

植物生长调节剂
在农业上的应用



植物生长调节剂 在农业上的应用

张丕方 赵庆华
李长荣 叶承道 编写

江西科学技术出版社

植物生长调节剂在农业上的应用

张丕方 赵庆华 李长荣 叶承道编写

江西科学技术出版社出版

(南昌市新魏路)

江西省新华书店发行 江西省宜春资料印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张10.625 字数25万

1988年8月第1版 1988年9月第1次印刷

印数 1—2,000

ISBN 7-5390-0153-4/S·58

统一书号: 16425·93

定价: 2.64元

前 言

随着四化建设和农业科研、生产的飞速发展，植物生长调节剂在农业上得到了越来越广泛的应用。它具有用量微、花钱少、增产高、收入多的显著优点。但必须施用恰当、合理，才能显示出植物生长调节剂对植物生长发育所起的调节控制作用。现在，国内外农业科研单位、高等院校，对植物生长调节剂的研究，似雨后春笋，蒸蒸日上，其内容有理论研究、应用研究，也有致力于寻找或合成、提取新的生长调节剂的研究。

在这种情况下，为总结国内外有关植物生长调节剂的科技成果，指导植物生长调节剂在农业上的应用，我们特编写《植物生长调节剂在农业上的应用》一书。

其中应用基础知识由复旦大学生物系副教授张丕方同志编写；整形素应用由北京农业大学副教授李长荣同志编写；除草剂应用和其他章节分别由上海市农科院植保所和作物所助理研究员叶承道、赵庆华两位同志编写。在编写过程中，受到国内许多有关专家的热诚帮助，也在此表示衷心感谢！

由于编者的水平有限，时间仓促，在书中难免有许多错误缺点，望读者批评指正。

编 者

一九八六年

目 录

第一章 植物生长调节剂应用的基础知识

- 一、植物生长激素、生长调节剂的种类.....(2)
 - (一) 生长素类.....(2)
 - (二) 赤霉素类.....(7)
 - (三) 细胞分裂素类.....(10)
 - (四) 脱落酸.....(12)
 - (五) 乙烯.....(13)
- 二、其他天然或人工合成的抑制剂.....(15)
 - (一) 植物体内天然抑制剂.....(15)
 - (二) 人工合成的生长抑制剂.....(15)
- 三、生长调节剂应用的一般原理.....(18)
 - (一) 药剂进入植物.....(18)
 - (二) 药剂在植物体内参与代谢.....(19)
- 四、药剂配制和处理方法.....(20)
 - (一) 常用植物激素的溶解法.....(20)
 - (二) 常用的处理方法.....(23)
 - (三) 应用生长物质应注意的问题.....(23)

第二章 植物生长调节剂在农作物上的应用

- 一、水 稻.....(25)
 - (一) 种子处理.....(25)
 - (二) 促控秧苗生长.....(26)

(三) 调节生育, 提高产量	(33)
(四) 化学杀雄	(37)
(五) 增强抗逆性	(42)
(六) 乙烯利催熟	(43)
二、棉 花	(45)
(一) 浸种处理	(45)
(二) 调控棉花的生长发育	(46)
(三) 棉花畸形叶和畸形花蕾的挽救	(56)
(四) 防止脱落, 增加结铃	(57)
(五) 棉花杀雄	(61)
(六) 乙烯利催熟	(62)
(七) 棉花脱叶	(72)
三、小 麦	(74)
(一) 调控生育, 提高产量	(74)
(二) 化学杀雄	(77)
(三) 增加抗逆性	(87)
(四) 麦类催熟	(91)
四、油菜、花生	(94)
(一) 油菜	(94)
(二) 花生	(95)
五、玉米、高粱	(102)
(一) 玉米	(102)
(二) 高粱	(107)
六、大 豆	(113)
(一) 浸种和拌种	(113)
(二) 三碘苯甲酸的应用	(114)
(三) 三十烷醇的应用	(115)

(四) 呼吸抑制剂亚硫酸氢钠的应用	(115)
(五) BTS的应用	(116)
七、在其他作物上的应用	(118)
(一) 乙烯利促进排胶	(118)
(二) 甜菜	(124)
(三) 烟草	(126)
(四) 麻	(128)
(五) 茶	(130)
(六) 甘蔗	(132)
(七) 甘薯	(134)
(八) 紫云英	(135)
(九) 桑树	(137)
(十) 啤酒花	(138)
(十一) 天麻	(138)
(十二) 食用菌	(140)

✓ 第三章 植物生长调节剂在果树上的应用

一、促进插条生根	(142)
(一) 插条生根的生理基础	(142)
(二) 插条生根所用的生长调节剂	(145)
(三) 插条生根的举例	(146)
二、种子处理, 促进发芽	(150)
(一) 猕猴桃	(150)
(二) 柑桔	(151)
(三) 苹果	(151)
(四) 桃	(151)
(五) 樱桃	(152)

(六) 葡萄.....	(152)
(七) 可乐果.....	(152)
(八) 其他.....	(153)
三、抑制和促进芽的萌发、生长.....	(153)
(一) 抑制夏梢生长.....	(153)
(二) 延迟芽的萌发.....	(156)
(三) 促进芽的萌发.....	(156)
四、缩短果树童期.....	(159)
(一) 樱桃等.....	(159)
(二) 芒果.....	(159)
(三) 柑桔.....	(160)
五、抑花和促花.....	(160)
(一) 抑制花芽分化, 减少开花数.....	(160)
(二) 抑制新梢生长, 增加开花数.....	(164)
六、疏花疏果.....	(175)
(一) 疏花疏果常用药剂.....	(175)
(二) 柑桔.....	(176)
(三) 苹果.....	(177)
(四) 梨.....	(180)
(五) 桃.....	(180)
(六) 柿.....	(181)
(七) 荔枝.....	(182)
(八) 葡萄.....	(184)
七、提高座果率, 防止后期落果.....	(184)
(一) 提高座果率.....	(184)
(二) 防止后期落果.....	(193)
八、提高果实品质.....	(197)

(一) 提高果实外观和色泽·····	(197)
(二) 增强抗病性·····	(201)
(三) 留树保鲜·····	(202)
(四) 形成无籽果实·····	(204)
九、果实催熟·····	(207)
(一) 柑桔·····	(207)
(二) 苹果·····	(208)
(三) 梨·····	(209)
(四) 无花果·····	(210)
(五) 香蕉·····	(211)
(六) 桃子·····	(211)
(七) 柿·····	(212)
(八) 菠萝·····	(213)
(九) 枣·····	(213)
(十) 山楂·····	(214)
(十一) 核桃·····	(215)
(十二) 其他·····	(216)

第四章 植物生长调节剂在蔬菜生产上的应用

一、打破种子休眠·····	(218)
(一) 打破十字花科蔬菜种子的休眠·····	(218)
(二) 打破菊科类蔬菜种子的休眠·····	(220)
(三) 打破茄科类种子的休眠·····	(220)
(四) 打破伞形科蔬菜种子的休眠·····	(221)
(五) 打破紫苏种子的休眠·····	(222)
(六) 三十烷醇处理促进发芽·····	(222)
(七) 打破马铃薯块茎芽的休眠·····	(223)

二、延迟发芽.....	(223)
(一) 马铃薯.....	(223)
(二) 洋葱.....	(224)
(三) 大蒜.....	(225)
(四) 萝卜、胡萝卜.....	(225)
三、育苗.....	(225)
(一) 扦插育苗.....	(225)
(二) 培育壮苗.....	(227)
四、调节生育.....	(229)
(一) 促进生育.....	(229)
(二) 抑制生育.....	(237)
五、调节开花.....	(240)
(一) 促进抽苔.....	(240)
(二) 促进开花.....	(241)
(三) 诱导性别改变.....	(242)
六、增加座果, 促进果实发育.....	(252)
(一) 植物激素和结果.....	(252)
(二) 番茄.....	(253)
(三) 茄子.....	(254)
(四) 黄瓜.....	(255)
(五) 南瓜.....	(258)
(六) 草莓.....	(258)
(七) 西瓜.....	(261)
(八) 甜瓜.....	(261)
七、催熟和保鲜.....	(262)
(一) 催熟.....	(262)
(二) 保鲜.....	(264)

第五章 植物生长调节剂在花卉生产上的应用

一、打破休眠，促进发芽·····	(267)
(一)打破种子休眠·····	(267)
(二)打破芽的休眠·····	(269)
二、促进营养繁殖·····	(270)
(一)促进插条的生长繁殖·····	(270)
(二)促进球根和鳞片扦插·····	(274)
三、促进和抑制营养生长·····	(274)
(一)促进生长·····	(274)
(二)抑制生长·····	(280)
(三)化学整株·····	(285)
四、促进和延迟开花·····	(286)
(一)促进开花·····	(286)
(二)延迟开花·····	(290)
五、延迟插花的寿命·····	(292)
(一)玉蝉花·····	(292)
(二)蔷薇·····	(292)
(三)玫瑰·····	(292)
(四)金鱼草·····	(292)
(五)麝香石竹·····	(292)
(六)水仙·····	(293)
(七)紫罗兰·····	(294)
(八)菊花·····	(294)
(九)麝香百合·····	(294)
(十)一品红·····	(294)

✓ 第六章 整形素的应用技术

一、整形素简介·····	(295)
二、整形素在植物生长发育上的生理调节作用·····	(297)
三、整形素在农业上的应用·····	(300)
四、应用技术简介·····	(302)

第七章 除草剂种类、特性及其应用

一、除草剂类型及特性·····	(307)
(一) 苯氧羧酸类·····	(307)
(二) 二苯醚类·····	(309)
(三) 二硝基苯胺类·····	(310)
(四) 氨基甲酸酯及硫代氨基甲酸酯类·····	(311)
(五) 均三氮苯类·····	(313)
(六) 取代脲类·····	(315)
(七) 酰胺类·····	(317)
(八) 有机磷、砷类·····	(318)
(九) 其他有机类·····	(320)
二、除草剂的应用·····	(322)
(一) 稻田化学除草·····	(322)
(二) 麦田化学除草·····	(324)
(三) 玉米田化学除草·····	(326)
(四) 大豆、花生地化学除草·····	(326)
(五) 棉田化学除草·····	(327)
(六) 蔬菜、果园、茶园化学除草·····	(328)

第一章 植物生长调节剂

应用的基础知识

植物的生长发育除了要求一般的大量的营养物质，如水分、无机盐、有机物外，还需要有一类对生长有特殊作用，但其量甚微的活性物质。这类微量生理活性物质就是植物激素。植物激素是植物正常代谢的产物。为了与天然激素相区别，人们常把人工合成的调节植物生长的物质称为植物生长调节剂。

“激素”这个概念，最早用在动物学上。二十世纪初期使用时叫荷尔蒙（Hormone）。其字义为“唤醒活动”。荷尔蒙是动物体内特殊的腺体分泌出来的微量物质，这种物质能使特定的器官发生变化。比如，脑垂体分泌的性腺激素只作用于性腺。人们把激素所起作用的特定器官称为“靶子”。

植物激素与动物激素不同。植物体内的激素不是由特殊的腺体分泌的，也没有明显的靶子器官来接受某种激素的作用。植物激素，一般可以理解为植物体内的特定部位在正常代谢过程中所产生的微量活性物质。其特点是：第一，是内生的；第二，是能转运的；第三，在低浓度时有调节植物生长的功效。据测定，在7,000~10,000棵玉米幼苗的顶端，只含有1微克生长素。在3吨花椰菜的叶子中，只提取出了3毫克生长素。其他激素的含量也同样微少。这些植物激素转运到植物其他的器官上，对调节其发芽、生根、长叶、开花、结果等，发挥着重要作用。

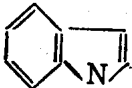
人们对植物激素的研究，是本世纪三十年代从研究生长

素开始的。五十年代确定了赤霉素和细胞分裂素，六十年代又发现了乙烯和脱落酸。所以到现在，植物激素至少包括五大类，即生长素类、赤霉素类、细胞分裂素类、脱落酸类和乙烯。人工合成的植物生长调节剂也越来越多，如2,4-D、萘乙酸、矮壮素、增产灵、三碘苯甲酸等等。

一、植物生长激素、生长调节剂的种类

(一) 生长素类

人们通常指的生长素就是吲哚乙酸（简称 IAA）。植物生长素是1880年，达尔文在进行金丝雀蓼草胚芽鞘向光性实验中发现，并于1928年荷兰人温特在研究燕麦胚鞘向光性中得到证实。尔后，于1934年由荷兰人郭葛等分离出纯的生长素。其分子结构式为一个苯环通过一个吡咯环与一个乙酸侧链连接

在一起，即  CH_2COOH ，到目前为止，在自

然界发现的生长素只有吲哚乙酸。但是，通过人工合成的方法，获得了许多化合物，他们对植物也产生象吲哚乙酸一样的效应。人们把他们统称为生长素类。

1. 生长素的分布 生长素广泛分布于植物界，从细菌、真菌、藻类到高等植物中都有。在高等植物各器官中也都含有生长素，特别是根尖、茎尖、幼芽、幼叶的分生组织以及花粉粒中，含量较为丰富。尤其是顶芽，它是产生生长素的中心。除此之外，其他如形成层、禾本科植物的居间分生组织，也都有生长素的形成。人们测定知道植物体各部分的相对含量如图1-1。

2. 生长素的生物合成 吲哚乙酸在植物体内的合成是由

色氨酸经过二种途径转变而来。如将色氨酸渗入菠菜、凤梨、豌豆、番茄的叶片中，置于有氧条件下，就会有大量吲哚乙酸产生。在子房、胚、花粉、子叶中也均由色氨酸形成吲哚乙酸，尤其受精后的子房，这种转化更为旺盛。

同样，体内生长素在吲哚乙酸氧化酶作用下会分解失去活性。所以，

吲哚乙酸氧化酶活力大小，直接关系到体内吲哚乙酸的含量。吲哚乙酸也可以与天门冬氨酸、葡萄糖、阿拉伯糖、肌醇或脂类等结合而失去活性。不过，这种结合的吲哚乙酸是吲哚乙酸在体内贮藏和运输的一种形式，起调节各部位吲哚乙酸含量的作用。

在植物体内，生长素的形成必需要有一定的条件。缺锌时可引起吲哚乙酸形成量减少。吲哚乙酸的形成与光也有关系。如蚕豆，只有在强光照射后，体内才能形成生长素；如果始终放在黑暗中，开始还有生长素形成，不久就会消失；供给短时间光照，马上又恢复生长素的合成。

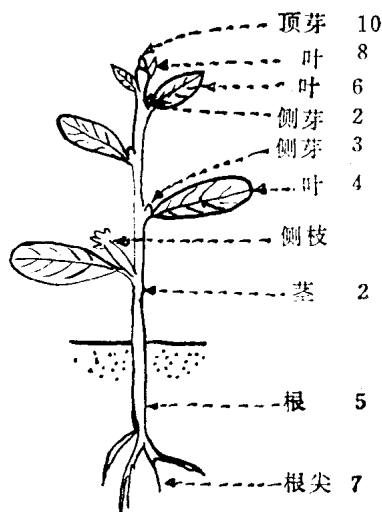


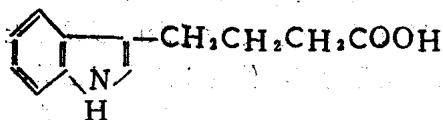
图 1—1 植物各部分生长素的相对含量

2—低 10—高

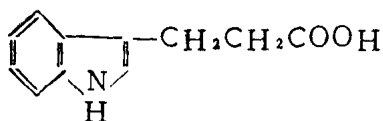
3. 生长素的传导和运输 生长素在植物体内运输，具有极性传导的特点。就是说，只能从植物体的形态学上端向下端传导。在一段燕麦胚芽鞘的形态学上端，放置一个含有生长素的琼胶块（实验上称供应块），把另一块不含生长素的琼胶接在下端作为接受块，这些时间，接受块中就含有生长素了。假如把一段胚芽鞘倒转过来，进行同样试验，生长素就不能向下传导。

用同位素 ^{14}C 标记，同样证明生长素的向基运输特性。但种子或叶片中未活化的生长素，其运输方式是通过维管束向顶部转运上升。根尖形成的生长素，其转运也不表现极性。如果从体外供应外源生长素，其运输要看施用的部位，比如从茎顶供给吲哚乙酸，可以随着体内活化的生长素一道极性运输，但浓度过高时，会失去这种极性的传导。如果由根部吸收，一般是通过木质部上升而到达顶端，并沿着输导组织系统，传遍周身。叶片吸收后，则转运的途径主要靠韧皮部，而同到达全身。

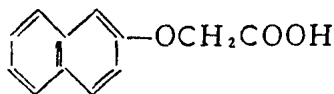
4. 人工合成的生长素 为了区别于天然的生长素，即吲哚乙酸，特称它们为类似生长素。在我国已大量生产的有萘乙酸（NAA）、2, 4-D和4-碘苯氧乙酸（即增产灵）等。下面列举一些代表。这些类似生长素的化学结构与吲哚乙酸有共同之处，都有一个不饱和的芳香环，环上带有一个适当长度的有机酸侧链。



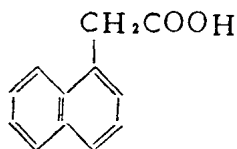
吲哚丁酸（IBA）



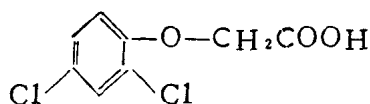
吲哚丙酸 (IPA)



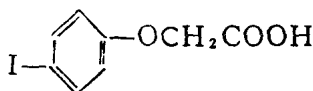
萘氧乙酸 (NOA)



α -萘乙酸 (NAA)



2, 4-二氯苯氧乙酸
(2, 4-D)



4-碘苯氧乙酸
(增产灵)

5. 生长素的作用 生长素的重要作用是促进植物细胞的增大伸长, 在生长素的作用下, 细胞壁结构变得松弛, 壁的紧张度降低, 水分得以进入液泡, 细胞体积随之增加。生长素对植物细胞作用和植物细胞的年龄有很大关系, 幼嫩细胞对生长素的反应非常灵敏, 茎的细胞或高度木质化的细胞对生长素的作用就不敏感了。

生长素对植物的生长, 有促进作用也有抑制作用 (图 1-2), 甚至会杀死植物。例如, 它能促进发芽, 也能抑制发芽; 它能防止花果脱落, 也能疏花疏果。这主要取决于药剂的使用浓度、细胞的年龄和器官的种类等。尤其是生长素, 在低浓度下, 可以促进生长; 中等浓度可以抑制生长, 高浓度时则