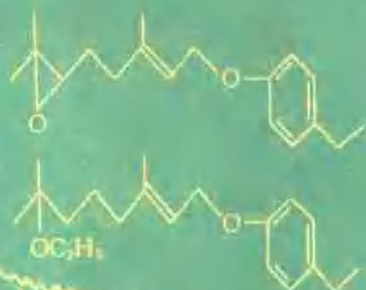




农村科学实验丛书

昆虫保幼激素在 蚕业上的应用

广东省顺德县科技局 编
广东农林学院蚕桑系



科学出版社

农业学大寨



农村科学实验丛书

昆虫保幼激素在 蚕业上的应用

广东省顺德县科技局 编
广东农林学院蚕桑系

科学出版社

1976

内 容 简 介

昆虫保幼激素类似物应用于养蚕有明显的增丝效果。本书简单介绍家蚕的激素及其对蚕的生长发育的影响,着重于昆虫保幼激素类似物在养蚕方面的应用技术及增丝的原理,总结了群众的实践经验,使读者对应用昆虫保幼激素类似物养蚕增丝这一新技术的原理及做法有初步的了解。

本书可供蚕区饲养员、知识青年、十部和从事蚕桑工作者参考。

昆虫保幼激素在蚕业上的应用

广东省顺德县科技局 编
广东农林学院蚕桑系

*

科学出版社出版

北京朝内门内大街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7月第 一 版 开本:787×1092 1/32

1976年7月第一次印刷 印张:2

印数:0001—19,950 字数:39,000

统一书号:13031·451

本社书号:676·13—7

定价: 0.68 元

18

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

前 言

养蚕在我国已有三千多年的历史。蚕丝除供应国内需要外,又是我国传统的出口商品,在国际上享有极高的声誉。我国桑蚕茧的产量,虽然从 1970 年以来已跃居世界第一位,但还是远不能满足国内消费和对外贸易的需要。在毛主席关于“**以粮为纲,全面发展**”的方针指引下,在大力增产粮食的基础上,发展桑蚕生产,对巩固农村集体经济,加速我国社会主义建设,发展对外贸易,具有重要的政治和经济意义。

昆虫激素应用于增产蚕丝,特别是应用昆虫保幼激素增产蚕丝,是七十年代在养蚕技术上的一项重要革新。我国广大工人、贫下中农和科技人员,以阶级斗争为纲,在毛主席革命路线的指引下,在批林批孔运动的推动下,发扬独立自主,自力更生的精神,开展了社会主义大协作,在 1973 年 4 月合成了我国第一批昆虫保幼激素类似物,填补了我国人工合成昆虫保幼激素类似物的空白,为开展应用昆虫保幼激素类似物养蚕创造了必要的条件。我省和全国许多地区一样,对昆虫保幼激素类似物在蚕业上的应用,进行了大规模的群众性的农村生产试验,初步取得了增产蚕丝的效果。两年多来,在祖国辽阔的土地上,应用激素养蚕这一新技术发展之快,效果之佳,是资本主义国家所望尘莫及的。这是社会主义制度优越性的又一生动事例,是毛主席革命路线的一曲胜利凯歌。

为了适应形势发展的需要,根据我省主要蚕区应用激素养蚕的实践,编写了这本科学普及读物,供蚕区的饲养员、干部和知识青年参考。目前形势发展很快,群众的创造不断涌

现,有些问题尚待通过今后实践来解决。

在编写过程中,得到广东省农业科学院蚕业研究所、广东省测试分析研究所的大力支持和协助,谨此致谢。由于我们水平所限,本书谬误之处一定不少,希广大读者批评指正。

编 者

1975年4月

目 录

前 言	iii
一、蚕的生长发育和激素	1
1. 蚕的一生	1
2. 蚕的激素	2
二、昆虫保幼激素研究的进展和人工合成	6
三、昆虫保幼激素及其类似物对昆虫的作用	8
四、应用昆虫保幼激素类似物增产蚕丝	10
1. 应用昆虫保幼激素类似物养蚕的增产效果	10
2. 昆虫保幼激素类似物为什么能增产蚕丝	13
3. 昆虫保幼激素类似物对茧丝质量的影响	17
五、昆虫保幼激素类似物养蚕在广东省推广应用的几点 体会	20
1. 在养好蚕的基础上使用昆虫保幼激素类似物	20
2. 合理用桑，增产增收	21
3. 加强簇中管理，提高茧丝质量	26
六、昆虫保幼激素类似物养蚕应用上的几个技术问题	27
1. 质在昆虫保幼激素类似物的剂量与浓度	27
2. 喷布昆虫保幼激素类似物的适宜时期	30
3. 喷布昆虫保幼激素类似物的均匀度	33
4. 合理控制五龄的延期	34
5. 影响昆虫保幼激素类似物增丝的几个因素的综合关系	36
七、应用昆虫保幼激素类似物的技术标准及注意事项	38
1. 应用昆虫保幼激素类似物的技术标准	38
2. 配制 734-II 号的计算公式	39

3. 734-II 号稀释液的配制·····	39
4. 应用昆虫保幼激素类似物应注意的事项·····	40
八、昆虫保幼激素类似物在生产与应用上的新动向·····	42
1. 两次喷布法·····	42
2. 乳化剂革新和代用品的苗头·····	43
3. 昆虫保幼激素 738 号在生产上的应用·····	45
4. 昆虫保幼激素类似物与蜕皮激素的配合使用·····	45
九、昆虫保幼激素类似物的展望·····	49
1. 昆虫保幼激素类似物养蚕增丝的潜力·····	49
2. 昆虫保幼激素类似物在杀虫方面的研究·····	51

一、蚕的生长发育和激素

1. 蚕 的 一 生

家蚕属于完全变态的昆虫,要经过卵、幼虫、蛹和成虫等四个形态和功能上完全不同的发育阶段,才能完成一个世代。

在适宜的温度条件下,蚕卵的胚子经过 8—12 天左右(因品种不同而异)的发育便从蚕卵中孵化出来。刚出来的蚕儿又叫蚁蚕。蚁蚕食桑经过几天的生长发育,长到体色由黑转黄,皮肤出现紧张而有光泽时,便不再食桑而入眠(眠时吐丝,将腹足固定在蚕座上,安静地抬起头胸部)。由孵化到入眠所经过的时间,叫做第一龄,第一次入眠的蚕叫做第一眠蚕。大约经过一天多时间,蚕儿将束缚它长大的旧表皮脱掉,并形成较宽大的新表皮,以利于体躯的进一步增长。蚕儿脱皮后不久便食桑而进入下一个龄期,即第二龄。这样,每一个龄期都眠一次(亦即脱皮一次)而进入下一个龄期。家蚕的幼虫期一般经过四次入眠脱皮而达到第五龄。蚕儿第五龄经过时间最长,食桑量最多,其食桑量约占整个幼虫期的 80% 以上。在五龄中期以前食下桑叶的营养物质,大量是用于建造体躯,只有少量用于丝腺。但五龄中期以后,桑叶中的营养物质便大量被用于绢丝物质的合成。这时体内一对丝腺发育成熟,迅速胀大。五龄后期蚕儿食桑量逐渐减少,最后停止食桑而吐丝结茧。在茧内脱一次皮,即变态为蚕蛹。

在蛹期,一部分幼虫组织器官被分解,并建成成虫的组织器官。在适宜的温度条件下,经过 10 天左右,脱去蛹皮而羽

化成蚕蛾，破茧而出。

成虫期（蛾期）是家蚕生殖时期，主要是交配和产卵，以后雌、雄蛾均自行死亡。每一个雌蛾的产卵数是300—600粒（因品种和营养条件而异）。

在适宜的条件下，蚕蛾产下的卵能继续发育孵化为蚁蚕的叫不越冬卵（生种）；产卵后2—3天内卵壳渐次变成赤豆色，胚子停止发育而进入休眠（滞育），直到次年春暖才孵化的叫滞育卵（黑种）。蚕品种在自然条件下一年只能完成一个世代的，称一化性品种；一年内能完成两个世代的，称二化性品种；一年内能完成三个世代以上的，称多化性品种。

2. 蚕 的 激 素

人们在研究昆虫的过程中，发现它的生长、发育、变态、滞育（休眠）、交配和生殖等生理活动机能，都是通过神经系统由某种物质所调节和控制的，这种物质叫做昆虫激素。

昆虫激素可分为内激素和外激素两类。内激素是由昆虫体内的分泌器官或组织所分泌的活性物质，具有特殊的生理功能。昆虫的内激素包括有：由脑的神经分泌细胞所分泌的脑激素；由前胸腺分泌的蜕皮激素；由咽侧体分泌的保幼激素以及由食道下神经球分泌的滞育激素等。外激素是由昆虫的某种腺体分泌到体外的一些化学活性物质，能对其同类发生感应或借助以适应其生活、繁殖所需的种种行为。现已知道的外激素有引诱异性的性外激素；蜜蜂等分泌的结巢外激素；蚂蚁散发的踪迹外激素等。

下面将与家蚕生长、发育有关的内激素作简单介绍：

（1）脑激素 蚕的头部背面内有一对脑球，是神经中枢。在脑间部有几群圆形或椭圆形的神经分泌细胞，见图2。它们

能分泌脑激素。脑激素通过脑两旁的心侧体而进入血液。它的作用主要是促使前胸腺分泌蜕皮激素。如果用人工手术摘除家蚕蛹的脑，这些蛹就会因缺乏脑激素而停止了前胸腺的分泌，也就不能羽化成蚕蛾。这些蛹便成为“永久蛹”。如将蛹脑重新植入“永久蛹”体内，不久它就能正常地羽化成蚕蛾。此外，脑激素可能对咽侧体的分泌也有调节的作用。所以脑激素是控制家蚕变态的激素。目前，脑激素的活性物质已经被分离出来，并作了初步提纯，初步认为，可能是多肽类化合物，但是化学结构尚未最后确定。

(2) 蜕皮激素 在家蚕第一胸节两侧气管丛的内面，有分枝成带状的前胸腺，蜕皮激素就是由前胸腺分泌的。蜕皮激素的功能是引起蚕的蜕皮。当有保幼激素存在时，蜕皮后仍然保持幼虫的特征。但五龄的后期，保幼激素分泌停顿，蜕皮激素起主导作用时，则促进变态，由蚕变蛹，蛹羽化成蚕蛾，蚕蛾的前胸腺则退化萎缩。

目前已确定蜕皮激素的化学结构是属于甾族化合物。从家蚕蛹中分离出两种化学结构十分相似的蜕皮激素，即 α -蜕皮激素和 β -蜕皮激素。这些蜕皮激素对其他昆虫同样具有活性。蜕皮激素的生物活性是非常高的，只需注入0.0075微克(1,000,000微克相当于1克)就能引起无脑的或结扎的丽蝇(一种金头苍蝇)的幼虫腹部形成围蛹。这个剂量叫做一个丽蝇单位，是作为衡量蜕皮激素活性的一种单位。

近年来，从植物中发现一些甾族化合物对昆虫具有类似蜕皮激素的效应。如牛膝、紫杉、罗汉松、竹柏、甚至桑叶中



图1 家蚕的前胸腺

都含有一些化学结构和活性与昆虫蜕皮激素相似的甾族化合物,叫做蜕皮激素类似物。其中如牛膝甾酮、百日青甾酮对家蚕都有很高的活性。中国科学院上海有机化学研究所最近从牛膝中提取的蜕皮激素,现已从来源广泛的唇形花科植物筋骨草(又名白毛夏枯草)中提取。

在家蚕五龄后期适当地添食蜕皮激素或其类似物,能使蚕儿成熟齐一,但剂量过大则对丝量及茧质有不良的影响。

(3) 保幼激素 家蚕脑球后方两侧与神经索相连接的小球体,叫咽侧体,能分泌保幼激素,是一种萜烯类化合物。现已能人工合成其活性比天然的保幼激素高的化合物,叫昆虫保幼激素类似物。

家蚕在幼虫期时,咽侧体分泌保幼激素的机能,随着龄期的进展而逐渐减弱。在卵中含有一定量的保幼激素,刚孵化的

的第一龄幼虫体内含量最高,以后渐次减少。蚕儿体内的保幼激素的含量在各龄期中也有周期性的变化,以龄初最多,龄末最少。在五龄中期以后,咽侧体分泌保幼激素的机能减弱乃至停顿。而前胸腺分泌的蜕皮激素逐渐增加,遂引起变态。

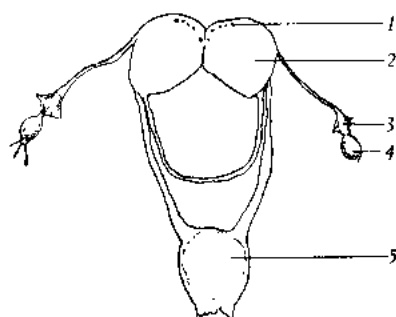


图2 家蚕的神经分泌细胞及咽侧体图

- 1——神经分泌细胞; 2——脑;
3——心侧体; 4——咽侧体;
5——食道下神经球。

蛹的初期基本不存在保幼激素,但后期又逐渐分泌保幼激素。成虫期(蛾期)则又大量分泌保幼激素,雄蛾的含量尤多。但成虫期保幼激素的作用,主要是控制性的发育,促使卵的成熟等。因此,保幼激素

亦称为保幼生殖激素。

保幼激素和蜕皮激素是蚕儿生长和发育过程中互相对立，互相制约的一对矛盾。“矛盾着的两方面中，必有一方面是主要的，他方面是次要的。其主要的方面，即所谓矛盾起主导作用的方面。事物的性质，主要地是由取得支配地位的矛盾的主要方面所规定的。”这对矛盾的相互斗争，矛盾的主要和非主要方面的相互转化，决定了蚕儿的生长、发育和变态。

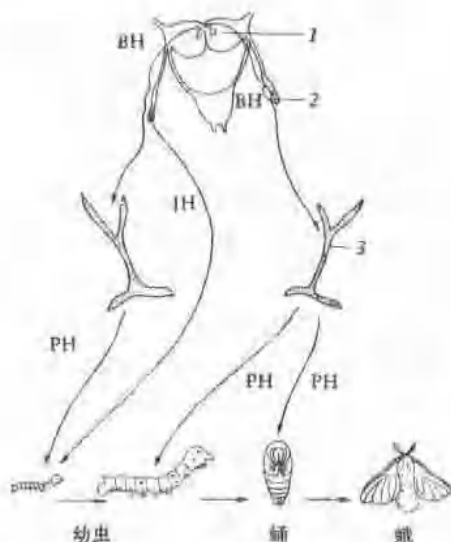


图3 调节家蚕生长发育的各种激素的关系图

1——神经分泌细胞； 2——咽侧体； 3——前胸腺；
BH——脑激素； JH——保幼激素； PH——蜕皮激素。

当保幼激素在这矛盾运动过程中成为矛盾的主要方面而起主导作用时，则蚕儿只能保持其幼虫机体的特征和生理功能，抑制成虫器官的出现；当蜕皮激素在这矛盾运动过程中成为矛盾的主要方面而起主导作用时，则蚕儿进行变态和成虫器官

的形成。所以,蚕儿的生长和发育,是蚕儿体内保幼激素和蜕皮激素的矛盾运动过程,它推动了蚕儿的生命向前发展。

保幼激素的存在,有延迟蚕儿化蛹变态和阻止成虫芽的发育等作用,因此,保幼激素的主要功能是保持昆虫幼虫机体的特征,抑制成虫特征的出现。

二、昆虫保幼激素研究的进展和人工合成

早在二十世纪三十年代,人们已对昆虫激素进行了研究。1934年,惠格华斯发现昆虫咽侧体的功能,并建议用“保幼激素”作为咽侧体分泌激素的名称。1956年,威廉斯从大柏天蚕雄蛾的腹部抽提出具有强烈保幼激素活性的油状物,这是第一个天然保幼激素的粗制品。以后对昆虫保幼激素的研究十分活跃。1961年,施米阿里克从黄粉蚜的粪中分离到具有保幼激素活性的法呢醇。后来人们又发现了许多萜烯类化合物具有活性。1967年,茹勒从大柏天蚕雄蛾腹部的油状物中分离出天然的保幼激素,并鉴定其化学结构是环氧基十七碳二烯酸甲酯。由于天然保幼激素化学结构的突破,促进了昆虫保幼激素类似物的人工合成的进展。近年来,人工合成了数以千计的、具有保幼激素活性的类似物。

将人工合成的昆虫保幼激素类似物应用于养蚕的试验是七十年代的事情。1972年底,日本田村三郎等应用昆虫保幼激素类似物涂布或添食于五龄家蚕,获得了增丝的效果,揭示了应用昆虫保幼激素类似物养蚕增丝的可能性。1973年1月,广东省农业科学院蚕业研究所及广东农林学院蚕桑系等应用昆虫保幼激素类似物喷布于五龄家蚕,也获得显著的增丝效果。1973年4月以来,中山大学、中国科学院北京动物研究所、中国科学院上海有机化学研究所等单位,先后合成了

昆虫保幼激素类似物 I 号、II 号、III 号、738 号等,填补了我国昆虫保幼激素合成方面的空白。1973 年底,广东省顺德县建立了小型的昆虫保幼激素类似物合成工厂,为养蚕业提供了昆虫保幼激素类似物。两年多来,我国昆虫保幼激素的研究和合成进展很快,国内合成并经养蚕生产实践认为有显著增丝效果的昆虫保幼激素类似物有: 734-I 号、734-II 号、734-III 号(J003 号)、738 号、ZR-515、ZR-512 及 ZR-619 等。目前我国主要蚕区均已广泛应用昆虫保幼激素类似物养蚕,并已获得明显的增丝效果,同时还开辟了昆虫保幼激素类似物应用于益虫方面的新途径。

由于昆虫保幼激素类似物 734-II 号的化学结构比较简单,原料易得,也较易合成,因此,现将昆虫保幼激素类似物 734-II 号合成的方法简单介绍如下:

昆虫保幼激素类似物 734-II 号的化学名称是 1-(对乙苯氧基)-3,7-二甲基-6-环氧-辛烯(2),是用从香茅油中提取的香叶醇作为主要原料,经过一系列化学反应而合成的。其主要步骤如下:

第一步:将香叶醇制成香叶基溴。在 -5°C 的温度下,向香叶醇的石油醚液中滴加三溴化磷。使溴作用于香叶醇的醇基,生成香叶基溴。

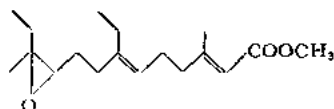
第二步:对-乙基苯酚与香叶基溴合成 734-II 号的“母体”,1-(对乙苯氧基)-3,7-二甲基-(3,6)-辛二烯。先将金属钠加于无水乙醇中,再滴加对-乙基苯酚的乙醇液,当反应完成后,在冷冻的条件下,滴入香叶基溴,加热回流一定时间后,浓缩,用乙酸乙酯提取,经水洗除去杂质,减压蒸馏而得到 734-II 号的“母体”。

第三步:734-II 号“母体”环氧化。将 734-II 号的“母体”溶于二氯甲烷,加入间氯苯过甲酸,在 -2°C 的温度下反应完

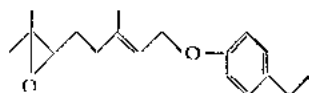
成。用碳酸氢钠水溶液洗到中性,干燥,减压回收溶剂,便得到黄色油状物,即为 734-II 号的产品,可经减压蒸馏或用硅胶柱层析提纯。最近,工人、工农兵学员在生产实践中对工艺又进行了改革。

昆虫保幼激素类似物 738 号也是用以上的方法先合成 734-II 号的“母体”作为原料,与乙醇及醋酸汞在催化剂的作用下,即得到 738 号,它的化学名称是 1-(对乙苯氧基)-3,7-二甲基-7-乙氧基-辛烯(2)。是无色的油状物。

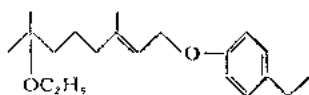
下面是一些天然保幼激素和人工合成的保幼激素类似物的化学结构:



3, 11-二甲基, -7-乙基-10-环氧-十三碳-(2, 6)-二烯酸甲酯(天蚕蛾保幼激素)



1-(对乙苯氧基)-3, 7-二甲基-6-环氧-辛烯(2) (734-II 号)



1-(对乙苯氧基)-3, 7-二甲基-7-乙氧基 辛烯(2) (738 号)

三、昆虫保幼激素及其类似物对昆虫的作用

昆虫保幼激素及其类似物有强烈的生物活性,它们的活性标准是根据其抑制变态蜕皮的能力为基础的。如将昆虫保幼激素抽提物或合成的类似物局部处理于黄粉蚜的蛹(黄粉蚜及其幼虫是一种仓库害虫),即会使被处理的部分表皮形成第二次蛹皮,而附近未受影响的表皮仍能正常地变为成虫的

表皮。在正常羽化的成虫体上,经昆虫保幼激素处理的部分仍保持蛹的表皮的现象,说明制备物中含有昆虫保幼激素的活性。这就是通常所谓保幼激素黄粉蚬生物测定法。其活性单位叫黄粉蚬单位,就是能使被处理的蛹中至少有40%引起阳性反应所需的昆虫保幼激素活性物质的最少剂量。一个黄粉蚬单位(T. U.)相当于百万分之二克纯的天蚕蛾保幼激素。但这种方法有其局限性,例如,不适用于家蚕的活性标准。

“马克思主义的哲学认为十分重要的问题,不在于懂得了客观世界的规律性,因而能够解释世界,而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。”我们认识昆虫保幼激素及其类似物对昆虫的作用,掌握其规律,从而能动地去改造和控制昆虫的生长发育,为社会主义建设服务。下面谈谈昆虫保幼激素及其类似物对昆虫的几方面作用:

(1) 阻止正常变态或导致异常变态 从上述可知,在昆虫的生活史中,有两个时期(末龄幼虫后期和蛹的一个阶段)是不存在昆虫保幼激素的,如在这时人为地施加昆虫保幼激素,则能使幼虫期延长,或成为超龄幼虫,甚至变成半幼虫——半蛹的中间型,这些虫态都是没有生命力的,不久就会死亡。在蛹期施加昆虫保幼激素则会产生第二次蛹,或半蛹——半成虫的中间型,这种虫态也没有生命力,终至死亡。可是,如果使用昆虫保幼激素的剂量适当,则不但不会导致死亡,而且还能延长末龄幼虫的龄期。应用昆虫保幼激素类似物养蚕增丝,就是基于昆虫保幼激素具有阻止昆虫正常变态的作用,使用适宜的剂量处理五龄家蚕,在不降低生命力的前提下,适当延长五龄期,使食桑量增加,个体长大,增加蚕丝量。这一成果,为昆虫保幼激素类似物的应用开辟了广阔的前景。

(2) 打破滞育 昆虫的滞育是对抗外界不利条件(如高温、严寒、干旱)的一种自卫生理状态,在外界条件不利的情