

抗生素肥料的制造 及用法

尹莘耘 著

高等教育出版社

抗 生 菌 肥 料 的 制 造 及 使 用 法

尹 莘 耘 著

高 等 教 育 出 版 社

本書是尹莘耘先生為“全國抗生菌肥料訓練班”所寫的講稿。內容包括抗生菌與抗生素的區別，5406、奇4號抗生菌的生物學特性，5406等抗生菌肥料的製造法、對作物的作用，以及田間施用和注意事項等。

抗生菌肥料的研究最近在全國各地迅速開展，需要資料很迫切，因此，把這本講稿刊印出來，以供廣大群眾參考。

作者認為由於匆促寫成，謬誤難免，希望讀者來函指正，使這本小冊子逐步充實提高。

抗生菌肥料的製造及用法

尹 莘 耘 著

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第054號)

京華印書局印刷 新華書店發行

統一書號16010·129 開本787×1092¹/₃₂ 印張11⁰/₁₆ 插頁1

字數27,000 印數0001—8,000 定價(9)¥0.22

1958年12月第1版 1958年12月北京第1次印刷

目 录

第一章 抗生素肥料及其特点	1
(一) 抗生素与抗生素的区别	1
(二) 抗生素肥料、抗生素饲料以及细菌肥料的区别	2
(三) 5406、奇四号抗生素的生物学特性.....	3
(四) 5406、奇四号抗生素肥料对植物的作用.....	9
第二章 5406 等抗生素肥料的制造	13
(一) 菌粉母剂制造法.....	14
(二) 饼土母剂的制造法.....	19
(三) 抗生素、细菌肥料制造中发展的方向	25
第三章 5406 等抗生素肥料的繁殖扩制和使用法	28
(一) 繁殖扩制法.....	28
(二) 田间施用和注意事项.....	34
第四章 存在的問題和解决的途徑	40
(一) 噬菌体侵染和菌种退化問題.....	40
(二) 制品质量的檢查問題.....	40
討論提綱	42

第一章 抗菌肥料及其特点

“抗菌肥料”是一个新东西，不論在国内或国外，过去都沒有見過这名詞。因此，它的意义、特性以及与其他类似产品如“抗生素”、“抗菌飼料”、“細菌肥料”等等的区别，首先要介紹清楚。

(一) 抗菌与抗生素的区别

微生物如細菌、真菌(霉菌)、放綫菌中，凡能分泌物质抑制或杀伤其他有害微生物者，称为“抗菌”。这种分泌物质(代謝产物)即称“抗生素”。故抗菌是指活的生物，而抗生素是死的产品，通过提炼还可制成化学药剂。起初人們只知道抗生素能防治动、植物的病害，最近实践証明：如金黴素、鏈黴素、地黴素、青黴素等还能刺激动物(猪、鸡、魚、蚕……)的生长。抗生素的作用愈来愈广，原有的定义不应用，只能把它扩大了。

抗菌大都存在于土壤中，各国科学工作者化費很大的力量去寻找它。根据各国的資料，在已找寻到的抗菌中，以放綫菌类所占比例最大，因此人們更集中力量去地球各处寻找“抗生放綫菌”。

放綫菌界于細菌和真菌之間，它具有很小的孢子和細長常卷曲的菌絲，与真菌的大孢子粗菌絲是不同的；孢子虽細小如細菌，但細菌无菌絲，因此它俩很容易区别。在琼脂(洋菜)培养基上，放綫菌的菌絲体显著地分成两部分，一部分钻入培

培养基内,另一部分则高过基质的平面,形成肉眼易见的“菌落”。菌落在后期常被绒状或放射状的气生菌丝层所复盖,而细菌菌落表面经常光滑,真菌菌落一般是由粗长的菌丝堆聚而成的。在肉汤培养液中,当静止时,放线菌只生长在表面,肉汤的中、下层经常是清明的;而当肉汤内长有细菌时,常使肉汤混浊,根据这些特点,可用肉眼把它们区分出来。

(二) 抗生素肥料、抗生素饲料以及 细菌肥料的区别

1. 抗生素肥料——5406、奇四(G4)号放线菌所分泌的物质不仅能抑制多种植物致病菌的生长,同时还能促使植物生根,提早成熟和增加产量。特别当上述抗生素与各类油饼肥土混合使用时,所起的肥效愈大。抗生素与饼土混合使用者,常较饼土单独使用者提高肥效数十倍;而且还可避免饼肥烧苗、烂种等危险;在棉田应用中与固氮菌肥料做对比时,抗生素肥料使用的行间出苗显得多,现蕾、开花均早,结铃和产量也较高。由于5406等抗生素有杀菌的能力,棉籽在播种时就不须要另拌“赛力散”等药剂,不象细菌肥料与拌药还有矛盾。因为这类抗生素放线菌并不属于细菌,而在饼土混合肥料中极易繁殖,在其生长过程中所分泌的物质对农作物又兼具防病、促生和增产等作用,所以我们才简称它为“抗生素肥料”。

2. 抗生素饲料——利用麦麸燕麦片等饲料为基质来培养金霉素、地霉素,直接喂养小猪、鸡禽以及鱼类等,使促进生长、增加产量和繁殖率者,即称“抗生素饲料”。动物饲料中,也可混入抗生素和其他营养料制成“抗生素混合饲料”。这些工作,正在国内许多单位进行研究,不久便可在各地工厂大量

制造。

3. 細菌肥料——如根瘤菌, 自生固氮菌, 磷細菌, 丁酸菌(固氮梭菌)等都属于細菌类群。它們所起的肥效作用主要是固定氮素或轉化矿物, 而現有的 5406 号抗生放綫菌主要是利用了餅土营养液, 分泌抗生物質, 抑制有害菌繁育, 同时还刺激植物生长。其分解纖維, 轉化矿物等能力, 对植物的作用上似乎尚是次要的。此外, 上述細菌要用比較潤湿的环境来保护, 且有怕光的特点, 存活的时间也較短; 而 5406 等抗生放綫菌, 則不怕光, 且需用干燥的环境来保藏。但在今后的发展中, 也可能利用“抗生細菌”来制造抗生菌肥料, 保藏的办法就要按照細菌的习性来处理。

(三)5406、奇四号抗生菌的生物学特性

1. 分类和形态 根据 Н. А. Красильников 的分类, 5406 与奇四号同属于放綫菌科(Actinomycetaceae), 其菌絲体很显著, 具有多数孢子, 在气生菌絲体的枝上排列成鍊。植株具有发育良好且无横隔膜的菌絲体, 故列入“放綫菌属”(Actinomyces)。孢子絲螺旋形; 孢子长圓形和柱形, $1.0-1.5 \times 0.9$ 微米。在餅土琼脂培养基上, 菌落呈粉白而略帶橙紅色; 色素不常分泌到培养基內。气生菌絲体发育良好, 微粉白色, 茸毛状或絲絨状; 孢子絲长, 具有 7—10 圈, 与 *Actinomyces fradiae* 种类似。但在放綫菌中, 变系很多, 往往种同而抗尅性能等却大异, 故找寻抗生菌种, 不能完全根据外表面的形态。5406 和奇四号抗生放綫菌的形态如图 1。

2. 来源和性能 5406 号放綫菌于 1953 年秋自陝西涇阳老苜蓿根土上分离出来, 奇四号則于同年春季从山西运城

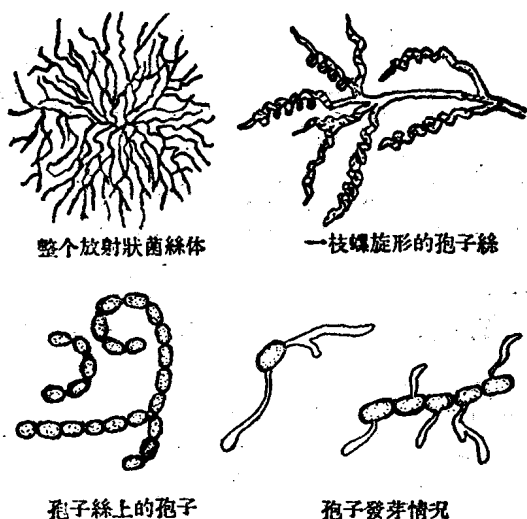


图 1. 5406 号放线菌的菌絲体和孢子图。

棉花根上得来。二者的抗尅性能很相近似，各能抑制立枯病菌 (*Rhizoctonia solani*)、猝倒病菌 (*Pythium spp.*)、黄萎病菌 (*Verticillium albo-atrum*)、棉枯萎病菌 (*Fusarium vasinfectum*)、甘薯黑疤病菌 (*Ceratostomella fimbriata*)、以及多种炭疽病菌 (*Collectotrichum spp.*) 的生长，还能抗尅数种致病細菌。最近在万余个放线菌間，虽然找到了不少抗尅性能更强更广的菌种，但是有些不易为植物所吸收，也有一些对植物有毒害，常常抑制植物生长 (如 316 号等)，另有一些用餅土等培养基还不能使它繁殖，因此直到目前为止，我們仍然推荐 5406 抗生素来生产。这个菌試用的范围比較广，除在番茄、辣椒、茄子上証明无效外，对其他植物，如果使用得当，或多或少都能起些刺激作用，表現提前成熟和增产。奇四号菌种在棉花增产上似乎比 5406 好些，但它促使

黃瓜苗卷葉（見圖片 2），也有不好的一面（可能是用量過多）。

3. 生活習性 這兩種菌都喜欢生長在餅、土混合肥料中，但經多年試驗，它們對餅、土的質量、比例、通氣條件，以及溫度和濕度等也有一定的要求。如果這些條件都能符合，雖然不經消毒，它們也能排斥其他雜菌而繁茂的生長。只要其中一個條件不合适，就會阻礙它們的生長。因此，在製造、繁殖、使用這些抗生菌之前，對它們的生活習性，必須有全面而較深刻的了解。

（1）在餅土比量方面 當溫度固定在 28°C ，絕對含水量為 25%，并用同一種土壤來培養上述抗生放線菌時，改變餅土比量，對繁殖效果的影響很大。當餅土比量為 1:1 時，它們生長都很遲緩，在不消毒情況下，黴菌出現特多。當餅、土比量為 1:20 時，抗生菌的滋繁也較差。而以 1:4—12 的效果最好。餅塊磨得愈細，比量可放得更寬。其中餅土的質量、菌種性質以及其他溫、濕條件都會影響餅土的比例。我們曾經找到一些放線菌，它們不需餅肥，也能繁殖，說明今后的製造條件是可以逐步簡化和改進的。

（2）在餅肥種類和品質方面 在所試的棉仁餅、芝麻餅、豆餅、花生餅和菜子餅中，只要質地新鮮，都能合乎要求。上述餅肥，如果已發霉或發酵變酸，失去原有的香味者，均不適于 5406 等抗生菌的繁殖。因此，餅肥的採購和保存，必需予以特別重視。變質的餅肥切忌作為抗生菌繁殖製造之用；新鮮待用的餅肥要堆放在乾燥的庫倉內，不使受潮或發熱，在使用時磨得愈細愈好。

各地其他餅肥的性能如何，尚不明確。可根據不同的餅

土比例，用最好的溫濕等條件通過試驗來予以肯定；除油茶餅可能有毒性外，一般的餅肥應該是合適的。

在餅肥缺少的地方，也可用其他含氮豐富的植物如紅苕籽、苜蓿粉、泥炭、玉米粉、薯類的渣皮等，試按不同比例加入，以減少或代替餅肥的用量。麥麸固能代替餅肥來繁殖抗生菌，但經試驗證明，容易促使 5406 等抗生菌退化，故不推薦應用。

(3)對土壤性質方面 最近經試驗證明，5406 號抗生菌對土壤的選擇很嚴。凡砂土、心土（深層土壤）以及缺乏鈣質和腐植質的黃土、紅土，雖增加餅肥的比值，仍不能繁殖上述抗生菌。河泥，或苜蓿田、蔬菜田的表土，以及森林中的腐殖土，與餅肥混和后，繁殖 5406 號放線菌為最好。各地可按具體情況用不同土壤試行配合，抗生菌繁殖最多最快者，采選之。缺鈣地區，可酌加消石灰或碳酸鈣；缺有機質地區，可酌加腐熟廐肥及草炭、河泥、塘泥、溝泥等。總之，須要結合當地情況，一邊生產，一邊摸索，交流總結，才能逐步提高。

(4)通氣條件 5406 號抗生菌在餅土內繁殖過程中，須有氧氣的供應。餅土混合后裝瓶時，如果壓得过緊，或則濕度过大，土粒間沒有空隙時，放線菌接種后仍生長不良。菌種培養期間，最好是不斷地更換新鮮而消毒的空氣。餅土在玻璃瓶內，上面雖有棉塞，但氣體交換仍然困難，故在瓦質（或陶瓷質）、無釉的特制罐內進行培養（詳見下章），最為理想。這種瓦罐具有小孔，空氣可以通過，而微生物均可隔離。這種情況下繁殖放線菌的速度比在玻璃瓶中要加快 1—2 倍。

不消毒狀態下，在餅土混合肥料中培養 5406 等抗生菌時，通氣條件不宜太好。因為土壤中存在着的許多霉菌（如青

霉菌等),它们在通气过旺时,生长的速度超过5406放线菌,反而会抑制抗生素的生长。为此,在接种过的餅土肥料上面,必須另鋪加一层(0.5—1寸)无餅的細土或复盖一层糠糠或草木灰,否則面上会长出許多霉菌来。

● (5)温度、湿度方面 經試驗証明:5406、奇四号抗生素当其他条件合宜时,在24—28°C的餅土肥料中,繁殖最快。16°C以下,或32°C以上就显著地衰弱。在不消毒状态下,餅土中的绝对含水量显出更为重要的作用。当温度等条件适宜时,抗生素的繁育以24%的含水量为最好;14%以下或34%以上,均不适生长。含水量过少(5%以下),或过多(40%以上),虽然温度很合宜,奇四抗生素也长不好。特別当湿度大的情况下,温度在12—28°C間,霉菌发育极盛,奇四抗生素受到严重的抑制;而在高温(36°C以上)高湿(45%以上)的情况下,霉菌和放线菌均停止生长,餅土中发生奇臭,为細菌的生长所独占(见图2)。

在彻底灭菌的餅土培养基中,当湿度大(当绝对含水量为45%)温度高(36°C以上)时,接入了5406等抗生素,尚不致如上述情况的失败。特别是瓦罐中湿度容易逸散,当罐中湿度逐渐变小时,因无其他杂菌骚乱,抗生素仍能良好地繁育。但是当瓦罐过小,培养室空气过干,接入的放线菌尚未获得发芽前,餅土中的水份已經逸走,也会遭到不生长的失败。

在各种条件良好的情况下,5406等放线菌孢子,半天内就可发芽,2—3天后,就长出茂盛的菌絲和孢子,此时,湿度过小,或温度较高或过低,均不影响它的生存。

如果把生长好了的放线菌放在干燥状态下保存数年之久,也不会死亡。但当湿度大的場合下,如无包装物隔离,霉

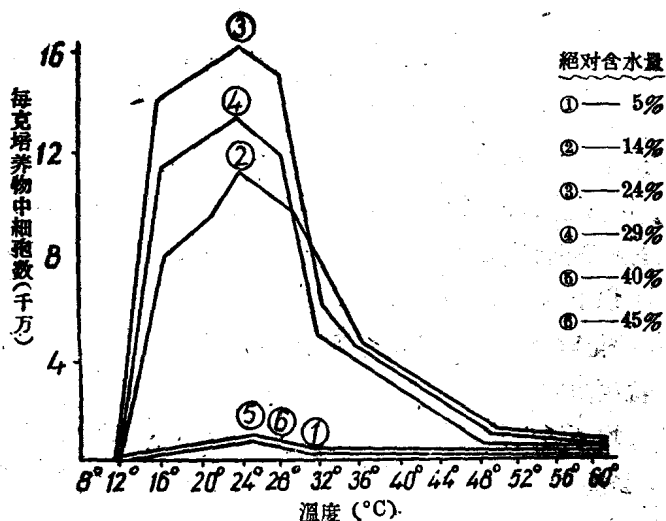


图 2. 在不消毒餅土肥料中, 不同温湿度对奇四放綫生育的影响。

菌仍易乘机侵入, 夺取其养份, 很快地繁殖起来, 因此抗生素肥料必須在干燥环境中保存, 除非在无菌状态下。

(6) 酸碱度以及与其他矿肥、农药的作用 試驗証明: 用 pH 6.5—7 的加餅土壤接种培养 48 小时后, pH 值逐渐上升达最高峰 (pH 8.5), 以后又稍稍下降 (至 pH 7.5), 在此范围内, 放綫菌一般生长良好。当餅土中加入总量 4—8% 的过磷酸鈣, pH 虽下降到 4.5, 放綫菌仍能良好地繁殖; 但是加入 0.6—2% 的黑矾 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 或硫磺粉, pH 降低到 5.5—6, 就抑制了放綫菌的生长, 而刺激了霉菌的发育 (当在不消毒状态下)。碱性土壤中加入 0.2—1% 硫铵或石灰, 均不利奇四号抗生素的生长, 但在酸性砂质缺鈣土壤中加入 0.5—1% 的石灰, 则大利于放綫菌的滋繁, 此外, 加入 1—8% 草木灰, 对抗生素的生育影响不大。

餅土肥料中加入总量 0.05—0.1% 的賽力散 (醋酸苯汞) 时, 放綫菌的生长受到显著的抑制; 而加入 0.05—1.5% 的 666 粉 (0.65% γ) 时, 对放綫菌并无不良影响, 相反地, 在不消毒状态下, 有时与草木灰 (2%) 配合, 还能促进其生长。

不同的土壤对加入的矿肥可能有不同的反应, 使用抗生素肥料前, 各地应根据当地具体情况, 先作小試驗, 再确定其他肥料的配合量。

(四) 5406、奇四号抗生素肥料对植物的作用

1. 刺激生长的作用

(1) 当白菜、油菜、甘藍、蘿卜、黃瓜、西葫芦等移苗时, 每穴施用 5406 号抗生素肥料 30—60 克 (1—2 两), 可促进幼苗发生新根, 恢复健壮。特别是白菜等, 在施菌后 3—4 周内, 常較对照 (单施餅肥者) 增重半倍到一倍, 并且提早成熟。但在一个月后, 这种刺激作用逐渐消失, 如何延长其效果, 应在各地摸索。黃瓜等施菌者較对照提早收瓜 7—10 天, 增产 15—30% (不同品种的效果有些差异, 应加进一步研究), (見书后图片 1—7)。

上述各种均表現在移苗时施用为最有效, 如在播种时施用, 如按每穴 1—2 两, 則有抑制生长的药害, 为此, 在直播地区, 最好在定苗时追施, 播种时只施 1/10 的用量 (各地須加摸索), 如能每隔 3—4 周在根圍追施一次, 效果当更显著。

(2) 小麦、棉花等播种时, 在种子上复盖 5406 或奇四号抗生素肥料每亩 150 斤 (內含新鮮餅屑 15 斤)、肥土 134 斤 (0.65% γ 的 666 粉 1.5 斤), 然后复土, 可提早出苗、增加棉、麦的出苗率和小麦的有效分蘖数。在无病的場合下, 只施一次

可增产 5—20%。在棉花早播小麦晚种的情况下,增产效果较为显著。此外,棉花营养钵中混用抗生素肥料(用量不宜过大)或当棉苗定株或在营养钵移入大田时,每穴再施抗生素肥料 50—80 克,对棉株生育更为有利。小麦生长期中如再追施数次,当更有效。

(3)用 5406 抗生素肥料 1 斤,加清水 3 斤,搅拌均匀浸泡一夜后,取其浸出液来浸渍人参、颠茄、甘薯(山芋)的种根 12 小时,或浸泡葡萄插枝 65 小时,大豆种子 18 小时,均能促进生根,提前收获,增加产量。近经试验证明,并能增加大豆的根瘤数。

用上述抗生素肥料 1 斤加水 5 斤,浸泡 10 小时,再将水稻秧根浸入,经 6 小时取出移栽,可促进新根生长,增加分蘖并提前抽穗(见图片 7)。此外,在秧田每平方米施入抗生素肥料 1—2 两,能刺激秧苗生长(见图片 8)。(在水稻上试验时间很短,尚无成熟经验。)

2、防病增产作用

(1)在棉花提早播种的情况下,用 5406 号抗生素肥料拌种并沟施(每亩合计 150 斤,内折饼肥 15 斤,666 粉 1.5 斤),可大大地减少烂种和立枯、炭疽病等为害,较烫种拌药和拌药后烂种的增加出苗率 1—2 倍;既可省去赛力散等药剂拌种,还可获得更好的防病壮苗效果(见图片 5、6)。在晚播的情况下,效果相对的较小。

在黄萎病严重棉区,如辽阳棉场经 4 年田间试验证明:当定苗后、显蕾和开花期,分 3 次追施奇四号抗生素肥料合计 500 斤(折合棉子饼 50 斤)可减轻黄萎病发病强度 20—65%,增加产量 15—45%,且还提高了棉花的品质。1956—57 年在

辽阳县先锋社和营口市春光社进行生产示范試驗，相同地减少发病率 50% 左右，增产 20%。經群众要求，1958 年，已在营口市大面积推广。

(2) 药用植物颠茄在苗床中施用 5406 抗生素肥料育成的幼苗，移植到大田后，苗期由立枯病而所致的死亡率为 4.7% 后期由疫病等烂根所致的死亡率为 20.7%；而苗床經福尔馬林消毒后育成的幼苗，年齡、播期、移植等条件全同，但在大田中苗期立枯病死亡率达 11.6%，后期烂根病死亡率为 28.9%。这种現象，也可用抗生素肥料提高了颠茄的抗病性来解释。

(3) 在小麦腥黑穗病严重地区，用奇四号抗生素肥料在麦种噴湿时拌种并結合沟施（每亩合計 150 斤），可自 30.7% 的发病率減輕到 7.8—14.3%，增加穗数 30—50%，其防病效果表面上虽还不如賽力散拌种，但健康的总穗数显著比拌药的多，实际收益更大。

3. 提高油餅的肥效，节省了肥料的施用量

(1) 在黃瓜大田試驗中証明：每株穴施 5406 抗生素肥料 60 克的（內含棉子餅 6 克），其增产效果超过每穴施棉子餅 120 克而不加抗生素的，且提早成熟 7 天。也就說明了棉籽餅与抗生素結合后，可提高肥效至少在 20 倍以上。

(2) 在早期播种的情况下，单施餅肥，容易引起棉花的燒苗、烂种，这是由于餅肥施入土中，特別当低温、高湿的場合下，促进了青霉菌和烂种細菌的滋繁。这些微生物能分泌毒汁抑制棉种发芽，同时还能从伤口侵入，使种仁腐烂。因此，棉农們不敢在播种时施入餅肥，以致棉苗在幼嫩阶段缺乏营养。即使在温暖的季节里，农民們也不敢把新鮮餅肥直接与

种苗相接触,而消极地把餅肥加水发酵,等待损失了半数的氮素后,才予以利用。新鲜油餅与 5406 等抗生素、肥沃土壤、666 粉剂混和培养后,使用于植物种子、幼根旁边,沒有燒苗、烂种的危險,反而促进了种子的发芽,幼苗的生根。这样,就可免除了餅肥在发酵中有效氮素的流失,并解脫了新鲜餅肥燒苗、烂种的灾害。

(3)根据云南牟定县,金馬乡的油菜和小麦試驗証明:奇四号抗生素肥料 100 斤,可抵到厩肥 800 斤的效果。每百斤抗生素肥料中,只含菜子餅 10 斤。也就是說:每 10 斤菜子餅与抗生素相結合,就可抵到 800 斤厩肥。該省由一个乡的試驗結果推广到全县、全专区(楚雄等 13 个县),說明群众对这样的簡便、易行、效高的肥料是非常欢迎的。

(4)根据內蒙喀喇沁旗技术推广站的試驗,在谷子定苗时追施 5406 抗生素肥料,每亩以 1:50 的抗生素肥料結合大糞(糞便加土),共計施入 350 斤,可增加产量 25%,追施硫酸 15 斤者,仅增产 9.8%;追施大糞 600 斤而未加入抗生素者仅增产 5%。这一試驗,足以說明:抗生素結合糞肥也可以节省化学肥料的施用。

4. 其他作用

(1)5406 抗生素肥料在药用植物洋地黄肥料試驗中,証明增产效果較 N. P. K. 单施或配合混施用的高。它不仅增产莖叶量 28%,同时还提高了有效成分 14%。

(2)由于抗生素肥料有防止早播下的烂种(水稻烂秧尚待找寻新的抗生素),以及提早作物成熟的作用,就有可能利用它来增加复种指数,使只种一季的地区改种两季,两季的地区,增种到三季。特别是水稻,应是我们努力的方向。

(3)由于上述抗生素肥料能促进植物生根,对水稻、小麦、棉花的倒伏问题,似乎是有潜力解决的。在今后的农业生产中,有了充裕的水分和肥料,倒伏问题将会愈来愈大,是值得早日引起注意的。

不久的将来,还会有足以杀虫(地下害虫、根线虫、根蜘蛛等)的抗生素肥料出现。这些肥料也可能是兼有防病、促生、杀虫三种作用的,它也可能须要数种抗生素混合起来。总之,在大跃进后,在各个单位协作下,它的效果会迅速获得提高。

但是,我们也不应视为抗生素肥料是万灵丹,许多植物病害目前还不能依靠它来防治;若干植物如番茄、辣椒、茄子等,现有5406等肥料也没有能力促进它生长。因此,我们除努力找寻更有效的抗生素种以补短缺外,尚应重视其他肥料及农药的生产和利用。

第二章 5406 等抗生素肥料的制造

前面曾经说过:5406、奇四号抗生素都属于放线菌类。放线菌兼具孢子和菌丝,繁殖时必须先由孢子发芽,长成许多菌丝体,然后又从菌丝割裂成许多孢子。细菌没有菌丝,是直接由孢子分裂而繁殖的。它们的形态、构造不同,对营养的要求也不一样,因此我们只能应用它们中间共同的一套“灭菌”、“分离”、“接种”方法,但如培养基的配制和成品的保藏等,都不能抄用细菌的陈方,必需按照放线菌的要求来予以处理。放线菌本身的种类也很多,往往由于培养基不同而改变了它所产生的抗生物质。因此,当我们创造了一种新培养基后,随着