

# 5406 抗生素肥料作用机制的研究

## I. 5406 号抗生素产生刺激物质的分析研究\*

尹莘耘 荀培琪 邱桂英 林声远 張均康

(中国农业科学院土壤肥料研究所, 北京)

解放以后,在党的领导和鼓舞下,我們开始了抗生素工作的研究。从全国各地不同作物、牧草的根上以及农家肥料和土壤中,筛选对植物病原菌有拮抗能力的微生物。在五千余个菌株中,以 5406 号放线菌的性质最为突出,它不仅能抑制所試的 32 种病原菌的生长,同时还具有刺激植物生根、发芽等性能。由于它容易在农家肥料中生长繁殖,并能提高肥料的效果,所以被称为“抗生素肥料”<sup>[4,5,6,9]</sup>。

1952—1954 年間研究出了抗生素与农家肥料相结合的繁殖方法<sup>[1]</sup>; 1954—1957 年間在京郊小麦、棉花、玉米、薯类、黄瓜和白菜等田间,进行試驗,防病增产的效果常在 10—30% 之間<sup>[4-9]</sup>; 1957—1959 年在辽宁、黑龙江、山东、河北、陝西、貴州、云南、新疆等省(区)进行区域性試驗,获得类似的结果<sup>[9]</sup>;在大跃进中,曾普遍推广于全国<sup>[5]</sup>。

1958—1960 年間,在我所繼續研究該菌肥的扩大生产和应用方法<sup>[5]</sup>,在云南和黑龙江作较大面积的示范推广,在烟草、小麦、瓜类、豆类以及水稻上,均获得显著的效果<sup>[9]</sup>。1960—1962 年广东潮阳县及广州市又进行大面积示范推广,旱田增产效果在 15—45%,水田增产 5—25%。

1959—1960 年間曾在石家庄专区大面积推广,后因餅肥缺乏而一度停止;1963 年秋,該区又重行設多点示范,再次証明 5406 菌肥在棉、麦上显著的增产效果<sup>[9]</sup>。在不同施肥量的对比試驗中,并肯定了以 15 斤棉仁餅制成菌肥 150 斤,較同量的棉仁餅或硫酸銨增产 18—22%,瘦地施用时效果尤为明显。在棉田中应用,也获得类似的结果。

与吉林农业科学院进行协作試驗时,1960 年通过小麦浸种,在田间表现出刺激生育的性能,同时減輕了叶銹病和稈銹病的損害,增产达 43.7%;但于 1961 年銹病較輕的情况下,則表現不增产<sup>[7]</sup>。在其他作物上試驗时,也有甲地增产显著、乙地不显著;或这次防病效果高,那次防病效果低的情况发生。为了进一步闡明 5406 防病和刺激生长等增产原因,找出不稳定的因素,逐步巩固提高效果,于 1962 年起,从該菌的作用机制如:刺激生长,防治病害,轉化氮、磷元素,以及在土壤和根际活动等各个方面进行分析研究。茲将有关刺激作用的部分資料报导如下。

## 材 料 和 方 法

### (一) 发酵

5406 菌种斜面培养基成分:马铃薯 200 克;蔗糖 20 克;洋菜 20 克;水 1000 毫升。菌种移接后,在

\* 本試驗进行期中,承崔激、相望年两教授支助,特志谢忱。

本文于 1964 年 6 月 10 日收到。

28℃ 培养 5—7 天, 即得带有黄褐色露珠的粉红色菌苔。液体发酵所用培养基成分为: 黄豆饼粉 2.0%; 葡萄糖 2.0%;  $\text{CaCO}_3$  0.4%;  $\text{NaCl}$  0.3%。自然 pH。于 500 毫升锥形瓶中盛培养基 100 毫升, 灭菌接种后, 在 28℃ 振荡培养 48 小时。固体发酵培养基成分是: 肥土 10 份; 黄豆饼粉 (或棉仁饼粉) 1 份, 混合后加水拌匀使含水量在 20% 左右, 过筛成直径 <2—3 毫米的颗粒, 装入 500 毫升锥形瓶中, 每瓶 250 克, 17—20 磅高压灭菌 2 小时。当温度降到 45℃ 以下, 接入培养 24 小时的发酵液或斜面孢子悬液 10 毫升, 在 28℃ 放置 2 小时后摇匀, 继续培养 7 天后, 即长成粉白色 5406 抗生素肥料。

## (二) 提取

以抗生素肥料加水 1 倍, 搅拌 1 小时后过滤, 或将发酵液直接过滤, 除去菌体, 在 50℃ 水浴上蒸发浓缩近干, 然后用甲醇浸提。提取物浓缩成胶状物, 用蒸馏水稀释成 10% 浓度, 加 3% (W/V) 活性炭吸附, 以甲苯:乙醇(1:4)洗脱, 洗液浓缩干燥, 得黄褐色粉末状的粗制品 (100 p.p.m. 对黄豆下胚轴有刺激内卷作用)。

## (三) 刺激素的测定方法

采用 Went 氏<sup>[23]</sup>的豆芽弯曲法, 但在计算弯曲程度时, 不用豌豆角度测定, 而改用黄豆下胚轴 (俗称豆芽) 的弯曲圈数。弯曲的标记方法是: 1 圈 1; 2 圈 2; 半圈 0.5。通过不同品种的豌豆和黄豆下胚轴弯曲试验, 发现通州小黄豆对 5406 的刺激作用最敏感。同时测出, 新采收的种子往往不能弯曲, 过多后才能应用。用此法测定时, 经 12 小时即可得到初步结果, 36 小时后即可固定不变。

## (四) 性质测定

采用不同的温度和 pH 以及日光照射等方法测定 5406 刺激素的稳定性; 用 Went 氏<sup>[23]</sup>豆芽弯曲法和 Ehrlich 试剂<sup>[19]</sup>, Salkowski 试剂<sup>[18]</sup>, 以及其他理化方法<sup>[22]</sup>鉴定与吲哚乙酸的异同点; 用组织培养刺激细胞分裂, 打破马铃薯块茎休眠等生物方法, 和纸谱分析, 显色反应, 硫酸荧光比色等方法<sup>[12, 16]</sup>, 检定与赤霉素的异同点; 用地锦组织培养法和半胱氨酸盐反应<sup>[14]</sup>, 以及其他理化方法检定与激动素的异同点; 用纸上层析分段法<sup>[11, 13]</sup>, 检定其溶解性能, 以期进一步纯化 5406 的刺激素。

# 試 驗 結 果

## (一) 发酵提炼

1. 5406 发酵 经过初步试验知道, 无论是固体发酵还是液体发酵, 都能产生 5406 刺激素, 而液体发酵的效果更好。凡未经接种的固体或液体培养基内, 均不产生刺激素。因此, 我们又作了 14 种液体培养基的比较, 发现其中有三种较好。将效果好的发酵液及固体培养物提制成刺激素, 测定其刺激效能。如表 1 所示。

表 1 各种培养基经 5406 发酵后, 产生刺激效果的比较

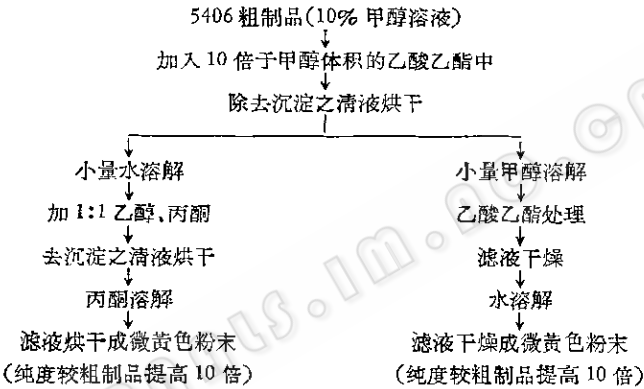
培养基	提取方法	稀释倍数	豆芽弯曲圈数*
饼:土(1:10)固体培养基	水浸出	2	0.5
	水浸液烘干	2,000	0.6
	甲醇浸液烘干	2,000	0.8
马铃薯-葡萄糖 液体培养基**	滤液	1	1.2
	滤液烘干	2,000	1.5
	甲醇浸液烘干	2,000	2.5
	甲醇浸液烘干	10,000	2.0
黄豆饼粉-葡萄糖液体培养基	甲醇浸液烘干	10,000	2.3
查氏-色氨酸液体培养基***	甲醇浸液烘干	10,000	1.0

\* 20 株平均数; \*\* 200 克马铃薯浸汁 1000 毫升加葡萄糖 20 克; \*\*\* 以色氨酸代替查氏培养基中的氮源。

表 1 指出, 黄豆餅粉-葡萄糖培养基較好, 优点是菌絲体多, 便于提制 5406 的抗真菌物质; 同时在实验操作上过滤容易, 提取刺激素較多, 效果較好。此外, 培养基配料亦較简单方便。因此, 我們选用該培养基为提取时的基本培养基。

利用黄豆餅粉-葡萄糖培养基, 接种 5406 菌种, 振荡培养, 观察刺激物的产生与时间的关系。3 次試驗結果均显示出, 从 24 小时开始即产生刺激物质, 36—48 小时达最高峯, 72—144 小时所产生刺激素活性仅比 36 小时的损失 20% 左右。5406 固体发酵时, 从第 7 天起, 刺激活性达最高峯, 此后直到 43 天, 刺激活性不变。因此, 在液体发酵时以 48 小时为宜; 而固体发酵則在 7 天之后較为理想。

2. 5406 刺激素的提取及純化 經过初步試驗, 确定了 5406 刺激素的提取方法(見前述材料与方法)。用該法所得粗制品較粗膏活力提高 10 倍, 又用溶媒沉淀法进一步純化, 結果如下:



上列图解指出, 溶媒沉淀法可使 5406 粗制品进一步純化, 活力較粗制品提高 10 倍。

(二) 5406 刺激素的理化性质

1. 溶解特性 采用分段紙譜分析法来确定 5406 刺激素的溶解性能。用不同溶剂层析完毕后, 將滤紙条剪成四个等份, 点样的一端为第一段。將各段置于溶有蒸餾水的小培养皿中, 分別放入黄豆芽測定其刺激作用, 結果如表 2。

表 2 5406 刺激素的溶解特性

溶 剂	紙譜切断測定(豆芽弯曲圈数)			
	第 一 段	第 二 段	第 三 段	第 四 段
水	0	0	0	1.5
甲醇	0	0	1.5	0
乙醇	0	0	0.8	0
丁醇	1.5	0	0	0
丙酮	1.5	0	0	0
乙酸乙酯	0	0	0	1.0
乙酸丁酯	0.2	0.1	0.1	0.1
吡啶	0	0	0.3	0.8
乙醚	0.5	0.1	0.1	0
四氯化碳	1.2	0	0	0
氯仿	1.2	0	0	0

紙譜分析結果指出, 5406 刺激素易溶于水、甲醇、乙醇、乙酸乙酯、吡啶等溶剂中, 难溶于乙酸丁酯和乙醚中, 不溶于丁醇、丙酮、四氯化碳和氯仿等溶剂中。

## 2. 稳定性

(1) 在不同 pH 中的稳定性 以 100 p.p.m. 的刺激物分別調节到 pH 1—10, 經 2 小时处理后, 再調至中性, 測定对豆芽的刺激作用。实验結果指出 5406 刺激素在中性情况下最为稳定, 在其他 pH 下經 2 小时也很少受到損失。当 pH 固定在 3 和 9, 分別以不同時間处理时, 經過 8 天后, 5406 刺激素的活性仅比对照損失 25—30% 左右(图 1)。

(2) 对日光的稳定性 分別取 100 p.p.m. 5406 刺激素和 5 p.p.m. 的吡嗪乙酸(为促进豆芽弯曲的最适浓度)各 10 毫升, 置于直径为 8 厘米的平底蒸发皿中, 經秋季日光照射 0—6 天, 然后用蒸餾水稀釋至原容积, 在 5 厘米的小培养皿中用豆芽弯曲法測定其活性(图 2)。

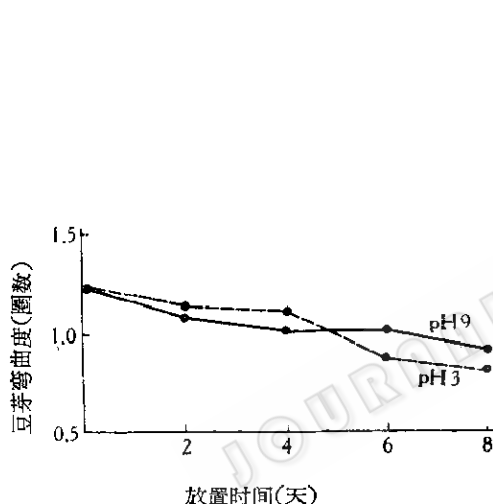


图 1 5406 刺激素在不同 pH 的稳定性。

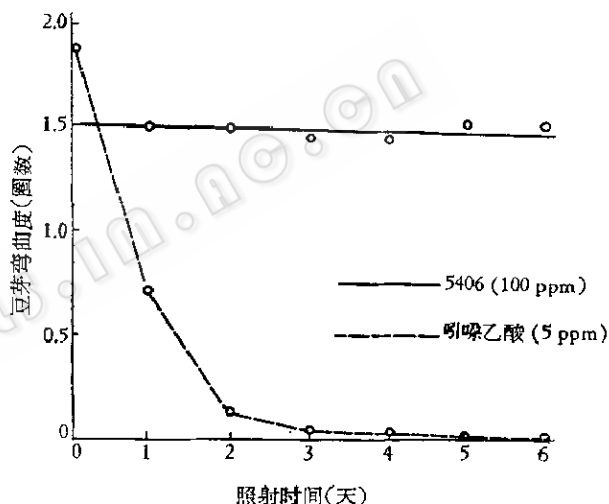


图 2 5406 刺激素对日光的稳定性。

图 2 指出, 5406 刺激物經日光照射 6 天后, 毫无損失, 而吡嗪乙酸則在照射 2 天后即基本上失效。由此可見, 5406 刺激素較吡嗪乙酸为稳定。

(3) 在不同温度下的稳定性 取 1000 p.p.m. 的 5406 刺激物 2 毫升置培养皿中, 分別放在不同温度下处理 3 小时, 然后各稀釋到 100 p.p.m., 測定其对黄豆芽的刺激作用。結果如表 3 所示。

表 3 5406 刺激素在不同温度下的稳定性

处理温度(°C)	浓度(p.p.m.)	处理时间(小时)	豆芽弯曲圈数
4 (对照)	100	3	2.2
30	100	3	2.0
50	100	3	1.5
88	100	3	1.4
105	100	3	1.3
121	100	15*/30'	2.1

表 3 指出, 5406 刺激素經 15 磅 30 分钟高压处理, 或在 30℃ 經 3 小时, 并不减低活性, 50℃ 經 3 小时损失 25%, 105℃ 經 3 小时尚保留 60% 以上的效果。5406 刺激素对温热的作用是相当稳定的。

3. 5406 刺激素的化学反应与已知刺激素的比較 为了进一步明确 5406 刺激素与已知吲哚乙酸、赤霉素、激动素的关系, 我們进行了以下的实验。

已知色氨酸是吲哚乙酸的前体, 为了明确 5406 刺激素的形成与色氨酸的关系, 将 5406 菌种培养在含有硝酸盐的查氏和高氏 1 号培养基上, 同时以色氨酸代替硝酸盐进行比較(表 4)。

表 4 色氨酸对 5406 产生刺激素的影响

培 养 基		浓 度	豆芽弯曲圈数	Salkowski 反应	Ehrlich 反应	
					红色反应	紫色反应
查 氏	硝酸盐发酵*	1:5	0.7	—	—	—
	色氨酸发酵	1:5	3.2	++	+	++
	色氨酸不发酵	1:5	2.2	—	—	—
高 氏	硝酸盐发酵	1:5	0.7	—	—	—
	色氨酸发酵	1:5	1.9	++	+	++
	色氨酸不发酵	1:5	1.0	—	—	—
吲 哚 乙 酸		50 p.p.m.	2.5	++	++	++

\* 发酵系指经 5406 抗生素接种后, 摇培发酵 48 小时。

表 4 指出, 培养基中当有色氨酸存在时, 5406 放线菌可以用它为前体合成吲哚乙酸, 經 Salkowski 和 Ehrlich 试剂测定都呈阳性反应。但当查、高两氏培养基中不存在色氨酸时, 經过 5406 发酵, 或存在色氨酸时不經发酵, 都能促使豆芽弯曲, 唯对两氏的反应均呈阴性。

为了澄清上述問題, 将 5406 放线菌培养在能产生刺激素的培养基上(查氏-色氨酸, 黄豆餅粉-葡萄糖, 馬鈴薯-葡萄糖等培养基), 然后用前述 5406 刺激素的提取法制成粗品, 以豆芽测定, 获得表 5 結果。

表 5 不同发酵与不发酵的培养液中以 5406 刺激素提制法抽出的物质对豆芽弯曲的效应

提 取 物		浓度(p.p.m.)	豆芽弯曲圈数	Salkowski 反应	Ehrlich 反应
5406 发酵	查氏-色氨酸	100	1.0	—	—
	黄豆餅粉-葡萄糖	100	2.3	—	—
	馬鈴薯-葡萄糖	100	2.0	—	—
不发酵	查氏-色氨酸	1000	0	—	—
	黄豆餅粉-葡萄糖	1000	0	—	—
	馬鈴薯-葡萄糖	1000	0	—	—
吲 哚 乙 酸		50	2.1	+	+

表 5 指出, 不經 5406 放线菌发酵的各种培养基, 不論色氨酸存在与否, 采用 5406 刺激素的提制法, 得出的物质虽增加到 1000 p.p.m. 的浓度仍无显色反应, 也不能促使豆芽

弯曲;而經 5406 发酵后,其提制物仅 100 p.p.m. 的浓度,即能使豆芽弯曲至 2.3 圈,达到吡啶乙酸 50 p.p.m. 的标准。但各对两氏反应呈阴性。說明 5406 刺激素促进黄豆下胚軸細胞縱橫伸长的性能虽与吡啶乙酸很相似,但它們的化学反应并不一致。

以不同浓度的刺激素作对比試驗时,获得同样的結果。

根据表 6 資料,当 5406 刺激素浓度为 1000 p.p.m., 豆芽弯曲度达 3.2, 已大于 50 p.p.m. 吡啶乙酸的刺激效能时,对两氏的試剂仍表現阴性反应,同时与赤霉素比較,也不呈螢光反应,可見在化学性質上,不同于吡啶乙酸和赤霉素。

表 6 5406 刺激素与其它刺激素的性质比較表

样 品	浓 度 (p.p.m.)	豆芽弯曲圈数	Salkowski 反应	Ehrlich's 反应		硫酸螢光反应
				红色反应	紫色反应	
5406	1000	3.2	—	—	—	—
	100	1.8	—	—	—	—
	10	0.8	—	—	—	—
吡啶乙酸	50	2.5	++	++	—	—
	10	1.9	+	+	—	—
	1	0.7	+	—	—	—
赤霉素	50	0	—	—	—	+
	10	0	—	—	—	+
	1	0	—	—	—	+

又以半胱氨酸試剂与激动素作对比时, 5406 刺激素亦呈阴性反应。

通过以上試驗初步推測, 5406 放綫菌当有色氨酸存在时, 可能以它为前体轉化成吡啶乙酸, 同时也可能合成 5406 刺激素。从 5406 刺激素的溶媒系統、稳定性能以及化学反应等, 与已知的生物激素确有区别。究竟是什么样的刺激素, 尚待进一步研究。

### (三) 生物活性的測定

1. 刺激植物細胞縱橫伸长 利用前述黄豆芽弯曲法測定从各种 5406 基質中提取的刺激物(图 3)。

图 3 結果說明, 5406 刺激物具有促进黄豆下胚軸弯曲的作用, 亦即刺激植物細胞向縱橫两方伸长的結果。为了进一步說明这种性能, 我們用 5406 刺激素(用前述方法提取)与吡啶乙酸和赤霉素作了比較性的試驗, 結果見表 7。

由表 7 看出, 5406 刺激素与吡啶乙酸具有同样的刺激豆芽內弯作用, 而赤霉素只能刺激植物細胞向縱向伸长, 却不能使內层細胞橫向伸长, 因此当浓度在 1—50 p.p.m. 之間, 仍无促使豆芽內弯曲的性能。也可以說明 5406 刺激素不同于赤霉素。

2. 刺激細胞分裂 选取等大的地錦愈合組織<sup>1)</sup>, 分別在无菌状态下移入含有不同刺激素和营养元素(根据南开大学生物系的配方)組成的培养基, 置 25℃ 培养, 50 天后称重检查結果。如表 8 及图 4 所示。

表 8 指出含 25 p.p.m. 的 5406 粗膏者, 愈合組織的重量超过对照(不另加刺激物)的

1) 地錦愈合组织系由中国科学院植物研究所崔激教授分贈。

表 7 5406 刺激素、吲哚乙酸、赤霉素对黄豆下胚轴细胞的促进作用

刺 激 素	浓度 (p.p.m.)	豆芽弯曲圈数
5406	400	1.4
	200	1.5
	100	1.8
	80	1.9
	60	2.1
	40	2.0
	20	1.6
	10	1.5
吲哚乙酸	10	1.4
	8	1.7
	6	1.8
	4	1.6
	2	1.6
	1	1.2
赤 霉 素	50	0
	10	0
	1	0

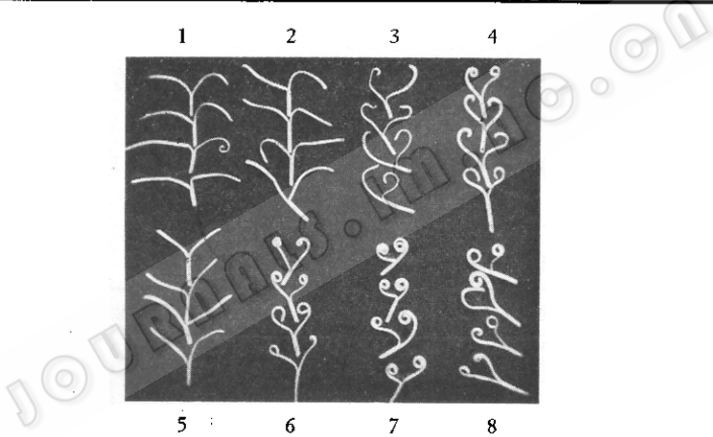


图 3 5406 刺激物刺激植物细胞纵横伸长的作用。

1. 对照(水浸);
2. 饼土空白培养基稀释二倍;
3. 5406 菌肥浸出液稀释二倍;
4. 5406 菌肥甲醇提取烘干稀释 2000 倍;
5. 马铃薯-葡萄糖培养基稀释一倍;
6. 同上培养基,经 5406 菌发酵后稀释一倍;
7. 同上发酵液,甲醇提取烘干稀释 2000 倍;
8. 吲哚乙酸稀释到最适浓度 (5 p.p.m.)。

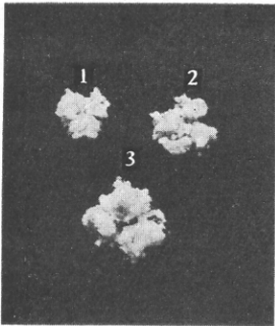


图 4 5406 刺激素对地锦愈合组织的作用。

1. 对照(不另加刺激物质);
2. 另加吲哚乙酸 (0.5 p.p.m.);
3. 另加 25 p.p.m. 5406 刺激素。

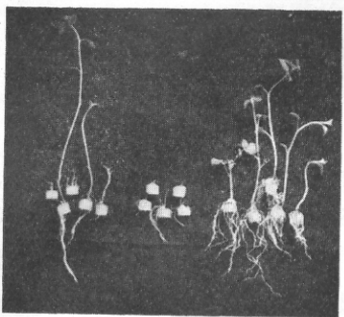


图 5 5406 刺激素打破马铃薯休眠的作用。

- 左: 赤霉素;
- 中: 对照;
- 右: 5406 刺激素。

表 8 5406 刺激素对地锦愈合組織的作用

处 理	浓度*(p.p.m.)	每块组织的平均重量(克)	较对照(±%)
对照	—	3.27	0.00
5406	25	7.17	119.27
吡啶乙酸	0.5	5.10	55.96
椰子汁	150	7.65	133.94

\* 表中各处理的浓度是选择各种不同浓度中生长最好的浓度。

重量 119.3%，并高出吡啶乙酸的刺激效果 40%。但不如含 150p.p.m. 的椰子汁的效果。

3. 打破馬鈴薯休眠 用不同浓度的 5406 刺激素浸漬馬鈴薯块，并以清水及最适浓度的赤霉素 (1 p.p.m.) 作对照，浸完后用清水冲洗，然后播种于石英砂内，观察其发芽、生长、及发根情况。結果以 500 p.p.m. 5406 粗制品浸漬 1 小时者于 15℃ 室温下，较对照 (浸水) 提早 18 天发芽，仅较赤霉素晚 2 天，但根系和植株发育显著较赤霉素处理优越 (图 5)。

#### 4. 刺激根的生长

(1) 促进小麦发根試驗 以北京 6 号小麦浸漬在不同浓度的 5406 刺激物中，并以清水及吡啶乙酸作为对照，各在 20℃ 室温下浸种 12 小时，取出用清水冲洗，分别播种在下盛水洋菜，上鋪吸水紙的瓷盘内，在 15℃ 条件下发芽，两周后检查根数及根长，得表 9 的資料。

表 9 5406 刺激物浸种小麦后促进发根效应

处 理 项 目	主根数(个/株)	最长根平均长(厘米)
5406 10 p.p.m. (浓缩膏)	4.13	7.46
5406 100 p.p.m. ”	4.71	8.93
5406 500 p.p.m. ”	4.87	8.96
5406 1000 p.p.m. ”	4.66	8.83
5406 2000 p.p.m. ”	4.33	8.63
吡啶乙酸 10 p.p.m.	4.03	8.25
吡啶乙酸 100 p.p.m.	4.14	8.20
对照(水浸)	4.13	7.13

表 9 資料指出，100—1000 p.p.m. 的刺激物(粗膏)溶液浸种小麦 12 小时后，能增加主根数 13—18%，增加根长 21—25%，较吡啶乙酸尤为显著，其有效浓度的幅度也显得較大。

(2) 木槿发根試驗 取木槿粗细、年龄相同的枝条，浸于不同浓度的 5406 刺激物中，在 20℃ 下經 24 小时，取出冲洗后插入沙盘，27 日后測定根数和根长，結果如表 10。

从表 10 資料可以看出，5406 刺激物的粗膏，1—500 p.p.m. 之浓度处理木槿枝条，均能增加根数及根长，特别是以 10 p.p.m. 处理，增加根数达 57.5%，超过最适浓度之吡啶乙酸。

(3) 薯蓣发根試驗 經选取生育期相同之甘薯蓣的中間各段，分組插入不同浓度的 5406 刺激物(粗膏)溶液中，浸漬 5 小时后，取出冲洗，再浸入清水中 7 日后，检查新生根



表 10 5406 刺激物促进木樨发根的效应\*

处 理 项 目	主根长(厘米)及个数					鬚根级数				每枝平均 根数(个)	较对照 (±%)
	总数	0—2	2.1—5	5.1—10	10.1—15	0	+	++	+++		
5406 1 p.p.m.	76	12	41	22	1	0	10	3	4	4.5	+12.5
5406 10 p.p.m.	95	36	33	20	6	2	3	1	11	6.3	+57.5
5406 100 p.p.m.	80	20	42	16	2	0	1	12	4	4.7	+17.5
5406 500 p.p.m.	52	5	35	12	0	5	6	3	3	4.3	+ 7.5
吡啶乙酸 3 p.p.m.	91	45	31	15	0	1	2	4	10	5.7	+42.5
对照(水)	60	26	31	3	0	2	4	3	8	4.0	± 0.0

\* 上表各处理为 18 个枝条的平均数。

的长度及重量等(图 6)。

图 6 指出, 100 p.p.m. 的 5406 刺激物(粗膏), 即对甘薯蔓发根有明显的促进作用, 浓度提高到 1000 p.p.m. 时, 效果更显著(根数增加 40%, 根重增加 50% 左右); 其有效幅度似较吡啶乙酸为宽。

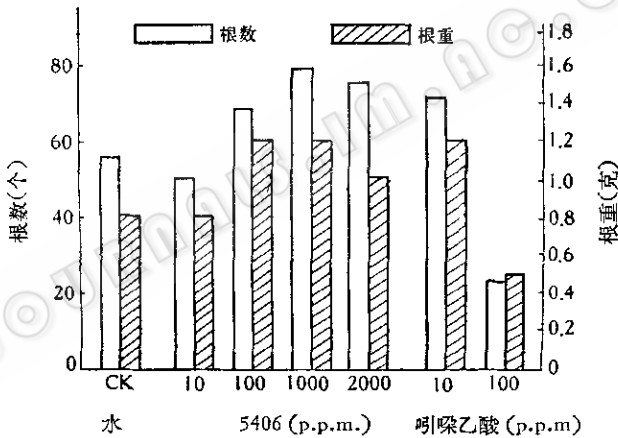


图 6 5406 刺激物促进甘薯发根的效应。

(4) 促进馬鈴薯发根試驗 用不同浓度的 5406 刺激物(粗膏), 以不同時間浸漬不同休眠期的馬鈴薯块茎时, 10 p.p.m. 的 5406 粗膏, 浸漬 1—4 小时, 能使馬鈴薯块茎数增加 10—40%, 根长提高 30% 左右, 显著较赤霉素优越。表 11 是盆栽实验的结果。

表 11 5406 刺激物促进馬鈴薯块茎发根的效应

处理项目	每株叶数(片)		每株块茎数 (个)	每株薯重 (克)	平均根长 (厘米)
	45 天后	60 天后			
5406 10 p.p.m.	5.9	11.5	5.8	71.9	31.5
赤霉素 1 p.p.m.	3.6	7.9	4.7	66.6	23.2
水(对照)	3.6	8.2	4.9	63.4	24.5

摘 要

5406 抗菌菌在餅土固体肥料中, 或在馬鈴薯-葡萄糖等液体培养基中发酵后, 除能产

生抗菌素外,尚能产生刺激植物生长的物质。经溶媒提取,制成 5406 刺激素,10 p.p.m. 的浓度可促使黄豆的下胚轴弯曲。同时对地锦愈合组织细胞有明显的刺激分裂作用,对休眠的马铃薯块茎能提前催芽,对小麦、甘薯、木槿等能促进发根。

该物质对光、热、酸、碱都很稳定。易溶于水、甲醇、乙醇、乙酸乙酯、吡啶等,难溶于乙酸丁酯和乙醚,不溶于丁醇、丙酮、四氯化碳和氯仿。以鉴别吲哚乙酸、赤霉素和激动素的各种化学试剂测定 5406 刺激素时,均显阴性反应。

根据溶媒系统、稳定性能、化学反应和生物特性等,5406 放线菌所产生的刺激物质与已知的生物激素确有区别。究竟是什么样的刺激素,尚待进一步研究。

### 参 考 文 献

- [1] 尹莘耘、陈吉棣、杨开宇、陈騊等:植物病理学报,1(1):101—114,1955。
- [2] 尹莘耘、杨开宇、陈騊等:植物病理学报,1(1):115—126,1955。
- [3] 尹莘耘、杨开宇、陈騊等:植物病理学报,3(1):55—61,1957。
- [4] 尹莘耘、杨开宇、陈騊、诸德辉、罗静玉、陈应南:北京农业大学学报,3(1):55—65,1957。
- [5] 尹莘耘:抗菌肥料的应用及制造法,120页,高教出版社,1958。
- [6] 尹莘耘:农业科学通讯,1958(4),1958。
- [7] 尹莘耘、刘闲秋、苟培琪、曾广然、曹功懋:抗菌素研究—IV,57—62页,上海科学技术出版社,1961。
- [8] 尹莘耘、苟培琪、林声远、邱桂英、张均康:微生物学报,11(2):270—274,1965。
- [9] 尹莘耘:抗菌肥料及其应用,160页,农业出版社,1965。
- [10] 尹莘耘:利用抗菌素和抗菌素防治农作物病害,中国植物保护科学,1317—1337页,1960。
- [11] 关颖谦等:实验生物学报,7(4):310—322,1962。
- [12] 罗士韦等:植物激素,上海科学技术出版社,1963。
- [13] Bird, H. L. Jr. & Pugh, G. T.: *Plant Physiol.* 33:45—46, 1958.
- [14] Buchanan, J. G.: *Nature*, 168:1091—1092, 1951.
- [15] Gordon, S. A. & Sanchez-Nieva: *Arch. Biochem. & Biophys.*, 20:367—385, 1949.
- [16] Kavanagh, F. & Kuzel, N. R.: *J. Agric. Food Chem.*, 6:459—463, 1958.
- [17] Malek, I. et al.: *J. Hyg., Epidemiol. Microbiol., & Immunol.*, 1:397—412, 1957.
- [18] Peach, K. & Tracuu, M. V.: *Modern methods of plant analysis*, Vol. III, 761, pp. 77, figs, 1955.
- [19] Sen, S. P. & Leopold, A. C.: *Physiol. Plant.*, 7:98—108, 1954.
- [20] Simpson, G. M.: *Nature*, 182:528—529, 1958.
- [21] Strain, H. H.: *Chromatographic adsorption analysis*, New York, 1945.
- [22] Wain, R. E. & Wightman, F.: *The chemistry and mode of action of plant growth substances*, London, 312pp., 1956.
- [23] Went, F. W. & Thimann, K. V.: *Phytohormones*, The Macmillan Co. New York, 1937.

## STUDIES ON THE MECHANISMS OF ANTAGONISTIC FERTILIZER "5406"

### I. ISOLATION OF THE STIMULATING SUBSTANCE

YIN S. Y., XUN P. C., CHIU K. Y.,

LIN S. Y. AND CHANG J. K.

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

The antagonistic fertilizer "5406" has been used quite successfully for plant disease control and growth promotion in many field tests through a number of years. An reported plant auxin was isolated from the antagonist "5406" when cultured on soybean cake soil medium or in potato glucose solution.

This auxin was isolated by the solvent extraction method. At a concentration of 10 p.p.m., it caused the hypocotyl of soybean seedlings to curve. It also had the properties of stimulating the splitting of callus tissues of *Parthenocissus tricuspidata*, preceding the germination of dormant potato tuber, and promoting the root growth of wheat, sweet potato and the shrub *aethea*.

This substance is very stable to light, heat, acid and alkali. It is very soluble in water, methyl alcohol, ethyl alcohol, ethyl acetate, pyridine, etc., hardly soluble in butyl acetate and ether; and was insoluble in butyl alcohol, acetone, carbon tetrachloride and chloroform. It gave negative reactions with various reagents which have been used to distinguish indole acetic acid, gibberellin and kinetin.

Evidences obtained from experiments on extraction characteristics, paper chromatogram behavior, chemical reaction and biological characteristic showed that the auxin 5406 is different from other reported plant auxins.