研究、生产的技术人員参考。

全国第三次 抗菌素学术会议论文集

第 四 册

抗菌素在农牧业上的应用

童 村 张为申 主编

*

科学出版社出版

北京朝阳門内大街 117 号

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

上海新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

*

1965 年 12 月 第一版

开本：787×1092 1/16

1965 年 12 月第一次印刷

印张：8 1/2 插頁：6

印数：0001—2,550

字数：199,000

統一书号：13031·2155

本社书号：3283·13-9

定价：[科七] 1.50 元

《全国第三次抗菌素学术会议论文集》编辑委员会

主 编

童 村 张为申

编 辑 委 员

(以姓名笔划为序)

马 誉 豪	王 嶽	方 纲	张 为 申
张 昌 绍	陈 博 君	陈 肃 庆	吴 朝 仁
沈 其 益	罗 士 韦	阎 逊 初	童 村
鲍 竞 雄	蔡 润 生	戴 自 英	

前 言

中国药学会、国家科委抗菌素专业组联合于1964年9月2—10日在大連召开全国第三次抗菌素学术會議，大会收到論文和报告232篇。會議首先傳达了彭加木同志的先进事迹，使大家認識到如何使科学研究工作更好地为人民服务；自始至終貫徹了“百花齐放，百家爭鳴”的方針，通过論文宣讀和热烈討論，起了總結和檢閱1961年11月全国第二次抗菌素学术會議以来我国抗菌素事业的成績，交流并推广經驗，加强学科間协作和探討今后研究与生产方向等作用。會議决定編輯出版《全国第三次抗菌素学术會議論文集》，全书分《新抗菌素》、《抗菌素生产工艺》、《抗菌素在医学上的应用》和《抗菌素在农牧业上的应用》四册，分別收載有关的論文和报告。各册书末有編后記，記述大会四个专业組的討論內容，供未能参加这次大会的抗菌素及其有关专业的工作者参考。

最近三年来，我国新抗菌素篩选研究，已扩展至土壤微生物以外。化学合成各种側鏈，与6-氨基青霉烷酸縮合得到多种新青霉素，为新抗菌素的篩选工作在國內开辟了新領域。若干論文报告了体外对耐药金黄色葡萄球菌、結核杆菌、肿瘤和霉菌等敏感的各种新抗菌素，这些从我国土壤中找到新抗菌素有的已經投入生产，有的已具备作深入研究的条件，有的生物学性质研究較为深入，或經化学鉴定确証其与文献中的抗菌素相同。进一步开展对國內某些地区放綫菌类群分布調查、放綫菌分类、新抗菌素早期鉴别方法、抗病毒抗菌素篩选方法和抗菌素产生菌与抗菌素关系等方面的研究工作，为今后新抗菌素篩选的道路添筑了磚石。这些論文收編在第一册《新抗菌素》中。

十几种临床上常用的抗菌素，国外有的國內也有了。几年以前对耐青霉素、紅霉素的金黄色葡萄球菌感染，还缺乏十分有效的抗菌素，現在已有多种对耐药金黄色葡萄球菌有效的新青霉素。青霉素、鏈霉素、四环族抗菌素等几种主要抗菌素的发酵单位，三年来特別是最近一年以来，增长了一倍或一倍以上。这些成果足以說明我国抗菌素工业生产的技术水平；这些成果也足以說明党的方針政策的正确和三面紅旗的偉大。继1961年金霉素基因重組获得新变种后，进行了放綫菌种間基因重組、青霉素产生菌与灰黄霉素产生菌基因重組、 P^{32} 內照射等菌种选育方法研究。四环素产生菌发酵过程中續加葡萄糖获得显著增产效果的事实，还有助于研究金霉菌的生理生化。抗菌素化学提純方面的研究工作，对影响鏈霉素质量的緣由的闡明又前进了一步。这些

理论与生产实践密切联系的论文, 收载在第二册《抗菌素生产工艺》中。

第三册《抗菌素在医学上的应用》刊载的论文主要有金黄色葡萄球菌对抗菌素耐药性的分析, 各种新青霉素对耐药金黄色葡萄球菌感染的实验及临床治疗研究, 青霉素致敏机制的探讨, 青霉素皮肤试验的评价, 几种联合敏感试验方法的比较, 灰黄霉素治疗头癣方法的改进, 抗菌素治疗恶性肿瘤, 新生霉素临床应用和抗菌素药理学, 等等。有的论文为合理应用抗菌素提供依据; 有的探讨应用抗菌素的方法与给药途径, 获得提高药效、节约用药和减小副作用的效果; 有的报告抗菌素引起的药物热及其他副作用, 提出防止和治疗各种副作用的积极建议; 有的报道致病菌的生物学特性, 对一些抗菌素的应用作出新的估价。

第四册《抗菌素在农牧业上的应用》中, 应用抗菌素防治作物病害方面, 我国自制的农抗 101, 用于防治小麦秆锈病、赤霉病, 甘薯黑疤病, 茶树云纹叶枯病和其它作物病害, 有的已肯定效果, 有的为减轻药害正在研究施药方法。在强调植物内吸性能的基础上, 开展筛选植物内吸性强的抗菌素的方法探索, 同时获得了对小麦、洋麻种子和甘薯薯块具有内吸性能, 对小麦赤霉病、洋麻炭疽病和甘薯黑疤病具有一定防治效果的菌株。抗菌素促进家畜生长的研究中, 扩大并进一步肯定饲喂土霉素对猪的增重效果。此外, 还有抗菌素在兽医临床上的应用和应用抗菌素保藏鱼鲜等方面的论文。应当强调指出, 抗菌素在农牧食品业中有着非常广泛的用途, 值得深入研究和推广。

在全国第三次抗菌素学术会议上, 大家希望本书尽早出版。值此国内外大好形势的鼓舞下, 通过各方面的努力和协作, 终于在较短时间内与读者见面了。在编辑工作过程中, 限于编辑工作者的水平, 不免会有错误之处, 望读者指正。

童 村

一九六五年二月于上海

目 录

前言	(v)
抗菌素在植物保护上应用的現况及展望	尹莘耘 (1)
应用抗菌素飼养畜、禽	刘金旭 (5)
抗菌素在罐頭工业中的应用	蕭家捷、戴家焜 (13)
抗疫霉菌属抗菌素的篩选方法	臧向瑩 (18)
农用內吸抗菌素的寻找問題	尹莘耘、邱桂英、林声远、張均康 (22)
內吸性抗菌素的篩选及其对小麦赤霉病防治初步报告	蔣振海、赵协桂 (25)
土壤放綫菌和真菌篩选分离方法改进研究	刘守初、刘閑秋、謝德齡、王淑惠 (27)
抗菌素 3106 的研究	叶緒慰、毛維穎 (31)
农抗 101 有效成分的分离和鉴定	华家樑、周亦昌、謝毓元 (37)
农抗 101 防治苹果树腐烂病的初步报告	陈延熙、陈汝芬 (41)
农抗 101 对小麦秆锈病防治試驗	陈济元、陈宣民、楊全忠 (44)
农抗 101 对麦类赤霉病防治应用研究	陈济元、王庆胜、陈宣民 (50)
农抗 101 防治小麦锈病药效測定总结	山东省农业科学院植物保护研究所 (55)
1013 放綫菌产生的抗菌素及其应用效果	刘守初、刘閑秋、謝德齡、叶柏齡、王淑惠 (59)
10068——一种防治甘薯黑疤病的內吸性抗菌素(摘要)	王先秀、彭 靜、宋大康 (64)
抗菌素 316 的制备及其对洋麻炭疽病的內吸防治效果	尹莘耘、荀培琪、刘閑秋、邱桂英、王淑蕙 (65)
土霉素对生长猪氮与水代謝的影响	丁角立 (71)
幼猪喂土霉素后对飼料中粗纖維消化率的影响(摘要)	尤 良、張子仪、刘金旭 (78)
土霉素与粗制維生素 B ₁₂ 对断乳仔猪飼养效果試驗	郑元彻、李华杰、刘承智、杜 倫、楊 胜 (79)
不同蛋白水平及土霉素与維生素 B ₁₂ 对生长肥育猪飼养效果的研究	郑元彻、孙亨浩、杜 倫、楊 胜 (84)
土霉素对肉猪飼养效果的研究	楊 胜、杜 倫、李华杰、赵佩文 (96)
不同剂量土霉素对肉猪全期飼养效果的研究	唐宗堃、卢战胜、馬康才、王佐金 (103)
土霉素对肉猪全期飼养效果的研究	唐宗堃、卢战胜、姜涵秋、馬康才 (111)
抗菌素的兽医临床药理研究 I. 肌內注射土霉素后猪血清濃度的測定	刘若柏、郭維林、赵志銘、赵荣才、戴瑞良、孟 瑩 (121)
土霉素对猪气喘病病毒的作用	刘若柏、郭維林、赵志銘、王錫堃 (128)
漁輪上使用金霉素冰保鮮的生产性試驗	卢菊英、馮正方 (131)
編后記	(137)

抗菌素在植物保护上应用的现状及展望

尹莘耘

(中国农业科学院土壤肥料研究所, 北京)

自本世纪的二十年代起, 植物病理学家就逐渐利用抗生素及其代谢物质来防治农作物病害。由于专业知识的限制和研究人员稀少, 这些工作进展得非常缓慢。近十余年来, 医用抗生素的光辉成就, 才推动了农用抗生素的发展。

最早在农业上大面积应用的抗生素, 要推链霉素、土霉素及其混用的“农霉素”。它们对苹果、梨、胡桃、柑桔、烟草、蔬菜、豆类等植物的细菌性病害都有特效^[1]; 即对少数真菌性病害如霜霉、疫病等, 也有防治作用^[2, 3]。日本应用农霉素乳剂(200 ppm)喷射柑桔4次, 可使溃疡病的发病率自36.0%降到5.4%, 而喷波尔多液时(0.5%式), 仅能使发病率降到23.4%, 且波尔多液在4—5月间喷射, 常发生药害^[4]。我国用以处理柑桔苗木, 也发现其独到的治疗效果^[5]。链霉素-铜的螯化物能提高番茄晚疫病的防治效果6倍^[2]; 链霉素与硫酸铜混用, 也能提高防治黄瓜霜霉病的效果^[6]。与羊毛脂-凡士林-异戊基-煤油混合涂刷根瘤, 还能防治果木根癌病^[7]。多次施用链霉素后, 已发现有抗药细菌产生, 与土霉素混用, 就可以克服这些问题^[8]。

灰黄霉素(*griseofulvin*)虽已发现了十余年^[9], 但最近才应用于农业生产上。它的特点是药害低、内吸性强, 在体内外对环境因子均较稳定。经过多年试验, 肯定它与苹果花粉混合, 进行人工授粉, 可使苹果花腐发病率自30.0—72.6%降低到0.9%。改用可湿性粉剂(含有效成分0.025%), 在花前喷射, 也能获得显著的防病效果, 且在制造成本上经济合算^[10]。此外, 用5—10%的灰黄霉素(与羧甲基纤维素20%制成水合药膏), 每周涂茎一次, 前后5—7次, 可使甜瓜黑腐病的溃疡导致植株的萎蔫, 恢复健康, 已在日本温室瓜果栽培业中实际应用^[10]。它对多种白粉病、叶斑病、炭疽病、霜霉病等, 也有一定防效^[10]。但对种苗内部病菌不能彻底肃清, 又因成本较高, 故尚未在农业上普遍应用。

放线酮(*actidione*, *cycloheximide*)被公认为内吸性强、杀菌力大的抗霉物质, 2 ppm溶液喷治樱桃叶斑病(*Coccomyces hiemalis*)有良好的效果。以150 ppm的No. 1柴油溶液喷在树干基部, 对白松的疱锈病(*Cronartium ribicola*)颇有防治效验。该抗菌素可渗透输导到枝叶各部, 且能在体内存留一个较长的时期。1959年有四百万株白松进行了喷治, 看来有希望把放线酮用于正规防治上^[11]。放线酮在日本各地曾被用以防治洋葱病害, 2 ppm浓度喷治即能使枯死株自72.58%降到19.26%; 病轻地区, 则自10.6%降到0%, 远较其他药剂的效果为高^[4]。由于放线酮的药害较大, 虽对多种病害如白粉病、锈病等有明显的效果, 但未能广泛利用。近以半卡巴腓、醋酸盐、脲等与它化合制成衍生物, 则有增加内吸和减轻药害的苗头出现。如放线酮半卡巴腓在小麦孕穗期喷治一次(200 ppm), 即可防止秆锈病发生^[12]。此外, 在喷液中加入0.1%叶绿酸钠-钾, 也可显著降低叶部的药害^[7]。

近年来为农业特制的抗菌素而在大面积上应用得到成功的, 首推杀瘟素(*S-blasticidin*

S)。这个抗菌素曾在日本稻瘟病大流行的 1963 年制成粉剂 14,000 吨、水和剂 170 吨,分别用撒粉和喷雾的方式防治了 460,000 和 170,000 公顷的水稻田 (总计防治面积达 925 万市亩,每亩药剂成本折人民币 0.51 元),获得了稻谷的大丰收^[18]。1964 年防治面积又增加一倍。水稻为日本的主要作物,而稻瘟病是其主要病害,故杀瘟素的创制,对国民经济的意义特大。过去日本也曾研究不少防治稻瘟病的抗菌素^[14]:有的易受日光等环境因子破坏,效果不稳定;有的对鱼有巨毒,妨碍稻田养鱼;有的药害过大或内吸不强,故均未被采用。即在杀瘟素研究初期,也经过不少挫折。起初的杀瘟素 A 易受日光破坏,后来由青年助手发现了其中比较稳定的“S”部分^[14];当在日本 21 处圃场考验时,又发生了防病不增产的药害问题,最近改制成杀瘟素苯胺基苯磺酸盐类后,才减轻了药害,终于获得成功^[18]。然而这个抗菌素对番茄、烟草、茄子以及豆科植物的药害还都很严重,对我国主要病害如甘薯黑斑病、洋麻炭疽病等经试验均无内吸治疗的效果;在日本推广时,对使用人员的眼睛还有些伤害。因此,只能把它当成一个成功的实例,通过它的启发,人们不难找到更理想的农业抗菌素。

被发现多年的毛菌素 (trichothecin) 近年在苏联及匈牙利受到重视。苏联曾用它处理棉花种子,既能提高发芽率,还能减轻后期的黄萎病。这种“免疫”的特性,早在 1950 年日本植物病理学家吉井敏^[15]以此防治稻瘟病时即已发现。那时称它为“cephalothecin”,实际是同一个抗菌素。1962 年匈牙利研究它防治瓜果炭疽病的效果,50 单位/毫升喷射时,可使叶部发病率从 60—83% 降到 0—14%。由于这个抗菌素的药害低,内吸及杀菌力较强,在植物病害的治疗中,似有潜力可以挖掘。

1960 年美国发表了 P-9 号新抗菌素^[16],此系放线菌的代谢产物。在温室内,3 ppm 的浓度喷射小麦,可完全防止秆锈病的发生,效果比放线酮高 30 倍。先喷药 12 天后接种,尚有防治效果,喷后长出来的新叶尚能免疫六天。它在植株体外并不阻止锈菌孢子发芽,而被小麦吸收后,则能增强抗锈的能力。在加拿大田间考验,也有特效。但迄今还未作大面积的应用。

1961 年,美国又发表了低浓度、高效果的防锈抗菌素 phleomycin^[17]。(这个抗菌素原由日本创制^[18],对人体细菌性病原菌有广泛的抑菌作用,但是当初没有测定过植物的病原菌。)经温室试验证明^[17]:1 ppm 的浓度,就能有效地控制菜豆锈病的发生,浓度增高到 90 倍时,仍然没有药害。这一试验,更显示出抗菌素的威力,它高出现有农药效果的五百倍以上,同时还说明了許多医用的新抗菌素,在农业中可能存在着没有被发掘的潜力。

从 1957 年起,在党的英明领导下,我国科学工作者先后制成了 1013^[19]、878^[20]、6445^[21]、508^[22, 23]、B-378^[24]、制霉菌素^[25, 26]和农抗 101^[27]等抗菌素。在防治农作物病害上,各有其独到的一面。其中农抗 101 在大田试验的结果表明,对小麦锈病、赤霉病有明显的防治效果;对苹果树腐烂病初步试验似有治疗作用。值得进一步扩大其应用范围的研究工作^[27—31]。

此外,解放后我国医药工业部门新制的抗菌素品种很多,如能对植物病害作初步的内吸防治考验,发现苗头后,再予扩制,这样既为新抗菌素揭开前景,又支援了农业。

根据我国植物病害及农业生产的特点,内吸性能强、抗霉力高、对动植物无药害、对外界环境(光、热、酸、碱)较稳定、既便于水溶又利于干粉喷撒的抗菌素,才能受到广大群众

欢迎。从上面这些实例看来,这种类型的抗菌素,并不是不能找到的。但是必須改变篩选的方法,即在初篩时,不要侧重在抑菌圈的大小,而应更多地考虑到內吸运轉及体内的效果等問題。近据田村教授报道,日本在农业抗菌素的篩选中,也常发现体内、外作用不平衡的現象,认为必須改变篩选方法。例如梅沢濱夫 1964 年获得的新抗菌素 kasuganin,防治稻瘟病的效果較前述的杀瘟素 S 高数倍,而对植物和人体的药害反低。它也有 P-9 号类似的体内有高效、体外不抑菌的特性。看来这种类型的抗菌素是比較理想的。药害与药效离得很远,在应用时易于掌握。当然,它在发酵、提制和生物測定时,是比較麻煩的。

农作物的病害,也有不少是由土壤傳染的。病菌大量而长期地栖息在土层中,抗菌素澆灌或撒入,虽也能起到一定的作用,但成本太高,目前尚缺乏大面积应用的实例。利用抗生素防治土壤傳染病害是比較經濟有效而易推广的办法。在美国和苏联曾利用木霉菌 (*Trichoderma* spp.) 防治土壤絲核菌、根腐菌以及輪枝菌等,但至今还未扩大推广。近年日本利用噬菌体施入土壤防止青枯病細菌,頗有苗头。我国在解放以后才广泛地发展这一工作。抓住了抗生素与有机肥料相結合的方向,探索出在不消毒場合下大規模扩制抗生素肥料的方法^[32, 33],并找到了 5406、G₄ 等兼具防病和刺激生长等多能性菌种^[35-38],使能为广大群众所掌握,并在多种作物上起到不同程度的防病和增产效果^[20]。尤其当春、秋季多雨,棉、麦烂种严重的場合下,施用了 5406、G₄ 抗生素混合肥料,常能提高 40—80% 的出苗率,对棉、麦保苗增产,意义更大。无疑地,利用具有多能性微生物,除了可以防除土壤傳染的病虫害、提高肥力外,对农业增产还有很大潜力。

由于过去国内外选菌大多侧重于室内的拮抗性,而对該菌进入土壤后生长繁殖的条件和病菌、作物間的相互关系,以及防病、刺激植物生长的作用机制等很少深入研究,因此,在不同地区、不同年份就反映出很不一致的结果。今后除从不同的角度,考虑更多的因子慎选菌种外,尚需深入研究抗生素在土壤中生育的条件,与病菌、作物間的相互关系,以及其作用机制等問題。

利用抗生素、抗菌素防治植物病害是比較經濟有效的手段。我国地大物博,菌种資源非常丰富,在党的英明领导下,組織全国力量,进行重点配备,分工协作,在短时期內,必将取得巨大的成果,使疑难的植物病害彻底清除,得到和医疗上相似的偉大成就。

参 考 文 献

- [1] Goldberg, H. S.: *Antibiotics, Their Chemistry and Non-medical Uses*, D. van Nostrand Company, Inc., New York, p. 597, 1959.
- [2] Crosse, R. et al.: *Ann. Appl. Biol.*, **48**: 270—278, 1960.
- [3] Maier, C. R.: *Phytopathology*, **50**: 351—356, 1960.
- [4] 住木諭介: 农业及园艺, **36** (5): 785—789, 1961.
- [5] 張志雍等: 中国农业科学, **9**: 36—41, 1961.
- [6] 段道怀等: 引自《抗菌素研究 IV. 抗菌素在农牧业上的应用》, 12—19 頁, 上海科学技术出版社, 1963.
- [7] Ark, P. A. et al.: *Plant Disease Repr.*, **42**: 1203—1205, 1958; **44**: 197—199, 1960.
- [8] Stall, R. E. et al.: *Plant Disease Repr.*, **46**: 389—392, 1962.
- [9] Brian, P. W.: *The Botanical Review*, **17**: 357—430, 1951.
- [10] Rhodes, A.: *Antibiotics in Agriculture*, 101—124, London, Butterworths, 1962.
- [11] Moss, V. D.: *Forest Sci.*, **7**: 380—396, 1961.
- [12] Hacker, R. G. et al.: *Plant Disease Repr.* **41**: 442—446, 1957; **42**: 409—413, 1958.

- [13] 見里朝正: 化学と生物, **2** (5): 48—52, 1964。
- [14] 福永一夫: 今月の农药, **4** (5): 38—41, 1960。
- [15] 吉井啟: 日本植物病理学报, **14**: 1950。
- [16] Davis, D. et al.: *Phytopathology*, **50** (11): 841—843, 1960。
- [17] Smale, B. C. et al.: *Agricultural Res.*, **9** (12): 11, 1961。
- [18] Maeda, K. et al.: *J. Antibiot. Ser. A*, **82**, 1956。
- [19] 刘守初等: 农业学报, **10** (4): 296—302, 1958。
- [20] 蔣振海等: 引自《抗菌素研究 IV. 抗菌素在农牧业上的应用》, 47—52 頁, 上海科学技术出版社, 1963。
- [21] 蔣振海等: 引自《抗菌素研究 IV. 抗菌素在农牧业上的应用》, 35—40 頁, 上海科学技术出版社, 1963。
- [22] 閻遜初等: 引自《抗菌素研究 I. 新抗菌素》, 132—147 頁, 上海科学技术出版社, 1962。
- [23] 張海瀾等: 微生物学报, **11** (2): 153—160, 1965。
- [24] 張鴻龍等: 引自《抗菌素研究 IV. 抗菌素在农牧业上的应用》, 20—29 頁, 上海科学技术出版社, 1963。
- [25] 蔡潤生等: 科学通报, **23**: 795, 1959。
- [26] 朱亨政等: 引自《抗菌素研究 IV. 抗菌素在农牧业上的应用》, 139—143 頁, 上海科学技术出版社, 1963。
- [27] 华家璽等: 农抗 101 有效成分的分离和鉴定。見本书。
- [28] 陈延熙等: 农抗 101 防治苹果树腐烂病的初步报告。見本书。
- [29] 陈济元等: 农抗 101 对小麦秆锈病防治試驗。見本书。
- [30] 陈济元等: 农抗 101 对麦类赤霉病防治应用研究。見本书。
- [31] 山东省农业科学院植物保护研究所: 农抗 101 防治小麦锈病药效測定总结。見本书。
- [32] 尹莘耘等: 植物病理学报, **1** (1): 101—114, 1955。
- [33] 尹 莘 耘: 抗生素肥料的实验及其应用, 185 頁, 农业出版社, 1965。
- [34] 尹莘耘等: 北京农业大学学报, **3** (1): 55—65, 1957。
- [35] 尹莘耘等: 微生物学报, **11** (2): 259—269, 1965。
- [36] 尹莘耘等: 微生物学报, **11** (2): 270—274, 1965。
- [37] 尹莘耘等: 微生物学报, **11** (2): 275—280, 1965。
- [38] 尹莘耘等: 微生物学报, **11** (2): 281—288, 1965。

应用抗菌素饲养畜、禽

刘金旭

(中国农业科学院畜牧研究所, 北京)

十几年来, 抗菌素在畜牧业上应用的研究工作, 发展非常迅速。它对家畜、家禽的生长有显著的促进作用, 经过多年反复实验, 已经得到肯定的结论, 长期施用仍然有效, 产品对人无害; 现在许多国家已将抗菌素或其生产过程中之副产品, 掺入饲料中, 普遍地应用于畜牧生产上(表1)。

表1 各国在饲料中应用抗菌素的情况

国 名	准用的抗菌素	准用的剂量(以干物质为基础)	畜 禽 种 类
阿 根 廷	青 霉 素 土 霉 素 金 霉 素 四 环 素	促进生长(青霉素 5 ppm, 四环族抗菌素 10 ppm) 医疗用为上述剂量之 10—15 倍	禽、猪
澳大利亚	青 霉 素 土 霉 素 金 霉 素	促进生长用低水平	禽、猪
加 拿 大	青 霉 素 链 霉 素 土 霉 素 金 霉 素	促进生长 2—50 ppm 预防疾病 100—400 ppm	禽、猪、犏牛 牛、毛皮兽
丹 麦	青 霉 素 土 霉 素 金 霉 素	10—20 ppm 100 ppm	猪、禽、牛 幼猪、犏牛
法 国	青 霉 素 土 霉 素 金 霉 素 杆 菌 肽 竹 桃 霉 素 新 霉 素 红 霉 素 螺旋霉素 潮霉素**	{ 最高用 50 ppm { 最高用 20 ppm* 代乳饲料用 50 ppm	禽(不包括鸭、鸡)、 犏牛、幼猪、毛皮兽 犏牛、幼猪
德 国	青 霉 素 土 霉 素 金 霉 素 杆 菌 肽 竹 桃 霉 素	10—20 ppm 最高 100 ppm	禽、猪、犏牛 幼猪、犏牛、雏鸡

* 暂时准许; ** Hygromycin。

(續表)

国 名	准用的抗菌素	准用的剂量(以干物质为基础)	畜 禽 种 类
英 国	青 霉 素 土 霉 素 金 霉 素	最高 100 ppm	禽、猪
日 本	青 霉 素 鏈 霉 素 土 霉 素 金 霉 素 杆 菌 肽	未規定	禽、猪、犏牛
荷 兰	青 霉 素 土 霉 素 金 霉 素 杆 菌 肽	10 ppm 最高 100 ppm	禽 犏牛
	青 霉 素 土 霉 素 金 霉 素	10 ppm 最高 50 ppm	猪 幼猪
新 西 兰	青 霉 素 土 霉 素 金 霉 素	低水平	—
美 国	青 霉 素 鏈 霉 素 双氢鏈霉素 土 霉 素 金 霉 素 杆 菌 肽 竹 桃 霉 素 紅 霉 素 泰 乐 菌 素	促进生长最高 50 ppm 預防疾病 100—2000 ppm	禽、猪、犏牛、牛
苏 联	青 霉 素 土 霉 素 金 霉 素	15—20 ppm	禽、猪、犏牛(限制)、 毛皮兽

約在 1949 年, 生物化学家发现金霉素可刺激猪、鸡生长, 同时知道喂抗菌素后的猪肉、鸡肉对人的健康大致无害, 翌年美国即开始将抗菌素应用于养猪业, 1961 年美国抗菌素产量为 1500 吨, 其中 1/5 应用于飼料。捷克約在十年前全国即有百万头猪的飼料中掺抗菌素。喂适当的抗菌素也能提高鸡产卵和犏牛等的生长, 养鸡和养牛业迄今所用的抗菌素数量較小, 可是应用也很普遍。抗菌素对羔羊和几种毛皮兽(如貂)的生长也有刺激作用, 但是多数的报道对鴨、鵝是无效的。如今最有效而常用的抗菌素有金霉素、土霉素和青霉素, 其他如杆菌肽、鏈霉素、紅霉素(erythromycin), 竹桃霉素(oleandomycin)、螺旋霉素(spiramycin), 泰乐菌素(tylosin)等的应用范围及数量均甚小^[1]。利用金霉素、青霉素或鏈霉素生产过程中的菌絲內殘留的抗菌素喂猪、鸡的研究亦陸續有报道^[2-4]。

促进猪的生长速度和节约饲料

在饲料中掺入极少量的抗菌素喂猪,可增加猪的生长速度,一般可比不喂抗菌素的猪提高体重10%左右,从仔猪断奶计算到80或90公斤屠宰时止,约可节省饲料5%左右。抗菌素的用量是每公斤干饲料中含10—30毫克(10—30 ppm)。我国各地区喂猪的方法和条件不尽相同,抗菌素的用量可以每头猪、每日喂20—50毫克计算,将抗菌素预先混入干饲料中,每次随餐喂进。如果采用煮料或烫料喂猪的,则将抗菌素先混于一小部分不必加热的粉碎精饲料里,待热饲料降温后,再将这部分含抗菌素的精料掺入,以免加热时药效破坏。

猪体重对促进生长的影响 抗菌素对幼猪生长的效果最明显。仔猪一般在生后三周补喂饲料,八周断奶;较有条件的新法养猪,则提倡早期断奶,如能在生后两三周断奶,全喂营养丰富的干料,能提高对仔猪的饲养及母猪的利用。八周以前,体重约在20公斤以下,每公斤饲料中约含抗菌素30—40毫克;体重在20至50公斤之间,每公斤饲料约含抗菌素20—30毫克;体重在50公斤以后,再降为每公斤饲料中约含抗菌素10—20毫克。

仔猪若在生后两天断奶,人工哺乳时,所喂代乳品中折算每公斤干物质中约含抗菌素高至60—100毫克。仔猪在补料期间(creep feeding),抗菌素的效果,每以其它因素影响,不易肯定,但是若缺抗菌素,则提前断奶的(early weaning)养猪技术势必失败^[5]。

在仔猪生后两、三周补料时即开始喂抗菌素,八周断奶,这个阶段的增重效果可较对照提高10%以上。我们曾用94头仔猪实验,分别喂金霉素、土霉素和青霉素,每头每日20毫克,实验猪在断奶时的增重较对照分别提高11.3%、8.5%、18%;实际差异为1.1, 0.8, 1.8公斤^[6]。

对体重在50公斤以下的猪,抗菌素刺激生长的作用比较好,体重超过50公斤,效果逐渐降低;不过,在生产实践上,猪体重超过50公斤时,依照合理的饲养方法,常减低其日粮的蛋白质水平,并以较差的蛋白质饲料代替较优的蛋白质,因此猪在50公斤前、后增重之差别乃综合因子的总结果,不能完全以喂抗菌素的效果来解释。但是,若在此时停喂抗菌素,则根据研究结果,在90公斤屠宰时计算其后期生长缓慢,每能削减前期的增重效果,所以应用抗菌素喂肉猪,一般仍用于全期^[7]。

环境卫生和促进生长效果之差异 在易受微生物感染的环境中养猪,抗菌素的作用也较高。年龄小的猪体重较轻,抵抗传染病的能力弱,据此解释抗菌素依年龄、体重逐渐减低其效果之现象正相吻合。Elliott等^[8]曾以沙门氏菌(*S. choleraesuis*)轻度感染生后三周、体重约6公斤的仔猪群,然后补喂抗菌素,证明金霉素、青霉素等能显著的提高感染后猪群之增重及饲料报酬(即每增重1公斤体重所需的饲料量)。

我们的实验结果^[9]用精料为主,含高蛋白质水平的日粮,每公斤日粮中掺入20—30毫克金霉素,日喂三餐,每餐喂饱,在三个月中由平均体重17公斤的猪喂到67.5公斤,平均日增重601克,较对照提高11.7%,节省饲料5.4%。在另一个低蛋白质水平日粮的实验中(粗料为甘薯藤干粉,用量甚多),开始体重为10.6公斤,所喂金霉素的剂量与上相同,23周后长到50.5公斤,平均日增重为187克,较对照提高42.5%,节约饲料13.4%,效果很显著。

1963—1964年北京和上海两地曾用六百多头猪,分87组进行土霉素喂猪的研究,以及一万多头猪的示范推广工作^[10,11],经过多种对比实验证明,喂土霉素对肉猪饲养全期平均较对照可提高增重10—11%,节约饲料5—7%。土霉素促进猪的生长,在断奶前后有效,对肉猪饲养全期有效,前期比后期的效果更显著;在不同饲养管理条件下,证明在生产水平较高,平均日增重400克左右的肉猪,可提高增重10%,节约饲料3%,在生产水平中等,平均日增重在250克左右时,可提高增重19%,节约饲料16%,以及在水平较低,平均日增重在150克以下的肉猪,可提高增重29%,节约饲料22%。不同的日粮组成方面,证明以粮食、糠麸等精料为主或以糟渣等副料为主,以及用青饲料,粗饲料为主所组成的日粮条件下均可提高增重,节约饲料。亦有部分实验是饲料生喂和熟喂的对比,或日喂三餐,不限量和限制喂量的对比,总之补喂土霉素对肉猪均有促进生长,节省饲料的效果。

土霉素的剂量,在上海区的实验是从仔猪断奶至体重25公斤以前每头、每日喂30毫克,25—50公斤时喂45毫克;北京地区则由断奶至体重50公斤每头、每日喂40毫克;猪体重超过50公斤以后两地均日喂每头60毫克,如此计算一头肉猪达到体重约80公斤,需用抗菌素7—11克。

在国外,以粮食等精饲料喂成由20至90公斤的肉猪,约需350公斤左右的饲料,补喂抗菌素,饲料节约估计可达15公斤以上。我国应用大量的青、粗饲料另加200公斤左右精料,在生后10个月的时间,喂成约80公斤的猪,每头猪补喂7—11克抗菌素,若以节约5%饲料计算,仅精料一项就可省6—7公斤。

饲养方法和促进生长的关系 喂抗菌素的猪一般食欲旺盛,在正常的饲养管理条件下,能在较短的时间内多增体重,从而达到提高饲料报酬的目的,并因此获得节约饲料的功效。在饲料搭配不够平衡,特别是不包括动物性蛋白质时,效果更为显著。例如美国养猪多用自动食槽、不限量饲法,一般用植物性蛋白质饲料,而英国则依猪体重定饲料量,定时日喂两或三餐, Braude^[12]的调查说明在英国应用抗菌素喂猪的效果,并不低于美国;最近丹麦的 Clausen^[13]报道用较低水平,每公斤约含10毫克抗菌素的饲料,以限制饲料方法喂20至90公斤的肉猪,在100次实验中,根据3400头猪所得的结果,抗菌素可提高猪的生长速率5%,节约饲料4%;日粮中若有脱脂乳,则效果较低(分别为2.2%和2.7%),若以骨肉粉、豆饼、葵花子饼等代替脱脂乳,或以薯类青贮、甜菜渣等代替谷类饲料,抗菌素促进猪的生长效果可达11%。这些国家养猪为避免生长过快,肥膘增加影响肉的质量,所以采用喂抗菌素而控制进食量相结合的方法,如此则不致降低猪肉质量^[14]。

刺激生长作用的机制 抗菌素促进动物生长的机制研究,科学工作者都感到兴趣,但是若干年来终因实验的证据有限,只能利用一些学说解释部分的事实,不能作出定论。喂抗菌素后,饲料的消化率并无变化, Robinson等^[15]报道猪对典型日粮中的无氮浸出物及粗纤维的消化率,并不随抗菌素之补充而改变, Paloheimo等^[16], 尤良等^[17]的实验结果,喂抗菌素后猪对日粮中粗纤维的消化率并无增减。

仔猪服抗菌素后,下痢感染显著减轻,认为仔猪饲喂抗菌素获得增重是治疗的效果;有人以动物的小肠重量减轻,肠壁变薄等解释生长加快,饲料经济是改良养分吸收的效

果；較多数人认为抗菌素刺激生长的作用在于它使机体内腸道微生物区系发生品种和数量上的变化,于是在腸中直接或間接增加了許多有益的微生物,他們能合成維生素和其他一些刺激生长因子,同时又抑制了一些有害的微生物,减少了动物养分的消耗,因而促进了动物的生长速度,节省了飼料。

环境能直接影响腸道微生物的品种和数量,若是将仔猪养在新建而未曾污染的畜舍內,一般喂抗菌素不产生刺激生长的效果;但是在旧畜舍內,加喂抗菌素,即能提高仔猪增重。Luckey 等人多年来以“无菌”动物(germ-free)研究抗菌素和动物生长的营养关系,証明对“无菌”动物,抗菌素不能發揮刺激生长的作用。Mickelsen^[18] 在 1962 年的生物化学年刊的綜述中介绍有关这方面的工作。

长期連續喂抗菌素是否使环境中污染程度会逐渐減輕,以致抗菌素的作用也会逐渐消失呢? Catron^[19] 用 690 头猪在 1949 至 1953 年連續五年的实验,結果有效。Hanson^[20] 在 1951 至 1955 年于一个实验猪群中,以几批二月龄、体重約 15 公斤的断奶猪应用抗菌素喂至体重 90 公斤,实验猪每头平均日增重均較对照高(表 2),第三年以后的效果比第一、第二年差,不过第五年对照組的日增重是 700 克,而第一年仅為 636 克,两者比較,对照本身在五年中已經提高 10% 了。Drain 和 Kivock^[21] 調查美国 13 个州,約 3000 头实验猪(1949—1959)十年的資料亦同样証实上述論点。1952 至 1960 年, Jeschko^[22] 研究奥地利 144 头母猪群中所产七代肉用猪喂金霉素的結果,亦証明久喂仍有增重效果,并可提高仔猪的成活率;母猪喂后,繁殖能力并不減低。

表 2 肉猪断奶后体重 15—90 公斤阶段的平均日增重(克)

年 份	对 照 組	喂 青 霉 素 組
1951	636 (100)	740 (116)
1952	659 (100)	740 (112)
1953	790 (100)	814 (103)
1954	723 (100)	785 (109)
1955	700 (100)	740 (106)

注: 括弧中为指数,以对照为 100。

Sewell 等^[23](1958)曾报道母猪喂抗菌素后,在几代中发现初生的死亡仔猪减少。Dean 等^[24]在母猪配种前,七天內开始每头每日喂金霉素約 540 毫克,延續 10 至 21 天,可增加产仔数。Mayrose 等^[25]应用泰乐菌素在一个 32 头的母猪实验中也得到提高断奶仔猪的結果;但是, Sosa 等^[26]认为在一个生产水平較高的母猪群中,喂大量的抗菌素并非提高仔猪数的有效措施。

促进鸡的生长速度和提高产卵率

抗菌素也能促进鸡的生长速度,节约飼料,对肉用鸡有效剂量的范围較大,每公斤飼料中掺入 5—50 毫克金霉素、土霉素或青霉素,其效果与喂肉用猪相同。一般的增重速度較对照高 5—10%,节约飼料 5% 左右,对雛鸡的效果格外显著;此外,并能减少幼雛死亡。Libby 等^[27]在一个約 3000 只的鸡群中,先后比較 4 年連續喂抗菌素对增重的效果

(表3)。第一年实验组的增重较对照高19%，以后逐年较对照分别高12.8%、10%和3.3%，四年中对照组本身的增重速度也逐年提高了；因此，认为效果是一直存在的。第一年5周龄的鸡体重为330克，到第四年同样品种、周龄鸡的体重约为400克，五年中雌鸡的死亡率也大大的降低，促成这些结果的解释和上节相同。Coates等^[28]应用因子综错研究设计方式，在五年中观察三代鸡的实验结果，Heth和Bird^[29]十年(1950—1961)实验的结果都证明抗菌素长期应用，亦能保持其促进生长，节约饲料的功效。

表3 雌鸡喂抗菌素增重效果

年 份	喂抗菌素后增重百分率 (对照为 100)	逐年体重提高百分率 (以 1950 年为 100)	六周雌鸡之死亡率 (%)
1950	119.0	100.0	8.5
1951	112.8	107.4	8.2
1952	110.0	115.3	4.6
1953	103.3	119.1	2.8

抗菌素对提高产卵率的效果是近几年才肯定的，Smith等^[30]用22000只母鸡在26个工作站的实验结果表明，英国普通水平的产卵鸡群里，每公斤饲料中掺入25毫克金霉素，能显著的提高产卵量7%左右，各鸡群中提高的幅度和原产卵水平成反比。Ryan等^[31]用1300只在高热能日粮中，每公斤掺入100毫克金霉素，经48周实验的结果，平均每百只鸡中有72只产卵，对照组不喂抗菌素，仅有68只产卵，其差别在实验前期和冬季里更明显；对照组平均每产12个蛋，需饲料2.46公斤，实验组喂金霉素后产同量的蛋能节省饲料90克。

应用抗菌素饲养反刍家畜

较早的报道以为犏牛羔羊喂抗菌素后有厌食、腹泻、增重缓慢的影响，这是剂量偏高(每头每日喂一克左右)所致。如喂量适宜，在生后至三月龄间每头每日喂金霉素或土霉素50毫克，则对犏牛或羔羊也均有促进生长、节约饲料的效果。青霉素对反刍家畜在生后二月间，效果较显著^[32]，但效果不稳定。抗菌素的喂量亦有以每公斤体重喂0.2—1毫克计算者，Preston的综述^[32]及Whitelaw等人的研究论文中^[33]报道三周龄提前断奶的犏牛实验，喂抗菌素者增重显著提高，并能维持两个月；他们也讨论了自由采食与限量喂食，和鱼粉或花生饼作蛋白质饲料对犏牛补喂抗菌素效果的关系，如在自由采食条件下虽用花生饼代替鱼粉并限制其数量，于日粮中补给抗菌素依然得到促进生长和节约饲料的效果。

Lang等^[34]用金霉素掺入人工乳中以哺育生后未吮初乳的犏牛，头五天每头每天须喂抗菌素250毫克，然后减为125毫克，以后再逐渐减少，如此犏牛之死亡率减低，并能正常生长。

内服抗菌素可预防反刍家畜在牧场上的臃胀症，最近Shellenberger等^[35]用203头乳牛和445头绵羊实验，证明链霉素、泰乐菌素、红霉素与青霉素之混合制剂能减低此症之危害。