

〔日〕增田芳雄 胜见允行 今关英雅 著

植 物 激 素

科 学 出 版 社

植 物 激 素

[日] 增田芳雄 胜见允行 今关英雅 著

辽宁铁岭农学院《植物激素》翻译小组译

科 学 出 版 社

内 容 简 介

本书根据原著 1972 年第二版译出的。植物激素对植物的生长和分化起着很重要的作用。近年来,这方面的理论研究和在农业生产上的实际应用,发展迅速。本书除了阐明植物激素在植物的生长和分化过程所起的作用以外,对植物激素的生物化学知识、激素的分离提纯以及检定法、激素在实际生产中的应用,都有适当的介绍。本书内容分为:(1)植物结构与生长;(2)生长素;(3)赤霉素;(4)激动素;(5)脱落酸;(6)乙烯;(7)结语等七章。每章附有最近的参考文献和参考书。

本书可作为农业技术人员、农业院校师生、生物科学工作者的参考资料。

[日] 增田芳雄 勝見允行 今関英雅 著

植物ホルモン

朝倉書店, 1972 年, 第二版

植 物 激 素

[日] 增田芳雄等著

辽宁铁岭农学院《植物激素》翻译小组译

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

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

1976 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

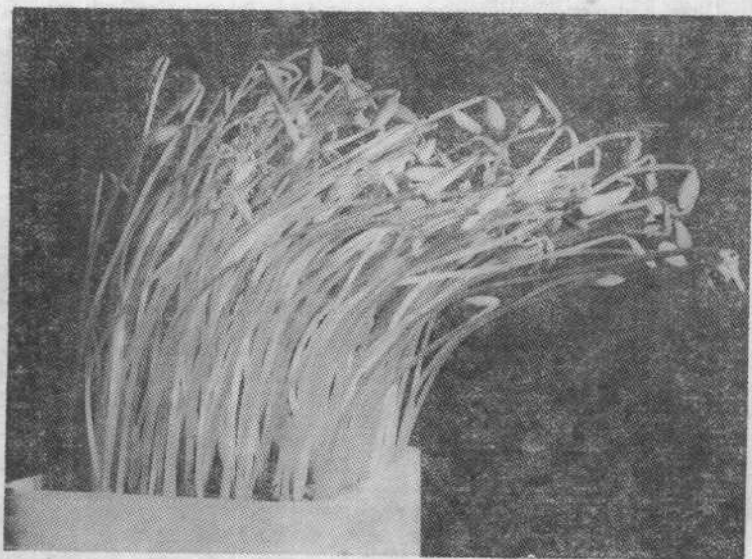
1976 年 4 月第一次印刷 印张: 14 1/4

印数: 0001—10,850 字数: 322,000

统一书号: 13031·272

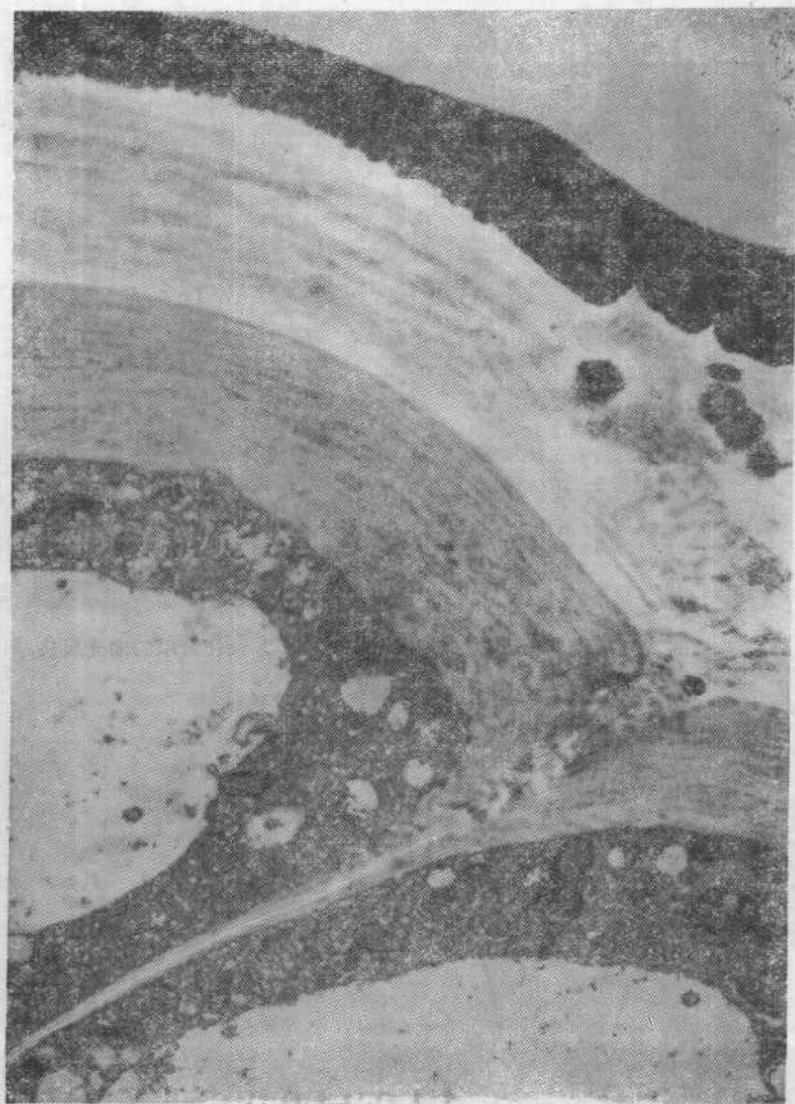
本社书号: 433·13—8

定价: 1.45 元

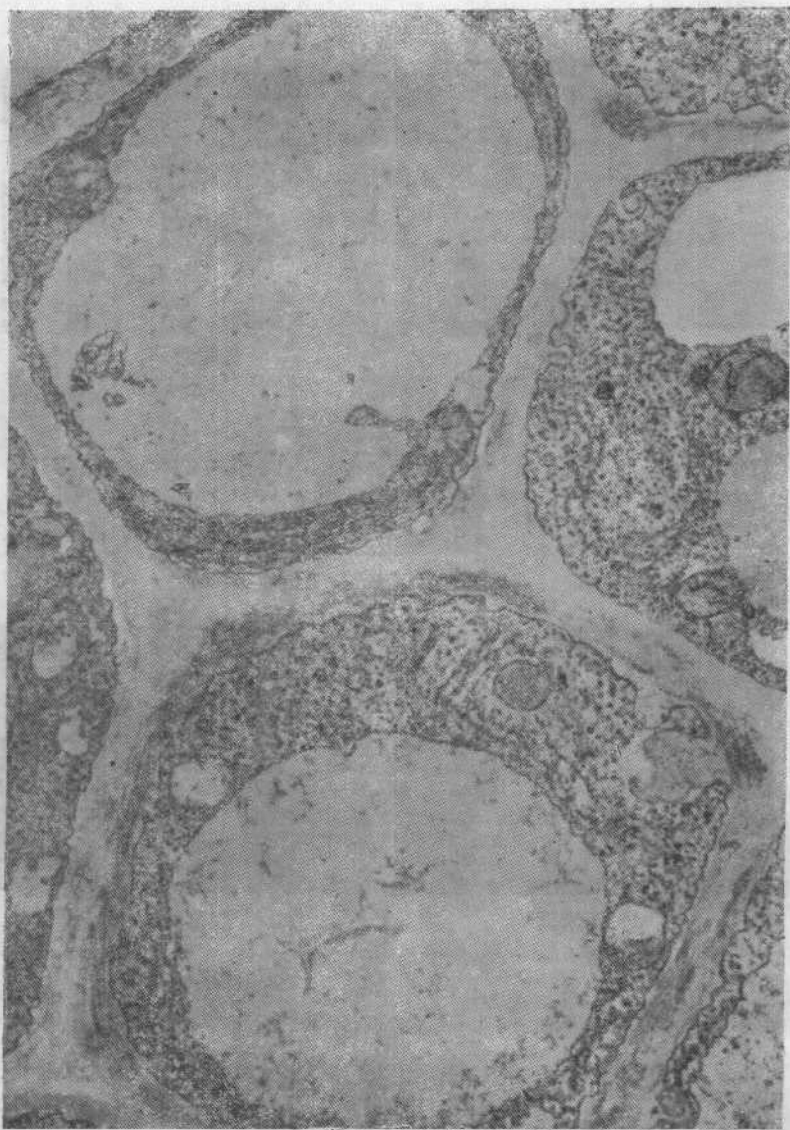


黄化黄瓜的向光反应

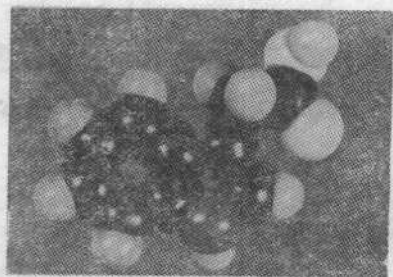
1102196



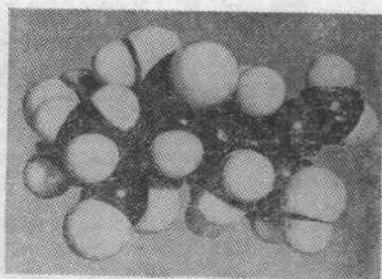
幼嫩的燕麦胚芽鞘表皮细胞的细胞壁($\times 8000$)
(O'Brien, 1967)



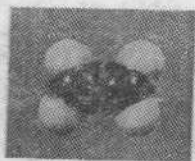
燕麦胚芽鞘的维管束薄壁细胞 ($\times 16200$)
(O'Brien 和 Thimann, 1967)



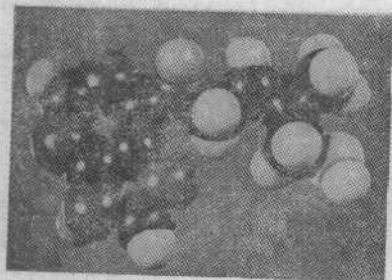
吲哚乙酸



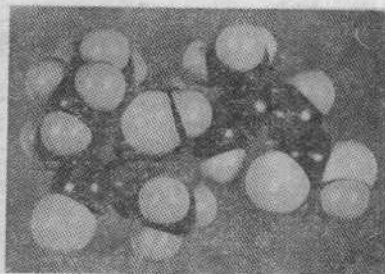
赤霉素 A₃



乙烯



玉米素



脱落酸

目 录

| | |
|---------------------------|-----|
| 1. 植物体的结构与生长 | 1 |
| 1.1 前言 | 1 |
| 1.2 植物激素 | 1 |
| 1.3 植物体的结构与生长 | 6 |
| 1.4 细胞的年龄及激素的作用 | 13 |
| 参考文献 | 24 |
| 2. 生长素 | 27 |
| 2.1 研究的历史 | 27 |
| 2.2 定性与定量 | 32 |
| 2.2.1 化学鉴定法 | 32 |
| 2.2.2 生物鉴定法 | 35 |
| 2.2.3 细胞壁力学性质的测定 | 48 |
| 2.3 生理作用 | 56 |
| 2.3.1 生长素在生长现象上的作用 | 57 |
| 2.3.2 生长素的运转及生长相关 | 62 |
| 2.3.3 细胞生长 | 73 |
| 2.3.4 其他生理作用 | 89 |
| 2.4 化学结构和活性 | 90 |
| 2.5 作用机理 | 94 |
| 2.5.1 细胞的受体 | 95 |
| 2.5.2 生理生化变化的起因 | 97 |
| 2.5.3 由生化反应到生长 | 102 |
| 2.6 生物合成与代谢 | 110 |
| 2.6.1 生物合成 | 111 |

| | | |
|-----------|-----------------------|------------|
| 2.6.2 | 细胞里的存在形式 | 113 |
| 2.6.3 | 分解 | 114 |
| | 参考文献 | 116 |
| 3. | 赤霉素 | 134 |
| 3.1 | 研究的历史 | 134 |
| 3.2 | 化学 | 136 |
| 3.2.1 | 结构 | 136 |
| 3.2.2 | 束缚型赤霉素 | 137 |
| 3.3 | 定性和定量 | 139 |
| 3.3.1 | 化学的方法 | 139 |
| 3.3.2 | 生物鉴定法 | 142 |
| 3.4 | 生理作用 | 147 |
| 3.4.1 | 对生长的作用 | 147 |
| 3.4.2 | 赤霉素在植物体内的移动 | 168 |
| 3.4.3 | 赤霉素在代谢循环中的影响 | 169 |
| 3.4.4 | 相互作用 | 174 |
| 3.5 | 赤霉素与生理作用之间的协调关系 | 177 |
| 3.5.1 | 合成的器官 | 177 |
| 3.5.2 | 在种子生长和发芽过程中的变化 | 178 |
| 3.5.3 | 赤霉素在营养生长过程中的变化 | 181 |
| 3.5.4 | 休眠过程中的变化 | 184 |
| 3.5.5 | 抽苔过程中的变化 | 185 |
| 3.5.6 | 果实生长过程中的变化 | 186 |
| 3.6 | 化学结构和活性 | 186 |
| 3.7 | 作用机理 | 189 |
| 3.7.1 | 叶枝伸长 | 189 |
| 3.7.2 | 种子萌发 | 199 |
| 3.8 | 生物合成 | 204 |
| 3.8.1 | 内根-贝壳杉烯的形成 | 205 |
| 3.8.2 | 赤霉烷环的形成 | 206 |

| | | |
|-----------|------------------------|------------|
| 3.8.3 | 内酯环的形成 | 207 |
| 3.8.4 | 羟基的导入和赤霉素的相互代谢关系 | 208 |
| | 参考文献 | 211 |
| 4. | 细胞激动素 | 231 |
| 4.1 | 研究的历史 | 231 |
| 4.2 | 化学 | 232 |
| 4.2.1 | 天然细胞激动素 | 232 |
| 4.2.2 | 人工合成细胞激动素 | 236 |
| 4.3 | 定性与定量 | 237 |
| 4.3.1 | 化学方法 | 237 |
| 4.3.2 | 生物鉴定法 | 239 |
| 4.3.3 | 分布 | 245 |
| 4.4 | 生理作用 | 251 |
| 4.4.1 | 对生长的作用 | 251 |
| 4.4.2 | 对代谢物质的流动和运输的影响 | 264 |
| 4.4.3 | 对代谢的影响 | 265 |
| 4.4.4 | 运输 | 274 |
| 4.4.5 | 其他效应 | 276 |
| 4.5 | 化学结构和功能 | 277 |
| 4.6 | 作用机理 | 284 |
| 4.7 | 生物合成与代谢 | 286 |
| | 参考文献 | 287 |
| 5. | 脱落酸 | 303 |
| 5.1 | 研究的历史 | 303 |
| 5.2 | 化学 | 310 |
| 5.3 | 定性和定量 | 311 |
| 5.3.1 | 化学方法 | 311 |
| 5.3.2 | 生物鉴定法 | 314 |
| 5.4 | 生理作用 | 315 |

| | | |
|--------------|----------------------|------------|
| 5.4.1 | 器官脱落 | 315 |
| 5.4.2 | 诱导休眠和抑制侧芽生长 | 317 |
| 5.4.3 | 抑制种子的发芽 | 318 |
| 5.4.4 | 促进衰老 | 319 |
| 5.4.5 | 开花或花芽诱导 | 320 |
| 5.4.6 | 对生长的抑制和促进 | 321 |
| 5.4.7 | 其他生理作用 | 322 |
| 5.4.8 | 相互作用 | 323 |
| 5.5 | 分布与生理现象之间的协调关系 | 327 |
| 5.6 | 化学结构和功能 | 330 |
| 5.7 | 生物化学作用和作用机理 | 334 |
| 5.8 | 生物合成与代谢 | 340 |
| 5.8.1 | 生物合成 | 340 |
| 5.8.2 | 代谢 | 344 |
| | 参考文献 | 346 |
| 6. 乙烯 | | 352 |
| 6.1 | 研究的历史 | 352 |
| 6.2 | 定性与定量 | 355 |
| 6.2.1 | 化学鉴定法 | 355 |
| 6.2.2 | 定量 | 358 |
| 6.2.3 | 收集 | 360 |
| 6.2.4 | 放射性乙烯的测定 | 362 |
| 6.3 | 生理作用 | 363 |
| 6.3.1 | 对生长发育的作用 | 363 |
| 6.3.2 | 促进果实成熟 | 387 |
| 6.3.3 | 生物化学作用 | 391 |
| 6.4 | 合成的生理 | 394 |
| 6.5 | 化学结构和功能 | 394 |
| 6.6 | 作用机理 | 396 |

| | |
|--------------|------------|
| 6.7 生物合成与代谢 | 398 |
| 6.7.1 绿青霉菌 | 398 |
| 6.7.2 高等植物 | 399 |
| 6.7.3 代谢 | 405 |
| 参考文献 | 407 |
| 7. 结语 | 416 |
| 参考书及评论资料 | 428 |
| 译后记 | 433 |
| 索引 | 434 |

1. 植物体的结构与生长

1.1 前 言

早在1928年, Went就曾指出:“如果没有生长素(现在统称为植物激素), 植物就不可能生长 (Ohne Wuchsstoff, kein Wachstum)”^[57]。他所说的“生长素”是指刺激生长的物质“生长素”而言的。植物的生长是受许多内因及外界因素所调节的, 当然不能说唯有“生长素”或“植物激素”才是调节植物生长的唯一因素。但是, Went所强调的意义只是说明“植物激素”在植物生长上起着非常重要的作用。现在已知的“植物激素”虽然都是一些比较简单的有机化合物, 但它却能对生长这样复杂的生命现象起着调节的作用。由此可见, 生长调节机理确是一个引人注意的问题。

1.2 植物激素

植物学上的“植物激素”一词, 其意义和动物学上的“荷尔蒙”(hormone)有所不同, 动物学上的“荷尔蒙”一词是二十世纪初期才开始使用的^[58], 它的定义是: “由动物体内特殊的腺体产生出来的一种微量的物质, 它能使某些特定的组织或器官发生变化”, 也就是说, 动物荷尔蒙是由特殊的腺体分泌出来, 经过血液输送到特定的靶子器官上发生作用的。

与此相反, 植物界简称为“激素”这种微量调节物质, 其绝大部分最初都是从霉菌等微生物或从动物的尿中分离出来

的，后来才陆续从高等植物体内发现的。高等植物体的结构和动物相比有很大的不同，它没有动物那样多的已分化的器官，也没有特殊的腺体能够产生所谓“植物激素”的特殊调节物质，也没有特殊的靶子器官能够专门接受每种激素的特殊作用。因此，植物界里的激素和动物界里的荷尔蒙是属于两个完全不同的范畴。但是，植物激素一般也可以认为是在植物体的一定部位上产生而后输送到其他部位上起作用的物质。也就是说，植物激素有些方面也和动物荷尔蒙的活动相类似。

1951年设立的美国植物生理学会特别委员会曾对植物界生长调节物质的命名法作过研究，1953年提出了如下的建议^[1]：

（植物）调节物质 [(plant) regulators] 除养分 (nutrients) 而外的一些微量而能促进、抑制或能以某种方式使植物的生理过程发生变化的有机化合物。

（植物）激素 [(plant) hormones] 其同义词就是植物激素 (phytohormones)，这是在植物体内产生的一些调节物质，它的作用是在低浓度的情况下对植物的生理过程进行调节的。激素一般都是在植物体内由生产部位向作用部位移动的。

生长调节物质 (growth regulators) 其同义词就是生长物质 (growth substances)，对植物生长发生影响的物质。

生长激素 (growth hormones) 调节植物生长的激素。

开花调节物质 (flowering regulators) 对植物的开花发生影响的调节物质。

开花激素 (flowering hormones) 诱导花芽形成或促进花芽发育的物质。

生长素 (auxin) 是对幼嫩茎叶细胞的伸长生长具有诱

导能力的一些化合物的总称,其生理作用和吲哚乙酸(IAA)相似。一般来说,生长素对于伸长生长以外的生理过程虽然也有影响,但伸长生长却是它所干预的各种生理过程当中的主要代表。生长素多半都是一些具有环状结构的酸或其衍生物。

生长素的前身 (auxin precursors) 是植物体内能转变为生长素的一些化合物。

抗生长素 (anti-auxins) 与生长素的作用相拮抗,起抑制作用的一些化合物。

这个建议并没有得到所有植物学家的赞同,同时在表达上也确有^{问题}。这个建议本身也承认每种激素的定义并不是互相排斥的。因此,很可能有些物质既是生长素,同时又是抗生长素。这个建议主要是想把过去常用的“荷尔蒙”一词改称“调节物质”一词而已。但是,大多数的植物学家从上述理由中已经知道有些^{问题},但一直到现在仍然都在沿用“植物激素”这一表达形式。因此,本书也要引用“植物激素”一词作为表达这些物质的概念。在这里必须清楚地认识到植物激素和动物学上的荷尔蒙无论从其物质的种类或从其定义以及作用方式等方面看,两者却是完全不同的。

最初用植物激素这个词来表达现在称为生长素的一些物质,其年代是从1937年F. W. Went和K. V. Thimann两人出版了一本《Phytohormones》时开始的。其后如赤霉素、细胞激动素、脱落酸、乙烯等也和生长素一样作为微量而起作用的天然调节物质被列入植物激素的行列。激素一词最初用于植物学上的年代是由1909年开始的。当时,德国的H. Fitting发现兰花的花粉提取物能诱导子房的扩大生长(单性结实),他认为这种提取物中一定有一种刺激生长的物质,因而名之为激素^[13]。

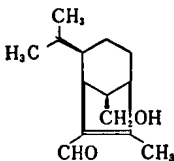
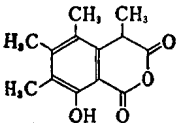
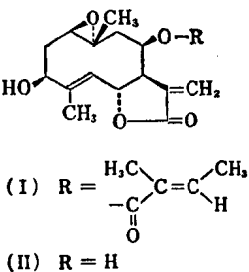
现在植物学家们统称为植物激素的一些植物调节物质就是生长素、赤霉素、细胞激动素、脱落酸及乙烯。这些物质将在以下各章里分别加以叙述。前面已经讲过，这些物质和动物荷尔蒙的类固醇及肽等物质是两类完全不同的物质。但最近从绵霉 (*Achlya bisexualis*, *Achlya ambisexualis*) 及啤酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 等低等植物中所发现的性激素可能是一种类固醇化合物，它的化学结构和动物性激素的化学结构有些相似^[7,60]。高等植物的成花素也可能是一种类固醇性的物质^[9]。另外，最近也有人从高等植物中提取了一种类固醇样的物质，其作用和生长素一样能够促进细胞的伸长生长^[54]。除此而外，近几年来又发现了几种天然的植物调节物质。只是因为这些物质多半都是一些微生物的产物，并不是从高等植物中发现的，有的虽然是从高等植物中发现的，但也是某些特殊植物所专有的，所以还不能把它们全部列入“植物激素”中去。但这些物质对于高等植物的生理过程却能起一些特殊的刺激作用。在这些物质当中，其化学结构已经确定的约有以下几种：长蠕孢醇 (helminthosporol)^[51]、核盘霉素 (sclerin)^[46]、菊芋素 (heliangine)^[59]、半支莲醛 (portulal)^[35,36] 及罗汉松内酯 (podolactone)^[17] 等五种。现将这些物质的存在、结构及其生理作用等列于表 1.1。此外，还有一种叫作黑曲霉素的物质，它是从黑曲霉 (*Aspergillus niger*) 中提取出来的^[24,50]，关于它的生理作用已经作过较深入的研究。最近，从独行菜的花粉中也已提取了一种新的激素 (*Sci. Amer.*, **223**, 91, 1970)。

此外，在植物界里还有一些是属于苯丙烷类的物质，其分布也很广，而且对于植物组织也有一定的生理作用。例如，反式-肉桂酸具有抗生长素的作用(请参看第 2 章)，香豆灵类对于某些种子的发芽可能起着调节的作用。另外，还有些物质

如咖啡酸、对-香豆酸、绿原酸等也经常作为植物的调节物质从植物体中提取出来加以鉴定。

前面已经讲过，植物激素中的生长素最初是从动物中发现的^[4,21,45]。动物的不同发育阶段或不同的器官用色氨酸合成 IAA 的能力是不一样的^[18]，生长素等植物激素对于动物的发生和生长是否具有一定的生理意义亦颇受到人们的重视。与此相反，最近有些研究证明从植物体中也能找到一些如蜕皮素 (ecdysone) 等动物的类固醇性激素^[20]。此外，有人认为动物激素也能影响植物的生长^[10,11,22,25]，植物激素也能

表 1.1 几种特殊植物调节物质的生理作用

| 物质名称 | 存 在 | 化 学 结 构 | 生 理 作 用 | 参考文献 |
|------|---|--|--|------|
| 长蠕孢醇 | 小麦根腐病 长蠕孢 (<i>Helminthosporium sativum</i>) |  | 促进水稻、莴苣幼苗的伸长生长 | [51] |
| 核盘霉素 | 大豆菌核病 核盘霉(<i>Sclerotinia libetiana</i>) |  | 促进水稻发芽及根的生长，并能促进脂肪酶和淀粉酶的生成 | [46] |
| 菊芋素 | 菊芋的叶子 |  | 在燕麦胚芽鞘的弯曲及伸长生长上同IAA的作用相拮抗，在赤豆幼茎的生长上是同赤霉素的作用相拮抗 | [59] |