

国外农业科学資料汇编

第一輯

赤 霉 素

中国农业科学院編



农业出版社

16.17²
4.11

国外农业科学資料汇编

第一輯

赤 霉 素

中國農業科学院編

*

農業出版社出版

(北京西总布胡同7号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第106号
農業雜誌社印刷厂印刷 新華書店發行

*

787×1092¹/₁₆ • 7印張 • 160,000字

1959年2月第1版

1959年2月北京第1次印刷

印数: 1—3,000 定价: (9)0.74元

統一書号: 16144.588 59. 2. 京型

國外农业科学資料彙編

第一輯

赤 霉 素

中国农业科学院編

农业出版社

目 录

总 論

赤霉素——刺激植物开花 和生长的新制剂.....	4
苏联赤霉素.....	6
关于赤霉素的科学.....	9
新的生长剂——赤霉素.....	13
最近的赤霉素生理学及其应用范围.....	19
赤霉素的历史及生理作用.....	27

应用效果

赤霉素.....	47
日本赤霉素.....	49
赤霉酸对植物生长作用的研究.....	52
赤霉素对植物生长及发育的影响.....	53
赤霉酸对小麦和黍发育的影响.....	54
赤霉酸对无核葡萄的结实 及其果粒大小的影响.....	56
赤霉酸对Elberta桃树休眠期解除的影响.....	57
柑桔属应用赤霉酸的試驗.....	59
赤霉素在蔬菜栽培中的应用.....	59

赤霉酸在蔬菜、花卉等作物上的应用.....	60
叶部施用赤霉素对馬鈴薯出芽的影响.....	65
赤霉酸对甘蔗生长的影响.....	66
赤霉酸对牧草等作物生长的影响.....	66
赤霉素对植物組織生长的影响.....	76
植物細胞对赤霉素的反应.....	77
赤霉酸对土壤微生物的影响.....	83

制 造 方 法

刺激植物生长的微生物.....	85
赤霉素A和赤霉素X的生产.....	88
赤霉酸——赤霉菌培养 滤过液的代謝产物.....	90
赤霉酸——赤霉菌的代謝产物.....	91

对各种不同植物的作用

关于赤霉素应用的試驗.....	99
赤霉素的不同处理方法 对各种植物所生效果一覽表.....	104
著者譯名表.....	110

为了适应农业生产大跃进和农业科学研究工作的需要，我院自一九五九年起拟編纂“国外农业科学資料汇编”，不定期地分专题介绍国外农业科学的成就。

“国外农业科学資料汇编”第一輯汇集了苏联及其它国家的有关赤霉素的材料28篇，介绍赤霉素的历史、生理作用、应用效果和制造方法。在編輯工作中，承蒙北京农业大学、化工部、黑龙江甜菜科学試驗站等单位提供了不少稿件，給予我們很大帮助，特此致謝。

中国农业科学院

赤霉素——刺激植物开花和生長的新制剂

苏联科学院通訊院士 M. X. 查依拉赫揚

巨大的植物

去年秋天,在植物生理研究所溫室內,有几棵烟草栽培在其他許多植物之中。这几棵烟草引起了那时候参加研究所科学會議的人們的注意。

看到这几棵烟草的每一个人都很惊奇,因为它长得异常高天;植株高約4米,植株頂部直頂到暖房的玻璃頂棚,似乎需要向天开一个出口才好。这种烟草的品种是“巨象”,它倒很符合这个名称的,这是因为它受到一种特別制剂——赤霉素的影响的緣故。在它旁边有一些沒有使用赤霉素的同一品种的烟草,它們长的就沒有这么粗大了。

去年8月在旧金山附近的斯丹弗尔德大学的美国生物科学研究所大会上展出了几株甘藍,这些甘藍沒有生长平常那样的叶球,却长成了高达5米的粗茎。为要拿到开着許多花的叶球,科学工作者不得不蹬着梯子爬上去。长成这种有穗甘藍的原因也就是使用赤霉素的结果。

赤霉素是什么呢?

赤霉素的发现历史使我們回溯到30年以前的台湾去了。这一意义十分重大的事实就是日本病理学家黑泽在台湾稻田里最初发现的。許多稻田感染了叫做恶苗菌的真菌,这种真菌引起“恶苗”病,或叫稻疯病。这种病是这样的,得病植株的茎与嫩枝会开始急剧伸长,后变弱,稻粒产量低,得病严重时就完全枯

死。但如果把这种真菌在培养液中培养,然后把它分离出来,用剩下的培养液和真菌的代謝产物一起处理稻秧的根,則秧苗开始生长,大大地超过一般秧苗的生长速度。

10年以后,日本教授藪田和他的同事們从这种真菌的代謝产物中得到了提純的化学物質,这种物質依据該真菌的名称叫做赤霉素。这种物質的活性是非常惊人的,取其一份加百万份水就能促使稻、麦、大麦、烟草及許多其他作物的幼苗加快生长。

学者們对这些問題非常感兴趣,現已肯定这种真菌的代謝产物中有三种赤霉素—— A_1 、 A_2 、 A_3 ,其中以后者最为活跃,而将它叫做赤霉酸。因为赤霉素的結構复杂,目前在化学試驗室中还不能得到,几年以前曾用生物方法取得,这个方法与取得青霉素的方法相似。为此,将真菌培养在含有无机盐及糖分的营养液中,經過数日发酵后,即可从培养液中提取赤霉素并加以純化。

日本、美国、英国进行的許多試驗証明,用浓度很小的溶液喷射植株,甚至在叶上或茎頂端上滴几滴,就能使各种一年生及多年生植物生长急剧加速。特别是在矮生玉米、豌豆及其他一年生作物植株的生长上最为明显,它們开始伸长很快,并超过正常生长的植株。多年生木本植物若得到赤霉素,不仅使其一般幼苗生长加速,并在一定程度上也代替了沙藏作用,也就是說木本植物的果实与种子能耐过冬季的严寒。

自1956年开始大規模地研究赤霉素,那

时并且肯定赤霉素不仅能加速生长,也能使许多植物在那些通常是不能开花的条件下开花。这些事实最初是由加利福尼亚州的兰格教授、以后是格庭根的哈尔杰尔及比奥·卓伟教授、意大利的洛那教授及其他一些研究家们肯定下来的。从去年春天,我们在苏联科学院植物生理研究所也进行许多试验,来研究赤霉素对发育中的植物的生长和开花的影响。

日光和寒冷的代替者

所有各国对各种作物所进行的试验结果都是一致的。证明长日照植物一般在10—12小时短日照条件下,只停留在花簇阶段且株型瘦小;但在赤霉素的影响下,这种植物却能形成茎、花、果实。例如:一年生豇豆、一种球蓝、薺蘿属、金光菊(北美一种草本植物名)、晚烟及其他作物就是这样。换言之,这些植物就好像是处于(每日10—12小时之外再补加6—8小时光照的)长日照条件下一样。因此,赤霉素就象是阳光的代替者一样。

赤霉素对二年生作物生长第一年的秧苗及春播冬种性作物的秧苗也同样具有很有价值的作用。二年生作物的秧苗在生长第一年形成有叶簇的肉質直根或叶球,如甘蓝;而在春化后,也就是说,经过相当长的低温以后(在天然条件下只有在冬天才能得到这种低温),才能形成茎、花或结实。

根据美国研究家的资料,以赤霉素处理二年生作物的秧苗得出这样结果:它们在生长第一年不经过春化就开始形成茎、开花、结实;如二年生的莴苣、胡萝卜、甘蓝、萝卜、甜菜、冬油菜、香芹菜的试验都获得这种结果。同时,茎生长很快,有时可达到异常的高度;胡萝卜和其他作物的茎能达到1米,而甘蓝的茎更是高大。

我们在试验中证明,在赤霉素的作用下,冬性洋蕪菁、油菜在没有低温影响的条件下,能形成茎、花并结实。

在这种情况下,赤霉素对二年生作物的秧苗及各种性作物已可作为低温作用的代替者。换言之,没有光和低温,植物就不能抽茎、开花、结实,而赤霉素便可以弥补这个不足,它能创造出抽茎、开花、结实的条件。

但是赤霉素并不是可以促进所有植物开花的。短日照植物不能在中部及北部夏季16—18小时日照条件下开花,它虽然在生长上有很大突变,但它一直是只长茎叶。大豆、“巨象”品种烟草、紫苏属、蕺耳属等植物都属于此种类型。我们所进行的专门试验证明,促使这些植物开花所需要的不是赤霉素,而是其他物质。

应用赤霉素与日光营养和根部营养有密切关系,因为赤霉素可以“使植物胃口加大”。例如,每日只获得10小时光照并生长在比较瘠薄土壤里的番茄秧苗,在赤霉素的影响下长高了,并且很纤弱。另一方面则表现出植株生长的更大可能性,这是以前不知道的。在我们的试验里,栽培在口径18厘米的花盆内,在长日照下、经常追施矿物质肥料的“巨象”品种烟草,在赤霉素影响下长得异常高大。赤霉素帮助这种烟草,使其对“巨象”这个名称名符其实。

赤霉素除了影响植株生长和开花外,还能增加种子的加速发芽,侧枝及嫩芽的形成、结实数、打破块茎、球茎的休眠期以及改变蛋白质、糖分、植物碱等成分。

赤霉素在其化学构造上,在其对植物生长、发育及新陈代谢的作用上都不同于植物生长素(大家所熟知的合成的生长制剂)和维生素,它是在生理上起活化作用的另外一组物质。

豌豆种子内的赤霉素

产生这样一个问题:赤霉素是不是仅系镰刀菌的代谢产物呢,在其他植物有机体中是不是可以发现呢?试验证明,许多未成熟的

果实和种子中都含有和赤霉素极相似的物質，而在豌豆和野生黃瓜的果实与种子中，这种物質含量很多，用这些种子及果实的抽出液也能刺激植物开花、生长，其作用极类似化学上提純的赤霉素。最近已十分确切地証明，野生的豌豆中含有和镰刀菌分泌物相同的赤霉素。

一般是用日本、美国和英国所制造的制剂来研究赤霉素对作物的影响。1958年苏联科学院通訊院士 H. A. 克拉西尼科夫和其同事們也开始从感染葡萄蔓的真菌分泌物中获得赤霉素，并在莫斯科制成赤霉素制剂。我們的比較試驗同时証明，这种制剂的活性和美国制赤霉素制剂的活性是相等的。

这在实践上是重要的

赤霉素对植物开花和生长有显著的作用，它在实践运用上是十分有前途的。美国和英国曾作过許多利用赤霉素提高各种作物产量的試驗。使用办法并不需要每天对植株滴

几滴，只用浓度小的溶液喷射植株即可。为此将赤霉素結晶粉溶解在少量的酒精里，然后在100万份水里放入1—10份这种物質(因作物而异)，隔几个星期，对植株噴几次即可。

目前，可以說，赤霉素是可以按照指定的时期和用量在蔬菜及花卉栽培中用来促进生长，促进开花和采种以及提高产量的。对于經濟作物、飼用牧草和其他青貯作物，利用赤霉素是有极大希望的。当然，在植物栽培实践中利用赤霉素应当預先做許多試驗工作。

发现种种赤霉素，进一步积极研究这些赤霉素在植物生活过程中的生理作用，寻找新的类似赤霉素的有刺激作用的种种物質，試驗赤霉素对种种农作物的作用——所有这些都說明：在有关植物生活的科学领域中一个新的阶段开始了。几滴有奇效的赤霉素在人們手中将是控制植株生长和发育的新的有力手段。

(林譯自“Сельское хозяйство”,
1958, 8, 13)

苏 联 赤 霉 素

苏联科学院通訊院士 H. A. 克拉西尼科夫

作为土壤肥力和作物产量主要因素的微生物，不仅日益为微生物学家所重視，而且也引起了农业生物学家、土壤学家和作物栽培学家們很大的注意，累积着关于它在植物生活中的重要性的全部新材料。近年来，微生物所产生的能够剧烈刺激植物生长的一种物質，即所謂的“赤霉素”，引起了人們很大的兴趣。关于赤霉素对植物的影响已經有所报导，这里我們引証一些关于我国赤霉素或者是与其近似的物質和我們在国立莫斯科大学(土壤生物教研室)实验室内所得到的某些其他

物質的作用的材料。

在获得这种制剂之前，多年来我們在土壤微生物区系及其对植物生长发育的影响方面进行过大量的系統研究工作，发现土壤微生物，特别是在根附近地区和根际生长繁盛的微生物，其生命活动的产物对植物有或好或坏的显著影响。影响之一是参加了植物的营养，另一种影响則保护着植物不受真菌和細菌的侵染，用自己的代謝产物、抗生性物質抑制着病原菌。

土壤中有微生物抑制体存在，这种抑制

体能产生各种毒素,抑制植物生长。但也能遇見具有相反作用——刺激植物生长发育的类型,这类微生物称为“活化体”。它們在目前的情况下是极有趣的,因此,我們在这里要稍为詳細地討論它。

微生物活化体广泛地分布在土壤中,到处都可以找到它們。各种土壤中活化体的数量不同,多在根际发现。微生物区系的各类代表(細菌、放綫菌、真菌、酵母菌等等)中都有活化体。

在研究中我們把注意力集中在自由的和生活力强的微生物活化体上。試驗曾表明,水生植物——池塘中茂盛丛生的浮萍(*Lemna minor*),如果把它放在沒有細菌活化体混合物的純培养液中,則生长很坏,或者完全不生长。在一組試驗里,我們在对照中得到106个生长50天的个体,而有*Pseudomonas* sp. 細菌存在者,則为580个。在前一种情况下,浮萍的干物重为26毫克,在后一种情况下,則为200毫克。微生物的活化作用,很好地表现在隔离根的生长上。如果把生长中的幼苗的根尖消毒,切去2—3厘米,放置在营养培养基中,則它仅仅在培养基中包含有其生长所必須的全部物質时才发育。微生物培养滤液可作为最后物質移入培养基。研究証明了許多細菌、放綫菌、真菌和酵母菌都具有用自己代謝产物来刺激隔离根生长的能力。

微生物代謝产物对小麦、黑麦、燕麦和其他禾本科植物的芽鞘的刺激作用,都能測定出来。植物(草本的或木本的)生长的显著加快,表现在剪下的插条、小枝和茎上。把插条基部浸入活化物質溶液中,即可測定被試驗代謝产物的有效程度。

微生物活化体作用的最后結果,可根据整个植物的生长和发育来測定。或是用得到的制剂在播种前处理种子,或是用溶液噴射茎叶,或者用滴剂滴在植物尖端。在幼苗試驗中,移栽前可把幼苗根部保存在活化物質的

溶液中。

应用所有这些方法,我們能够查明許多积极促进植物生长的微生物。由活化体所引起的增产量,决定于微生物的种类和試驗条件。通常,在盆栽中比在田間試驗的高。在前一种情况下,茎叶的增加比对照高30—250%,而在后一种情况下只有15—30%。

某些微生物在植物上表現有亲器官的作用,能使植物任何一部分的生长和发育活化,或者使其某一种机能加强。例如某种微生物只能刺激根系的生长,另一种微生物能促进植物綠色部分的生长,但对根不起作用。我們有一种培养物能对低等植物的性机能显示影响。在合成培养基上,藻菌类接合子的形成,仅仅在有特別选出的細菌和放綫菌在場时才能得到。从这些細菌和放綫菌中得到的物質,能增进植物开花过程和結实过程。

近年来,我們集中注意的是那些大量搜集到的細菌、真菌、放綫菌和酵母菌中选出来的、最活化的微生物刺激体的生长。其中特别感兴趣的有几种微生物:两种放綫菌;一种*Torulopsis* 族酵母菌;4种*Fusarium* 真菌,其3种是我們从不同土壤中分离出来的,1种是在中亚細亚从罹病葡萄茎上分离出来的。从每一个菌系中得到了或多或少化学提純过的粉末状活化物質。从*Fusarium* sp. 真菌中得到了結晶状物質。从酵母菌培养物中获得的粉末用字母“И”来标记。从放綫菌中分析出来的制剂,在这里用字母“A₁”和“A₂”表示。出自真菌的制剂,用字母“Г”表示,或者就簡單的称为“苏联赤霉素”。因为这种制剂,按其性質很象文献中記載的赤霉酸,当然就主要注意它了。为了比較它和赤霉酸,我們同时研究了我們分离出来的*Fusarium* sp. 和从英国伯利恩教授处得来的*Fusarium* (Стодола菌系)的产物。这种*Fusarium* 定名为*Gibberella fujikuroi* (分生孢子时期为*Fusarium moniliforme*)。此菌最先在1926

年由日本学者黑泽从罹病的水稻組織中分离出来。它是水稻的病原菌，先使稻茎剧烈伸长，然后，稻叶变黄，植株倒伏，产量銳减。黑泽曾指出，这种真菌的代謝产物，对各种植物的生长，表现出刺激作用。藪田在1939年，从真菌培养物中，分离出化学提純状的活化物質，研究了其对植物生长的影响。这种物質就称为赤霉素。经过14年后，美国和英国从上述真菌中获得了三种制剂，即赤霉素A₁、赤霉素A₂和赤霉酸或者赤霉素X。后者証明最活化，因此在文献中較好地研究和闡发了它。在国外已制造了几种赤霉酸商品并在广泛地試驗其对植物各方面的影响。

在苏联M. X. 查依拉赫揚教授曾詳細地研究过赤霉酸对植物的影响。作者利用了从美国得来的制剂，同时也研究了我們的“制剂I”。这种制剂如前所述，是我們从罹病葡萄茎上分离出来的 *Fusarium* sp. 中获得。这种真菌在以葡萄糖作碳素营养源的合成培养基上生长很好。菌絲在液体培养基的表面，最初生长得很好，然后它充滿了所有最深厚的部分，在振荡培养条件下，真菌生长特別茂盛。在这种情况下培养基染成黑綠色。从这种培养液中分析出活化物質，加以化学提純，結果即得到帶白色的結晶状产物。根据其理化特性以及生物学效能，这种制剂与赤霉酸很相近。但我們暂时还不能肯定我們的制剂就是赤霉酸，或者与赤霉酸不同。为了完全証明同一，还需要进行專門的化学研究。因此，我們选择了引号中的这个名称暂时称这种制剂为“苏联的赤霉素”，或者“制剂I”。

我們曾在营养生长的条件下，在各种植物上試驗过“制剂I”。为此，制备了稀薄的溶液，并用它处理植物。試驗过豌豆、箭筈豌豆、玉米、小麦、黄瓜和甜菜，在所有的情况下，我們均获得或多或少表現良好的結果，“制剂I”在极小的浓度时，都有作用。制剂最适浓度在1升水加5—20微克范围内。

为了用“制剂I”溶液处理植物，我們应用过各种方法：一种情况是在播种前浸种；另一种情况是用噴霧器噴射生长5—10昼夜的幼苗；第三种情况是把溶液滴在植物尖端。

如果用“制剂I”噴射豌豆、黄瓜、玉米的幼年植物，則处理的植株经过10天之后，比对照高1.5—2倍。在豌豆上表現最有效，在玉米上較弱，但表現明显，小麦的反应較不明显。假若是用“制剂I”处理种子，大約也得到同样的結果，我們用稀薄的溶液(0.02%)浸漬豌豆、玉米、小麦、箭筈豌豆、黄瓜的种子2—3小时，然后播入营养鉢的土壤中。植株的生长加快得十分明显，经过三星期后，試驗的植株比对照大大增高。豌豆干物質产量比对照高60—70%，小麦干物質重量增加最少(20—25%)。

苏联的“赤霉素”也象国外的制剂一样，对植物的根系不显示影响。赤霉酸特別值得注意的是它对两年生植物甘蓝、胡蘿卜、甜菜等的影响。这些植物，如所周知，仅在生活的第二年才开花結实。在生长的第一年，它們只形成营养物質、蓮座状叶和肉質直根，不生长花枝。如果用赤霉酸刺激这种植物，則它們能形成花枝，并在生长的第一年就开花。“制剂I”在M. X. 查依拉赫揚的試驗中，当刺激金光菊的植株时，也确切地得到这样的效果。每天得到这种制剂溶液(0.02%)一滴的金光菊，很快就长出了花枝，此时对照植株仍然在蓮座状叶时期。

在闡明的基础上我們認為“制剂I”如果不是典型的赤霉酸，也無論如何是与其近似的物質。

第二个制剂，“II”是我們从土壤酵母菌培养物中获得的，是一种黄褐色的粉末，能溶于水，它也具有强烈的刺激作用。用噴射制剂稀薄溶液(0.05%)或者是浸种的方法处理过的小麦、玉米和豌豆，生长很快，干物質的增长額增加50—100%以上。草本植物小麦的高度，对照为15—16厘米，試驗的为20—30厘

米;玉米对照为18—20厘米,試驗的为25—40厘米;豌豆对照为10—15厘米,試驗的为20—35厘米。“制剂Ⅱ”与赤霉素不同,其本质如何,我們目前还不知道,还需要繼續研究。

制剂A₁和A₂是从放綫菌培养物中获得的一种棕黄色粉末(未加工品),能刺激豌豆、三叶草、箭筈豌豆、黄瓜的生长,对禾本科植物生长的刺激作用較弱。

在实验室营养钵中、沙中或者土壤中的实验条件下,这些植物的干物质,比对照植株增加了30—60%。

物质A₂对箭筈豌豆和豌豆根系的作用較强烈,但对三叶草的根系无作用。制剂A₁和A₂对小麦和玉米生长的影响都很小。其干物质的产量不超过20—28%。試驗中小麦的

高度为16—17厘米,而对照中的为12—13厘米。玉米相应为18—20厘米和13—15厘米。对它們的研究尚在繼續。

在結論中我們可以說,許多土壤微生物活化体的研究已告一結束;获得了化学提純的刺激物制剂赤霉酸和“制剂Ⅰ”——初步分析出来的純物质。它剧烈地活化着植物的生长,甚至改变其发育的特性。另外的活化类型的許多微生物,也产生出类似的物质。应该希望在最近几年內,能专门获得很多制剂,这些制剂能使农业生物学家和作物栽培学家們有可能加快或者相反,延迟植物的生长,增加产量和改善品质。

(張志恒 譯自“Природа”, 1958, 7)

关于赤霉素的科学

住木 諭 介

一、研究簡介

这一研究项目是在第二次世界大战前4—5年进行的。当时,对赤霉素的特殊生理作用,在学者們之間还有不同程度的看法,并且在生产方面也未予以重視。因此,这项工作在战争期間和战后陷于停頓状态。然而在6年前,对这一問題又重新进行了正式的研究。

二、恶苗病

在田間的稻苗中,有时某些植株比一般苗高出5—6倍,关于生有这类病害的稻苗,农民称其为稻恶苗,考其原因是由于所謂恶苗病菌(霉菌)的繁殖所致。关于此种病原菌虽有不同的学說,但最終經藤黑研究已經明确下来,并命名为稻恶苗病(*Gibberella fujii*-

kuroi W.)。

将病原菌进行純粹分离培养,由稻鞘的滤液中分离出二种結晶状的有效成分,当时根据該菌的学名而定为赤霉素A和B (*Gibberellin A & B*)。

最近从赤霉素A更分离出A₁、A₂、及A₃的亚群結晶。然而几乎在同一时期內,英国皇家化学工业公司研究所的伯利恩(Brian)和美国北部农业研究所的斯托道勒(Stodola),分別提出赤霉酸(*Gibberellic acid*)和赤霉素X(*Gibberellin X*)的新命名,同时并分离出具有徒长作用的結晶物质。

其后关于这两种物质,由于交換試样之后,証明笔者所分离的A₃与以上所述者属于同一物质,結果根据三方的协定,将A₃称之为赤霉酸(*Gibberellic acid*)。

此等赤霉素 A_1 、 A_2 、 A_3 、B及C的作用大小虽属不同,但都能加速植物的生长。经过酸的处理,证明由 A_1 可生成C和由 A_3 可生成B,并且更可产生镰刀菌酸。

其次,菌株由于培养条件的不同,对 A_1 、 A_2 和 A_3 的生产率也有差异。

三、培养、分离和精制

在培养细菌时,首先必需准备培养基。在静止培养时,可用下述培养基。

甘油	1 %
氯化铵	0.1%
磷酸钾	0.3%

若是采取振荡的方法进行培养,在制成上述培养基之后,应在甘油或葡萄糖、氯化铵、磷酸钾中加入微量的铁、锌及镁等元素,它的pH值以4.0为最适宜,适温为28°C左右,静止培养为25天,振荡培养为7天,大量培养需要3天左右。利用静止培养由100升中可采收A的结晶约为0.8克,其中 A_1 、 A_2 及 A_3 的比例为5:3:2。

在进行大量培养时,A的产量可由每100升中获得0.4克,其中大部分为 A_3 。由于这种菌株只是从水稻上所分离出来的天然物质,若是依照紫外线,X线和 CO^{60} 而制成突然变异的菌株时,当然更可提高它的产量,这一点由制取抗生物质的实例可得到证明。

其次在分离精制的方法上,将稻鞘加以滤过,采其菌体,滤液用活性炭处理,吸取赤霉

素,再用甲醇铵溶出,随后将溶出液用火焰蒸发器浓缩,并用硷性和醋酸丁醇抽出。由于所获得的水层多呈酸性,所以应当再次使用醋酸丁醇进行抽出。其次对抽出的浓缩溶液,可在酒精挥发混合物中分别令其结晶,最后即可获得A和B的结晶体。

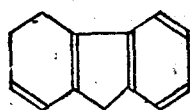
由A中分离出亚群(Subgroup)时,用pH 6.2的磷酸盐缓冲液按前法予以处理之后,继用硅藻土吸附,然后用完全不含有酒精的乙醚溶出之,最初是 A_1 ,最后是 A_3 ,但是由于硅藻土的pH值以及含有乙醚的关系,常因使用少量的酒精,而不易分离。

其他的方法是将混合物变成甲基酯,使其经过铝的吸着塔之后,用醋酸乙醇和苯的混合溶液(容量为1:5)析出,初为 A_1 ,继为 A_3 ,随后利用1:1的溶剂,再次析出时,即可获得 A_2 ,或者只能析出 A_2 。将A溴化之后, A_1 和 A_3 即可生成溴化物,对此硅胶胶(Silica-gel)进行色层分析(pH5.2)之后,再用丁醇苯(容量比为5:95)析出,结果仅剩有溴化物,继续再用10:90的上述溶剂溶解时,即可获得 A_2 。根据上述的分离方法来看,似乎是一项非常简单的工作,但是如果用4名助手由早到晚地操作时,需要将近一个月的时间才可吸着,并且还要利用色层分析法及向流抽出法等进行工作才可获得成功。

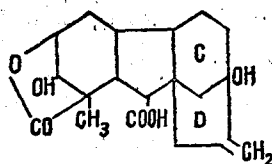
赤霉素的性质、化学构造式以及各种赤霉素的物理化学常数,见表1和表2。

表1

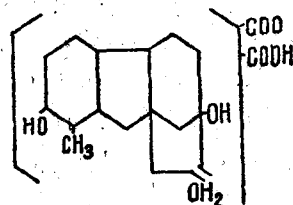
赤霉素	分子	点(C)	[d] _D	$\frac{-CH=}{CH-}$ 数	OH数	>CO数	-COO数	COOH数
A_1	$C_{19}H_{24}O_6$	232-5	+42.3	1	2	0	1	1
异性 A_1	$C_{19}H_{24}O_6$	270-2	—	0	1	1	1	1
伪性 A_1	$C_{19}H_{24}O_6$	225-7	+33.7	1	2	0	1	1
A_2	$C_{19}H_{26}O_6$	235-7	+11.7	0	2	0	1	1
A_3	$C_{19}H_{22}O_6$	233-5	+86.0	2	2	0	1	1
B	$C_{18}H_{20}O_3$	200-3	-80.0		1	0	0	1
C	$C_{19}H_{24}O_6$	252-3	+49.9	0	1	1	1	1



(I)



(II)



(III)

$A_1 \xrightarrow{\text{酸}} \text{异性} A_1$

$A_1 \xrightarrow{\text{碱}} \text{异性} A_1$

$A_2 \xrightarrow{\text{酸}} B$

$B \xrightarrow{\text{碱}} \text{Cibberic acid}$

$C \xrightarrow{\text{酸}} \text{异性} A_1$

$C \xrightarrow{\text{碱}} \text{异性} A_1$

$C \xrightarrow{\text{酸}} \text{异性} A_1$

$C \xrightarrow{\text{碱}} \text{异性} A_1$

$C \xrightarrow{\text{酸}} \text{异性} A_1$

$C \xrightarrow{\text{碱}} \text{异性} A_1$

表 2

镰刀菌酸
Cibberic acid
 $C_{18}H_{20}O_8$

在 A_1 、 A_2 、 A_3 、B及C之中,虽然都有其生理上的活动性,但是异性赤霉素和伪性赤霉素并不具备这种性质。 A_1 、 A_2 和 A_3 虽然具有强烈的活动性,但是若以敏感的生物学鉴定方法来测定时,则很难得出正确的结果来加以比较。约在0.0001%溶液中,即可显示其特异的作用。当然它的作用随植物组织构造的不同而有差异,但是赤霉素常因甲基酯的作用而失去活性。

根据最近的研究材料证明,赤霉素对微生物和动物无甚作用。

其次对赤霉素的化学构造式虽已明确,但是在各个不同的赤霉素中所含氧的机能,如表1所示。

A_1 已知的内酯环是属于 γ -内酯环的红外吸收,Ⅱ式左侧环中的羟基属第1级,它的位置虽是列入第Ⅱ式,但由脱水反应已被证明,将内接环用锂铝氢氧化物还原后,由其所生成的物质不能得出二磷酸的反应,结果在Ⅱ式中的内酯环的位置就不能获得一致。

我们认为 A_1 、 A_2 和 A_3 是属于同一母核并具有同样机能群的物质,其中只是由于二重结合数的不同而有差异。然而由A和 A_3 中生成的第二氢化物 A_1 和第三氢化物 A_3 等的还原完全是一种与 A_2 相同的物质。至于其理论问题,可由下述例证而得明确。

例如,Ⅱ式是第三氢化物衍生物,可存有

多数不斉型碳原子,但是由于二重结合的饱和,可重新生出类似D环和Ⅱ式左侧环的平面。至于立体异性体至少可以生成四个,由于其中可能存在有大多数 A_2 的异性体的关系,所以第二氢化物 A_1 可能存在二种异性体,从而被天然二重结合饱和的 A_2 ,则与 A_1 和 A_3 是一种完全饱和物。第二氢化物 A_1 和第三氢化物 A_3 之所以能够一致,却是一项偶然的事。

决定这些赤霉素的化学构造体乃是为了明确A的结晶而进行的,至于由酸和碱的分解所获得的生产物,如果不联系到有机化学也可明确。例如在表2中所表示的产物,经过混合之后,加以选定,首先可得出A的结晶。由于培养条件的不同,有时可获得大部分的 A_1 ,有时也可产生大部分的 A_3 。

然而如前所述,外国的菌株大部分可产生 A_3 ,如果利用大量培养,只能生产 A_3 ,确是一件幸事。

四、赤霉素的生理作用

各种赤霉素是否具有生理作用问题,虽然在前面已经叙述,但其徒长现象究竟如何被形成的问题,应当对生物的成长分为细胞分裂和细胞伸长来进行研究。细胞可先行分裂。由于细胞的提早繁殖伸长,结果生物的成长就可提早进行。

然而由于明白了赤霉素的上述两种作用之后,它对细胞分裂几无影响,而与对照相比较,分裂各细胞的长度可增加5—6倍,例如将紫鸭跖草雄蕊上的纤毛细胞排成一行,经过2—3天,在其进行有丝分裂之中,由于它继续进

行伸长而成长的关系,紫鴨跖草便成为現今研究中的一种最适当的实验材料。

将含有赤霉素A0.00005—0.01%的溶液放在砂糖琼脂中繼續培养之后,可断定它具有促进細胞分裂的作用,并可提早伸长,其中尖端柔嫩細胞較底部老細胞的伸长率大。其次节間的細胞数目虽然几乎没有变化,但各細胞可显著地进行縱向生长。

关于此种实际情况,在綠豆和其他植物上都可得到証明,其結果即可获得所謂的徒长現象。然而各細胞如何能够特殊进行伸长的基本理由至今仍不明确。但于最近根据加利福尼亚大学輔尼(Fenie)的研究,有的玉米品种由于用赤霉素处理之后,可促进其細胞分裂而提早伸长。

另外,赤霉素的作用与植物生长刺激素及其他一般生长素(Auxin)相互比較时,可用植物生长素与2,4-D进行比較試驗。

如果从植物代謝方面来加以研究,赤霉素虽可影响植物的呼吸系統,但对所謂磷酸溶化与結合等究屬如何,尚不明确。其次,利用赤霉素对植物进行处理以后,一般可以增加植物体的干重和纖維素、半纖維素及含氮物質,但可减少非还原糖类。

应注意的問題,就是可减少植物同化作用主要物質的叶綠素。用赤霉素处理后,植株虽然是处在日照之下,也可形成白色体,并且完全不生有叶綠素的柔嫩細胞,对赤霉素也有活性。依此即可証明赤霉素的活性,而与同化作用无甚关联。

五、赤霉素的应用

赤霉素不仅对水稻具有作用,对所有的植物都能发生作用,在实际中,对叶面进行撒布,或者促使植物的根部进行吸收,或者向植物茎部注射,或者取軟膏进行涂抹,这几种方法都可应用,这种物質在使用上虽是一种毒剂,但毕竟还是藥品。

1. 谷物类 对水稻进行試驗之后,虽可提早其抽穗期和开花期,但产量并未增加,然而从水稻对赤霉素的浓度相当敏感的情况来看,如果确定了最适宜的浓度以后,即便在实际中的施用方法有所困难,但若与植物生长刺激素并用,就能克服这种困难,特别是用于防止冷害和风害时,更应进行詳細的研究。此外,还可以在麦类上进行研究。

2. 蔬菜类 用赤霉素溶液浸漬叶菜类的种子后进行播种,或者发芽后撒布赤霉素溶液,均可增加产量,特别是在将来广泛使用化学肥料而进行水培时。从提早收获来看,用赤霉素可提高栽培面积的利用率,其次,在制造豆芽时,以赤霉素水溶液浸漬,除可增加其长度外,并可增多維生素的含量。至于赤霉素对根菜类的效果如何,尚未进行試驗。

3. 纖維作物 对大麻幼苗噴洒赤霉素溶液,可增加植株的高度,并且在收获之后加以精制,可获得細长的成品。至于强度則和对照的質量无甚差异。其次,对蘭草、棉花等如能增加其长度,則在用途上当可开辟新的方向。特别是蘭草中的叶綠素,受到氧化会变色,但經過赤霉素的作用,至少可以防止变色。

4. 麥芽 将制造啤酒、威士忌所用的大麦用赤霉素溶液浸漬后,可促进发芽,并可增加淀粉酶的能力2—3倍,因此这不仅可节省大麦,同时也可利用到麥芽糖制造工业上去。

5. 經濟作物 烟苗用赤霉素溶液处理后,虽可增加株高和叶数,但减少尼古丁的含量。在資源缺乏的日本,虽然不必特意减少尼古丁的含量。但在富饒的国家之中,可以考虑利用含有尼古丁少的原料来制造卷烟。

其次,如果向茶树的嫩芽噴洒赤霉素时,可加速伸长,并且它的成分,除去叶綠素之外,与对照材料无甚差异。另外,一般只能将茶摘到三次,如果以赤霉素处理之后,或許能摘到四次,甚至五次。

(董輔仁譯,黑龍江省甜菜科学試驗站稿)

新的生長剂—赤霉素

——赤霉素的提取法，生理效能及其实际应用的可能性——

I. A. 捷也法尔特

(一) 緒言

近来，在专门文献中，甚至在一些报纸上都愈来愈经常地遇到一种所谓赤霉素的新物剂组的名称（根据 X. N. 海尔托格教授建议，这个名称在这里是作为集合性的专用名词来使用的，与英语中的“Gibberellins”相符合）。有些植物经赤霉素处理后就获得罕有的长大。许多实验室都在实验这种新物剂，制药工业也正在开始大量生产这种物剂，因而，不由使人们想到：我们这里所谈的这种物剂在农业中的应用范围可比现在所知的各种生长剂的应用范围都要广得多。本文的目的是概述这方面的文献，并分析已经进行了的各种试验及在试验中所取得的结果。

(二) 历史概述

堀(Hori)于1898年记述了在日本发现的水稻“恶苗病”。后来，在其他一些生产水稻的国家里如中国、菲律宾、锡兰、意大利、印度、英属圭亚那也发现了同样的病。这种病的症状是：初生的水稻发生不正常的垂直生长，而水稻的叶子呈淡绿色，大部分水稻在初生阶段就死亡了。已栽种在田里的作物遭受或传染到这种病后长得就比健康的作物高得多。因此在英属圭亚那被称为“Man” rice（高的水稻）。这些异常高的作物很快就会死去，而不生长果实。这种现象在锡兰被称为“Wanda peedema”（急速成熟）。

这种水稻病是由真菌引起的“*Fusarium moniliforme* Shield”，其有性世代是“*Gibbe-*

rella fujikuroi(Saw) W. P.”。真菌留在土壤中，通过依附在种子上的孢子传播病症。对真菌最适宜的温度是 27°C。其他容易受这种寄生物侵袭的作物，主要有：甘蔗、玉米、棉花。但这类植物在正常条件下，没有发生过度生长。

1926年黑泽证明，用无细胞滤液处理水稻作物后，能引起典型的“过度生长”病。这是第一次提到寄生物能产生一种可使秆茎“过度生长”的物剂。其他日本研究者也证明了这一情况。同时发现，不仅是水稻，而且其它单子叶和双子叶植物经这种滤液处理后也会发生过度生长。

1934年，藪田及其合作者从作物滤过液中分离出一种物剂—生长抑制素($C_{10}H_{18}O_8$)，但是，这种物剂，显然是阻碍了作物的生长。

1939年，藪田和林分离出了二种物剂，用来处理水稻作物后，能引起“过度生长”。这类菌属物剂(Gibberelle)称为赤霉素A和B。显然，A比B更有效能。在日本对这些物剂的生理效能作了许多试验。这些试验都刊登在名为“恶苗(过度生长)菌的生物化学”的文集中。1954年在这部文集中发表了第32篇论文。

1950年后，英国和美国都互不通闻地开始了赤霉素的试验工作。在英国皇家化学工业公司工作的克梯斯(Curtis)克罗斯(Cross)企图分离赤霉素A，但是他们获得了另一种具有类似的生物性能的物剂，他们称它为“赤霉酸”(Gibberellic acid)。

美国的斯托道勒及其合作者分析出了赤霉素A和另一种被称为赤霉素X的新物剂的混合物。后者显然和赤霉酸是同一物。

日本研究者在这些最新发现中,着手研究赤霉素A是否由几种物质组成的问题。结果,他们费力地把赤霉素分成了具有三种生物效能的三种不同部分:GA₁,GA₂,GA₃。GA₁和斯托道勒的赤霉素A相同,而GA₃大概和英国皇家化学工业公司组相类似。GA₁,GA₂,GA₃的溶解度相同,吸收的红外光谱也相同。因此,它们的化合物长期以来被认为是同类的(均一的)。此外,日本的研究者还分离出赤霉素B和C。但对这些物剂知道得还很少。斯托维和山木建议把已研究出的物剂称为GA₁,GA₂,GA₃,GAB,GAC,而未研究出的二物剂化合物或三物剂化合物则建议用简短的代号GA表示。

GA₁,GA₂,GA₃的分子式如下:

物剂	分子式
GA ₁	C ₁₉ H ₂₄ O ₆
GA ₂	C ₁₉ H ₂₆ O ₆
GA ₃	C ₁₉ H ₂₂ O ₆

因而,这些物剂的唯一区别是氢原子的数量,因此,也能指出双化合物数量的区别。

三种物剂的融解点都在235°C左右。在室内温度下为白色的晶体。极易溶解于酒精、三氯甲烷、丙酮中,但不易在水和乙醚中溶解。

对英国皇家化学工业公司物剂组来说,结构式能提供的东西更小,因为,这一物剂组具有一长处,开始即能与GA₃酸混合起作用。

克罗斯提出下列分子式,作为GA₃的可能结构式。

GA₃=赤霉酸

斯托维和山木指出,赤霉素化学非常复杂,因而赤霉素的结构复杂。此外,很难分离和测定不同的赤霉素。

目前,市场上主要有赤霉素A₃(英国皇家化学工业公司)或最常见的赤霉素A₁和赤霉素A₃化合物(美国公司的)。这些物剂的生物效能的差别极小。

(三)赤霉素的定义

Ga可用特定小种“*Gibberella fujikuroi*”制成。这种菌可在营养溶液中培育。经2—3星期后形成赤霉素,即可用适当的办法从溶液中析出。

鲍诺和一些人在封闭培育中得到了40毫克/升,空气培育“*Gibberella*”经18天后可得到200毫克/升。用管子培养得到了544毫克/升。当菌丝的成长得到保护时,所得赤霉素的数量会更多。

斯托道勒和一些人所叙述的赤霉素的提取法是较大规模的。在600升的容器中培育*Gibberella*,几天就得到赤霉素12克或20毫克/升。生产赤霉素时,菌的来源有非常重要的意义。鲍诺和他的合作者根据它们所产赤霉素的性能,确定了*Gibberella*的21种不同品种。这21种不同品种是从其它作物中取来的,其中只有一种引起了“过度生长”。在第一节已经指出,除水稻外,其它作物经*Gibberella*感染后发生过度的生长。鲍诺和他的合作者不是用赤霉素对水稻的独特作用来解释这种现象,而认为只有菌的异种才在水稻上具有生成赤霉素的性能。在日本所进行的研究工作的结果也指出了这一点。

(四)用赤霉素处理作物

可依各种方法来用赤霉素处理作物,一般只需几毫克赤霉素即使使作物增加生长。

1. 点滴处理法:用浓度10—15毫克/升的赤霉素溶液滴在新叶的生长点上。这一方法必须定期(经常地)进行才能得到好的效果。

2. 象第一种方法一样,用溶液喷射作物上部。

3. 加1%羊毛脂软膏处理。

4. 把赤霉素溶液注射入茎秆或纤维“Vlezige”叶中。

5. 把种子浸入赤霉素溶液中。

6. 使根部吸收菌的营养液。
7. 处理土壤(但会迅速地被微生物消灭)。

(五) 赤霉素对作物的效能

1. 沙藏法(层积贮藏法) 巴頓用赤霉素处理了沙藏用“*Malus aruoldiana*”的胚芽后断定,由此得到的作物的成长完全正常,而沙藏后经处理的种子所得的作物都发生了生理性侏儒症:节间非常短,作物呈莲座形。在这种情况下,赤霉素起了低温的作用。

2. 种子发芽 在播种前把种子浸入赤霉素溶液或其它含有少量赤霉素的液体中可提高发芽率,而且,在低温下发芽特别快。同时,赤霉素在一定条件下还能使一般不发芽的种子发芽。一定品种的莴苣种子能在红光下发芽,但是红外线却会起反作用。赤霉素显然可用来代替红光的作用;而红外线是消灭不了这个作用的。喜光的种子“*Arabidopsis*”用了赤霉素,甚至在黑暗中都能发芽。又发现:收获后放置不同的种子“*Kiemrurt*”在赤霉素的影响下也能开始发芽。

3. 茎秆的生长 赤霉素首先能使大多数作物的茎秆成长,特别是有侏儒症的作物,莲座状植物也是如此。这种植物在长茎秆前必须要受到寒冷处理和持续的光照处理,用赤霉素处理后不进行冷处理和持续的光照处理也能使植物长出嫩枝。赤霉素的这一作用请参阅第四节。

伯利恩和海明研究了赤霉素对各种豌豆品种的影响:包括正常生长的豌豆和矮生豌豆。两类豌豆的主要不同处是节间的长度。显然,赤霉素对正常植物的成长有影响,但赤霉素也能促进矮小植物的生长,使其达到正常品种的高度。

在曼台奥尔矮生品种中,上述的研究者已用0.01毫克的赤霉素来刺激植物的强力生长,而使用1毫克赤霉素时所取得的效果最大。甚至赤霉素量达1,000毫克时,对植物也没有

毒害。在这种情况下,赤霉素影响的不是节间的数量而是节间的长度。必须指出:吲哚乙酸(U.J.K)对曼台奥尔矮生品种的生长影响不大。

通常,经赤霉素处理后的植物能使茎秆大为增长,但其叶子的颜色比未经赤霉素处理过的淡得多,看来,好象是由于光照不强而变淡的。叶子的淡绿色和茎秆的不正常高度会使人想到黄化现象。实际上,洛哈特已指出,被红光阻止生长的豌豆品种用赤霉素处理后,能象黄化个体一样地成长。而赤霉素对矮小的品种在黑暗中也能提供补充效果。芬尼用六种不同品种的矮小玉米进行了赤霉素的反应试验。在一个品种中,侏儒症是由显性因素决定的,而其它五种品种中侏儒症则是由隐性因素决定的。而且每一品种的遗传作用都不同。

矮小品种中有四种用10毫克赤霉素处理后发现其生长与正常品种相同;第五种的反应很弱,而侏儒症产生的原因完全是显性因素所致,第六种品种对赤霉素的处理丝毫没有反应。这种矮小品种中没有一种对吲哚乙酸发生反应。

蚕豆的矮生品种经赤霉素处理后,其健壮生长的情况几乎与高生品种相似。

虽然不是所有的植物都能对赤霉素发生与上述矮生品种一样的反应,但是大多数植物经赤霉素处理后都有显著的增长。马尔特与其他一些人研究了大量的不同种的植物。最显著的反应是茎和叶柄的增长。在开始抽茎时即用赤霉素处理,则可发现茎的生长最健壮。反应是形形色色的;有些矮生品种的反应非常强烈,有的很弱,而有些针叶树则根本不见效应。

假如只经过一次赤霉素的处理,那么在赤霉素的作用时间内,植物的生长就逐渐正常,在茎上也可能生出叶簇。若使长期发生作用,则需定期进行处理。通过种子把赤霉素的效能传到下一代的现象,目前尚未发现过。