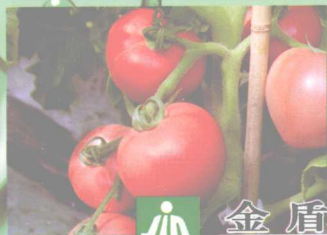


ZHIWU SHENGZHANG TIAOJIEJI  
YINGYONG SHOUCHE

# 植物生长调节剂 应用手册

(第2版)

邵莉楣 孟小雄 编著



金盾出版社  
JINDUN CHUBANSHE

# 植物生长调节剂应用手册

(第2版)

邵莉楣 孟小雄 编著

金盾出版社

## 内 容 提 要

本书由中国科学院植物研究所邵莉楣研究员等编著。书中介绍了植物生长促进剂及释放乙烯的化合物、植物生长延缓剂、植物生长抑制剂三大类 80 多种植物生长调节物质,对其化学结构、化学名称、分子式、理化性质、毒性、作用机制、应用以及应用的注意事项等作了详细的论述。该书内容丰富,应用方法具体,是农业、林业、园艺业生产的实用参考书,适于农、林业生产人员及科技工作者阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

植物生长调节剂应用手册/邵莉楣,孟小雄编著. —2  
版. —北京:金盾出版社,2009. 6

ISBN 978-7-5082-5707-5

I. 植… II. ①邵…②孟… III. 植物生长调节剂—手册  
IV. S143. 8-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 051782 号

### 金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)  
邮政编码:100036 电话:68214039 83219215  
传真:68276683 网址:www. jdcb. cn

封面印刷:北京印刷一厂

正文印刷:北京四环科技印刷厂

装订:海波装订厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:6. 75 字数:148 千字

2009 年 6 月第 2 版第 8 次印刷

印数:44 001~54 000 册 定价:10. 00 元

---

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、  
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

# 目 录

第一章 概述	(1)
一、植物生长物质的发展概况	(2)
二、国外植物生长调节剂的应用情况	(5)
三、我国植物生长调节剂的使用情况	(7)
第二章 植物生长促进剂	(9)
一、生长素类生长调节剂	(9)
(一)吲哚乙酸(IAA)	(9)
(二)吲哚丁酸(IBA)	(14)
(三)吲熟酯(Ethychlozate)	(18)
(四)2,4-D	(20)
(五)2,4-D 丙酸(2,4-DP)	(25)
(六)三氯苯氧丙酸(CPA, 3-CP)	(26)
(七)坐果胺(3-CPA)	(27)
(八)防落素	(28)
(九)增产灵(PIPA)	(29)
(十)增产素	(32)
(十一)2,4,5-涕(2,4,5-T)	(32)
(十二)2,4,5-涕丙酸(2,4,5-TP)	(33)
(十三)玉米催熟剂(Amaize)	(35)
(十四)果实增糖剂(Disugran)	(37)
(十五)萘乙酸(NAA)	(38)
(十六)萘氧乙酸	(46)
(十七)萘乙酸甲酯(MENA)	(47)
(十八)萘乙酸乙酯	(48)

(十九) 萘乙酰胺(NAAm) .....	(49)
(二十) 西维因(Sevin) .....	(50)
(二十一) 爱多收(Atonik) .....	(51)
(二十二) 石油助长剂(Growth substances of petroleum) .....	(53)
二、赤霉素类生长调节剂 .....	(56)
(一) 赤霉酸(GA <sub>3</sub> ) .....	(56)
(二) GA <sub>4+7</sub> .....	(70)
三、细胞分裂素类生长调节剂 .....	(72)
(一) 玉米素(Zeatin) .....	(72)
(二) 类玉米素(Zeatin-like, 细胞分裂素混合物) .....	(73)
(三) 异戊烯基腺嘌呤(Zip) .....	(74)
(四) 6-苄基氨基嘌呤(6-BA) .....	(75)
(五) 激动素(Kinetin, KT) .....	(85)
(六) 多氯苯甲酸(PBA) .....	(88)
(七) 联二苯脲(DPU) .....	(90)
(八) 苯并咪唑 .....	(92)
四、其他 .....	(93)
(一) 移栽灵(Isolane) .....	(93)
(二) ABT 生根粉 .....	(94)
(三) 三十烷醇(TRIA) .....	(95)
(四) 芸薹素内酯(BR) .....	(98)
(五) 胺鲜酯 .....	(100)
(六) H2-06 环保型高效红掌保鲜剂 .....	(101)
(七) 矮丰灵 .....	(101)
(八) 氯化钙(CaCl <sub>2</sub> )和 GA <sub>3</sub> 混合剂 .....	(101)
(九) 达尔丰 .....	(101)

(十) 稳早丰	(102)
(十一) 烯啶醇(S <sub>3308</sub> )	(102)
(十二) 粒重保	(102)
(十三) 苾麻控花剂	(102)
(十四) 丰果乐	(103)
(十五) 洛阳高效抽枝宝	(103)
(十六) 神力素	(103)
<b>第三章 释放乙烯的化合物</b>	(104)
一、乙烯利(Ethephon, ANSI)	(104)
二、橄榄离层剂(Alsol)	(113)
三、乙二肟(Glyoxime, ANSI)	(114)
四、甲氯硝吡啶(CMNP)	(115)
五、百菌清(Chlorothalonil)	(115)
六、环己酰亚胺(Cycloheximide, BSI)	(117)
七、脱叶磷(Butiphos)	(119)
八、果丰灵	(120)
<b>第四章 植物生长延缓剂</b>	(121)
一、丁酰肼(比久, B <sub>9</sub> )	(121)
二、CO-11	(131)
三、矮壮素(CCC, 三西)	(132)
四、矮健素	(140)
五、氯化胆碱(Choline chloride)	(141)
六、阿莫 1618(Amo 1618)	(142)
七、氯化磷(Chlorphonium, BSI, ISO)	(144)
八、调节磷(Krenite)	(146)
九、哌壮素(Piproctanyl)	(148)
十、多效唑(PP <sub>333</sub> )	(149)

十一、烯效唑(Uniconazole) .....	(156)
十二、脱叶脲(Thidiazuron) .....	(158)
十三、三唑酮(Triadimefon) .....	(159)
十四、伏草胺(Mefluidide, ANSI) .....	(160)
十五、缩节胺(mepiquat-chloride) .....	(162)
十六、缩节胺+乙烯利混合药剂(Terpal) .....	(164)
十七、嘧啶醇(Ancymidol, BSI, ANSI, ISO) .....	(165)
十八、氟节胺(Flumetralin) .....	(168)
十九、噻节因(Harvade) .....	(169)
二十、壮丰安(北农化控 2 号) .....	(171)
二十一、抗倒胺 .....	(171)
二十二、苧麻茎秆抗倒伏剂 .....	(172)
<b>第五章 植物生长抑制剂</b> .....	<b>(173)</b>
一、脱落酸(Abscisic acid, ABA) .....	(173)
二、青鲜素(Maleic hydrazide, MH) .....	(175)
三、二凯古拉酸钠(Dikegalac-Sodium, BSI) .....	(181)
四、脂肪族醇类 .....	(183)
五、三碘苯甲酸(Triiodobenzoic acid, TIBA) .....	(184)
六、整形素(Morphactin) .....	(186)
七、增甘膦(Glyphosine, ANSI) .....	(190)
八、控心灵(Oxathiin) .....	(191)
九、DPX 3778(雄性不育剂) .....	(193)
<b>附录一 植物生长调节剂的配制方法</b> .....	<b>(195)</b>
<b>附录二 植物生长调节剂的使用方法</b> .....	<b>(198)</b>
<b>附录三 使用植物生长调节剂的注意事项</b> .....	<b>(202)</b>
<b>附录四 名词注解</b> .....	<b>(205)</b>
<b>附表 常用植物生长调节剂适用浓度</b> .....	<b>(209)</b>

# 第一章 概 述

植物的生长发育过程受外界环境条件,如水分、阳光、土壤、温度等的影响和内部遗传因素的控制,而调节控制植物生理活动的是某些代谢物质,即植物激素。植物激素的发现,是生物学领域中的巨大进步。它推动了“化学调控”在农业中的应用,使人们有可能通过化学调控而改变植物生长、发育的固有模式。研究植物激素的目的,不仅是为了揭示其在调节植物生长发育过程中的作用机制及调节控制的规律性,更重要的是探索植物生长物质的应用技术,使之能按生产需要,调控植物的生长发育,提高作物的品质与产量。

自从第一类植物激素——生长素发现以后,人们在模拟天然激素的研究中,合成了许多具有生理活性的化合物,即植物生长调节剂。目前植物生长物质(植物激素与植物生长调节剂的总称)虽已数以千计,但真正在农业与园艺上已广泛应用的,也只有几十种。人们可以通过化学调控来促进或抑制农作物和园艺作物的生长,增加产量,为机械化管理与收获提供有利条件。植物生长物质的应用,在植物栽培和育种上也为人们提供了一些便利条件。也就是通过植物生长物质来调节控制植物激素在植物体内的合成与代谢、运输方向以及各类激素之间的平衡关系。目前化学调控技术,已在农、林、牧、园艺、花卉、育种、栽培管理、提高植物抗性等领域中广泛应用,并取得了一定的效果,受到了生物、化工科技工作者与栽培、育种工作者的重视。在某些情况下,合理地应用植物生长物质的生产效果甚至比栽培与育种快得多。



目前国际公认的植物激素有五类：生长素、赤霉素、细胞分裂素、脱落酸与乙烯。尽管部分科技工作者认为，还有一些活性物质可能是新的植物激素，但由于不符合早已提出的关于植物激素的定义，因而尚未被确认，如芸薹素内酯、多胺、茉莉酸等。

为了恰当地应用各类植物生长物质，应当首先了解激素在细胞分裂和伸长、组织和器官的分化、开花与结实、成熟与衰老、脱落与休眠等方面所能起的作用。同时也要了解各类植物生长物质的作用原理，才能有的放矢地应用，以发挥植物生长物质特有的作用，并且研制合成一些新植物生长调节剂。植物生长物质大致分为三类：即植物生长促进物质、植物生长延缓剂和植物生长抑制剂。

## 一、植物生长物质的发展概况

早在 1758 年，人们在环割试验中，观察到在切口上部，经细胞分裂，会逐渐膨大长出愈伤组织，进而又逐渐长出根来。有人推测，在植物体中一定能产生某些可促进形成各种器官的化学信使，例如“成根素”。到 1870 年，人们在根的向地性弯曲中观察到，当根置于水平方向时，因重力影响而产生向地弯曲生长，弯曲的部位是伸长区，而对重力感受的部位却在根尖。因此，就提出可能有一种从根尖向伸长区传导的化学物质，由于化学物质运输方向不对称，使根的伸长区上下两侧发生不均匀生长而弯曲。1880 年达尔文父子在研究植物向光性运动时，发现藜草幼苗暴露在单侧光下时，植物感光部位在茎尖，而向光弯曲部位在伸长区。他们也提出，可能有某种化学物质在单侧光影响下，从幼苗尖端不均匀地传递下去，从而

使下部伸长区发生向光弯曲。

随着科学技术的发展,物理化学分析仪器的不断问世,在达尔文父子观察的基础上,经过一系列试验,到1934年第一类植物激素——生长素(吲哚乙酸)被发现,从而推动了对类似植物生长素类物质,如吲哚乙酸、吲哚丁酸、2,4-D、萘乙酸的研制与应用。1935年最早在园艺上应用的就有吲哚乙酸羊毛脂油膏。1936年报道了应用一种特殊化合物,在果实未受精情况下,使果实发育健全,坐果成熟。1940年报道了2,4-D、三氯苯氧丙酸促进温室番茄坐果,诱导无籽果实。以后逐渐扩大到多种蔬菜、樱桃与果树等,用来促进坐果。短短几年内有关生根与坐果的报道多达百篇以上。萘乙酸与它的钾盐在苹果、柑橘、樱桃对离层的化学控制的应用试验,使生产实践中应用萘乙酸防止苹果大小年,进行疏花疏果成为可能。当时也介绍了高浓度(50~100毫克/千克)2,4-D可以用作选择性除莠剂,能杀死双子叶植物。1950年青鲜素的合成,开展了抑制马铃薯在贮藏期间发芽以及化学整形、促进侧枝生长等工作。

赤霉素虽然发现较早,但由于第二次世界大战,并没有得到国际科技界的重视。1954年西方科学家分析出第一种赤霉素的化学结构,并得到纯结晶后,赤霉素可诱导无核葡萄与促进芹菜茎秆伸长的作用得到了广泛应用。同时开展了一批抑制赤霉素和生长素合成的植物生长延缓剂的研究,如矮壮素防止小麦倒伏,三碘苯甲酸使大豆矮化、防止落花落荚,丁酰肼调节果实大小与改善色泽等的应用试验。

在1932年,人们已知道用乙烯气体诱导菠萝开花,促进果实早熟等。自从气相色谱仪在生物学上应用后,检测出植物体内存在着乙烯。1969年乙烯才被公认为第五类植物激

素。1970年乙烯利的试制成功,推动了果实催熟、促进橡胶乳汁产量等应用技术,并开发了一系列释放乙烯的化合物,如橄榄离层剂、柑橘离层剂、环己酰亚胺等。乙烯生物合成途径的深入研究,为花果贮藏、运输与保鲜中,应用抑制乙烯合成的药剂如氨基氧乙酸(AOA)、氨基乙氧基乙烯甘氨酸(AVG)、硝酸银、硫代硫酸银(STS)等延缓衰老,提供了理论依据。

1980年细胞分裂素类物质的合成,除应用于组织培养快速繁殖外,也开展了促进果实生长、改变植物体内糖类的分配方向、防止衰老等应用研究。

脱落酸的研究,启示人们不断研制出减少植物水分丧失与提高植物抗逆性的植物生长调节剂。

综上所述,不难看出,植物生长调节剂的开发应用,与天然存在的植物激素的发现与研究密切相关,也与农业生产技术的发展相联系。例如,针对生产中的机械化管理与收获,研制了一系列脱叶剂、落果剂、草坪矮化剂、增糖剂、化学整形剂等,其中以植物生长延缓剂居多数。各种植物生长物质,各有其独特的作用。农作物与园艺作物多种多样,生理状况各不相同,每种生长调节剂都有其一定的局限性,甚至有某些副作用。

20世纪90年代末至今,我国科教工作者根据地区特点,陆续配制了一些调节生长的物质并取得了实践经验,有的已推广应用,虽然有的主要成分没有公开发表,但也收集在本书中。除了研制新的化合物外,人们开始进行两种或两种以上的药剂混合使用,以期取长补短,有利于作物生长。德国研制的缩节胺,控制棉花株形、保蕾保铃有特效;日本研制的抗倒胺,可防止水稻倒伏;中国农业大学化控室配制的壮丰安,可

防止小麦倒伏；中国林业科学院推广应用的 ABT 生根粉，已发展成为系列产品。

近年来，曾有报道毒香蕉、毒豆芽等，其中有涉及乙烯利、生长素类以及其他调节剂，每种生长调节剂都有一定的局限性，甚至有某些副作用，因此在使用前应注意其作用机制与应用效果，尤其是使用的剂量。

## 二、国外植物生长调节剂的应用情况

植物生长物质是植物生理学领域内最活跃的课题之一。自 1937 年召开第一届国际植物生长物质会议以来，1955 年召开的第四届植物生长物质会议决定此会以后每 4 年召开 1 次以来，参加的国家与专业人员越来越多。在会上除了交流有关植物激素研究的进展外，新的植物生长调节剂的研制与应用也是一项重要内容。近 20 年来，我国科教工作者也踊跃参加此会议。此外，欧美植物生长调节剂工作者还定期召开会议，进行交流，并出版论文集。

从美国第十四届植物生长物质年会上的报道看，植物生长调节剂的应用水平，在国际农药年消耗的增长率中占第一位（见表 1-1）。

表 1-1 1976~1990 年农药使用的增长情况 (%)

农药种类	年 度		
	1976~1979	1980~1983	1984~1990
除草剂	24	4	1~2
杀虫剂	18	3	1~2
杀菌剂	18	3	2~3

续表 1-1

农药种类	年 度		
	1976~1979	1980~1983	1984~1990
植物生长调节剂	15	11	10~15
其 他	12	5	-5~-4

植物生长调节剂的应用,近 20 多年来始终保持在 10% 以上的增长速度。每年销售额为 3 亿~4 亿美元。各类植物生长调节剂在市场销售份额中,按应用植物划分,棉花、烟草、苹果约占 60%(见表 1-2)。

表 1-2 生长调节剂在各种作物中应用情况 (%)

作 物	市场销售量	作 物	市场销售量
棉 花	25	花 生	5
烟 草	20	樱 桃	4
苹 果	15	柑 橘	4
马铃薯	8	番 茄	3
葡 萄	6	其 他	10

在美国,植物生长调节剂的使用量由大到小依次为乙烯利、丁酰肼、缩节胺、赤霉素、青鲜素、氯化磷、 $C_6 \sim C_{12}$  脂肪族醇类、矮壮素、氟节胺、6-苄基氨基嘌呤、草甘膦、萘乙酸、伏草胺等,前 6 种的销售量占总销售量的 70%~80%。

今后将开发的植物生长调节剂,主要有以下四类:

一是植物生长延缓剂。应用于控制木本植物、草坪和行道树的生长。

二是促增产剂。在集约化管理条件下,可提高产量。

三是抗旱剂。灌溉或降雨量在临界条件下,可控制水分丧失。

四是调节植物体内化学组分剂。如增加蛋白质、油脂等的含量。

### 三、我国植物生长调节剂的使用情况

随着国际上新的植物生长物质的不断推出,我国及时引进并进行了研制开发,积极参加国际交流并有所创新。

在 20 世纪 40~50 年代,我国开始应用 2,4-D、萘乙酸等类似生长素药剂,如促进温室内番茄坐果、诱导无籽果实等。此工作一直延续到现在,成为北方温室生产中的一项重要措施。其他还有防止棉花蕾铃脱落、窖藏大白菜脱帮等延缓离层形成的应用试验。

20 世纪 60 年代初,引进了矮壮素,在防止小麦倒伏方面进行了应用与推广。萘乙酸甲酯和青鲜素对马铃薯窖藏期间抑制发芽,也有良好的应用效果。

20 世纪 70 年代初开始了 920(赤霉素),702(核酸水解物),701,721(石油助长剂)的大面积应用试验。同时乙烯利试制成功,应用于促进橡胶出胶、菠萝开花以及催熟等方面,在生产上起了一定的作用。但由于应用中有的不注意各种生长物质所特有的作用原理,而超量或盲目应用,给生产带来了不少副作用,使植物生长物质的应用一度出现滑坡现象。

20 世纪 80 年代后期,先后引进了缩节胺、多效唑、烯效唑、三十烷醇、芸薹素内酯等,在科技人员的指导下,得到了推广应用。我国应用植物生长物质的主要对象为农作物,如水稻、小麦、玉米、棉花等,在农业生产中起着举足轻重的作用。

这在国际上也是不多见的。

50 年来,随着植物生长物质应用的兴起,一种新产品的出现,往往使原来应用的药剂很快被遗忘。这必然会引起植物生长调节剂生产的不稳定,以至很难确切地介绍出大多数药剂在我国的生产单位,形成产销脱节。目前,我国植物生长调节剂的应用还不算普遍,所应用的作物也不广泛,更没有被广大生产第一线的工作人员了解与掌握,因此,需要加强科学普及宣传,恰当地、稳步地进行推广,使植物生长调节剂的应用健康地发展起来。

令人欣喜的是,目前我国从事植物生长物质的基础研究与应用研究的科研与教学工作者队伍不断扩大,从南到北,几乎每个植物生理教研室或研究室都开展了植物生长调节剂的研究工作,从理论与实践的结合上发表了不少论文与专著,在生产实践中起了重要作用。我国植物生理学会植物生长物质分会,发行了《植物生长物质》会刊,及时交流国内外信息与动态,对植物生长物质的研究应用有一定的指导意义。

本手册根据国内外植物生长物质的应用概况,编进了各类植物生长调节剂共 90 多种,有的药剂因生产单位或剂型不同,所用的名称较多,也尽可能列入,以便查阅。有的虽然在我国尚未开发,但随着国民经济的发展,为了使科研成果尽快地转化为生产力,也收集在内,以供参考,使植物生长物质的应用前景越来越宽广。

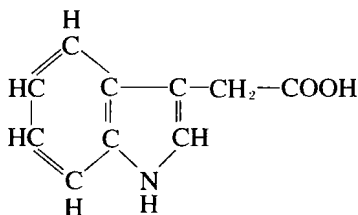
## 第二章 植物生长促进剂

### 一、生长素类生长调节剂

#### (一) 吲哚乙酸(IAA)

**【其他名称】** 生长素(auxin), 吲哚醋酸, 异生长素(heteroauxin), 茁长素

**【化学结构】**



**【化学名称】** 3-吲哚乙酸, 3-indoleacetic acid  
 $\beta$ -吲哚乙酸,  $\beta$ -indoleacetic acid

**【分子式】**  $C_{10}H_9NO_2$

**【分子量】** 175.19

**【理化性质】** 人工合成的吲哚乙酸为吲哚环羧酸类化合物, 纯品为无色结晶。熔点  $168^{\circ}\text{C} \sim 170^{\circ}\text{C}$ 。不溶于水、氯仿、苯、甲苯、汽油, 溶于丙酮、乙醚, 易溶于乙醇、醋酸乙酯、二氯乙烷。其钠盐、钾盐比酸稳定, 易溶于水。配制成溶液后遇光或加热易分解, 应注意避光保存。商品为粉剂或可湿性粉剂。



**【毒 性】** 低毒,对人、畜无害。小白鼠腹腔注射 LD<sub>50</sub> (半数致死量)为 150 毫克/千克体重。

**【作用机制】** 吲哚乙酸有维持植物顶端优势、诱导同化物质向库(产品)中运输、促进坐果、促进植物插条生根、促进种子萌发、促进果实成熟及形成无籽果实等作用,还具有促进嫁接接口愈合的作用。属植物生长促进剂。主要作用方式是促进细胞伸长与细胞分化。在细胞组织培养中证明,在生长素与细胞分裂素的共同作用下,才能完成细胞分裂过程。吲哚乙酸被植物吸收后,只能极性运输,即从顶部自上向下输送。根据生长素类物质具有低浓度促进、高浓度抑制的特性,这类化合物的不同效应往往与植物体内的内源生长素的含量有关。例如,当果实成熟时,内源生长素含量降低,如外施生长素可以延缓果柄离层形成,防止果实脱落,延长挂果时间。在生产中可用于保果。果实正在生长时,内源生长素水平较高,如外施生长素类调节剂,会诱导植物体内乙烯的生物合成,乙烯含量增加,促进离层形成,从而起到疏花疏果的作用。

在组织培养基中,可诱导愈伤组织扩大与根的形成。在生产中多使用其类似物,如吲哚丁酸、萘乙酸、2,4-D 等。其效果相同,且价格便宜,植物吸收后不易被植物体内的吲哚乙酸氧化酶分解。吲哚乙酸的使用浓度范围一般为 0.01~10 毫克/千克。

**【配制方法】** 将吲哚乙酸结晶溶于 95%乙醇中,到全溶为止,即配成约 20%乙醇溶液。然后将乙醇溶液徐徐倒入一定量水中再定容。切忌将水倒入乙醇溶液中。如出现沉淀,则要重配。用于组织培养时,应先将培养基消毒后再加入吲哚乙酸溶液。