

5406 抗生素肥料作用机制的研究

III. 抗生素在不同土类中的适应性及其转化氮、磷元素的分析

尹莘耘 張均康 荀培琪

(中国农业科学院土壤肥料研究所, 北京)

1956 年在北京和平农业社进行白菜施肥试验中, 在移苗时, 每穴施 5406 抗生素肥料 8 克(内含棉子饼 1 克、土壤 7 克), 三个星期后, 白菜产量较对照(加同量的棉子饼)增加一倍^[1,4]。1959 年在云南晋宁基点的烤烟大田对比试验中, 每穴施 5406 菌肥 60 克(内含菜子饼 6 克, 其余为土壤), 平均百株的叶产量较穴施菜子饼 60 克(当地习惯施用量)增加 30%^[4]。这些试验结果表明: 饼土经过抗生素的生长后, 明显地增加了饼土的肥力。这种增产效果并不是由于抗生素的防病作用所致。同时 5406 菌肥的施用, 也不是所有试验都获得相同的效应。例如 1962 年秋在本院高肥力试验地, 当白菜移苗时, 穴施 50 克抗生素肥料, 就没有得到明显的增产效益。不同的土类和地力等因素, 可能影响到抗生素肥料的施用效能。

这些影响是由于抗生素对不同土类的适应性所引起的? 还是在不同的土壤肥料中转化氮磷等元素的能力有所差别? 全国究竟有那些农业土壤类型适于 5406 抗生素的生长? 或宜于制造菌肥? 在什么样的土壤中可以获得比较理想的结果? 什么土类中根本不能生长? 这些问题都是本试验要求初步得到明确的。

材料及方法

1963 年, 曾向全国旱作地区搜集主要农业土壤共 15 类。样品收到后, 自然风干, 通过 2.5 毫米的筛孔, 拌入 1% 及 10% 的豆饼粉(以诱发菌的生长), 加水 15% 及 20%, 仔细拌匀, 装入锥形瓶中, 经 17 磅 1 小时灭菌后, 每种土壤分为三组处理。第一组接种 5406 抗生素孢子液, 第二组接入原土壤的浸出液, 让原有微生物自然繁殖, 第三组不接菌作为对照。在 28℃ 培养 7 天后, 用碳酸镁法^[5]测定有效氮, 马其金氏法^[5]测定有效磷; 每种土壤的第一组处理, 并用平皿稀释法^[6]测定菌落数。

结果及讨论

(一) 有效磷(P_2O_5)的分析

在已测定的 15 类土壤中, 凡接种 5406 抗生素的, 对有效磷的转化, 都有显著增加。其中如吉林的棕黄土(棕壤), 加入 10% 的豆饼粉接种 5406 抗生素后, 有效磷较不接种的对照增加 215.0% (经 5406 抗生素接种的, 每克饼土中含 P_2O_5 91.0 p.p.m., 而对照中只含

28.8 p.p.m.); 其他如吉林公主岭的淋黑土(淋溶黑土)、湖北襄阳的岗黄土(黄褐土), 亦较对照增加一倍以上; 内蒙伊盟的风砂土(灰棕荒漠土)经豆饼粉混入接种抗生素后, 也提高有效磷达 65%。15 类土壤中, 增加有效磷最少的是陕北的黄绵土(灰褐土)、呼和浩特的黄黑土(栗钙土), 但亦较对照增加 11.4% 以上。而在加以同量饼粉, 接种原土壤浸液的各类土壤中, 仅有 11 类提高有效磷, 其余 4 种都低于不接菌的对照。其中相对增磷最高的是吉林蛟河的白浆土(40.6%), 经原土液接种的, 每克饼土中含 P_2O_5 54.0 p.p.m., 对照中只含 38.4 p.p.m.; 最低的是山西太谷的立黄土(褐土), 当加入饼粉让原有微生物生长后, 有效磷的含量较对照(不接菌)减少 27% (见图 1)。从这些资料中可以说明: 土壤中施入有机肥料后, 再接入抗生素, 由于微生物群体的改变, 可促进磷转化, 提高有效磷含量。

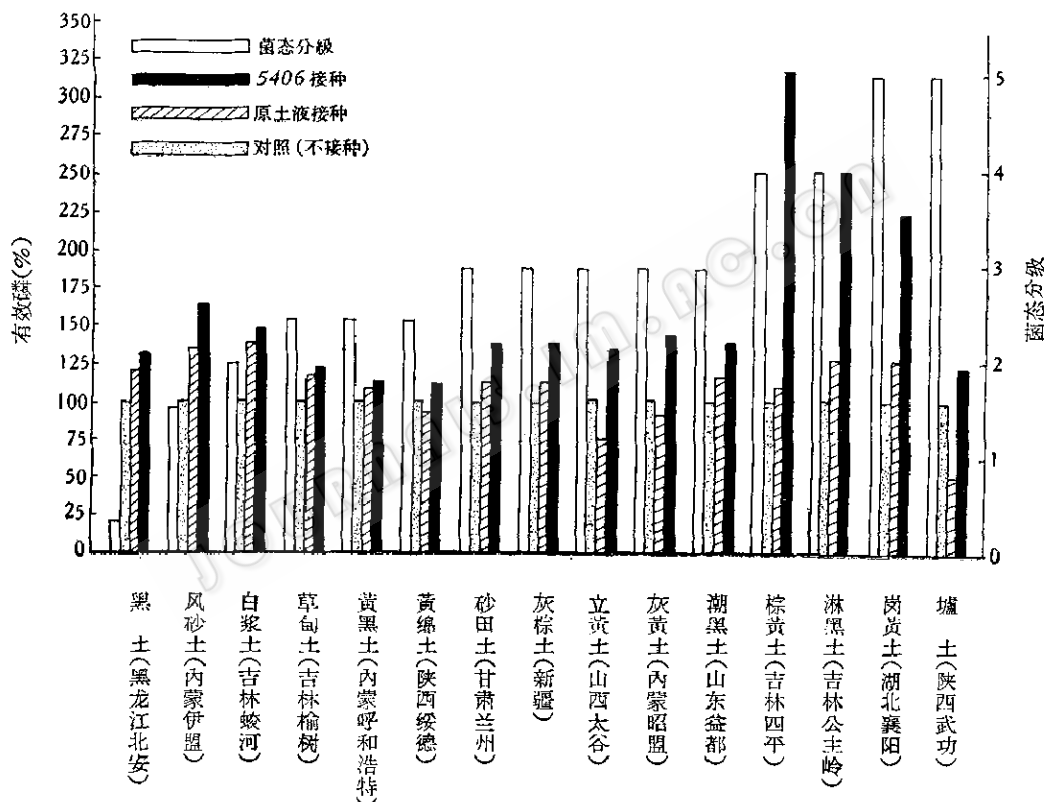


图 1 5406 抗生素在不同土壤中经豆饼粉诱发情况下转化磷素的效应(1963 年)

从图 1 也可看出, 有效磷转化比值的大小, 并不完全决定于菌态(5406 抗生素接种后生长发育的状态, 本试验中分成五级, 级数愈大, 生育愈旺, 也可说是生长等级), 例如在武功的壠土中, 抗生素生长十分良好(第五级), 但增加有效磷的相对比值较低; 在内蒙伊盟的风砂土中, 菌的生育较差(1—2 级), 转化磷的相对比值反较在壠土中时为大。但如因土壤中 pH 过大(>8.5)或过小(<6), 或有机质含量很低, 抗生素根本不能生长时, 也不能起到有效的作用。如黑龙江北安的黑土, 即因 pH 过低, 不适于该菌的生长, 所以转化有效磷的相对比值远不如吉林公主岭的黑土为大。

(二) 有效氮(NH_3)的试验结果和分析

在所测定的 15 类土壤中, 凡接种 5406 抗生素的, 有效氮(主要为氨态氮)都有显著提

高,没有降低的;而接种土壤浸出液则原有微生物生长的,则有五分之一的土样降低。这种情况与前述磷的结果相似。氮素增加最多的土类是陕西武功的塬土、内蒙呼和浩特的黄黑土、吉林公主岭的淋溶黑土和山东益都的潮黑土(草甸褐土),有效氮都较不接菌的对照增加 15 倍以上,其中塬土增氮最多,每克餅土中含有效氮 16.6136 毫克,对照中每克仅含 0.6401 毫克,相差 25 倍之多。最低的是砂田土(兰州),但亦增氮 75%。在黄黑土和潮黑土内,接种原土浸出液的,也能成倍地转化有效氮,每克餅土中含有效氮 11.1203 毫克,对照中仅含 0.4689 毫克,但一般增值都较接种 5406 抗生素的为低;另有 3 类土壤,则较不接菌的对照减少 3—22%,例如山西太谷的立黄土中经原土液接种后,每克餅土中仅含有效氮 2.6550 毫克,而对照每克中含 3.4270 毫克,又如吉林公主岭的淋黑土经原土液接种后,每克餅土中含有效氮 1.4120 毫克,而对照中为 1.4600 毫克(详见图 2)。

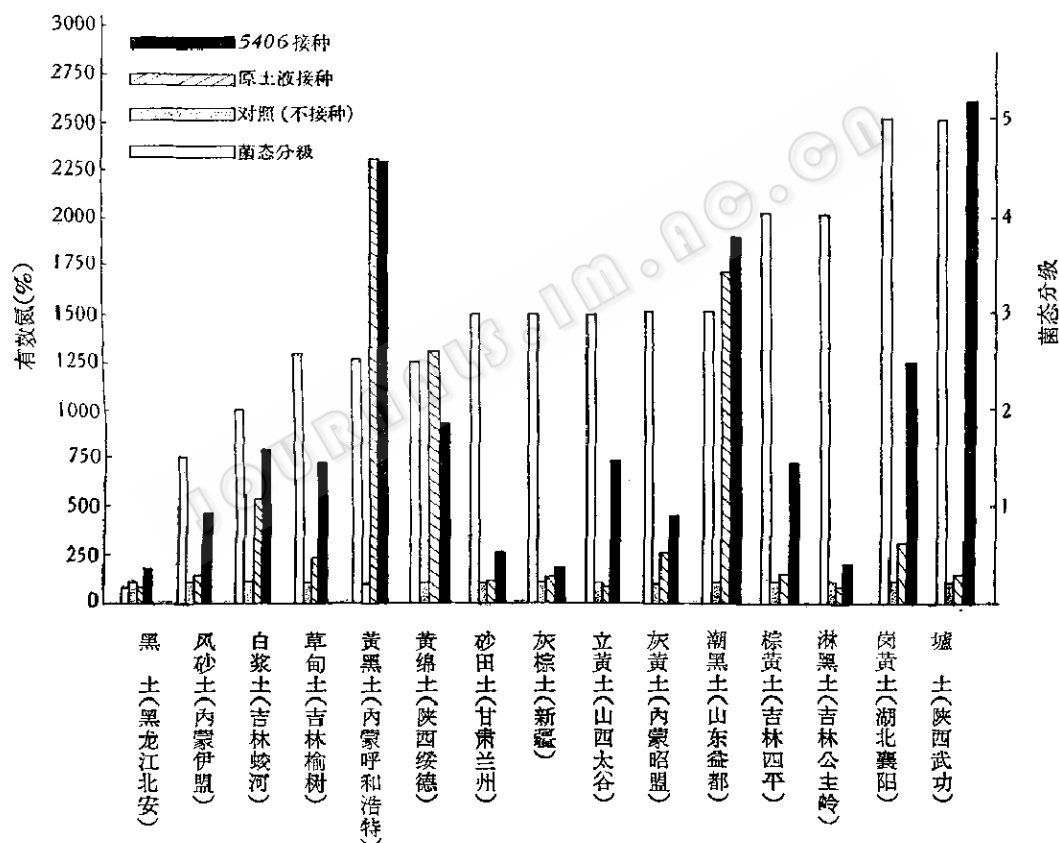


图 2 5406 抗生素在不同土类中经豆餅粉誘发情况下转化氮素的效应(1963 年)

从图 2 还可看出,有效氮转化比值的大小,并不完全决定于抗生素的生长状态(菌态)。如在兰州的砂田土(淡灰钙土)和新疆的灰棕土(灰钙土)内,5406 抗生素的生长尚称良好(列入第 3 级),但有效氮的转化比值远不及生长较差的内蒙黄黑土(2—3 级)为大。在黑龙江北安的黑土中,5406 生长很差,有效氮转化比值亦很低,这与磷的情况很相似。

因此,可以推论:土壤肥料中有效氮的转化,在很大程度上依赖于微生物的作用,而这种作用决定于微生物和土壤的种类与性质。在适宜的土壤中,加入人工选育的微生物,就可以提高肥力;在不适宜的土壤中,通过农业措施(如施肥、排灌、松土、轮作或用石灰、

石膏等改变其 pH, 或加入微量元素等), 再加入有效菌种 (如大量的抗生素肥料等), 也能明显提高土壤肥力, 并减少有害微生物的生长, 都可以达到防病增产的目的^[7,8]。

总的说来, 在所测定的 15 类农业土壤中, 加入有机肥料 (豆饼粉、棉子饼等), 并接种 5406 抗生素后, 有效氮、磷的含量都有显著的提高。接种抗生素的, 平均增加有效磷 56.6%, 增加有效氮 9.363 倍; 而接种土壤原液的, 平均仅增加有效磷 13.3%, 有效氮 4.121 倍, 详见表 1。

表 1 5406 抗生素在不同土类中经豆饼粉诱发后转化氮、磷元素的效应

饼土中的有效物质	饼土培养基的处理	有效磷氮含量与对照相比的%		
		最 低	最 高	平 均
磷 (P_2O_5)	接种原土浸液	73.4	140.6	113.3
	接种 5406	111.4	316.0	156.6
	饼土对照(不接种)	100.0	100.0	100.0
氮 (NH_3)	接种原土浸液	77.6	2371.5	512.1
	接种 5406	174.9	2595.5	1036.3
	饼土对照(不接种)	100.0	100.0	100.0

所试 15 类主要农业土壤, 按其 pH 的高低, 再根据平皿稀释法获得的 5406 菌落数据, 以及有效氮、磷的相对比值, 制成图 3。可以看到, 5406 抗生素在加入饼粉而 pH 在 6.5—

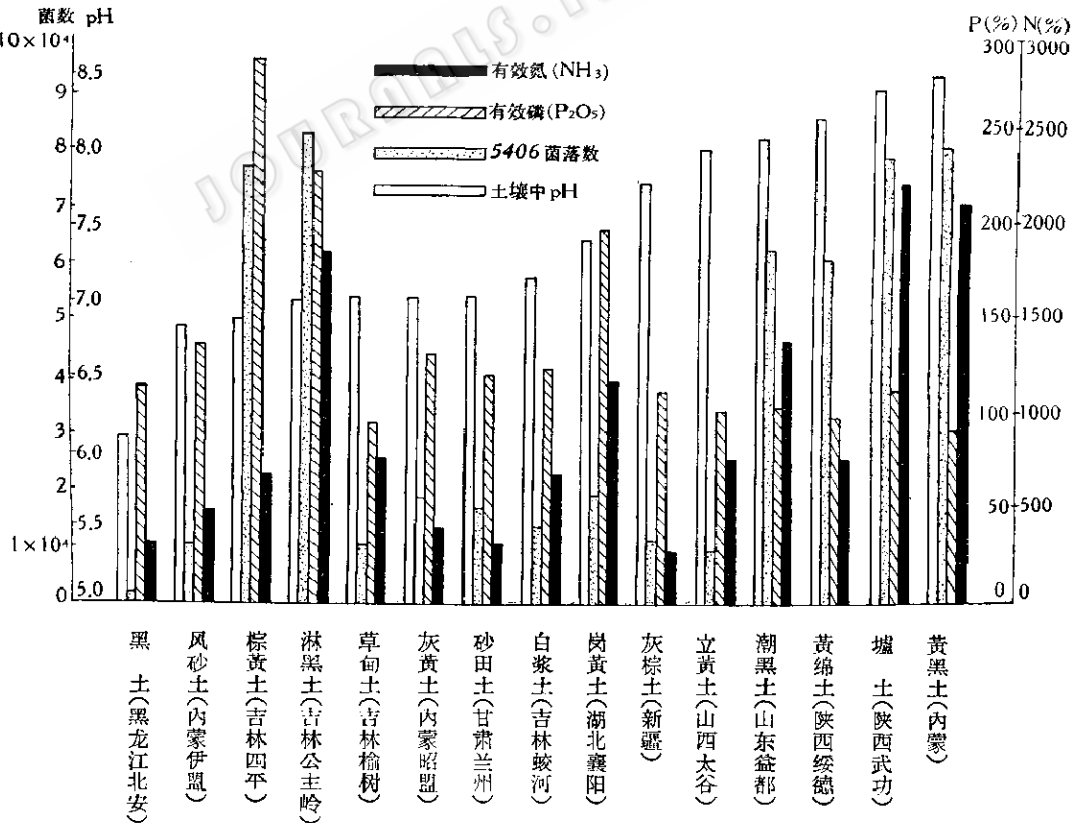


图 3 5406 抗生素在不同 pH 土类中经豆饼粉诱发后的生育情况及转化 N、P 元素的效应(1963 年)

8.5 之間的农业土壤中,都能生长增殖。其中含有机质丰富的吉林公主岭的淋溶黑土、吉林四平棕黄土(棕壤)等,含菌数较多,每克土壤中(制成的抗生素肥料)高达 25 万亿。而黑龙江北安的黑土,由于 pH 较低(6.0 左右),虽含丰富的有机质,5406 抗生素也不能繁殖。只有加入适量的石灰后,抗生素才能很好地生长。又如风砂土、砂田土、白浆土等, pH 虽均适宜,但含有机质都较少,在接种后,增殖的菌数也不多。从图 3 可以看到,有效氮的比值与菌数似有密切的关系,即菌数多时,转化的有效氮的比值亦大。反之则小。有效磷的情况,即没有这样的关系。如在塘土与黄黑土中,有效氮的相对比值在全数中最高,而转化磷的比值却很低,这一现象尚待进一步探究。

此外,在全氮测定时,观察到某些土壤加入餅粉、灭菌、接种 5406 抗生素发酵 7 天后,全氮量较不接种的对照,有时超过 50%。通过无氮培养基(包括固体和液体)的接种培养试验,初步表明 5406 抗生素能在无氮情况下生长。因此,在餅土中接种 5406 抗生素,除能转化氮、磷元素、分泌抗菌物质^[3]和刺激物质^[3]外,还有可能固定空气中的氮素。由于这些因素的综合作用,促使了 5406 抗生素肥料的肥效数倍于原有的餅土基质的效果。

結 論

从全国各地搜集主要农业土壤 15 类,加入少量豆餅粉以诱发微生物的生长。结果表明凡接种 5406 抗生素的,有效氮、磷的比值都有显著增加。其中吉林四平的棕黄土(棕壤)增加有效磷最多(216%),15 种土类平均增加 56.6%。而接种原土液让原有微生物自然繁殖者,仅有 11 种土壤增加,其中增磷最高的 40%,平均增加 13.3%。

在氮素测定中,接种 5406 的 15 种土类平均较对照增加有效氮 9.36 倍,最高为陕西武功的塘土,增加 25 倍。而接种原土液让原有微生物自然繁殖的 15 种土类中,仅有 12 类增加有效氮,其余 3 类尚有减少的趋势。可以说明,有意识地选择优良菌种接入餅土等农家肥料,可以提高土壤肥料中的有效成分。

根据全国 15 种土类接种 5406 后菌数的统计结果,以陕西塘土、山东潮黑土(草甸褐土)、吉林淋溶黑土及棕黄土(棕壤)等,通过少量豆餅粉诱发,5406 的生长最好,含菌量高达 70—250 千亿/克土;而吉林的白浆土、甘肃砂田土(淡灰钙土)、内蒙伊盟的风砂土(灰棕荒漠土)等,生长 5406 较差,含菌量为 2—8 千亿/克土。

5406 抗生素在 pH6.5—8.5、有机质丰富的各类农业土壤中,都能很好地生长增殖。适宜的土壤含水量是 20—25%(指加入餅粉以后)、温度是 24—32℃。在 pH 6 以下,虽含丰富的有机质(如北安的黑土),该菌亦不易繁殖。

综合以上结果,可以初步推测:5406 抗生素宜于繁殖的土类中,特别是在含磷量高而有效磷缺乏的地区,推广应用时,将会发挥出更大的增产作用。在过酸(pH 6 以下)的土壤中,加入 0.3—0.8% 的消石灰后,可以改善抗生素的生育而制成菌肥。在有机质贫乏的土类中,加入适量(10—40%)的农家肥料,再以餅粉诱发,也可良好地繁殖抗生素。在砂田土、风砂土等地区推广该种菌肥时,必需选用沟泥、坑泥等肥土配以餅粉制成母剂;到扩大施用,再取肥土、少量餅粉与农家肥料(猪厩肥等)混合,这样才能促进抗生素的生长,从而获得防病和刺激增产效果。

参 考 文 献

- [1] 尹莘耘等: 北京农业大学学报, 3: 55—65, 1957。
 [2] 尹莘耘: 抗生素肥料的应用及制造法, 120 页, 高教出版社, 1958。
 [3] 尹莘耘、荀培琪、林声远、邱桂英、张均康: 微生物学报, 11(2): 270—274, 1965。
 [4] 尹莘耘: 抗生素肥料及其应用, 160 页, 农业出版社, 1965。
 [5] 李庆远、鲁如坤: 土壤分析法, 173 页, 科学出版社出版, 1953。
 [6] 中国科学院林业土壤研究所微生物研究室主编: 土壤微生物分析方法手册, 87 页, 科学出版社, 1960。
 [7] Красильников, Н. А.: Микроорганизмы почвы и высшие растения, 1958。
 [8] Мишустин, Е. Н. И. Перцовская, М. И.: Микроорганизмы и сатоощение почвы. Издательство Академии Наук СССР, Москва, 1954。

STUDIES ON THE MECHANISMS OF ANTAGONISTIC FERTILIZER "5406"

III. ANALYSIS OF THE ADAPTABILITY OF ANTAGONIST "5406" IN DIFFERENT TYPES OF SOILS AND THE CONVERSION OF NITROGEN AND PHOSPHORUS

YIN S. Y., CHANG J. K. AND XUN P. C.

(Institute of Soils and Fertilizers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Peking)

Samples of fifteen major types of agricultural soils were collected from different parts of this country, to which a definite amount of powdered soy-bean cake was added to induce better growth of micro-organisms. The available nitrogen and phosphorus in those soils inoculated with the *Streptomyces* 5406 increased markedly. The increase of available phosphorus was highest in the brown earth, being 216% higher than the control. The average increment of phosphorus of 15 types of soils was 56.6%. In the soils inoculated with their own extracts there were only 11 types of soils showing an increase of available phosphorus. The average increment of available phosphorus was 13.3% higher than the control.

The available nitrogen of the 15 types of soils inoculated with *Streptomyces* 5406 was 9.36 times higher than the control in average. The highest one was in "Lü" soil which increased up to 25 times than the control. When inoculated with their own extracts there were only 12 types of soils resulting in the increase of available nitrogen, the remaining 3 groups being lower than the control.

The growth of 5406 induced by soy-bean cake powder in 15 types of soils was best in the "Lü" soil, meadow brown soil, leaching chernozem and brown earth. The number of *Streptomyces* 5406 was found to be 70—250 hundred billion spores per gram of soil. There was less growth in "paichiang" soil, grey brown desert soil and light sirozem soil, the number of *Streptomyces* being 2—8 hundred billion spores per gram of soil.