

农业科学技术重点示范推广项目

2

棉花应用乙烯利 催熟技术及其原理

韩碧文 李丕明 奚惠达 编著
徐楚年 何钟佩

农业出版社

农业科学技术重点示范推广项目②

棉花应用乙烯利催熟 技术及其原理

韩碧文 李丕明 奚惠达 编著
徐楚年 何钟佩

农业科学技术重点示范推广项目②

棉花应用乙烯利催熟技术及其原理

韩君文 李丕明 吴惠达 编著
徐楚年 何钟佩

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 通县曙光印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 2.25 印张 45 千字
1983 年 2 月第 1 版 1983 年 2 月北京第 1 次印刷
印数 1-6,600 册

统一书号 16144·2597 定价 0.21 元

前 言

为了使先进的农业科学技术尽快地应用于生产，促进农业生产的发展，农业部科技局具体抓了重点农业技术的示范和推广工作。为了帮助各地农业技术推广人员、基层干部、农村知识青年和广大农民群众学习掌握先进科学技术，我们请农业科研、农业院校及农业生产部门等有关单位，将重点推广项目的技术资料，进行了整理，编写成书，定名为《农业科学技术重点示范推广项目》，有的将几项推广技术汇集成册出版，有的单项技术分册出版，以供各地因地制宜地推广使用。

农业部科技局

1982年1月

目 录

一、植物激素	1
(一) 什么是植物激素	1
(二) 五大类激素	1
(三) 植物生长调节剂在农业上的应用	2
(四) 乙烯和乙烯利	7
二、棉铃发育和成熟过程	11
(一) 棉铃体积的增长和干物质的积累	12
(二) 种子和纤维的发育过程	17
(三) 棉铃发育的激素控制	22
(四) 不同开花期棉铃在发育上的差异	26
三、我国棉田应用乙烯利催熟棉花的效果	30
(一) 问题的提出	30
(二) 应用乙烯利促进棉铃早熟的效果	33
(三) 催熟和提高棉花产量	38
(四) 催熟和改善棉花纤维品质	43
(五) 乙烯利催熟在棉田复种耕作制度中的应用	46
四、棉花应用乙烯利催熟的基本经验和要点	50
(一) 乙烯利催熟的适用棉田类型	51
(二) 催熟棉铃的目标	51
(三) 判断用药适期的依据	53
(四) 适宜的药量	55
(五) 使用器械和质量要求	57

(六) 使用乙烯利的注意事项	58
五、乙烯利催熟棉铃的生理原因探讨	59
(一) 乙烯利促进棉铃内部乙烯的产生	59
(二) 乙烯利的吸收、运输和分配	60
(三) 乙烯利对棉株光合、呼吸和物质运转的影响	61
(四) 乙烯利对棉铃内过氧化物酶活性的影响	63

一、植物激素

(一) 什么是植物激素

我们常常看到植物的生长与发育有很大的差异。一些植物生长得快，另一些生长得慢，有的植物成熟早，有的成熟晚，这是由什么来决定的呢？除了每种植物的遗传特性之外，植物的生长发育也由体内产生的激素来调节。

植物激素虽然不是产生在某种特定的器官内（比如人的甲状腺素只能产生在甲状腺内），这点是与动物激素有所区别的，但是，植物激素也常常从产生的部位运送到其它部位而起作用，靠激素可把植物的各器官联系起来。因此，人们把激素看成是“信使”或“讯息传递者”，好象某一个器官发生了什么变化，会通过激素将消息传送给其它器官。不但如此，外界环境的变化，时常影响到内部激素的水平，为此，激素的变化就会成为环境变化的信号。这种信号传给植物以后，植物会发生防御的措施而抵抗不良环境，干旱时，小麦叶子里脱落酸增多（脱落酸是一种激素），这时，气孔关闭，而水分的丢失减少了。脱落酸增多似乎是干旱发生时的信号。

(二) 五大类激素

经过几十年的研究，科学工作者们在植物里找到了以下五大类激素：

1. 生长素 生长素是最早发现的激素，化学名叫吲哚乙酸，在植物生长旺盛的部位，如根尖、茎尖、幼叶、子房、未成熟种子中，生长素较丰富。

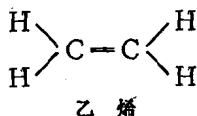
人们模仿吲哚乙酸制造出来一系列类似生长素的药剂，这类药如吲哚丁酸，2, 4-二氯苯氧乙酸 (2, 4-D) 等。

2. 赤霉素 人们发现在水稻田里有一些苗长得特别高，原来它们感染了恶苗病。从恶苗病的菌中分离出来一种激素，叫赤霉素 (GA)。

3. 细胞分裂素 这是一类促进细胞分裂的物质，它们的化学结构是腺嘌呤衍生物 (腺嘌呤是组成核酸的重要含氮碱)，天然的细胞分裂素有玉米素等十多种，人工制造的有激动素，6-苄基腺嘌呤。

4. 脱落酸 属于生长抑制剂，它延长休眠，抑制发芽，如树木芽的休眠，并促进叶子的脱落等。

5. 乙烯 是很简单的化合物，但对植物生长发育有很大效果，我们将在下面详细讨论。



(三) 植物生长调节剂在农业上的应用

1. 激素和调节剂 人们已经发现，如果把有些化学物质施用于植物体就可以干扰它的激素系统，从而改变它的生长发育常态，这种方法就是化学控制，或化学调节或化学调控。

人类可以仿照植物体内天然激素来生产激素。自从知道了吲哚乙酸的化学结构以后，人们就很容易地在实验室和工

厂中生产它。在这同时也发现与吲哚乙酸有着类似结构的物质，如吲哚丁酸、萘乙酸、2,4-二氯苯氧乙酸，不但合成起来成本低，而且它们的效果往往大于吲哚乙酸许多倍，这就是类似生长素药剂。

在实际应用中更多的化学物质往往是在成分与结构上与天然激素完全不同的东西，换句话说，是自然界并不存在的东西，它们都可以通过加强或削弱某些激素的正常的的作用而影响植物的生长发育。所有这些化学物质无论它与天然物相同或不相同，只要是起化学调节控制作用的，都通称为植物调节剂或化学调节物。

2. 促进或抑制 从应用的角度来看，可以把调节剂分作两大类。一类是对生长、发育起增进加快等促进作用的，习惯上常常称作刺激剂，例如生长素和赤霉素。另一类则相反，是起阻止、减小等作用的，习惯上常称为抑制剂，例如常常用来防止大蒜、洋葱、马铃薯等蔬菜发芽的青鲜素就是一种有名的抑制剂。有时也从抑制剂中再分出一类药剂，叫做延缓剂，它们也起抑制作用，但作用比较缓和，例如可以用来防止旺长的矮壮素（即CCC）就是最常用的延缓剂。

但是，同一种药往往在低浓度时起促进作用而到高浓度就起抑制作用，例如2,4-D是常用的刺激素，但也是杀草剂。另外对不同的植物，甚至对同一植物的不同器官作用也不同，例如用一定浓度的赤霉素来处理豆芽时，可以刺激芽的伸长但抑制根的生长，商业上可以根据这一原理来生产无根豆芽。

3. 化学控制的用途

(1) 促进生根 有些不易用插枝繁殖的花木，常常可以用化学调节剂浸泡插枝来促进生根。最常用的药剂是吲哚丁酸和萘乙酸。例如毛白杨繁殖困难，如果把剪下的枝段用调节剂处理就可以解决这个难题。

(2) 诱导开花 凤梨在自然情况下开花结果很不一致。如果使用乙烯利等调节剂可以有效地诱导它整齐一致地开花结果。其它象成年而不开花的苹果、荔枝等也都可以用不同的药剂来促进开花。

(3) 抑制和延迟开花 在有些果树上，如杏、桃等为了躲过冻害可以用赤霉素来推迟开花，在其它果树上有时为了防止幼树过早结果影响树势，也可用不同的调节剂来抑制开花。

(4) 控制花的性别 有些雌雄异花的植物如黄瓜、荔枝等可以用乙烯利等药物来使它多开雌花、少开雄花从而减少养分的浪费，多结果实。

(5) 保花保果和疏花疏果 在果树栽培上为了克服大小年，保证果品的产量和质量，要求能控制开花和座果的数量。有的时候要求能除去多余的花和果，比如萘乙酸钠用在雪花梨疏花上很有效。在棉花生产上，也有防止蕾铃脱落的需要。

(6) 刺激果实的生长和生产无籽果实 有些天然的无籽果实如无核葡萄往往不易座果或果粒很小，生产上可以应用赤霉素等调节剂使它多座果，结大果。另外有些天然结籽的果实，例如番茄在开花时用 2,4-D 蘸花可以使它结出无籽的果实。

(7) 促进或抑制营养体的生长 萘乙酸、赤霉素等刺激剂常常用来促进芽和幼苗的伸长。青鲜素、矮壮素、三碘苯甲酸等抑制剂或延缓剂则可用于防止茎叶徒长或抑制主茎的生长。有时也可用抑制主茎的方法来促进分蘖或分枝的发生。在禾本科作物的杂交制种中常常用赤霉素等调节剂来调节花期，不过其作用实质不是直接影响花的分化，而只是促进节间伸长使早已形成的穗伸出苞叶而已。

(8) 刺激泌乳 有多种化学物质可刺激橡胶树、漆树等植物增加胶汁和漆液的分泌，这一方法已在生产上广泛采用。

(9) 促进果实和种子的成熟 应用有些调节剂可以预防风、雨、霜等气象灾害的损失。例如石油助长剂可以促进小麦灌浆而减轻干热风的危害。棉花用乙烯利催熟可以减轻霜害对棉花的威胁。另外为了使采收期一致，例如为制作罐头而种植的番茄，也可用药剂来控制采收期，使采收作业与加工作业协调起来，避免损失。

(10) 脱叶、脱果和催干 有些化学调节剂可以提高收获的效率或减少收获产品中的混杂物，提高品级，或作为机械收获的辅助手段。例如棉花收获前常常先进行化学脱叶。又如用机械来收获果品时，往往事先喷上促进脱落的药剂，再一晃动树体果子就纷纷落下了。有的地方油菜植株长得很大，上下部的荚成熟很不一致，利用一些快速催干的药剂如对快、双快把上部的荚迅速催干，可以减少下部荚因延迟时日而裂荚，及时收割，得到较高的收获量。

(11) 其它 化学控制的用途还有很多，有几种抑制剂

和延缓剂可以增加某些作物的抗旱性、抗盐性、抗低温能力和抗病力。也有可以提高果品的风味，提高甘蔗的含糖量，延长插花的寿命，可以延长果品和蔬菜的贮存期等等。另外还有一个大宗的用途就是防除杂草。

4. 化学控制成败的关键 上面我们仅列举了很少的一些例子，但是已经可以说明化学控制是一项很有用的新技术，生产上有许多难题过去用传统的技术很难解决的，今天用化学控制的办法往往又省力又省钱，解决得又快又好。

那么怎样才能取得良好的效果呢？这里有二条重要的原则：第一，要对症下药。第二，要全面考虑，扬长避短，综合保证。

与对症下药相反的做法就是盲目投药，有的人把调节剂当成万应仙丹，以为不管什么对象，也不管是什么药都可以喷上一点，刺激一下，就可以增产，这是根本不对头的。譬如矮壮素是可以控制徒长的，在棉株已进入快速生长阶段而有徒长的危险时，及时应用，就可以起好作用。相反，如果在春旱地寒，小苗本来就长得很慢的时候去喷，那就更长不起来了。所以在使用一种药以前，一定首先要把它的作用弄清楚。

除了对症下药以外，还必须有全面的考虑。既要想到使用调节剂可以解决的问题，也要考虑对其它器官，其它部分还可能有什么副作用，例如前面提到喷用矮壮素可以使棉花节间缩短，避免徒长，但如果用药过多会影响纤维的细度和棉桃的成熟等等，所以用量一定要恰到好处，扬长避短，要考虑周围条件的影响和各种措施的配合，例如，如果不注

意水肥的控制，而是施用过多的水、肥，那么光靠化学措施来防止徒长往往还会失败。

在实际应用中要做到第一条即对症下药是不难的，只要你认真地查阅有关的说明书和材料就可以做到，但是要做到第二条却比较难，因为一般来说，不能从书上找到现成的办法来解决千变万化的田间条件，如果你懂得了上面所说的道理，通过实践，仔细总结，是可以获得更多的经验。要想有效地控制植物的生长发育一定要设计综合的措施。如果做到这一点，所谓效果的稳定性就比较可靠了。化学调节剂的应用已经跨入了一个新的历史时期，最早它被看作是一个简单的单项技术，只不过规定一个适用对象、适用量和适用期而已，现在我们所讲的化学控制已经不仅是简单的投药而是包括了如何辨证施治，扬长避短，瞻前顾后，综合保证的整套技术了。

随着新药剂的不断发明和化学控制技术的日益进步，在一些作物上，化控技术已与传统技术结合起来，融为一体成为常规技术的一部分了。

（四）乙烯和乙烯利

1. 乙烯是植物内源激素 刚从树上采收下来的柿子又涩又硬，很不好吃，怎样使它们变得甜软可口呢？最好就是把这些柿子放到米缸里埋藏起来，或者，用一个塑料袋装进几只熟苹果和柿子在一起密封起来，过几天，柿子就会熟了。原来，果实成熟过程中会放出一种叫乙烯的气体，促进果实自身的成熟。所以，人们把乙烯称为成熟激素。不但是柿子，其他许多果实如香蕉、番茄等都可以被乙烯所催熟。

但是，由于乙烯在植物上发生作用的浓度太低，用生物鉴定法进行测定就不太准确。用高氯酸汞将乙烯收集起来进行测定时，也会发生误差，所以，在六十年代以前，人们始终没有精确的方法来测定植物体内极微量的乙烯，因此也就没有把乙烯做为激素看待。直到出现气相层析法以后，这个问题才解决了。

气相层析法是分析乙烯最灵敏、精确的一种方法，目前，最精密的仪器能够检测出亿万分之一的微量乙烯。乙烯在常温下是气体，它能从细胞里释放出来，因此只要将乙烯收集到密闭的容器里，过一定时间，从气态里取样，用气相色谱仪进行分析，这比分析其它激素的操作步骤要简单得多。现在知道植物的各种器官（包括茎、根、芽、花、果实、胚轴）都能产生乙烯。在植物体内乙烯起作用的浓度是0.1—1ppm，10ppm时就达到饱和，不再起什么作用了。

2. 乙烯的生理效应

（1）促进果实成熟 没有成熟的果实和成熟的果实相比，在外观上有很大的不同。果实成熟时，果皮变色，果肉变甜，酸度减少，涩味也减少了，出现芳香的气味。在果实成熟过程中外观上的这些变化，是由于果实内部乙烯的含量增加而引起的。许多果实成熟前呼吸强度很低，但在成熟时突然增长许多倍，这个现象叫做呼吸跃升。呼吸跃升是果实快要成熟的标志，而在呼吸跃升以前乙烯的增长早就开始了。

青果实里含有少量乙烯，比如青的香蕉中，乙烯的量是0.2微升/升，这样少量的乙烯不足以推动成熟过程。直到呼吸上升前不久，乙烯增加到0.9微升/升，这时成熟过程就开

始了。果实自身产生的乙烯又不断促进它产生更多的乙烯，所以成熟是一个自促过程，成熟一旦开始，是不可能停止的。当用外源乙烯气体来处理未成熟果实时，可以收到内源乙烯同样效果，加快果实的成熟。

果实内部乙烯的生成需要氧气的供应，当缺氧时乙烯不能生成，成熟就会推迟，但二氧化碳却能防止乙烯生成，弄清了这个问题，对农产品的贮藏十分有利。我们知道，番茄是不耐贮藏的蔬菜，采摘下来的番茄很快过熟而变烂，造成一定的损失。所以被群众称为隔夜愁，但是知道了番茄成熟和乙烯的关系及乙烯生成受到氧气和二氧化碳调节这些事实以后，把采摘来的青番茄放在氧气浓度低和二氧化碳浓度高的窖内，使它慢慢变红、成熟，这样，就可使番茄的贮藏时间延长两、三个月，隔夜愁变成了百日鲜，这是近年来北京市蔬菜贮藏保鲜中的一大进步。

(2) 茎叶生长 乙烯对生长有抑制的作用，乙烯处理暗处发芽的豌豆幼苗可以看到生长的变化：茎短粗，横向生长。这是乙烯对生长的典型作用，所以通常将茎的伸长受抑制、茎的膨大和横向地性生长叫做三向反应。

乙烯总是出现在生长素含量高的部位，这两种激素有密切的关系。高浓度的生长素促进乙烯生成，所以在高浓度下的生长素对伸长生长有抑制的作用，就是因为乙烯产生的缘故。

(3) 开花和花的性别转化 乙烯可以促进菠萝开花，乙烯还可以使花的性别转化，用乙烯处理黄瓜、瓠瓜等，雌花的数目增多。

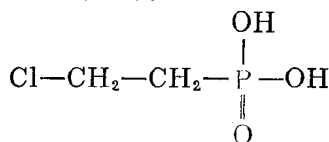
(4) 种子发芽 有些种子发芽伴随着乙烯产生，如花生、胡桃、谷类和某些杂草。如果将种子中乙烯去掉，种子就不会发芽。用乙烯处理可打破种子休眠。种子落在地面上，乙烯就散失，如果埋藏在土中，乙烯积累起来，种子才能萌发生长。这样，可以使种子在不适宜的条件免于萌发，这对植物本身是有好处的。

(5) 脱落 落叶、落花、落果都与乙烯有一定的关系。把植物放在乙烯气体中，叶、花、果实等器官会脱落下来。乙烯为什么会促进器官脱落呢？原来在花、果、叶柄的基部早就有几层叫做离层的特殊细胞，在平时它们是不活动的，只是当器官衰老时，这些细胞才活跃起来，细胞壁被溶解，细胞松散，如果被风一吹，器官就脱落下来。乙烯促进离层细胞发生变化，所以器官衰老或从外部给乙烯时，器官自然要脱落，不只是乙烯，其它的激素如生长素、赤霉素、脱落酸都会对脱落产生影响。

从以上的分析可以看出，乙烯对植物的生长发育有着控制调节的作用，由此，也可以想见，乙烯对农业生产有着很大的关系。

3. 乙烯的生成 有时，植物为了适应环境而产生乙烯。比如，在土中发芽的种子，受到土块适当的压力后，产生乙烯，幼苗因而长得粗壮，这对种子出土是有利的。在不适的环境条件下，乙烯也可以做为一种信号而产生，小麦受到干旱时，叶子里产生许多脱落酸和乙烯，脱落酸引起气孔关闭，乙烯促使叶片衰老和脱落，这两种变化都可使水分蒸腾减少，这是植物在干旱条件下保持生命的一种适应性。

4. 乙烯利 乙烯是气体，做为生长调节剂供给植物是很不方便的，1968年研制出一种化学药品，名叫2-氯乙基膦酸，商品名叫乙烯利，它是一种酸性较强的水溶液，在使用时加水稀释。乙烯利在一定的条件下可以放出乙烯，在实验室中，加碱就可以做到这一点。乙烯利被植物吸收以后，植物体内的条件就可以使它放出乙烯。



乙烯利

乙烯利最早用在橡胶增产上有很好的效果，后来，它被广泛地用于农业生产的各个方面，比如，抑制生长、疏花疏果、促进落叶、催熟、促进雌花分化、化学杀雄等。

(韩碧文 奚惠达)

二、棉铃发育和成熟过程

棉花从开花到棉铃成熟开裂所需要的天数，在生产上称为铃期。铃期的长短受多种因素影响，首先因为棉花是连续开花的植物，它的开花期很长，从开始开花到开花结束，往往可长达50—60天。因此在一棵棉花上，每个棉铃发育的条件，几乎都不完全相同，铃期的长短也就不一致。例如，温度对铃期长短的影响就很大，温度高，铃期短，温度低，铃期长。我国南北棉区，一般在7月底、8月初开的花，铃期为50—70天左右；8月上中旬以后开的花，铃期60—80天，甚至