

农药知识小丛书

5



植物生长调节剂与除草剂

高中兴編



中国工业出版社

园艺植物栽培学 5

植物生长调节剂与除草剂

（第二版）



中国农业出版社

农药知识小丛书

植物生长调节剂与除草剂

高中兴編

中国工业出版社

本书是农药知识小丛书中的一本，主要介绍农药中的两大类——植物生长调节剂和除草剂(除莠剂)的概况及主要品种，它们的性能、用途、怎样使用，以及使用时应注意事项等。

本书中所介绍的使用方法，有些是田间实用的经验，也有些是试验(大田试验或小面积试验)的结果。因此希望读者在参考本书使用这些农药时，一定要根据当地实际情况进行试验或斟酌应用，不宜全部生搬硬套。

本书可供农村人民公社干部及三站干部、生产大队技术员、农村知识青年以及从事植保工作的干部阅读。

本书经程暄生、王大翔同志审阅。

农药知识小丛书

第五册

植物生长调节剂与除草剂

高中兴 编

*

化学工业部图书编辑室编辑 (北京安定门外和平里七区八号楼)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路内10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经销

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ ·印张 $1 \frac{7}{8}$ ·字数36,000

1965年3月北京第一版·1965年3月北京第一次印刷

印数0001—22,150·定价(科一) 0.16元

*

统一书号: 15165·3579 (化工-330)



前 言

农药是指能防治为害农作物和农林产品的昆虫、病菌、杂草、螨、鼠等和能调节植物生长的药剂，以及使这些药剂效力增加的辅助剂和增效剂。它对于增加农业产量和节约农村劳动力方面有巨大作用。但是现代农药品种很多，性状亦各不相同；假如我们对于国内已经发展或正将发展的一些药剂，缺乏足够知识，这样不但在病、虫、杂草的防治中起不到作用，往往还会酿成中毒事故，或者对农作物或动物造成危害。为了给广大农村公社干部、农村知识青年、以及直接从事植保工作的同志们增加基本常识，使农业药剂在我国当前技术改造中起应有的作用，江苏省化学化工学会和昆虫学会结合国内农药生产发展情况，集体编写了这一套农药知识小丛书，共26册。这套丛书在内容方面力求简明，在文字方面亦力求通俗易懂。但由于我们水平不高，可能还会有很多错误和不妥当的地方，谨请读者们给以指正。

程 暄 生 于1963年9月



目 录

前 言

第一章 植物生长调节剂

第一节	什么是植物生长调节剂·····	1
第二节	植物生长调节剂的主要品种·····	5
第三节	植物生长调节剂在农业生产上的应用·····	13

第二章 除草剂

第一节	什么是除草剂·····	32
第二节	除草剂的主要品种·····	35
第三节	除草剂在农业生产上的应用·····	43
附表 1	植物生长调节剂和除草剂应用简表·····	54
附表 2	作物及杂草对2,4-滴的敏感程度·····	56

第一章



植物生长调节剂

第一节 什么是植物生长调节剂

一談到农药，我們就会想到杀虫剂、杀菌剂，因为这些药剂可以防治各种农作物的虫害和病害，增加粮食产量。但是最近二十多年来还发展了另外一类人工合成的化学药剂，如果以极稀的浓度施用在植物上，它們可以刺激植物生长（我們叫它植物生长刺激剂）。总的說来这类药剂对植物的生长可起调节控制的作用，所以总称植物生长调节剂。其中，有的如果施用浓度較高，反而会抑制植物的生长（这时可叫做生长抑制剂），甚至可以杀灭植物（这时該药剂就是除草剂了）^①。

用这类药剂来处理植物，可以达到提早发芽、加快生根、使枝叶生长茂盛，提早成熟和結果、形成无籽果实（即果实中不长种子）、以及防止落花、落果和落叶，还可以延迟器

① 除草剂将在本书第二章討論。

官发芽（如在馬鈴薯貯存期）、开花、防除田間杂草等，而最終目的也是为了增加产量。

早期，植物生理学家們研究植物的一生是怎样由一顆种子播种后发芽出土、长出枝叶、与开花結果，最后成熟得到新的种子时，发现植物除需要合适的溫度、日光、氧气、肥料等外界条件外，还需要一些化学物质，但需要量很少，这类少量的化学物质可以刺激植物的生长，它們是植物制造养料的过程中在自己体内合成的，属于植物体内产生的天然生长素，称为植物生长素，又叫植物激素。但是植物体内所存在的天然生长素含量极少，据研究在七百万顆玉米幼苗的頂端才含有1微克^①生长素（相当于1粒灰尘那样大）。后来科学家发明了用人工的化学方法合成了很多类似植物生长素的有机化合物，它們同样能起着刺激植物生长的作用，为了与植物体内所含有的植物生长素相区别，就叫它們为植物生长刺激剂，或者更广义地叫它們为植物生长調剂了。

最早由人工合成的植物生长調剂是吲哚乙酸，人們用它来加速树木的扦插^②生根。到四十年代初期大家所熟悉的2,4-滴已被发明，这一发明大大加快了植物生长調剂的研究工作。虽然这类葯剂比起杀虫剂和杀菌剂年青得多，但由于它們对增加农业生产有重要意义，近年来仍然得到了快速的发展。目前全世界已使用的和正在研究的植物生长調剂約有百余种，其中工业上已經正式生产而广泛应用的有

① 1微克是1克的百万分之一。

② 扦插是植物除用种子繁殖外的另一种繁殖方法。是取植物的根、茎、叶等一部份插入土中，使之生根抽枝，长成为一新植株，常用的有枝插和根插两种。剪下来准备扦插的枝条称为插条。

2,4-滴、2,4,5-涕、吲哚乙酸、萘乙酸、馬來酰肼等。我國自解放后才開始進行植物生長調節劑的研究，首先合成了2,4-滴，並應用來處理番茄、大白菜以防止落花落葉。1958年在工農業生產大躍進的形勢鼓舞下，各地更加重視植物生長調節劑的生產和應用。其中如2,4-滴、2,4,5-涕、萘乙酸、赤霉素等已能大量生產。在應用方面國內外都取得了很多成果，據蘇聯報導應用2,4-滴可使作物產量增加30—70%不等。國內前華東農業科學研究所在江蘇、浙江、上海一帶大量推廣應用2,4-滴處理番茄，浙江農學院試驗經2,4-滴處理的番茄比未處理的產量可增加3—5倍。北京農業大學試驗證明用萘乙酸可有效地防止棉花蕾鈴脫落。山西省運城縣用萘乙酸處理棉花使產量增加10%以上。人們說：“庄稼施肥好比人吃糧食，而使用植物生長調節劑好比人吃補藥一樣”，這樣的比喻是很合適的。

植物生長調節劑對植物的應用效果具有以下几个特性：

1. 不同品種的植物生長調節劑對植物的作用不同，如2,4-滴的作用最強，萘乙酸的作用就緩和一些。不同植物品種對藥劑的反應也不同，如大豆、馬鈴薯、甜菜等對2,4-滴類植物生長調節劑敏感，而水稻、小麥、玉米等則對之抵抗力很強。幼小的植株比老的植株更敏感，地下部分（根）比地上部分（莖、葉）更為敏感，芽對植物生長調節劑也很敏感。

2. 植物生長調節劑的使用濃度比殺蟲劑、殺菌劑要小得多，一般只要百萬分之几^①的濃度就有顯著的效果。一畝

① 由於植物生長調節劑的應用濃度很小，比常用的百分濃度，（即100份藥劑總量中植物生長調節劑所占的份數）還小1萬倍。如0.0001%就是百萬分之一、（即1百萬份溶液中有1份藥劑）。

地只要几克(1克是1市斤的五百分之一)。所以用藥量小，成本低廉。

3. 同是一种植物生长調剂，因使用浓度不同，对植物所起的作用也不同。一般的規律是少量的这类物质，可以加快植物体内物质的轉化，对植物生长是起刺激加快的作用。当提高浓度和增加用藥量时，对植物有輕微的毒性，会抑制、阻碍或延迟植物的生长。再提高浓度和增加用藥量植物就不能忍受，使植物体内的生理作用遭到破坏，根、茎、叶的生长表現畸形和受到藥害^①，进而会使整个植株遭到死亡，因此人們把这类藥剂叫做植物生长調剂。如2,4-滴0.001~0.002%的浓度可促进成熟，防止落花、落果，而增加到0.01~0.05%的浓度就能抑制或延迟生长，而当再增加到0.1~0.2%的浓度即可杀死植物，2,4-滴作为除草剂能杀死田间杂草就是这个道理。

4. 用植物生长調剂来处理植物后，这些藥剂可由植物的叶子吸收而传导到整个植株而发挥作用，这种作用叫內吸作用。少量的植物生长調剂就能使植物很敏感的产生反应，与这种內吸作用很有关系。

5. 植物生长調剂在一般使用浓度下对人和鸡、牛、羊等家禽家畜无毒害作用，使用时很安全。

6. 应用植物生长調剂有很多好处，但不能把它看成是万灵藥，也不能認為用了植物生长調剂以后就可以坐等

① 用藥剂来噴洒植物时，由于浓度太大，用量过高，植物不能忍受而表現出来的生长不正常，叶子发黄、烧焦、脱落等现象都是藥害。严重时全株因受害而死亡。

收成。因为这只是增加生产的一个附加条件，更重要的还是良好的栽培管理和满足植物所需要的营养（水、肥）和外界条件。用植物生长调节剂处理一个生长不良的植物就等于用医药治疗一个饥饿的人，很难达到应有的效果。

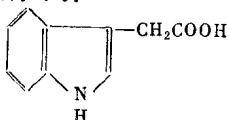
从以上这些特点可以看出，植物生长调节剂的应用，比杀虫剂和杀菌剂要求更加严格，要根据植物的不同特点、品种、生理状态、形态、年龄等大小具体情况来决定应使用哪些药剂，要配成什么浓度、什么时候使用绝不可随便乱用，以免影响药效，甚至损害植物的生长。

植物生长调节剂在我国的应用，目前尚处在开始阶段，有的是处在试验阶段，有些还没有开始研究。这方面工作有待于今后更进一步加强，使它在促进农业生产中能发挥更大的作用。

第二节 植物生长调节剂的主要品种

一、吲哚乙酸 它是使用最早的一种植物生长调节剂。最初由自然界提炼出来时称为异生长素，后来用人工方法进行了合成，根据它的化学结构式叫它吲哚乙酸^①。其化学合成方法很多，一般可用由煤焦油中提炼出来的吲哚，来与甲醛、氰化钾反应来制得。纯品吲哚乙酸为白色结晶，熔点^②

① 吲哚乙酸的化学结构式为：



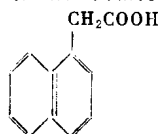
② 固体物质加热而熔化为液体的温度称为熔点，是测定化合物理化性质的重要数据之一。一般地讲，物质愈纯，熔点也愈明显清楚。

为 $168-169^{\circ}\text{C}$ 。工业品为玫瑰色或黄色，并有像吡啶的臭味；不溶于水，而易溶于酒精、乙醚、苯等有机溶剂^①中；在空气中逐渐分解而带红色，在日光照射下会加速分解。由于吡啶乙酸不溶于水，在工业生产中常把它用氢氧化钠（或氢氧化钾）处理，使成为吡啶乙酸的钠盐（或钾盐），加水时就可以很快地溶解。它的主要用途是促进多种果树的扦插生根，还可加速植物的伤口愈合，形成无籽果实。有人试验将吡啶乙酸混入肥料中可提高肥效。和吡啶乙酸属于同类化合物中还有吡啶丁酸，其效果比吡啶乙酸更好。

二、萘乙酸^② 它是一种应用范围很广的植物生长调节剂。在工厂里是用由煤焦油中所提炼出来的萘（就是常见的“卫生球”）在溴化钾和氧化铁的存在下与一氯醋酸反应而制成。纯品萘乙酸是白色结晶粉末，不溶于冷水（ 25°C 时100毫升水中仅能溶解42毫克^③），易溶于热水及酒精中；熔点 $130-132^{\circ}\text{C}$ 。粗制品为黄褐色，熔点 120°C 左右。萘乙酸性质很稳定，在贮藏期间不易失效。在通常使用浓度下对人畜安全，对植物也很安全。

① 有些固体物质加入到液体中就会溶解化开（如食盐加到水中）。有一些液态的有机化合物（如苯、乙醚、丙酮、煤油等）可以溶解很多种固体物质，故可用来溶解不能溶于水的物质，这类液态化合物称为有机溶剂。

② 萘乙酸的化学全名是 α -萘乙酸，其结构式为：



③ 1毫克是1克的千分之一。

萘乙酸通常以下列方式使用：

1. 萘乙酸水溶液 使用浓度較低（通常用 0.0001—0.001%），最方便的是把萘乙酸直接溶于水中配成所需要的浓度。如取萘乙酸 1 克，加水 2 公斤，攪拌并加微热使萘乙酸完全溶解即成 0.05% 的浓度。将此溶液再加清水 98 公斤稀释，即成 0.001% 浓度萘乙酸的水溶液。也可以先把萘乙酸溶解在少量热水或酒精中，再加水稀释成所需要的浓度后使用。

2. 萘乙酸鈉盐（或鉀盐）粉剂 将萘乙酸溶于氢氧化鈉（或氢氧化鉀）溶液中，再加热把水份蒸发掉。干燥，磨成粉状即成。其純度可达 80% 以上。使用时直接加水溶解稀释到所需要的浓度即可使用。

3. 萘乙酸糊剂（膏剂） 将萘乙酸用酒精溶解，再加入适量的羊毛脂（由羊毛中提炼出来的一种脂类）或凡士林（由炼制石油得到的一种脂类）調成糊状，待酒精挥发后即可涂抹的方式使用。

4. 萘乙酸片剂 将萘乙酸与淀粉混合，加少量水調和成糊状，再用压片机压成药片状。国内生产的有含萘乙酸 1 克的片剂，用水溶解后即可使用，很方便。

萘乙酸多用于加速茶、桑及各种果树的扦插生根，防止棉花蕾鈴脫落和果树采前落果，还可以促进成熟，形成无籽果实等。

萘乙酸与甲醇反应就得到无色油状的萘乙酸甲酯^①。此

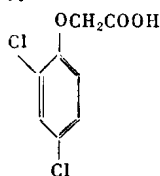
① 酸类与醇类反应得到的产物，在化学上叫做酯。

酯不溶于水而溶于有机溶剂，其主要用途是抑制馬鈴薯块茎在貯藏期間抽芽。

三、2,4-滴 它是一种使用历史久，应用范围广，效果显著的植物生长調剂剂和除草剂。化学名称为2,4-二氯苯氧乙酸^①，2,4-滴是它的簡称。在工厂中生产2,4-滴是用苯酚（即石炭酸）为原料，与氯气、一氯醋酸等在碱性溶液中反应再用硫酸处理即成。工业品2,4-滴又称2,4-滴原粉。其純品是一种白色結晶粉末，粗制品带灰黄色，含純2,4-滴約90%，稍有些刺鼻的石炭酸嗅，熔点为138°C，难溶于水（在100毫升水中仅能溶解3.5克）而溶于酒精和其它有机溶剂。2,4-滴性质稳定，对人畜安全，但使用不当时容易使植物产生药害。由于2,4-滴很难溶解于水中，为便于使用，工厂生产时均制成2,4-滴鈉盐（或鉀盐、銨盐等），其中含純化合物約95%左右。也有与二乙醇胺或三乙醇胺反应制成胺盐的，它比鈉盐更易溶解于水。2,4-滴与醇类（如酒精、丁醇等）反应，就生成相应的酯类（如2,4-滴乙酯、2,4-滴丁酯等），它能更快地渗入植物体内而起作用，所以很受人的欢迎。

2,4-滴通常以下列方式使用：

① 2,4-滴的化学結構式为：



1. 2,4-滴水溶液 即将2,4-滴原粉直接溶于水中, 再稀释到所需要的浓度使用。

2. 2,4-滴鈉盐粉剂 系将2,4-滴原粉用氢氧化鈉处理而成, 可直接加水稀释使用。如果我们购到2,4-滴原粉, 则可按下列方法临时配制2,4-滴鈉盐: 首先称好一定重量的2,4-滴原粉, 放到玻璃杯中, 加入少量水調成浆糊状, 再加少量純碱(即碳酸鈉)使2,4-滴溶解, 再加水稀释到所需要的浓度。例如, 配制0.1%的2,4-滴鈉盐溶液, 可称取2,4-滴原粉1份, 純碱0.5—1份, 加水20份, 緩慢地加热攪拌使它溶解, 将此溶液加入相当于2,4-滴原粉980倍重的水中調匀, 即成0.1%的2,4-滴鈉盐溶液。如果需要更淡的浓度, 可再加水稀释。

3. 2,4-滴可湿性粉剂 2,4-滴原粉与陶土粉等填充剂和少量湿润剂^①經混合磨細, 即成2,4-滴可湿性粉剂。加水稀释时药粉即成固体小顆粒悬浮在水中, 随即可噴射使用。

4. 2,4-滴乳油 把2,4-滴原粉溶于有机溶剂中, 再加入乳化剂^②調和成为均一的油状液体, 即成2,4-滴乳油。使用时加水稀释, 即得均一的乳状液。

5. 2,4-滴糊剂 (参看萘乙酸糊剂)。

6. 2,4-滴片剂 (参看萘乙酸片剂)。

① 湿润剂是农药加工中常用的一种助剂, 能使不溶于水的药剂容易被水沾湿, 以便加水調成水悬液使用, 并且还可使稀释后的药液噴洒时易于粘附在植物体上。常用的湿润剂有皂角粉、茶枯粉等。

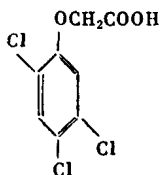
② 乳化剂是农药加工时的一种助剂, 它能使两种互不相溶解的液体(例如水与油)混合成乳状液(像牛奶那样), 并能使这种状态保持稳定不变。常用的乳化剂有肥皂、土耳其紅油(太古油)等。

2,4-滴可用来防止果树和某些蔬菜的落果，落花，形成无籽果实。并可提早成熟，增加产量。还可以防止大白菜脱叶（即脱帮），促进插条生根，提早种子发芽等。2,4-滴还是应用效果显著的一种普通的除草剂（见第二章）。

四、2,4,5-涕 它与2,4-滴是属同类化合物。化学名称为2,4,5-三氯苯氧乙酸^①，简称为2,4,5-涕。工业生产是将制造六六六杀虫剂的副产物六六六无毒异构体^②在碱性条件下水解成四氯苯，再用氢氧化钠和甲醇处理制成三氯酚，后者再与一氯醋酸反应即成。纯品2,4,5-涕为白色结晶粉末，难溶于水（20℃时100毫升水中可溶解14.9克）。熔点154~156℃。粗制品略带黄色，含纯化合物约95%左右。使用时一般均加工成2,4,5-涕钠盐、胺盐、可湿性粉剂等。也可以与醇类反应生成酯类应用。其对植物的生理作用和应用范围与2,4-滴相类似。

五、氯乙醇^③ 氯乙醇也是一种植物生长调节剂。工厂生产是以酒精为原料，经过脱水再与氯气反应即成氯乙醇。

① 2,4,5-涕的化学结构式为：



② 在工业生产的六六六原粉中主要含有甲、乙、丙、丁、戊五种异构体（也叫 α -、 β -、 γ -、 δ -、 η -异构体），其中仅丙种异构体（ γ -体）有杀虫作用，含量为14%。其余85%左右为异构体都没有杀虫作用，在农药生产中统称为无毒异构体。

③ 氯乙醇的化学结构式为： $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 。

它是一种无色液体，具有使人愉快的香味，沸点^① 128°C，能溶于水，也能溶于酒精、乙醚、丙酮等有机溶剂中。氯乙醇挥发的蒸气对人有毒，接触皮肤也能使人中毒。作为商品出售的氯乙醇有40%和96%两种浓度，使用时可直接加水稀释所需要的浓度。其主要用途是能使植物提早发芽，最常用于处理播种用的马铃薯块茎。

六、马来酰肼 马来酰肼的化学名称为顺丁烯二酸酰肼^②，马来酰肼是国内试用的商品名称。它与别的植物生长调节剂的作用有些不同，主要是用来抑制和延迟植物器官的生长。工厂中是用顺丁烯二酸与硫酸肼反应来生产马来酰肼。它是一种白色结晶体，熔点在250°C以上；不溶于冷水，稍溶于热水，在一般有机溶剂中也很难溶解。它在使用前需事先加工配成乳剂，或与二乙醇胺反应制成胺盐。其主要用途是抑制马铃薯、萝卜、洋葱、大蒜等在贮藏期间抽芽，还可以抑制某些植物顶芽的生长。

七、赤霉素 赤霉素是一种植物生长调节剂。但它不是用化学方法合成的，而是由某些特殊的微生物（最常用的是水稻恶苗病病原菌）经过培养，发酵而分泌出来的一种物质，再经过化学方法提炼而得到的。由此可见，赤霉素如同医药上用的青霉素、链霉素一样，是微生物体内合成的一种

① 液体加热沸腾而变成气体的温度称为沸点，这是鉴定化合物纯度的重要数据之一。一般地讲，物质越纯，沸点也越明显清楚。

② 马来酰肼的化学结构式为：

