



世界农业
丛刊

农业昆虫学译丛

(三)

农业出版社



农业昆虫学译丛

(三)

齐兆生 管致和 主编

《世界农业》丛刊
农业昆虫学译丛(三)

齐兆生 管致和 主编

农业出版社出版(北京朝内大街130号)
新华书店北京发行所发行 天津红旗印刷厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 6.75印张 157千字
1981年7月第1版 1981年7月天津第1次印刷
印数 1—2,580册
统一书号 16144·2317 定价 0.75元

目 录

北美对欧洲玉米螟研究的最新进展	T. A. Brindley等 (1)
天敌在综合防治中的重要地位	P. S. Messenger等 (11)
小茧蜂的生物学	R. W. Matthews (22)
大量释放天敌的作用	R. E. Stinner (30)
暂时农业生态系统的生物防治	L. E. Ehler等 (39)
稻负泥虫的防治指标研究 I ——	
为害损失经济允许指标的测定	小岛昭雄等 (43)
未来的害虫管理系统	D. G. Matt (55)
一个用于对甘蓝粉纹夜蛾进行处理决策的序贯抽样方案	M. Shepard (67)
一个用以描述棉铃虫与粉纹夜蛾成虫种群一致增长的模型 ...	G. D. Butler, Jr.等 (71)
苹果蠹蛾种群动态模拟的提出、验证与灵敏度检验	G. C. Brown等 (74)
小蠹种群的动态中一个具有普遍意义的生产力模型	A. A. Berryman (85)
防治害虫的引诱剂和驱避剂	M. Beroza (93)

北美对欧洲玉米螟研究的最新进展

T.A.Brindley A.N.Sparks W.B.Showers W.D.Guthrie

生物学和生态学

分布

自1963年Brindley和Dicke的评论发表以后,欧洲玉米螟 *Ostrinia nubilalis* 的分布,除了在北美最南端部分有所扩展外,其它地区没有重大变化。介绍欧洲玉米螟现状的年鉴中提到,每年都有自己知的受害地区传布到少数原未受害的地区。Sparks和Young作了一个调查,发现在南佐治亚州35个县就有34个被侵害,他认为玉米螟可能广泛存在于佐治亚州所有生产玉米的地区。佐治亚州Tifton的昆虫诱捕灯记载表明,玉米螟的季节生活史极类似于它在南卡罗来纳州和亚拉巴马州的生活史,每年有3个完全世代,在大多数年份第四代完全发育。虽然没有正式的记载说明佛罗里达州有玉米螟,但亚拉巴马州(H.F.McQueen私人通信)和佐治亚州南部一系列县城的记载表明,佛罗里达州呈锅柄形状的玉米种植地区可能受到侵害。Showers, Reed和Brindley在试验室作了研究并认为,在佐治亚州的玉米螟已适应了该地区的光周期—温度的交互影响,并能在夏、秋世代产生大量蛾子。

Chiang研究了1945年到1970年期间玉米螟在明尼苏达州和南达科它州的分布情况,并提出:在1943年最初的入侵以后,可能已经有两个明显不同的种群侵入了明尼苏达州,一个在1952年,一个在1966年。Chiang和Hodson认为环境因素使明尼苏达州Waseca的种群发生的面积保持在较低水平上。但如有合适温度,玉米螟种群可能回升到足以损害经济的水平。

北部、中部几个州的一个很成功的合作计划,明显地增加了对欧洲玉米螟一般生物学和生态学的现有知识。其它的研究表明,当将几个地区收集来的玉米螟置于田间或实验室的相同条件下时,可以根据它们对滞育、存活和取食习性的不同反应而划分为几个生物型。1967年5个作为形态特性区别的特征被用来区分四个地区玉米螟的生物型,其后于1970年以雌成虫的十个形态特征用来进一步鉴别欧洲玉米螟的生物型。

滞育

玉米螟的滞育特性已由一些研究者研究过。试验室研究已经显示,滞育幼虫和不滞育幼虫对合成和结合DNA和RNA的前体型大分子的能力有重大差异。Lynch, Brindley和Lewis曾研究了零下低温是影响试验室饲养的幼虫生存力的因素。他们计算了存活力和氧气消耗,并发现在滞育诱导期间对暴露的幼虫缩短光照或降低温度,对滞育强度没有影响。诱发滞育后,调节在低温的条件下和调节时间的长短对增加存活力有影响。

Beck等对欧洲玉米螟滞育生理学已进行了大量的试验室研究。他们发现了、命名

了、并进一步研究了一个发育激素Proctodone及这种激素在滞育发育和预蛹形态发生中的作用。Proctodone是由前后肠的后肠肠壁细胞分泌的,它有节奏地对光周期敏感。他们认为这与昆虫的光周期系统的某些基本因素有关。

Sparks等进行了玉米螟的地理种群研究。从明尼苏达州、依阿华州和密苏里州收集亲本原种卵块,接种于明尼苏达州Waseca,依阿华州Ankeny和密苏里州Portageville等地受侵害的笼罩玉米上。这些亲本原种的 F_1 代在生存率和滞育特性上,显示了重大的差异。试验室和田间的研究使用了3个亲本原种产生9个 F_1 代,作温度和光周期对滞育影响的研究。这些试验提供证据证实玉米螟的滞育是受一个对温度和光周期反应的多遗传组织控制的。Chiang, Keaster和Reed用相同的技术进一步研究,揭示了密苏里州玉米螟种群比明尼苏达州玉米螟种群对光周期和温度更加敏感。Showers, Brindley和Reed在依阿华州的Ankeny,明尼苏达州的Morris,进行了田间试验,用明尼苏达州、亚拉巴马州和马里兰州的亲本原种产生9个 F_1 代。在三个地区的生物型之间再次表现了生存和滞育特性的重大差异。这些差异表现的程度受环境、原有的光周期和温度控制。W.B.Showers等(未发表的研究)证实,光周期和温度交互作用对滞育反应的影响可将北美玉米螟种群分为三个生态型:北部(一化的),中部(多化的),南部(多化的)。

发育

玉米螟与恒温及变温间相互关系的研究,获得卵、幼虫和蛹理论发育起点分别为 12.2°C 、 11.1°C 和 12.8°C 。Matteson和Decker也发现,在发育的正常范围内控制的变温,对未成熟阶段的持续时间没有影响。不过,在Blantran和Rozari进行的田间试验中,最低的温度和温度变动通常是发育率的决定因素。这两个温度参数引起了37—53%的变动。Jarvis和Brindley所总结的依阿华州Boone县12年的资料中,玉米螟的积温和季节发育之间的关系是相关的。他们总结了一个回归方程式来预测Boone县区任意一个所需的第一代第二代产卵孵化率的日期或蛾子羽化日期。Hill和Keith发现,可以根据每年7月15日累积的1,500或更多的日度,预测到Nebraska地区第二代种群超过平均数的数字(225头螟虫/100株)。依阿华州Boone县17年(1950—1966)中10年产生部分第三代玉米螟的报告中,记录了在自然界中温度对玉米螟有重大的影响。不过部分的第三代在秋季零下温度时死亡。但是,1970年8月22日到10月8日之间累积的690.5螟虫日度,终于使第三代发育和生存下来,从而使Showers和Reed推测Boone县1970—1971年进入冬季的玉米螟种群的68%属于第三代。

交尾

当Sparks首次观察到玉米螟成虫在笼子中暴露于下降的温度和明暗比为14比10小时光周期时完成了交配之后,温度和交配的相互作用就在实验室中被首次记载下来。Loughner和Brindley对光周期、温度周期及其它环境因素与螟虫交配习性的相互关系进行了更加充分的研究。降低温度($29.4-19.4^{\circ}\text{C}$)、减少光强(250—0.1ft-c)和中湿到高湿在玉米螟交配时必须在外环境中同时出现。全月,和每小时超过15公里的风速都将抑制交配的。Showers, Reed和Oloumi—Sadeghi发现每晚至少持续2小时的温度高峰是激活交配反应所必不可少的。温度高峰对于雄虫的搜索行为不如雌虫的外激素活性那样成为必要条件。

外激素

Sparks 记录了欧洲玉米螟雌虫放出一种化学的刺激物，由Klum分离和证实，并被Klum和Brindly鉴定为Z-11-十四碳烯醋酸盐(Z-11-tda)。Klum和Robinson报道了相反的几何异构体E-11-十四碳烯醋酸盐(E-11-tda)，抑制了本地的欧洲玉米螟雄虫被吸引到依阿华州中部。但是，Roeloft等报道了纽约州的欧洲玉米螟专门被几何异构体E-11-tda吸引。以后，Klum和Robinson证实，由于几何异构体混合而发生的性引诱反应，其中某些对玉米螟雄虫吸引力与相当纯的Z-11-tda一样多。其它的鳞翅目种类的雄虫也被一些试验的化学引诱剂所吸引。他们假设特定的浓度或化学药物的混合对隔离某些鳞翅目种类可能是重要的。

在纽约州，Roeloft等发现14天的Z-11-tda对欧洲玉米螟雄虫的吸引力与新鲜的E-11-tda一样有效。Oloumi—Sadeghi报道，91.5%的Z与8.5%的E-11-tda混合的引诱力经过3个晚上以后就降低了。然而纯的Z-11-tda经过3个晚上以后，它的引诱力明显增加。他假设在浓度和异构体的结构(Z到E)发生了变化。以后，Klum等报道在Z中含有较少E异构体对欧洲玉米螟依阿华品系的最大性引诱是必需的。

Showers, Reed和Oloumi—Sadeghi发现依阿华州的欧洲玉米螟雄虫被佐治亚州、明尼苏达州、魁北克州和依阿华州的玉米螟雌虫所吸引，但对纽约州的欧洲玉米螟雌虫没有反应。根据滞育反应，被Showers, Reed和Oloumi—Sadeghi用于实验的明尼苏达州和魁北克州的雌虫种群代表北部生态型(一化的)。那些依阿华州的雌虫是中部生态型，那些佐治亚州的雌虫是南部生态型。因此，在北美大陆，两个已知的外激素宗(优势Z和优势E)和欧洲玉米螟的滞育宗不相同，并超过它们。

Cornford, Rowley和Klum承担了欧洲玉米螟触角的研究。因为性的二型性有利于雄虫，其次由于这个感觉器类型类似家蚕的性外激素接受器，因此，他们试探性地设计对A型毛型感受器有效的外激素接受器卷筒。

已对欧洲玉米螟对外激素的嗅觉反应进行了大量的研究。但是，不知道它们作为一种防治手段的性能。Oloumi—Sadeghi曾通过诱捕灯和外激素诱捕比较，发现雄虫对合成性引诱的反应仅在野生的雌虫已交配并开始产卵之后。他也发现，外激素饵料诱捕在成虫种群少时，能更快捕获较大比例的雄虫。他的结果指出，在春季飞行或少量的夏季飞行期间彻底地诱捕，可以减少后代幼虫的种群。

辐射不育和保幼激素

Guthrie, Dollinger和Stetson发展了辐射不育技术并研究了玉米螟的精子发生，他们发现了一个数量为31的单倍染色体。他们提出雄虫不育可以通过辐射获得：(a)三龄和四龄初期幼虫辐射仅影响精原细胞；(b)四龄幼虫后期辐射影响精原细胞和早期的精母细胞；(c)对半发育到完全发育的五龄幼虫和始蛹进行辐射，影响精母细胞、精子细胞和成熟的精子；(d)辐射成虫影响精子。Chaudhurg和Raun还完成了在特定的温度下，玉米螟的精子发生和睾丸发育的研究。他们定量地测定了生殖细胞六个发育阶段睾丸组成的百分率，包括精原细胞、初期精母细胞、二期精母细胞、精子细胞、精子伸长和精子成熟。他们结论，在幼虫和始蛹阶段睾丸发育迅速增快，而成虫时全部充满了精子。

Raun等发现非滞育幼虫用来自 ^{60}Co 的“伽马”射线照射后，发生了体细胞的严重

损害，但是滞育幼虫不受影响。照射滞育玉米螟不诱导基因突变，但影响精子的活性或运动。Harding和Jackson及Brindley的试验室研究表明，对玉米螟饲以或施用化学不育剂使成虫不育，所产下的卵仅4%能存活。Lewis, Lynch和Berry研究了合成保幼激素对玉米螟的影响，并注意到在实验室这些化合物对试验的幼虫发挥了高度活性。不过，在田间幼虫对类保幼激素没有反应，而分别用颗粒状和液体两种配方时对玉米植株的毒性轻重有所不同。

灯光诱捕

Barrett, Day和Hartsock发现当欧洲玉米螟成虫种群低时，1到5个黑光灯靠近甜玉米小区设置1—5个黑光灯，保护了玉米免受螟害。不过，当玉米螟种群高时（受害18—51%），有黑光灯和无黑光灯的小区之间植株受害没有重大差异。

声波

已用声的脉冲率和振幅模拟那些蝙蝠发射的声波，因为蝙蝠有回声测定能力。当Belton和Kempster尝试用这些装置防治玉米螟时，获得了不同的结果。他们把变化归因于蛾子行为在湿润和干燥的夜晚可能有变化，并提出玉米植株可能成为声波障碍。因此，低飞的蛾子常常不容易接收高层声波。Agee研究了玉米螟的听器，发现它是由两个听室和一个非听室组成。这个器官在90和50分贝(db)时能分别测得的14和100千赫的频率。更多的蛾子对频率为25千赫（相隔1米，80—90分贝）的脉冲表现逃避反应。不过，Belton和Kempster将50千赫的频率封锁这个地区，使甜玉米中欧洲玉米螟的危害减少一半以上。

其它技术

一些有用副产品的设计导致对其它昆虫学研究者可能有价值的技术论文出版。Sisson, Brindley和Bancroft报道了组合过去几年欧洲玉米螟试验生物学资料的统计学方法。Sparks和Facto描述了用时间递减红外线电影摄影机研究玉米螟的飞行、交配和取食习性的技术。Showers, Lewis和Reed报道了鉴别释放的玉米螟的方法，这些玉米螟曾在小麦胚芽上饲养。Sparks搞了一个为滞育研究复制光照的微型室。Orecktrah, Knight和Brindley研究了五龄幼虫的内部解剖形态学；Drecktrah和Brindley研究了成虫的内部生殖系统形态学，Jones作了欧洲玉米螟生殖系统胚后发育的决定性研究。

防 治

生物防治

生物防治被Dicke定义为一种昆虫与以生物学因素作为压力之间的平衡，这个因素能限制潜在的种群。对生物防治的研究通常分成五类，即寄生物、捕食昆虫、病原物、辐射和遗传学，或寄主植物抗性。这一节将讨论前三种，辐射、遗传学和寄主植物抗性在本评论的别处讨论。

寄生物

为阻止欧洲玉米螟严重为害，有24种外来昆虫寄生物在二十世纪20年代、30年代和40年代相继输入北美。然而，在1962年前，剩下的寄生蜂只有6种，寄蝇*Lydella thompsoni* (= *grisecens*) 一种，它们被认为是最有效并被广泛地定居的。不过，Frank -

lin和Holdaway发现这个寄生蝇主要被一个专有的玉米品种(生境)吸引,其次才被欧洲玉米螟(食料寄主)吸引。Sparks, Raun和Carter报道了寄蝇 *L.thompsoni* 的秋季种群紧密地随第一代欧洲玉米螟的波动而发生变化,在依阿华州Boone县,1951—1961年间,秋季玉米螟种群被寄蝇 *L.thompsoni* 寄生累积寄生率为1—29%,这可在每一个相接的春季寄生第一代欧洲玉米螟。1958—1964年期间, Townes报道了寄蝇 *L.thompsoni* 和 *Eriborus terebrans* (= *Horogens punetorius*) 在内布拉斯加州玉米螟种群中优势增加,1960—1963年间,在俄亥俄州,这两种寄生物对第二代玉米螟的寄生率为1.6—23%。

从1963年开始,欧洲玉米螟下降,而寄蝇 *L.thompsoni* 种群遍及玉米种植地带。根据Hill等的记载,1966年,该寄蝇从依阿华州、明尼苏达州和内布拉斯加州消失了。虽然这些州在1968—1971年期间欧洲玉米螟种群达到了旺盛的水平,但该蝇没有再现。然而,在安大略省玉米螟种群出现类似的猖獗时,Wressel报道重新出现了寄蝇 *L.thompsoni*, 但保持在低的水平。

另一个广泛定居的外来寄生蜂是姬小蜂 *Simpiesis viridula*。从1931年到1934年和从1945年到1947年,成千上万头姬小蜂在魁北克省释放,但到1964年止,它们一直没有恢复。Showers和Reed报道,在依阿华州,姬小蜂 *S.viridula* 的雌蜂很少到玉米植株底部寄生玉米螟,因而62—75%的第二代欧洲玉米螟得以蛀入植株的底部。他们断定姬小蜂 *S.viridula* 的这个特有习性是使它的种群保持低于寄主水平的一个因素,因此,它在控制欧洲玉米螟中只起很小的作用。

Wressel从1948年到1964年在安大略省西南部进行了寄蝇 *L.thompsoni*, *E.terebrans* 和姬小蜂 *S.viridula* 的普查,并认为这些寄生物对控制欧洲玉米螟重要性很少。Miller在佐治亚州观察了第一代欧洲玉米螟中三种本地的寄生物,一种姬蜂 *Campoletis* sp. 和两种寄蝇 *Archytas marmoratus* 和 *Lixophaga* sp. 的活动,并认为寄生现象是无价值的。

P.Burbutis 和 C.Davis (未发表的观察) 将被玉米螟赤眼蜂 *Trichogramma nubilalum* 寄生的玉米螟卵块置于田间和温室中的甜玉米上。他们发现,在玉米植株下部1/3到一半的地方释放赤眼蜂,赤眼蜂更有效地发现寄主和寄生于可利用的卵块中。在还没有观察到玉米螟赤眼蜂自然寄生现象时,一年的某个时期,他们得到的玉米螟赤眼蜂寄生率为5%。

捕食昆虫

Dicke和Jarvis报道了第一代欧洲玉米螟幼虫发育早期被花螬 *Orius insidiosus* 捕食达到了高峰,并成为防治中的一个重要因素。不过,花螬很少捕食第二代欧洲玉米螟的初龄幼虫,部分由于此时出现玉米授粉,因为花粉变为花螬 *O.insidiosus* 的主要食物而玉米螟成为次要的了。

在北达科它州,Frye报道了瓢虫科和草蛉与玉米螟个别世代同时发生,当他运用Chiang和Holdaway (Brindley和Dicke) 发展的捕食指标时,他发现1966年和1967年期间,这些捕食昆虫使欧洲玉米螟种群分别减少了大约83%和72%。Carlson和Chiang在玉米试验小区对植株喷施蔗糖溶液,能够增加草蛉和四斑瓢虫 *Glischrochilus quadrisignatus* 的数量。不过,如果蚜虫种群高,草蛉种群逐步建立就不可能。Sparks等论证,

虽然某些年份间在某些地区捕食昆虫在玉米螟种群变动中扮演了重要的角色，但它们不能年年，或在任何指定的年份，在任何特定地区明显地改变玉米螟种群。

已观察到几种鸟类捕食越冬的欧洲玉米螟。据报道啄木鸟 *Dendrocopos pubescens* 在阿肯色州和北达科它州中是最重要的。

病原体

Hudon发现苏云金杆菌 *Bacillus thuringiensis* 的两个细菌制剂，对控制欧洲玉米螟比较有效。然而，他认为这种细菌只不过是一个对玉米螟有希望的控制因素。Raun也报道了其它细菌菌系在试验室和田间的不同结果。Raun, Sutter和Revelo确定，在试验室，细菌在紫外线照射72小时后丧失了致病性，处理的玉米螟幼虫在低于32℃的温度时推迟死亡。不过，在致病性方面某些生态学效应由于微生物杀虫剂形成孢囊而降低了。McWhorter, Berry和Lewis推断苏云金杆菌变种 *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* 和阿莱杆菌 *Bacillus thuringiensis* var. *alesti* 之间的变异性不但归因于效能的差异而且归因于环境的差异。他们提出，细菌制剂的标准化和较好的施用方法是获得始终一致的玉米螟防治效果的主要问题。Sutter和Raun确定了微生物药剂在欧洲玉米螟中不是作为毒物起作用，而是苏云金杆菌 *B.thuringiensis* var. *thuringiensis* 引起肠壁细胞脱落进入肠腔，它使底膜暴露的部分受到苏云金杆菌营养体的侵害。当营养体进入血腔产生一种败血病，立刻出现死亡。Esterline和Zimmack从组织学考察了用大肠杆菌 *Escherichia coli* 和粘质赛氏杆菌 *Serratia marcescens* 作为微生物药剂的可能性，结果判定这些细菌对防治欧洲玉米螟无用。

Vandenburg和Burbutis发现，1959年和1960年期间在达拉维自然发生的微孢子虫 *Nosema* (= *Perezia*) *pyraustae* 侵害了玉米螟种群的80—85%。Hill等报道，依阿华州微孢子虫 *N.pyraustae* 对玉米螟种群的侵害和1964年夏末的不正常低温，被疑为是这个州所记载的盛秋到收获后玉米螟种群减少的原因。而且，1967—1969年秋季由于完全没有微孢子虫 *N.pyraustae* 的侵害，可部分解释内布拉斯加州Cuming县存在较高的玉米螟种群的原因。Showers, Brindley和Reed发现微孢子虫 *N.pyraustae* 的侵害在明尼苏达州欧洲玉米螟种群中最严重；对明尼苏达州和亚拉巴马州种群杂交的后代生存的影响，比明尼苏达州和马里兰州种群杂交后代的影响要轻。当L.C.Lewis和R.E.Lynch（未发表的研究）发展了将原生动物通过低压冻干和真空干燥制成田间施用的颗粒或饵食时，相当大地提高了微孢子虫 *N.pyraustae* 有效防治欧洲玉米螟的潜力。

真菌对玉米螟幼虫作用的实验室致病性试验表明白僵菌 *Beauveria bassiana* 和绿僵菌 *Metarrhizium anisopliae* 分别引起玉米螟 93% 和 78% 的死亡率。然而，应用黑曲霉 *Aspergillus niger* 防治玉米螟，到最近为止仍然处于试验阶段未解决，因为它仅引起玉米螟 1% 的死亡率。

对能够侵袭玉米螟种群的病毒的调查仍不太成功。Raun报道了一种类病毒病，带病脂肪体组织的电子显微镜检查看到了六边形微粒体，Adams和Wilcox认为是二十面体，但是没有分离到一个病原体。

因此，关于玉米螟生物防治剂研究的考查（寄生物、捕食昆虫和病原物）强调，至少有 2 个可能控制这种害虫的潜在因子，细菌——苏云金杆菌 *B.thuringiensis* 和原生动物——微孢子虫 *N.pyraustae*。然而，在北美洲，非生物因子现在始终作为主要因子

来控制欧洲玉米螟。这也是当Chiang和Hodson发现在明尼苏达州玉米螟的天敌没有一致性或对寄主—密度没有依赖性时所作的结论。而且，他们认为，由于气候和栽培的变化，自从1952年以来玉米螟种群已保持在较低的水平。

化学防治

最近几年，在作为杂交种子，罐头制品，商用玉米及胡椒等专业作物生产者中，对运用化学药剂防治螟虫的兴趣最大。以前，DDT被广泛地施用。Jackson比较了33个颗粒剂型和13个其它有希望农药的喷雾剂型。他发现二嗪农、西维因和异狄氏剂颗粒剂型的防治令人满意，而喷雾剂型中DDT最有效。Harding, Lovely和Dyar认为西维因、二嗪农和克百威能满意地防治第一代玉米螟。克百威，苯硫磷和二嗪农对防治第二代玉米螟同样有效，但西维因效力明显下降。Berry等发现二嗪农、西维因、马拉松、克百威和苯硫磷的颗粒剂对螟虫防治良好。不过，一种杀虫剂的持久性不仅取决于其化学结构，还取决于材料的剂型。Harding等比较了二嗪农的颗粒、胶囊和超低量剂型。他们报道，超低量剂型在叶片上残留最多，而残留毒物在最有效的毛轮上最少。颗粒和胶囊剂型的残留物则在毛轮上最多。所有这些剂型的残留物施用7天后完全丧失。

Munson等报道杀虫剂施用于玉米叶时，施在玉米行上的80—90%的颗粒落在土里，而落在地面上的药剂可防治玉米幼芽根叶甲 *Diabrotica virgifera* 的幼虫。这样杀虫剂的一次施用可同时防治欧洲玉米螟和玉米幼芽根叶甲，而且这种结合防治两种害虫的方式，将减少田间施用杀虫剂的成本和数量。Hills, Peters和Berry比较了种植时处理和种植后处理对第一代玉米螟和玉米幼芽根叶甲的控制效果。这两种处理时间对防治玉米幼芽根叶甲都有效，但种植后施药达到了对玉米螟最有效的防治。

Jackson用美国氰氨钙CL47470和百克威得以部分控制第一代玉米螟。他的工作表明当这些材料以6.3厘米的带状施在种子一侧，而与种子的深度相同时更有效。Harding报道CL47470，CL47470+甲拌磷、克百威、残杀威、甲胺磷和二氧威的颗粒剂对降低螟虫孔洞的数量有效。Edwards和Berry表明克百威、TD—5032（六甲基地丁）和CL47470在种植时以每亩4.0磅实际杀虫剂的比率施用，施后50天对防治螟虫仍然有效。

一种昆虫的生物学确定了一种杀虫剂最有效的投放以实现最佳防治。例如：Berry, McWhorter和Lovely用泡沫作为一种杀虫剂的载体时，这些剂型就很有效，或在某些情况下，比传统的喷雾或颗粒剂更有效。而且，在降低用药量时其效力和不降低用药量时相同。

昆虫学家也关心玉米螟对杀虫剂发展抗性的可能性。Harding和Dyar证明当玉米螟幼虫在实验室中接触DDT、二嗪农和西维因12代以上时，最后选出了对化学药剂具有某些抗性的品系。他们也发现不存在交互抗药性。

用杀虫剂防治欧洲玉米螟时，大多数建议为发展种植密度中等的植物群体，其行宽为40英寸。然而，最近几年运用窄行和高密度植物群体已成为标准的方法。Harding等确定了这些新的种植方法对用DDT防治玉米螟的效果。这些工作者发现玉米螟的定居，第一或第二代玉米螟的防治都受行的宽窄或植物种植密度的影响。但是植物长得较密时，这两代玉米螟的防治效果趋于下降。

应用杀虫剂防治玉米螟不限于玉米。某些地区，这个害虫可以侵害胡椒、马铃薯、

菜豆等作物。此外，种子或大田玉米可以忍耐低密度的玉米螟群体，基本上不遭到减产，但蔬菜买主需要没有虫害和污染的高质量蔬菜。Burbutis 报道，每亩用 1.5 和 2.0 磅 DDT 能很好地防治胡椒上的玉米螟，不过需要从 7 月初直到 9 月初每周喷雾一次才能达到预期效果。

表现内吸活性的杀虫剂也已用于胡椒。Ryder, Burbutis 和 Relsey 曾报道，克百威和 C L 47470 大大减少了欧洲玉米螟对胡椒的危害，但不能给予商业所要求的玉米螟防治。

玉米螟对马铃薯减产的影响不清楚，不过有时由于螟虫取食叶片而减产。Brey 报道，应用 DDT、开蓬 (Kepone)、磷胺、西维因和硫丹成功地防治了欧洲玉米螟。但是防治螟虫种群没有导致增产。Hofmaster, Waterfield 和 Boyd 在土壤中施用克百威和丰索磷防治玉米螟，但是这些研究者报道的增产可能是由于在防治玉米螟时，还防治了马铃薯甲虫 *Leptinotarsa decemlineata* 和马铃薯块茎蛾 *Phthorimaea operculella* 的结果。

品种抗性

植物育种和遗传学

Brindley 和 Dicke 评论了整个 1961 年关于寄主—植物抗性方面的研究。Guthrie 写了一个玉米对欧洲玉米螟抗性育种的技术、成绩和潜力的综合评论。Gallun, Sparks 和 Guthrie 则评论了对第一代玉米螟抗性的化学基础。

如果象欧洲玉米螟这样的昆虫每季有一代以上，那么对每一代来说，害虫和寄主植物之间的生物学关系不可能相同。在种植玉米地带的各州，对第一代玉米螟的抗性实际上是对食叶的抗性，因为第一代的幼龄幼虫主要是在心叶上取食。对第二代玉米螟侵害的抗性，实际上是对取食叶环和叶鞘的抗性（第二代幼虫侵害花粉脱落和穗丝出现时的玉米植株），因为这时幼龄幼虫在散落叶腋的花粉上、叶鞘、叶环、苞叶上取食。而大多数在叶鞘和叶环组织上取食。因此，在寄主—植物抗性研究中，所说的代数是无意义的，而植株被侵害的生长阶段却是重要的。研究者应该意识到，在植株发育的营养阶段能抵抗害虫的植株，在花粉脱落和后期不一定能抵抗害虫。例如，抗欧洲玉米螟食叶（第一代）的玉米近交系可能对食叶鞘和食叶环的欧洲玉米螟（第二代）高度敏感。抗第二代幼虫的近交系可能不抗第一代幼虫，但是某些品系对这两代可能都有某种抗性。

发现对第一代玉米螟的抗性比较容易，但对第二代玉米螟的抗性在玉米细胞原生质 (germ plasm) 中就很难发现。虽然对第二代玉米螟的抗性已评价了 600 份以上的材料，但仅近交系 B52 表现了高水平抗性。

1940 年和 1950 年期间，在许多玉米杂交种中所有的双杂交种，对第一代玉米螟食叶的侵害极敏感。今天，大多数玉米杂交种敏感性水平低，许多至少有中等程度的抗性。最近几年，大多数农民已种植单交或模拟单交种来代替双杂交种。以下组合近交系单交对降低第一代玉米螟种群有效：抗性×抗性、中抗×中抗、抗性×中抗，或抗性×感病性。如果抗性×感病性组合有效，那么不论是显性或不完全显性的抗性都是合乎需要的。

今天所用的杂交种对第二代玉米螟侵害的耐性程度不同（经受中度到严重侵害的能

力)，但都对取食叶鞘和叶环敏感（W.D.Guthrie 未发表的研究）。因此研究者对于抗一、二代欧洲玉米螟的育种工作是最感兴趣的。对在相同的植物种群中选择对一、二代玉米螟抗性的育种方法的评价正在进行中。

在大多数情况下，第一代欧洲玉米螟的抗性是由几个位点的基因所控制，而在位点中效应是累积的。Scott, Dicke和Penny用相互易位法并报告了在CI31A中5个染色体臂和B49中6个染色体臂载有对第一代玉米螟抗性的基因。Scott, Hallauer和Dicke用 F_2 、 F_3 、CI31A(R) × B37(S)的经自交过的回交种群，加上(CI31A × B37) × CI31A的 F_2 代单株，以及(CI31A × B37) × B37的 F_2 代单株确定了对第一代抗性起作用的基因类型。大多数第一代玉米螟抗性的遗传变异是加性类型。

Jenning等使用世代平均数分析以确定第二代抗性的遗传基础。研究了以下9个种群： P_1 、 P_2 、 F_1 、 F_2 、 F_3 、 BC_1 、 BC_2 ，和两者回交的自体后代。在四个不同的试验中，用B52作抗性亲本(P_1)，而B39, L289, OH43和WF9用作敏感的亲本(P_2)。资料表明没有简单的抗性遗传基础，并提出对第二代玉米螟侵害的高抗性可能是一个未知数位点的累积效应。加性遗传效应在决定抗性中占优势。而显性在所有的杂交种中都是重要的。Scott, Guthrie和Pesho证明了B52的高抗性也是在杂交组合中遗传的。Jenning, Russel和Guthrie对10个近交系和它们的45个单交种作了双列分析，进一步证实抗第二代玉米螟侵害起作用的基因为加性类型。

在早期对第一代螟虫抗性的培育中，将抗性转移到敏感的近交系中，用回交的方法是不成功的。所需要的基因型在分离世代中不能鉴别；当运用2次以上回交时，丧失了所需要的抗性水平。不过，用第一次或第二次回交的后代中的抗性植株互相杂交，可以增加抗性水平。

Penny, Scott和Guthrie证明轮回选择在五个玉米种群中增加对第一代玉米螟的抗性水平非常有效。轮回选择实质上是一个在进行选择时集中某些合乎需要特性基因的方法，同时也为种群中的其它特性保持广泛的基因基础。这个过程使各个位点上理想基因累积起来。

在各州种植玉米地带的玉米种群中，对第二代玉米螟的抗性起作用的基因频率是低的。因此，种群改进需要增加基因频率。一个轮回选择的技术正用于选择10系综合玉米杂交种中对第一和第二代玉米螟的抗性。大约500个植株在发育的毛轮阶段被侵害，而抗性植株都是自交的。在对于第一和第二代玉米螟抗性的重复试验中，评价了 S_1 后代，将这个品系最好的10%重新组合以获得一个改进的种群。

饲 养

在欧洲玉米螟抗性研究中，所有小区都用试验室产生的卵块进行人工接种。试验的进展离不开人工接种技术。

许多年来，第一代卵的产生是从大的羽化笼中收集蛾子获得的，这个大的羽化笼中放满了去年秋季被侵害的玉米秆。不过，直到最近，还没有可取的产生第二代卵的好的蛾子来源。蛾子最初是由在被第一代玉米螟侵害的玉米田附近，用网捕收集杂草地段而获得的，或从被侵害的、笼罩的、绿色的甜玉米秆子上获得。

小麦幼芽的运用，标志着饲养植食性鳞翅目昆虫的实用的人工饲料新时代的来临。在过去几年间，欧洲玉米螟幼虫已经单个地饲养在填以综合饲料的三打兰*管形瓶中，虽然存活率90%以上，但是程序太慢不能产生生物学研究所需卵量的蛾子。因此，1965—1973年期间，幼虫被饲于塑料盘（直径25.0厘米，深8.8厘米）中的综合饲料上。不过，在盘饲昆虫中出现了一些病害问题。主要的病原物是细菌、原生动物和真菌。1969年和1971年在饲料中用金霉素来抑制细菌，用FumidilB来抑制原生动物（玉米螟微孢子虫*Nosema pyraustae*）和用四种真菌抑制剂（甲基P-羟基苯甲酸盐、丙酸、甲醛、山梨酸）来抑制真菌，解决了这个问题。

八年期间收集的资料表明，连续饲养在综合饲料上的欧洲玉米螟不能用来筛选玉米近交系，因为食叶损害太低而不能测定抗性。例如：在欧洲玉米螟实验室（依阿华州Ankeny）中，在综合饲料上已饲养了108代的欧洲玉米螟，丧失了它在34代之前侵害玉米植株的能力。后来，这个繁殖种和一个自然种群杂交，并和每个亲本回交，表明侵害力的丧失受遗传学控制（昆虫中的加性基因作用）（Guthrie未发表的观察）。人工培养的种群在综合饲料上饲养了1到14代，仍象玉米植株上一个野生的种群一样（Guthrie未发表的观察）。因此，每年秋季从玉米秆中剖出6,000条野生幼虫，进行新的人工繁殖种后，使当前玉米螟的人工繁殖种侵害玉米能力得以保持。

1970—1973年期间，每季为第一代玉米螟侵害玉米生产大约1,000,000个卵块（每块约25粒卵），而为第二代侵害生产300,000个以上的卵块。这个技术已大大促进了对欧洲玉米螟第二代的抗性和对欧洲玉米螟的生物学、生态学、生物防治、化学防治及性外激素方面的研究。加之，两个商品玉米种子公司现在也在综合饲料上饲养玉米螟、为对第一和第二代两代玉米螟的抗性研究提供大量的卵块（Guthrie未发表的观察）。

由于联邦、州和私人的研究者之间的合作，我们确信玉米杂交种将发展为抗所有世代的欧洲玉米螟的品种。美国的农民将是这个合作研究成果的受益人。

游兰韶 罗马 译自“Annual Review of Entomology”

20:pp.221—239,1975。

* 打兰(dram)衡量名，常量=1.8gram

天敌在综合防治中的重要地位

P.S.Messenger等

一、天敌的重要作用

一切生物的增殖能力都要受其他生物作用的限制，另外，生物的种群数量水平是生物间一系列复杂的相互作用的结果。在这种情况下，我们发现昆虫的主要拮抗体属于相类似的动物类群。食虫昆虫类已发展到224科（属于15目）。凡植食性昆虫无不被许多寄生昆虫和捕食性昆虫所利用。除了各发育时期易遭受一般捕食昆虫的袭击外，还有专门在卵、幼虫、蛹或成虫上寄生的种类。它们以各种方法来寻找、选择和捕捉寄主；它们的繁殖的方式也是各式各样的。食虫昆虫组成了一个迷惑的世界，许多动物也以昆虫为生。它们包括线虫、蜘蛛、鱼、蛙、蜥蜴、鸟和哺乳动物；要写得全面还必须增加由细菌、真菌、原生动物引起的许多各种不同的病害以及使昆虫受感染的病毒。

对于一个昆虫学家来说，唯一奇怪的事情是，尽管有天敌的抑制作用，而某些种类昆虫还是能够形成很大的种群。

估计昆虫总共大约有300万种，其中仅1万种从经济上考虑是有重要性的，因为它们是危害作物、人和家畜的。如果没有天敌的话，这个数目一定会更高。但是人们一般不认识它们作用的重要性。实际上昆虫扮演的角色，只在两种情况中见到，即消灭它们（一般在环境被人为地干扰之后）和有目的地利用它们作为一种控制害虫的特殊方法（生物防治）。

已知有许多昆虫是在消灭它们的天敌以后，才变成有害种类的。米切尔巴奇(1962)在加州胡桃上发现的某些球蚧 *Lecanium* spp. 是一个实例。在DDT使用之前，这些蚧壳虫不是问题，而且非常少见；当化学药剂消灭了它们的天敌以后，就突然变成了胡桃树的主要害虫。如果杀虫剂不使用，那末这些小的寄生蜂能够使它的寄主维持在一个低水平的事实可能会出现。

使用广谱性化学农药之后，新害虫出现的许多显著例子，在世界棉区（主要在中美和南美）已见到，许多棉区由于某些杀虫剂的影响，从次要地位变成为主要害虫，可以估计超过10种以上。

另一种情况，禁止使用化学农药后，寄生和捕食昆虫变为更有效。在法国的劳拉格斯地区油菜遭受多种害虫的为害，减少使用杀虫剂，引起天敌的有效增殖就显示出来。通过三年试验以后，在这样一个范围内，由于幼虫的寄生作用，使一种主要害虫甘蓝莴象甲 *Ceuthorrhynchus assimilis* (Pykull) 的虫口显著下降。

一个天敌的真正重要性开始有时不被注意，而只是后来才被认识，梨圆蚧 *Quadraspidiotus perniciosus* Comstock 传入已超过40年，它是美国的重要害虫之一。在牡蛎

蚧黄褐蚜小蜂 *Prospaltella perniciosi* Tow. 的影响下, 该虫的虫口减少。这种寄生蜂的传入很可能比害虫晚些。这种蜂的品系起源于美国(与中国不同)经过苏联引入到西欧。在德国、瑞士和法国不同地区, 圣约瑟蚧已得到了很好的防治效果。在美国这种害虫传布比这种寄生蜂要快, 最后还是获得了成功。

在生物防治成就上这是发现天敌效果最显著的例子。

德巴奇(1971)总结1888至1969年关于这方面的资料对223种害虫的防治工作进行分析, 指出, 其中42种完全被控制, 除特殊情况之外, 不需要再采取任何方式的处理。另外48种基本处在实际可靠的控制之下, 由于有些害虫或作物重要性不大或减少作物面积, 经济上的节约是有时是被注意的, 只偶而地需要杀虫药剂的处理。在另外30种的情况采用化学防治措施, 只有部分是成功的, 虽然常常少于以前, 但通常需要。估计到小的财政收入, 用30比1的赢利作为成功的代表(与化学防治5比1的比例作比较)这个给了利用寄生和捕食性昆虫方法的一个理想的好概念(idea)。

另外的事实也是显著的, 世界各地气候条件不同, 生态条件各地不一, 但对一些主要目仍然取得防治成功。如果有益昆虫种类包括属于最重要的食虫昆虫(双翅目、膜翅目、鞘翅目……), 它们代表可利用的寄生和捕食昆虫总数的很小部分(大约200,000种左右), 这些我们必须注意。

我们对某个种的潜在性的认识常常是有限的, 例如双斑唇瓢虫 *Chilocorus bipustulatus* (Linn.) 是一个分布广泛的著名瓢虫。一般认为是捕食性瓢虫, 但是不能利用它去防治任何害虫。最近几年双斑唇瓢虫的一个品系在伊朗采到并引入毛里塔尼亚, 而在这个国家对棕榈蚧是一种很好的生物防治。

有许多杂草被证明能捕食昆虫。虽然仙人掌、马缨母草、金丝桃等已被证明能捕食昆虫, 但可能还有许多杂草有类似作用。

人们应该记得引进外来种不是唯一利用天敌的方法, 例如控制本地捕食昆虫, 正如雷杰威(1969)提出值得考虑的诺言那样。

对引起控制害虫的赤眼蜂属 *Trichogramma* 卵寄生蜂的评价常常发生争论, 但是苏联昆虫学家曾选择出完全适应不同气候地区的品系进行大量繁殖, 为各种害虫提供一种好的防治。1972年应用面积大约为500万公顷, 以每日生产5,000万头赤眼蜂的专门类型的工厂已建立起来。

天敌的效果在寄主虫口处于低水平时期常常是减少的。它不能阻止连续的爆发, 这常常发现在森林害虫种群波动的“分层型”。

控制害虫数量能提供避免天敌显著下降的方法。马克西莫夫卡等(1976)指出在森林内害虫最低密度时期人为散布舞毒蛾 *Porthetria dispar* (L.) 的卵块, 保持寄生和捕食昆虫的虫口是可能的, 已观察到在控制地区避免害虫的爆发。在粉蝶属 *Pieris* 的例子中周期释放寄主和寄生昆虫, 在美国获得很有希望的防治结果。

另外, 引起昆虫发病的病原菌, 有的是自外地引入(在加拿大利用病毒防治叶蜂), 有的是进行工业生产(如苏云金杆菌在美国, 法国, 苏联), 在过去20年充分证明, 这些病原微生物在大田能够控制害虫种群。

综合上述充分证明天敌不仅是害虫自然种群调节的最重要的因素之一, 而且是控制由人类活动形成的生态系中害虫部分的有力工具。

然而在天敌存在的条件下，害虫的密度经常引起作物受害。在这种情况下，存在二个问题：为什么这些天敌不能保持充分控制害虫虫口；我们如何运用附加的防治措施来防治害虫。以上两个问题将在本章第二部分及第三部分分别讨论。

二、影响天敌效果的因子

在大多数的农业环境中主要害虫受到天敌或大或小的侵袭。天敌抑制害虫种群的效果，一方面受它本身内在性质和限制的影响，而另一方面受在农业生态系统因素下出现的环境因子和条件因子的影响。那里本地天敌能有高效的作用，可阻止害虫种群达到为害水平，而不需要增加现有的防治措施。如那里本地天敌有较小的效力，则必须考虑补充的防治手段，即明显需要一个综合防治措施的途径。

因此，在一个农业生态系中考虑天敌组成作为早期的防治方法是有趣的，判断阻止天敌发挥防治害虫效果的原因，然后注意扩大、补充或改善天敌活动的其他方法。这些因素包括气候、天敌与寄主的关系、发育或种群并发的关系（物候学）、天敌成虫期的食物、寄主或捕食者的性能、交替寄主的出现、其他昆虫种类的竞争或干扰、重寄生、利用种植作物的农业或栽培的实践、杀虫剂的应用和其他多方面的因素、能力或需要等。

1. 气候因子

气候是农业生态系各要素中主要的有影响的因子，它同时影响作物、害虫和天敌。在任何已定的气候条件，对作物与害虫二者一般是有利的，对于天敌可以说不是同样的。

对于许多天敌昆虫，温度或湿度能阻止它们的分布和抑制它们的繁殖。在热带和亚热带的美洲，柑桔黑刺粉虱 *Aleurocanthus woglumi* 完全有效的引用蚜小蜂 *Eretmocerus serius* 来进行防治，但这种寄生蜂后来引入西北部的墨西哥防治这种害虫时却表现无效。由于发现寄生蜂不能在很冷的冬天越冬，在南非比较高海拔地区（大约1,250米），因冬天寒冷，阻止了缨小蜂 *Patasson nitens* Girault 有效的控制它的寄主桉树象鼻虫 *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal，有时气候影响寄主比寄生蜂的关系要大，由于冬天冷限制卵的产生，在一个时期内致使寄生蜂缺乏。

在车轴草采斑蚜 *Therioaphis trifolii* (Monell) 的情况中，由于加利福尼亚的气候特殊，特别是不适的温度限制了几种寄生昆虫的分布和有效地去建立生物防治。例如：在内部山谷地带一种外蚜茧蜂 *Praon exsoletum* (Nees) 于炎热的夏季时期，其数量受到抑制，因为它不能越夏，因而高温严重地限制成虫的生存或产卵；另一方面它能冬眠滞育而通过严寒的冬天，因而它们是生在加州较冷的和较北的紫苜蓿生长区的优势寄生蜂。相反，三叉蚜茧蜂 *Trioxys complanatus* Quilis 有越夏滞育的优点，能忍受夏季高温，因此在南部或中部的内地山谷地区寄生蜂的数量很高，然而它的寄主在这个时候也处于滞育，不能提供防治效果。第三种蚜小蜂 *Aphelinus asychis* Walker 因为它在冬季或夏季的时候缺乏滞育能力，所以在许多沿海的中间山谷的地区，在数量上是受限制的，因此气候既影响这三种天敌的不同分布又影响它们夏季控制寄主的效果，由于其他的天敌同样失效（当地捕食者），当在中夏和晚夏的时候，车轴草采斑蚜和紫苜蓿的其他害虫必须采用综合防治的措施。