

周氏啮小蜂的 20 日实用繁育技术

李建平 射阳县林场射阳县兴桥镇 224300

周晓宇 盐城璟润林业有害生物防治公司射阳县兴桥镇 224300

摘要: 美国白蛾 *Hyphantria cunea* (Drury) 是世界性的检疫害虫, 有生存能力强、食性杂, 扩散速度快等特点, 幼虫期形成网幕, 3 龄后破网而出, 能够对周围大量树种造成严重危害。由于地形、防治资金和环保等因素, 很多地方无法进行化学防治, 生物防治便成为控制白蛾种群与数量的最优方案。白蛾周氏啮小蜂 *Chouioia cunea* Yang 是美国白蛾的重要天敌, 它是将野生白蛾周氏啮小蜂接种到柞蚕蛹体内, 通过人工培育而成, 在美国白蛾老熟幼虫期和蛹期于林间释放, 从而达到以虫治虫的目的。利用它, 不仅防治成本低, 操作方便, 而且对防止农药污染, 维持生态平衡, 实现生物防治和可持续发展具有重要意义。2019 年的盐城市射阳县林场建立的林业生物天敌繁育基地, 已经拥有完整的生产工艺及繁育流程, 经过三年来的培育, 已经取得成功的经验。累计生产周氏啮小蜂 90 亿头。截止 2022 年, 周氏啮小蜂最高繁育率达 95% 以上, 平均在 75%~85% 之间。

关键词: 周氏啮小蜂 繁育 技术

1. 人工繁育的基础设施、扩繁设施及生产工具

基础设施: 种蜂室 1 间 (柜式空调 1 台、通风扇 1 台、储物架 10 层 15 列每层挂置 LED 灯条)、接种室 1 间 (柜式空调 1 台)、寄生室 2 间 (柜式空调各 2 台、通风扇各 2 台、储物架 10 层 17 列各 2 架、除湿机 4 台、加湿器 2 台、风扇 2 台)、人工气候室 1 间、低温储藏室 1 间、实验室 1 间。每间 15~20 平方。

扩繁设施: 准备好百叶箱、室外大棚、人工气候箱。

生产工具: 削蛹刀、塑料袋、周转箱、手推车、繁蜂箱、玻璃盖板、遮光布、玻璃试管、培养皿、显微镜、人工气候箱、塑料空瓶、臭氧机、紫外线消毒灯、酒精喷壶等。

设施和工具使用前, 全部使用酒精消毒。

2. 人工繁育流程

2.1 寄主因素

2.1.1 寄主的选择

周氏啮小蜂不仅寄生美国白蛾, 还可寄生鳞翅目 Lepidoptera 的枯叶蛾 Lasiocampidae、毒蛾科 Lymantridae、舟蛾科 Notodontidae、蓑蛾科 Psychidae、夜蛾科 Noctuidae、蚕蛾科 Bombycidae、大蚕蛾科 Satumiidae、巢蛾科 Yponomeutidae、蝙蝠蛾科 Hepialidae、螟蛾科 Pyralidae、尺蛾科 Geometridae、粉蝶科 Pieridae、菜蛾科 Plutellidae 和双翅目 Diptera 的蝇科 Muscidae、寄蝇科 Tachinidae 及鞘翅目 Coleoptera 的叶甲科 Chrysomelidae 和瓢甲科 Coccinellidae 等 20 多种昆虫^[1], 其中人工寄生柞蚕蛹, 寄生率为最高, 可达 95%~100%, 平均出蜂量为 4500~5500 头, 是人工繁育白蛾周氏啮小蜂的理想寄主。柞蚕蛹选择自然环境生长的, 生长地为东北辽宁省。

2.1.2 寄主的保存与使用

柞蚕蛹在使用前需保存在冷库中, 冷库温度设置 3℃ 左右, 保持库内通风且干燥, 削蛹前需将带茧壳的柞蚕蛹按量放入周转筐, 选择 3% 高锰酸钾水溶液喷洒消毒, 1h 后待茧壳彻底干燥, 使用特制削蛹刀在茧柄的对立面光滑处开口, 用剪刀扩大取蛹范围, 使茧内裸蛹自然脱落取出。选择外形匀称、形态饱满, 颅顶板为透明的蛹体, 剔除坏死、畸形、带有伤口的裸蛹可以有效提高寄生率, 减少感病发生。

2.2 种蜂扩繁

收集林间被白蛾周氏啮小蜂寄生的美国白蛾蛹，放入玻璃试管内盖上脱脂棉保证透气及正常湿度，小蜂羽化后按 100:1 与柞蚕蛹同时放入塑料空瓶内，遮光后保存并等待出蜂进行下次扩繁。扩繁次数不宜过多，扩繁 6 代后种蜂出现退化现象，为保证小蜂寄生力与野外存活时间，应以 2~3 代为宜。

2.3 人工批量接蜂

2.3.1 发育历期

接蜂前需确定本次接蜂数量与寄生后出蜂时间，出蜂时间应与美国白蛾老熟幼虫期或蛹期同步。以 2022 年江苏省徐州市铜山县第一期放蜂为例，当地美国白蛾蛹期为 6 月 18 日前后，根据白蛾周氏啮小蜂的有效积温与发育起点公式： $N = K / (t - t_0)$

式中： N —发育历期，单位为天（d）；

K —有效积温（取 365.12 ± 15.56 ），单位为日摄氏度；

t —控制温度，单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

t_0 —发育起点温度（取 6.14 ± 0.83 ），单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）^[2]。

选择 6 月 2 日进行人工批量接蜂，设置室内温度为 28°C ，相对湿度 55% 以下，发育历期一般为 17—20 天。人为温度的干预，直接影响发育，也就是通过温度的调节，可以控制调节出蜂时间。

2.3.2 接蜂方法

接蜂前应提前十天对接种室消毒，开启臭氧消毒机 10 分钟，期间关闭门窗保证室内处于密闭状态，在高密度臭氧环境中，可有效降低病毒存活率。使用酒精擦拭繁蜂工具，保持室内干净整洁，所有设备正常使用。接蜂前三天，观察种蜂室内种蜂羽化进度，设置温度 $28^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ ，光照持续 24h 以加快种蜂羽化。种蜂室内的种蜂羽化后选择出蜂量大、个体较小的蜂种，出蜂数量标准为单枚寄生蛹 > 5000 头小蜂，收集种蜂瓶并放置于常温干燥位置。优质的小蜂应在 1~2 天内完成全部出蜂，若出现因接蜂期延长导致需要对已出蜂的种蜂进行长期保存，可在瓶口的脱脂棉上蘸取蜂蜜水，以保障种蜂的寄生能力与存活时间。柞蚕蛹提前 2 天从冷库中取出将其回暖至正常温度待使用，每箱柞蚕蛹裸蛹数量为 800 枚，接蜂前检查柞蚕蛹裸蛹是否处于干燥常温状态，潮湿或低温不利于小蜂寄生，并会增加感病风险。柞蚕蛹与种蜂之间的接蜂比例为 50:1，繁蜂箱尺寸 $60\text{cm} \times 38\text{cm} \times 10\text{cm}$ ，可放置约 200 枚柞蚕蛹，应使用 4 瓶种蜂，也可根据实际出蜂量按比例调整用量。繁蜂箱平铺两层纸，放入柞蚕蛹裸蛹，均匀散开使每枚蛹彼此都留有一定空间，繁蜂工人需对柞蚕蛹进行再次筛选，剔除有病害特征或畸形等蛹体，检查繁蜂工具是否齐全。接蜂时，工人三人为一组，工人 A 负责摘除种蜂瓶口脱脂棉，轻微晃动脱脂棉使种蜂脱落至繁蜂箱内，后迅速转入脱脂棉回收箱；工人 B 负责敲击种蜂瓶，种蜂瓶悬置于繁蜂箱 20cm 的高度，瓶口始终保持向下位于繁蜂箱内，使用空瓶或其它工具敲击种蜂瓶，瓶内种蜂因震动缓缓落入繁蜂箱，工人敲击过程中不可过度用力导致小蜂受损，应不断转移位置保证小蜂均匀的覆盖在每枚裸蛹之上，瓶空后转入空瓶回收箱；工人 B 完成当前繁蜂箱的敲击工作后，工人 C 迅速铺上遮光布，加盖透明玻璃盖板，遮光布选择透气面料，颜色为深色系可以加强黑暗寄生的环境，玻璃盖板应与繁蜂箱完美契合，盖好后不留有缝隙。以 20 箱为一个循环，所有箱体盖好后，繁蜂箱统一转入寄生室的繁蜂架上黑暗处理 2~3 天，寄生室温度设置 $25^{\circ}\text{C} \sim 28^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 55% 以下，接蜂工作应在 3 天内完成。繁蜂架高度 230cm 宽度 60cm，共 10 层 17 列，每层高度 23cm，保证放入繁蜂箱后还留有一定空间便于空气流通。按照接蜂 24h 为 1 个批次，接蜂后 48~72h 第一批次大部分小蜂已完成产卵，工人进场将玻璃盖揭下，先轻微晃动繁蜂箱观察是否存在活动蛹体，遇此类情况说明寄生未完成，可以延长摘除遮光布时间以增加寄生效果，反之如未发现活动蛹体可以将遮光布摘下。安排工人每 2 人为 1 组，按照从上往下的顺序取出繁蜂箱观察小蜂发育进度，如箱内有腐烂气味，表明存在感病蛹体，单一繁蜂箱内坏蛹率 $< 30\%$ 时，需及时剔除感病蛹体，如遇感病严重体内烂水流出的蛹体，应使用 1mm 厚度塑料卡片，从下铲起坏蛹，并在坏蛹位置

重新铺上报纸；单一繁蜂箱内坏蛹率 $>30\%$ 时，需将健康寄生蛹全部取出放入新的繁蜂箱内并喷洒 75%浓度酒精，坏蛹统一放入塑料袋内作掩埋处理，期间注意塑料袋不得破损以减少二次感染的发生几率。寄生成功的蛹体颅顶板呈橘黄色，能从中细微处观察蛹内情况，后期颜色加深直深红色，根据发育历期公式通过提高或减少温度来同步释放时间。另外光照时间过长也会加快小蜂发育进度。

需要注意的是，柞蚕蛹被寄生的过程也是自身对抗外来物种的过程，期间有多种情况可导致柞蚕蛹感病，常见寄生蛹病害有柞蚕核型多角体病、僵化病、微粒子病等，所以室内应保持干净卫生的环境且拥有防蝇防鼠措施以防止病毒持续扩散。定期打开寄生室窗户进行通风换气 2h，减少细菌滋生，在不打乱批次的情况下每 3~4d 调换繁蜂箱位置，繁蜂箱在货架上摆放过高会导致空气不流通，上层温度不均，应注意摆放位置并且留有过道，使气流畅通。工人在整个接蜂与寄生过程中，应时刻注重自身卫生情况，不得接触杀虫制剂，不得喷洒香水等化学用品。

2.3.3 种蜂复壮

使用同一寄主室内连续繁育多次后，同批次白蛾周氏啮小蜂会出现寄生能力退化现象，需要对种蜂进行人工复壮，主要包括两种方法。第一种是转寄主复壮，在种蜂扩繁阶段，林间采集美国白蛾蛹，装入试管内让小蜂与其寄生，美国白蛾采用 1:5 接蜂比，温度设置 25℃相对湿度控制在 65%左右，放入培养箱或人工气候室等待出蜂。第二种是野外变温锻炼，提前在寄生室内挑选形态匀称，腹节拉伸的优质寄生蛹作为种蜂，放入塑料瓶内瓶口塞入脱脂棉，将其放入野外、百叶箱内，在自然界中温度随着时间的不同而变化，使种蜂脱离恒温恒湿环境，以此锻炼寄生能力。或放入人工气候室内，设置多段温度湿度及光照调节档位，模拟外部环境。

3. 寄生蛹的保存与运输

寄生蛹因其生物属性在保存与运输的时候需要使用特制的纸箱，纸箱内分为 5 层，每层放置井字格隔板，格内放入寄生蛹，每层放完之后加入垫板并继续放置井字格，寄生蛹放置完毕后在箱内包裹一层遮光布，防止在运输过程中因温度过高导致出蜂影响运输。

寄生蛹在释放前应放置在室内 19℃相对湿度 55%及以下的环境中，释放时裸蛹不能直接悬挂于树干，需使用特制放蜂袋，放蜂袋规格 11cm \times 6.8cm，70g 淋膜纸，上方留有开口可放入寄生蛹，下方斜角处开口，如遇潮湿雨水天气可以起到排水作用，放蜂袋颜色尽量选择与树体相仿的颜色防止小蜂羽化出现前被鸟啃食的现象。

运输过程中应尽量避免磕碰，汽车行驶需平稳，防止出现箱内蛹体一边倒形成挤压，影响小蜂正常羽化出蜂，车内温度控制在 25℃以下，保持车内空气正常流通。

4. 繁殖过程中值得注意的几个环节

4.1 柞蚕蛹精细化采购

公司始终选择质量最佳的柞蚕蛹作为替代寄主，要求健康蛹率在 95%以上，蛹脂肪饱满，血液清晰，选择外形匀称、形态饱满，颅顶板为透明的蛹体，剔除坏死、畸形、带有伤口的裸蛹。

4.2 周氏啮小蜂种蜂的选择

前期种蜂质量是培育后代小蜂质量的关键，种蜂获取途径为 2 种，第一优先选择本地原生蜂种，采集林间美国白蛾越冬蛹，待出蜂后进行扩繁最终形成种蜂。第二采购外省种蜂

4.3 批量繁育生产的时间控制

根据本地区野外美国白蛾发育进度来确定。小蜂的发育时间随着温度的不同而发生变化，以野外美国白蛾发育进度为主，通过控制温度来达到寄生蜂的出蜂时间。

4.5 全过程的灭菌消毒工作

对生产的所有工具，育种箱子，瓶子，全部进行清洗，凉干，通过太阳紫外光消杀和酒精相互结合，全面的进行处理，确保种蜂生产的同时不受到外面细菌的感染。

4.5 关键技术温湿度的掌控

合适的温、湿度条件对于白蛾周氏啮小蜂的正常发育、羽化出蜂及其在林间释放后的防治效果起着关键作用。通过几年的繁育实践，白蛾周氏啮小蜂人工繁育适宜的温度范围为 25~28 ℃，最适相对湿度为 40%~60%。

5. 总结

通过科学的生产与释放周氏啮小蜂，可增加小蜂在林间的种群数量，形成生物链，于防治地起到长期控制白蛾爆发的作用，其前景非常广阔。

利用柞蚕蛹人工培育周氏啮小蜂技术已经相对成熟，但在实现工厂自动化的高效率生产方式，还需要技术人员不断的创新实践。如何提高生产质量并降低成本是当下可研究的方向之一。长期调查周氏啮小蜂寄生各地林业害虫的真实数据以便选择更好的释放量。另外，通过持续跟踪林间美国白蛾发育进展和危害情况，做好前期调查，选择在适时情况下释放，是生产周氏啮小蜂的重要依据。

参考文献

- [1] 杨忠岐, 中国寄生于美国白蛾的啮小蜂一新属一新种(膜翅目, 姬小蜂科, 啮小蜂亚科) [J]. 昆虫分类学报, 1989, 6(1-2): 117-123
- [2] LY/T 1704—2007, 白蛾周氏啮小蜂人工繁育及应用技术规程[S]