

农业生产实用技术小丛书

# 农作物增产剂 ——三十烷醇

刘德盛 编著



科学普及出版社

农业生产实用技术小丛书

# 农作物增产剂 三十烷醇

刘德盛 编著

科学普及出版社

## 内 容 提 要

三十烷醇是一种新型的作物增产剂，目前在国内外都很引人注意，但在其试验和推广使用中出现问题。本书就是针对这些问题，从三十烷醇的生理效应、增产效果、使用方法等作了详细介绍。适合农村干部、专业户经营者阅读。

农业生产实用技术小丛书

农作物增产剂

三十烷醇

刘德盛 编著

责任编辑：李则文

封面设计：延生

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售  
北京怀柔燕东印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/32印张：2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> 字数：46千字

1986年11月第1版

1986年11月第1次印刷

印数：1—10,000册

定价：0.44元

统一书号：16051·1105

本社书号：1188

## 序

三十烷醇是七十年代发现的一种新型植物生长调节剂，它除有生长素类、赤霉素类和细胞分裂类的一些生理效应外，还有促进能量代谢和干物质积累的特殊生理功能。它不但能使作物增产，且能改进品质。它在我国已经试验推广应用多年了，证明对多种作物均有不同程度的增产效果。但是，有些地区试验结果欠佳，这可能与药剂的质量及试验应用方法不当等有关。因此，普及这方面的技术知识是很必要的。

刘德盛同志编《农作物增产剂三十烷醇——》，正是为了普及这方面的知识。他搜集了全国各地多年来三十烷醇试验应用资料，系统介绍了三十烷醇的性质及对植物的生理作用。特别详细介绍了三十烷醇对许多作物的增产效应及使用方法。这对当前农村中试验和应用三十烷醇这一新型植物生长调节剂是有参考价值的。

各地的试验结果表明：三十烷醇的纯度愈高，增产效果愈明显，最佳的使用浓度、使用方法及施用时期是保证三十烷醇对作物增产效果的技术关键。希望这本小册子的科普知识，在我国广大农村中，为广大农民所掌握，使三十烷醇这一新植物生长调节剂，在农业生产上发挥作用。

郭奇珍

金逸民

1984年

## 前 言

本书针对当前国内三十烷醇试验和应用中遇到的一些问题，本着理论结合实践的原则，简要介绍三十烷醇的性质、生理效应、剂型配方、使用方法及使用中的注意事项等，以适应广大农村读者的需要。本书在侧重介绍使用知识的同时，也涉及一些粗浅的理论问题，目的是使读者不只知其然，而且稍微能知道些“所以然”。虽然三十烷醇在我国的研究和应用已取得较大进展，但我们对它的认识和了解还远远不够；特别由于各地地理环境条件等因素的差异，往往会影响其增产效果的稳定性。目前发展的总趋势是，边研究试验，边推广应用，积极稳妥，力求迅速把科技成果转变为生产力。

在编写本书的过程中，曾参考和引用了数百篇国内外有关资料，并得到郭奇珍、金逸民、陈长庚、陈善坤、陈敬祥、吴尔福、王亚明、范子南、林裕芳、曾焕太、蔡懋灿、刘桐华及陈文彦等同志的热情支持和帮助，谨致衷心感谢。

限于水平，谬误之处难免，恳请读者批评指正。

刘德盛

于福建农科院

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 一、三十烷醇的性质和开发简史.....       | 1  |
| (一) 三十烷醇属于植物激素吗? .....    | 1  |
| (二) 三十烷醇的物理、化学性质.....     | 3  |
| (三) 三十烷醇的来源和杂质对它的影响 ..... | 4  |
| (四) 三十烷醇的开发简史 .....       | 7  |
| 二、三十烷醇的生理效应.....          | 10 |
| 三、三十烷醇的应用效果与使用方法.....     | 18 |
| (一) 粮食作物.....             | 18 |
| (二) 经济作物.....             | 25 |
| (三) 蔬菜.....               | 32 |
| (四) 果树.....               | 35 |
| (五) 食用菌 .....             | 37 |
| 四、三十烷醇的剂型及其溶液的配制 .....    | 41 |
| (一) 三十烷醇的剂型.....          | 41 |
| (二) 几种常用的三十烷醇乳剂的配制 .....  | 44 |
| (三) 三十烷醇稀释浓度的计算法 .....    | 47 |
| 五、使用三十烷醇要注意的问题 .....      | 49 |
| 附表 .....                  | 59 |

# 一、三十烷醇的性质和开发简史

## (一) 三十烷醇属于植物激素吗？

植物生长发育，除了要求大量营养物质，如水、无机盐、有机物等之外，还需要有一类被称为“植物激素”的生理活性物质。这类物质在植物体内的含量虽然很少（一般只占植物体鲜重的百万分之几），但却神通广大，能象魔术师一样，在植物体上导演各种奇迹——调节控制着植物的发芽、生根、茎叶生长、开花、结实、成熟、休眠、脱落和衰老等生理过程。使植物界万类荟集、千姿百态，组成了最壮观的自然景色。

科学家对植物激素下了这样的定义：“植物激素是自身产生的调节物质，它以低浓度来调节植物的生理过程。植物激素通常从它产生的地方运到它起作用部位。”这一定义概括地指出植物激素的三个主要特性：一是内生的。它是植物正常代谢的产物；二是低浓度下起作用。它的作用浓度很低，在植物体内的含量也很少，如一万株玉米幼苗的顶端只含有1微克的生长素。它既不是植物的营养物质，也不参与植物的结构，而是专门起调节作用的。三是能移动的。它虽然不象动物那样，由专门的腺体产生，运到某一器官而起作用。但是，不同的植物激素也常产生于植物的不同部位，然后移动到另外的部位——作用部位，才能对生长发育产生调控作用。

植物激素的科学研究，是从本世纪三十年代生长素的发现开始的，五十年代确定了赤霉素和细胞分裂素，六十年代确定乙烯和脱落酸，直至目前为止，植物激素至少包括生长素、赤霉素、细胞分裂素、乙烯和脱落酸等五大类。此外，近年又发现几种新的天然生长调节物质，它们对于高等植物的生长过程，也能起一些特殊的调节作用。

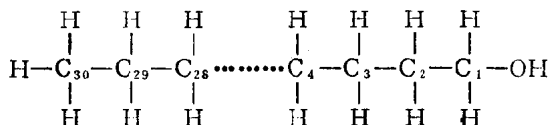
除了上述天然的内生激素之外，随着农业现代化发展的要求，由人工合成的许多化学物质中，也发现有强大的生理活性，对植物的生长发育也产生明显的影响。有的生理活性甚至比天然激素要大几百倍。如2,4-D、萘乙酸、乙烯利、矮壮素、青鲜素等已被广泛应用，在农业上有着显赫的地位。为了与内生激素相区别，人们把这些化学物质叫做植物生长调节剂。

三十烷醇这一化学物质早在50多年前就已从植物中提取出来。但是，它对植物生长的调节活性和多种生理效应，直至前几年才揭示出来。那么，三十烷醇到底算不算是一种植物激素呢？对此问题，目前尚未取得一致的意见。里斯教授认为，在许多情况下，三十烷醇具有明显的促进植物生长效果，对作物的产量和若干生理过程有较大的影响作用。三十烷醇也许能被植物很快吸收，并可能以不变的形式活动。它能激活某些酶的活性，或者改变一种细胞膜的结构，从而使代谢过程和各種中间代谢产物发生变化。因而，三十烷醇可能是属于一种内生性的植物激素。然而，也有人认为迄今尚无足够的证据证明三十烷醇是一种植物激素。现在一般称三十烷醇为植物生长调节剂。由于它的性质与已知的植物激素不同，又常称之为新型植物生长调节剂。



## (二) 三十烷醇的物理、化学性质

三十烷醇是由30个碳原子组成的长链脂肪醇，学名叫三十烷醇—1，或称正三十烷醇，简称三十醇。由于它能从蜂蜡中获得，又称蜂花醇。其化学式为： $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{28}\text{CH}_2\text{OH}$ ，结构式为：



从上式可见，三十烷醇是由30个碳原子联结成的一条直链，每个碳原子有四个价键，除了碳与碳之间的联接外，剩余的价键与氢原子结合形成烷基，又由于第一个碳原子上的一个氢原子被羟基（OH）取代，而羟基是醇的功能基团，所以这个物质被称为三十烷醇—1。

三十烷醇—1有许多异构体，如果羟基不在  $\text{C}_1$  上，而是在  $\text{C}_2$ 、 $\text{C}_8$ 、 $\text{C}_{12}$ 、 $\text{C}_{14}$  的碳原子上，那么其异构体则分别称为三十烷醇—2、三十烷醇—8、三十烷醇—12和三十烷醇—14等。三十烷醇的异构体均无生理活性，只有三十烷醇—1对植物才有活性。所以，三十烷醇—1可通称三十烷醇。

因此，链长为30个碳原子，末端带有一个羟基的结构是三十烷醇具有促进植物生长的特有结构。这个化学结构与其奇妙的生理功能是密切相关的。

三十烷醇为白色鳞片状结晶体。熔点  $85 \sim 86^\circ\text{C}$ 。分子量 438。它几乎不溶于水（室温时，在水中的溶解度为  $9 \times 10^{-14}$  克/升），可溶于二氯甲烷、氯仿、热苯、热乙醇、热四氯呋喃等有机溶剂（表1）。

三十烷醇在有机溶剂中的溶解度

表 1

| 溶 剂   | 室 温<br>(毫克/100毫升) | 沸 腾 温 度<br>(克/100毫升) |
|-------|-------------------|----------------------|
| 95%乙醇 | <0.8              | 20                   |
| 异 丙 醇 | <2.4              | 42                   |
| 丙 酮   | <2.7              | 30                   |
| 四氯化碳  | <4.2              | 58                   |
| 四氢呋喃  | ~140              | 18                   |
| 苯     | ~100              | 16                   |
| 汽 油   | ~100              | 16                   |

三十烷醇对光、空气、热及碱均稳定。它对人、畜无毒性。据厦门大学测定，其雌小鼠半数致死量 $LD_{50} = 1.5$ 克/公斤（口服）。雄小鼠（口服）8克/公斤。福州大学认为 $LD_{50}$ 可大于18.75克/公斤，因为据福建省药品检验所试验，将三十烷醇置于研钵中研成粉末后，用羧甲基纤维素钠溶液制成混悬液，以18.75克/公斤的剂量给10只17~20克小白鼠灌饲，观察7天均存活。

### （三）三十烷醇的来源和杂质对它的影响

三十烷醇普遍存在于植物的蜡质中。我们知道，在植物叶、茎、花、果实和种子上形成一层保护层，称为角质层。角质层能防止水分从植物体上散失，并对于旱、机械损伤、甚至对某些植物的病害起抗拒作用。而在角质层上常沉积着各种形式的蜡状物质，称为蜡质。蜡质可能起源于表皮细胞中的油滴，这些油滴通过胞间联丝移到细胞壁表面，固着在表皮细胞外面。三十烷醇就存在于大多数植物的蜡质中，成为植物蜡的一种重要成分。例如，糠蜡、蔗蜡、卡拉巴蜡、棉蜡、玉米蜡、苜蓿蜡、苹果皮蜡、茉莉花蜡、向日葵籽

蜡、亚麻蜡。有三十烷醇。据测定，每克玉米叶片中大约有23.4微克三十烷醇，水稻叶片每克含481微克。我们每天吃的水果、蔬菜中所含的三十烷醇可以喷施几亩地。

三十烷醇广泛存在于自然界中，除了植物蜡外，一些昆虫蜡甚至于褐煤蜡中均含有三十烷醇。在虫蜡中以蜂蜡中的三十烷醇含量最高，蚕粪中也含有一定量的三十烷醇。自然界中的三十烷醇常与高级脂肪酸结合成酯的形式存在于各种蜡质中，但也有游离存在的，据报道，最近国外有人发现叶片中有不少游离状态的三十烷醇。

由于蜂蜡和米糠蜡中三十烷醇的含量较高，一般可达10~37%。所以，常以蜂蜡和米糠蜡为原料制取三十烷醇，特别是以前者最为常用。如厦门大学（图1）、江西工学院和漳平县科技实验站等工厂生产的三十烷醇产品，都是以蜂蜡为原料制取的。蜂蜡不但三十烷醇含量较高，而且资源丰富。大量利用蜂蜡，还可促进养蜂事业的发展。所以，用蜂蜡作原料生产三十烷醇，无论在生产工艺上还是经济上都是比较理想的。而浙江粮油研究所、上海粮油工业公司油脂研究所等单位，则结合本身的特点用米糠蜡为原料制取三十烷醇。山东省益都蚕种场对蚕粪进行综合利用，不但提取出叶绿素和植物醇供药用，而且还从残渣中提取三十烷醇，支援农业生产。据不完全统计，全国已有60多个单位能利用天然蜡制取三十烷醇，并不断革新工艺，降低成本，提高产品质量。中国科学院新疆化学研究所用石油醚代替盐酸—戊醇分离烷类，不仅解决了腐蚀和污染问题，而且也简化了操作过程。

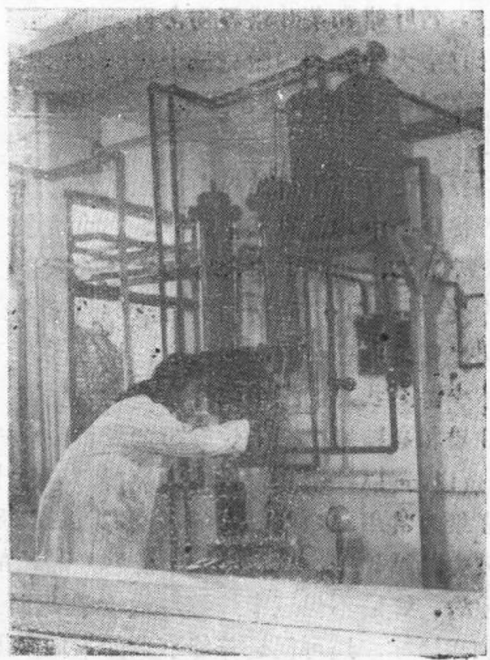


图 1 厦门大学三十烷醇生产车间

从天然蜡中制取的三十烷醇，一般含有二十四烷醇、二十八烷醇和三十二烷醇等杂质（称为三十烷醇的同系物）。有些杂质如二十四烷醇及二十八烷醇有强抑制作用。当它们与三十烷醇一起存在时，则对三十烷醇促进植物生长的生理活性表现抑制作用，尤其是二十八烷醇最为强烈。据琼斯报道，当三十烷醇浓度为 $0.01\text{ppm}$ 时，即使其中二十八烷醇的浓度低至 $0.000001\text{ppm}$ （也就是二十八烷醇的浓度仅为三十烷醇的万分之一时），三十烷醇对作物（如水稻、番茄等）的作用就会受到影响。当二十八烷醇的浓度达到三十烷醇浓度的 $10\%$ 时，三十烷醇的作用就完全被抑制了。因而认为在

三十烷醇中不能有痕迹量的二十八烷醇存在。用于配制处理植物的三十烷醇纯度要达到99%以上才最有效。最近里斯的试验又表明,以纯度为99.48%的三十烷醇样品处理玉米,其效果是纯度为97.3%的三十烷醇的4倍。

这一点在国内三十烷醇的研究中,引起极大的注意,争论颇多。因为国内用天然蜡生产的三十烷醇均含有相当多的二十八烷醇,已经大大超过了琼斯的许可值,但这种三十烷醇在农业上仍有活性。而且据日本平井长一亨等分析,从紫苜蓿中提取的三十烷醇,二十八烷醇的含量大概是三十烷醇含量的20%。我国科学工作者的试验结果与里斯等的结论也不一致,如上海植生所陈敬祥等的试验表明,当三十烷醇中二十八烷醇的含量被控制在5%以下时,三十烷醇的生理活性仍能表现出促进的效应,而不被二十八烷醇所抑制。还指出三十二烷醇在三十烷醇中的含量高达27%时仍未发现水稻幼苗的生长受抑制。所以,这一问题尚需继续深入研究。

中国科学院上海有机化工研究所、南开大学和厦门大学等单位,已采用人工化学合成法生产三十烷醇,其纯度可接近100% (但很难达到100%)。上海植生所用人工合成的三十烷醇作生理试验,证明具有一定的生理活性。他们的成果发表在1981年《科学通报》和《植物学报》上,美国的《化学文摘》上也摘录了他们的研究成果。但因成本太高,目前在生产上还不能大量推广应用。

#### (四) 三十烷醇的开发简史

早在1933年奇伯内尔等人就从苜蓿中分离出三十烷醇,它是叶蜡的主要成份。他们从50公斤的干苜蓿中得到40克

苜蓿蜡，经皂化、萃取、重结晶，得7.5克粗品，再用苯——乙醇重结晶可得5克三十烷醇晶体。含量约为干苜蓿的万分之一。后来人们又从许多植物蜡和虫蜡中提取出三十烷醇，并进行了人工合成。但是，一直不知道它对植物生长有何作用，使它默默无闻，仅作为一种有机化学试剂而存在。

1975年美国密执安州立大学教授里斯，在一次应用紫苜蓿作有机肥的试验中，发现三十烷醇具有一定的生理活性。他们把剁碎的干苜蓿施于作物种子或幼苗旁边，结果发现能促进作物生长并增加产量，如每公顷用117公斤干苜蓿，可使早熟番茄增产10吨（折合每亩增产1333斤），比对照增产30~40%。同时还发现施少量的有机肥比同等的氮肥增产更显著。这是什么原因呢？后来通过分离及质谱法鉴定，发现苜蓿中含有一种活性成份叫三十烷醇，是它在起作用。于是，里斯等采用苜蓿提取三十烷醇，并将其应用于玉米、水稻幼苗，证明亦有同样明显刺激生长的作用。用人工合成的三十烷醇进行试验，也获得同样的结果。通过一系列试验，里斯等发现三十烷醇对玉米、水稻、小麦、番茄、胡萝卜、黄瓜、莴苣、大豆等均有增产效应，增产的幅度为8~68%。并认为三十烷醇是一种无毒、快速、低剂量和在暗处也能促进蛋白质合成的植物生长刺激物质，能使多种作物增产。1977年里斯等在美国《科学》杂志上发表论文，宣布三十烷醇是一种新的天然存在的植物生长调节剂。

里斯的发现引起各国学者的极大兴趣和重视。1977年我国著名化学家蔡启瑞教授访美时，得到里斯本人的热情接待，并接受其赠送的有关三十烷醇的珍贵资料。回国后这批资料交由厦门大学植物激素研究组进行研究。厦门植物激素

研究组在郭奇珍教授的指导下，于1978年初成功地从蜂蜡中获得三十烷醇结晶，并将样品寄送全国几十个科研单位和大专院校进行生理活性测定和大田试验，获得较好的增产效果。1980年1月，在福建省科委的主持下，对生产工艺和产品质量进行鉴定，同时对各地的试验结果进行交流。该项目荣获1980年福建省科技成果三等奖。

为了早日实现祖国四化，我们更迫切需要用最新的科学技术成就来武装农业，因此，三十烷醇生长调节剂问世后，受到我国党和国家领导的高度重视。胡耀邦总书记、赵紫阳总理及姚依林副总理等都对三十烷醇问题作了重要批示。在党中央正确路线的指引下，几年来三十烷醇在我国的研究和应用均取得较大的进展。据不完全统计，已在福建、浙江、安徽、山东、江西、广西、广东、黑龙江、辽宁、吉林、山西、江苏等二十七个省近一千个县、市进行几千万亩的推广应用，涉及的农作物达40多种，在大部分作物上获得一定的增产效果。粮食作物平均增产5~15%；油料作物增产10~20%；经济作物增产10~15%；蔬菜作物增产的幅度较大，达10~40%。并在杂交水稻制种、紫云英、小麦、玉米、蘑菇等十几种作物通过科研成果鉴定。美国、英国、加拿大、西德、挪威、波兰、苏联、意大利、比利时、日本、印度、菲律宾及南朝鲜等国也先后发表研究报告。迄今国内外已发表有关三十烷醇的论文报道达500多篇，内容包括制备、生理效应及作用机理以及在农业上的应用等多个方面，研究正在深入开展。

## 二、三十烷醇的生理效应

一种化学物质是否能成为植物生长调节剂，首先要看对作物有无生理活性和有哪些生理效应。无数的试验结果表明，三十烷醇具有很强的生理活性，是已知天然植物生长调节剂中活性最强的一种。尽管暂时称它为植物生长调节剂，但它毕竟是天然存在于植物体内的一种化学物质。与已知促进生长类型的植物激素相比，确实是既有通性，亦有特异性。它在极低的浓度下，仍有促进的反应，似有植物激素的特性。但它的一些奇特性能，如对能量代谢和氮素代谢（特别是能在暗处促进蛋白质的合成）的快速影响，却是其它植物激素所不具备的。因而三十烷醇独具特色。

那末三十烷醇对植物到底能引起哪些作用，又如何影响着植物器官的形态建成和代谢过程？换言之，它对植物的根、茎、叶、花、果等器官的形成和生长的影响最终会导致怎么样的结果，在植物新陈代谢中起了哪些生理生化变化？这是我们所希望了解的。尽管迄今我们对它的了解还不够深刻，但已知的材料有加以介绍的必要。

三十烷醇对植物的影响，具有作用浓度低、生理效应强，反应速度快的特点。例如，用浓度0.1ppm（ppm是浓度的单位，见第四章）的三十烷醇对栽培于土壤中7天的玉米幼苗叶片进行喷洒，在喷洒10分钟后，即可测量到植株干重的增加，20分钟后可测量到叶面积的增加，30分钟后可测定到植株总氮含量的增加。水稻幼苗施用三十烷醇后，可以



观察到同样迅速的反应，还原糖和自由氨基酸的含量增加最快，在处理4分钟后，它们分别比对照高25%和16%。更为奇特的是，三十烷醇甚至能在没有光照的黑暗条件下，促进水稻幼苗干重和蛋白质含量的增加，使稻苗很快的生长。干重的增加可达每小时4.9毫克的最高速率。在暗处处理6小时后，稻苗的总蛋白质量比处理前增加18%，比对照（未经三十烷醇处理）增加30%。我们知道，万物生长靠太阳，绿色植物更离不开光照。植物在暗处生长，植株的干重只能减少，可是经三十烷醇处理后的水稻幼苗，却奇迹般的增加干重和蛋白质的含量。

三十烷醇具有多种的生理效应，现分十二个方面进行简要的介绍。

### 1. 促进种子发芽，提高发芽率和发芽势

用三十烷醇处理种子促进发芽是比较普遍的。例如，用0.1ppm的三十烷醇浸水稻种子6小时，发芽率比对照提高2%，发芽势提高4%。浓度增至5ppm时，发芽反而受抑制。上海植物生理研究所用0.1ppm三十烷醇浸棉花种子16小时，从连续12批的发芽试验中，均观察到对棉籽发芽率的促进作用。对紫云英、高粱、绿豆、美国刀豆等作物种子的发芽试验，亦都有类似的效应，但提高幅度并不大。

### 2. 促进植物细胞的分裂和伸长

高等植物是由无数的细胞组成的。它的生长发育一方面要靠细胞的分裂，增加细胞的数目，另一方面要靠细胞的伸长扩大。种子萌发后，其胚根和胚芽开始生长，它们的尖端部位的分生细胞不断地进行分裂，总是由一个细胞进入伸长扩大的生长，而另一个细胞则继续保持分裂状态。生长就是这样一个复杂的生命循环过程。三十烷醇能促进胚根和芽鞘