

苹果绵蚜寄生蜂 (*Aphelinus mali* Haldeman) 的生物学特性和其利用研究

龍承德 王永佩* 唐品志*

(中国农业科学院江苏分院)

一、前言

苹果绵蚜是苹果主要害虫之一,它的繁殖力强,身体上有一层绵状的蜡质保护,且具潜伏裂缝的习性,致使普通药液不易沾附,发挥其杀虫效力。它以成虫和若虫整年寄生于苹果树上为害,吸取树液,苹果枝干及根部等被害后形成瘤状虫瘿,直接影响树的生长发育,花芽的分化,果实的品质变劣;间接的影响在于虫瘿逐渐膨大后,破裂的伤口招致苹果腐烂病,小透羽和其他病虫害的侵袭,加重了苹果树的损害,因而导致果树的死亡。据苏联学者的报告^[20]果树被害严重时,产量降低30%或更多。

此虫原产美国,1787年传入法国,随后由苹果苗木传播世界各苹果产区,故有“美国疫”之称;在我国现知于1914年首先传入山东的威海;1929年由日本传入大连,据吴逊三氏^[1]1936年报告谓当时青岛亦有此虫发生,惟仅限于个别果园。由于反动统治和敌伪的忽视果树生产,缺乏检疫制度,坐视此虫的扩大蔓延,为害严重程度亦与日俱增,至解放时,不但青岛各个苹果栽培区,已均有此虫发生,整个胶东半岛及辽东半岛南部果区亦已感染。据1952年及1954年旅大园艺试验站等^[6]调查,该地严重被害果园达95%以上;据青岛老农反映,德日统治时期,栽培的欧洲苹果品种面积甚大,后来由于绵蚜的猖獗为害,产量减低,别的病虫害接踵而来,果树衰亡,遂逐年破伐,面积日见缩小,改种其他果树。青岛王下埠纪新果园因不加管理任凭绵蚜的为害及腐烂病的并发,全园不到三年时间,60余株苹果砍伐达90%以上。此虫威胁苹果之大可见,世界各国将此虫列为检疫对象之一不无道理。

解放后,党和政府十分重视农业生产,对此虫的防治亦逐渐注意,各地果农采用人工扫刷,涂抹石油豆油混合乳剂等方法防治此虫,惟多费工而且不易收到理想的防治效果,如1952年国营威海园艺场用涂抹法防除绵蚜用工达300多工,占全国全年各项管理工的首位,青岛新农果园用乳剂涂抹,用工达700多工占全国全年管理工的1/3左右;同时在使用乳剂不得当时,还容易引起药害,因而群众迫切要求经济有效的防治方法。1953年前华东农业科学研究所与山东青岛有关机构根据群众的要求,开始研究苹果绵蚜的防治法。根据苏联等28个国家应用寄生蜂防治的经验,收效甚佳,特别是苏联,除个别地方外,已消灭了绵蚜的灾害^[20],因此我们除从事化学保护方法研究外,并着重进行寄生蜂的利用研

* 离职学习。

究,企图达到发挥两者在防除上的共通作用。

年来,我們首先通过室内外饲养观察綿蚜寄生蜂的生物学特性,在自然界中与寄主的消长关系,找出其所以不能全年控制綿蚜发生的原因。从而运用米丘林的生物科学理论和苏联的先进经验,向苏联引进蜂种,进行远缘的种内杂交,提高了当地寄生蜂的生活力;通过室内观察苏联寄生蜂及其杂交后代的成虫寿命及产卵数以及田间散放,实际压低苹果綿蚜的为害率的结果,充分证明唯物的米丘林生物科学理论的正确性,并且对农业害虫的生物防除工作,在今后利用不同地区移植天敌来提高防除效能的新方向的发展,提供理论基础。茲将几年来研究的经过及结果分别整理如后。以供同道的参考,不当之处,尚望多多提出意见。

本工作进行中,除获中国农业科学院江苏分院植保系朱凤美、傅胜发两主任的经常指导外,中国科学院昆虫研究所刘崇乐教授在养病期中、浙江农学院祝汝佐教授在百忙中均曾给予许多帮助和指示。苏联农业部中央植物检疫实验室 H.H. Шырова 专家以国际共产主义的伟大的无私援助的精神自遥远的苏联供应我们蜂种,特此一并致謝。

二、前人工作的回顾

綿蚜寄生蜂于 1879 年由贺华德 (L.O. Howard) 首次发现寄生于苹果綿蚜上, 1910 年法国人馬厦尔 (Marchal) 认为此蜂对綿蚜的抑制有一定作用,拟利用它来防治綿蚜,因第一次世界大战的影响而未果,大战结束, 1920 年由美国引至法国及烏拉圭等地散放,效果表现良好,在烏拉圭等地能完全控制綿蚜,随后分别輸至世界各地^[1],在苹果綿蚜的防治上开辟了新的途径,现知有 28 个以上的国家应用此蜂,收到不同程度的防除效果;特别是苏联自 1926 年及 1930 年先后向意大利輸入此蜂,散放在外高加索、乌克兰南部及克里米亚等有綿蚜发生的果园,自 1930 年至 1933 年曾防治綿蚜 60 万亩(4 万公顷),现除少数地区外,完全消灭了綿蚜的灾害,不必使用化学防除法^[20]。此外,自 1924 至 1953 年智利、意大利、印度、日本、美国及瑞典等国学者,对此蜂的生物学特性和应用防除綿蚜有关技术等均作了研究,对利用此蜂来防除綿蚜提供了科学的基础。

在国内,据现有资料,知 1942 年日人宮原仁男氏曾由日本青森县引进此蜂二万头至我国大連的台山村散放,以后并在旅順的小平島等地扩大散放,对綿蚜的发生起一定的抑制作用。1950 年笔者与原山东大学农学院工作同志在烟台发现此蜂,寄生率甚高^[2];次年由該院罗益鎮同志移殖青島,进行繁殖并观察生活史^[3]。但烟台、青島等地何时已有此蜂传入,因缺乏記載,无法查考。据几年来的調查,得知在我国各主要苹果产区,几乎所有綿蚜发生的地方,除云南未证实外,均有此蜂分布^[5]。

三、研 究 方 法

这项研究工作,自 1953 年开始,首先进行观察此蜂在青島地区发生的年史及其习性,結合田间調查了解其与寄主(苹果綿蚜)的消长关系,找出它在青島地区不能全年抑制綿蚜发生的原因,从而针对其缺点向苏联引进蜂种,进行杂交,提高其生活力,在确証其能提高生活力后,才在田间进行散放試驗,考查其实际防除效果。

进行生活史观察时,我們是在田间用直径 9 厘米或 11 厘米,高 5 厘米的圓形鉄盒,盒的

上下底盖用 100 筛孔的细铜纱做成, 来繁殖绵蚜, 盒子套在苹果树枝条上(见图片), 这样繁殖时间长一些, 避免因养分不足, 绵蚜发生脱落现象, 同时对寄生蜂的发育, 与自然情况相仿, 盒子与枝条交口处用软接蜡封固, 防止盒子移动, 损伤绵蚜群体, 和防止绵蚜的天敌如蚜狮、寄生蜂等进入盒内, 扰乱观察。用人工接种绵蚜或将原有绵蚜群体置入盒内, 在未接种寄生蜂以前, 须经常检查, 发现绵蚜群体中有变黑的被寄生蚜虫个体时, 即用针把它剔除, 直至不再发现为止, 然后始将寄生蜂成虫放入盒内, 让它繁殖产卵, 一、二日后把蜂取出, 以后经常取下一定数量的绵蚜, 在双目扩大镜下检查寄生蜂各种虫态的出现时间, 直至绵蚜发黑为止, 即仔细用针把它取下, 放入直径 2 厘米、长 19 厘米的试管内, 管口用脱脂棉塞着, 放在室内观察其化蛹时期及成虫羽化、寿命等。每次接种的时间, 系在田间寄生蜂成虫发生盛期, 这样可力求与自然界发生情况相吻合。

进行成虫产卵数观察时, 我们从田间剪取附有未被寄生的绵蚜的枝条, 插入盛有清水的墨水瓶中, 上面罩以直径 3 厘米, 长 13 厘米的两头空的指形管, 顶端罩以 100 筛孔的纱罩, 防止寄生蜂逃出和便于空气流通, 下端罩在墨水瓶瓶口上, 然后每管接入单个已交配的雌蜂, 让其在绵蚜群体上产卵寄生; 在蜂放入后 24 小时内将绵蚜取下, 在双目扩大镜下检查其体内寄生蜂产卵数; 雌蜂则转移至新的绵蚜群体上, 这样每天更换一次新寄主, 直至雌蜂死亡为止, 最后统计其一生的产卵数量。为了保持雌蜂的正常寿命, 在纱罩上放置蘸有红糖水的小棉花团一个, 供给饲料, 按气温高低, 每隔 1—3 天更换食料一次。

进行种内远缘杂交时, 国外的蜂种係由苏联农业部中央检疫实验室供给, 蜂种共三批, 仅采自苏联克里米亚契卡洛夫城的一批于 1955 年 4 月 18 日由苏联航寄北京而转运抵达青岛, 当时成虫多半于中途羽化, 结果仅获得成虫 431 头, 分别用一部分作杂交之用, 一部分作大量纯系繁殖。杂交工作在田间进行, 母蜂未羽化前则在室内分别将单个寄生蜂蛹装在试管内, 待其羽化后, 检定其雌雄性别, 然后分别作各种组合, 计以苏联母本 × 青岛父本; 苏联父本 × 青岛母本, 并以苏联纯系及青岛纯系, 作为对照。蜂的饲养方法与观察生活史同。其后代成虫羽化后即进行成虫寿命及产卵数的观察并统计其雌雄性比等。苏联寄生蜂的大量纯系繁殖系在田间大养虫笼中进行; 大养虫笼计有两种, 一种为 $100 \times 55 \times 55$ 厘米的两面为玻璃, 两面及顶上为 120 筛孔铜纱的养虫笼。另一种为 $150 \times 140 \times 140$ 厘米的大形养虫笼, 四面用细布封闭, 为了通风良好, 两方的 $1/4$ 处以 100 筛孔的细铜纱代替, 顶面用 100 筛孔细铜纱做成(见图 2, 3)。养虫笼罩在 4—6 年生小苹果树上, 繁殖绵蚜, 未罩笼以前, 严格清除树上的已有寄生蜂或其他天敌, 为了防止混杂, 笼子分别安置在较孤立的地方, 笼子加锁。工作时, 进入笼子先后, 均作各种预防措施。冬季为了防止风雪的冲刷, 剥落, 笼子外面用芦苇等复盖。

田间放蜂试验及寄生率调查: 放蜂点系选择历年绵蚜为害较严重的果园, 为了防止寄生蜂分散, 影响放蜂效果起见, 选了一个较孤立的四周没有绵蚜的园子, 该园计有 17—18 年生的苹果树 35 株, 占地二市亩多, 品种大部分为倭锦, 少数为红星。放蜂期间, 果园内不用 666、滴滴涕等具有残留毒力较长的药剂喷布树冠, 以免杀伤寄生蜂, 在红蜘蛛发生时, 则喷布石灰硫黄合剂及烟草石灰水, 喷布波尔多液防除病害。放蜂以后, 定期将田间绵蚜群体采回室内在双目扩大镜下检查其寄生率。在放蜂园 200 米左右处选择一个管理情况, 树种相仿, 且历年绵蚜发生情况与放蜂园相近的园作为对照, 定期调查寄生率。



图 1 飼养寄生蜂用圓形鉄盒



图 2 田間繁殖寄生蜂用养虫籠



图 3 田間繁殖寄生蜂用大型养虫籠

四、研究經過及結果

1. 苹果綿蚜发生的情况及其生态条件

根据青島果树試驗站等^[7]在青島飼养观察的結果,苹果綿蚜以一、二齡若虫在苹果树枝干的裂縫,伤疤等避风处所或根部根頸,不定芽上越冬,少数发生严重的树,其根部土下亦有綿蚜蟄居,一般說来分散、羣体小和暴露在外面的綿蚜羣体,其越冬死亡率大,高达100%;稍有隱蔽与羣体較集中的,死亡率小,但亦在80%以上。这是每年春季綿蚜在最初发生时,虫口稀少的主要原因。越冬若虫在春季3月底4月初大气温度平均升达摄氏5—8度左右时开始活动,加害苹果树,直至11月下旬气温下降达摄氏8度时,进入越冬为止,終年以成虫及若虫在苹果树上为害,以孤雌胎生繁殖为主,产生后代,全年最高可发生17代,平均8代。完成一代所需時間,因大气温度不同而长短各异,一般說来,在8—15℃时平均需时19—25天,16—21℃时平均需时11—18天,22—25℃以上时約需8—13天。

越冬若虫自开始活动加害后,約历时30天左右发育成长为成虫,主要以孤雌生殖胎

生后代。此时苹果正值开花初期至新梢生长期,初生的一龄若虫便向新梢基部或叶腋等处迁移,寄生为害,4月底5月初为若虫盛发期。5月中旬第一代绵蚜成长和繁殖,虫口迅速增多,并向新梢延伸部分再度迁移,至5月中下旬达第二次迁移盛期。6月中为第三次迁移盛期。于是,从5月中至6月中下旬这一阶段,绵蚜的不断增殖,田间虫口大量发生,形成全年绵蚜发生为害的最盛期,亦即年中绵蚜为害的主要时期。在青岛地区,此时大气温度平均为16—22℃,相对湿度为70—89%左右,为绵蚜生长发育和繁殖后代的最适宜时期。据观察一头雌蚜最多产仔数可达134头,平均胎生86头。雌蚜的寿命长短与温度亦有密切关系,一般说来,16℃以下时平均约活25—44天;16—22℃平均约活18—29天;23℃以上时平均约活15—17天。6月中旬左右由于蚜狮 (*Chrysopa bicogline* Byuebril) 幼虫的较集中出现以及寄生蜂数量随之陆续增多,对绵蚜的发生起了一定的抑制作用。同时由于嫩梢生长停止,营养供给条件发生变化等因素的影响,自6月下旬至7月中旬出现绵蚜的第一个低潮。7月下旬至8月中旬绵蚜虫口一度稍稍上升,但数量不多。8月中旬至9月中旬,由于寄生蜂自7月以来高度发挥其优良特性,如雌性比高,产卵数多,卵和幼虫发育快,促使绵蚜迅速死亡,增殖力锐减等等;在绵蚜本身,由于气温高、寿命短,以及生理条件关系繁殖率显著下降。因而绵蚜发生的数量极少,形成全年第二次绵蚜的低潮,亦即最低潮。9月中旬至10月中旬绵蚜虫口又逐渐上升,此时气温平均为14—22℃左右,相对湿度为70—85%,适宜于绵蚜的生长繁殖。此时一头母蚜最高产仔数可达116头。同时由于气温的逐渐下降,特别是一日的气温温差较大,影响寄生蜂成虫的活动及幼虫的发育缓慢,削减了它对绵蚜的抑制能力,绵蚜得有机会再度猖獗,出现年中绵蚜发生的第二个高潮。10月中旬以后,由于有翅蚜的大量发生与死亡,一个群体的有翅蚜个体最高时可达总数的40%左右。因此田间的虫口在这时逐渐减少。而残余的成虫继续胎生若虫,至11月上中旬气温再度下降时便以一、二龄若虫或其他虫态越冬。

苹果绵蚜对外界生态因素的要求,根据几年来在青岛观察分析的结果,大致可以归纳如下。越冬若虫在春季大气温度平均升达8.4℃时即开始活动,国外学者贾门(P. Garman, 1952)^[17]报告谓在气温达5℃时即开始活动。在大气平均气温达11℃以上时,一龄若虫开始迁移至新梢为害,平均温度达14℃时普遍蔓延。此虫发育最宜的温度范围为16—22℃,相对湿度为70—89%左右;波登海墨(Bordenheimer, 1947)报告为15.5—21℃,湿度为60—70%。马哥域奇(Marcovitch, 1934)在定温情况下测出绵蚜的最适宜发育温度为68°F。^[12]年中降雨多少与绵蚜的寄生为害有关;如1955年青岛一带天气干旱,绵蚜发生较少,当年5月中一年生枝条上绵蚜寄生数较1954年雨水较多的年份为少,约等其0.34%。此外,土壤的性质与绵蚜为害根部的轻重有关,在青岛砂质壤土中发生较轻,与马哥域奇报告中所称砂质土壤的苹果根部被害轻,粘土的被害重相一致。

2. 寄生蜂的生物学特性

1) 名称及其在分类学上的地位

苹果绵蚜寄生蜂——日光蜂 (*Aphelinus mali* Haldeman) 原隶膜翅目寡节小蜂科 (或姬小蜂科 Eulophidae) 后改隶蚋小蜂科 (Aphelinidae)。

同种异名: *Aphelinus mali* Haldeman (1847)

Eriophilus mali Haldeman (1851)

Eriophilus mali Shaswood (1859)

Eriophilus mali Howard (1879)

Aphelinus mali Howard (1880)

Blastothrix rosae Ashmead (1886)

2) 各期虫态描述

成虫:为小型的蜂种,全体黑色,翅透明,腹部第一节呈显著的黄白色,体长1.1—1.5毫米,翅长0.5—1.2毫米;雄虫体较雌蜂略小,体长0.9—1.2毫米,翅长0.8—1.0毫米;雌雄的区别,主要是雌蜂的腹部较大,呈卵圆形,产卵管仅露出翅的尾端;雄蜂体较小,腹部小而尖端较细长,行动亦较活泼。

头部:从正面观比较大,稍呈三角形,从上面观,则呈扁半圆形、有小刻点,粗而且有光泽,头顶部分有黑色刚毛,复眼大,稍呈肾脏形,紫黑色,表面有细毛密生,单眼呈三角形排列,呈红宝石颜色;着生在头顶部分。触角六节,膝状,柠檬黄色,柄节略呈暗色,系节第三节较梗节稍大,棍棒节约等系节第三节的长度的两倍,系节一、二两节较短小,两节等长,系节末节与梗节等长,稍呈长方形,触角上全体有短毛着生。雄蜂的毛较雌蜂粗而长。

胸部:黑色,圆形且稍凸起,大部分平滑,带光泽,有粗短刚毛着生。翅透明,稍带暗色、有紫色虹采反光,上面着生细毛,脉淡黄色,前缘脉较长,外缘脉及缘纹脉较短,前缘脉的前方后下方有斜走的无毛带,靠近翅的基部方向有5—6根大型的刚毛并列向上斜生,再靠近翅基部分,则没有刚毛,呈三角形,斜带的外方则有許多细毛,均匀分布。后翅与前翅同样有细毛均匀分布,基部附近没有粗毛,后缘着生有缘毛,较前翅的缘毛约长三倍。此蜂静止时,翅平迭置于体上。雄蜂翅长,前翅伸出腹部末端1/4左右,雌蜂则达腹部末端。

足:基节大,黑色,前、中、后足顺序大而长;前中足的腿节基部,跗节前半部及跗节均为黄色,余黑色。后足腿节及跗节末端两节为黄色、余为黑色,跗节与跗节间有距一个,雌蜂较雄蜂为长。

腹部:六节,有黑色光泽,基部两节,淡黄色,为此蜂与其他蜂种区别的主要特征。雄蜂腹部小,尖端细长,雌蜂则粗短。

卵:长椭圆形,白色,有珍珠光泽,其一端较厚,在扩大镜下边缘较厚象具两层边的样子,长约0.2毫米,幅宽0.07毫米(图4:1)。

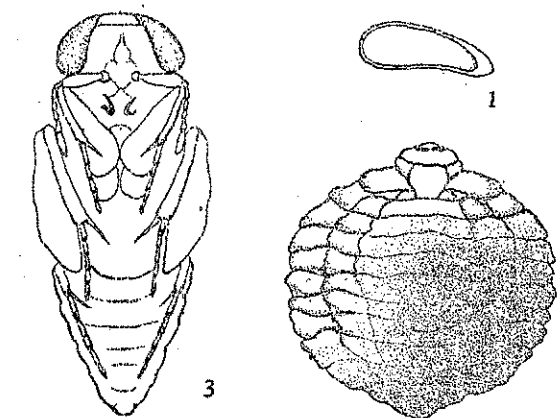


图4 苹果绵蚜寄生蜂各期虫态图

1. 卵 (×30);
2. 越冬老熟幼虫 (×50);
3. 蛹 (×50)。

幼虫:初孵化时,身体窄而长,两端稍尖,呈蛆状,其中肠部分呈乳白色,透明,稍长大后,则变为红褐色,老熟幼虫时则由于色素的累积而呈黑色或黑褐色;各节间分界明显,特别突

起, 头部与身体同为淡黄色, 体长与宽度几相等, 体长 0.7—0.9 毫米(图4:2)。

蛹: 裸蛹, 初化蛹时淡黄色, 及将羽化时则变为黑色, 各附属器官颜色与成虫相似, 尾端尖。体长 0.7—0.9 毫米(图4:3)。

3) 生活史

越冬虫态及场所: 自 1953 年 12 月初开始定期解剖检查越冬寄生蜂幼虫的结果, 知在青岛, 此蜂均以老熟幼虫越冬, 未曾发现有以蛹态越冬者, 这与瑞典波格(Borg, 1953)^[18]所报告谓有少数以蛹态越冬不同(详见表1)。

表 1 綿蚜寄生蜂越冬虫态調查(1953、1954 青島)

調查日期	調查虫数	老熟幼虫	蛹	成虫	活虫数	死虫数	材料来源	备 注
XII/9/53	100	100	0	0	96	4	果产公司	滄口, 李村
XII/22/53	37	37	0	0	36	1	"	李村
XII/24/53	63	63	0	0	61	2	"	"
I/18/54	46	46	0	0	46	0	"	"
I/20/54	54	54	0	0	53	1	試驗站。	"
II/8/54	60	60	0	0	59	1	"	"
II/9/54	40	40	0	0	40	0	"	"
III/3/54	84	84	0	0	81	3	"	"
III/15/54	100	100	0	0	95	5	"	"

此蜂以老熟幼虫在綿蚜尸体內越冬, 外壳黑色, 很容易識別。越冬场所是按綿蚜被寄生后, 未死亡以前迁移定居下来的部位不同而定。一般以树枝干綿蚜羣体寄生的裂縫或虫癭附近較多; 在綿蚜发生多的小树, 由于綿蚜往叶上迁移, 故在叶的背面亦有越冬虫定居。在树干基部的落叶, 土縫或杂草上也有越冬; 此外在树根不定芽附近的土內或土縫內, 亦发现有此蜂, 估計系由于綿蚜被寄生后, 后期生理上发生变化, 有离开原寄主羣体向别处迁移的特性, 在未死亡以前爬入土中的。

越冬死亡率: 1954 年及 1955 年 3 月下旬至 4 月初自田間采回越冬寄生蜂, 置室內試管中观察其成虫羽化情况, 了解其經過严寒后死亡率如何? 經過不同处理的分別統計之。两年来观察的結果, 知在青島自然情况下, 冬季温度降至 -12°C 时仍能安然渡过, 成虫羽化率最低为 85%, 高者可达 90% 以上(見表2)。从表 2 中可以看出冬季或早春果园噴布石灰硫黄合剂五度液, 对越冬寄生蜂沒有影响; 其次是, 包扎稻草保护越冬, 可以提高其羽化

表 2 綿蚜寄生蜂越冬死亡率調查 (1954、1955 青島)

采集日期	材料来源	越冬幼虫 (个)	羽化数 (个)	羽化率 (%)	备 注
III/27/54	上威聖众果园	100	85	85	部分 4 月 1 日采集
III/26/54	立达果园	100	91	91	53 年底 54 年春噴 C-S 合剂三次
III/28/54	云头箇聖众果园	100	85	85	
IV/2/54	李村果产公司	50	45	90	53 年冬, 54 年春噴石硫合剂 5 度液二次
IV/2/54	李村試驗站	50	47	96	53 年冬包扎草保护
"	"	63	55	87.3	未包草
IV/2/55	"	100	93	93	越冬前采回室內

率,但由于費工較大,从实际应用上和經濟核算上看来,是不必要的。

蛹的出現期:自 1954 年 3 月 22 日开始自田間定期采回越冬寄生蜂解剖检查其越冬幼虫的变化为蛹期的時間,知于 3 月下旬大气温度平均上升达 6—7℃ 左右即开始出現蛹,4 月上旬达 68%,4 月中旬旬平均温度达 11℃ 时达盛期化蛹率为 96%。4 月 14 日最初出現成虫(見表 3)。

表 3 綿蚜寄生蜂越冬代蛹、成虫出現期調查 (1954 青島)

調查日期	調查虫数	老熟幼虫	蛹	成 虫	活 虫 数	死 虫 数	材料来源	备 注
III/22	50	50	0	0	50	0	果产公司	李村
III/29	50	49	1	0	50	0	”	”
IV/1	50	50	0	0	50	0	”	”
IV/3	50	50	0	0	50	0	”	”
IV/5	50	50	0	0	49	1	”	”
IV/6	60	22	38	0	60	0	”等	李村,源头
IV/9	20	3	17	0	20	0	”	李村
IV/10	30	4	26	0	29	1	”	”
IV/12	50	2	48	0	49	1	”	”
IV/14	50	3	46	1	48	2	”	”
IV/16	50	2	47	1	50	0	”	”
IV/18	50	1	47	2	49	1	”	”
IV/20	50	1	45	4	49	1	”	”
IV/24	10	0	3	7	10	0	”	”
IV/26	50	0	1	49	49	1	”	”

年中发生代数:自 1953 年开始在室外,以小形鉄盒套在苹果枝条上飼养寄生蜂,至綿蚜发黑,寄生蜂进入老熟幼虫期,即取下放入試管内,携回室内观察成虫羽化情况。据两年来观察結果,知在青島地区,一年中寄生蜂可发生 10—12 代,最多可达 13 代,最少 9 代(見表 4)。与朝鮮水原一带年发生 12 代相仿^[8];較印度普遮省年发生 15 代少^[16];此美国、瑞典、智利等地发生 5—7 代为多^[11,13,18]。

綿蚜寄生蜂一年中发生代数的多寡与寄生蜂发生期間大气温度的高低有密切关系,每代发育所需時間,以越冬代最长,一代需时 184 天,最长 240 天,第一代 28—30 天,往后气温逐渐上升,发育時間逐渐縮短,至 6 月中旬以后最短只需 7 天多即可完成一代。如就 1953 年及 1954 年两年气温情况及寄生蜂发生代数看来,1954 年較 1953 年发生代数减少三代,其原因主要是在寄生蜂生长发育期間,1954 年温度較 1953 年为低,特别是 5、6、7 三个月的气温較低,促使其发育緩慢,需要日数增多,发生時間相应推迟。如 1954 年 4 月下旬,5 月上旬、中旬的旬平均温度均較 1953 年低,分别低 2.7℃、4.1℃、5.4℃,因此第一代比去年晚发生一周;5 月下旬,6 月上旬旬平均温度較 1953 年分别低 6.6℃ 及 2.8℃,而 5 月的月平均温度則低 6.3℃ 之巨,因此第二代发生時間比 1953 年晚 10 天。6 月中旬气温与 1953 年相同,但下旬气温未能象 1953 年同时的温度一般逐渐上升,故第三代較 1953 年晚两周。7 月上、中、下旬的旬平均温度較 1953 年低,分别为 1.6℃、2.6℃ 及 3.7℃,特别是 7 月下旬相差甚大,竟达 3.7℃,因此寄生蜂在 7 月发生代数較 1953 年少一代。第

表 4 苹果绵蚜寄生蜂年生活史 (1953—1954青島室外)

虫 态 代 序	卵 期	幼 虫 期	蛹 期	成 虫 期	每 代 所 需 时 间			发 育 期 間 温 湿 度		备 注
					最短(天)	最长(天)	一般(天)	室内平均温度(°C)	室内外平均相对湿度(%)	
越冬代	1953	—	—	—	—	—	—	—	—	1953年第一代
1	1954	IV/26—V/9	IV/29—V/5	IV/19—V/8	149	240	184	—	—	生活史系室内
2	1953	IV/26—V/9	V/9—22	IV/21—V/8	21	35	28—30	19.4	80	饲养, 其余各
3	1954	IV/27—V/4	V/13—22	V/16—30	29	33	30—31	16.4	—	均系室内代外饲
4	1953	IV/27—V/4	V/13—22	V/16—30	29	33	30—31	16.4	—	养
5	1954	V/19—29	VI/3—13	VI/5—14	18	27	20—22	21.9	80	
6	1953	V/27—VI/1	VI/8—13	VI/15—17	20	22	21	20.0	—	
7	1954	VI/6—11	VI/13—23	VI/17—24	12	19	15—17	22.9	84	
8	1953	VI/16—18	VI/27—30	VI/1—5	16	19	17—18	22.6	—	
9	1954	VI/19—22	VI/22—VII/7	VI/25—VII/8	7	21	14—18	24.2	90	
10	1953	VI/2—3	VI/12—14	VI/16—21	15	20	16—17	23.4	—	
11	1954	VI/1	VI/7—18	VI/8—19	8	19	14—16	25.7	90	
12	1953	VI/17—18	VI/27—29	VI/30—VII/3	14	18	15—16	24.1	—	
13	1954	VI/10—13	VI/15—24	VI/17—25	8	16	13—15	26.5	89	
14	1953	VI/31—VII/1	VI/11—15	VI/13—16	14	17	14—15	25.7	—	
15	1954	VI/19—24	VI/22—24	VI/26—VII/4	8	17	13—15	27.2	91	
16	1953	VI/14—15	VI/23—30	VI/27—31	14	18	14—15	25.7	—	
17	1954	VI/30	VI/5—13	VI/6—14	8	16	13—15	27.5	86	
18	1953	VI/28—29	VI/30—VII/8	VI/12—15	16	19	16—18	23.5	—	
19	1954	VI/11	VI/17—27	VI/20—28	10	18	14—15	27.4	89	
20	1953	VI/13—16	VI/27—	X/3—	21	—	—	—	—	
21	1954	VI/24—28	VI/4—11	IX/4—12	12	20	16—17	24.9	77	
22	1953	X/4—8	越冬	IX/21—30	13	—	20—22	22.9	75	
23	1954	IX/9—12	越冬	X/8	14	—	—	—	—	
24	1953	IX/25—29	X/8	X/8	—	—	—	—	—	
25	1954	X/13—17	越冬	—	—	—	—	—	—	

四代較 1953 年发生晚 20 天;第五代晚 22 天;第六代晚 28 天。8 月上、中旬气温較 1953 年低 1.8° 及 1.6°C ,下旬温度两年相仿。9 月上旬气温逐漸下降,且較 1953 年低,中旬温

度虽相同,但下旬又較低 1.6°C ,加以从前各代发生差异的累积关系,至使第七代較 1953 年晚 32 天;第八代晚 37 天;第九代晚 44 天(图5)。

寄生蜂发育的适宜温湿度:根据年来的观察分析结果知此蜂发育最适宜的温度范围为 $22-27^{\circ}\text{C}$ 之間,大气的湿度对寄生蜂的影响較小,不及温度影响来得显著,一般以 $80-90\%$ 左右为佳。与綿蚜所需的最适宜的温湿度范围比較稍高。这是一年当中,寄生蜂在綿蚜发生初期所以不能抑制綿蚜猖獗为害的主要原因之一。

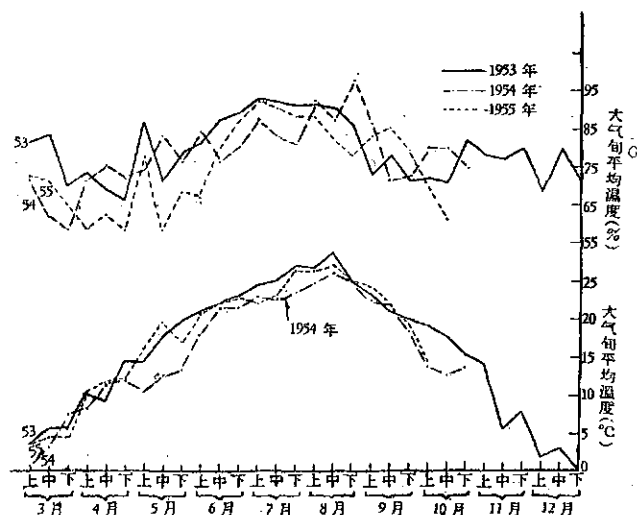


图5 1953—1955 年青島全年大气旬平均温湿度

4) 生活习性

成虫:在青島地区,4月中旬大气温度旬平均达 $9-11^{\circ}\text{C}$ 时越冬代成虫即开始羽化(室外最高温度达 17°C),4月下旬大气温度旬平均达 $12-14^{\circ}\text{C}$ 时进入羽化盛期。1955年1月間在室内定温箱内測定結果,知温度在 $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 时为其最低羽化温度(見表5),此温度較瑞典波格氏(1953)在定温情况下測定的結果^[15],謂此蜂最低羽化温度为 $12-13^{\circ}\text{C}$ 稍低。成虫羽化初期,先在綿蚜尸体壳內稍作逗留,然后用口器咬破一个小圆孔,羽化孔的位置多在蚜虫体壳的腹部尾端的背面,少数在背面或体的兩側,但未見有位于头部者。成虫羽化以清晨時間較多,活动頻繁則在气温較高的時間。一般雄蜂均先雌蜂羽化,故在每个世代蜂羽化时,初期以雄蜂占多数,后期則以雌蜂較多。在田間,气温低时或清晨,成虫多不活动,停留在綿蚜羣落着生的树枝干裂縫或凹陷蔽风的地方,亦有停留在叶背者。气温逐漸上升,則沿树干爬行,寻找寄主交尾产卵;一般不飞翔,温度較高时如遇惊动,能作短距离的飞行;因此寄生蜂的迁移扩散較慢,在散放寄生蜂时为了更快地發揮其作用,应当尽可能把它放在綿蚜发生較多的树上,每个放蜂点不宜相互距离过大。

(i) 成虫羽化率:据年来观察各代成虫的羽化率,因地点不同,高低各异;其次是蛹的大小与羽化率的高低有关,蛹小的羽化率低,可能是由于寄主体小,营养不良影响成虫的发育所致。各代羽化率見表6。

根据表6看来,各代羽化率一般在 80% 以上,最高可达 99% ,仅少数蛹的体积小的为 50% 或 72% 。說明此蜂在蛹期不易遭受外敌的損害或病菌寄生,是一个較理想的蜂种,对实际应用于生物防除上提供了有利的条件。

(ii) 成虫的雌雄性比:寄生蜂雌雄性比的高低,关系到实际应用价值的大小,雌蜂比例高的繁殖后代愈快愈多,發揮防除害虫的作用愈大。綿蚜寄生蜂雌雄性比,雌蜂均多于

表 5 綿蚜寄生蜂羽化溫度測定試驗 (1955.南京)

試驗 开 始 时 間	溫 度 (°C)	越 冬 幼 虫 数 (个)	羽 化 日 期 及 个 数																	
			Ⅱ.15		Ⅱ.25		Ⅱ.28		Ⅲ.1		Ⅲ.2		Ⅲ.5		Ⅲ.8		Ⅲ.8		Ⅲ.12	
			♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
I /13/55	10°±1	10																1		1
I /13/55	12°±1	10											1			2	1	1	1	
I /13/55	15°±1	10		1		1	1		2		2		2			1				

表 6 綿蚜寄生蜂各代成虫羽化率 (1953 1954 青島 1955)

代序	年 份	材 料 来 源	蛹 数 (个)	羽化成虫 (个)	羽 化 率 (%)	备 注
越冬代	1953	—	—	—	—	李村系果产公司
	1954	上臧,云头箇,李村	350	305	87.43	
	1955	李村試驗站	100	93	93.00	
1	1953	滄口果产公司	122	107	81.10	小蛹羽化率 50%, 72%
	1954	李村,試驗站	100	97	97.00	
	1955	李村,試驗站	100	92	92.00	
2	1953	滄口,源头	210	185	88.09	
	1954	李村,試驗站	100	96	96.00	
	1955	李村,試驗站	100	93	93.00	
3	1953	—	—	—	—	
	1954	李村,試驗站	100	91	91.00	
	1955	李村,試驗站	100	94	94.00	
4	1953	源头	100	80	80.00	
	1954	李村,試驗站	100	89	89.00	
	1955	李村,試驗站	100	95	95.00	
5	1953	李村,果产公司	89	83	92.27	
	1954	李村,試驗站	100	96	96.00	
	1955	云头箇	100	95	95.00	
6	1953	李村,試驗站	100	92	92.00	
	1954	李村,試驗站	100	87	87.00	
	1955	李村,試驗站	100	78	78.00	
7	1953	李村,試驗站	100	89	89.00	
	1954	李村,試驗站	100	93	93.00	
	1955	李村,試驗站	100	94	94.00	
8	1953	源头	100	92	92.00	
	1954	—	—	—	—	
	1955	李村,試驗站	100	98	98.00	
9	1953	李村,試驗站	100	89	89.00	
	1954	—	—	—	—	
	1955	—	—	—	—	
10	1953	李村,果产公司	100	97	97.00	
	1954	—	—	—	—	

雄性,除在温度較低或光綫不足、成虫活动較差,交配不正常的情況下产生不孕,結果雄蜂多于雌蜂外,一般表現均極良好(表7)。

表7 綿蚜寄生蜂各代成虫雌雄性比¹⁹⁵³_{1954 青島}₁₉₅₅

代 序	年 份	材 料 来 源	♀ 蜂 数 (个)	♂ 蜂 数 (个)	♀ : ♂
越冬代	1953	李村,源头,云头箇	362	65	5.57:1
	1954	云头箇	192	114	1.68:1
	1955	李村,試驗站			2.1 :1
1	1953	李村,果产公司	63	44	1.43:1
	1954	李村,試驗站	63	34	1.85:1
	1955	下王埠	37	13	2.8 :1
2	1953	云头箇	150	71	2.11:1
	1954	李村,試驗站	79	17	4.64:1
	1955	下王埠	68	25	2.7 :1
3	1953	李村,观察生活史	240	67	3.58:1
	1954	李村,观察生活史	72	19	3.78:1
	1955	下王埠	74	20	3.7 :1
4	1953	源头,云头箇	70	10	7.0 :1
	1954	李村,試驗站	69	20	3.45:1
	1955	上 碱	64	30	2.1 :1
5	1953	李村,果产公司	71	21	3.38:1
	1954	云头箇	72	16	4.5 :1
	1955	上 碱	73	18	4.0 :1
6	1953	李村,試驗站	75	17	4.41:1
	1954	李村,試驗站	62	25	2.54:1
	1955	上 碱	61	17	3.6 :1
7	1953	李村,試驗站	74	15	4.93:1
	1954	李村,試驗站	68	25	2.72:1
	1955	李村,試驗站	71	23	3.10:1
8	1953	云头箇,源头	66	26	2.54:1
	1954	李村,試驗站	76	23	3.31:1
	1955	李村,試驗站	82	16	5.1 :1
9	1953	李村,果产公司	63	26	2.42:1
	1954	—	—	—	—
	1955	李村,試驗站	47	18	2.5 :1
10	1953	李村,果产公司	70	26	2.59:1
	1954	—	—	—	—
11	1953	云头箇	67	21	3.19:1
	1954	—	—	—	—

根据表7看来,各代雌雄性比高低不一致,6、7月間性比較一般时期为高,这对在田間7、8月寄生蜂高度發揮其抑制綿蚜的作用,起主要作用。概括說来,此蜂的雌雄性比是比較理想的,最高可达7比1,低的为1.5比1,一般都在2.5比1,至4.5比1之間。1953年越冬代雌雄性比較高,可能是由于統計時間較晚,雄蜂多早已羽化的关系。

(iii) 成虫的寿命: 将刚羽化的成虫分別单个地盛于試管中,管口塞以脫脂棉,并醃以少量紅糖水(紅糖:水=1:3),每隔一天更換棉花一次,以免紅糖发霉,影响成虫的健康,逐

日記載其死活情况, 1954 年除在室内观察外, 并在室外用养虫籠罩在树上观察, 室内外作对比, 了解外界气候条件对寄生蜂成虫的影响; 各代成虫寿命见表 8。

表 8 綿蚜寄生蜂各代成虫寿命 (1953 1954 青島 1955)

代 序	时 間		处 理 方 法	观察 虫数 (个)	生 活 日 数 (天)				备 注	
	年 份	月			日	最 短		最 长		
						♀	♂	♀		♂
越冬代	1953	IV/18—V/18	室内	294	—	—	21	18	* 除本代系喂蜂蜜水外其余均喂红糖水。	
	1954	IV/27—V/6	室外	20	5	4	10	9		
		V/3—VI/1	室内	20	5	3	30	18		
		V/3—VI/1	室外	20	8	3	30	8		
	1955	IV/27	室内	8	7	8	14	10		
1	1953	V/20—VII/3	室内	50	13	10	41	15		
	1955	V/21	室内	10	14	11	21	20		
2	1955	VI/14	室内	10	7	6	19	7		
3	1953	VI/16—VII/18	室内	50	13	10	32	22	园里喷 666 防治苹果蚜虫	
	1954	VI/16—26	室外	20	4	3	11	6		
		VI/16—VII/13	室内	20	14	10	32	25		
	1955	VII/1	室内	10	8	6	10	9		
4	1953	VII/7—25	室内	30	4	2	19	7		
	1954	VII/17—VIII/18	室内	20	14	13	32	26		
		VII/17—VIII/3	室外	20	8	4	18	13		
	1955	VII/18	室内	10	6	5	12	8		
5	1953	VII/14—VIII/8	室内	44	12	3	26	20		
	1954	VIII/1—12	室内	20	7	6	12	11		
	1955	VIII/1	室内	10	8	5	11	7		
6	1953	VII/20—VIII/10	室内	30	9	7	20	12	八月中下旬湿度特别高、 温度高,对成虫不利	
	1954	VIII/13—30	室内	20	13	11	19	14		
		VIII/13—23	室外	20	7	2	11	9		
1955	VIII/19	室内	10	3	3	3	3			
7	1953	VII/29—VIII/12	室内	30	6	5	14	11		
	1954	VIII/27—IX/6	室外	20	7	5	11	8		
	1955	IX/1	室内	10	7	5	14	6		
8	1953	VIII/8—24	室内	30	7	5	14	12		
	1954	IX/25—X/20	室外	20	7	4	29	18		
	1955	IX/18	室内	9	9	4	20	11		
9	1953	VIII/20—30	室内	12	4	4	11	10		
	1954	X/10—XI/3	室外	19	7	6	26	17		
10	1953	IX/8—X/12	室内	20	23	6	32	29		
11*	1953	IX/29—X/27	室内	20	14	9	29	16		

根据表 8 材料看来, 此蜂的雌蜂比雄蜂寿命长, 雌蜂最长命的可活 41 天; 各代成虫寿命长短不一, 一般說来, 在适当的低温下寿命較长, 高温兼以高湿时寿命短。其次是食料的种类不同及有无, 已产卵及未产卵, 对成虫的寿命均有影响。喂紅糖水的寿命最长, 蜂蜜水的次之, 清水的最短。已产卵的較未經产卵的为长, 詳見附表 9。

室外的成虫寿命一般比室内短; 4 月下旬与 5 月上旬的成虫寿命相比較, 4 月下旬室外的比 5 月上旬的为短, 相差几达一倍, 这与当时青島气候变化剧烈, 常有晚霜有密切关系, 說明寄生蜂成虫在此时期羽化是不利的; 也足証青島春季綿蚜能够猖獗发生是与越冬代寄生蜂因气候不佳发生虫口凋落有着密切的关系。同时根据室内定温情况下測定越冬代成虫在 0℃ 时历时半小时至 4 小时即行殞死, 随后縱使温度繼續上升至平常温度, 其死亡率仍在 70% 以上。

表 9 不同飼料对成虫寿命影响統計表(1953 青島)

时 間	处 理 方 法	观察虫数 (个)	生 活 日 数 (天)				备 注
			最 短		最 长		
			♀	♂	♀	♂	
Ⅸ/12—18	喂 清 水	20	4	4	7	6	未曾产卵
Ⅸ/29—Ⅹ/8		20	5	4	10	7	未曾产卵
Ⅸ/11—Ⅹ/10	喂 蜂 蜜 水	20	13	11	30	26	未曾产卵
Ⅸ/29—Ⅹ/29		20	14	9	29	16	未曾产卵
Ⅸ/ 8—Ⅹ/12	喂 紅 糖 水	20	23	6	32	29	未产过卵
Ⅸ/23—Ⅹ/13		15	5	—	21	—	曾产卵
Ⅸ/ 8—Ⅹ/6	喂 紅 糖 水	10	10	—	28	—	曾产卵

(iv) 成虫产卵习性:成虫羽化后,当天即可交配并在寄主体上产卵。成虫在未产卵前,先用触角搜索寄主,待发现时,即将触角在蚜虫体上探索数次,然后迅速将身体調轉,前翅后半部向上折起,同时将产卵管伸出,向綿蚜身上刺去;如綿蚜移动,經数次刺戳而沒有刺中时,則重新将头調过来,寻找寄主,并重复以前的动作。如已将产卵管插入綿蚜体内,蚜虫因刺痛而移动时,則寄生蜂可跟随蚜虫走动;直至产卵完毕为止或无法繼續产卵而后离去。产卵的部位,頗不一致,除有翅蚜因有膜質的翅膀保护腹部,不便产卵而誤将卵产于头、胸部而外,多数系将卵产在綿蚜的腹部上。每次产卵所需時間长短不一,据观察成虫产卵 12 次,統計結果,知完成一次产卵,最长需时 228 秒鐘,最短 15 秒鐘。成虫产卵完毕以后,翅膀恢复正常状态,并用后足扫刷产卵管,休息一段時間后或者立刻再度寻

表 10 苹果綿蚜寄生蜂各代成虫产卵数統計表(1953 1954 青島室内)

代序	年 份	成虫产卵時間	最高产卵数 (个)	最低产卵数 (个)	平均产卵数 (个)	每日每头平均产卵数 (个)	产卵天数	产卵期室内平均温度 (°C)	产卵期室内平均湿度 (%)
越冬代	1954	Ⅳ/27—Ⅴ/10	22	2	10.20	1.19	8.6	16.3	72
	1955	Ⅳ/28—Ⅴ/12	27	17	22.73	2.11	10.4	19.0	63
1	1954	Ⅴ/24—Ⅵ/4	30	3	17.10	2.38	7.2	19.0	77
	1955	Ⅴ/21—Ⅵ/5	74	7	29.00	3.35	8.7	21.0	70
2	1954	Ⅵ/16—26	59	16	32.40	4.84	6.4	23.3	80
	1955	Ⅵ/15—21	54	8	35.70	5.76	6.2	25.6	80
3	1954	Ⅶ/3—12	86	38	58.78	8.27	6.4	24.2	87
	1955	Ⅶ/2—12	75	13	44.00	6.29	7.0	24.3	87
4	1954	Ⅶ/19—Ⅷ/5	108	45	74.22	7.34	9.1	24.8	84
	1955	Ⅶ/18—23	36	0	22.20	5.05	4.4	29.6	89
5	1955	Ⅷ/2—10	39	16	28.22	4.31	5.9	28.4	78
6	1954	Ⅷ/20—27	26	17	21.10	4.14	5.6	26.3	90
	1955	Ⅷ/18—26	43	6	27.11	3.64	7.4	28.6	73
7	1955	Ⅷ/1—13	78	41	50.90	5.11	9.4	26.2	80
8	1953	Ⅸ/16—25	32	15	22.70	2.27	5.7	—	—
	1954	Ⅸ/13—28	51	14	27.10	3.52	7.7	22.3	70
	1955	Ⅸ/18—Ⅹ/12	74	33	53.33	3.76	14.4	19.6	68
9	1953	Ⅹ/5—9	38	16	28.40	5.91	4.6	—	—
	1954	Ⅹ/7—26	24	2	15.30	1.11	13.8	17.0	78

找寄主产卵。有时能在同一寄主身上, 产卵数次, 特别是在气温较低或容器小的情况下, 发生此种情况较多。平常, 一个寄主体上产卵一枚, 个别情况下产卵 2 至 3 枚, 在室内较小的容器中曾观察到一个寄主体上最多产卵达 6 枚, 但每一寄主体内只能发育完成一个寄生蜂。

(v) 成虫产卵数: 雌成虫一生产卵数多少与大气温度有密切关系, 温度低时产卵数少, 温度高时产卵数多, 但高温结合高湿度时能促使寄生蜂成虫死亡, 相应地影响其产卵数。各代成虫产卵数及温度高低与产卵数多少的关系见表 10 及图 6。

从表 10 中可看出, 此蜂产卵最适宜的温度范围为 22—27℃ 之间。在温度低的情况下, 如春季, 成虫的产卵数不论是一个雌蜂一生的总产卵数或每日每头成虫的产卵数均低; 相反地, 苹果绵蚜在此时则生长繁育很适宜。其雌蚜产仔数多。足证, 青岛地区春季, 初夏及晚秋绵蚜猖獗发生是与其天敌的能否顺利繁育有着密切的关系。一般说来, 一个雌蜂一生产卵数在大气温度 16—20℃ 时约产 10—23 粒卵; 21—23℃ 时产卵 29—34 粒; 24—26℃ 时产卵 21—74 粒; 高达 27℃ 时, 特别是遇到高湿时, 成虫寿命短促, 因而产卵数相应减少, 仅为 22 至 28 粒。其次, 是一个成虫一生最高产卵数, 据几年来室内观察, 青岛蜂一生最多产卵 108 粒。前山东大学农学院罗益镇 (1951) 报告^[1] 每头雌蜂最多产卵数为 64 粒。与印度报告 (1941)^[10] 一个雌蜂能最多寄生绵蚜 220 头及美国报告 (1924)^[11] 一头雌蜂在室内最多产卵 140 粒相比较, 相差较远。说明青岛地区的蜂种、生活力较低。欲使此蜂能够有效地控制绵蚜的大发生, 如何设法提高生活力, 特别是在适当低温的情况下能够产卵较多, 活动如常是非常必要的。

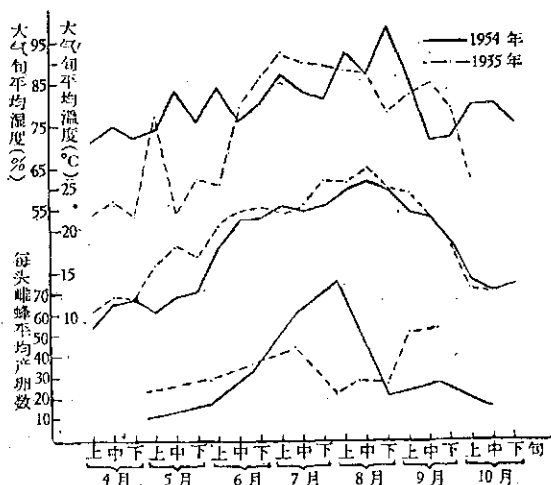


图 6 青岛绵蚜寄生蜂产卵数多寡与温湿度的关系

(vi) 个体大小与产卵数的关系: 成虫个体的大小与产卵数多少有关, 据在青岛观察结果, 个体之间可相差 2—5 倍。见表 11。

从表 11 中看来, 雌蜂的寿命在个体大小之间, 差异不大; 甚至有个别体小的寿命较个体大的稍长。说明影响产卵数多寡的主导原因, 在这种情况下, 应该归诸个体的大与小。其次是在个体小的成虫中曾有一个雌蜂与雄蜂混居, 虽则在发现后立刻清除, 在当天及次日产卵数并不见显著增多, 甚至不产卵, 但是后来的产卵数则显著增加, 在整个观察的个体小的材料中是产卵数最多的一个; 这是值得注意的事情。有一些国外的文献报导谓个体大小的蜂, 是两个不同的种或变种, 根据我们观察, 他们可以彼此杂交, 产生后代, 同时一般形态上没有显著差异, 而且小个体的蜂在各个世代均有出现。因此认为这是不正确的。

(vii) 成虫对不同虫态和龄期的寄主的选择性及其后代发育情况: 将寄生蜂雌成虫分别接种在圆形罩笼, 铁养虫盒或指形管内, 容器中盛有不同虫态的绵蚜, 让其产卵, 接种后 24 小时, 将寄主取出, 在双目扩大镜下检查解剖并统计其产卵数。观察其后代发育情况的

表 11 寄生蜂成虫个体大小与产卵数多少关系調查 (1953 青島)

虫号	产卵时期	生活天数	产 卵 数 (个)				备 注
			一生产 卵总数	最 低 产卵数	最 高 产卵数	平 均 产卵数	
1	X/5—12	3	16				# 1—5 个体大
2	”	5	24				# 6—10 个体小
3	”	5	38				
4	”	5	33				
5	”	5	31				
小 計			142	16	38	28.40	
6	”	7	31				X/9 有♂同处
7	”	8	18				
8	”	4	20				
9	”	5	18				
10	”	5	6				
小 計			93	6	31	18.60	

則在小苹果树上进行,待被寄生的綿蚜发黑后取下,放在試管内观察其轉变为蛹期及成虫羽化時間,詳見表 12 及 13。

从表中看来,无翅胎生綿蚜的各期虫态,均能为寄生蜂所寄生;其中二、三、四齡若虫及成虫的寄生率較一齡若虫为高,尤以三、四齡若虫及成虫的寄生率为最高。后代发育的良好与否与齡期有密切关系,二、三、四齡若虫及成虫的羽化率較高,其中以成虫的为最高,羽化時間也較早,后代个体大。一齡若虫的羽化率最低,羽化時間也最晚。

表 12 寄生蜂对無翅蚜不同齡期选择性(1953 青島)

虫 齡	重复次数	接种綿蚜数 (个)	接种寄生蜂数 (个)	寄 生 率 (%)	备 注
1	3	39	5	0.02	Ⅶ/22 接种寄生蜂次日检查
2	3	55	5	10.34	
3	3	49	5	34.48	
4	3	53	5	32.76	
成 虫	3	61	5	20.69	

其次,从观察中了解到寄生蜂对无翅蚜虫的成虫和若虫,有翅蚜的成虫和若虫及有性蚜,均能产卵寄生,但有一定的选择性。有翅蚜的成虫因体上有膜質翅膀复盖保护和它的行动較活泼,寄生蜂产卵不易,据室内接种,解剖110头成虫检查的結果、仅发现有一头被寄生。在田間我們有时也发现有翅蚜成虫被寄生死去的。在室内接种寄生蜂于有性蚜中,抽样 10 个虫子检查結果,在雌虫中发现有两个被产卵寄生;雄性虫体上未发现卵,

表 13 寄生蜂对不同齡期綿蚜寄生后發育情况观察 (1953 青島)

綿蚜 齡期	重复 次数	接 种 寄 生 蜂		蛹 数	蛹期出現期		羽 化 数	羽 化 时 期		平 均 羽 化 率 (%)	备 注
		时 間	数量		最早	最晚		最早	最晚		
1	1	VII/24—25	2	63	VII/30	VIII/6	51	VIII/5	VIII/12		
	2	”	2	66	”	VIII/5	46	”	VIII/11		
	3	”	2	46	”	VIII/6	28	”	VIII/12		
	4	”	2	33	VII/29	”	23	VIII/4	”		
小 計			8	208			148			71.15	
2	1	VII/24—25	2	1	VII/27	—	1	VIII/3	—		樹枯死，綿蚜未固 定。
	2	”	2	69	VII/29	VIII/4	59	VIII/4	VIII/11		
	3	”	2	42	VII/28	VIII/5	38	”	”		
	4	”	2	59	VII/27	”	54	VII/2	VIII/10		
小 計			8	171			152			88.89	
3	1	VII/24—25	2	61	VII/29	VIII/6	54	VIII/3	VIII/11		樹死，綿蚜下掉
	2	”	2	49	VII/28	”	46	VII/31	VIII/9		
	3	”	2	68	VII/29	VIII/3	62	VII/4	VIII/11		
	4	”	2	21	VII/27	VII/30	17	VII/1	VII/6		
小 計			8	199			179			89.95	
4	1	VII/24—25	2	63	VII/28	VII/3	58	VII/3	VII/9		
	2	”	2	23	VII/27	VII/1	21	VII/2	VII/7		
	3	”	2	37	”	VII/31	34	VII/31	”		
	4	”	2	24	VII/29	VII/1	19	VII/3	VII/6		
小 計			8	147			132			89.79	
成 虫	1	VII/24—25	2	29	VII/27	VII/30	28	VII/29	VIII/6		
	2	”	2	28	”	VII/31	26	VII/30	”		
	3	”	2	31	”	VII/30	29	VII/29	”		
	4	”	2	8	VII/29	VII/31	5	VII/4	VII/7		
小 計			8	96			88			91.67	

一般有性雄虫个体小,行动活泼,可能是不易被寄生的原因。对有性蚜产下的卵,在室内虽然看到有产卵寄生的活动,但检查的结果,未发现有寄生蜂的卵,估計系因卵壳較厚,寄生蜂不易将卵产下的关系。这些現象与印度拉門 (Rahman, 1941) 研究報告的結果,謂此蜂多寄生在无翅蚜虫成虫和四齡若虫上,极少寄生在三齡若虫,絕不寄生在一齡,二齡及有翅蚜上一則,稍有不同。

(viii) 孤雌生殖与后代的性属: 据以未經交配的雌蜂 6 头分別接种在室外 4 个养虫盒的綿蚜羣体中,让其产卵繁殖;至老熟幼虫期取下,共获蛹 29 个,羽化的成虫 25 头、全部均为雄蜂。

(ix) 寄主种类: 先后在室内分別将寄生蜂雌成虫接种于各种蚜虫羣体内 (各种蚜虫盛于指形管中), 然后在双目扩大鏡下检查有无产卵,如发现有产卵的情况、則再行接种,让其繁育,在发育过程中,随时检查其各个虫态的情况。計接种的蚜虫种类有桃蚜

(*Myzus persicae* Sulzeca)、苹果蚜虫 (*Aphis pomi* De Geer)、梨蚜 (*Toxoptera piricola* Mats.)、棉花蚜虫 (*Aphis gossypii* Glover)、杏粉蚜 (*Hyalopterus arundinis* F.)、麦蚜 (*Toxoptera graminum* (Rond.))、榆树叶瘤蚜 (*Colopha graminis* (Monell.))、羊蹄 (*Rumex japonicus* Meism.)、蚜虫(学名未定)、蜀葵 (*Althaea rosea* Cav.)、蚜虫(学名未定)、洋槐 (*Robinia pseudoacacia* L.)、蚜虫(学名未定)、菜豆 (*Phaseolus vulgaris* L.)、蚜虫(学名未定)、加拿大白楊 (*Populus canadensis*)、綿蚜(学名未定)及野艾 (*Artemisia vulgaris* var. *indica*)、蚜虫(学名未定)。結果发现,被寄生而且发育至幼虫期者有榆树叶瘤蚜,加拿大白楊綿蚜及野艾綿蚜;在加拿大白楊綿蚜体中且可发育成长为成虫。在田間亦发现有少数此种蚜虫被此蜂寄生死去。

卵及幼虫:

表 14 綿蚜寄生蜂卵的發育期 (1953, 1954, 青島)

代序	年 份	卵至幼虫	溫 度 (°C)	濕 度 (%)
1	1953	8 天	13.8	73
	1954	9 "		
2	1953	9 "	19.8	83
	1954	8 "	17.9	83
3	1953	5 "	20.6	81
	1954	3 "	20.9	80
4	1953	2 "	22.5	91
	1954	4 "	22.4	87
5	1953	4 "	23.0	94
	1954	3 "	23.2	85
6	1953	4 "	24.8	93
	1954	3 "	24.4	90
7	1953	4 "	25.7	93
	1954	3 "	25.1	87
8	1953	5 "	26.4	91
	1954	3 "	23.1	86
9	1953	5 "	27.4	89
10	1953	5 "	26.0	85
11	1953	6 "	21.4	78
	1954	8 "	20.2	69
12	1953	10 "	19.2	72
		11 "		
13	1953	11 "	16.3	79
	1954	9 "	12.6	79

(i) 寄生后寄主的反应: 苹果綿蚜被寄生后, 初期仍然停留在原处, 沒有特殊的征状; 寄生蜂卵在蚜虫內经历時間多少与外界的气温高低而定, 詳見附表 14。

从表14看来, 在春季或初夏, 卵的发育期与秋季的发育期虽在气温相仿的情况下, 其所需時間各异, 这主要是由于秋季的日中温差比初夏的温差来得大, 这样就会影响卵的发育速度。

寄生蜂的卵产下的部位, 一般多浮在綿蚜体内的脂肪体上或者是在綿蚜成虫体内的卵羣間。寄生蜂的卵細长、稍弯曲, 呈珍珠光泽白色, 壳較厚, 在扩大鏡下很象有两层外膜, 容易与綿蚜的卵或若虫的形状呈长圓形、皮較薄分別开来。寄生蜂卵在产下后 24 小时即与綿蚜的体液发生化学作用, 不易分辨清楚。因此, 我們平常在检查寄生蜂产卵时, 必須在寄生蜂接种 24 小时内进行的理由即基于此。幼虫孵化时, 从卵壳的較厚的一端逸出。最初幼虫为白色, 呈蛆状, 在寄主体內很活泼, 常以头部左右摆动来吸取食物, 用体节的前后收缩来推动身体向前向后移动。随后其身体顏色逐渐改变, 由于食道中色素的累积而显出各种顏色, 如中龄时为紅褐色, 到老熟时則呈黑色。

綿蚜由于寄生蜂幼虫在体内的囓食, 先是身体上的白色蜡質綿状物逐渐脫落, 并呈不安現象, 常离开原来寄居的羣体向各处爬行, 此时身体顏色由粉紅色逐漸轉变成深褐色。及至后期, 由于生理上起了变化, 綿蚜的身体逐渐变黑死去, 并且分泌一种胶质物, 使綿蚜尸体固定在苹果树上或其他适当的地方。平常在果园中很容易把它与健康的未被寄生的身体上具有白色蜡質物的綿蚜分开来。不久綿蚜的尸体硬化。据 1953 年 5 月中, 室温

为 17.9℃ 时观察, 被寄生的绵蚜成虫在六天后即停止生育后代。此时气温较低, 寄生蜂的卵和幼虫发育较慢, 如温度较高, 幼虫发育速度加快, 则停止生育时间将更短。

(ii) 越冬老熟幼虫及蛹对低温的反应。为了大量繁殖蜂种, 积累数量以及延迟寄生蜂的羽化时间的措施, 低温处理是必须应用的手段, 但寄生蜂对低温的反应如何, 有了解的必要。我们曾分别以越冬代老熟幼虫或蛹, 放入温度范围为 0—4℃ 的冰箱中冷藏。羽化前从冰箱中取出后放入 10℃ 的地窖中历时 5 天然后放在室温中观察其羽化率及成虫产卵数等。结果指出以老熟幼虫冷藏较佳, 冷藏 170 天对其发育、羽化和成虫的产卵数没有显著影响。如以蛹态冷藏, 虽仅历时 33 天, 亦能妨碍其发育。成虫羽化率及产卵数均显著降低(表 15)。

表 15 低温冷藏处理对绵蚜寄生蜂发育的影响 (1954 青岛)

处理项目	虫数(个)	处理时间	成虫羽化率(%)	雌雄性比	成虫产卵数(个)			成虫寿命(天)				备注
					最多	最少	平均	♀(室外)	♀(室内)	♂(室外)	♂(室内)	
老熟幼虫冷藏处理	100	Ⅺ/13/53—Ⅴ/5/54 170 天	81	1.61:1	27	7	16.88	7.8	8.25	7.2	—	
	100	Ⅱ/19/54—Ⅴ/5/54 75 天	75	1.58:1	—	—	—	—	—	—	—	
老熟幼虫不冷藏处理	100	0	87	1.68:1	22	2	10.20	—	7.8	—	7.5	越冬代幼虫, 羽化时间比冷藏后成虫早
	100	0	—	—	30	3	17.10	—	7.9	—	—	第二代成虫, 其羽化时间与冷藏后成虫同
蛹冷藏	100	Ⅴ/9/54—Ⅳ/11/54 33 天	64	2.36:1	13	0	5.20	—	7.9	—	—	

5) 果园常用农药对寄生蜂各期虫态的影响

(i) 药剂对寄生蜂成虫的影响: 1954 年 8 月间应用具有残留毒力较长的药剂如 666 及 DDT 处理苹果枝叶, 待将干时将寄生蜂成虫放入, 然后观察统计成虫死亡率, 测定药剂残效对寄生蜂的影响。在田间喷药, 历一定时间后将树叶采回室内, 接种成虫, 然后观察统计其死亡率, 详见表 16。

表 16 杀虫药剂对绵蚜寄生蜂成虫的影响 (1954 青岛)

处 理	处理时间	重复次数	处理虫数	检 查 结 果 (死亡率)				备 注
				喷药当时	喷药一天后	喷药三天后	喷药七天后	
0.17% 可湿性 DDT	Ⅷ/3	3	30	100	100	100	100	喷药 15 天及 30 天各处理因高温高湿自然死亡率高故未统计
0.03% 可湿性 666	”	3	30	100	100	100	90	
对 照(不处理)	”	3	30	6.67	20.00	6.67	33.3	

从表 16 结果看来, 施用 DDT 或 666 剂, 对寄生蜂成虫的杀伤力极大。7 天以内其死亡率高达 90—100%。666 对成虫的击倒作用快, 其残留毒力则较 DDT 为短。据瑞典波格 (1953) 报告, 谓果园喷布了 0.075% 的 DDT 在一个月, 喷布 0.01% 666 在 15 天内对成虫仍有极大的杀伤力。并谓与波尔多混合使用抑或单独使用, 其作用相差不大。

(ii) 药剂对寄生蜂老熟幼虫的影响;曾分别在老熟幼虫越冬期应用果园冬季或早春常用休眠期喷布的农药如石灰硫黄合剂、松脂合剂及机械油乳剂等处理。在生长季节则使用残留毒力长的 DDT、666 及果园常用的杀菌剂处理老熟幼虫或蛹,结果知石灰硫黄合剂五倍液,松脂合剂15倍稀释液,20倍或40倍稀释液加0.02%或0.012%可湿性666;单独用0.012% 666;机械油乳剂15倍稀释液,25% DDT 乳剂150倍液,对越冬幼虫没有显著的影响。高浓度的松脂合剂(10倍液)对越冬幼虫有影响,其成虫羽化率较对照低44%左右。在生长季节中应用0.02% 666 乳剂,0.02% 可湿性666,50倍松脂合剂加0.02%可湿性666及烟草苏打水处理老熟幼虫及蛹,均有不同程度的影响,成虫羽化率较对照低20—35%。估计系此时气温较高,666、松脂合剂和苏打烟草水的浸透作用或熏杀作用都较强、容易将寄生蜂杀死。此外,据旅大园艺试验站试验结果,谓用3000—4000倍E 605液喷布尚未羽化的寄生蜂,结果全部不能羽化。

(iii) 果园使用乳剂防除绵蚜后与寄生蜂寄生效率关系调查:1954年7月中旬及8月中旬曾分别选择使用乳剂与否的果园调查其寄生效率以比较其对寄生蜂生长繁育的影响,结果如表17。

表 17 果园不同管理方法与寄生蜂寄生效率的关系 (1954 青島)

調查日期	調查地点及其寄生率(%)						備 注
	安樂村	下王埠	立達果園	李村果產公司	上臧村	云頭箇	
VII/13—16	34.10	68.70	41.30	—	80.87	41.50	安樂村樂同洲園:前期曾用豆油石油乳劑塗抹防治綿蚜。
VII/10—13	—	70.80	41.50	41.60	81.80	59.60	下王埠紀新傳園及上臧錢得便園:不用任何杀虫剂。
VIII/27—30	—	—	35.50	42.80	60.10	—	立達果園:曾用軟接蜡塗抹和噴布 DDT 乳劑。
							果產公司:曾用豆油石油乳劑塗抹并噴布 666 防治綿蚜。
							云頭箇胡政之園:曾噴布一次石灰硫合劑加烟草水。

从表17看来,凡是前期使用豆油石油混合乳剂涂抹来防除绵蚜的果园,其寄生效率均较未使用的低,说明此种乳剂虽对绵蚜有部分防治效果但能大量降低寄生效率,结果绵蚜仍能继续猖獗发生为害。

6) 天敌及重寄生

正如许多学者指出,绵蚜寄生蜂具有优良的性状之一是它没有重寄生和严重的天敌。在青島我們曾从绵蚜群体中采到两种金小蜂 (*Pachyneuron* sp. 及 *Eupteromalus* sp.) 和一种蚱小蜂 (*Marietta* sp.) 但为数不多,最高仅达6%。同时经反复接种亦未获成功,因而是否系重寄生,尚待研究。其余象别的国家报告的重寄生, *Asaphes americana* 等尚未见到。其他天敌,如以绵蚜为食的蚜狮 (*Chrysopa bicogline* Byachril) 及瓢虫 (*Coccinella septempunctata bruckii* Muls. 和 *Harmonia axyridis* Pallas) 在取食绵蚜时亦能同时把寄生蜂的卵和幼龄幼虫吞食,但在青島田间绵蚜群体上此虫为数不多,不象法国学者所报导,由于肉食性昆虫的大量发生,使绵蚜不能达到建立群体的程度^[13]。

7) 苹果绵蚜寄生蜂在田间发生情况及人工散放对绵蚜的防除效果

(i) 寄生蜂在青島田间年中发生的情况: 经几年来观察知越冬成虫于4月中旬开

始羽化,产卵寄生綿蚜至 10 月中旬进入越冬期为止,其在田間活动時間达6个月之久。初期,由于气温較低,虫口少,故一般寄生效率較低,在 4—12% 左右。随后气温逐渐上升,綿蚜增殖較多,寄生效率随之逐渐上升,一般达 20—30% 之間。7 月以后,由于温度增高,当年寄生蜂經数代的繁育,虫口增多,特别是此时雌性比高,因而寄生效率可高达 40—60%,为当年寄生效率增涨的第一个高峰,对綿蚜的发生起一定的抑制作用。此后經常保持在 40—50% 左右。8 月中下旬寄生效率繼續增涨,达 60% 以上,个别果园可高达 95% 左右。此时絕大部分大齡綿蚜均被寄生,故此时田間的綿蚜下降达年中的虫口最低潮。亦即寄生蜂对綿蚜的发生起决定性的抑制作用的时期。其原因,主要是此时气温高,寄生蜂的产卵数多,卵和幼虫的发育期短,被寄生綿蚜不能繼續生育、后代数量受到限制。其次是此时气温高,在連續几天高达 26℃ 以上后,綿蚜即停止生育等綜合因子的关系所致。9 月下旬至 10 月以后,由于前期寄生蜂成虫因缺乏寄主食料而大量死亡,虫口大减。随后气温逐渐下降,特别是每日的温差較大,导致寄生蜂的发育緩慢。而綿蚜在此时期的气温下,生殖力旺盛。故这段時間的寄生效率不高。总之,就全年寄生蜂在田間与寄主的消长情况看来恰好呈“—”状起伏。因而春季及夏初,秋季的綿蚜虫口能有增殖的机会,初夏时造成当年的災害,秋季則为来年貯备了更多的虫数(见图 7 及表 18)。

(ii) 人工散放寄生蜂及其防治綿蚜的效果:为了明了增加田間寄生蜂的数量,是否可以达到防治綿蚜的目的。1954 年我們选择一个历年綿蚜发生較严重的果园,进行人工散放寄生蜂的試驗。該园有苹果树 35 株、大部分为倭錦苹果,少数为紅星,小国光及紅香蕉,树

表 18 青島寄生蜂田間寄生效率調查
(1953—1956 青島)

調 查 時 間	寄 生 效 率			
	1953	1954	1955	1956
4/中旬		12.0		
4/下,,		6.81		
5/上,,				
5/中,,		21.53	24.40	
5/下,,				
6/上,,		25.04	13.50	5.80
6/中,,				
6/下,,		27.10	11.60	
7/上,,	4.0	33.90	21.90	
7/中,,	18.0			14.67
7/下,,	32.0	45.48	42.20	
8/上,,	36.0			
8/中,,	56.0	59.64	53.90	37.85
8/下,,	68.0		39.70	20.00
9/上,,	74.0			
9/中,,	58.0	18.55	52.40	7.60
9/下,,	58.0			5.80
10/上,,	44.0			
10/中,,		54.00	23.10	
10/下,,				

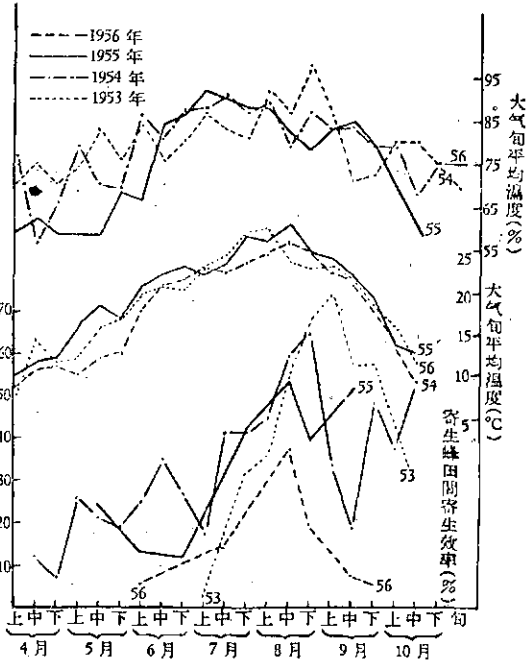


图 7 青島綿蚜寄生蜂田間寄生效率增长情况

龄在27—28年生,树势生长良好,园的四周均为苹果园,品种以中国苹果较多,少数为倭锦及花狸虎,罹有极轻度的绵蚜。园位于山洼内,树的株行距较小,通风较差,在距园南方约200米有成片的苹果园,绵蚜为害较重,与放蜂园中有桃树相隔,再往南有成片苹果园,树龄及生长情况与试验园相仿(原系一户人家,同时栽种的两片地),受害重的均为倭锦苹果,此园位于山岗上,通风较佳。我们选择此两园作为对照。在青岛,苹果生长季节多东南风,因此可以减少寄生蜂随风迁移至对照园而影响试验的结果。寄生蜂的来源有二:其一,系在温室及田间大养虫笼中人工繁殖,其次系从其他果园采集而来。初期多散放成虫,后期为了避免运输过程中的损失,改用老熟幼虫或蛹,放在田间羽化器内,让成虫羽化后即可自行飞至树上。

自4月下旬起先后放出寄生蜂成虫及蛹计32次内成虫110,854头;蛹93,964头,蛹以羽化率85%计,总共放出成虫190,723头。以分月计,则4月份341头,5月份7,181头,6月份20,651头,7月份123,283头,8月份3,890头。

生长季节,园内不使用666及DDT等具残留毒力强的农药,其余管理方法与一般果园相同。放蜂后,定期调查放蜂园及对照园的寄生效率。由于调查时,对卵的数量发现不多,实际上,目下所指的寄生效率

仅仅包括老熟幼虫及蛹而已。各期寄生效率见图8。

从寄生效率调查的结果看来,放蜂园的寄生效率是比对照园有所提高,但未曾达到预期的效果。其所以如此,据分析可能有下列几方面原因:

第一、寄生蜂的虫口多寡问题:据4月中调查放蜂园的绵蚜数量与寄生蜂越冬幼虫的比例,最低为20:1,最高为3:1,故相差甚远。及至4月下旬,越冬绵蚜已经逐渐发育成长,胎生后代,虫

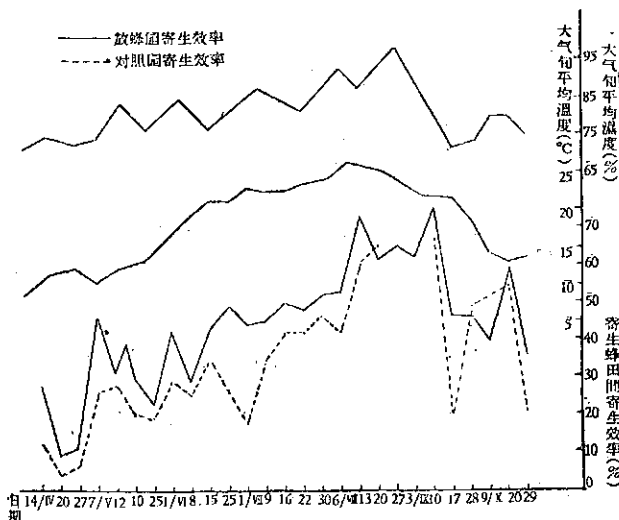


图8 青岛寄生蜂散放园寄生效率消长情况 (1954 青岛)

数增加甚快。而寄生蜂在这一段时间内,仍系第一代幼虫或蛹期,直至5月下旬始能发育成长,羽化成虫。而绵蚜已繁殖两代。给它有增殖的机会。同时,绵蚜在此时,由于气温等因子的适宜繁育,生殖力旺,如自4月下旬至6月初,这一阶段观察,每头母蚜平均每日产仔3.14头,一头母蚜自4月29日至5月5日共活17天,计产仔32头。另一头母蚜自4月28日至5月4日活17天,产仔68头。再有一头母蚜自5月2日至6月14日共活42天,产仔则高达178头。说明春季和初夏,以少数生活力较低的寄生蜂来控制绵蚜的发生是有困难的。我们放蜂时,没有能够在初期放入大量的蜂来补救这点缺陷,其寄生效率不能在初期迅速提高,是势所必然的。

第二、散放寄生蜂的方式问题:我们这次多以较小的容量装盛大量的寄生蜂成虫并经过一段运输路程,然后到达放蜂点,由于寄生蜂彼此的骚动与途中的汽车或自行车的振

盪,增加了蜂子的受伤机会,影响其寿命。其次是散放成虫时,由于环境的改变,容易促使寄生蜂往外盲目飞翔,減低了蜂数。成虫羽化器的构造不够完善,在防止綿蚜迁移树上的措施中,同时亦使寄生蜂遭受死亡。

第三、与防治其他害虫发生矛盾的問題:放蜂园中在5月13日曾噴布石灰硫黄合剂加煙草水一次,防治紅蜘蛛,当时正系第一代寄生蜂幼虫发生盛期,根据以往試驗,苏打煙草水对幼虫的杀伤力較強,成虫羽化率降低33%左右。估計可能杀伤一部分幼虫,相应地影响寄生蜂后代数。

小結:

根据年来观察苹果綿蚜寄生蜂的生物学特性的結果,了解到此蜂在生物防除的实际应用上有其优越之处:即 (i) 此虫以老熟幼虫在寄主体內越冬,对低温的耐受力強;在青島地区冬季最低温度达 -12°C 时,仍能安然渡过。(ii) 一年中发生代数多,一般年份可完成10—12代,最高可达13代,終年在田間均有此蜂,对抑制害虫发生的时间长。(iii) 成虫的雌性比高。(iv) 寄主专一,在青島地区主要寄生苹果綿蚜,保证了它能集中消灭綿蚜。(v) 沒有重寄生和严重的天敌。(vi) 可以在室內或較小的范围内繁殖,几年来在溫室或田間的大养虫籠內繁殖,均表現良好。相反地,从其全年对綿蚜的抑制作用來說,它存在的缺点有 (i) 在春季及秋季青島气温較低的情况下,生活力較差,对綿蚜的控制作用小,造成当年发生的蚜害。(ii) 寄生蜂越冬代成虫出現时间与綿蚜发生不一致。(iii) 食性过于专一以及受外界因子的影响产生凋落現象。因此,为了提高青島地区寄生蜂控制綿蚜的能力,必須設法提高其生活力,特别是使它能够适应較低温度的生活条件,是首要的任务。

3. 利用远緣种內杂交提高綿蚜寄生蜂的生活力及田間实际应用的效果

关于杂交优势的利用,在人类的生产实践上有着悠久的历史,及至达尔文才对这一問題作出科学的分析,他不仅从生物学的利益上認識杂交能够产生生活力更強的后代,而且把杂交看作生物体发生变异的一个主要来源。但是关于杂交的理論基础主要是由米丘林所創造和奠定的。根据他自己的許多材料,他认为当亲緣关系較远的类型或生长条件相差較大的类型杂交时,所产生的后代的生活力都非常強。随后李森科院士对这一道理作更进一步的闡明,他指出“生物体和其生活条件統一的必要性愈大、它同化特定的外界条件的必要性愈大,那么这种生物体的生活力也就愈大。”就是說生物体生活力的大小,表现在生物体本身内部矛盾所决定的新陳代謝过程的強弱上。人們在生产实践中不但在畜牧业上,而且在农作物的杂交育种工作中也广泛应用这一杂交优势的原理,如玉蜀黍、洋葱等的杂交种的利用,是对增加农产品的产量起着极其显著的作用。在昆虫学的范围内,只限于家蚕的杂交等少数工作。而在生物防除工作中,利用这一原理,是有其深远意义的。苏联魯布錯夫(1942—1944年)曾利用隔着一支山脉,相距100公里的两个不同种羣的椿象卵寄生蜂 (*Microphanurus semistriatus* Nees) 进行杂交,結果証明其生殖力不仅比近亲繁殖的要高而且比同一地点不同种羣間的还要高。其次是雅洪托夫(1953)^[21]利用不同地区的肉食性紅蛛瓢虫 (*Stethorus punctillum* Wse.) 及七星瓢虫 (*Coccinella septempunctata* L.) 进行杂交,結果其后代生活力均大大提高,說明利用种內杂交来提高当地生物的生活力,在生物防除工作上其实有实用价值的。

我們通过年来的观察分析,认为如何提高青島地区寄生蜂的生活力,特别是使它們能够适应較低温度的生活条件是首要的关键。根据米丘林的生物科学理論和苏联在生物防除工作上的先进經驗,利用异地引种、进行种内杂交来提高当地的寄生蜂生活力是有实际意义的。

1. 向苏联引进寄生蜂和杂交試驗結果

1954 年秋,以奥帕連斯基为首的苏联植保植检考察組来我国考察,对于研究利用寄生蜂来防除苹果綿蚜的工作甚为重視,并积极支持我們进行远緣种内杂交的工作。他們

表 19 苏联寄生蜂雜交后代各代羽化率及雌雄性比 (1955青島)

代 序	蜂 种 名 称	观察 蛹数	成虫羽化時間	羽化率 (%)	雌 雄 性 比		备 考
					♀	♂	
1	苏联純系	100	V/15—23	92.0	2.8	1	材料来自室外鉄盒飼养
F ₁	苏联父本杂交蜂	50	V/22—28	96.0	0.55	1	
	苏联母本杂交蜂	49	V/17—27	91.8	1.5	1	
1	青島純系	100	V/17—23	92.0	2.8	1	采自田間
2	苏联純系	60	VI/11—15	89.3	2.8	1	材料来自室外鉄盒飼养
F ₂	苏联父本杂交蜂	100	VI/13—17	90.0	4.0	1	
	苏联母本杂交蜂	100	VI/13—15	95.0	2.1	1	
2	青島純系	100	VI/11—16	93.0	2.7	1	采自田間
3	苏联純系	100	VI/30—VII/6	97.0	3.0	1	同第2代
F ₃	苏联父本杂交蜂	100	VI/30—VII/6	94.0	1.7	1	
	苏联母本杂交蜂	100	VI/30—VII/6	95.0	4.6	1	
3	青島純系	100	VI/30—VII/6	94.0	3.7	1	同 上
4	苏联純系	100	VII/17—22	95.0	4.0	1	同 上
F ₄	苏联父本杂交蜂	100	VII/17—20	99.0	4.8	1	
	苏联母本杂交蜂	100	VII/17—19	99.0	2.8	1	
4	青島純系	100	VII/17—20	95.0	2.1	1	同 上
5	苏联純系	100	VII/30—VIII/1	86.0	2.6	1	同 上
F ₅	苏联父本杂交蜂	100	VII/30—VIII/2	89.0	2.1	1	
	苏联母本杂交蜂	100	VII/31—VIII/3	94.0	1.9	1	
5	青島純系	100	VII/31—VIII/2	91.0	4.0	1	同 上
8	苏联純系	100	IX/16—22	97.0	4.7	1	同 上
F ₁	苏联父本杂交蜂	100	IX/16—23	90.0	3.5	1	
	苏联母本杂交蜂	90	IX/16—23	93.3	1.4	1	
8	青島純系	100	IX/16—22	98.0	5.1	1	同 上

表 20 苏联寄生蜂雜交后代各代成虫寿命 (1955青島)

代 序	蜂 种 名 称	观察虫数		羽 化 时 间	寿 命 (日)					比青島 寄生蜂 多活百 分 率 (%)	备 考
		♀	♂		最 长		最 短		平均		
					♀	♂	♀	♂	♀♂		
	苏联純系	6	6	V/21	31	16	20	12	19.0	31.94	室外鉄盒飼养
1	青島純系	4	6	V/21	21	20	14	11	14.4		采自田間
2	苏联純系	5	5	VI/15—16	28	6	8	5	11.5	29.21	材料来源同上 純系 1 代
F ₂	苏联父本杂交蜂	4	5	VI/14	21	7	9	7	10.8	21.35	
	苏联母本杂交蜂	5	5	VI/14	28	7	7	7	11.4	28.09	
2	青島純系	5	5	VI/14	19	7	7	6	8.9		
3	苏联純系	5	5	VII/2	27	11	8	7	11.0	29.41	全部材料均来 自室外鉄盒飼 养者
F ₃	苏联父本杂交蜂	4	5	VII/1	28	11	11	9	12.8	50.59	
	苏联母本杂交蜂	5	5	VII/1	15	9	12	9	10.8	27.06	
3	青島純系	5	5	VII/1	10	9	8	6	8.5		材料来源同上
4	苏联純系	5	5	VII/18	15	11	5	5	8.3	16.90	
F ₄	苏联父本杂交蜂	5	5	VII/18	15	8	8	6	8.9	25.35	
	苏联母本杂交蜂	5	5	VII/18	13	8	7	6	8.2	15.49	
4	青島純系	5	5	VII/18,19	12	8	6	5	7.1		材料来源同上
5	苏联純系	5	4	VIII/1	12	8	8	6	8.6	3.61	
F ₅	苏联父本杂交蜂	5	5	VIII/1	12	9	6	5	8.3	—	
F ₆	苏联母本杂交蜂	5	5	VIII/1	14	11	8	5	9.3	12.05	
5	青島純系	5	5	VIII/1	11	7	8	5	8.3		室外大罩籠 繁殖
6	苏联純系	5	5	VIII/19	7	6	3	3	4.3	14.33	
	青島純系	5	5	VIII/19	3	3	3	3	3.0		采自田間
7	苏联純系	5	5	IX/1	12	9	5	5	8.5	11.84	室外鉄盒飼养
	青島純系	5	5	IX/1	14	6	7	5	7.6		室外鉄盒飼养

回国后，即多方設法代為搜集材料和在溫室內培养繁殖蜂种。先后航寄我国材料达三批之多，其中一批系采自克里米亞者，于 1955 年 4 月 18 日到达青島，共获成虫 431 头。4 月 21 日即用此蜂在田間分別进行純系繁殖及杂交工作。其余两批，在运抵我国后因時間太迟，中途多已羽化逸去，故未获得材料。茲将观察所得結果分述如后。

(1) 年中发生代数：自 4 月 21 日开始接种繁殖至 10 月下旬为止，苏联寄生蜂共繁殖 10 代，部分完成 9 代。青島寄生蜂当年 90% 以第九代老熟幼虫越冬。說明苏联寄生蜂及其杂交后代在較低温度下仍能繁育。

(2) 各代成虫羽化率及雌雄性比：通过飼养观察得知苏联蜂种及其杂交后代的成虫

羽化率均在 86% 以上,一般在 90% 左右,最高羽化率可达 99%,与青島蜂种比較,没有什么差异,杂交后代与純系之間亦沒有显著的不同。

在雌雄性比方面:一般雌蜂均多于雄蜂,在 2 比 1 左右;最高可达 4.8 比 1。其中仅苏联父本杂交后代的第一代成虫雌蜂較雄蜂为少,估計是由于当时气温較低和从苏联寄来的寄生蜂的雄蜂中途先行羽化时逸去,到达青島时羽化的多系发育較差,虫体較小者,其生活力較弱,杂交过程中、交配不够充分等原因所致。从 9 月中旬进行第二次杂交时,所获得的杂交第一代雌蜂性比系 3.5 比 1,說明并非苏联蜂种不能与青島蜂杂交。同时,在青島蜂与苏联純系或其杂交后代的雌雄性比之間,没有什么显著的差异。各代成虫羽化率及雌雄性比見表 19。

(3) 成虫寿命:在观察中,得知苏联寄生蜂純系或其杂交后代的寿命均比青島蜂为长,如苏联純系的各代成虫寿命較青島蜂种高出 3.61—31.94%;苏联父本杂交后代高出 21.35—50.59%;个别后代的寿命与青島蜂相仿或稍短,但为数不多而且相差也极小,可能由于饲养技术或其他人为的因素影响所及。苏联母本杂交后代高出 12.65—28.09%。同时,也可以看到,苏联純系蜂及其杂交后代对突然降临的高温的抵抗力也較強。由于成虫的寿命較长,相应也就保证了产卵数的增加。各代成虫寿命詳見表 20。

(4) 成虫的产卵数:从杂交五个世代的后代雌蜂产卵数的結果看来,不論苏联寄生蜂純系或其杂交后代的成虫产卵数均比同时期的青島蜂的成虫产卵数为高。苏联純系蜂后代比青島蜂产卵数高出 50.68—140.96%。苏联父本杂交后代高出 54.85—130.53%。苏联母本杂交后代高出 60.45—114.57%。詳見附表 21。

从表 21 的材料看来,杂交后代的优势,表现在各个世代中都是明显的,例如第一代至第四代杂交蜂的平均产卵数,均比苏联純系及青島純系为高;虽然在第二代杂交蜂的平均

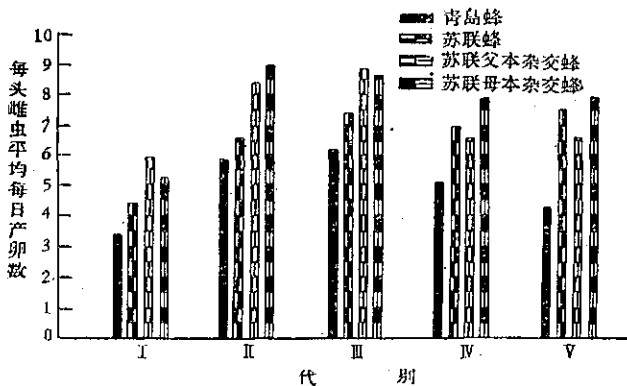


图 9 苏联寄生蜂及其杂交后代每日产卵数比較图 (青島室内 1955)

产卵数上,比苏联純系的少些,但从每头成虫每日平均产卵数上,其杂交后代的杂交优势仍然是很明显的,苏联純系的平均每日产卵数为 6.56 个,而苏联父本杂交后代及苏联母本杂交后代各为 8.41 个及 8.89 个;均比苏联純系高得多。

其次是生活力的减退問題,由于观察的虫数不多和代数也較少,根据这些材料来肯定生活力

是否减退,似尚属过早,但从現有材料看来,在杂交后代繁殖至第五代时,初步显出生活力减退的迹象,特別表现在苏联父本的杂交后代上,不論在平均产卵数的个数上或每头雌蜂每日产卵个数上都比苏联純系为少。苏联母本杂交后代在平均产卵数比苏联純系低,但每日平均产卵数仍較純系的高。从这里和第四代杂交后代中苏联父本的每日平均产卵数看来,苏联父本杂交后代有逐渐减退的迹象,即傾向于母本(青島蜂)的特性較多。相反地在苏联母本杂交后代的生活力,也表現同样傾向母本,即苏联寄生蜂的特性的現象。苏联蜂种及

表 21 苏联寄生蜂及其杂交后代成虫产卵数 (I): (1955 青島)

蜂种名称	代序	虫号	产卵时间	产卵 天数	产卵数 (个)	最高产 卵数 (个)	最低产 卵数 (个)	平均产 卵数 (个)	每日每 头成虫 产卵数 (个)	比青島 蜂增产 百分比 (%)	产卵期 室内平 均温度 (°C)	产卵期 室内平 均湿度 (%)	备 注
苏联蜂純系	1	1	V/21—30	10	30								#10中途死亡。 材料来自 室外小铁 盒繁殖者
	1	2	V/21—VI/9	20	105								
	1	3	V/21—VI/1	12	44								
	1	4	V/21—29	10	45								
	1	5	V/21—VI/3	14	53								
	1	6	V/21—25	5	16								
	1	7	V/21—29	9	46								
	1	8	V/21—26	6	18								
	1	9	V/21—VI/5	16	104								
	1	小 計		102	461	105	16	51.22	4.39	76.62	21.1	70	
苏联父本杂交种	F ₁	1	V/25—VI/1	9	46								# 7—10 中途死亡 材料来源 同上
	F ₁	2	V/25—29	6	38								
	F ₁	3	V/25—VI/1	9	51								
	F ₁	4	V/25—VI/10	18	130								
	F ₁	5	V/25—29	6	22								
	F ₁	6	V/25—VI/5	13	56								
	F ₁	小 計		61	343	130	18	57.17	5.91	97.13	21.5	72	
苏联母本杂交种	F ₁	1	V/22—30	9	53								# 7—10 中途死亡 材料来源 同上
	F ₁	2	V/22—VI/8	17	79								
	F ₁	3	V/22—VI/2	11	65								
	F ₁	4	V/22—31	10	46								
	F ₁	5	V/23—29	7	28								
	F ₁	6	V/24—VI/9	17	96								
	F ₁	小 計		71	367	96	28	61.17	5.26	100.93	20.5	71	
青島蜂純系	1	1	V/21—30	11	33								#10中途死亡 材料采自 田间
	1	2	V/21—27	7	27								
	1	3	V/21—27	7	25								
	1	4	V/21—24	4	7								
	1	5	V/21—29	9	24								
	1	6	V/21—28	8	15								
	1	7	V/21—30	10	45								
	1	8	V/21—26	6	11								
	1	9	V/21—VI/5	16	74								
	1	小 計		78	261	74	16	29.00	3.35		21.0	70	

苏联寄生蜂及其雜交后代成虫產卵数 (2) (1955 青島)

蜂种名称	代 序	虫 号	产卵時間	产卵 天数	产卵数 (个)	最高产 卵 数 (个)	最低产 卵 数 (个)	平均产 卵 数 (个)	每日每 头成虫 产卵数 (个)	比青島 增产百 分(%)	产卵期 室内平 均温度 (°C)	产卵期 室内平 均湿度 (%)	备 注
苏联 蜂 純 系	2	1	VI/14—27	14	121								#10中途 死亡 材料来自 室外鉄盒 繁殖
		2	VI/14—VII/1	18	20								
		3	VI/14—20	7	70								
		4	VI/14—21	8	76								
		5	VI/14—28	16	98								
		6	VI/15—21	7	42								
		7	VI/16—25	10	96								
		8	VI/15—26	12	66								
		9	VI/14—21	8	67								
		小 計		100	656	121	20	72.89	6.56	104.17	25.3	74	
苏联 父 本 雜 交 种	F ₂	1	VI/14—21	8	95								材料来源 同上
		2	VI/14—21	8	93								
		3	VI/14—20	7	52								
		4	VI/14—21	8	58								
		5	VI/16—21	6	48								
		6	VI/16—20	5	29								
		7	VI/14—19	6	47								
		8	VI/14—18	5	37								
		9	VI/14—28	15	84								
		10	VI/14—21	8	96								
		小 計		76	639	96	29	63.90	8.41	78.99	25.2	77	
苏联 母 本 雜 交 种	F ₂	1	VI/14—18	5	36								材料来源 同上
		2	VI/14—17	4	32								
		3	VI/14—21	8	78								
		4	VI/14—19	6	55								
		5	VI/14—21	8	80								
		6	VI/14—19	6	56								
		7	VI/14—29	16	135								
		8	VI/14—20	7	82								
		9	VI/14—23	10	79								
		10	VI/14—24	11	87								
		小 計		81	720	135	32	72.00	8.89	101.68	25.2	77	
青 島 蜂 純 系		1	VI/15—20	6	27								材料采自 田間
		2	VI/14—20	7	43								
		3	VI/14—21	8	39								
		4	VI/15—19	5	33								
		5	VI/14—20	7	40								
		6	VI/14—19	6	54								
		7	VI/14—19	6	32								
		8	VI/14—19	6	42								
		9	VI/14—20	7	39								
		10	VI/14—17	4	8								
		小 計		62	357	54	8	35.70	5.76		25.6	80	

苏联寄生蜂及其雜交后代成虫產卵数 (3) (1955 青島)

蜂种名称	代序	虫号	产卵时间	产卵天数	产卵数 (个)	最高产卵数 (个)	最低产卵数 (个)	平均产卵数 (个)	每日每头成虫产卵数 (个)	比青島蜂增产百分率 (%)	产卵期室内平均温度 (C)	产卵期室内平均湿度 (%)	备 注
苏联蜂純系	3	1	VII/5—14	10	64								* VII/3 沒有产卵, 材料, 来自室外鉄盒繁殖
		2	VII/2—13	11*	82								
		3	VII/2—7	6	53								
		4	VII/2—12	11	51								
		5	VII/2—9	8	74								
		6	VII/2—8	7	64								
		7	VII/4—11	8	36								
		8	VII/2—9	7	62								
		9	VII/2—13	12	91								
		10	VII/3—12	10	86								
		小 計		90	663	86	36	66.3	7.36	50.68	24.4	86	
苏联父本雜交种	F ₃	1	VII/2—10	9	74								材料来源同上
		2	VII/2—9	8	70								
		3	VII/2—16	16	101								
		4	VII/2—10	9	89								
		5	VII/2—9	8	58								
		6	VII/2—7	6	65								
		7	VII/2—8	7	68								
		8	VII/2—12	11	102								
		9	VII/2—11	10	97								
		10	VII/2—10	9	99								
		小 計		93	823	102	58	82.30	8.85	130.53	24.5	84	
苏联母本雜交种	F ₃	1	VII/2—9	8	56								材料来源同上
		2	VII/2—9	8	91								
		3	VII/2—10	9	51								
		4	VII/2—10	9	75								
		5	VII/2—13	12	118								
		6	VII/2—7	6	37								
		7	VII/2—10	9	58								
		8	VII/2—7	6	63								
		9	VII/2—8	7	61								
		10	VII/2—8	7	96								
		小 計		81	706	118	37	70.60	8.72	60.45	24.3	86	
青島蜂純系	3	1	VII/2—9	8	46								材料来源同上
		2	VII/2—10	9	72								
		3	VII/2—12	11	75								
		4	VII/5—8	4	13								
		5	VII/2—8	7	52								
		6	VII/3—10	8	53								
		7	VII/3—8	6	35								
		8	VII/3—7	5	22								
		9	VII/3—8	6	41								
		10	VII/3—8	6	31								
		小 計		70	440	75	13	44.00	6.29		24.3	87	

苏联寄生蜂及其雜交后代成虫产卵数 (4) (1955 青島)

蜂种名称	代序	虫号	产卵时间	产卵天数	产卵数(个)	最高产卵数(个)	最低产卵数(个)	平均产卵数(个)	每日每头成虫产卵数(个)	比青島蜂增产率(%)	产卵期室内平均温度(°C)	产卵期室内平均湿度(%)	备 注
苏联蜂純系		1	VII/18—21	4	22								材料来自室外铁盒繁殖
		2	VII/18—21	4	27								
		3	VII/18—21	4	18								
		4	VII/18—23	6	50								
		5	VII/18—21	4	33								
		6	VII/18—23	6	30								
		7	VII/18—23	6	42								
		8	VII/18—25	8	72								
		9	VII/18—21	4	32								
		10	VII/18—21	4	22								
		小 計		50	348	72	18	34.80	6.98	56.76	26.1	85	
苏联父本雜交种	F ₄	1	VII/18—24	7	51								材料来源同上
		2	VII/18—22	5	42								
		3	VII/18—23	6	44								
		4	VII/18—21	4	23								
		5	VII/18—23	6	38								
		6	VII/18—23	6	47								
		7	VII/18—22	5	29								
		8	VII/18—23	6	43								
		9	VII/18—23	6	38								
		10	VII/18—23	6	23								
		小 計		57	378	51	23	37.80	6.63	70.24	25.4	86	
苏联母本雜交种	F ₄	1	VII/18—23	6	50								材料来源同上
		2	VII/18—24	7	51								
		3	VII/18—23	6	45								
		4	VII/18—22	5	32								
		5	VII/18—27	10	101								
		6	VII/18—25	8	66								
		7	VII/18—23	6	53								
		8	VII/18—22	5	26								
		9	VII/18—21	4	28								
		10	VII/18—22	5	31								
		小 計		62	483	101	26	48.30	7.49	114.57	26.7	83	
青島蜂純系	4	1	VII/18—21	4	26								材料来源同上
		2	VII/18—21	4	0								
		3	VII/18—21	4	11								
		4	VII/18—23	6	33								
		5	VII/18—23	6	35								
		6	VII/18—23	6	29								
		7	VII/18—23	6	24								
		8	VII/18—21	4	12								
		9	VII/18—21	4	16								
		10	VII/18—23	6	36								
		小 計		50	222	36	0	22.20	5.05		29.6	89	

苏联寄生蜂及其杂交后代成虫产卵数 (5) (1955 青岛)

蜂种名称	代序	虫号	产卵时间	产卵天数	产卵数(个)	最高产卵数(个)	最低产卵数(个)	平均产卵数(个)	每日每头成虫产卵数(个)	比青島蜂增产百分数(%)	产卵期室内平均温度(°C)	产卵期室内平均湿度(%)	备 注
苏联蜂純系	5	1	VIII/2—11	10	62								材料来自 室外铁盒 繁殖
		2	VIII/2—8	7	61								
		3	VIII/2—9	8	58								
		4	VIII/3—10	9	89								
		5	VIII/2—8	7	49								
		6	VIII/2—10	9	81								
		7	VIII/2—9	8	47								
		8	VIII/2—12	11	82								
		9	VIII/2—12	11	70								
		10	VIII/2—12	11	81								
		小 計		91	680	89	47	68.00	7.47	140.96	29.1	76	
苏联父本杂交种	F ₃	1	VIII/2—11	10	66								材料来源 同上
		2	VIII/2—9	8	46								
		3	VIII/2—8	7	65								
		4	VIII/2—5	4	13								
		5	VIII/2—7	6	52								
		6	VIII/2—5	4	24								
		7	VIII/2—8	7	39								
		8	VIII/2—5	4	11								
		9	VIII/2—9	8	50								
		10	VIII/2—9	8	68								
		小 計		66	437	68	11	43.70	6.62	54.85	28.9	77	
苏联母本杂交种	F ₃	1	VIII/2—6	5	40								材料来源 同上
		2	VIII/2—7	6	43								
		3	VIII/2—7	6	57								
		4	VIII/2—10	9	80								
		5	VIII/2—8	7	60								
		6	VIII/2—9	8	71								
		7	VIII/2—6	5	37								
		8	VIII/2—8	7	33								
		9	VIII/2—5	4	19								
		10	VIII/2—6	5	45								
		小 計		62	485	80	19	48.50	7.82	71.86	28.4	78	
青島蜂純系	5	1	VIII/2—8	7	38								#10蜂中 途死亡 材料来源 同上
		2	VIII/2—5	4	18								
		3	VIII/2—7	6	20								
		4	VIII/2—10	9	28								
		5	VIII/2—5	4	16								
		6	VIII/2—8	7	33								
		7	VIII/2—8	7	39								
		8	VIII/2—7	6	28								
		9	VIII/2—10	9	34								
		10	—	—	—								
		小 計		59	254	39	16	28.22	4.31		28.4	78	

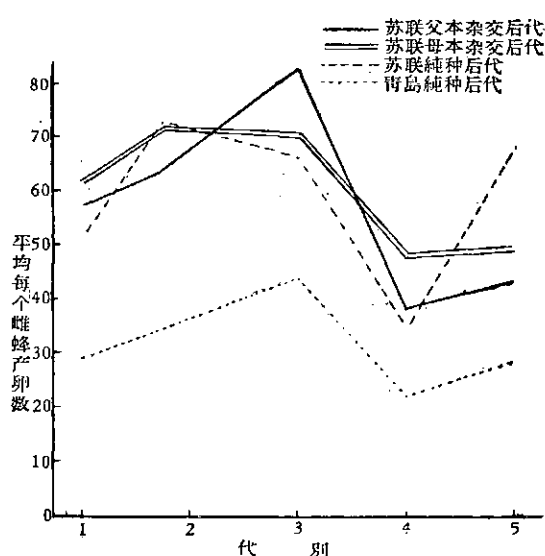


图 10 苏联蜂种杂交后代产卵趋势比较图 (1955 青岛)

其杂交后代产卵趋势比较见图 9 及 10。

再次,是每个雌蜂的最高产卵数,由于检查技术的限制和室内饲养条件与田间有差异,不可能全部反映出自然界中的成虫实际产卵数。但从观察五个世代成虫的产卵数看来,苏联杂交后代一个成虫产卵最高可达 135 个。在 9 月中旬的另一次,苏联母本杂交第一代的成虫每头最高产卵数达 147 个。比同时的青岛寄生蜂最多产卵数的 54 个要高出 2.5 倍。比 1954 年青島寄生蜂每头最多产卵 108 个也高出很多。

总之,从引进苏联寄生蜂以及其杂交后代的生活力表现显著提高的事实,充分证明米丘林生物学理论的正确性。

运用改变生物生存条件以及不同类型的品系进行种内杂交来提高生物的生活力是有其实用的价值的。

2) 田间散放苏联寄生蜂及其防治棉蚜的效果

1956 年我们在总结过去的放蜂经验的基础上,对放蜂技术作了一些改进,然后在 1954 年的放蜂园内进行散放苏联寄生蜂的试验。该园的管理情况与 1954 年大致相同,该园由于加入高级农业合作社管理比较细致,施肥水平等也有提高。今年放蜂时期与以往不同,集中在 5、6 月,而 7 月间由于果园寄生蜂发生较多,故不放。其次是散放的虫态由放成虫改为放老熟幼虫或蛹。而且在园中选择适当的散放点,集中放在棉蚜发生较重

表 22 田间散放苏联寄生蜂的效果调查(1955, 1956, 1957 青岛)

調查日期	項目 年份 處理	田 間 寄 生 率(%)				一年生枝条上虫癭数(个)				备 考
		1955		1956		1956		1957		
		放蜂园	对照园	放蜂园	对照园	放蜂园	对照园	放蜂园	对照园	
V/12—14		13.7	24.4							一年生枝条虫癭数1956年調查每处理10株每树20个枝条,1957年則每树10个枝条。1956年枝条被害率,放蜂园为52%,对照园各为①73%,②96%,③97%。1957年放蜂园为19%,对照园各为93%,94%,92%。
VI/3 —12		7.6	13.5	20.17	5.10					
VI/24		15.8	11.6							
VII/8 .		17.4	21.9	33.7	14.67					
VII/27		60.9	42.2							
VIII/12		60.8	53.9	80.22	37.85					
VIII/26		60.5	39.7	45.95	20.00					
IX/15		62.8	52.4	24.0	7.6	1.07	①2.31 ②4.10 ③2.90	0.21	①3.48 ②3.20 ③4.10	
X/19—22		58.4	23.1	44.65	5.8					

的树上,点与点间相去不远,这样就保证了寄生蜂成虫羽化后能够很自然地找到寄主,迅速地产卵寄生。同时可以减少寄生蜂迁移的距离不远的缺点。

于4月30日开始散放至9月25日止,先后計放出苏联純系寄生蜂成虫 71,000头,其中4、5月份为 10,000 头,6 月份为 59,000 头,7 月份不放,8、9 月份为 1,500 头。随后在不同时期調查放蜂园及对照园内的寄生蜂寄生效率,各时期的寄生效率見表 22。

从表 22 材料看来,6月12日放蜂园比对照园的寄生率高出 3.95 倍。7月8日放蜂园較对照园高出 2.69 倍(1955 年同时期放蜂园的寄生效率較对照园稍低)。8月12日則高出 2.11 倍。8月26日高出 2.29 倍。9月15日高出 3.31 倍。10月22日的寄生效率竟高出 7.5 倍。其年中寄生效率的消长情况見图 11。从图中看来,果园中散放苏联寄生蜂后,

寄生效率显著提高而且一直比对照园占绝对优势,与 1955 年两园寄生效率互有高低的情况,迥然不同。在后期的寄生效率显得更为突出。又一次說明苏联寄生蜂在較低的气温情况下仍能很好地进行繁育。同时也可以看出,园内苏联寄生蜂經过杂交繁育数代以后,虫口增多,寄生效率大大提高,抑制了綿蚜的繁殖。

再从当年生枝条的被害率及严重程度上来看,我們分別选择不同部位的树十株,每株調查当年生枝条 20 枝并統計其虫瘿数。結果放蜂园的当年生枝条被害率为 52%,对照园为 73%。另两个放任园的被害率为 96%(下王埠社),及 97%(伏里岩石匠园)。被害严重程度(即 200 个枝平均每个枝条上的虫瘿数)放蜂园为 1.07 个及对照园为 2.31 个,两相比較放蜂园低下 1 倍多。另两个园各为 4.1 个及 2.90 个。

1957 年由于青島地区气候条件适于苹果綿蚜的繁育,及人为的关系如大家对綿蚜的防治工作放松,果园普遍使用殘留毒力較強的杀虫葯剂,影响寄生蜂等天敌的繁育,綿蚜

发生較往年猖獗。而在放蜂园的綿蚜,由于寄生蜂的威力抑制,发生較輕。根据当年 10 月 17 至 18 日調查当年生枝条的被害率及其被害严重度的結果,放蜂园仅为 19%,对照园則高达 93%。另两个放任园为 94% 及 92%。被害严重程度則放蜂园为 0.21 个;对照园高达 3.48 个相差达 17 倍多。另两放任园各为 3.20 及 4.10 个。相差达 16 至 20 倍左右。詳見图 12。

图 12 說明苏联寄生蜂在該园內經两年的繁育,虫口大增,保証寄生效率保

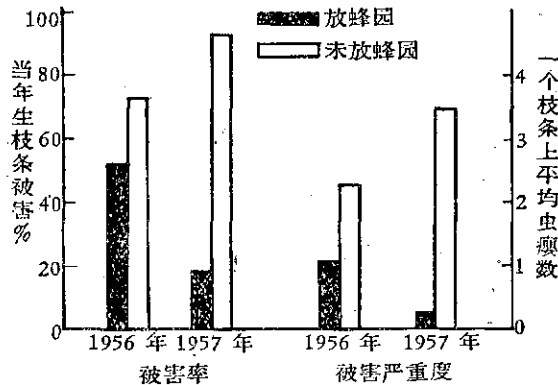


图 12 放蜂园防治綿蚜效果园 (1956—1957 青島)

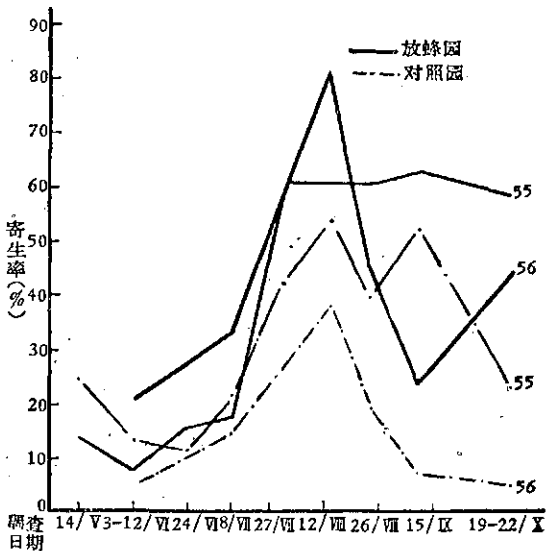


图 11 苏联寄生蜂散放园寄生效率消长情况

持在較高的水平上,因而能完全控制綿蚜的发生。这与苏联各地报导,应用此蜂防治綿蚜产生良好的效果需历时两年方才显出的結論是一致的^[20]。

五、討 論

通过几年来調查研究及試驗的結果,我們认为下列几个問題有提出来討論的必要:

1. 青島的綿蚜寄生蜂不能全年控制綿蚜发生的原因

过去,世界上有 28 个国家都曾先后引进綿蚜寄生蜂来防除綿蚜,各地收到不同程度的效果,在引用失败的各国,学者們对其原因的看法各不相同,如英国学者^[13]认为有三个原因:即第一,綿蚜年中发生不規則;第二,春季綿蚜寄生蜂羽化过早,当时綿蚜数量不多,不能获得寄主寄生;第三,是春季天气寒冷。法国学者^[13]认为由于食虫昆虫的大量发生,捕食綿蚜,因而缺乏食料,使寄生蜂不能建立羣体。南非联邦的学者^[12]认为部分地区,由于初夏长期的干旱和高温,不适宜于寄生蜂的生育繁殖。日本学者^[9]则认为春季寄生蜂羽化过早,当时綿蚜数量不多,因而获得寄主进行寄生的不多等等。根据我們的分析,认为在青島地区寄生蜂不能全年控制綿蚜发生的原因,主要有下列几个方面:

1) 青島寄生蜂的生活力較低:特别是春季及晚秋温度較低时表現得更为突出。而綿蚜繁育的条件与寄生蜂要求的条件有一定差异,即在較低的温度下仍然能够大量产生后代,致使这一阶段綿蚜能够有机会猖獗发生为害。我們从綿蚜成虫的产生后代数和寄生蜂的产卵数多少作一比較,可以清楚地說明这个問題。如 1954 年 4 月下旬至 6 月中旬这一阶段,綿蚜每头母蚜一生平均产仔数 85.8 头,每日每头成虫产仔 3.05 头,每头成虫一生最高产仔数为 134 头,一头成虫一日最高产仔数 10 头。4 月下旬至 5 月上旬寄生蜂每头成虫一生平均产卵数 10.2 个。每日每头成虫产卵数为 1.19 个,每头成虫一生最高产卵数为 22 个,每头成虫一日最高产卵数为 8 个。5 月下旬至 6 月上旬产卵数随温度的升高而增多。每头成虫一生平均产卵数为 17.17 个,每日每头成虫产卵数为 2.38 个,最高产卵数为 10 个,每头成虫一生最高产卵数为 30 个。寄生蜂的生殖力远較綿蚜为低。秋季的情况相仿,如 8 月中至 9 月中綿蚜每头成虫一生平均产仔数为 64.6 头,每日每头成虫产仔数为 3.5 头,每头成虫一生最高产仔数为 96 头,每头成虫一日最高产仔数为 10 头。8 月下旬由于高温高湿,寄生蜂成虫寿命短促,其产卵数亦相应地减少,每头成虫一生平均产卵数 21.1 个,每日每头成虫产卵 4.14 个,每头成虫最高产卵数 11 个,每头成虫一生最高产卵数为 26 个。在这一阶段,寄生蜂成虫一生产卵数及最高产卵数均比綿蚜的产仔数低。每头成虫每日产卵数及最高产卵数較綿蚜的产仔数略高。9 月中旬至下旬,每头寄生蜂成虫平均产卵数为 27.1 个,每日每头平均产卵数为 3.52 个,每日最高产卵数为 14 个,每头成虫一生最高产卵数为 51 个;与同时期綿蚜产仔数比較,寄生蜂的平均产卵数及最高产卵数均較低。9 月下旬以后綿蚜的产仔数不論是最高产仔数或平均产仔数等均較寄生蜂的产卵数高。同时必須指出,寄生蜂在一个綿蚜体上通常产卵一个,但亦有产 2—3 个的,特别是在气温較低、成虫活动較差的情况下,容易产生这种現象。其次是綿蚜的母蚜产仔期較长,在低温的时候,寄生蜂的卵和幼虫发育緩慢,綿蚜纵被寄生以后,仍有一段时间可以继续发育或产生后代,如在气温为 17.9°C 时,母蚜寄生后 6 天,才停止生育。

再就 1954 及 1955 年在室内观察青島寄生蜂的产卵数看来,一头成虫一生最多产

卵 108 个, 与苏联寄生蜂及其杂交后代的最高产卵数达 135 个或 147 个以及以北美的研究报告謂一头寄生蜂在室内可产卵最多 140 个及印度的报告謂一头成虫可以寄生绵蚜 220 头相比较, 相差甚远。也可以說明青島地区寄生蜂的生活力較低是无可置疑的。

2) 寄生蜂与绵蚜在春季出現時間不一致: 在青島地区, 绵蚜主要以一龄若虫潛伏在隱蔽的地方越冬, 暴露在外面的, 由于严冬低温的杀伤, 大部分死去。虽然在气温达到 8°C 时殘存的绵蚜开始从越冬态解除出来, 发育生长, 但仍較緩慢且多潛伏在树干的裂縫或其他处所。当 4 月中寄生蜂成虫陸續大量羽化时, 暴露在外面的绵蚜仍为数极少。不容易找得寄主进行寄生。加以在青島一带每年 4 月下旬至 5 月初气温变化剧烈且常有一至二次寒流侵袭, 气温下降达 0°C 左右, 成虫容易遭受死亡。待 4 月下旬至 5 月上旬绵蚜越冬若虫逐漸成长, 陸續产生后代, 这时候虫口增加很快, 为 1954 年在云头箇調查放蜂園的結果知这时候虫口增加較前期多达 10 倍左右。而寄生蜂这时正在幼虫期或蛹期, 直至 5 月下旬始能发育成为成虫。在寄生蜂成虫出現前这一阶段, 绵蚜的第二代成虫已发育成长, 再度产生后代, 虫口不断增加。这样以少数寄生蜂来抑制大量的绵蚜, 是有困难的。兼以此时温度不高, 成虫产卵数不多, 活动能力差。就自然地使得绵蚜有机会大量产生后代, 猖獗为害。

3) 寄生蜂的专食性强, 易产生虫口凋落, 影响寄生蜂后代的繁育: 在青島一年中有三个阶段发生虫口凋落, 首先是在春季, 4 月下旬至 5 月上旬的寒流侵袭, 杀伤已羽化的成虫。其次是 8 月中由于缺乏寄主食料及当时的高温高湿, 促使成虫死亡。繼諸而来的是 9 月間的大气温度下降, 每日温差較大, 寄生蜂发育緩慢, 成虫活动受到限制, 相反地, 绵蚜在較低温度下繁殖力旺盛, 能够产生大量后代。第三, 暴露在外面的越冬寄生蜂幼虫, 遭受雨雪的侵袭墜落, 減少越冬虫口, 根据在罩籠复盖的小树上观察的結果, 脫落数在 30—50% 左右。

2. 利用远地不同品系的寄生蜂进行种內杂交, 是提高当地寄生蜂生活力, 增强抑制害虫能力的良好措施

通过引进苏联寄生蜂与当地蜂种进行杂交的結果, 証实其后代的产卵数和成虫寿命均有显著提高以及对不良的外界条件的适应性亦較強。通过田間的实际应用結果良好, 証实这是提高当地寄生蜂的生活力的有效方法。苏联純系寄生蜂的生活力亦由于生存条件的改变, 表现出优良的性状。这一成效对我们今后在农业害虫的生物防除法中, 运用不同地区的迁移来改善生物羣落这一新的发展方向提供了有力的理論基础, 特別在我国具有广大的幅員, 各地地理条件相差很大, 生物资源丰富, 对应用这种方法提供了极其有利的条件。从經濟观点上來說, 也是非常合算的。

3. 生物防除与化学保护的結合問題

1958 年各地羣众在应用化学药剂消灭绵蚜的工作中, 获得很大的成就, 据去年秋检查的情况, 許多县、社或果园, 出现了无绵蚜的奇迹, 有些地方虽然付出了較大的努力, 但仍然沒有徹底消灭。基于绵蚜具有較強的繁殖能力, 殘存的虫口, 只要经历一定时期放松了防治, 就仍有可能猖獗起来, 酿成災害。因此势必需要每年投入大量人力和物力来对付它。在目前农村劳动力較紧张和經濟基础尚較薄弱的情況下如何能够善于运用生物防除法将绵蚜压低到一定程度, 使果树正常生长发育不受到威胁是值得考虑的, 根据苏联过去

使用寄生蜂的效果看来,是具有极大可能性的。再从青島 1957 年綿蚜普遍发生而放蜂园虫口始終保持較低的情况,亦可說明。其次是果园中由于防治其他影响生产較大的病虫害时,年中使用化学药剂較多,每达 10 次以上,特别是由于使用殘留毒力較強的药剂,消灭了害虫的天敌,削減压制害虫的能力,原居次要的害虫如紅蜘蛛类上升为主要的害虫,不但增加了果园管理的困难,同时也加大了經濟开支。年来新兴杀虫杀菌药剂不断問世,我們如何方能既發揮生物防除的作用也有效地应用了化学防治,使两者互相有机結合起来,加强这方面的研究是非常必要的。

六、摘 要

1. 本研究工作自 1953 年开始至 1956 年,1957 至 1958 年作了一些大量繁殖散放工作,均在山东青島进行。通过室内外的飼养观察,了解苹果綿蚜寄生蜂一年发生代数、生物学特性及其在田間与寄主的消长情况。通过生态条件的分析,找出寄生蜂不能全年抑制綿蚜发生为害的原因所在,然后根据米丘林的生物学原理,运用远緣的种內杂交方法,提高当地寄生蜂的生活力,向苏联克里米亚地区引进寄生蜂进行杂交試驗。証明有效之后乃在田間实际散放。通过 1957 年的調查,指出确实有效。对今后农业害虫的生物防除利用分布区內的迁移,改善生物羣落的方法,提供理論基础。

2. 綿蚜寄生蜂在青島以老熟幼虫在寄主尸体內越冬,翌年 3 月下旬气温平均达 6—7°C 时变轉为蛹,4 月中旬气温平均达 9—11°C 时成虫羽化。一年发生 10—12 代,最少 9 代,最多可达 13 代。每代发育的时间长短与大气温度有密切的关系。其发育最适宜的温度范围为 22—27°C 左右,大气相对湿度約在 80—90% 之間。較綿蚜要求的最适宜温湿度各为 16.5—22°C 及 60—70% 略高。这是年中綿蚜发生前期,寄生蜂不能控制它的主要原因之一。此蜂寄生性专一,在青島田間以寄生苹果綿蚜为主,极少数能在加拿大白楊綿蚜上寄生。在人工強迫接种的情况下,能在榆树叶瘤蚜及野艾的綿蚜体上产卵并发育成长为老熟幼虫。据观察此蜂喜欢在体上披有一层白色蜡質和行动迟緩的蚜虫体上产卵,一些文献記載,认为它喜欢寄生体色較深的蚜虫一則,有商榷的余地。

3. 寄生蜂成虫的产卵数的多寡与大气温度的高低成正相关,温度高时产卵数增多,温度低时产卵少。湿度对产卵数的多少关系不如温度明显。但高温高湿的情况下成虫寿命短促,产卵数相应減少。

4. 通过寄生蜂及綿蚜要求的生态条件分析,得知青島地区寄生蜂所以不能全年控制綿蚜发生的原因有三:第一,寄生蜂生活力較低,其生殖繁育所要求的温湿度与寄主不同。第二,寄生蜂成虫在春季出現的时间与寄主不一致。第三,寄生蜂专食性強以及外界因子的影响,引起虫口凋落达三次之多。

5. 运用米丘林的生物学原理和苏联的先进經驗,从苏联引入寄生蜂进行繁殖和杂交,結果証明确能提高青島地区的寄生蜂生活力。在产卵数方面,不論苏联純种或其杂交后代均較青島寄生蜂为高。如苏联純系为青島蜂的 156.76—241%;苏联父本为 145—231%;苏联母本为 134—217.6%。在成虫寿命方面,苏联純系为青島蜂的 103.6—131.9%;苏联父本为 120—151%;苏联母本为 107.9—128%。同时其后代对突然降临的高温适应性較強;在較低温度下仍能繼續繁殖。

6. 在固定的放蜂园散放苏联寄生蜂的结果, 其各个时期的寄生效率均较对照园为高, 高出 2.11 倍至 7.5 倍, 特别是后期, 寄生效率特别高。在第一年当年生枝条的被害率在放蜂园为 52%, 对照园为 73%, 另两个放任不管的园各为 96% 及 97%。枝条被害严重度, 放蜂园每个枝条平均有虫瘿为 1.07 个。对照园为 2.31 个。另两放任园各为 4.1 个及 2.9 个。1957 年调查结果, 更为明显。当年生被害枝, 放蜂园为 19%, 而对照园为 93%; 另两个放任园各为 94% 及 92%。被害严重度, 每个枝条平均有虫瘿 0.21 个, 对照园为 3.48 个。另两个放任园各为 3.2 个及 4.1 个, 相差达 16 至 20 倍之多。

参 考 文 献

- [1] 吳遜三: 1937. 果树害虫之初步观察(山东). 湖南农业, 第一卷。
- [2] 龙承德: 1951. 山东及皖北主要果树病虫害的现状. 工作通讯 2 (2): 21—32。
- [3] 罗益镇: 1952. 保护寄生蜂防治苹果绵蚜. 农业科学通讯, 52 (2): 19—20。
- [4] 山东苹果害虫研究组: 1954. 1954 年工作总结(油印本)。
- [5] 龙承德, 王永佩, 唐品志: 1955. 苹果绵蚜寄生蜂的研究(摘要). 昆虫知识, 1 (2): 75—77。
- [6] 旅大园艺试验站、兴城园艺试验场: 1955. 旅大苹果绵蚜的调查研究和防治. 东北农业科学通报, 1955 (2): 75—80。
- [7] 张岳、朱文惠: 1957. 苹果绵蚜生活史与防治研究. 昆虫学报, 7 (2): 167—182。
- [8] 中山昌之助: 昭和 18 年. リンゴ栽培及病虫害. 明文堂(东京)第二版。
- [9] 豊島在寛: 昭和 13 年. 綿虫寄生小蜂に関する研究(第一报). 青森县立苹果试验场试验研究报告 第一报。
- [10] Tillyard, R. J.: 1923. The parasite of the woolly aphid in New Zealand and progress of the work of distributing *A. mali* during the season 1922—3. *N. Z. Journ. Agri.* 37(4), 1923.
- [11] Lundie, A. E.: 1924. A biological study of *Aphelinus mali* Hald., a parasite of the woolly apple aphid, *Eriosoma lanigera* Haun. *Cornell University Agri. Expt. Sta. Memoir*, 79:1—27.
- [12] Lounsbury, C. P.: 1925. Report of the Division of Entomology, 1923—4. (*See Rev. Appl. Ent.*, 13:112).
- [13] Howard, L. O.: 1929. *Aphelinus mali* and its travels. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 22(3):341—68.
- [14] Rosenburg, H. T.: 1934. Study of the colonization of *Aphelinus mali*. *Trans. Royal Ent. Soc. (London)* 22(2):415—20.
- [15] Schoene, W. J. & G. W. Underhill: 1935. Life history & migration of Apple woolly aphid. *Va. Agri. Expt. Sta. Tech. Bull.* 57.
- [16] Rahman, K. A. M., & A. W. Khan: 1941. Observation on the *Aphelinus mali* in Punjab. *Indiana Journ. Agri. Science*, 11:446—50.
- [17] Garman, P. & J. F. Townsend: 1952. Apple insects pests of Connecticut. *Conn. Agri. Expt. Sta. Bull.* 552.
- [18] Borg, Å.: 1953. Investigations on *Aphelinus mali*, the special parasite of the woolly apple aphids (*Eriosoma lanigerum*). *Rev. Appl. Ent. A.* 42(2):41—2.
- [19] Bodenheimer, F. S.: 1953. Outlines of the epidemiology of agricultural pests in a subtropical climate. *Trans. of the IXth International Congress of Entomology*, 2(10):251—3.
- [20] Теленга, Н. А.: 1955. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми сельскохозяйственных и лесных культур. Киев, стр. 1.
- [21] Яхонтов, В. В.: 1957. Новое в Биологическом методе. *Защ. раст. от вред и бол.* № 3: 32.

INVESTIGATIONS ON THE BIOLOGY AND UTILIZATION OF *APHELINUS MALI* HALD., THE SPECIFIC PARASITE OF THE WOOLLY APPLE APHIS, *ERIOSOMA LANIGERUM* HAUSM

LUNG CHENG-TE · WANG YUN-PEI · TANG PENG-GI

(The Academy of Agricultural Science of China, Kiangsu Branch)

1. Woolly apple aphid infests the apple and causes considerable injuries to the trees in China. In this paper the writers report on the results of the investigations, carried out in 1953—56, on the bionomics and the utilization of *Aphelinus mali*, especially on the ways of increasing its vitality by means of hybridization.

2. *Aphelinus mali* overwinters in the full-grown larval stage within hardened body of its host at Tsingtao, Shantung Province. Low temperature, the absolute low temperature there reached as low as -12°C . in 1954 caused little winter mortality of the parasite in Tsingtao and the percentage of the emergence of adult was as high as 85% as usual. The pupae appeared in the late part of March of the next spring as the temperature of the ten-day average reached 6° to 7°C . The first adult from overwintering materials emerged in the middle of April as the temperature of ten-day average reached 11°C . The lowest temperature at which the adults emerged from the overwintering larvae kept under the various temperatures was about $10^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, which was lower than the figure given by other authors, for example $12^{\circ} - 13^{\circ}\text{C}$. as reported by Borg in Sweden.

3. There are about 10—12 generations annually, 13 generations in maximum and 9 generations in minimum. The duration of life-cycle of the parasite varies from the different periods and the main influencing factor is the temperature during the development period of the parasites. One of the longest generation is the overwintering generation which lasts 184 days. Whereas the shortest one lasts about 7 days only in the middle part of August. The optimal temperatures for its development are between 22° to 27°C .; the most favorable humidity range is from 80 to 90 per cent. Both are higher than that required by the woolly apple aphid for outbreaks, viz. 16.5° to 22°C . and 60 to 70 per cent.

4. *Aphelinus mali* had been reported by other authors as parasitizing about twenty different kinds of aphids, but in Tsingtao it parasitizes mainly the woolly apple aphid in field condition and just a few of them parasitize in the woolly aphid on *Populus canadensis*. The female adults seem to prefer to oviposit in those aphids which have a layer of white wax and are sluggish in movement, and therefore not only with possess black color as mentioned in the literatures.

The adults survived longest in the laboratory (up to 41 days) with access to molasses. The sex ratio was variable, though females were always more numerous than males, the unfertilized females giving rise to males only.

5. The number of egg-laying by single female adult varies with different temperatures. There seems to be more egg-laying in the reasonable high temperature, such as in 1954, the number of egg-laying per female at the different room temperature is as follows: at 16.3°C ., 19°C ., 23.3°C ., 24.2°C . and 26°C . are 10, 17, 32.4, 58.5 and 21 eggs, respectively; and in 1955 at 19°C ., 21°C ., 24.3°C ., 26.2°C . and 28.4°C . are 22.7, 29, 44.5, 51 and 28 eggs, respectively. However,

the relative humidity seems not so significant as the temperature, but under the high temperature and high humidity condition the adult died more quickly and deposited less eggs than usual. The different size of the individual also shows its different number of egg-laying and the bigger one always lay more than the smaller. In Tsingtao, an individual female deposits a maximum of 108 eggs under laboratory conditions.

6. In Tsingtao region, the parasite have difficulty to get full control of the host pest throughout the whole season. This is thought to be due to three causes: (1). the low reproductive capacity of the local parasite, and especially the adverse effect of low temperature in both spring and autumn restricted the activity of egg-laying of the adult parasite and the development of larval parasite. And in contrast to the host, the pest fares very well under these conditions. (2). the parasite emerges too early in the spring before the woolly apple aphid has become abundant. (3). a large part of the adult parasites died because of shortage of host for oviposition in the spring and early autumn and part of the overwintering larvae together with their hosts blown from the tree by the action of winds and snows during winter time.

7. It was found best to promote the vitality of this parasite with hybridization between different races of this species from distant places. Data showed both the progeny of the pure Russian race which was collected from Crimea, U.S.S.R. and the hybrids of Russian race $\times$ Tsingtao race possess higher reproductive potentiality and the longer longevity than the local race. The increment of the percentage of the eggs laid by the female adult of the Russian race, Russian race $\text{♀} \times$ Tsingtao race ♂ or Russian race $\text{♂} \times$ Tsingtao race ♀ are 156.8—241%, 134—217% or 145—231% of the Tsingtao race, respectively. A single female of the hybrid offspring deposited a maximum of 147 eggs under laboratory conditions.

The results of a preliminary field test showed that the percentage of parasitism in one orchard where 71,000 Russian parasites were liberated for the control of woolly apple aphid in 1956 increased from 2.11 to 7.5 times at different periods as compared with the orchard where no parasite was colonized. As the percentage of the infestation of one-year old shoots are 52% and 73%, and average number of insect-galls on each shoot are 1.07 and 2.31 pieces in both the treated and untreated orchards, respectively. Besides, 96% and 97% of the one-year old shoot damaged and 4.10 and 2.9 pieces of insect-gall averaged on each shoot in another two orchards where no attention was given to pests control.

In 1957, the infestations of the one-year old shoot and the number of insect-gall per shoot in the orchard where the Russian parasites were colonized in 1956 but not in this year showed more promise than before. 19% and 93% of one-year old shoots damaged and 0.21 and 3.48 pieces of insect-gall averaged on each shoot showed in both the orchard where the Russian parasites were colonized or not colonized, respectively.

We are indebted to Professor N. N. Shutova, Director of the Laboratory of Plant Quarantine, Ministry of Agriculture, U.S.S.R. for her kindness in supplying us with the Russian race of the parasite.