



花卉化学控制

花卉化学控制

Floral Chemistry Control

韦三立 著

中国林业出版社

花卉化学控制

Huahui Huaxue Kongzhi

韦三立 著

中国林业出版社

内 容 简 介

本书介绍了花卉化学控制的基本理论, 及植物生长物质改善植株的繁殖效果、减少管理的劳力投入等具体方法。阐述了化学控制方面在花卉生产上的应用。其可作为现代花卉生产的重要资料, 也可供专业花卉生产者、业余花卉栽培者参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

花卉化学控制/韦三立著.

—北京: 中国林业出版社, 2000.8

ISBN 7-5038-2638-x

I. 花… II. 韦… III. 植物生长调节剂-使用 IV. S143.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 42062 号

出版 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail ciphz@public. bta. net. cn 电话 6618.4477

发行 新华书店北京发行所

印刷 北京昌平百善印刷厂

版次 2001 年 1 月第 1 版

印次 2001 年 1 月第 1 次

开本 787mm×960mm 1/16

印张 9.75

字数 200 千字

印数 1~5000 册

定价 18.00 元

前言

随着花卉生产的发展，化学控制的应用也被摆到了议事日程上。造成这种状况的主要原因，是由于传统的花卉栽培管理已经无法适应现代花卉大规模生产的需要。换言之，花卉化学控制的实施是花卉作为一类大宗农产品出现在市场上的必然结果。为了保证降低生产成本，增加繁殖系数，提高产品质量，进行贮藏保鲜，多种化学控制措施已经在实际生产中应用，并且取得了十分显著的效果。毫不夸张地说，现代花卉生产如果没有化学控制的参与，那么它将是不完善的。

化学控制应用于花卉生产最为显著的优点是投资小、见效快。由于花卉作物种类繁多，特别是适应某一品种的处理措施不一定适合同类的其他品种。这就对植物生理学家、花卉园艺学家提出了更高的要求，即如何进一步阐明化学药剂调控花卉作物生长发育的机理，并总结出相关的技术方法。这项工作是非常艰苦的，但是其前景却是十分诱人的，因为随着它的深入进行，花卉化学控制这门学科也会日趋完善，从而在生产中发挥更大的作用。

本书是我在 1992~1993 年，1995~1997 年于北京农业大学开设的“花卉化学控制”之课程教学讲义的基础上，进行修改增删后予以完成的。本书适于花卉栽培者、大专院校学生、植物生理工作者使用。由于水平所限，时间仓促，其中疏漏错误之处在所难免，敬请广大读者不吝指正为盼，谢谢！

作者

1999 年 3 月于北京

目 录

前 言

绪 论..... (1)

第一章 植物生长物质..... (6)

第一节 植物激素..... (6)

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1. 赤霉素..... (6) | 4. 6-苄基腺嘌呤..... (16) |
| 2. 生长素..... (8) | 5. 硫代硫酸银..... (16) |
| 3. 细胞分裂素..... (10) | 6. 萘乙酸..... (17) |
| 4. 脱落酸..... (11) | 7. 青鲜素..... (18) |
| 5. 乙烯..... (12) | 8. 三碘苯甲酸..... (18) |
| | 9. 三十烷醇..... (19) |
| | 10. 多胺..... (19) |
| | 11. 硝酸银..... (21) |
| | 12. 乙烯利..... (22) |
| | 13. 油菜素内酯..... (22) |
| | 14. 整形素..... (23) |

第二节 植物生长调节剂..... (14)

1. 矮壮素..... (15)
2. B₉..... (15)
3. 多效唑..... (15)

第二章 植物生长物质的运输..... (25)

第一节 吸收途径..... (25)

1. 角质层..... (25)
2. 外连丝..... (26)
3. 叶片..... (27)
4. 茎部..... (28)
5. 根部..... (28)
6. 药液吸收..... (30)

第二节 运输动力..... (32)

1. 源库关系..... (32)

2. 压力流动学说..... (33)

3. 共运输学说..... (34)

第三节 运输途径..... (34)

1. 共质体运输..... (34)
2. 质外体运输..... (35)
3. 复合运输..... (36)
4. 极性运输..... (37)
5. 非极性运输..... (37)

第三章 植物生长物质的作用机理..... (40)

第一节 激素受体..... (40)

1. 靶细胞..... (40)

2. 第二信使..... (41)

第二节 作用方式..... (43)

1. 增效作用	(43)	1. 钝化	(45)
2. 拮抗作用	(43)	2. 降解	(45)
3. 反馈作用	(44)	3. 转化	(45)
4. 诱导作用	(44)	4. 分泌	(45)
第三节 代谢过程	(44)	5. 挥发	(45)
第四章 植物生长物质的施用方法	(46)		
第一节 使用剂型	(46)	3. 喷施法	(48)
1. 粉剂	(46)	4. 浇灌法	(49)
2. 乳剂	(46)	5. 熏蒸法	(51)
3. 水剂	(47)	第三节 药剂保存	(51)
4. 油剂	(47)	1. 储藏时间	(51)
第二节 施用方式	(47)	2. 药剂浓度	(52)
1. 浸蘸法	(47)	3. 药液的 pH	(52)
2. 涂抹法	(48)	4. 药剂的配制	(52)
第五章 改善植株的繁殖效果	(54)		
第一节 插枝生根	(54)	17. 香石竹	(66)
1. 地锦	(55)	18. 橡皮树	(67)
2. 二色茉莉	(55)	19. 小檗	(68)
3. 非洲菊	(56)	20. 银星秋海棠	(68)
4. 扶桑	(57)	21. 榆叶梅	(69)
5. 桂花	(57)	22. 栀子	(69)
6. 满天星	(58)	23. 紫玉兰	(70)
7. 玫瑰	(59)	第二节 促进发芽	(71)
8. 猕猴桃	(60)	1. 凤仙花	(71)
9. 米兰	(60)	2. 荷兰鸢尾	(72)
10. 茉莉	(61)	3. 牡丹	(72)
11. 木香	(62)	4. 麒麟菊	(73)
12. 南蛇藤	(63)	5. 麝香百合	(74)
13. 瑞香	(63)	6. 唐菖蒲	(75)
14. 昙花	(64)	7. 五指茄	(75)
15. 无花果	(65)	8. 仙客来	(76)
16. 西瓜皮椒草	(65)	9. 月季	(77)
第六章 减少管理的劳力投入	(78)		
第一节 开花调节	(78)	2. 荷花	(79)
1. 杜鹃	(78)	3. 九重葛	(80)

4. 君子兰	(81)	13. 一串红	(87)
5. 喇叭水仙	(81)	14. 郁金香	(88)
6. 铃兰	(82)	第二节 整形修剪	(89)
7. 蒲包花	(83)	1. 倒挂金钟	(89)
8. 山茶	(84)	2. 墨兰	(90)
9. 万寿菊	(84)	3. 柠檬	(91)
10. 勿忘我	(85)	4. 天竺葵	(92)
11. 虾脊兰	(86)	5. 一品红	(92)
12. 小苍兰	(87)	6. 玉簪	(93)

第七章 调控器官的生长发育 (95)

第一节 防止脱落	(95)	11. 五色椒	(103)
1. 非洲堇	(96)	12. 蟹爪	(103)
2. 佛手	(96)	13. 樱桃	(104)
3. 红花菜豆	(97)	14. 柚子	(105)
4. 绿萝	(98)	第二节 球根品质	(105)
5. 美女樱	(99)	1. 大丽花	(106)
6. 苹果	(99)	2. 番红花	(107)
7. 葡萄	(100)	3. 嘉兰	(108)
8. 山楂	(101)	4. 球根秋海棠	(108)
9. 珊瑚花	(101)	5. 晚香玉	(109)
10. 文竹	(102)		

第八章 增加产品的观赏价值 (111)

第一节 果实着色	(111)	9. 福禄考	(120)
1. 代代	(111)	10. 瓜叶菊	(121)
2. 金橘	(112)	11. 荷兰菊	(122)
3. 四季橘	(113)	12. 霍香薷	(122)
4. 樱桃番茄	(113)	13. 桔梗	(123)
第二节 株高控制	(114)	14. 金苞花	(124)
1. 矮牵牛	(114)	15. 金鸡菊	(125)
2. 八仙花	(115)	16. 金鱼草	(125)
3. 百日草	(116)	17. 菊花	(126)
4. 波斯菊	(116)	18. 菊芋	(127)
5. 彩叶草	(117)	19. 龙胆花	(128)
6. 翠菊	(118)	20. 木槿	(129)
7. 冬珊瑚	(119)	21. 蔷薇	(129)
8. 风信子	(119)	22. 香豌豆	(130)
		23. 中国水仙	(131)

24. 朱顶红	(131)	25. 紫鹅绒	(132)
附录 重要名词解释	(134)		
参考文献	(143)		
花卉学名索引	(144)		
花卉中名索引	(146)		

绪 论

在世界花卉业迅猛发展的今天，花卉化学控制的重要价值愈来愈受到人们的重视，因为它能够在原有基因型的状态下改善花卉作物的种性，从而给市场提供高产、优质的花卉商品。实际上，很多花卉之所以能够具有较高的商品价值，依靠的并不是传统的栽培措施，而是借助花卉化学控制的研究成果，这一点在国外的花卉生产上表现得更为明显。

花卉化学控制是一门新型学科，它是植物生理学与花卉园艺学相互融会的交叉学科，近几十年来，随着人们对植物激素研究的不断深入，很多生理作用类似植物激素的植物生长调节剂也相继问世。由于它们的性质稳定、价格便宜、药效明显，因此在实验室中开始出现了取代植物激素的倾向，由于使用范围的扩大，植物生长物质开始从实验室走到生产实际中陆续为农业生产服务。在使用初期，植物生长物质主要应用于花卉作物的插枝生根、打破休眠等方面，随着研究的深入，在花期控制、株型塑造、整形修剪等方面的应用也日渐增多。目前，花卉化学控制技术已经在美国、日本、以色列等花卉生产大国中广泛应用，而在我国花卉化学控制技术仅在小范围内使用，这种状况与我国的花卉生产水平不高，对于花卉化学控制的研究投入较少有很大关系。

作为植物生理学的一个分支，花卉化学控制主要研究植物生长物质对花卉作物生长、发育、储藏的生理效应、栽培效果。它为现代化花卉生产提供了一种新的技术方法，凭借人们对植物生长物质作用于花卉作物的生理基础，而对其生长、发育过程予以调控，从而获得能够满足人们要求的花卉产品。花卉化学控制包括花卉的激素生理、开花生理、生长生理、繁殖生理等方面的内容。由于不同的花卉种类对不同的植物生长物质有着不同的反应，因此如何根据这些特点采用相应的药剂进行处理，以获得预期的化学调控效果是花卉化学控制应用方面的主要研究方向。

目前我国的花卉生产已从昔日的分散型、田园式的栽培管理向着集约化、大规模的专业化生产方向转化，那种前店后场、自产自销的落后生产方

式已经难以适应现代花卉生产。然而与国外相比,我国的花卉生产目前还是处于非常落后的状态,无论是在物质投入还是在生产规模等方面均不尽人意,要使我国的花卉产品能够大批量地打入国际市场,我们面临的任务还是十分艰巨的。为了适应集约化、大规模的花卉生产,使用化学控制技术是不可或缺的一项措施。长期以来,我国对化学控制技术在农作物上的应用研究重视得不够,因为一些人认为作物栽培本身的技术含量较低,这样势必就导致了在该领域的研究大大落后于国外的状况。确实,对于某种花卉而言,其栽培管理并不是像很多人认为的那样难于掌握,即使是一个没有受过专门训练的人也照样可以把它栽种成活,然而化学控制的真正价值在于它能够最大限度地简化管理,塑造理想株形,从而以最少的投入获得相对来说较大的收益。要想做到这一点并不是轻而易举的,这就好比每个健康人都能跳高,然而只有很少人能够跳过两米高的障碍物一样,做到此点的难度在于人们对跨越障碍的具体高度做了规定!花卉化学控制的研究成果在应用时虽然比较简单,但是其研究过程却极其复杂,因为在花卉化学控制技术实施过程中不仅要考虑某一种化学药剂会对某一种花卉产生什么样的生理反应,而且还要考虑到这种生理效应是否能够真正有效地应用于生产。在很多情况下,解决实际生产问题之难度往往要比撰写毕业论文要大得多,这是因为前者要求研究者对相关理论有深刻的理解,而不是仅限于对其倒背如流的认识。有鉴于此,将花卉化学控制的主要原理应用于实际生产,其关键之一要对被处理的花卉习性有透彻的了解,具体来说,就是要对其生物学特性做尽可能的掌握,这是因为不同的植物生长物质对于不同的植物种类有着不同的反应,即使是同种植物在其不同的发育阶段,甚至同一发育阶段的不同器官也会有着较大的差异,如果不了解这些特点,而仅以为只要给植株喷施了一些药剂就能得到满意的栽培效果是对花卉化控生理学的片面理解。在我国,当花卉化学控制技术在农作物上开始应用的阶段,曾有很多人对其不屑一顾,甚至讥讽此技术是“喷喷洒洒”而已。这种轻视“实践”,重视“理论”的认识实际上正是某些人科研思维浅薄之表现。对于很多学科而言,在很多情况下实践与理论实际上是两位一体的,二者根本无法分开,例如花卉化学控制就是如此!

迄今为止,人类对不同植物生长物质调节花卉作物整体生长的相互联系缺少系统的了解。换言之,目前世界上对化学控制技术的研究仅限于某种植物生长物质的单剂,或几种植物生长物质的混剂施用于植株后所产生的某些

形态反应或内在生理变化, 这些变化相对来说是孤立的, 人们尚不知它们如何与整株植物的生长发育产生何种联系, 导致这种局面出现的原因很大程度上还是由于人类对于生命的本质并没有真正的了解。具体到生理范畴而言, 则可以认为现在的研究水平尚不能够很好地解释植物为什么会生长, 为什么会分化等类似问题, 也就是说, 花卉化学控制的研究仅是一个从试验到理论的归纳过程。尽管如此, 花卉化学控制所取得的每项研究进展依然是人类对生命本质认识的逐渐深入过程, 这也正是我们不断为该领域研究而付出巨大努力之原因所在!

我国的花卉化控研究起步较晚, 相比之下, 化学控制技术在大田、果树、蔬菜等作物上的应用较为广泛。在花卉生产过程中如果采用化学控制技术, 则其效益会更高, 它之所以能够在花卉生产中表现出强大的生命力, 其主要的原因有二: 一是由于花卉产品的售价较高, 二是由于花卉作物的管理较为特殊, 采用通常的园艺措施往往难以获得理想的产品。而采用化学控制技术, 则能够更好地扭转这种局面。可喜的是, 近年来我国在粮食、油料、花卉、蔬菜、水果等作物上应用化学控制技术均已取得了十分显著的经济效益。与此同时, 使用者也开始认识到在没有正确理论的指导下, 盲目地施用药剂对农作物是十分危险的。因为仅将在某一种植物上的化学药剂使用方法简单地推广到其他地区, 有时甚至会产生十分严重的不良后果。由于不了解花卉化学控制的基本原理, 而乱施药剂, 在生产上惹出麻烦的事例也屡见不鲜。譬如, 1983年北京某大公园就发生过一位技术人员喷施乙烯利来矮化大丽花植株的事例, 使用者的目的是想让被处理的大丽花植株降低高度, 但是他并不了解乙烯利的主要生理作用是促进器官衰老, 因此在施药后植株基部叶片大量脱落。对于盆栽大丽花而言, 其基部叶片脱落即意味着栽培失败, 类似例子绝非偶见。因此, 如何将花卉化学控制的研究成果尽快地正确应用于生产, 也是摆在我们面前的迫切问题。

当花卉作物被施以植物生长物质后, 植株的内源激素平衡就会被打乱, 经过一系列的反应, 其体内就会建立新的激素平衡系统, 尔后在形态上就会出现相应的变化。也就是说, 当植物生长物质使用于花卉作物后, 其体内首先出现的是生理上的变化, 随后才能出现形态上的变化。由于植物种的生长习性不同, 同种植物之不同品种的生长习性也不同, 因为在某一种作物或品种上施用同一种植物生长物质, 往往会出现迥然不同的处理结果。从此点而言, 化学控制技术应用与实际生产中是一项富有挑战性的工作, 因此在使用

植物生长物质时,除了要考虑生理、形态、时差、位差之外,还要注意花卉品种在生长习性上的差异。

在花卉化学控制中,所研究之核心问题是花卉作物与植物生长物质间的相互作用。从以往的研究过程来看,人们对花卉化控生理学的研究主要是通过施用外源植物生长物质,尔后再观察其生理、形态等方面的变化,以总结出能够在实际生产中采用的技术方案,此种研究方式有着较大的盲目性。今后应该侧重于了解植物内源激素的种类、浓度。当施以植物生长物质后再对被处理植株的各种反应,特别是内源激素的变化进行分析,并从中归纳出结论。这是今后花卉化学控制的主要研究趋势,当然要实现此目的还有很多问题需要解决,例如目前还没有造价低廉、简便快捷的植物激素测定法,对于一株完整的植物,其体内的激素动态变化更无法很好地被记录,相信在这些技术问题被相继解决后,花卉的化学控制将会取得长足发展。

倘若脱离了花卉栽培措施去研究花卉化控技术,那么其成果往往是实验室水平的,因为如果没有考虑到被处理花卉的生长特点,则很难获得有生产价值的试验结果。由于花卉的不同种类、品种对植物生长物质反应的差异很大,除此而外,同种花卉的不同发育阶段或相同发育阶段的同种花卉的不同器官,对植物生长物质的反应也各不相同。因此对花卉化学控制的研究前提是首先要对所涉及的花卉之生物学特性有比较清楚的了解,这样才有可能在该领域取得预期的研究成果,这一点已为很多研究者所证实。因此对于花卉化学控制的研究需要的是理论—技术型的人才,因为此学科的研究目的并不是仅仅在试验室里写出几篇论文,或在温室中将几盆观赏植物进行矮化而已!实践表明,只有根据花卉的生长特点按照所要达到的目的施用相应的植物生长物质,才有可能获得预期的处理效果。从此点而言,花卉化学控制的研究就不能仅限于在试验室中进行,而是应该与实际栽培更加贴近,只有这样才能使花卉化学控制有着更强的生命力。

今天花卉化学控制所取得的成绩,首先要归功于那些热心于此项工作的各国科学家、技术工作者,如果没有他们的努力,植物生长物质的应用可能还是仅仅停留在书本上。人们对花卉化学控制的理论研究为花卉化学控制的实际应用铺平了道路,而花卉化学控制的应用反过来又丰富了花卉化学控制的理论内容。今天,已有很多国家将化学控制在花卉上的应用摆放到了相当重要的位置,如果说基因工程是通过改变植物基因组来获得优质农业产品的一项技术,那么花卉化学控制则是通过化学药剂来调控作物种性的一项措

施。然而就目前的技术水平而言, 基因工程从试验室到实际应用间还存在着很多问题; 相比之下, 化学控制的研究成果则早已从试验室进入实用阶段, 因此后者目前对农业生产来说更为现实。具体到花卉生产而言, 加强对花卉化学控制的理论研究, 改善花卉化学控制技术的应用环境, 将有助于为市场提供更多更好的优质花卉产品。

第一章

植物生长物质

植物生长物质主要包括植物激素与植物生长调节剂两大类。植物激素指的是植物本身合成的、含量很少的一些有机化合物，它们能从产生处运输到其他部位，在极低的浓度下即能产生明显的生理效应，可以对植物的生长发育产生很大的影响。现已公认的植物激素通常分为赤霉素、生长素、细胞分裂素、脱落酸、乙烯五大类。植物生长调节剂是指由人工合成的，能够调控植物生长发育的化学物质。它们在切花作物生产中可以起到促进插枝生根、调控开花时间、塑造理想株型等作用。常见的植物生长调节剂有矮壮素、B₉、萘乙酸、青鲜素、乙烯利等。

第一节 植物激素

植物的生长发育，在很大程度上为植物激素所左右。其对植物的生长发育、物质运输等方面有着重要的影响。植物激素是一类为植物本身所合成，并在很低的浓度下于特定部位产生明显的生理效应之生物活性物质。现在为人们所公认的植物激素主要有赤霉素、生长素、细胞分裂素、脱落酸、乙烯五大类（图 1.1）。

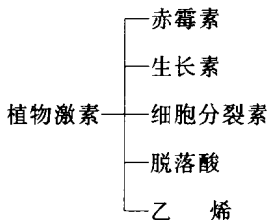


图 1.1 植物激素的分类

1. 赤霉素

天然的赤霉素，均为赤霉烯二羧酸的衍生物，根据其碳原子的数目，可

分为 GA_1 、 GA_2 、 GA_3 、 GA_{1+n} ……等。现已发现的赤霉素有 118 种，它们都能以游离态存在于植物器官中，其中生理活性较强的主要为 GA_3 、 GA_4 、 GA_7 等。目前应用较为广泛的赤霉素是 GA_3 ，即所说赤霉酸。由于其他赤霉素应用不多。以下仅对赤霉酸加以介绍。

【化学名称】 2β ， 4α ，7-三羟基-1-甲基-8-亚甲基-4a，4b，B-赤霉-3-烯-1a，10B-二羧酸-1，4a 内酯

【别名】 GA_3 、激动素、濫长素、九二零

【理化性质】纯品为八面体双锥形白色结晶，熔点 $233\sim 235^\circ\text{C}$ （分解）。难溶于水，其钾盐、钠盐易溶于水，易溶于丙酮、甲醇、乙醇。赤霉素的化学性质比较稳定，但应该在低温环境下进行贮藏，其水溶液不稳定。

【剂型】1%、3%、10% 粉剂、4% 乳剂、85% 结晶、99% 纯品、化学试剂。

【毒性】小鼠急性口服毒性 $LD_{50} > 1\ 500\text{mg/kg}$ ，对鲤鱼 48 小时的 $TL_m > 100\text{mg/L}$ 。

【生理作用】赤霉素主要生成于植物的幼嫩部位；其主要的生理作用为促进细胞的伸长，防止离层形成，能够解除休眠，能够诱导植株体内 α -淀粉酶的形成，有利于植株的生长发育，可以打破块茎、鳞茎等器官的休眠。

促进生长是赤霉素的主要生理效应，但是对相关机理研究得并不十分深入，赤霉素之所以能够促进生长，是由于它能够同时促进细胞的分裂、伸长。例如其可使分生区幼嫩细胞分裂，而使伸长区较老细胞伸长。赤霉素不仅对连体叶片，而且对离体叶片也有促进叶面积增大的效果，这种效果在勿忘我、香豌豆等植物上均可很好地表现出来。此外，它能使红花菜豆、牵牛花、香豌豆等的植株高度增加。在赤霉素的作用下，牡丹、山茶等花卉的芽之休眠能够被打破，或被缩短，从而可以促进其迅速进入生长阶段。赤霉素可以促进淀粉、蔗糖等转化为葡萄糖和果糖，这些六碳糖提供细胞壁形成过程中呼吸作用所需的能量，并可使细胞的水势下降。因此水分更容易进入细胞，致使细胞增大。赤霉素对离层的形成也有促进作用，其可以促进彩叶草叶柄离层的形成。赤霉素抑制根系分化的原因可能是由于它抑制了形成根原基组织的细胞分裂之故，当根原基形成后，赤霉素对其生长并无影响，它只是对根原基的分化有抑制作用。此外，赤霉素对鸢尾的球根形成也有抑制作用。

Arry 等人的研究表明，将赤霉素喷施于大豆叶片，能加大植株对亚硝酸盐的吸收和转运。Nowak 等人发现，赤霉素能够促进大豆植株对氮、磷、钾的吸收。很多研究表明，赤霉素可以提高大麦种子糊粉层中 Ca^{2+} 的浓度，

从而促进含 Ca^{2+} 的 α -淀粉酶之合成与分泌。Gilroy 认为, 在此过程里钙调蛋白可能起着中介作用, 即赤霉素与在质膜上的受体结合后, 直接进入细胞核调节钙调蛋白的基因表达。随着细胞质内的钙调蛋白水平增加, 钙调蛋白与 Ca^{2+} 形成 Ca^{2+} -CaM 复合物后, 激活质膜上的 Ca^{2+} -ATPase 的活性, 从而提高细胞内的 Ca^{2+} 水平。

2. 生长素

【化学名称】2-吲哚-3-乙酸

【别名】IAA、奥克辛、氮茛基乙酸、吲哚-3-乙酸

【理化性质】纯品为白色结晶, 熔点 $168\sim 169^{\circ}\text{C}$ (分解)。微溶于水, 溶于乙醇、乙醚。在酸性介质中不稳定。

【剂型】化学试剂。

【毒性】对小鼠腹膜内 LD_{50} 为 $1\ 000\text{mg/kg}$, 对蜜蜂无毒。

【生理作用】生长素主要生成于植物的茎尖; 其主要的生理作用为促进植物器官生长, 防止器官脱落, 促进坐果, 诱导花芽分化。生长素对根的形态建成通常会起到抑制作用, 例如它对秋海棠叶片的不定根形成是十分不利的。

自 20 世纪 60 年代后有很多研究表明, 对植物幼嫩的根、茎、叶施用低剂量的吲哚乙酸、萘乙酸等生长素类物质可以促进植株体内的内源乙烯产生。研究表明, 在茎、叶等生长旺盛的器官里内源生长素的含量高, 乙烯的生成率也最高, 当对它们施以外源生长素时, 由于提高了组织内的生长素水平, 因此也促使了乙烯的产生。与此相反, 乙烯则会使植株体内的生长素水平下降, 这是由于乙烯对生长素的代谢有影响, 例如 IAA 的合成及极性运输能够被乙烯所抑制; IAA 氧化酶的活性能够被乙烯增加。这种生长素促进乙烯生成, 乙烯降低生长素水平的现象说明了生长素、乙烯两种植物激素之间的反馈关系, 其调节了植物体内生长素与乙烯的水平, 从而影响了生长过程。当生长素促进过度生长时, 则导致较多的乙烯产生, 后者则能够抑制过度的生长。由于生长素能够诱导乙烯的生成, 因此, 很多研究者把生长素的生理效应归因于其对乙烯产生的影响。例如生长素促进凤梨科植物开花的现象是由于生长素诱导了乙烯释放的结果, 也就是说, 乙烯才是促使凤梨科植物开花的原因。因此可以将生长素的生理效应大致分为两类, 一类是生长素的直接效应, 另一类是生长素通过诱导乙烯产生的间接效应。

许多研究表明, 生长素可以增加细胞壁的可塑性, 由于细胞的伸长伴随着细胞壁的扩大, 从而促使了细胞的伸长。研究表明, 细胞壁可塑性的增加与生长素促进生长的作用是呈正相关。由于细胞可塑性的增加, 当水分进入

细胞后, 压力势降低, 因而会使更多的水进入细胞, 从而使细胞体积增加。由于细胞体积的增大是不可逆的, 因此细胞就造成了不可逆的扩大。1970年, David 和 Robert 提出了酸生长理论, 用以解释生长素的快速反应, 其理论要点为:

①原生质膜上存在着一个 ATP 酶的质子泵, 生长素作为酶的变构效应剂, 与质子泵的蛋白质相结合, 从而使质子泵活化;

②活化的质子泵将细胞中的氢离子泵到细胞壁, 导致细胞壁的基质溶液中的 pH 下降;

③在酸性条件下, 一些软化细胞壁的酶使细胞壁变软;

④当细胞壁变软后, 其膨压下降, 细胞因吸水而体积增大, 从而导致细胞不可逆的伸长。

酸生长理论的主要依据为外源生长素可促进 H^+ 的分泌, 而这一切均发生在细胞伸长前; 外源氢离子与外源生长素均可增加细胞壁的可塑性, 对细胞伸长有着相同的效应, 但其迟滞期不同, 氢离子为 1 分钟左右, 而生长素为 10 分钟左右; 一些细胞壁降解酶的最适 pH 较低, 而 IAA 可使组织中的水解酶含量有所增加; 一些代谢抑制剂, 如氰化物可抑制生长素诱导的伸长, 但酸诱导的伸长则没有作用; 由于壳梭孢菌素可导致 H^+ 的分泌, 同时可使茎段伸长, 由于它与生长素是完全不同的化合物, 其作用方式也不同, 但是却能诱导茎段伸长, 说明 H^+ 是诱导细胞壁软化、细胞伸长的主要物质。生长素促进细胞扩大的能力是由于它能促使新的蛋白质和 RNA 的合成, 这是因为它与核外的某种蛋白受体结合后, 在转录水平使特定的基因活化, 并使 RNA 聚合酶的活性增加, 从而导致了更多的特定 RNA 形成。

吲哚乙酸能够促使某些植物组织对 K^+ 、 Rb^+ 等阳离子的吸收和 H^+ 的分泌, 这两个过程几乎是同时发生的; 而且吲哚乙酸对促进 K^+ 吸收要比促进 H^+ 分泌的能力更为明显。因此可以认为吲哚乙酸促进了致电之 H^+-K^+ 的交换, 这与质膜上的质子泵有所关联; 动力学分析表明, 吲哚乙酸并不会影响 K^+ 吸收的最大速率, 但是会使米氏常数显著降低, 这就表明吲哚乙酸能够直接在质膜上提高 K^+-Mg^{2+} -ATPase 酶与 K^+ 的亲合力。但是也有研究表明, IAA 或许是通过某些第二信使间接影响膜上的 K^+-Mg^{2+} -ATPase 酶; Mehrotro 的研究表明, 当豌豆植株缺铁时, 用 IAA 处理可以提高植株组织内的铁含量; Christoph 等人的研究表明, 吲哚乙酸能够提高细胞质内 Ca^{2+} 的浓度, 其机制可能是吲哚乙酸通过质膜上的 $IAA-2H^+$ 顺向传递体进入细胞后导致细胞酸化, 当细胞质的 pH 值降低后, 钙调蛋白与 Ca^{2+} 的结合力降低, 从而增加了细胞质中游离 Ca^{2+} 的浓度。吲哚乙酸不仅能够提高植物细