

植物生长调节 物质及其应用

江苏科学技术出版社

43.8

444

植物生长调节物质及其应用

陈婉芬 周燮 编著

出版、发行：江苏科学技术出版社

经 销：江苏省新华书店

印 刷：泰县印刷四厂

开本787×1092毫米 1/32 印张4.5 字数95,500

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷

印数1-3,000册

ISBN 7-5345-0453-8

S·63

定价：1.25元

责任编辑 王达政

前 言

植物的生长发育，无不受体内激素的调控。因此，在栽培植物时，不能不重视激素的生理效应。自从本世纪30年代发现生长素以来，关于植物激素的研究，进展很快，并且相应地合成了许多植物生长调节剂，用于调节植物的生长发育，促进农业生产，尤其在果树、蔬菜、花卉等园艺作物上应用较多。例如，控制萌发、生长，促进插枝生根，控制脱落，疏花疏果，促进座果，催熟果实等，在改善产品品质，提高产量，节省劳力，提高功效等各方面已取得一定的效果，例如，苹果上施用比久，能使幼树提早结果，提高果实硬度，增进着色；葡萄用赤霉素处理，可使果粒增大，重量增加1—4倍；乙烯利促进果实催熟；用萘乙酸处理插条可促进生根；2,4-D处理番茄，可防止落花落果，并诱导形成无籽果实；用青鲜素处理，可抑制马铃薯块茎、洋葱鳞茎在贮藏期间发芽，延长贮藏期等方面都有显著效果，并正在日益广泛应用。

随着科学技术的发展和农业生产的需要，为农业生产提供新技术，用植物生长调节剂控制作物生长发育，将逐渐成为农业生产的重要措施之一。但植物生长调节剂处理的效果，因作物的种类、品种、长势及生育期的不同而异，又与使用方法、使用时期、浓度及环境条件的不同有关。若使用不当，甚至会得到相反的效果。因此，了解作物及药剂的有关特性，掌握正确的使用方法，都是很重要的。

本书扼要介绍了植物生长调节物质的有关生理学基本知识，着重介绍植物生长调节剂在农业生产，特别是园艺生产上应用的若干实例，并结合介绍一些常用药剂的理化特性，供读者使用时参考。为了便于读者购买植物生长调节剂，附录中介绍了有关生产厂家的产品。

编 者

1986年12月于南京

目 录

概述.....	1
第一章 植物激素及其生理效应.....	3
一、生长素类.....	3
二、赤霉素类.....	8
三、细胞分裂素类.....	10
四、脱落酸.....	12
五、乙烯.....	15
六、五大类激素之间的相互作用.....	17
七、植物体内天然的抑制物质.....	20
八、除草剂.....	21
第二章 植物生长物质对生长、发育的控调.....	23
一、休眠与萌发.....	23
二、生长的相关性.....	24
三、果树生长的大小年.....	29
四、单性结实.....	30
五、植物性别的分化与控制.....	31
六、衰老与脱落.....	33
七、组织培养.....	36
第三章 植物生长调节物质的应用.....	42
一、在果树上的应用.....	42
二、在蔬菜上的应用.....	60
三、在花卉与苗木上的应用.....	80
四、在粮食及经济作物上的应用.....	93

第四章 植物生长调节剂的应用方法	107
一、剂型.....	107
二、配制方法.....	108
三、处理方法.....	112
四、注意事项.....	114
第五章 常用的植物生长调节剂简介	119
一、生长素类.....	119
二、赤霉素类.....	122
三、细胞分裂素类.....	123
四、脱落酸.....	124
五、乙烯.....	124
六、其它.....	125
附表1 一些化学试剂对植物的影响	132
附表2 生长抑制剂在棉花上的应用效果	133
附表3 用于蔬菜的生长调节剂	134
附表4 生长调节剂的生产和供应单位	135

概 述

植物在整个生长发育过程中，除了需要一定的温度、光照、水分、矿质等条件外，还需要有微量的某些生理活性物质。这些生理活性物质对植物的生长发育有着特殊的作用，极少量存在时就可调节控制植物的生长发育。由于它们对植物的生长发育具有调控作用，因而被称为植物生长调节物质。

植物生长调节物质分为两类：一类叫做植物激素（又称天然激素或内源激素）；另一类叫做植物生长调节剂（又称外源激素）。植物激素是指一些在植物体内合成，并经常从产生的部位运送到其它器官、组织，对生长发育起调控作用的微量有机化合物；植物生长调节剂是指一些具有植物激素活性的人工合成的化学物质。

植物生长调节剂是随着植物激素的研究而发展起来的。

植物生长调节物质具有多方面的生理作用，调节细胞的分裂和伸长，调节植物的休眠与萌发、生长和发育、开花、结果、落叶、落花、落果，以及果实的成熟与着色，促进生根等。因此，最近30多年来，在农业和园艺生产上，已广泛应用植物生长调节剂。使用得当时，可促进提早发芽，控制休眠；可促进或抑制生长，疏花疏果，防止落花落果；可促进提早成熟，提高产量，形成无籽果实，改善品质；还可防除杂草等。植物生长调节物质在促进农业增产中起一定的作用。

同时也应该认识到，在使用这些物质时，不能把它看作

是万应良药，因为它们不是营养物质，不能代替水、肥管理，也不能代替温度、光照、氧气等环境条件。正确估价这些物质的作用，科学地使用，才能使它们发挥更好的调节作用。

第一章 植物激素及其生理效应

植物激素的研究是在本世纪30年代从生长素的研究开始的。50年代又确认了赤霉素和细胞分裂素,60年代以来,脱落酸和乙烯又被列入植物激素之中。因此,目前世界上公认的植物激素有五类,即生长素类、赤霉素类、细胞分裂素类、脱落酸和乙烯。通常人们把前三类归为促进生长发育的促进型激素,把后两类归为抑制型激素。但实际上,随着使用浓度、使用时间及部位等不同而变化,促进型激素也可产生抑制效应。脱落酸是一种抑制生长发育的物质,而乙烯则主要是促进器官成熟的物质。因而,所谓促进型和抑制型仅是相对比较而言,不是绝对的。

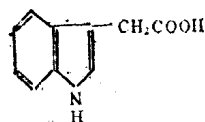
植物激素的特征有三点:其一,它们都是内生的。是植物生命活动过程中正常的代谢产物;第二,是能在植物体内移动的。不同的植物激素,由不同的器官组织产生后,可转运到植物体内的其它部位,对生长发育起调节作用。它们的移动速率和方式,随植物激素的种类而异,也随植物及器官的特性而不同;第三,极低的浓度即具有调节的功能。它们在植物体内的含量很低,仅为组织鲜重的 10^{-9} — 10^{-7} ,但对植物的生命过程,例如细胞的分裂与扩大,花芽的分化,果实的成熟,器官的脱落,种子和芽的休眠与萌发,以及植株的衰老等等,起着重要的调控作用。

一、生长素类

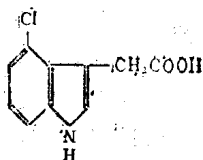
生长素,也就是通常所说的吲哚乙酸(IAA),是在研

究燕麦胚芽鞘的向光性中被发现的，于1934年被分离出来。

生长素类以吲哚类化合物为主，除吲哚乙酸以外，植物体内还有吲哚乙酸的前体物和4-氯吲哚乙酸等。吲哚乙腈是1952年发现的，在十字花科植物中含量较多，它是合成IAA的前体物。4-氯吲哚乙酸是1963年从未成熟的豌豆种子里提取出来的。它们的结构式如下：



吲哚乙酸 (IAA)



4-氯吲哚乙酸



吲哚乙腈 (IAN)

据报道，还有某些非吲哚类生长素，例如，苯乙酸和对羟基苯乙酸等，也存在于植物体内。

吲哚乙酸在植物体内可以三种状态存在：即结合生长素、束缚生长素和游离生长素。前两种生理活性很弱或没有生理活性，而游离生长素才具有生理活性。绝大多数的植物组织中，不活动的生长素比游离生长素多许多倍。游离生长素占这三种形态的总含量很少有超过10%的。

生长素在植物体内分布很广，合成部位以顶端分生组织为主，正在生长中的各个器官均有这类激素，根、茎、叶、花及胚芽鞘中均有。一般多集中在生长旺盛的幼嫩部位、分生生长区域，如根尖、茎尖、胚芽鞘、花芽以及正在发育的

果实和种胚，而在衰老组织中则较少。据测定，成长的植物地上部分生长素含量以顶芽和顶部嫩叶最多，约占鲜重的10%左右。而侧芽和老叶的生长素含量很少，约占1%以下。休眠的种子、块茎和芽几乎不含游离生长素，但休眠被打破，开始生长时，立即产生出游离的生长素。

生长素在植物体内可以运输，且具有极性传导的特点。所谓极性传导，就是说只能从形态学上端向上传导，而不能倒转过来传导，茎尖和胚芽鞘的极性运输最明显。这可以通过实验证明。如把含有生长素的琼胶小块，放在一段切头去尾的燕麦胚芽鞘的形态学上端，把另一块不含生长素的琼胶小块接在下端，过些时间，下端的琼胶中即含有生长素。但是，假如把这一段胚芽鞘颠倒过来，把形态学的下端向上，作同样的试验，生长素就不向下传导（图1）。

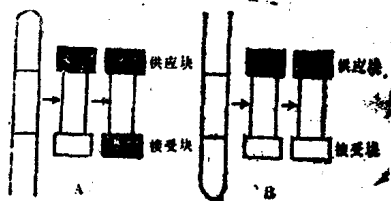


图1 生长素的极性传导

- A. 供应块中的生长素沿胚芽鞘由形态上端运往形态下端，并收集于接受块中；
- B. 供应块中的生长素不能收集于接受块中，因为两个洋菜块中间的胚芽鞘是上下倒置的

生长素的运输途径：在胚芽鞘内是薄壁组织，在茎中是韧皮部，在叶子里是叶脉。从种子和叶片运出来的未活化的生长素，向顶端移动通过维管束上升，不是极性运输。

生长素的生理作用有以下几方面：

1. 生长素对生长的促进和抑制作用

生长素能促进细胞和器官延长，因而促进植物生长。但这种促进生长的作用只发生在一定的浓度范围内，并且有最适浓度。低浓度时，可以促进生长，超过一定浓度，生长就受到抑制，在更高浓度下，甚至可导致植物死亡。所以，在使用生长素药剂时，要特别注意浓度问题。

植物种类不同对生长素浓度反应不同，一般双子叶植物比单子叶植物敏感。不同器官对生长素的浓度要求也不同，一般根对生长素最敏感，促进根生长的最适浓度为 10^{-5} — 10^{-3} 茎的敏感性较差，最适浓度为 10^{-2} —100ppm，芽则介于二者之间（图2）。在日常生活中，可用这个原理催发

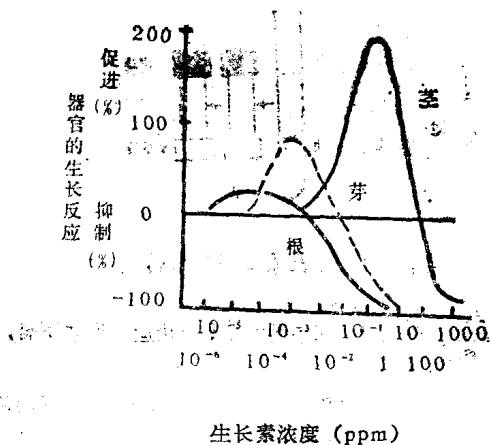


图2 植物不同器官对生长素的反应

黄豆芽或绿豆芽。对根抑制的浓度，可促进茎的生长，所以能长出粗壮无根又嫩又鲜的豆芽菜。

2. 促进细胞分裂

生长素与细胞分裂素共同作用下，可促使薄壁细胞分裂，促进愈伤组织的形成。所以，在扦插、压条、嫁接等无性繁殖以及组织培养上均有应用价值。

3. 促进座果，诱导无籽果实

生长素能促进某些瓜果植物单性结实，从而产生无籽果实。它能影响离层的形成，因而可促进座果，防止瓜果等器官脱落。

4. 维持顶端优势，引起植物向光生长

当植株有顶芽时，侧芽不生长或生长很慢；去掉顶芽时，侧芽能很快生长，这种顶芽抑制侧芽生长的现象叫做顶端优势。以往认为顶芽中不断产生生长素，而侧芽所能忍受的生长素浓度低，对茎尖有促进的浓度，对侧芽则产生了抑制，从而造成顶端优势。实际上，不仅是生长素，还有其它激素也影响顶端优势（见第二章）。

人们常可看到一个有趣的现象：放在窗台上的花，它的枝条上端和叶片总是弯向窗外；稻麦等作物倒伏后，植株上端会向上弯曲，这种现象称为向光性。产生这种现象是由于植物体内生长素分布不均匀引起的。植物顶端产生的生长素向下传导，在一侧照光时，生长素向背光面传导得多，而向光面传导得少，于是背光面细胞伸长快，向光面细胞伸长慢，这样，植物就朝着向光面弯曲。如果把弯曲的植株换一个方向，使原来背光的一侧向光，它逐渐又反转地弯曲过来。最初发现生长素就是从燕麦芽鞘向光弯曲的现象中研究出来的。植物倒伏时，茎自然向上生长，也是由于生长素

分布不同而引起的结果。

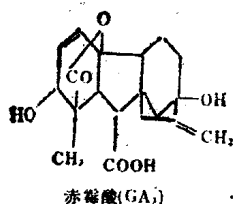
5. 促进菠萝开花，控制性别分化

生长素有促进菠萝开花的作用，已在生产上大量采用。

另外，生长素还能控制瓜类植物的性别。例如，它可促进黄瓜雌花的分化，用生长素处理黄瓜，可增加其雌花数。

二、赤霉素类

赤霉酸（代号 GA_3 ）是从水稻恶苗病的病菌（叫赤霉菌）中分离出来的，它是恶苗病菌的代谢产物。后来，随着生化分析技术的发展，人们发现，无论是低等植物还是高等植物都发现有赤霉素的存在。目前已分离和鉴定的自然存在的赤霉素约有70多种，各种赤霉素的化学结构基本相同，其基本骨架是赤霉烷，属于双萜类，只有个别基团不同，按照其分离出来的先后次序给予编号，分别以 GA_1 、 GA_2 、 GA_3 、……表示。使用最广、研究最多的赤霉素是赤霉酸（ GA_3 ），其分子式为 $C_{19}H_{22}O_6$ ，它的结构式如下：



虽然各种赤霉素的结构相似，但其生理活性有差异，有的活性较强，有的活性较弱。

在高等植物中，赤霉素的合成部位主要是在分生组织、发育中的果实、种子等。因此，在植物的果实、种子、幼苗以及扩展的叶片中都有存在。不同植物中有不同的赤霉素类型存在，在同一植物中，常常存在两种以上的赤霉素。从整个植物来看，赤霉素活性最高的部位是生长旺盛的地方。

赤霉素在植物体内以两种形态存在，即自由型和结合型。自由型为具有生理活性的酸性化合物；结合型赤霉素则是赤霉素与葡萄糖结合成的糖苷。

与生长素不同，赤霉素在体内的传导不表现极性，上下左右都能运输，向上可运至茎尖，向下可运到根部。它可通过韧皮部运输，也可通过木质部运输。

赤霉素的主要生理作用是：

1. 促进生长

赤霉素能促进细胞的分裂与伸长，所以它能显著促进茎叶伸长生长，增加植株高度。故常用于促进蔬菜、牧草、茶叶等作物的生长，以增加产量。

2. 促进开花

赤霉素可以代替低温和长日照，促使长日植物在当年抽苔开花，如萝卜、胡萝卜、甜菜等作物用赤霉素处理，当年即可开花。这为育种工作提供了方便。

3. 破除休眠，促进萌发

赤霉素能打破某些植物种子和芽等器官的休眠，促进其萌发。例如，用0.5ppm的赤霉素，浸泡马铃薯块茎30分钟，可打破休眠，促进萌发，进行马铃薯二期栽培。

4. 促进座果，诱导单性结实

赤霉素对果实生长和座果有促进作用。还可引起单性结实。生产上常用来处理葡萄，使无核葡萄果实增大，使有核

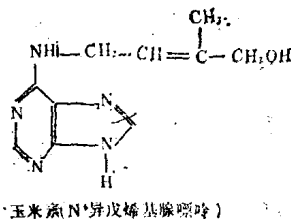
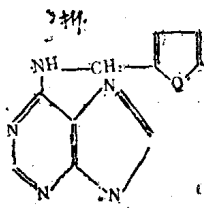
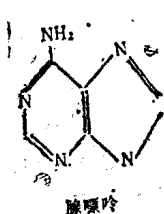
葡萄诱变成无核葡萄，并且提高品质，提前成熟。

5. 诱导 α -淀粉酶的形成

赤霉素的一个特殊生理效应，就是它能诱导 α -淀粉酶的形成，这一发现已被应用到啤酒生产中。过去制造啤酒都以大麦芽为原料，借用大麦发芽后产生的淀粉酶使淀粉糖化。大麦发芽要消耗大量养分，同时要一定的劳力和设备。现在只要加赤霉素，诱发产生淀粉酶，就可以完成糖化过程，不需要种子发芽。可节省粮食，降低成本，缩短生产周期，而啤酒品质不变。

三、细胞分裂素类

细胞分裂素（代号CTK）是一类促进细胞分裂的植物激素。它们都是腺嘌呤的衍生物，第一个从植物中分离出来的细胞分裂素是玉米素，这是从玉米种子中分离出来的。另外，从甜玉米中发现一种玉米素核苷。到目前为止，已在40种以上的高等植物的提取液中，发现有类似细胞分裂素活性的物质，激动素具有细胞分裂素的作用，它不是自然激素。腺嘌呤、激动素、玉米素的结构式如下：



在植物体内，细胞分裂素主要存在于正在进行细胞分裂的器官。例如，茎尖、根尖、未成熟的种子、萌发的种子以及幼果等。现在认为，细胞分裂素主要由根尖形成，经木质部导管输送到地上部分的。果实和种子中也有细胞分裂素的合成。

细胞分裂素的主要生理作用有：

1. 促进细胞分裂、扩大

细胞分裂素最主要的生理功能，是促进细胞分裂。在组织培养时，营养物质中不加细胞分裂素，细胞很少分裂，当培养基中加入细胞分裂素后，细胞分裂就加快，组织增大。

细胞分裂素也可使细胞体积加大，但和生长素不同的是，它主要使细胞扩大，而不伸长。茎的伸长受它的抑制，但一般都向横轴方向扩大增粗，因为它能削弱由生长素引起的伸长作用。

2. 诱导芽的分化

通过组织培养试验证明，愈伤组织分化产生根还是芽取决于细胞分裂素与生长素的比值。当细胞分裂素浓度低，而生长素浓度高时，就有利于不定根的形成；如果二者相反，则有利于不定芽的形成；若二者的克分子浓度大致相等时，则愈伤组织只生长而不分化。所以，生长素和细胞分裂素二者比例不同，对根或芽的诱导形成不同，而在芽的分化中，细胞分裂素起着重要的作用。

3. 解除顶端优势

细胞分裂素能破除植株的顶端优势，促进侧芽生长。这种作用是与生长素相拮抗的。例如，在烟草侧芽上涂0.5%的玉米素羊毛脂软膏，可以诱导侧芽生长。

4. 延迟衰老

细胞分裂素能减少叶绿素的分解，抑制衰老，具有保绿作