

植物生长调节剂 在果树上的应用

黄卫东 主编



北京农业大学出版社

植物生长调节剂 在果树上的应用

黄卫东 主编

(京)第 164 号

图书在版编目(CIP)数据

植物生长调节剂在果树上的应用/黄卫东主编. —北京:北京农业大学出版社, 1993

ISBN7-81002-499-X

I. 植…

Ⅱ. 黄…

Ⅲ. 植物生长调节剂—应用—果树

IV. S66

北京农业大学出版社出版发行

(北京市海淀区圆明园西路二号)

北京海淀区永定路五一照排中心照排

北京市科普印刷厂印刷

新华书店经销

787×1092 毫米 32 开本 3.75 印张 80 千字

1993 年 9 月第一版 1993 年 9 月第一次印刷

印数:1—11000 册 定价:2.80 元

植物生长调节剂 在果树上的应用

主 编:黄卫东

编 者:黄卫东 韩振海 胡小松

责任编辑:赵 中

封面设计:赵钟和

绪 言

农作物的系统化学调控技术是当前农业科学研究中一个十分活跃的新领域。它应用人工合成或提取的植物生长调节剂,通过影响体内五大激素水平及其平衡,从而影响农作物的基因表达,调控农作物的生长发育。在果树生产上,三十年代初已开始用生长素类促进插条生根,六十年代有了大发展,至今人们越来越认识到,植物生长调节剂,对果树的生长、开花、产量、抗性有重要作用。近 20 多年来,随着生物科学研究和有机化学工业的迅速发展,人们在内源激素对果树生长、结果及其它方面影响机理的深入了解,生物合成和化学合成植物生长调节剂及其类似结构的种类日益增多,工艺水平迅速发展,植物生长调节剂在果树生产上的应用迅速扩大,尤其是近十年的发展,使植物生长调节剂应用技术已成为当前果树生产的重要调控技术,开辟了果树科学栽培的新途径。

70 年代以来,我国在化学控制技术研究和应用上已取得多项重大进展。乙烯利在南方菠萝产区的控花技术,使我国的菠萝生产发生了巨大的变化;赤霉素在新疆无核葡萄生产上的应用,解决了传统栽培技术或育种选种工作一直未解决的难题。80 年代以来,多效唑在苹果和桃树等果树上的应用,使果树的矮化密植、适期结果和早结丰产栽培有了很大的进步。同时,多效唑的成功应用,使人们对化控技术在开发果树

遗传和生理功能的潜力上看到了广泛的前景。目前,已在生产上推广面积 200 万亩以上。可见,果树生产要获得高产、优质、低消耗、高利润,应用植物生长调节剂有它特有的作用:

1. 解决了传统栽培技术不易解决的问题。如山楂落花落果严重,应用赤霉素可使座果率提高 100% 以上,这是目前的常规技术所望尘莫及的。苹果幼树枝量小,应用细胞分裂素类,可以使幼树枝量迅速增加,而且是定位发枝等。

2. 解决选育种工作未解决,而短期内又不易解决的问题。如芒果的反季结果,常规技术和选育种目前进展不大,而应用多效唑技术可以较易控制花期。应用乙烯利对果树果实催熟,改变了成熟期,解决了一些树种采收期过分集中的矛盾。

3. 提高劳动效率。如化学疏花疏果可比人工疏花疏果提高效率 10 倍以上,多效唑在桃树等果树上应用可以很大程度减少夏季和冬季修剪工作量。

4. 开发果树的遗传和生理功能潜力。如苹果的乔化密植栽培,配合人工致矮措施,可以早结丰产,但并未改变光合产物的分配;而应用多效唑技术,不仅使果树矮化,使光合速率增加,更重要的是使光合产物运往果实的量大量增加,而运往枝干的量大量减少,极大地提高了光合效率和生产效率。不仅如此,它还修饰了果树一些优良品种的性状,克服了某些品种的不足之处。植物生长调节剂的应用,还大大活化了传统的和现代的栽培技术,如果树的矮化密植栽培,加入化学调控技术,使矮化栽培技术前进了一大步,而且还简化了整形修剪技术。化控和施肥相结合,提高了肥料的利用率。

随着科学技术和工业的发展,科学家发现和合成了种类更多、效应更为广泛或更为专一的植物生长调节剂,给果树生

产开辟了新途径。目前,果树生长发育的全方位系统调控技术已经开展,今后,果树生产上的许多重大问题如矮化密植控制树冠,早结丰产优质,克服大小年,增强贮运性,培育优质苗木等诸多方面,植物生长调节剂都将有更重要的调控作用。

866
36

目 录

绪 言	(1)
第一部分 植物激素	(1)
一、植物激素的种类和作用	(1)
(一)生长素(Auxin)	(1)
(二)赤霉素(GA)	(2)
(三)细胞分裂素(CTK)	(3)
(四)乙烯(ETH)	(4)
(五)脱落酸(ABA)	(1)
二、植物激素平衡和相互之间的关系	(5)
三、植物激素的作用机理	(7)
第二部分 植物生长调节剂	(9)
一、生长素类	(9)
(一)吲哚乙酸(IAA)	(9)
(二)吲哚丁酸(IBA)	(10)
(三)萘乙酸(NAA)	(10)
(四)萘氧乙酸(NOA)	(11)
(五)二氯苯氧乙酸(2,4-D)	(11)
(六)2,4,5-三氯苯氧乙酸(2,4,5-T)	(12)
(七)2-甲基-4-氯苯氧乙酸(MCPA)	(12)
(八)西维因(Sevin)	(12)
二、赤霉素(GA)	(13)
三、细胞分裂素(CTK)	(15)

(一)6-苄基氨基嘌呤(6-BA)	(15)
(二)PBA	(15)
四、乙烯发生剂和乙烯抑制剂	(16)
(一)乙烯利	(16)
(二)乙烯硅(CGA-15281)	(18)
(三)埃维吉(AVG)	(18)
五、生长延缓剂和生长抑制剂	(18)
(一)阿拉(B ₉)	(19)
(二)矮壮素(CCC)	(19)
(三)整形素(Morphactin)	(20)
(四)青鲜素(MH)	(21)
(五)三碘苯甲酸(TIBA)	(21)
(六)调节膦(Fosamine)	(22)
(七)多效唑(Paclobutrazol, PP333)	(22)
(八)烯效唑(Uniconazole, S-3307)	(24)
六、其它植物生长调节剂	(25)
(一)三十烷醇(TRIA)	(25)
(二)油菜素(Brassin)	(25)
七、植物生长调节剂复合制剂	(26)
普洛马林(Promalin)	(26)
第三部分 果树主要生长发育过程的	
系统化控技术	(27)
一、营养生长的控制	(27)
(一)果树营养生长的激素调控	(27)
(二)应用植物生长调节剂控制营养	
生长的技术	(29)

二、花芽形成的控制·····	(38)
(一)花芽形成的激素调控·····	(38)
(二)应用植物生长调节剂控制花芽形成的技术·····	(40)
三、座果的控制·····	(48)
(一)果树座果的激素调控·····	(48)
(二)应用植物生长调节剂提高座果的技术·····	(50)
(三)防止采前落果·····	(55)
(四)化学疏花疏果·····	(57)
四、果实生长发育和成熟的控制·····	(65)
(一)果实生长发育的激素调控·····	(65)
(二)果实成熟的激素调控·····	(66)
(三)应用植物生长调节剂调控果实生长发育和改善品质的技术·····	(68)
五、植物激素和果树抗寒性·····	(81)
(一)果树抗寒力的激素调控·····	(81)
(二)应用植物生长调节剂提高果树抗寒性的技术·····	(82)
六、植物激素和果树插条生根·····	(83)
(一)植物激素在插条形成不定根中的调控作用·····	(83)
(二)应用植物生长调节剂促进插条生根的技术·····	(84)
第四部分 影响植物生长调节剂应用效果的因素·····	(87)
一、不同树种和品种对植物生长调节剂	

反应的差异·····	(87)
(一)树种和种间差异·····	(87)
(二)品种差异·····	(88)
(三)砧穗组合的影响·····	(88)
(四)器官发育状态和树势·····	(89)
二、环境因素对植物生长调节剂作用	
效果的影响·····	(91)
(一)光·····	(91)
(二)温度·····	(91)
(三)湿度·····	(92)
(四)风·····	(92)
(五)土壤质地及肥力·····	(93)
(六)生物因素·····	(93)
(七)逆境·····	(93)
三、栽培措施对植物生长调节剂作用	
效果的影响·····	(94)
(一)土壤管理·····	(94)
(二)肥料·····	(94)
(三)水份管理·····	(95)
(四)整形修剪·····	(96)
(五)负载量·····	(96)
四、影响植物生长调节剂吸收、运输和	
代谢的因素·····	(97)
(一)影响果树吸收植物生长调节剂的因素·····	(97)
(二)影响植物生长调节剂代谢和	
运转的因素·····	(100)

五、植物生长调节剂的应用技术	(100)
(一)应用方法.....	(100)
(二)应用时期.....	(101)
(三)应用浓度、次数和剂量	(101)
(四)植物生长调节剂的配合施用.....	(102)

第一部分 植物激素

一、植物激素的种类和作用

植物激素是植物体内产生的、微量的具有生理活性的一类有机化合物。它们可以由合成部位移动到作用部位,可以促进、抑制或改变植物的某些生理过程。当前,随着科学的进一步发展,对植物激素有了进一步的认识:1. 植物激素的作用形式和合成运输形式可能不同,如玉米胚乳中产生的是吲哚乙酸肌醇酯,它运到胚芽鞘后,转化生成吲哚乙酸,从而引起胚芽的伸长;又如乙烯的运输形式是 ACC,它运到作用部位(如叶子)后生成乙烯,才发生作用。2. 激素作用要在靶组织上发生作用,必须与受体相结合。受体一般为蛋白质。3. 一种植物激素的合成部位能有多个,一个组织也可能产生多种激素,如任何组织都可能产生乙烯,果实正在发育的种子可以产生多种激素。4. 植物激素受环境的影响较大,生态因子和遗传基因对激素平衡实行复杂的双重调控,迄今为止,发现和公认的有生长素类、赤霉素、细胞分裂素、脱落酸和乙烯五大类。

(一)生长素(Auxin) 生长素是人类发现最早的一种激素,化学名称是 3-吲哚乙酸(IAA)。它主要在茎尖或梢尖合成,果实和种子中也可合成。在植物体内都有分布,幼嫩的叶子中比老叶中多。植物体内的 IAA 可分为自由态(游离态)和

结合态(主要为肽合 IAA 和酯化 IAA)。IAA 与氨基酸结合形成肽合 IAA,如吲哚乙酰天冬氨酸;IAA 与葡萄糖结合形成酯化 IAA,如吲哚乙酰葡萄糖酯。结合态 IAA 是一种贮藏形式和运输形式,它的运输效益比游离态高 1000 倍,它可以避免氧化破坏。两种形式可以相互转化,调节植物体内的 IAA 水平。IAA 可因光氧化和酶氧化而被破坏。果树体内都含有破坏 IAA 的酶,称为吲哚乙酸氧化酶,它能把 IAA 变成不活跃的物质,所以 IAA 在植物体内是不断受到 IAA 氧化酶的破坏而消失,这就是在果树生产上不使用它而使用它的类似物如 2,4-滴(2,4-D)和萘乙酸(NAA)等的主要原因之一。IAA 具有自形态学的上端向下端运输的特性,称为极性运输。它也可以横向运输。

IAA 对果树生长的最明显作用是促进细胞的伸长。IAA 对生长的影响随浓度的增加而增加,但达到一定的浓度就会引起明显的抑制作用。IAA 也可促进形成层活动,不定根形成,防止衰老,促进或延迟脱落,形成顶端优势,促进座果和单性结实等作用。植物体内还含有苯乙酸、4-氯吲哚乙酸和吲哚乙腈等,同样具有吲哚乙酸的作用。因此,生长素应该指包括 IAA 在内的具有 IAA 同样生理功能的一类化合物。

(二)赤霉素(Gibberellin, GA) 到 1985 年为止人类已发现在植物体内的天然存在的赤霉素有 72 种,即赤霉素 1—72,分别简写成 GA_{1-72} 。属于双萜类,它们含有共同的基本骨架——赤霉烷(Gibbane)。赤霉素都含有羧基,所以呈酸性,果树不同种类,不同品种,不同器官和不同发育期,它们所含的赤霉素种类和量也不同,如苹果种子含 $GA_{3,4,7}$,而桃种子含 GA_{32} 。不同的赤霉素具有不同的生物活性,而不同的果树或生

长发育的不同过程,如花芽形成,果实生长等,对赤霉素表现出不同的敏感性,这是不同树种、品种对外用赤霉素反应不同的重要内因。一般说 GA_3 、 GA_4 、 GA_7 的活性较大,从桃仁和杏仁中提取出的 GA_{32} 是极性最强和效应最大的一种。

赤霉素主要在嫩叶、幼嫩的种子,根尖合成,在树体各部分均有分布。以幼叶、梢尖、种子、根尖处为多。除游离型赤霉素外,在植物体内(如桃树中)还有极性很强的结合型赤霉素。已经确定 GA 可与糖类、氨基酸相结合。结合型赤霉素是一种贮藏形态。赤霉素可沿韧皮部向下,也可以从木质部向上运输。

赤霉素的主要作用是刺激细胞伸长,对节间伸长有明显促进作用,但不影响节间的数目。GA 促进植物生长的作用,随着浓度的增加而增加,但达到一定浓度后就不再增加,而且无抑制作用,这与 IAA 不同。在果树上,赤霉素还可促进核果类、柑橘、葡萄(尤其是无核葡萄)等座果,增大果实,诱导单性结实(如苹果、荔枝等),防止衰老。一般认为 GA 不影响光合强度,但明显增加呼吸强度。

(三)细胞分裂素(Cytokinins,CTK) 也曾翻译为细胞激动素,是一类嘌呤的衍生物,现已知的有十多种。主要有 1. 激动素(kinetin,KT),化学名称为 6-糠基氨基嘌呤;2. 玉米素(zeatin),化学名称为 6-(4-羟基-3-甲基-2-反丁烯基)氨基嘌呤;3. 二氢玉米素(Dihydrozeatin),化学名称为 6-(3-甲基-4-羟基丁基氨基)嘌呤;4. Zip 和 ZipA,化学名称分别为 6-(3-甲基-2-丁烯基氨基)嘌呤和 6-(3-甲基-2-丁烯基氨基)-9-β-D-核酸呋喃嘌呤。

果树根尖,幼果或未成熟的种子是合成细胞分裂素的主

要部位。根尖合成的细胞分裂素可通过木质部运到地上部。

细胞分裂素的主要生理作用是促进细胞分裂、增大,可促进芽的萌发,克服顶端优势,促进侧芽萌发;它可以延缓蛋白质和叶绿素的降解,从而延迟衰老;它还可以促进葡萄、柑橘座果,促进花芽形成等。

生长素和细胞分裂素对植物生长的起动的终止起决定性的作用。

(四)乙烯(ethylene) 乙烯是五大植物激素中结构最简单的一种,为无色气体,属于不饱和烃。分子式为 $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ 。植物体各部位都可发生,以衰老的器官如衰老的叶子,成熟的果实含量高。果树受伤或遇干旱,盐害等逆境可使乙烯发生增多。乙烯的运输形式和直接前体物是氨基环丙烷羧酸(ACC),乙烯最明显的生物学效应是引起三重反应(抑制茎的伸长生长,促进膨大生长,茎生长的负向地性消失而向水平方向生长)和偏上性反应(即叶柄上部生长快而下部慢,结果使叶下垂,叶面反曲)。乙烯还可以促进果实成熟,促进花芽形成(苹果和菠萝等),促进落叶、落花和落果,抑制营养生长。

(五)脱落酸(abscisic acid, ABA) ABA 的化学名称为 5-(1-羟基-2,6,6-三甲基-4-氧代-2-环己烯-1-基)-3-甲基-2-顺-4-反-戊二烯酸。在植物中普遍存在,特别是成熟和衰老的组织中。以成熟的叶片中合成为多,果实和种子中也可合成。

ABA 有游离态和结合态二种,它可以和葡萄糖结合,生成葡萄糖酯,或 ABA 葡萄糖苷。

ABA 还可分解产生很多产物,其中最主要的是红花菜豆酸(PA)和二氢红花菜豆酸(DPA),它们的活性很低,只有

ABA 的十分之一。

ABA 的主要生理作用是促进离层形成、衰老和脱落,调节芽的休眠,使其进入休眠或抑制发芽。它可以使叶片气孔迅速关闭,引起脱落。果树遇水分胁迫、渍水、盐碱条件下,凋萎叶片中 ABA 的含量明显提高,引起气孔关闭。

脱落酸可由叶片向芽和果实中运输,也可由老叶向幼叶和梢尖中运输。

二、植物激素平衡和相互之间的关系

果树的生长发育过程中,并不是单一的激素在起调节作用,而是多种激素间的某种平衡更为重要,即每一个生理过程,都是由多种激素的某种平衡起作用,而在这种平衡中占多数的一种或一类激素起主要作用。最明显的是植物气孔的开闭与细胞分裂素和脱落酸的平衡有关,当含量 $CTK > ABA$ 时,气孔打开,而当含量 $ABA > CTK$ 时,气孔则关闭。外用植物生长调节剂混合或先后配合施用的调节效果也往往比单一种植物生长调节剂好得多,而且可以避免某些副作用。如 BA 与 GA_{4+7} 合用改善元帅系苹果的果形比单独应用 BA 或 GA 好得多,多效唑加乙烯利对苹果、芒果成花的效应远大于多效唑或乙烯利单独应用等等。

激素不仅以它们的平衡对植物生长起调节作用,而且相互之间也起调节作用。激素之间相互作用主要有增效作用、颉颃作用、诱导作用和反馈作用四种。

(一)增效作用 指一种激素的存在有利于另一种激素的合成或对另一种激素的调节作用起促进作用。如赤霉素的存在有利于色氨酸的合成,增加 IAA 的输出,也可以抑制 IAA