

角倍蚜干母发生期和数量变化 及秋迁蚜生殖能力

唐翊峰, 杨子祥*, 马琳, 刘平

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 国家林业局资源昆虫培育与利用重点实验室, 云南昆明 650224)

摘要: 对角倍蚜干母的发生期、数量变化、趋光行为及秋迁蚜生殖能力进行了研究, 结果表明: 保存于峨眉、昆明实验室和地下室的虫袋, 干母发生期分别为4月19-22日、3月31日至4月4日和4月7-10日, 与原产地峨眉相比较, 保存于昆明实验室和地下室的虫袋, 干母发生期分别提前了19、12 d, 但发生节律没有明显差异; 干母发生期持续4~5 d, 发生期中间的1~2 d发生量占总量的70%以上; 干母发生时间集中在10:00-16:00, 发生量占日发生总量的80%以上; 干母对直射自然光或灯光有明显趋性。秋迁蚜密度、单头产若蚜量和怀卵量随着倍子体积的增加而增加, 平均体积为 $(28.2 \pm 0.8) \text{ cm}^3$ 的中倍子的秋迁蚜密度、单头产若蚜量和怀卵量分别为 $(387.7 \pm 52.3) \text{ 头} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $(26.4 \pm 3.8) \text{ 头}$ 、 $(27.6 \pm 4.2) \text{ 头}$, 与体积为 $(5.4 \pm 0.3) \text{ cm}^3$ 的小倍子相比分别增加了46.7%、24.5%和23.8% ($p < 0.05$)。在冬寄主藓类存在的条件下, 秋迁蚜产若蚜的时间更为集中, 持续时间缩短。14:00和18:00迁飞的秋迁蚜, 迁飞后即开始产若蚜, 并在4 h达到高峰, 持续时间分别为30、28 h, 而8:00迁飞的秋迁蚜, 迁飞2 h后开始产若蚜, 16 h后才达到高峰, 持续时间为36 h。

关键词: 角倍蚜; 干母; 秋迁蚜; 趋光性; 生殖

中图分类号: S899.4

文献标识码: A

Studies on Fundatrix Emergence Period, Quantitative Change and Autumn Migrant Reproductivity of Chinese Horned Gall Aphid, *Schlechtendalia chinensis*

TANG Yi-feng, YANG Zi-xiang, MA Lin, LIU Ping

(Research Institute of Resources Insects, Chinese Academy of Forestry; Key Laboratory of Breeding and Utilization of Resources Insects of State Forestry Administration, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: Chinese horned gall aphid, *Schlechtendalia chinensis*, is a major species of Chinese gallnut aphids. Like other *Rhus* gall aphids, *S. chinensis* has six forms in its life cycle, including autumn migrant, overwintering larva, spring migrant, sexuales, fundatrix, and fundatrigenia. The spring migrants produce sexuales then fundatrix after mating in the processing of gallnut aphid artificial rearing. The fundatrix performs key role since it is the gall former among all forms. Its emergence periods and quantitative changes were observed in different preservation conditions. The results showed that the fundatrices emerged from April 19th to 22nd, March 31st to April 4th and April 7th to 10th, when the spring migrant bags were preserved in Emei (the natural distribution area), laboratory and basement of Kunming under room temperature, respectively. There were 19 days and 12 days ahead of time comparing to its natural distribution area when they were preserved respectively in laboratory and basement of Kunming. Generally, the fundatrix emergence period lasted for 4 or 5 days and the emergence amount within the middle 1 to 2 days

收稿日期: 2013-01-21

基金项目: 国家林业公益性行业专项(201204602); 国家自然科学基金(31372266)

作者简介: 唐翊峰(1986—), 男, 湖南衡阳人, 硕士研究生, 主要从事资源昆虫学研究。

* 通讯作者: yzx1019@163.com

may constitute more than 70% of the whole amount. The peak emergence time happened at 10:00–16:00 and its amount may account more than 80% of the daily emergence amount. Furthermore, new fundatrix has phototaxis to both the sunshine and light. In addition, the autumn migrant also plays an important role because it is the transfer type from its primary host, *Rhus chinensis*, to the secondary host, *Plagiomnium maximovicgii*. The results of the experiments indicated that the density, oviposition amount and fecundity of autumn migrant of middle size gall with the average size of $28.2 \pm 0.8 \text{ cm}^3$ were $387.7 \pm 52.3 \text{ adults} \cdot \text{cm}^{-3}$, $26.4 \pm 3.8 \text{ larvae}$ and $27.6 \pm 4.2 \text{ eggs}$, increased by 46.7%, 24.5% and 23.8% respectively compared to the small size gall with the average size of $5.4 \pm 0.3 \text{ cm}^3$. The producing time of autumn migrant were more concentrated and lasted shortly when its winter host mosses were presented. The autumn migrants flying at 14:00 and 18:00 began to produce larvae after migration, then reached to the peak after 4 hours and the whole producing times lasted for 30 hours and 28 hours, respectively. However, the migrants flying at 8:00 began to produce larvae 2 hours after migration, then reached to the peak after 16 hours and the whole producing time lasted for 36 hours.

Key words: *Schlechtendalia chinensis*; fundatrix; autumn migrant; phototaxis; reproduction

五倍子是瘿绵蚜科的某些蚜虫寄生在盐肤木 (*Rhus Chinensis* Mill.)、青麸杨和红麸杨树叶上,刺激叶组织细胞增生膨大而形成的虫瘿,这些虫瘿富含单宁,是我国传统的林特产品和出口创汇商品^[1-2]。角倍由角倍蚜 (*Schlechtendalia chinensis* (Bell)) 在盐肤木上寄生而形成,是五倍子的主要生产种,占五倍子总产量的 75% 以上^[3-4]。

角倍蚜是异寄主全周期生活型昆虫,需要在盐肤木和藓类上转主寄生,经历瘿内和瘿外世代,才能完成生活史。自然条件下,角倍在秋季成熟爆裂,有翅秋迁蚜从裂口处爬出,迁飞到冬寄主藓上产若蚜,若蚜在藓枝上取食,形成蜡球越冬。翌年春天,越冬若蚜发育成有翅春迁蚜,迁飞回到盐肤木上,在树皮裂缝中产下雌、雄性蚜并交配,交配后的雌性蚜产干母,干母沿树干爬到盐肤木嫩叶取食致瘿,形成角倍^[5-6]。角倍蚜的瘿内世代(干雌)由于有虫瘿的保护,并有稳定的营养来源,自然死亡率很低,而瘿外世代包括秋迁蚜、越冬若蚜、春迁蚜、性蚜和干母,不仅要经历秋季、冬季和春季激烈的气候变化和复杂的虫型转变,而且蚜虫失去了虫瘿的保护,易受温度、湿度、降水和天敌等外界因子的干扰^[7-8],自然死亡率很高。这正是五倍子自然产量波动大、单产较低的主要原因。为了提高五倍子产量,前人对倍蚜的瘿外世代进行了较多的研究^[6,9-10],在此基础上研发的以植藓养蚜、挂放性蚜为主的五倍子人工培育技术,目前已经在生产上推广应用^[9,11],其主要目的就是通过人工辅助培育,提高倍蚜瘿外世代的数量和成活率;然而,由于瘿外世代虫型多样、虫体微小并受环境因子的影响,有些虫型的生物学特性

仍不清楚,限制了生产技术的应用和提高^[9,11]。本研究针对这些环节,对角倍蚜干母的发生期、数量变化和秋迁蚜的生殖能力等进行了研究,旨在揭示角倍蚜的种群数量变化规律及影响因子,为五倍子生产技术的改进提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试虫源 试验用的角倍蚜来自四川省峨眉山市川主乡荷叶村(29°30' N, 103°24' E),海拔 1 050 m,为角倍蚜自然分布区。每年秋季角倍成熟时,采集倍子(虫瘿)带回室内,待倍子自然爆裂时,从裂口处收集有翅秋迁蚜,转移到侧枝匐灯藓(*Plagiomnium maximovicgii* (Lindb) T. Kop.)上培育。以秋迁蚜和培育后的越冬若蚜、春迁蚜、性蚜和干母作为供试虫源。

1.1.2 倍蚜的培育和收集 养蚜藓盘:用竹子、铁丝等制成 50 cm × 50 cm 的竹盘,上面覆盖 2~3 cm 的土,种植侧枝匐灯藓,制成藓盘,用于培育角倍越冬蚜。

收蚜棚:用竹木材料搭建成封闭的棚架,用于有翅春迁蚜的收集^[12]。

春迁蚜虫袋:采用牛皮纸制成虫袋,将春迁蚜装入虫袋内保存,每只虫袋装春迁蚜 100 头(±10%)。春迁蚜在虫袋内产下雌雄性蚜并交配,交配后的雌性蚜产下干母,干母爬到树叶上取食形成虫瘿。

1.2 试验方法

1.2.1 干母的发生期和数量变化 3月中旬收集春迁蚜虫袋,随机分成 3 组,第 1 组保存于峨眉,另外 2

组带到昆明(25°03' N, 102°45' E, 海拔1 940 m), 分别存放于实验室和地下室。定期抽查虫袋内的春迁蚜和性蚜的发育情况, 4月初干母开始出现时, 在虫袋中部划2~3 cm的口, 让干母从裂口处爬出。每隔2 h观察1次, 连续记录干母的数量, 直至虫袋内没有干母爬出为止。每组观察200只虫袋。

1.2.2 干母的趋光行为测定 当虫袋内的干母数量到达高峰时, 将开口的虫袋放置于靠窗的实验台上, 让自然光从窗口射入, 观察统计干母的爬行方向和数量。将窗口自然光遮挡, 保留一定强度的散射光, 在向窗和背窗方向同时或分别设置灯光(27 W的白炽灯), 统计干母的爬行方向和数量。每次放置1只虫袋, 观察时间为6:00-18:00。为了避免学习经历对试验的影响, 每次测定均使用新产生的干母, 且使用1次即淘汰^[13]。每个处理设置10个重复。

1.2.3 秋迁蚜的生殖能力和生殖规律 10月中旬角倍自然成熟时, 在林间随机采集不同大小的倍子, 测定倍子体积, 按体积大小(小于10 cm³为小倍子, 10~50 cm³为中倍子, 大于50 cm³为大倍子)进行分类, 置于室内保湿培养, 当倍子自然裂口后, 收集初羽化的秋迁蚜, 分别用于下列测定。

(1) 怀卵量: 取刚羽化的秋迁蚜, 解剖出体内的胚胎数, 统计怀卵量。

(2) 遗腹卵量: 秋迁蚜产若蚜结束或死亡后, 解剖虫体内遗留的胚胎数。将秋迁蚜分别放置于实验室内和林间藓块上, 统计室内遗腹卵量和林间藓上遗腹卵量。

(3) 产若蚜量及节律: 在迁飞高峰时段收集秋迁蚜, 单头放入底部铺有湿润滤纸和藓枝的培养皿($\Phi=4.5$ cm, $H=1.0$ cm)中, 室内常温下培养, 保持培养皿内的湿度。让秋迁蚜在滤纸上产若蚜, 每隔2 h统计若蚜数量, 直到秋迁蚜不再产若蚜或死亡。

(4) 倍子体积、迁飞时间和藓类对秋迁蚜产若蚜的影响: 分别收集不同体积或迁飞时间的秋迁蚜, 按上述方法测定秋迁蚜产若蚜的数量。在培养皿内放置长0.5~1.0 cm的藓枝, 以不放藓枝的处理为对照。倍子的体积采用排水法测定。

上述试验均设置30个重复。

1.3 数据处理

采用Excel 2010和SPSS 21进行统计分析, 平均数间的差异采用独立样本 t 检验(Independent-Samples T Test)。为了比较不同处理间的差异, 干母数换算为每袋的数量, 越冬若蚜数换算为单头秋迁

蚜产若蚜的数量。

2 结果与分析

2.1 不同保存条件下干母的发生期及数量变化

3月11日在峨眉收集的春迁蚜虫袋, 存放于峨眉时, 干母发生期为4月19-22日(即迁飞后的第39日), 持续4日, 其中, 第2日发生最多, 为22.3头·袋⁻¹, 占发生总数的71.5%, 其次为第3日, 第1日和第4日发生数量很少, 分别为1.6、1.0头·袋⁻¹, 占发生总数的8.3%; 日发生数量表现为“两头少、中间多”, 即起始日和结束日少, 中期发生数量多(图1)。存放于昆明实验室的虫袋, 干母发生期为3月31日至4月4日(即迁飞后的第20日), 比原产地峨眉的干母发生期提前了19日, 持续5日, 其中, 第3日至4日发生数量最多, 分别为9.8、11.1头·袋⁻¹, 占干母总数的78.0%(图1)。存放于昆明地下室内的虫袋, 干母发生期为4月7日至10日(即迁飞后的第27日), 比原产地峨眉提前了12日, 但比实验室的虫袋推迟了7日, 发生期持续4日, 其中, 第3日发生最多, 为18.2头·袋⁻¹, 占发生总数的61.9%, 其次为第2日和第4日, 第1日发生最少, 仅为2.1头·袋⁻¹, 占发生总数的7.0%(图2)。表明虫袋的存放地点会对干母的发生期产生明显影响, 同一批虫袋, 当保存于温度回升较快的地点时, 干母发生期比原产地提前, 即使在同一地点, 干母发生期也会因为保存环境的温度高低而推迟或提前; 保存地的变化同样会影响干母发生的日节律, 但中间的1~2日发生数量最多。

在干母发生期内, 不同存放地点干母的日发生节律基本一致, 呈“单峰型”, 即夜间到早晨干母的发生数量很少, 10:00以后数量急剧增加, 12:00-14:00达到高峰, 14:00以后急剧下降, 其中10:00-16:00干母发生数占日发生总数的80%以上, 16:00至次日10:00干母的发生数量很少(图2~4)。这种变化规律在发生高峰日更为明显, 保存于峨眉原产地的虫袋, 干母发生高峰日为4月20日, 10:00-16:00干母的发生量为18.2头·袋⁻¹, 占日发生总量的81.2%(图2); 保存于昆明实验室和地下室的虫袋, 发生高峰日分别为4月3日和4月9日, 10:00-16:00干母的发生数分别为9.1、14.8头·袋⁻¹, 分别占日发生总数的82.5%和81.0%(图3~4), 表明虫袋的存放地点对干母的日发生节律没有明显影响。

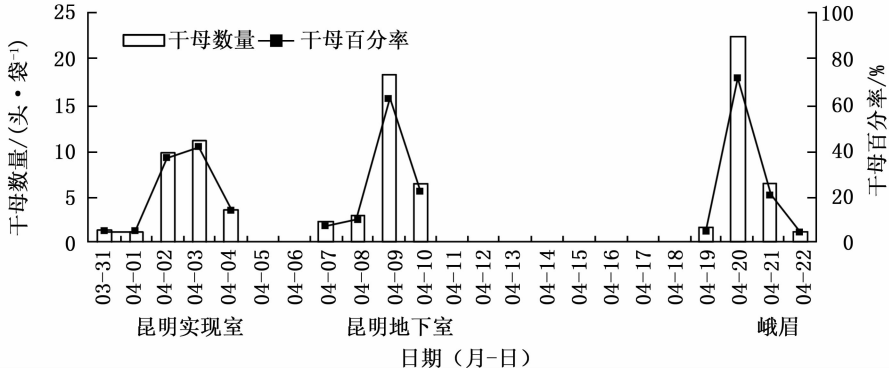


图1 不同保存地点干母的发生期及数量变化

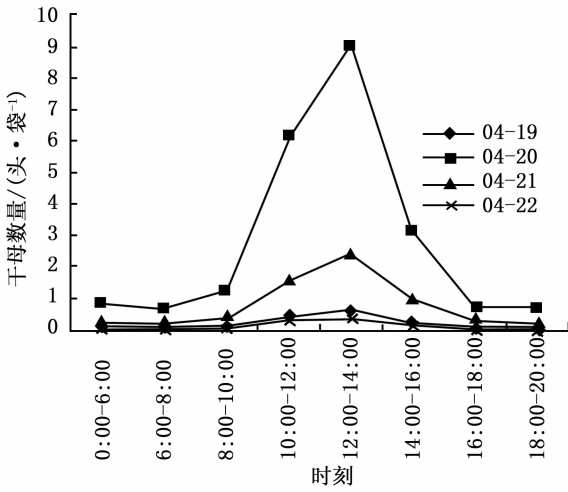


图2 角倍春迁蚜虫袋的干母发生时间及数量变化(峨眉)

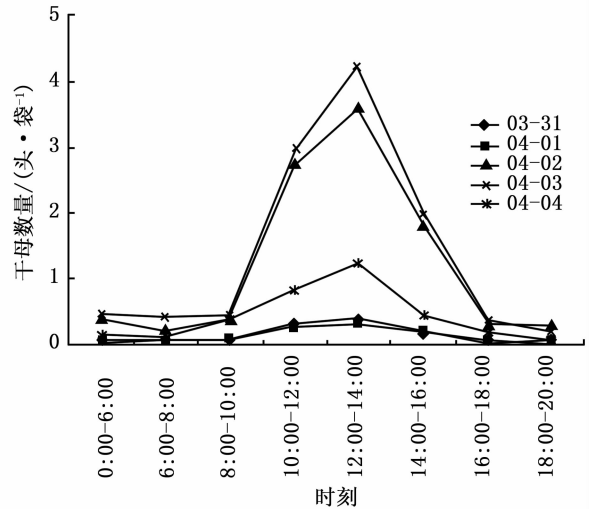


图3 角倍春迁蚜虫袋的干母发生时间及数量变化(昆明实验室)

2.2 角倍蚜干母的趋光行为研究

在自然光照条件下,向窗口方向爬行的干母为77.4% ((8.5 ± 1.6)头),向背窗方向为22.6% ((2.6 ± 1.7)头),差异极显著($P < 0.01$),表明干母对直射自然光有较强的趋性。将窗口的直射自然光进行遮挡,保留一定量的散射光,并采用27 W的白炽灯从两侧同时照射时,向两侧爬行的干母分别为48.2%和51.8% ((5.3 ± 1.5)头和(5.7 ± 1.5)头),差异不显著($P > 0.05$);当白炽灯分别从一侧照射时,无论是向窗方向还是背窗方向,有灯光的干母比例均为79.5% (分别为(8.3 ± 1.3)头和(8.8 ± 1.1)头),无灯光一侧为20.5% (分别为(2.2 ± 1.5)头和(2.4 ± 1.6)头),差异极显著($P < 0.01$) (图5),表明在自然光较弱时,干母对白炽灯光有明显的趋性。

2.3 倍子体积对秋迁蚜数量及生殖能力的影响

角倍的体积与倍子内的秋迁蚜密度及产若蚜量、遗腹卵量等密切相关。体积为(5.4 ± 0.3) cm³的小倍子,其秋迁蚜密度、单头产若蚜量和怀卵量分

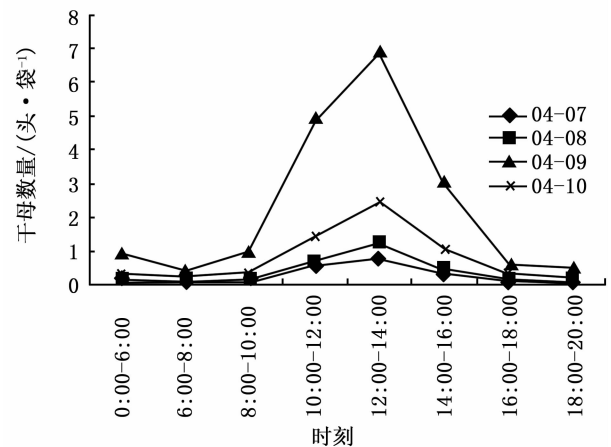


图4 角倍春迁蚜虫袋的干母发生时间及数量变化(昆明地下室)

别为(264.2 ± 88.9)头·cm⁻³、(21.2 ± 3.4)头、(22.3 ± 3.5)头;而体积为(28.2 ± 0.8) cm³的中倍子的秋迁蚜密度、单头产若蚜量和怀卵量分别为(387.7 ± 52.3)头·cm⁻³、(26.4 ± 3.8)头、(27.6 ±

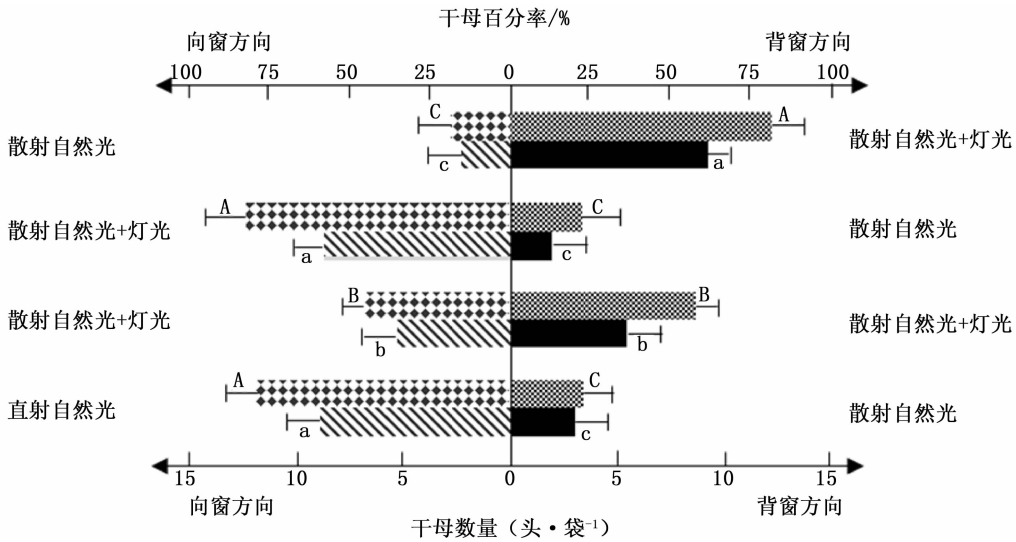
4.2)头,与小倍子相比分别增加了46.7%、24.5%和23.8% ($p < 0.05$),但室内遗腹卵量与藓上遗腹卵量差异不显著(表1)。与中倍子相比较,大倍子内的秋迁蚜单头产若蚜量、怀卵量分别增加了21.2%和19.9%,但秋迁蚜密度、室内遗腹卵量和

藓上遗腹卵量差异不显著。表明小倍子内的秋迁蚜密度、单头产若蚜量和怀卵量均低于中倍子和大倍子,即秋迁蚜密度、单头产若蚜量和怀卵量随着倍子体积的增加而增加。

表1 角倍体积与秋迁蚜数量及生殖能力的关系

| 倍子类型 | 倍子体积/cm ³ | 秋迁蚜密度/(头·cm ³) | 单头产若蚜量/头 | 室内遗腹卵量/头 | 林间藓上遗腹卵量/头 | 怀卵量/头 |
|------|----------------------|----------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| 小 | 5.4 ± 0.3 | 264.2 ± 88.9 a | 21.2 ± 3.4 a | 1.4 ± 1.5 a | 1.4 ± 1.7 a | 22.3 ± 3.5 a |
| 中 | 28.2 ± 0.8 | 387.7 ± 52.3 b | 26.4 ± 3.8 b | 1.4 ± 2.0 a | 1.6 ± 1.9 a | 27.6 ± 4.2 b |
| 大 | 67.0 ± 4.2 | 358.6 ± 80.0 b | 32.0 ± 4.7 c | 1.4 ± 1.4 a | 1.5 ± 1.6 a | 33.1 ± 4.5 c |

注:平均值 ± 标准差, $n = 30$,同一列中字母不同表示差异显著($P < 0.05$),相同表示差异不显著。



注:同一行中字母不同表示差异极显著($P < 0.01$),相同表示差异不显著($P > 0.05$),其中大写字母表示干母百分率,小写字母表示干母数量。

图5 角倍蚜干母的趋光行为

2.4 冬寄主藓对秋迁蚜产若蚜的影响

在有冬寄主藓的条件下,秋迁蚜从迁飞后开始产越冬若蚜,持续时间为24 h,单头秋迁蚜平均产若蚜(25.2 ± 4.6)头,各时段产若蚜数量的变化呈单峰型,产若蚜的高峰期集中在迁飞后4 h,即18:00-20:00,产若蚜量达7.9头,占若蚜总量的32%(图6)。在没有冬寄主藓的条件下,秋迁蚜从迁飞后开始产若蚜,持续时间为30 h,单头秋迁蚜平均产若蚜(26.8 ± 5.0)头,与有藓类存在时相比差异不显著($p > 0.05$);各时段产若蚜数量的变化呈多峰型,在迁飞后4 h达第1个高峰期,产若蚜量达7.3头,占若蚜总量的27.4%,以后分别在10、14、24 h形成3个小高峰(图6)。从若蚜数量增长的百分率看,有藓类存在时,迁飞后8 h(即当日22:00-0:00),累计产若蚜的百分率已经达到92.1%;而无

藓类存在时,迁飞后18 h(即次日8:00-10:00),累计产若蚜百分率达到90.1%。表明冬寄主藓的存在与否,秋迁蚜均可以产越冬若蚜,且产若蚜总量没有显著差异,但冬寄主藓可以影响秋迁蚜产若蚜的节律,在有冬寄主藓类存在的条件下,秋迁蚜产若蚜的时间更为集中,持续时间缩短。

2.5 迁飞时间对秋迁蚜产若蚜的影响

对早、中、晚3个时段迁飞的秋迁蚜产若蚜节律进行了连续观察,14:00和18:00迁飞的秋迁蚜,均在迁飞后即开始产若蚜,并在4 h达高峰,然后持续下降,持续时间分别为30、28 h(图7),单头秋迁蚜平均产若蚜量分别为(26.8 ± 5.7)头和(27.0 ± 6.3)头,差异不显著;而8:00迁飞的秋迁蚜,迁飞2 h后才开始产若蚜,16 h后才达到高峰,以后又出现2次明显的波动,持续时间为36 h(图7),单头秋

迁蚜平均产若蚜(25.7 ± 5.9)头,与 14:00 和 18:00 的秋迁蚜产若蚜量的差异不显著。表明与中午和晚上的秋迁蚜相比,早上 8:00 迁飞的秋迁蚜,开始产

若蚜时间、到达高峰时间及持续时间均推迟或延长,且波动较大。

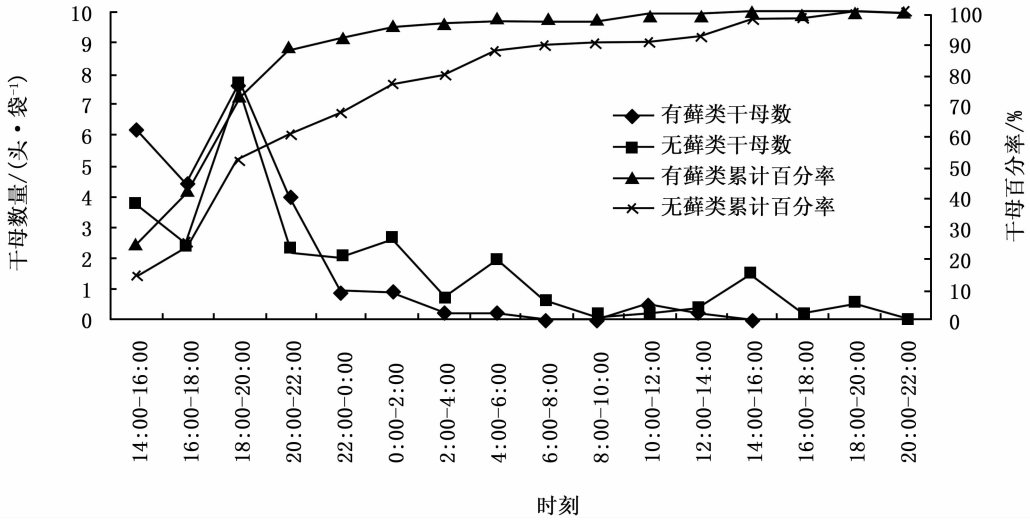


图6 冬寄主藓对角倍秋迁蚜产越冬若蚜数量和节律的影响($n=30$)

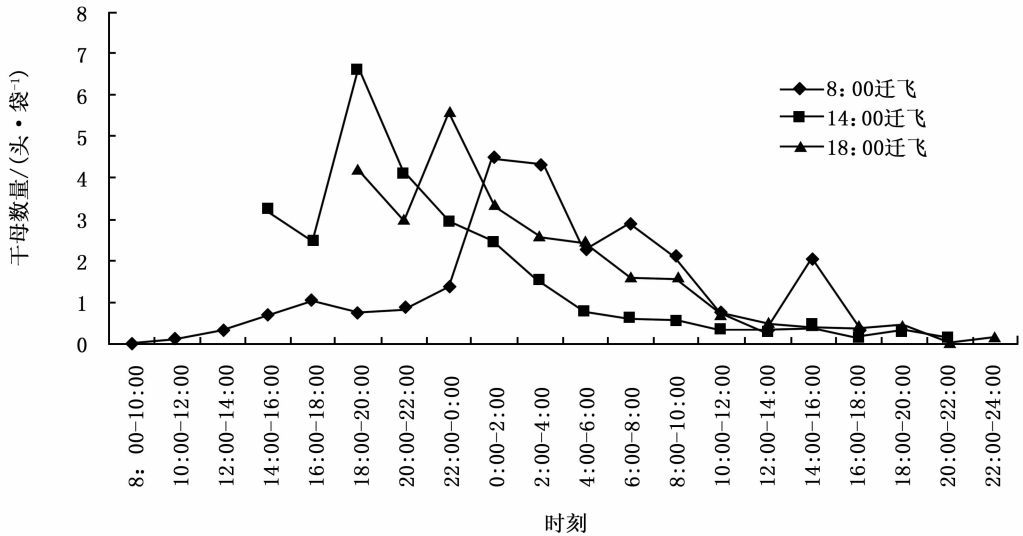


图7 迁飞时间对角倍秋迁蚜产越冬若蚜数量和节律的影响($n=30$)

3 结果与讨论

(1) 植藓养蚜、挂放性蚜是目前五倍子人工培育的主要生产技术,其中,春迁蚜的收集和装袋是本技术的关键^[9,11]。春迁蚜在虫袋内要经历产性蚜、雌雄性蚜交配和雌性蚜产干母的过程,其发育历期由有效积温决定^[14-15]。干母是倍子(虫瘿)形成的关键虫型,其数量直接决定倍子的产量^[7]。本研究结果表明:保存地的温度对干母的发生期影响明显,而发生节律没有明显差异。保存于峨眉原产地的角倍春迁蚜,从装袋到干母出现需要 39 d,而保存于昆明实验室和地下室则只需要 20、27 d,分别比原产地

提前了 19、12 d。生产上可以应用这个特性,一方面可以调节干母发生期与盐肤木展叶期的同步,确保五倍子的高产;另一方面,可以将虫袋分批保存于不同温度下,调节干母的发生期,配合多次挂袋方法让干母分批上树,增加结倍叶片数,进一步提高五倍子产量。干母的发生期一般持续 4~5 d,高峰期仅为 1~2 d,且 10:00-16:00 的发生量占日发生量的 80% 以上。因此,生产上要定期抽查虫袋,准确掌握干母的发生期,在干母发生初期挂放,并且在早上挂放,提高虫袋的结倍效果。

干母在不同保存条件下发生期的差异由积温的差异引起。张云松等^[14]研究表明:角倍蚜(虫袋内)

春迁蚜至干母的有效积温为 180.20 ± 30.34 日度,发育起点温度为 $(9.52 \pm 1.20)^\circ\text{C}$ 。因此,保存地的温度越高,其发生期越早。与其他大多数昆虫一样,五倍子蚜的发生期除了受温度影响外,还常常受野外年间气候条件和寄主植物生长状况的影响,本研究是在人工控制条件下进行,且仅有一个年度的定量观察数据,因此,只反映了角倍蚜在特定条件下的发生期差异,在实际生产中对角倍蚜干母发生期的预测需要根据当地的气候条件(主要是温度)的变化抽样观察来确定。

(2)本研究结果发现:角倍蚜干母具有明显的趋光性。在4组不同光源的试验中,改变强光光源的方向,干母爬行的方向也随之改变。干母的发生期通常为4月中下旬,此时气温仍较低,产出后的干母必须尽快沿树干爬到叶片取食,在不取食的情况下其活力一般只能维持约24 h。干母的发生多集中在10:00-16:00,此时正好是一天中阳光最强的时段,干母的趋光性不仅有助于其借助黑色的体色吸收热量,维持自身的活力,同时也与干母在叶片正面固定取食的生物学特性相一致^[9],可能是倍蚜与寄主植物长期协同进化的结果。前人对蚜虫的趋光性研究多集中于有翅型,对无翅型的研究较少^[13]。本研究结果不仅有助于深入理解五倍子蚜的生物学特性,而且可以应用于生产和实验中对干母的收集。

(3)秋迁蚜是从盐肤木到藓类、从瘿内向瘿外世代转移的关键虫型,其数量和产若蚜量直接关系到翌年的干母及倍子数量^[6]。本研究结果表明:秋迁蚜的密度、单头产若蚜量和怀卵量随倍子体积的增加而增加,因此,在生产实践中,选择体积较大的倍子作为种倍,能够获得较多的秋迁蚜,增加越冬若蚜的数量。秋迁蚜从虫瘿内迁飞到藓类植物上,失去了虫瘿的保护,面临气温变化、降水和天敌等威胁,自然死亡率非常高^[16],只有尽快产下若蚜并在藓枝上寄生形成蜡球,才能持续生长并重新获得抵御环境变化的能力。有研究表明:寄主植物的挥发物能够刺激雌虫产卵。如棉花挥发物能够刺激美洲棉铃虫(*Helicoverpa zea* (Boddie))雌蛾产卵^[18],甘蓝叶提取物能够刺激甘蓝地种蝇(*Delia radicum* (L.))产卵^[17],盐肤木的残留气味对角倍春迁蚜产性蚜及性蚜交配具有促进作用^[19]。本研究中,在秋迁蚜产若蚜的培养皿内放置藓枝,可以使产若蚜时

间提前,持续时间缩短。在生产上可以利用这一特性来促进秋迁蚜产若蚜,提高越冬若蚜的成活率。

参考文献:

- [1] 张广学,钟铁森. 中国经济昆虫志,第25册,同翅目,蚜虫类(一)[M]. 北京:科学出版社,1983:78-80
- [2] 张宗和. 五倍子加工及利用[M]. 北京:中国林业出版社,1987:1-21
- [3] 李志国,杨文云,夏定久. 中国五倍子研究现状[J]. 林业科学研究,2003,16(6):760-767
- [4] 张广学,乔格侠,钟铁森,等. 中国动物志(昆虫纲14卷)[M]. 北京:科学出版社,1999:256-272
- [5] 唐觉,蔡邦华. 贵州湄潭五倍子的研究[J]. 昆虫学报,1957,7(1):131-140
- [6] 唐觉. 五倍子及其繁殖增产的途径[J]. 昆虫学报,1976,19(3):282-296
- [7] 赖永祺,杨时宇,杜宗贤,等. 角倍蚜春季迁飞的观察[J]. 林业科学,1986,22(4):431-436
- [8] 张燕平,苏建荣,陈宝珊. 角倍春迁蚜的迁飞期与生殖[J]. 林业科技开发,2000,14(1):23-24
- [9] 赖永祺. 五倍子丰产技术[M]. 北京:中国林业出版社,1990:1-19
- [10] 张燕平,李坚强,赖永祺,等. 角倍蚜虫袋的挂放方法与结倍效果[J]. 林业科学研究,1996,9(4):388-393
- [11] 杨子祥. 五倍子高产培育技术[M]. 北京:中国林业出版社,2011:1-16
- [12] 李杨,杨子祥,陈晓鸣,等. 大棚模拟条件下角倍蚜春季迁飞数量动态及其与气象因子的关系[J]. 生态学报,2013,33(9):2825-2834
- [13] 付国需,李为争,吴少英,等. 桃蚜对不同单色光趋性反应的测定[J]. 昆虫学报,2009,52(10):1171-1176
- [14] 张云松,邱建生,游金平,等. 角倍蚜(虫袋内)春迁蚜至干母有效积温的研究[J]. 贵州林业科技,1997,25(1):16-21
- [15] 张燕平,苏建荣,赖永祺,等. 角倍蚜干母发生期预测及应用[J]. 林业科学研究,2000,13(2):192-196
- [16] 赖永祺,张燕平,李正红,等. 角倍蚜越冬期间的生物学特性及数量变动[J]. 林业科学研究,1990,3(3):256-262
- [17] Tingle F C, Heath R R, Mitchell E R. Flight response of *Heliothis subflexa* (Gn.) females (Lepidoptera: Noctuidae) to an attractant from groundcherry, *Physalis angulata* L. [J]. Journal of Chemical Ecology, 1989, 15(1):221-231
- [18] Stadler E, Schoni R. Oviposition behavior of the cabbage root fly, *Delia radicum* (L.), influenced by host plant extracts [J]. Journal of Insect Behavior, 1990, 3(2):195-209
- [19] 杨子祥,吕翔,杨红燕,等. 不同保存方法对角倍性蚜数量和存活率的影响[J]. 林业科学研究,2011,24(1):63-67