

植物生长刺激剂

浙江省化学工业研究所 编

化学工业出版社

植物生長刺激劑

浙江省化学工業研究所編

化学工業出版社

这本小册子从植物的生长和发育說起，闡明了植物生长刺激剂的作用机理及其在农业实践上的用途，如促进生根、防止落果与落叶等方面。并将目前常見的这类药剂按其化学结构分为四类。最后又介绍了三种效果显著、普遍使用的植物生长刺激剂。

本书可供从事农业技术工作或农药工业的同志了解和認識植物生长刺激剂的一般基本知识。

植物生長刺激剂

浙江省化学工业研究所 編

化学工业出版社 出版 北京安定門外和平街

北京市书刊出版业营业許可証出字第092号

化学工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

开本：787×1092毫米1/32 1960年6月第1版

印张： $\frac{28}{8}$

1960年6月第1版第1次印刷

字数：20千字

印数：1—3,000

定价：(9) 0.11 元

书号：15063·0663

目 录

第一章 前言	4
第一节 植物的生长和发育	4
第二节 植物生长素和生长刺激剂	5
第二章 植物生长刺激剂在农业上的应用	8
第一节 促进生根	8
第二节 防止落果落叶	8
第三节 形成无子果实, 提高产量	9
第四节 防治杂草	10
第五节 抑制发芽	11
第六节 其他方面的应用	11
第三章 植物生长刺激剂的种类及其效应	12
第一节 脂肪族植物生长刺激剂类	12
第二节 芳香族植物生长刺激剂类	13
第三节 萘基烷羧酸类	19
第四节 杂环类化合物	20
第五节 几种常用的植物生长刺激剂	23

第一章 前 言

第一节 植物的生長和發育

植物在人类生活中所占有的地位是极其重要的。沒有它們，人类不可能生存。例如，人們吃的大部分是植物——谷物、蔬菜、果实等产品。人們穿戴的也多是植物——棉花、亚麻、大麻等产品。人們更可把各种植物作为飼料来喂牲畜，供給人們动物性产品——肉、魚、乳等。除此之外，植物又可供給建筑用、燃料用、书报杂志等印刷品用的各种原材料。因此，植物在人类生活上的重要性，确是非常巨大的。

但植物是如何生长和发育的呢？植物由种子发芽、生根长叶、开花結果到再形成种子，又是怎样一步步的生长和发育的呢？这些問題的探討，将大大地幫助我們正确的認識植物生长刺激剂在植物体内的以及在农业实践中的作用。

为了更透彻地了解植物的生长和发育，我們就从植物最基本的构造說起。植物的构造是由千千万万个极細小的单位——細胞組成。它的大小，平均在0.01~0.1毫米之間。有的还要小。有的很大，如苧麻纖維細胞，竟长达200毫米以上。植物細胞的基本构造是外面包围着細胞壁，里面是細胞質和細胞核，很多細胞的細胞質里还含有質体、液胞以及淀粉、脂肪、蛋白質等物質。細胞質、細胞核和質体是細胞的生活的部分，能进行生命活动。細胞壁、液胞等是生命活动的产物，是沒有生命的。

植物的細胞，是时刻不断地在进行着各种生命活动的，例如营养物質的吸收，光合作用和呼吸作用的进行；纖維素等的产生；淀粉、脂肪等的合成以及原生質的运动和感应等。这一切都是通过新陈代谢——同化作用和异化作用来实现的。

細胞从周围环境吸收物質，經過一系列的变化，把它們同化为細胞內的組成部分。因此，同化作用是使外部的物質轉化为內部的物質，无生命的物質轉化为有生命的物質。細胞不仅在進行物質的合成过程，同时也不断地進行呼吸作用，使細胞內的有机物分解为二氧化碳和水，并且释放出能。植物将这些形成的二氧化碳和水从細胞內排出，就是异化作用。而释放出的能，則成为同化作用和进行其他生命活动的动力。

当同化作用大于异化作用的时候，由于細胞各部分物質的增多，細胞的体积和重量也就增加。在植物体的生长点或形成层不断地進行着細胞的分裂，在环境适宜时，細胞分裂成二个子細胞，通常需要1~1.5小时。这样，从一个分裂为二个，再分裂为四个、八个、以至千千万万个。这种分裂过程和植物体各部分細胞的膨大伸长，而使植物体重量和体积增加起来的过程，叫做生长。

植物除了生长外，还要发育。植物的发育是植物体內部性質上的一系列变化，只有完成了这些变化，才能达到成熟，产生后代。例如从种子萌发到新种子的形成，植物体不但从小长大，有了体积和重量的增加，同时在植物体內部性質上也发生了一系列的变化。这种质的变化，是植物体形成新器官过程中所必需的。这种植物內部質的变化过程，便是植物的发育过程。只有通过发育以后植物才能开花結果，产生新的种子。

植物的生长和发育是生活过程中二种不同的现象，它与外界条件有着密切的关系。而二者之間，也有着密切的关系。由于植物生长和发育所需的外界环境条件可能有所不同，所以在农业实践中可以看到生长快、发育慢；生长慢、发育快；或生长快、发育也快；生长慢、发育也慢的现象。

第二节 植物生長素和生長刺激剂

上面所談到的植物生长和发育，除了和外界条件有关外，还与

内部条件有关。影响生长的内部条件包括貯藏营养物质、生长素等。

生长素是植物新陈代谢过程中的产物，是在根、茎或胚芽鞘的頂端形成，并能运送到各生长的部分。它的作用是促进細胞的伸长，因为它能加强原生质的活动，促进細胞吸收水分，并且能使細胞壁发軟而易于膨大。在植物体内目前已发现有三种生长素：生长素甲 ($C_{15}H_{21}O_6$)、生长素乙 ($C_{15}H_{21}O_4$) 和异生长素 ($C_{10}H_9O_2N$)。这些生长素可以用化学方法从植物体中提取出来。

生长素对生长的作用是随浓度的大小而有不同，在极稀的浓度下，能促进生长，并且在一定范围内，这种作用随浓度的增加而加强，但是当生长素的浓度太高了的时候，便能抑制生长，甚至能使植物死亡。

但植物体中所含的生长素数量，实在太少。在700万个玉米幼苗的頂端，才含有0.001克的生长素。因此，我們可以用人工合成的方法，来制取一些具有和生长素类似的刺激作用或抑制作用的物质。这些物质，叫做“植物生长刺激剂”。

植物生长刺激剂并不是代替了在有机体内所形成的生长素。事实上是没有这样的替代的。凡是属于生存条件的化学化合物，例如，进入植物組織內的盐、水分、氧和碳酸气、或是在植物內产生的醣、氨基酸、維生素和生长素，都是参加新陈代谢或是新陈代谢的产物。而外加的生长刺激剂，則是起影响的作用。它是按另一种方式作用于植物，侵入新陈代谢中，扰乱其正常的生理轉化过程，而引致被扰乱了的代謝作用的产物的累积。这种累积下来的产物，对于植物体來說，是有害的。这些有害的物质反过来又能扰乱正常的生理过程的进行。这时候，植物体就利用了它本身所有的各种方法，和这个侵入及产生的毒害物质大力展开斗争，来达到消除它的目的。

消除植物体内毒害物质的一个方法，就是它們的化学轉化。例如乙醛、乙醇、乙烯、氨和許多其他物质的毒性的消除。乙醛可由

还原作用、乙烯可由氧化作用轉变为毒性較小的乙醇，而乙醇又氧化成为碳酸气和水。氨的毒性是使它形成天冬酰胺和谷氨酰胺而消除的。这种消除是植物体本能的一种防护反应，它加强和加速了植物的新陈代謝，使植物体很快的轉入正常状态，結果，植物就得到了迅速的生长和发育。

和生长素一样，刺激剂的作用是随浓度的大小而有不同的。在提高剂量时，刺激作用便轉变为抑制作用。这个抑制作用的发生是由于植物体和有毒害物质进行斗争时，由于植物体本能产生的一种防护反应，使得新陈代謝强度受到抑制，其强度大为降低。因此，植物体内的毒害物质，其毒性消除得就慢得多。但同时这些毒物侵入新陈代謝的程度也較差。这样就抑制了植物的生长发育。当剂量再提高时，新陈代謝更遭受了破坏，最后就将植物体引导到了死亡的地步。众所周知，2,4-滴或2,4,5-涕等植物生长刺激剂的剂量过高时，就能作为除草剂而广泛地被应用在农业上。

某些錯誤的意见認為：生长刺激剂是一种調节剂，它可以“調节”植物的生长和发育，更可以“控制”植物器官的形成。这种說法是毫无事实根据的。

第二章 植物生長刺激劑在農業上的應用

第一節 促進生根

在我國農業生產上，植物生長刺激劑最早被應用在這一個方面。有許多不能用插條來繁殖的植物都可以用這種方法來繁殖。例如，生長緩慢和木材堅硬的木本植物，及松柏科植物，都能用植物生長刺激劑處理來促進生根。但有一些插枝不易生根的植物，如杜鵑、大戟、桉樹等，雖用刺激劑處理，也不容易生根。

用來促進插枝生根的藥劑，首先發現的是異生長素，其他如吲哚丙酸、吲哚丁酸、萘乙酸等，也都有這種效能。有些試驗還告訴我們，若將幾種生長藥劑混合使用，比單獨用一種的效用大。如將吲哚丙酸和萘乙酸混合施用，促進生根的效果比單獨用吲哚丙酸或萘乙酸為強。

處理時可以將這些物質配製成水溶液（濃度為0.001~0.01%），將插條的基部浸入這種水溶液中約24小時，再插入土中就能使插條很快的生出根來。這種方法的缺點是時間太長。另外一種處理法是配製成粉劑，就是把刺激劑加到其他物質的粉末中（如滑石粉）拌勻（濃度為0.05~0.2%），將插條的基部潤濕使沾有此種粉劑，再插入土中，這種處理比較簡單而迅速，有效的濃度範圍也較廣。

第二節 防止落果落葉

在農業生產上，由於農作物不適期的脫落，往往造成了很大的損失。如大白菜在貯藏期中的落葉（脫幫），棉花的落蕾落鈴，番茄、茄子的落花落果，大豆、菜豆的落花落莢，蘋果、葡萄、荔枝、柑橘等采收前的落花落果等等。都造成了經濟上的重大損失，成為生產上的大問題。

防止落花落果的方法，除了改善栽培技术，創造适宜于植物生长和开花結果的环境条件外，还有的就是应用植物生长刺激剂。

說到落果现象的产生，是由于植物体内所发生的复杂的生理变化的結果。即在果实脫落前的一段短暫時間內，形成了一种所謂离层。离层的細胞产生不断增长的膨压，結果果实由枝条上脫落了下来。

研究的結果表明，离层的形成是果实內新陈代谢性质变化的后果。是由于果实內合成过程削弱，分解过程加强所造成的。这种变化是由于植物体内生长素的貧乏而来，这种貧乏是随着种子的成熟、生长素的供应停止而来的。結果就使分解过程压倒了合成过程。由于这种关系，果实被停止了生长，开始成熟，形成了离层，最后脫落了下来。

棉花的落蕾落鈴，是棉花生产上的一个大問題。严重的棉鈴脫落百分率，可达90%以上。这一方面可以通过改进栽培技术，来减少一部分的落蕾落鈴。另方面也可用生长刺激剂来防止。据試驗結果，用2,4-滴或2,4,5-涕，都有很好的效果。

大白菜、甘蓝等蔬菜在采收以后，大部需要貯藏或运往別地。在貯藏和运输过程中，叶子会脫落下来，严重的可达50%以上。这和叶柄离层的形成是有很大的关系的。如用生长刺激剂例如2,4-滴来噴射，离层形成受到抑制。在貯藏期間，虽然叶子烂了也不脫帮，减少了貯藏期間重量的損耗。

第三节 形成无子果实，提高产量

利用生长刺激剂，能促进子房的生长，形成无子果实，并可在某种程度上加速植物生长，提早果实的成熟，使产量大大提高。例如，用生长刺激剂噴射了各种植物以后，冬青、胡椒、唐昌蒲、黄瓜、西瓜、无花果、茄子等可以得到无籽果实。

无籽果实的品质并不逊于有籽果实，在很多情况下較有籽果实

更具有优点，如在工业的加工方面，給制作罐头、果汁类、果酱等带来了很大方便。而在食用方面，也省却了許多麻煩。

在提高产量方面，例如有些地方栽种的番茄，四~五月里开花都不会結果，大大地延迟了供应期，并使早期的产量减低。用了植物生长刺激剂如2,4-滴后，不但减少和防止了花朵的脫落，增加了产量；而且还能結出沒有种子的果实来。有些資料記載，用2,4,5-滴后，可使番茄产量增加 50%。使用 2,4-滴等时是将水溶液(浓度为 0.0025~0.005%)喷射在花上，或将花在这种水溶液中浸一下。处理時間要在传粉以前，当番茄花序第一朵花开放时 最为适合。实验更表明：在溫室的条件下用生长刺激剂处理花序，即可提高番茄产量 2~2.5 倍。但不是所有的番茄品种都能达到同样的产量。见表 1。

表 1 植物生长刺激剂对番茄产量的影响

編 号	植物生长刺激剂	每平方公尺有效面积的番茄产量 (公斤)
1	2,4-二氯苯氧乙酸(2,4-滴)	21.44
2	2,4-二氯苯氧丁酸(2,4-滴)	17.80
3	β -萘乙酸	17.00
4	不用植物生长刺激剂(对照)	8.82

第四节 防治杂草

前面我們已經談过，当某些生长刺激剂的浓度变大时候，刺激作用变为抑制作用。而再增加浓度时，就更扰乱了植物新陳代謝的作用，以致杀死植物。但在使用这些刺激剂时，必需注意外界环境(溫度、光照、雨水)和植物本身的生长情况。某些地方試驗除草效果时，往往隔一、二天就观察有无死亡。但因这些刺激剂是通过植物的生理机能、妨碍或破坏植物正常的生长和代謝过程，而不是一种机械的损伤，所以必需经过10~20天以后，才会逐渐地全部

死去。当喷射到杂草上以后，最初的现象是杂草的生长停止、基部弯曲、叶子扭转、生长点受到抑制，不能开花、叶子的颜色改变，最后就死亡。

很多地方使用浓度为 0.1% 的 2,4-滴溶液，喷射到田地上能够杀死很多双子叶植物，但对单子叶植物无害，所以利用这类物质可以杀死小麦、玉蜀黍等谷类植物的田间双子叶植物杂草，在大块土地上还可借飞机来喷洒，效果优良。

第五节 抑制发芽

应用生长刺激剂来抑制植物的发芽，在生产实践上有很大的意义。其中最主要的是用来防止马铃薯、萝卜、洋葱等在贮藏期中发芽，这样一来，就使马铃薯、洋葱等物质中的营养成分，因发芽而被消耗掉，失去了食用的价值。

已经十分详细地研究了用 α -萘乙酸甲酯处理马铃薯，每吨马铃薯用这种药剂 40~100 克的剂量能收到良好效果，可用含 2~5% 的 α -萘乙酸甲酯粉剂或是用浸过这种药剂的纸条来处理马铃薯，即能显著地减少淀粉的损失及有毒的龙葵碱的积累，使马铃薯甚至在长期贮藏后仍保持良好的食用品质和味道。有些资料介绍， α -萘乙酸甲酯还可用来抑制其他蔬菜如葱类的发芽。

第六节 其他方面的应用

除了以上介绍的几种主要用途外，生长刺激剂还可用在协助嫁接时砧木和接穗的愈合。延迟某些果树开花的时期，以避免晚霜为害。若用于果树的疏花，使以后果树的发育正常。处理种子，可使种子的发芽率提高，促进生长和增加产量。而它在绿化建设中的作用，也是非常巨大的。

总之，生长刺激剂在农业上的应用，是会日益得到广泛的发展的。

第三章 植物生長刺激剂的种类及其效应

第一节 脂肪族植物生長刺激剂类

我国古代人民把梨放在密閉的陶器內，用烟来熏，以便使梨加速成熟。这方法到后来才为大家知道；未經过完全燃烧的气体能强烈地刺激果实的成熟。目前，我們更进一步搞清楚；熏烟和其他未經完全燃烧的气体对于这些过程具有强烈作用的部分乃是气体状态的碳氢化合物——乙烯(C_2H_4)。这个发现使我們可以用乙烯等气体作为刺激某些作物成熟的物质。借乙烯之助，我們可以使番茄、甜瓜、柑橘、柿等得到早熟，早熟的速度往往比普通条件下快1~2倍。其法可在溫室內生火的炉子中放一些干淨的白杨或者白樺木块，然后閉住烟筒，用粘土封住炉的門縫。由于氧气的缺乏和高的温度，在炉內就形成了一氧化碳和乙烯，这二种气体经过破縫而逸到溫室內。結果黃瓜的叶子变淡綠色而叶片的边緣向下卷屈。这种处理后，黃瓜的新陳代謝就因受到刺激而加强和加速了。結果就很早形成較多的雌花，而比普通的結实期要早1~2星期，并可提高产量。

乙炔(C_2H_2)比乙烯容易制备，但活跃程度比乙烯差得多。乙炔气也可以提早植物的发芽和开花期，并首先发现于木本植物上。它对种子的处理，早在1878年就有很多人研究过。但总的來說，它是沒有而且也不能被广泛地应用的。

某些資料介紹，在丙酸的 β -位置上如果含有烷氧基和烷硫基，当其浓度为0.002~5%时能刺激形成根和开花；或当浓度逐步提高时引起植株死亡。此类化合物中之 β -乙氧基丙酸($CH_3CH_2OCH_2CH_2COOH$)、 β -异丙氧基丙酸($CH_3CH(CH_3)OCH_2CH_2COOH$)、 β -甲氧基丙酸甲酯($CH_3OCH_2CH_2COOCH_3$)等可作为例子。另一些外

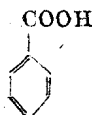
国专利材料說，乙酰丙酸 ($\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$) 和它的鈣、鈉、和鉍盐在牧草、禾本科作物和观赏植物作为刺激剂具有显著的效力。乙酰丙酸的衍生物——肟、苯腙、縮氨基脲、縮酮和酸式硫酸盐的化合物，也都是植物生长刺激剂。

某些化合物，乙二酸二丙烯酯 ($\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OOC}-\text{COOCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$)、丙二酸二丙烯酯 ($\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OOCCH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$)、丁二酸二丙烯酯 ($\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OOC}(\text{CH}_2)_2\text{COOCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$) 等都可刺激植物生根。

第二节 芳香族植物生长刺激剂类

1. 苯甲酸衍生物类

在芳香族羧酸类中，我們第一个介紹苯甲酸及其衍生物。



不过，它們对于植物生长刺激的作用，除了如2,3,6-三氯苯甲酸和特别是2,3,5-三碘苯甲酸是高度有效的植物生长刺激剂外，其余的都作为除草剂而被应用。这点可见表2所列。

表 2

名 称	在下列植物上試驗除草有效性		
	黃 瓜	南 瓜	蚕 豆
2-溴代苯甲酸	高度有效	—	无 效
2-溴-3-硝基代苯甲酸	无 效	有效性微弱	高度有效
2-氯-5-溴代苯甲酸	高度有效	有 效	有效性微弱
2-氯-5-碘代苯甲酸	高度有效	—	无 效
2-溴-3-氯-5-碘代苯甲酸	高度有效	—	有 效
2-溴-3,5-二氯代苯甲酸	有 效	有 效	高度有效
2-硝基-4-甲基-5-羟代苯甲酸	高度有效	—	无 效

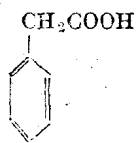
2,3,5-三碘苯甲酸是一种高度有效的植物生长刺激剂，它能刺激各种植物的插条生根，刺激番茄的生长和结实，提高苜蓿种子的产量，增加马铃薯产量和向日葵营养体的生长。在浓度不高时，它具有使叶子和植物其他器官形状改变的能力。这就限制了它广泛地被应用的前途，并且也是它和其他卤代苯甲酸类的特点。

它的制法可以邻氨基苯甲酸作原料，用氯化碘使得到2-氨基-3,5-二碘苯甲酸后，接着在硫酸溶液中借重氮化和最后以碘化钾溶液处理，即能转变成三碘苯甲酸。

它是一种固体，能在 $230.8 \sim 231.2^{\circ}\text{C}$ 时熔化，易溶于热酒精、丙酮、乙醚中，极难溶于热苯中。

2. 苯乙酸衍生物类

根据某些资料介绍，苯乙酸及其衍生物也是一种比较有效的植物生长刺激剂。



苯乙酸对刺激根的形成，对梨和番茄无籽果实的形成，以及在别的用途上是有效的。但按苯乙酸的有效性来说，在很大程度上是不如其他生长刺激剂的。因此，在农业上未曾得到实际应用。但某些苯乙酸的衍生物如2-氯、3-氯、2,5-二氯、和2,3,4-三氯苯乙酸作为形成根的刺激剂却很有前途。

苯乙酸及其衍生物类对于小麦幼苗伸长的有效性和对菜豆形成根的有效性如下表所示。并将2,4-二氯苯氧乙酸（2,4-滴）和3-吡啶乙酸也列入表中以资比较。

苯乙酸的制法可用甲苯通氯制得氯甲苯后，再腈化成苯乙腈，苯乙腈水解就成苯乙酸。当制得苯乙酸后，即可制取苯乙酸的各种衍生物。或由相应的苯乙酮按照维尔杰罗德反应的重排作用，也能

表 3

名 称	对小麦幼苗伸长有效性			对菜豆形成根的有效性		
	1 毫克/升	10 毫克/升	100 毫克/升	10 毫克/升	50 毫克/升	100 毫克/升
2,4-二氯苯氧乙酸	+100	--	—	—	—	—
3-吡啶乙酸	—	—	—	—	+100	—
苯乙酸	— 2	+45	—	—	+ 4	0
2-氯代苯乙酸	+ 70	+84	—	+ 5	+150	—
3-氯代苯乙酸	+ 9	+61	—	—	+ 62	+260
4-氯代苯乙酸	+ 13	+50	—	—	+ 55	+ 91
2-溴代苯乙酸	+ 70	+71	—	—	+ 33	+104
4-溴代苯乙酸	+ 2	+80	—	—	0	+ 8
4-碘代苯乙酸	— 4	— 6	—	—	0	+ 21
2,4-二氯代苯乙酸	+ 10	+80	—	—	+ 58	+162
2,5-二氯代苯乙酸	+ 13	+80	—	—	+ 30	+120
2,3,4-三氯代苯乙酸	+ 40	+71	—	—	+150	— 60
2,4,5-三氯代苯乙酸	0	+56	—	—	+ 98	+100
4-甲氧基苯乙酸	—	+20	+20	—	0	0
4-甲基代苯乙酸	—	+ 5	+ 6	—	0	0
4-氯-3-甲基代苯乙酸	+ 22	+73	—	—	+ 7	+ 69
4-溴-3-甲基代苯乙酸	+ 20	+71	—	—	+ 14	+ 50
6-氯-3-甲基代苯乙酸	— 2	—40	—	—	0	— 25
6-溴-3-甲基代苯乙酸	— 8	+59	—	—	+ 66	+ 66
2-氯-4-甲基代苯乙酸	+ 13	+44	—	—	+ 12	— 33
4-甲氧基-2-甲基代苯乙酸	—	—12	+25	—	0	0
4-甲氧基-3-甲基代苯乙酸	—	+ 1	+34	—	0	0
2,4,5-三甲基代苯乙酸	—	+ 3	— 6	—	— 21	— 25

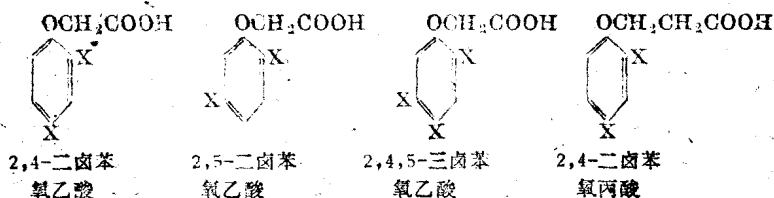
制得苯乙酸的各种取代物。

苯丙酸、苯丁酸对植物表现出极弱的刺激作用，而苯戊酸则是完全无效的。

3. 苯氧烷羧酸类

这一类的化合物，如 2,4-二氯苯氧乙酸（简称 2,4-滴或 2,4-D）等，都是著名的植物生长刺激剂。近数年来，曾大规

模地进行了各种苯氧乙酸及其衍生物的研究工作，发现其活跃性与其结构是存在着一定的关系：



(1) 侧链的结构，对苯氧羧酸类的有效性是具有很大的、在一定程度上能起决定性的作用。在芳香核与羧酸根之间含有奇数碳原子的化合物是有刺激活跃性的，如 2,4-二氯苯氧乙酸、2,4-二氯苯氧丁酸等。而含有偶数碳原子的如 2,4-二氯苯氧丙酸、2,4-二氯苯氧戊酸则无效。这些同系物对番茄的生理活性试验可从表中看出。

表 4

名 称	对番茄的生理活性	熔 点 (°C)
2,4-二氯苯氧乙酸	有 效	140
2,4-二氯苯氧丙酸	无 效	93
2,4-二氯苯氧丁酸	有 效	117
2,4-二氯苯氧戊酸	无 效	65
2,4-二氯苯氧己酸	有 效	92
2,4-二氯苯氧庚酸	无 效	67
2,4-二氯苯氧辛酸	有 效	108~111

在侧链含有取代基时，或其空间结构的形状不同时，也都与其有效性有很大的关系。

(2) 在苯氧羧酸类中，含有卤素取代基的化合物特别有效。而卤素取代物中，氯代苯氧乙酸类最为有效，而碘代苯氧乙酸类则效力最小。