

植物生长调节剂 在果树生产中的应用

王涌清 刘秀奇 编著

中国林业出版社

60.6
23

植物生长调节剂 在果树生产中的应用

王涌清 刘秀奇 编著

中国林业出版社

植物生长调节剂在果树生产中的应用

王涌清 刘秀奇 编著

中国林业出版社出版(北京西城区刘海胡同7号)
新华书店北京发行所发行 遵化人民印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 6印张 120千字

1990年5月第一版 1990年5月第一次印刷

印数 1-3,500册 定价: 2.60元

(京)第033号 ISBN7-5038-0615-x/S·0281

前 言

果树的正常生长发育和繁殖，除了受遗传因素的控制和环境条件与栽培措施的影响外，还受植物体内的内源植物激素的控制。植物激素是植物体内存在的一类有机化合物。自从温特（F. W. Went, 1928）等发现生长素以来，迄今人们已发现植物体内存在的天然激素有生长素、赤霉素、细胞分裂素、脱落酸及乙烯五大类。

植物生长调节剂一般是指科学家们利用化学方法合成的类似植物内源激素的化合物，它们和内激素一样，能控制植物的生长发育，具有很高的生理活性。在农业和园艺生产上已广泛应用。现在了解到使用植物生长调节剂能够改变植物内源激素的水平，使生长与发育朝着人们期望的方向和数量发展。因此，植物生长调节剂日益受到人们的重视，在农业化学经营中日渐占据重要的地位，已经成为提高果树生产的一条重要途径。

植物生长调节剂在果树生产中有着广泛的用途。例如：打破种子休眠，提高发芽率；促进插条生根，提高扦插成活率；抑制生长，促进花芽分化和矮化株型；防止落花落果，提高座果率和产量；疏花疏果，降低大小年结果幅度；诱导单性结实，形成无籽果实；防止裂果，增加果实硬度，促进果实五棱发育和提高果形指数，解决果皮粗糙、生锈、皱皮、浮肿等问题；促进果实着色，提早成熟上市；催落果实，以利采收；用于果实贮藏保鲜和增强果树抗逆性等等。当

然，我们不应当把植物生长调节剂作为一种万灵药使用，还须配合各项栽培管理措施，才能获得更好的效果。

本书是一本科普读物，编写过程中重点突出：①实用性。全书大部分篇幅用来介绍各种应用实例，方法具体，便于在生产中应用。②资料新。本书共参考200余篇文献资料，绝大部分属80年代的新材料。③以我国为主。全书参阅的资料90%以上是我国的研究成果和应用实例，适合我国国情。

由于植物生长调节剂对于广大果树生产者来说尚属一个新的领域，因此，在本书的开篇简要地介绍了有关植物激素和生长调节剂的一般知识。为了方便读者购买到所需要的药剂，本书在附录中介绍了一部分生产厂家和经销部门。

由于水平所限，书中难免有不足和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

一、植物激素的发现与生理功能	(1)
(一) 生长素类	(2)
(二) 赤霉素类	(3)
(三) 细胞分裂素类	(4)
(四) 脱落酸	(6)
(五) 乙烯	(7)
二、人工合成的生长调节剂	(9)
(一) 类似生长素	(9)
(二) 生物合成的赤霉素	(12)
(三) 细胞分裂素类	(12)
(四) 脱落酸	(13)
(五) 乙烯发生剂	(14)
(六) 人工合成的生长抑制剂	(14)
(七) 其他生长调节剂	(17)
三、生长调节剂在果树苗木繁育中的应用	(20)
(一) 在果树实生繁殖中的应用	(20)
(二) 在果树扦插育苗中的应用	(24)
(三) 在果树组织培养繁殖苗木中的应用	(30)
四、 <u>生长调节剂在控制果树营养生长中的应用</u>	(37)
(一) 抑制柑桔夏梢生长, 促进开花结果	(38)
(二) 在葡萄栽培中的应用	(43)
(三) B ₉ 、乙烯利在苹果幼树控长促花中的应用	(45)
(四) 在梨树促花控冠中的应用	(46)

(五) pp333对密植山楂幼树生长的抑制效应·····	(47)
五、生长调节剂在果树保花保果中的应用·····	(49)
(一) 在柑桔保花保果中的应用·····	(49)
(二) 在苹果保花保果中的应用·····	(56)
(三) 在葡萄保花保果中的应用·····	(58)
(四) 赤霉素对提高山楂座果率的效应·····	(60)
(五) 在梨树保花保果中的应用·····	(61)
(六) 在枣树保花保果中的应用·····	(62)
(七) 对荔枝成花座果的效应·····	(62)
(八) 在其他果树保花保果中的应用·····	(64)
六、生长调节剂在果树疏花疏果中的应用·····	(66)
(一) 在苹果疏花疏果中的应用·····	(67)
(二) 日本柑桔生产中应用的疏除剂·····	(74)
(三) 在梨树疏花疏果中的应用·····	(74)
七、生长调节剂在提高果实品质中的应用·····	(77)
(一) 诱导单性结实, 形成无籽果·····	(78)
(二) 改善果实的外观和内在品质·····	(87)
八、生长调节剂在果树生产中的其他应用·····	(95)
(一) 调控果实的成熟·····	(95)
(二) 催落果实, 以利采收·····	(101)
(三) 喷B ₉ 增加牛奶葡萄浆果和果柄之间的耐拉力·····	(105)
(四) 在柑桔贮藏保鲜中的应用·····	(106)
(五) 增强果树的抗逆性·····	(111)
九、生长调节剂使用过程中的几个技术问题·····	(113)
(一) 施用方法·····	(113)
(二) 常用生长调节剂药液的配制·····	(128)
(三) 添加剂和配合施用·····	(134)

十、稀土在果树生产中的应用.....	(138)
(一) 稀土对果树生态和生理的效应.....	(140)
(二) 稀土的增产效果.....	(143)
(三) 稀土对果实品质的影响.....	(147)
(四) 果树施用稀土的技术.....	(150)
(五) 施用稀土的条件.....	(155)
十一、三十烷醇在果树生产中的应用.....	(158)
(一) 应用效果.....	(159)
(二) 使用方法.....	(165)
(三) 影响三十烷醇应用效果的若干因素.....	(167)
附录:	(171)
(一) 常用植物生长调节剂名称、英文缩写、生 产或供应单位.....	(171)
(二) 几家植物生长调节剂研制单位简介.....	(178)
主要参考文献.....	(180)

一、植物激素的发现与生理功能

植物的正常生长与发育是由植物内源激素所控制的。放在窗台上的花，它们的枝、叶总是弯向窗外，以捕捉更多的阳光。向日葵的花盘早晨向东，傍晚向西，总是面向太阳。植物这种奇妙的向光现象，称之为“向光性”。植物为什么有这种向光性呢？这是由于植物体内的生长物质（植物激素）分布不平衡所引起的。当光线由一侧照来时，植物向光的一面激素分布较少，细胞生长较慢；而背光的一面激素分布较多，细胞生长较快。于是，植物遂朝向有光的一侧弯曲，这就是植物“向光性”的奥秘。由此可见，植物激素是植物体内一类非常重要的物质。

什么是植物激素呢？根据国际植物学会会议规定，“植物激素是由植物产生的非营养的有机化合物，它们在低浓度时，调节植物的生理过程。激素在植物体内通常自产生部位移动到作用部位。”从这一规定可以概括出，植物激素或植物生长物质是内生的，即是植物体内产生的一类有机化合物。在很低的浓度时，能对植物各种生理功能起调节控制的作用，它在植物体中可以由合成的部位向作用部位移动。植物激素很少有专一性，在植物体内所起的激素反应往往是两种或两种以上激素控制的结果。

植物激素的研究是本世纪30年代才开始的，温特（F. W. Went, 1928）首先证明植物生长素的存在及其与植物生长量的关系，对植物激素的研究和发展起了决定性的作用。从30年代开始到现在的50多年间，不少植物生理学家和生物化学家，如考洛德尼（Cholodny）、蒂曼（Thimann）、斯库格（Skoog）、艾迪考特（Addicott）、住木、薮田和我国的植物生理学家罗宗洛、汤佩松、崔澄、汤玉玮等都对植物激素的生理做过不少有益的工作。

迄今，人们发现的天然激素有五大类：生长素类、赤霉素类、细胞分裂素类、乙烯和脱落酸。这些不同类型的植物激素，在植物发育的不同时期，它们的含量发生变化并互相作用，从而调节着植物的生长发育。

（一）生长素类

生长素类植物激素是1934年分离出来的，是发现最早、在植物体内存在最普遍的一类激素。生长素主要是吲哚类化合物，其中以吲哚乙酸（IAA）在植物体内分布最为广泛。除吲哚乙酸外，植物体内还含有吲哚乙腈和4-氯吲哚乙酸等，它们的活性比吲哚乙酸更强。

植物的根、茎、叶、花、种子等器官都有生长素存在。生长旺盛的器官部位，如根尖、茎尖、禾谷类的居间分生组织含量最多，这些部位也是生长素合成的中心。合成的生长素通过韧皮部运往其他部位。生长素的运输具有明显的方向性，只能从植物形态学上端向下传导，而不能倒传。

这类物质的共同特点是：低浓度（低于10PPm）可以促进植物生长，高浓度时则起抑制作用。更高的浓度，如2,4-D在2 000PPm浓度时，就成了除草剂，会引起某些植物，特别是双子叶植物的死亡。

生长素类激素在果树生产中有着广泛的用途。例如，应用萘乙酸（NAA）防止苹果采收前的落果，应用2,4-D及防落素防止果树的落花落果，都是很成功的。又如，在梨、苹果的盛花期喷洒NAA或NAAD（萘乙氨基），可以起到疏花疏果的作用。

（二）赤霉素类

赤霉素是从引起水稻恶苗病的病菌中提取出来的代谢产物，1938年为日本学者薮田和住木首次发现。第一种被分离鉴定出来的赤霉素是赤霉酸（GA₃），目前已从高等植物和真菌中分离出70多种自然存在的赤霉素。

在高等植物的果实、种子、幼苗叶片中，都可找到赤霉素。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。与生长素不同，赤霉素在植物体内的传导不表现极性，上下左右，都能运输。这种运输既能通过韧皮部，也能通过木质部。

某些遗传上矮生的植物对赤霉素最敏感。矮生变种不长高，是因为它们缺乏产生赤霉素的遗传潜力，因此外部应用赤霉素就能产生一个正常植物的表型。赤霉素刺激生长的作用，比其他激素更为明显。

赤霉素在果树生产中的应用是很广泛的。赤霉素可以打破某些器官（如种子）的休眠，如猕猴桃的种子经适当浓度的赤霉素处理后，可使发芽过程加快，提高发芽率。一些果树（如苹果、梨）可用赤霉素来延迟开花期，避免晚霜的危害。

特别值得提出的是赤霉素在葡萄生产中的应用。制葡萄干的无核葡萄，一般果粒很小。如果在开花后1星期，幼果开始生长时，用200ppm的赤霉素喷果穗，可使果粒显著增大。对于有核葡萄如玫瑰香，在幼果开始生长时，用200—500ppm赤霉素喷果穗，可使玫瑰香葡萄变成无核，无核率可达60—90%，果皮变薄，糖分增加，而且可提前成熟。

（三）细胞分裂素类

细胞分裂素类激素的发现，可以追溯到范奥弗贝克（van Overbeek）对椰子乳成分的研究，以及斯库格（Skoog）等对烟草髓的组织培养试验。前者导致后来证明玉米素核苷是促进细胞分裂的主要活性物质，而在烟草髓的组织培养试验中，导致发现并分离出6-咪唑腺嘌呤。

6-咪唑甲基腺嘌呤并不存在于植物体内，但在植物体内存在着许多类似的腺嘌呤衍生物，它们都能引起细胞的分裂，故称为细胞分裂素类。幼嫩的种子中、正在发育的果实中、幼嫩的根尖中、都有强烈的细胞分裂素活性。苹果在受精后，强烈地进行细胞分裂，这时细胞分裂素的活性也最大。葡萄的伤流液中也有这类物质的存在。总之，在旺盛生

长分裂的组织中，都可以看到这类物质的存在。

目前已知的天然细胞分裂素类已有多种，比较普遍的有玉米素、玉米素核苷、二氢玉米素等一系列结构不同的类似物。

在植物细胞的正常活动中，细胞分裂素和生长素之间的相互作用是很重要的。用生长素处理植株的切段，能使它伸长，若加入细胞分裂素，细胞伸长受到抑制，却引起细胞变大，茎节加粗。当细胞分裂素与生长素配合使用时，同时引起细胞的分裂和伸长。

在正常叶片的衰老过程中，常发生叶绿素、蛋白质和RNA含量的降低。若用细胞分裂素处理，以上3种物质含量降低的速度减慢，这说明细胞分裂素与这种物质的合成有一定的关系，具有保绿和延长叶片寿命的作用。但试验证明，细胞分裂素的这种保绿作用，只局限于在被处理的部位，而不向其他部位扩散，这说明它在植物体内的移动是很差的。细胞分裂素的这一特点，不完全符合早先提出的关于细胞分裂素必须是能够移动的这一概念的，同时也限制了它在生产中的应用。

综上所述，细胞分裂素的主要功能是促进细胞分裂、诱导芽的分化和防止衰老。由于这类物质有促进愈伤组织分化出芽的功能，所以在组织培养中常利用它来诱导芽的发生。新鲜水果采收后，应用6-苄基腺嘌呤（BA）的溶液进行处理，可以保鲜，防止腐烂。BA可以促进葡萄和无花果的坐果，可有效地防止柑桔的生理落果。

(四) 脱落酸

以上讲到的生长素、赤霉素、细胞分裂素三类激素的作用，主要表现在促进植物的生长发育过程。但植物为了适应环境的变化，必须具备既能开始又能停顿各种生理过程的能力。例如，北方的落叶果树，每年秋冬来临之际，在外界寒冷气候的影响下，就停止生长发育，叶子脱落，进入休眠。翌年春暖花开的时候，它们重新披上绿装，进入一个新的生长发育周期。

长期以来，人们总想找到抑制植物生长发育过程的内部调节物质。1960年以前，人们都认为酚类化合物是植物体内的主要生长抑制物。1963年，美国的阿迪科特(Addicott)和他的同事，从成熟的棉铃中分离出来一种比酚类化合物的抑制活性强得多的抑制剂，它可以促进器官脱落，称之为脱落酸。与此同时，英国的韦尔林(Wareing)等从桦树的叶子里分离出一种纯洁晶体，他们当时称它为休眠素。后来证明，从桦树叶子里分离出来的休眠素，与从成熟棉铃中提取出来的脱落酸同属一种物质，以后就统称为脱落酸。

现在知道，脱落酸在植物界广泛分布，存在于叶子、芽、果实、种子及块茎等各种器官中。

脱落酸除可以导致植物落叶、落果外，还可以引起植物休眠，抑制种子萌发。将脱落酸喷施于生长旺盛的树枝上，可促使幼芽形成休眠状芽，叶子变小，节间缩短。显然，脱落酸的作用与促进植物生长的激素是相反的，

脱落酸的实际用途还不是十分明确。据报导，喷洒 20 ppm 浓度的脱落酸，可以增强苹果树苗的抗寒力。已经明确，葡萄果粒上色与内源脱落酸水平有密切的关系。脱落酸促进樱桃果实形成离层，减轻了人工收获所需的劳动力。

(五) 乙 烯

早在本世纪初，就已经知道乙烯对植物的生理作用。高浓度的乙烯常引起叶子脱落，茎的延长和根的生长受到抑制。后来又观察到乙烯对果实成熟的促进作用。

植物在其代谢过程中能够产生乙烯，特别是成熟的果实，往往在其细胞间隙中积累大量的乙烯。一个成熟的苹果所发散的乙烯，可引起整箱苹果成熟。

过去由于受乙烯定量分析方法的限制，错误地认为乙烯是成熟过程的一种产物，而不是其原因。并指出，某些果实（如芒果）在乙烯产生的量能被探测出来之前，就已经成熟了。直到 60 年代初，由于采用了气相层析等先进分析技术，才确定了乙烯是健康细胞的正常代谢产物。它不仅是和果实成熟有关的内源激素，而且还与细胞分裂、延长，种子的休眠、萌发以及开花、性别分化，器官衰老、脱落等生理过程有关。现在知道，植物各部分都能产生乙烯，但其含量一般不超过 0.1 ppm，正在生长和伸长的组织，如芽、幼叶的含量最高。乙烯一个重要作用是抑制细胞伸长，引起横向膨大，使茎变粗变短。凡是植物体生长素含量高的部位，也是产生乙烯较多的部位，但是这两类激素在细胞代谢方面，却引起相

反的生物学效应。

上面简要地介绍了五类激素的发现、生理功能及其在生产上的应用。应当指出，植物体内各类激素的含量是随着植物的生长发育进程而不断变化的。例如，休眠的种子中含有较多的抑制生长类激素，而促生长类激素则处于钝化状态。一旦种子吸水萌动，钝化的促生长类激素便从被束缚的状态中解放出来，并有新的促生长类激素合成，促进幼苗迅速生长；同时也有抑制生长的激素，使植物生长健壮而不致于生长过快。当植物进入生殖生长期，促生长类激素在生殖器官中的含量迅速增加，从而调动大量营养物质向这些器官运输，加快果实与种子的生长。随着种子的成熟，促进生长类激素又逐渐与其他物质结合，呈钝化状态，同时，抑制类激素又大量合成，促使种子处于休眠状态。

了解植物激素在植物不同生长发育时期的作用后，人们就可以应用生长调节剂来打破植物体内两类激素的平衡，从而改变植物内源激素的水平和植物生长发育的进程，使之朝着人们希望的方向和数量发展。

二、人工合成的生长调节剂

植物激素与植物中其他主要的有机营养物质不同之处，在于它们的含量甚微。例如，在7 000—10 000棵玉米的顶端，只含有1微克生长素，从3吨花椰菜的叶中，才提取出3毫克生长素。一般来说，每公斤植物组织中，只含有几微克激素。这样微量的物质要在生产上应用，当然是不现实的。

为了使植物激素能达到在生产上应用的程度，科学家们利用化学方法，人工合成了一些化合物，也具有很高的生理活性。为了有别于内源激素，特称它们为生长调节剂。这些化合物在植物体内并不存在，但却有与天然激素相同的作用。

目前，虽然在生产上应用的生长调节剂还不多，但它日益受到人们的重视，正在农业化学经营中日渐占据重要的位置，并已成为提高果树生产的一条重要途径。

(一) 类似生长素

哪些合成的化合物具有生长素的功能，哪些没有活性，在它们的结构上有没有规律可循？凯普利 (Koepli, 1938)