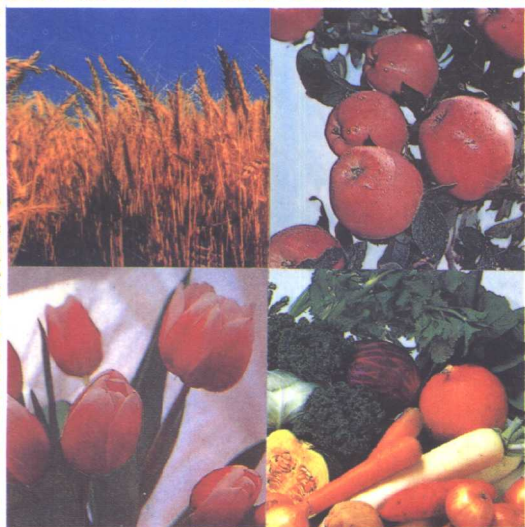


金穗丛书



果树高产优质 化控技术

黄卫东 李 宝 陈建波 编著

科学出版社

金穗丛书

果树高产优质化控技术

黄卫东 李宝 陈建波 编著

科学出版社

1997

内 容 简 介

果树的系统化控技术是当前果园丰产优质栽培中重要的调控新技术。本书系统地叙述了植物激素和植物生长调节剂的基础知识,详细地介绍了现代果树丰产优质的系统化控技术:包括果园早结果,矮化果树,减少大小年结果,调控品质形成,调控成熟期,提高果树抗寒性,促进插条生根等。全书内容丰富,深入浅出,通俗易懂。适用于果树科研工作者、果农及农业院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

果树高产优质化控技术/黄卫东等编著. -北京:科学出版社,1997

(金穗丛书)

ISBN 7-03-005696-5

I. 果… I. 黄… III. 果树园艺 IV. S66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 20048 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1997 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1997 年 4 月第一次印刷 印张: 4

印数: 1—5 000 字数: 87 000

定价: 6.00 元

前 言

果树生长发育的激素调控和化控技术,是当前果园丰产优质栽培中重要的调控新技术。随着生物科学研究和有机化学工业的迅速发展,人们对激素调节果树生长结果的机制的深入了解,以及科学家发现和合成的植物生长调节剂种类日益增多,植物生长调节剂在果树生产上的应用迅速增加,并逐步形成了果树的系统化控技术。

果树系统化控技术就是采用人工合成或提取的植物生长调节剂以及营养制剂应用于果树,通过影响体内五大激素水平均衡以及其它生理过程,从而影响果树的基因表达,调控其生长结果。70年代以来,我国在化学调控技术和应用上已取得了多项重大进展。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。应用植物生长调节剂在果树生产获得高产、优质、低消耗、高利润上发挥着它特有的作用:

(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,应用赤霉素可使坐果率提高一倍以上,这是目前的常规技术所望尘莫及的。苹果幼树枝量迅速增加,而且是定位分枝等。

(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。如化学疏花疏果可以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,克服了某些品种的缺陷。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。

植物生长调节剂施用量少,却能明显地调节植物的生长发育。但是,由于在施用,它不仅施到植物表面,而且还必须进入到植物组织内,避免体内一系列的钝化、降解及转化,并运到作用部位,才能产生人们所需求的效应,由于这一系列的复杂过程,因此,它的作用效果受到许多内外因素的影响,其效应可以由于果树树种或品种、树龄、施药方法和施药前后及施药过程中的环境条件的不同而异。而且,单一种植物生长调节剂的应用不仅只产生人们所需要的效应,而且也常常会产生一些副作用,由于这些原因,在一定程度上影响了使用者的信心。然而,由于植物生长调节剂在调节果树生长结果中

特有的和明显的作用,应用中较高的经济效益,以及应用技术的进一步改进和完善,使这一技术已成为果树生产中重要的,甚至是常规的手段。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的调控途径。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。

值得强调的是,植物激素和生长调节剂均系植物生长调节物质,而前者是植物体内产生的,后者则是人工合成或从植物体内通过人工提取的。但它们不是营养物质,不能代替施肥,也不能代替其它农业措施,没有作物的正常营养代谢,也就没有激素的生物合成,只有正确地认识它们的作用,才能使它们发挥更大的调节作用,本书也反复强调用植物生长调节物质调控果树生长时,要配合其它调控技术,更要加强养分的施用和树体管理,只有这样,才能把果树的化控技术用好。为了叙述上的方便,本书将植物激素与植物生长调节剂作为两章分别加以介绍。

目 录

前 言

第一章 植物激素	(1)
一、植物激素的种类和作用	(1)
二、植物激素平衡和相互之间的关系	(8)
第二章 植物生长调节剂	(10)
一、生长素类	(10)
二、赤霉素	(18)
三、细胞分裂素类	(20)
四、乙烯发生剂和乙烯抑制剂	(24)
五、生长延缓剂和生长抑制剂	(27)
六、其它植物生长调节剂	(35)
七、植物生长调节剂复合制剂	(37)
第三章 实用系统化控技术	(39)
一、果园早结果	(39)
二、矮化果树	(53)
三、调控坐果,提高产量,减少大小年结果	(64)
四、调控果实生长和品质形成,提高果品质量	(80)
五、调控果实成熟和采收期	(89)
六、提高果树抗寒性和防止花期冷温危害	(97)
七、促进插条生根和提高栽植成活率	(103)
第四章 影响化控技术作用效果的因素	(109)
一、不同树种和品种对植物生长调节剂反应的差异	(109)
二、化控技术和综合农业技术措施的关系	(110)

三、环境条件对化控技术作用效果的影响	(112)
四、生长调节剂的性质和表面活性剂对化控技术作用效果的 影响	(113)
第五章 化控技术应用方法、时期和浓度	(115)
一、应用方法	(115)
二、应用时期	(115)
三、应用浓度、次数和剂量	(116)
四、生长调节剂的配合应用	(117)

第一章 植 物 激 素

一、植物激素的种类和作用

作物（包括果树）的生长发育是被一些称为激素的生长调节物质所调控。在作物中激素所调控的激素反应并不是由单一种激素所控制，而是由两种或两种以上的激素水平及其平衡所控制。那么，什么是激素呢？根据国际植物学会会议规定，“（植物）激素是由植物产生的调节物质，它们在低浓度时，可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”。可见，植物激素是内生的，能移动的，低浓度即有调节功能。它们不是营养物质，在植物体内含量甚微。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成可能不同，如玉米胚乳中产生的是吲哚乙酸肌醇脂，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氨基环丙烷羧酸（ACC），它运到作用部位（如叶子）后生成乙烯，才发生作用。②激素要在靶组织上发生作用，必须与受体结合。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，果实中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双重调控。迄今为止，发现和公认的有生长素、赤霉素、细胞分裂素、脱落酸和乙烯五大类。

(一) 生长素

生长素是人类发现最早的一种激素，这类激素主要为吲哚乙酸 (IAA)，化学名称是 3-吲哚乙酸。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，吲哚乙酸是由色氨酸经过一系列中间产物而形成。缺锌可以阻碍吲哚和丝氨酸合成为色氨酸从而减少吲哚乙酸合成。吲哚乙酸在植物体内都有分布。幼嫩的叶子比老叶中多。植物体内的吲哚乙酸可分为自由态（游离态）和结合态（主要为肽合吲哚乙酸和酯化吲哚乙酸）。吲哚乙酸与氨基酸结合形成肽合吲哚乙酸，如吲哚乙酰天冬氨酸；吲哚乙酸与葡萄糖形成酯化吲哚乙酸，如吲哚乙酰葡萄糖酯。结合态吲哚乙酸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，调节植物体内的吲哚乙酸水平。吲哚乙酸可因光氧化和酶氧化而被破坏。果树体内都含有破坏吲哚乙酸的酶，称为吲哚乙酸氧化酶，它能把吲哚乙酸变成为不活跃的物质，所以吲哚乙酸在植物体内是不断受到吲哚乙酸氧化酶的破坏而消失，这就是在果树生产上不能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。吲哚乙酸具有自形态学上端向下端运输的特性，称为极性运输。它也可以横向运输。

生长素主要是吲哚类化合物，除吲哚乙酸外，还有吲哚乙腈和 4-氯吲哚乙酸等，也有一些非吲哚类生长素存在于植物体内，如苯乙酰胺和对-羟基苯乙酸。因此，生长素应该指包括吲哚乙酸在内的具有吲哚乙酸同样生理功能的一类化合物。但是，在植物体内广泛存在的生长素仍是吲哚乙酸。

生长素对果树生长的最明显作用是促进细胞的伸长。它

们对生长的影响与使用浓度、器官种类和细胞年龄有关。它能促进植物生长，也能抑制植物生长；它能促进发芽，也能抑制发芽；它能减少落花落果，也能疏花疏果。不同器官对外加生长素的浓度有不同的反应（图1-1）。从图可见，促进根生长的浓度最低，茎最高，反应的强度则茎最大，根最小。

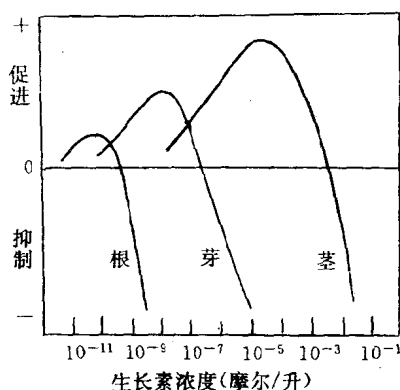


图1-1 植物不同器官对生长素的反应

之所以生长素超过一定的浓度会引起抑制作用，是由于生长素诱导了乙烯的形成，当生长素接近促进生长的最适浓度时，即开始诱导乙烯的形成，随着其浓度的增加，乙烯生成量逐渐增加，进而引起乙烯的抑制作用。

除对细胞伸长生长有影响外，生长素对细胞分裂与分化也有作用。如促进不定根形成。生长素还可引起顶端优势，促进坐果和单性结实等作用。

生长素对细胞伸长的作用表现在：①增加细胞的可塑性；②增加酶（包括合成和分解所需的酶）的合成；③促进键的断裂和新细胞壁的合成；④引起超微结构的变化，使原生质

膜透性明显增强，加强对水的渗透吸收。试验表明，生长素引起上述变化的原因主要是：

(1) 生长素促进氢离子 (H^+) 的分泌，其作用有两种学说：

1) 酸生长学说：认为生长素激活了质膜上存在的质子泵，促进细胞氢离子分泌到细胞壁中，导致细胞壁的基质 pH 值下降，并使某些酶活化（如纤维素酶活化），使某些键（H 键、糖苷键）断裂。于是细胞壁水解，细胞壁松弛，可塑性增加，细胞吸水膨大，细胞伸长速度加快。

2) 酸化-基因表达学说：认为生长素促进生长包括两个时期：第 1 时期反应快而短暂，是生长素诱导 H^+ 分泌的结果，使细胞壁酸化而松弛，增加可塑性，增强细胞渗透吸水的能力，引起细胞吸水而扩大，出现第 1 生长高峰。第 2 时期是对基因的表达作用。经过一个短暂的停滞期以后，生长素诱导核酸、蛋白质的合成，使扩大的细胞有了基础，表现为持久的和稳定的生长反应，出现第 2 生长高峰。

(2) 生长素快速诱导 mRNA 的合成：进入 90 年代，发现生长素可以快速（甚至在 10 分钟内）诱导 mRNA 的合成，mRNA 的增加，促进 H^+ 的分泌，从而促进细胞伸长。

(二) 赤霉素

1938 年日本科学家薮田和住木首先从水稻恶苗病菌中提取出赤霉素(GA)，1959 年确定其化学结构。第 1 个被分离和鉴定的赤霉素是赤霉酸 (GA_3)，至今为止，人类已发现在植物体内的天然存在的赤霉素不少于 100 种，它们简写成 GA_s 。属于双萜类，它们含有共同的基本骨架——赤霉烷(Gibbane) (异戊二烯化合物)。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。生物合成的原料为乙酰辅酶 A (乙酰 C_0A)，三分子的乙酰 C_0A 缩合形成甲羟戊酸 (甲瓦龙酸)，直接前体为贝壳杉烯。在树体各部分赤霉素均有分布。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。已经确定赤霉素可与糖类、氨基酸相结合。结合型赤霉素是一种贮藏形态。

与生长素不同，赤霉素在体内的传导不表现极性，上下左右，都可运输，赤霉素可沿韧皮部向下，也可以通过木质部向上运输。

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。赤霉素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，这与吲哚乙酸不同。在果树上，赤霉素可抑制花芽形成，促进核果类、柑桔、葡萄 (尤其是无核葡萄) 等坐果，增大果实，诱导单性结实 (如苹果、荔枝等)，防止衰老。

一般认为赤霉素不影响光合强度，但明显增加呼吸强度。赤霉素可促进特定的 mRNA 的合成，从而翻译出特定的酶蛋白，如 α -淀粉酶。

赤霉素也影响生长素的水平。赤霉素对吲哚乙酸含量的调节，可能作用有：①赤霉素可抑制吲哚乙酸氧化酶或过氧化物酶的活性；②赤霉素可促进吲哚乙酸的生物合成，表现在促进色氨酸转变为吲哚乙酸；③赤霉素可使结合型吲哚乙酸释放为游离型吲哚乙酸。

（三）细胞分裂素

也曾叫细胞激动素，是一种嘌呤的衍生物。现已知的有十多种。主要有：①激动素，化学名称为6-咪唑嘌呤；②玉米素，化学名称为6-(4-羟基-3-甲基-2-反丁烯基)氨基嘌呤；③双氢玉米素，化学名称为6-(3-甲基-4-羟基丁基氨基)嘌呤；④Zip 和 ZipA，化学名称分别为6-(3-甲基-2-丁烯基氨基)咪唑和6-(3-甲基-2-丁烯基氨基)-9-β-D-核酸咪唑。

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和增大，可克服顶端优势，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、柑桔坐果，促进花芽形成，但引起苹果疏果等。

生长素和细胞分裂素对植物生长的起动和终止起决定性的作用。细胞分裂素也与叶绿素、蛋白质和RNA的合成密切相关。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，用细胞分裂素处理后，它们降低的速度明显变慢。细胞分裂素也可以增加施用部位竞争营养的能力，使营养物质向处理部位移动。但是细胞分裂素在植物体内不易运转，其作用一般只局限于被处理的部位。

(四) 乙烯

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乙烯，以衰老的器官如衰老的叶片、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）。现已证明，乙烯的生物合成途径为，蛋氨酸→硫腺苷蛋氨酸→氨基环丙烷羧酸→乙烯，催化各个步骤的酶分别是硫腺苷蛋氨酸合成酶、氨基环丙烷羧酸合成酶和氨基环丙烷羧酸氧化酶。

乙烯是健康细胞的正常代谢产物，它不仅与果实成熟有关，还和细胞分裂、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。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）。在果树上，乙烯可以促进果实成熟，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。

乙烯还是影响芽休眠的主要激素。苹果芽休眠时乙烯含量最高，近萌芽时下降，缺氧、矿质油等可以打破休眠，与它们抑制乙烯的合成有关。

(五) 脱落酸

脱落酸（ABA）的化学名称为5-(1-羟基-2,6,6-三甲基-4-氧代-2-环-乙-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。在年幼的绿色组织，脱落酸往往和吲哚乙酸、赤霉素、细胞分裂素共同存在，但在衰老和休眠的器官，往往会单独存在。

脱落酸有游离态和结合态二种，它可以和葡萄糖结合，生成葡萄糖酯或脱落酸葡萄糖苷。

脱落酸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，只有脱落酸的 1/10。

与赤霉素一样，脱落酸也是由异戊二烯单位构成，由 β ， δ -二羟基- β -甲基戊酸在代谢中衍生而成，因此，这两种激素不仅在生理作用方面密切相关，而且它们可能通过代谢途径的调节来调控植物的生长。

脱落酸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，叶片中脱落酸的含量明显提高，引起气孔关闭。

脱落酸可以改变某些酶的活性，如与赤霉素相反，它抑制 α -淀粉酶的活性。它也抑制 RNA 合成。但是，有关脱落酸的作用机制人们知之不多，仍有待研究。

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，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，当含量细胞分裂素 $>$ 脱落酸时，气孔打开，而当含量脱落酸 $>$ 细胞分裂素时，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 GA₄₊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、芒果成花的效应远远大于多效唑或乙烯利单独应用等等。