

植物生长刺激剂及其 在农业上的应用

李 曙 軒 編 著

新 知 識 出 版 社



植物生長刺激劑
及其在農業上的應用

李曙軒編著

內 容 提 要

本書從植物生長的特性說起，闡明了在農業生產實踐中起重要作用的並非植物體中自然存在的生長素，而是許多人工合成的物質，如2,4-D、萘乙酸、吲哚乙酸、對氯苯酚代乙酸等。這些植物生長刺激劑，能促進插枝生根、防止落果與落葉、防止落花增加早期產量、防除雜草、抑制抽芽和延長貯藏時間。本書可供農業學校師生、農業科學技術人員、植物生理研究人員參考。

植 物 生 長 刺 激 劑 及 其 在 農 業 上 的 應 用

李 曙 軒 編 著

新 知 識 出 版 社 出 版

(上海湖南路9號)

上海市書刊出版業營業許可証出015號

上海協興印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

開本：787×1092 1/32 印張：1 1/2 字數：32,000

1956年10月第1版 1956年10月第1次印刷

印數：1—6,000本

統一書號：13076·56

定 價：(7)0.15元

目 錄

第一章 什么是植物生長素

- 第一節 植物生長的特性 1
- 第二節 植物生長素和生長刺激劑 2

第二章 生長刺激劑的特性

- 第一節 生長刺激劑的種類及其化學特性 5
- 第二節 生長刺激劑的生理效應 9

第三章 植物生長刺激劑在農業上的應用

- 第一節 促進插枝生根 12

- 1 促進插枝生根的特性
- 2 促進插枝生根的方法和範圍

- 第二節 防止落果與落葉 15

- 1 防止果樹采收前落果
- 2 防止棉花的落蕾落鈴
- 3 防止大白菜等在貯藏期中的脫葉

- 第三節 防止落花，增加早期產量 21

- 1 落花的原因
- 2 生長刺激劑使用的濃度、時期和方法
- 3 防止番茄及茄子落花的效果
- 4 藥害問題

- 第四節 防除雜草 30

- 1 化學除草的特點

2 2,4-D 的除草效果	
第五節 抑制抽芽,延長貯藏时期	34
1 抑制馬鈴薯的抽芽	
2 抑制洋葱及大蒜的抽芽	
第六節 其他方面的应用	37

第一章 什么是植物生長素

第一節 植物生長的特性

在沒有討論植物生長素以前，我們必須了解植物是怎样生長的。植物由种子發芽，生根長叶，一直到开花結实再形成种子，又是怎样一步一步地發育的。这些問題的討論，將大大有助于正确地認識生長素在植物生長中的作用，和它在農業上应用的範圍。

要了解植物的生長問題，首先就要討論植物的基本構造。从顯微鏡里來看，一株植物是由許多極小的單位——“細胞”組成的。每一个細胞的外面有細胞壁，里面包有細胞質、細胞核、細胞液、色素体等等。構成一張叶子或者一个果实的細胞真不知有多少。細胞虽然小到只有用顯微鏡才能看得見，可是在不同的器官和組織里，它們的形狀、大小和生理机能等等，却有很大的差異；它們的生長过程不同，分化过程也不同。

一个細小的种子从發芽、生根、生叶，到开花結果，再生出許多种子为止，在構造上都是由很小的細胞，从一个分裂为兩個，再分裂为四个、八个，以至千千万万个。細胞分裂以后就膨大伸長，慢慢的老熟。这样不断的分裂和膨大，植物的重量和体積就增加起來，这种現象叫做“生長”。

但是細胞的分裂和膨大，并不一定產生和原來的形态和机能完全相同的細胞。一根柳樹的枝条，插到土壤里，枝条的下部会生出根來，枝条的上部会抽出叶來。桃樹的枝条上会形成許多

花芽，开花結果。这样，由一种細胞產生在形态上和生理功能上与原來不同的另一种細胞、由一种器官形成另一种器官的現象，叫做“分化”。而植物由种子發芽、生根、抽叶到开花、結实，再形成新的种子所經過的过程，叫做“發育”。

在植物生長与發育的过程中，具有各个不同的階段。每一階段对外界环境具有不同的要求，同时也具有不同的新陳代謝类型。植物在新陳代謝过程中，不但合成了許多構成自身的营养物質；同时也產生了一些数量虽很少，但与生長發育却有密切关系的生長素和其他物質。

所以植物生長素是一种新陳代謝的產物。它在產生以后，反過來又可以参加和影响植物的新陳代謝，成为植物生長和在正常生活中不可缺少的物質。生長素的多少，对于植物生長的快慢，有着密切的关系。因为它的主要作用是促進植物細胞的生長、分生組織的分化和成熟細胞的再生，因此也称它为“生長素”、“刺激素”或“生長物質”。

第二節 植物生長素和生長刺激剂

到目前为止，我們对于这些植物体中所產生的生長素或刺激素的化学性質、物理性質和生理性質，已知道了不少，并且已經用化学的方法，分离出生長素甲、生長素乙和異生長素（吲哚乙酸）。異生長素是一种簡單的有机酸，可以从人和动物的尿中分离出來，也可用人工的方法合成。許多試驗指出：植物生長素可以加速細胞的生長和分化，加速根和莖的伸長，加速果实的形成和种子的發育。但是对于不同的器官和不同位置的組織，生長素作用的程度也大不相同。比如用來刺激莖生長的濃度，就比刺激芽生長的濃度要大些；而刺激芽生長的濃度又比刺激根生長的濃度要大些。

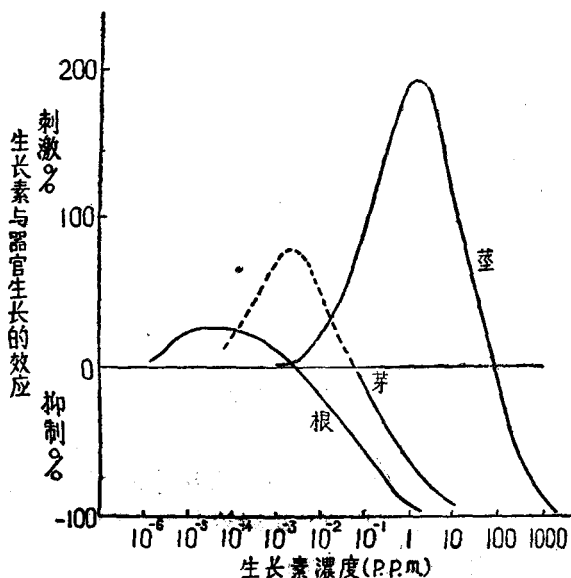


圖1 生長素(吡啶乙酸)濃度對於三種植物器官的不同效應 (Audus, 1953)。

更重要的，同一種生長素，濃度不同，對於植物的效果也不同。一般說來，在濃度小或用量少的時候，有刺激生長的作用；在濃度大或用量過多的時候，刺激作用常轉變為抑制作用，甚至會使植物死亡。因此，生長素在植物生活中的作用，和它與植物生長發育的關係，是很複雜的，它與許多生理活動，如呼吸作用、感應性和原生質流動等，均有密切的關係。

可是植物體中所含的生長素，從應用的觀點來看，實在太少了。在 700 萬個玉米幼苗的頂端，才含有千分之一克的生長素。因此在農業生產實踐上起重要作用的，不是植物體中自然存在的生長素，而是許多用人工合成的化學物質。這些物質，具有和生長素類似的刺激作用或抑制作用，所以叫做“生長刺激劑”。我

國目前大量製造的生長刺激劑，只有 2,4-D (2,4-二氯苯酚代乙酸，俗名“二四滴”)。因為 2,4-D 是一種最強烈的刺激劑，同時對許多植物來說，又是最毒的藥劑。在農業生產上，常應用 2,4-D、萘乙酸和吲哚乙酸等生長刺激劑來防止落花落果，增加產量，抑制萌芽，促進插枝生根和殺死雜草。

由於這些物質不是植物體中自然存在的，而是用人工合成的，所以通常叫做“合成植物生長素”；又由於它們的作用和生長素相類似，所以也叫做“類似生長素”或“類似生長素藥劑”。在有些書本上，常誤認為 2,4-D 可以“調節”植物的生長和發育，可以“控制”植物器官的形成，因而稱它為“生長調節物質”，這是不妥當的。

這本小冊子不打算討論植物體內自然存在的“生長素”和它們的生理機能，只是簡單扼要地來討論幾種“類似生長素藥劑”或“生長刺激劑”的一般特性，和它們在我國農業上、尤其在蔬菜園藝上的應用。

第二章 生長刺激劑的特性

第一節 生長刺激劑的種類

及其化學特性

生長刺激劑的種類很多，主要的是吲哚乙酸、萘乙酸、2,4-二氯苯酚代乙酸及其衍生物。它們的功能和用途各不相同，但是在化學構造上，却有許多相同的地方；雖然目前的研究還有許多不一致，但已找到一些共同的規律。

生長刺激劑的有效部分，必須具備下面的特性：

- (1) 有一芳香族環作為核心；
- (2) 在環上最少要帶有一個雙鍵；
- (3) 環上有一個側鏈，並且帶有一個有機酸根(COOH)，或者是容易轉化為有機酸根的組成部分（如 COONa ）；
- (4) 在側鏈與環的銜接處最少要有一個碳或氧原子相隔，使鏈與環不在同一平面上；
- (5) 在環系統與有機酸根中間，有一定的位置上的關係。

目前在農業上應用的主要生長刺激劑，有下列四大類：

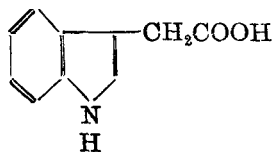
1 吲哚乙酸及其衍生物 吲哚乙酸就是異生長素 (*Heteroauxin*)，可從植物體中提取，也可用人工的方法，從人或動物的尿中合成。吲哚乙酸的衍生物如吲哚丙酸、吲哚丁酸等，也有類似的刺激植物生長的作用。

這類藥劑的用途，主要是促進插枝生根。許多不容易生根的木本植物，可以用吲哚乙酸的水溶液浸漬處理，來促進生根。一

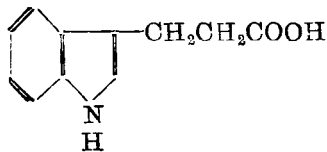
般木本和草本植物的扦插，用 10~100 p. p. m. 的吲哚乙酸的溶液浸漬，就可以促進枝条生根。此外对于促進果实成熟，形成無子果实，都有很好的效果。

吲哚乙酸的生理效应，主要是引起細胞的伸長和弯曲、促進細胞的分裂、抑制側芽的生長和离層的形成。

燕麥子叶鞘的弯曲試驗說明，吲哚乙酸的濃度，在一定範圍內(每立升含 10~15 微克)和弯曲度成正比。因而可以从弯曲的角度來測定植物組織中生長素含量的多少。吲哚乙酸和吲哚丙酸的構造式如下：



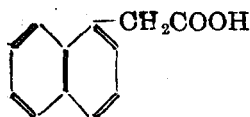
吲哚乙酸



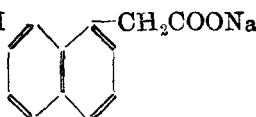
吲哚丙酸

2 萘乙酸及其衍生物 在生長刺激剂当中，萘乙酸的經濟价值僅次于 2,4-D。它在制造上比吲哚乙酸容易，在農業上，应用的範圍也比吲哚乙酸广。萘乙酸的衍生物有萘乙酰胺、萘丙酸、萘丁酸、萘酚代乙酸和萘乙酸甲酯等。对于促進插枝生根和形成無子果实，均有很好的效果。在果樹的疏花上，可以用 10~20 p. p. m. 的水溶液噴射处理。

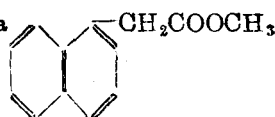
萘乙酸的甲酯有揮發的特性。它在防止馬鈴薯在貯藏期中抽芽，防止花椰菜和甘藍在貯藏期中脫叶方面，有特別良好的效果。萘乙酸难溶于水，但它的鈉鹽或鉀鹽易溶于水，因此在配制时，可先用氢氧化鈉或氢氧化鉀，用滴定的方法，使成为萘乙酸鈉鹽或鉀鹽后溶解于水，这样就可任意配成一定的濃度。萘乙酸及其衍生物的構造式如下：



萘乙酸



萘乙酸鈉鹽



萘乙酸甲酯

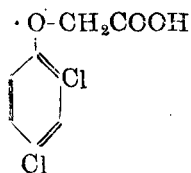
3 苯酚酸及其衍生物 这一类生長刺激剂,是農業生產中应用最广的。它的效果比其他生長刺激剂大八倍,甚至几十倍;它的藥效也比其他生長刺激剂維持得久些,而且对不同植物种类能起不同的作用。

我國目前应用最广的,防止番茄及茄子等落花,形成無子果实的生長刺激剂,就是这一类中的 2,4—二氯苯酚代乙酸(简称 2,4-D)。用作除莠藥剂时,2,4-D 更有特别的功效,而为其他生長刺激剂所不及。

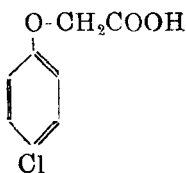
目前我們应用的苯酚酸的衍生物有下列各种:

- (1) 2,4—二氯苯酚代乙酸;
- (2) 对氯苯酚代乙酸;
- (3) 2—甲基—4—氯苯酚代乙酸;
- (4) 2,4,5—三氯苯酚代乙酸;
- (5) 2,4—二氯苯酚代乙酸鈉鹽;
- (6) 2,4—二氯苯酚代乙酸甲酯。

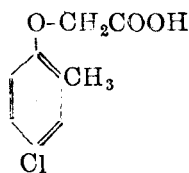
它們的構造式如下:



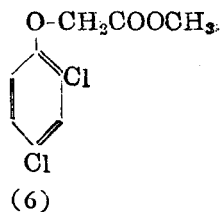
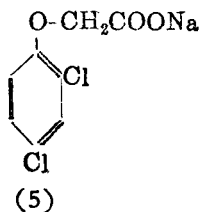
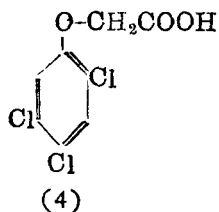
(1)



(2)



(3)

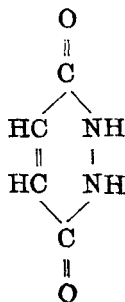


这些衍生物的效能，和它们的化学构造有关。一般說來，在苯环上的氯的数目愈多，效应愈大。2,4—二氯苯酚代乙酸的效应，比对氯苯酚代乙酸为大，但氯的数目超过3个时，效应却并不繼續增加。环上的代替元素，一般都用氯，其实也可以用碘、碘或甲基。这些代替元素的效应并不相同，氯最大，碘次之，甲基又次之，碘最小。

在苯环上，不能所有的位置都連接有代替元素，至少要在两个相对的位置上沒有代替元素，才会有生長刺激剂的功效。例如2,4-D和2,4,5-T有效应，而2,4,6-T就沒有效应，这是值得我們注意的。

2,4-D 的甲酯能發揮成为气体，可用作燻蒸处理。2,4-D 不溶于水，但可溶于95%的酒精，不过当这种酒精溶液加水稀釋以后，2,4-D 又会沉澱出來。因此在配制时，最好用氫氧化鈉或氫氧化鉀的水溶液，用滴定的方法，使成为2,4-D 的鈉鹽或鉀鹽，就很容易溶解于水了。

4 順丁烯二酸酐



順丁烯二酸酐(MH)

这是新近發現的一种具有抑制生長作用的化合物，沒有刺激生長的作用。由于它有抑制頂芽或側芽生長的作用，所以用來防止馬鈴薯、洋葱、大蒜和其他根菜类蔬菜在貯藏期中抽芽，和抑制烟草側芽的生長等，并有特別良好的效果；而这种抑制的效果，是其他生長刺激剂或类似生長素藥剂所沒有的。

MH 不溶于水，但溶于三(羟乙基)胺。在配制时，先把 MH 溶于三(羟乙基)胺，加热，然后加水稀釋之。

当然，除了上面四类以外，还有許多其他化学物質，也具有刺激生長或者抑制生長的作用，但在应用上都没有这四类普遍，所以就不討論了。

第二節 生長刺激剂的生理效应

自然存在于植物中的生長素和人工合成的生長刺激剂，对于植物的生理作用都有一定的影响。它們的刺激作用的大小，与藥剂的濃度和植物的生長發育状态有密切的关系。濃度小时，有刺激生長的作用；濃度大时，起抑制生長的作用；到濃度更大时，甚至会使植物死亡。这种特性，就是生長刺激剂或类似生長素藥剂，不同于一般化合物的地方。

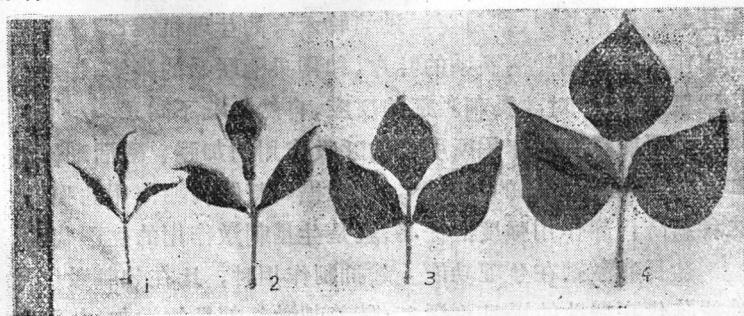


圖2 菜豆复叶对2,4-D的反应：1、2、3，經過 50p.p.m. 2,4-D 噴射的；4. 未經处理的。

这些物質并不是什么特殊的物質，而是人为的化合物。对于植物的作用，“是有机体因加强新陳代謝的結果而發生的反应，刺激剂活化了新陳代謝作用，便加强其本身的各种生理功能和生長过程”（拉基金，1953）。

同一种生長刺激剂可以加速細胞的分裂，加强細胞的生長；可以促進生根；加速果实的成熟；也可以防止落花、落果和落叶。發生这些作用的原因，除了濃度的影响以外，就是所作用的器官的生長状态不同，而有不同的反应。当生長刺激剂作用于某一部分器官后，这部分器官的新陳代謝作用就加强起來，因而使其他未作用部分的营养物質，不断地流到作用的器官上去。正因为如此，所以当应用 2,4-D 防止番茄及茄子的落花时，还要配合施肥灌溉，來保證营养物質的不断供給，才能得到丰產的效果。

前章曾經說过，促進芽生長的刺激剂的濃度，要比促進根生長的濃度大些；而促進莖生長的濃度又要比促進芽生長的濃度大些。这种关系，不論在理論上或实践上都非常重要。根据我們在 1949 年的研究，用 2,4-D 來防止叶柄（花椰菜）离層的形成所用的濃度，要比用來防止果柄（苹果）离層的形成大些。

对于这些現象，我們并不奇怪。因为一切外界的作用，包括生長刺激剂的处理，都是要通过植物本身的生理机能，通过新陳代謝作用的。用叶柄联系的叶片，和用果柄联系的果实，二者的生理机能不同，对生長刺激剂的反应，自然也就不同了。

由于刺激剂的作用所引起的呼吸作用的加强、酶活动性的加强、生物化学轉化的加强等；都能提高新陳代謝作用的强度。这种新陳代謝作用强度的提高，就是生長刺激作用的生理基礎。

生長刺激剂在生理功能上起抑制作用时，比在起刺激作用时新陳代謝發生的擾乱更深刻；随着刺激剂剂量的增加，新陳代謝的擾乱程度也不断提高。刺激作用、抑制作用、伤害和死亡，是

同一生理过程的重要階段；因此我們絕對不能把生長刺激劑看成“萬應靈單”。

必須說明的是：生長刺激劑不是植物正常生活過程中的生長條件，也不是營養物質；這就是說，不施用生長刺激劑，植物也可以正常的生長和發育。但應用刺激劑可以加速某種生理過程；可是不能單靠刺激劑來保證這種過程的進行，而必須具備必要的生長條件，就農作物來說，就是要配合其他農業技術。

比如用2,4-D來防止番茄和茄子的落花，效果是很好的，但不能全靠2,4-D來增加果實的產量，因為它不是營養物質。要增加番茄和茄子的總產量，還必須增施肥料，改善其他影響生長的环境條件和栽培技術，使植株上的營養物質都流入用2,4-D處理過的部分。這是在應用生長刺激劑時，首先要注意的。

第三章 植物生長刺激劑在 農業上的應用

第一節 促進插枝生根

1 促進插枝生根的特性

促進插枝生根，是生長刺激劑被應用到農業生產上的最早的事例。許多不容易生根的植物，用扦插繁殖就有困難。這些不容易生根的植物，如生長緩慢和木材堅硬的木本植物，以及松柏科植物，都可以用生長素或生長刺激劑處理來促進生根。

應用最多的是硬材及軟材的插枝。經過處理的插枝，一般都生長快，根系強。要生根快，還必須供給適當的水分、溫度和光綫。這些外界條件，對於扦插的效果有很大的影響。但從同一種植株或同一品種的不同植株所取下來插枝，生根的難易也不盡同。在頗大的程度上，生根的難易，受所剪取的枝條的生理狀態的影響，也就是要受植物發育的階段性的影響。比如從幼年樹木上取得的枝條，一般都比從老年樹木上取得的容易生根。

有些插枝不易生根的植物，如杜鵑、大戟、麻櫟、桉樹、木薑子等，雖用生長素處理，也不容易生根。

2 促進插枝生根的方法和範圍

用來促進插枝生根的藥劑，首先被發現的是異生長素；其他如吲哚丙酸、吲哚丁酸、萘乙酸和一些氯苯酚酸的衍生物，也都