

# 人工培养角倍蚜的生物学基础\*

赖永祺 张燕平 李正洪 陈宝珊 方 英

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所)

**摘要** 角倍约占五倍子总量的70%~80%，单产很低。角倍生产的绝大部分工作是培养角倍蚜。把角倍蚜的生物学特性和角倍生产技术结合起来研究，发现角倍产量低的主要原因是角倍蚜瘿外时期生活力弱、生殖量小及倍蚜种群自然增长率低。欲获得角倍高产稳产，必须合理地增加冬寄主藓量和接种到藓上的虫量，并选择和创造适宜角倍蚜越冬和迁飞的环境，以增加致瘿虫型——干母的数量。

**关键词** 角倍蚜 五倍子 虫瘿 蚜虫培养 五倍子生产

角倍为角倍蚜 *Schlechtendalia chinensis* 在盐肤木 *Rhus chinensis* 叶上所形成的虫瘿。该瘿如它种五倍子一样，富含五倍子单宁，是提取单宁酸、没食子酸的主要原料。角倍蚜分布广、数量多，所致的角倍约占五倍子总量的70%~80%。现今五倍子的产量只能满足需要量的30%左右。供不应求的根本原因是野生野长的生产方式导致产量低而不稳，增长缓慢。欲提高产量并进行高产稳产的基地化生产，必须变野生野长状态为不同强度的人为经营。20世纪30年代，日本学者高木五六在朝鲜研究过角倍蚜及其人工培养问题<sup>[1]</sup>。我国唐觉教授明确地提出了倍蚜、冬寄主藓和夏寄主树三配套才能结倍的理论<sup>[2]</sup>，为五倍子生产技术的发展奠定了基础。随研究的深入，反映出因理论依据不足，阻碍了新技术的开发和生产技术的灵活应用。基于此，笔者在进行生产技术研究的同时，也开展了有关理论的研究<sup>[3~7]</sup>。在理论与技术互为依赖的研究过程中，不但提出了成熟的生产技术，而且在有关理论方面也获得了有价值的研究结果。实践证明，这些结果对角倍生产技术与灵活应用都有很大帮助。本文旨在为各角倍产区制订生产规划，因地制宜地选择生产技术途径，灵活地实施生产技术措施和方法提供依据。也希望对角倍生产技术的进一步研究有所裨益。

## 1 研究方法

角倍生产技术和有关理论的研究基础薄弱，起步也较晚。为能迅速开发可行的生产技术，选用了在产区蹲点进行生产技术和有关理论研究的方法开展工作。使技术与理论研究互相联系，互相依赖，互相促进，共同提高。所采用的研究方法主要是实地考察、观察记述、探索性试验、对比试验和生产性验证试验。首先运用已有的理论知识和经验，实地考察自然结倍数量不同的倍林条件，通过分析比较，对结倍少的原因、主要问题、关键环节提出假设。

1992-01-04收稿。

\*本研究为加拿大国际发展中心(IDRC)资助的“倍蚜人工培育及五倍子高产技术研究”的内容之一。  
本研究得到资源昆虫研究所王士掇先生的帮助，特此致谢！

围绕假设，直接观察角倍蚜及其冬寄主藓的生长发育和数量变动；用探索性试验、对比试验定性定量，找出差异形成的原因，为生产技术研究提供参数、组合或方案，在环境条件不同的倍林用相应的技术措施和方法进行生产性试验，验证有关理论认识的正确性和生产技术措施的共同性与灵活性。

所用的冬寄主是各地公认为优良的、在生产上起主要作用的侧枝匍灯藓 *Plagiomnium maximoviczii*。

## 2 密切联系生产的生物学问题

### 2.1 角倍蚜生活简史及有关生产的主要生物学习性

角倍蚜一年完成一个生活周期，属异寄主全周期型。尽管秋型有翅孤雌蚜(以下简称秋迁蚜)的子代有的发育为无翅侨蚜，但未见发育为有翅性母(成蚜即春迁蚜)者。角倍蚜的 annual 生活周期简史如图 1。

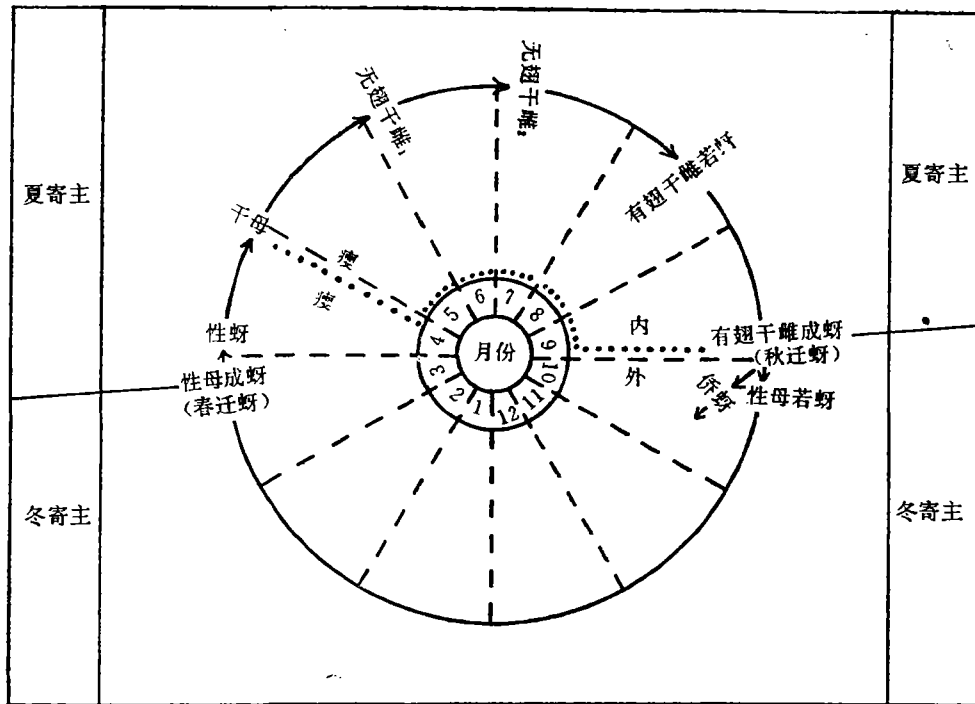


图 1 角倍蚜的生活周期

干母春末开始出现，目视黑色，有光泽，沿干枝爬到嫩叶上取食致瘿。饥饿 3~4 d 后活动力减弱。开始取食 10~15 d 后完全封入瘿内，形成雏倍。出生 1 月后开始生殖干雌，各卵和胚胎在母体内依先后渐次发育、渐次产出，约每 10 d 产干雌 2 头。群体生殖历期约 60 d，世代历期 90 d 左右。干雌在倍壁取食，共三代。第一、二、三代干雌分别于 6 月上旬、7 月中旬、8 月中旬开始出现，生殖方式同干母。前两代为无翅干雌存活至倍子爆裂；第三代为有翅干雌，9 月下旬开始羽化为秋迁蚜，待倍子爆裂后迁移到冬寄主藓上产性母或无翅

侨蚜。性母4龄，3~4龄喜固定在紧贴基质生长的藓段上取食，在较老藓枝上取食的个体生长较快，死亡也较少。一般3月中旬开始羽化为春迁蚜，迁移到盐肤木枝干上产性蚜。人为控制条件下，不接触寄主也可正常生殖性蚜。雌蚜体大，黄褐色，雄蚜体小，绿色，均隐匿于缝隙内，不取食，少活动，负生长。经交配的雌蚜日龄1月左右产干母。性母、雌蚜、干母初产出时都为了一层软膜包被，脱膜后才能自由活动。湿度低、温度高对脱膜不利。各虫型出现的时间随温度不同而有差异，但都与盐肤木物候吻合。温度高的地方，春迁蚜、性蚜、干母出现的时间偏早，而秋迁蚜出现的时间却延迟。

## 2.2 各虫型的发生数量及其变动

倍子是由干母形成的。干母越多，倍子越多，倍子内的干雌越多，倍子越大。干母数量的多少取决于前期各虫型的基数、发生数量和存活率。

2.2.1 各虫型的发生数量 就各虫型的发生数量，瘿外生殖的世代可直接观察。瘿内生殖的世代，则采用定期解剖一定量的倍子，观察记录干母的生殖活动、总虫数、无翅干雌数、有翅干雌数。依这些数据推断各代干雌的发生数量。观察结果如表1。在正常生长的倍子内，干雌的成活率近于100%。在自然条件下，秋迁蚜飞离倍子后，受冬寄主分布和所处环境的影响，损失情况千差万别。1~2龄性母若蚜的死亡率相当高。至开始羽化时，即使人工培养，性母的存活率也只有1.5%~2%左右。在人为控制条件下，90%以上的4龄性母若蚜能羽化为春迁蚜，迁飞率可达50%~60%，最高约80%；在自然条件下，随年份和环境不同，完成迁飞的个体约为5%~20%。雄蚜可行多次交配，其存活数量与生产关系不大。在人为控制条件下，1~2龄和3~4龄雌蚜的死亡率分别为25%和5%左右。性母若蚜的数量变化详如表2和表4。从已形成雏倍的干母开始，角倍蚜一个生活周期内的数量变动如图2所示。

表1 角倍蚜各虫型的生殖量

项 目	干 母	干 雌 1	干 雌 2	秋 迁 蚜	春 迁 蚜	第一代无翅侨蚜	雌成蚜
生殖个体%	—	—	—	≈90	≈85	—	≈70
生殖平均(头)	12~15	15~20	8~12	20	3.2	4.3	1
数量变幅(头)	—	—	—	5~31	1~7	1~11	1

表2 角倍蚜性母若蚜的存活率(1988~1989年)

培 养 环 境 (月—日)		10—25	11—25	12—24	01—22	02—25
空 内	群体培养	100(5 000头)	8.73	3.02	1.74	1.48
	单株培养平均每株1头	100(300头)	10.62	3.45	2.81	2.20
	单株培养平均每株11头	100(1 089头)	7.82	2.84	1.68	1.52
林 内		100(60 000头)	1.33	0.90	0.85	0.77

从表2、表4和图2可见，角倍蚜越冬期间的存活率很低。据表2推断，这种过高的死亡率和死亡率的年龄分布是由遗传特性决定的；环境不同，存活率也出现较大差异。在生产上可通过增加藓量、接种秋迁蚜量及选择和创造适于越冬的环境来达到增加致瘿虫型——干母数量的目的。

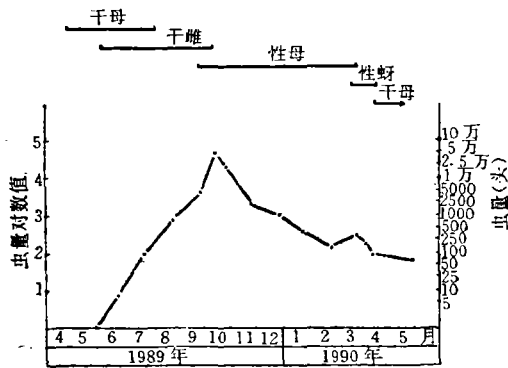


图2 角倍蚜平均一个干母完成年生活周期的数量变化

现知, 从南亚热带到暖温带都有角倍蚜的自然分布, 且都集中在雨水多、湿度大的山地或丘陵。据此, 可推断其为广温性的昆虫。气候对角倍蚜生存的影响以越冬时期最为敏感。特别是性母若蚜的生长发育以冬寄主一直保持正常的生长状态为前提, 藓的生长必须有附着水, 但藓层内水分过多, 保蓄时间过长, 又于性母蚜存活不利。何种水湿状况为宜, 表3所列可供参考。为使研究结果直接为生产利用, 在角倍产地的不同环境, 进行了湿度、温度、光照对角倍蚜越冬死亡影响的对比试验, 结果如表4。从该表可见, 在自然状况下, 海拔高度、温度、相对湿度、太阳光照、虫口密度对角倍蚜越冬死亡都有一定的影响。为明确影响存活率的主要因子, 选用了比较有代表性的几个指标, 即海拔( $x_1$ )、观察时期的平均温度( $x_2$ )、平均相对湿度( $x_3$ )、各时期的虫口密度( $x_4 \sim x_8$ )及最终存活率( $y$ ), 在计算机上利用多元统计软件进行主成分分析。据分析结果, 第一主成分的贡献率已达95.8732%, 因此, 第二主成分及以后主成分都可省去。第一主成分各因子的特征向量分别为:  $x_1 = -0.2115$ ,  $x_2 = 0.3365$ ,  $x_3 = 0.4590$ ,  $x_4 = 0.4400$ ,  $x_5 = -0.1476$ ,  $x_6 = -0.1618$ ,  $x_7 = 0.1476$ ,  $x_8 = 0.5816$ ,  $y = -0.5565$ 。由主成分理论选出对第一主成分贡献较大者为  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ ,  $x_8$  和  $y$ 。在主成分分析中, 由于  $x_8$  为最后一次调查的虫口密度, 如果用  $x_8$  和  $y$  进行回归分析, 效果虽然很好, 但生物学意义不大, 故将其剔除, 仅用  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$  三个因子对最终存活率进行回归, 结果为:

$$y = -8.9913 - 0.9710x_2 + 0.0996x_3 + 0.1292x_4 \quad \text{复相关系数 } R = 0.9984$$

据以上分析, 在角倍蚜自然分布区内, 影响角倍蚜最终存活率的主要因子为相对湿度、温度和最初的虫口密度, 其中相对湿度载荷量最大。从表4可看出, 在自然条件下, 若温度、湿度适宜于角倍蚜生长, 太阳直射光或散射光照对其越冬死亡没有直接影响。但若因太阳光照较强而造成相对湿度过低, 则会因冬寄主藓生长不良而死亡, 导致越冬蚜的死亡。在相似环境内, 最初的虫口密度大, 最终的虫口密度也较大。

## 2.4 迁飞与扩散

### 2.4.1 迁飞习性

秋迁蚜羽化后继续在倍壁取食, 待倍子爆裂, 则随成熟的早晚渐次飞离。风大不起飞, 无风时飞向裸露冬寄主或灌草丛, 多飞往潮湿的小环境。飞到草丛的秋迁蚜顺茎叶向下爬行, 无论其下有无冬寄主, 极少又爬出再起飞。降落到冬寄主上的秋迁蚜, 无风或风小时, 有一部分还会再起飞, 若不被风吹离, 仍降落到冬寄主藓上。通过此种起飞降落, 可调节藓层上秋迁蚜的密度, 使其趋于均匀。春迁蚜的起飞与降落对角倍生产意义重大。温度是影响春季迁飞的主导因素, 温度越高, 迁飞量越大<sup>[3]</sup>。据设置起飞中心的林内传播试验, 沿顺坡方向, 位于起飞中心上段的盐肤木上的雌倍数, 较下段等距离的盐肤木上的雌倍数多约1倍; 沿水平方向, 从紧靠起飞中心的盐肤木起, 依次向外2 m、4 m、6 m、8 m处的盐肤木平均结雌倍数分别为251、102、25、5、2个。该试验结果表明, 在盐肤

表3 空气温度和淋层水分对角倍蚜越冬生长的影响 (1990-01~1991-03)

序号	处理	蚜生长势	供试虫数 (头)						
			10d	20d	30d	40d	50d	60d	70d
1	相对湿度80%	1日后萎焉, 不复原	62	33.8	11.3	8.0	0		
2	相对湿度90%	1日后萎焉, 不复原	62	35.5	6.4	6.4	0		
3	相对湿度100%	1日后开始萎焉, 不复原	62	95.2	54.8	37.1	0		
4	相对湿度80%, 2d滴水一次至基质饱和	无水时萎焉, 遇水复原, 色暗绿	63	20.6	4.8	1.6	0		
5	相对湿度80%, 3d滴水一次至基质饱和	无水时萎焉, 遇水复原, 色暗绿	61	47.5	3.3	0			
6	相对湿度80%, 4d滴水一次至基质饱和	无水时萎焉, 遇水复原, 色暗绿	62	29.0	6.5	0			
7	群块平放, 叶萎焉时滴水至基质饱和, 昼盖膜, 夜揭膜	短时萎焉, 色鲜绿	109	94.5	67.0	54.1	42.2	34.9 <sup>①</sup>	19.3
8	群块斜放, 每日滴水至基质饱和, 昼盖膜, 夜揭膜	无萎焉, 色鲜绿	115	92.2	73.0	57.4	48.7 <sup>①</sup>	36.5	22.6
9	群块平放, 每日滴水至基质饱和, 昼夜盖膜, 但8:00~9:00揭膜	无萎焉, 色鲜绿	108	92.6	79.6	73.1 <sup>①</sup>	57.4	46.3	26.6
10	常喷雾, 淋层水不干	无萎焉, 色鲜绿	115	87.0	0				

①开始羽化(羽化后的普迁蚜计入存活数); ②羽化结束(未羽化者全部死亡)。

表4 主要气候因子对角倍蚜越冬死亡的影响 (1990-10~1991-02)

海拔	温度 (°C)			相对湿度 (%)			最高~最低	虫口密度(万头/m <sup>2</sup> )	存活率 (%)														
	平	均	最高~最低	平	均	最高~最低																	
投向 (m)	10-21	11-21	12-21	01-21	11-21	12-21	1990-10-21	1991-02-21	1991-01-21														
	11-20	12-20	1991-01-20	02-20	11-20	12-20																	
610	阳坡 13.4	7.4	4.2	4.3	7.3	16.3	2.3	86.3	68.5	66.2	87.1	77.0	93.5	25.6	90.8	3.25	0.88	0.21	0.17	3.58	0.99	0.23	0.19
1050	阴坡 13.2	8.5	5.2	5.1	8.0	17.0	3.0	92.0	93.2	89.2	91.0	91.4	100	68.0	191.3	3.71	1.88	1.17	0.96	1.94	0.98	0.61	0.50
1180	阳坡 10.3	5.2	2.7	2.2	5.2	14.1	-0.5	93.5	96.3	91.4	98.4	94.9	100	63.9	55.0	1.17	1.08	1.00	0.92	2.13	1.96	1.82	1.67
	阴坡 11.5	6.5	3.9	4.2	6.5	14.5	0.4	94.5	97.1	88.7	83.9	91.1	100	62.6	41.3	0.96	0.75	0.71	0.67	2.32	1.82	1.72	1.62
	阳坡 10.5	4.2	1.0	1.6	4.3	14.4	-7.4	87.7	92.4	82.6	85.1	87.2	100	38.5	35.0	1.17	1.13	1.00	0.71	3.34	3.23	2.86	2.03
	阴坡 9.1	1.7	-0.1	-0.9	2.5	13.1	-4.1	91.3	94.4	88.7	93.3	91.9	99.8	67.5	44.6	1.21	1.09	1.17	1.04	2.71	2.42	2.62	2.33

木密度较大的情况下，春迁蚜就近降落到盐肤木上。据调查和试验，春迁蚜会自主地集中飞向孤立的盐肤木，但受气候、植被、地形、距离的影响大，其损失率尚难确定。

**2.4.2 扩散** 角倍蚜各无翅虫型的活动力都很弱。干雌的活动限于瘿内。寄生藓内的越冬蚜扩散范围很小，一个群体从开始寄生到接近羽化，向外扩散不到 1 cm；春迁蚜上树以后不是扩散，而是向下爬行集中于大枝或主干树皮裂缝多处产性蚜；性蚜几乎不活动；干母可以每小时 1.5~1.8 m 的速度沿树干和枝向上或向树冠外沿扩散至枝端嫩叶上，以爬到下部枝条的机遇较大。雏倍形成前，干母可变换取食位置。

### 2.5 干雌的生长发育与倍子生长的关系

倍子的形成与生长皆因蚜虫取食而引起。倍子内干雌数量越多，虫体越大，群体取食量越大，倍子长得越快。所以倍子的体积和生长速度表现出与倍子内虫量和虫量的增加正相关；越接近成熟，倍子体积增长越快<sup>[6]</sup>。

## 3 讨论

角倍生产实质上是培养角倍蚜，使大量倍蚜完成生活周期，结出更多的倍子来。人工培养角倍蚜的生产活动，主要是选择和创造适宜角倍蚜瘿外各世代(关键是性母)生长发育的环境，以获得更多的干母。角倍生产总是受到社会条件和自然条件的限制，从效益出发，不可能完全满足角倍蚜生长发育的要求；产地环境差异很大，也不可能按一个模式去进行生产活动。这就要求生产者把握角倍蚜的生长发育特点。正确认识和处理下述诸方面的问题，对角倍生产技术的研究和灵活应用将会有很大的帮助。

### 3.1 倍蚜及其冬、夏寄主在倍子生产中的地位

进行角倍生产，倍蚜及其冬寄主藓和夏寄主树三者缺一不可。盐肤木的生态适应性强，分布广，数量多，繁殖栽培容易，生长快，产倍潜力大，生产上容易得到满足。角倍蚜适生范围广，瘿外世代开始时发生数量大，但越冬期间死亡率高，春季自然迁飞率低，导致最终上树结倍的虫量很少。在生产上可通过增加藓量、虫量和改善培养环境等措施来达到增加结倍虫口数量的目的。冬寄主藓分布也广，但要求有裸露地面(土、石面)的阴湿环境，所以自然存在的藓量不多；特别阴湿的环境虽于冬寄主藓生长有利，但又不适宜倍蚜生长，这样，自然可为角倍蚜利用的藓就更少了。欲获得角倍高产必须大量植藓、护藓，有的倍林还需每年重新栽藓。加之藓生长慢，生存竞争力弱，需要的藓种就特别多。于是，培养种藓、采集种藓、栽藓、护藓成了角倍生产的主要工作。能发展多少倍林，倍林能结多少倍子，在生产上主要受藓量和藓生境的限制。所以，发展角倍生产，冬寄主藓是第一重要的，其次是在藓上接种足够数量的倍蚜。

### 3.2 倍蚜及其冬、夏寄主在生产上的统一

从角倍蚜的自然分布看，角倍蚜及其冬、夏寄主对温度和光照的适应范围是很广的，差异在湿度和水分。盐肤木对空气湿度和土壤水分要求不严，侧枝匍灯藓等冬寄主要求藓株上常有附着水，但藓株上或藓层内水分过多，积水时间过长，于寄生其上的倍蚜生长又极不利。只有适宜三者生长的地方才可以自然结出角倍来。促成虫、藓、树三者自然统一的，除大气候外，主要是环境的作用。常因环境改变，这种统一就不同程度地遭到破坏，甚至完全

被破坏。人们的生产活动只能利用和改善环境条件使三者统一。在生产上,促成三者统一有两条途径。一是在自然结倍或曾经自然结倍的地方,选择和创造适宜角倍蚜越冬生长的环境,合理栽植盐肤木,大量保护和补植冬寄主,放足秋迁蚜,使有更多的倍蚜在林内自然繁衍,达到倍子高产稳产的目的;二是遵照藓、蚜对环境的不同要求,选择并创造适宜藓生长的环境养藓,适宜倍蚜越冬生长的环境养蚜,春天,把春迁蚜或性蚜放到不能或不易培养越冬蚜的地方的盐肤木上,获得倍子高产稳产。前者谓林内植藓养蚜技术,后者谓藓圃养蚜技术。

### 3.3 倍蚜及其冬、夏寄主的合理配置

倍蚜及其冬、夏寄主的配置问题,主要是针对林内植藓养蚜技术。就目前的认识水平,三者配置比较合理的倍林需达到下列基本要求。盐肤木居植被上层、分布均匀,树龄3~8年生,盖度0.7以上。植藓于斜坡生土面(自然斜坡、垅背沟壁),小块状或窄带状均匀分布林内,藓枝匍伏生长。每亩植藓护藓50 m<sup>2</sup>,散放成熟的秋迁蚜250~300万头。藓圃植藓养蚜挂放性蚜技术,一般每亩林地植藓养蚜10 m<sup>2</sup>,每平方米散放秋迁蚜5万头。以藓能正常生长,藓层积水越少、积水时间越短越好为原则进行越冬期间的水湿管理。只要物候吻合,生于产区的盐肤木都可通过挂放性蚜而获得高产。

### 3.4 促进倍蚜寄主交替

自然条件下,完成寄主交替的迁移蚜比率是不高的,春季更低。生产上必须人为促进寄主交替。属林内植藓养蚜,秋季可多留种倍,裸露冬寄主藓,使有更多的秋迁蚜降落到藓上。但最有效的方法是采收成熟倍,把秋迁蚜收集起来,人为散放到藓上;春季使藓裸露,以增强光照,加速水分蒸发,减少机械阻隔,促进迁飞。若选用藓圃养蚜技术,春秋两次寄主交替都在人为控制下进行;秋季把秋迁蚜收集起来,散放到藓上;春天或把养蚜藓放到盐肤木林下,或把春迁蚜收集起来装入纸袋内产性蚜,雌蚜开始产干母时,把贮蚜袋挂到盐肤木树上。

### 3.5 采收商品倍和种倍的标准

倍子爆裂为生物学上的成熟。无论倍子成熟与否单宁含量相若。但采收过早影响当年产量,若不留种倍还会断绝虫源,影响来年产量。商品倍以未爆裂为上乘,理论上以倍子长到最大而又未爆裂时采收最为适时。因倍子成熟极不整齐,又不能从外观辨别成熟度,准确地确定采收时间,难度很大。据观察测定,林内约有5%的倍子爆裂时,绝大部分倍子的体积已不再增长或增长很少,故以此时采收商品倍较为适时。用作收集秋迁蚜的种倍,必须采收生物学概念的成熟倍。当地使用,宜采摘刚爆裂倍作种倍;若需调往异地作种,则以绝大部分倍子内的干雌已羽化但又未爆裂时采收较好。据观察,同一倍林内20%以上的倍子已爆裂时采收的未爆裂倍可达到此标准。

## 参 考 文 献

- 1 高木五六. 盐肤木五倍子人工增殖的研究第一报. 朝鲜总督府林业试验场报告. 1937, (26).
- 2 唐觉. 五倍子及其繁殖增产的途径. 昆虫学报, 1976, 19(3): 282~296.
- 3 赖永祺. 角倍蚜春季迁飞的观察. 林业科学, 1986, 22(4): 431~435.
- 4 赖永祺. 角倍蚜性母及雌蚜生殖和干母瘿外活动的观察. 资源昆虫, 1986, 2(1~2): 37~38.
- 5 赖永祺. 角倍蚜的人工培植. 资源昆虫, 1987, 2(3): 14~16.
- 6 赖永祺. 角倍蚜瘿内世代生物学及角倍生长的初步研究. 林业科学研究, 1988, 1(3): 309~314.
- 7 赖永祺. 角倍蚜越冬期间的生物学特性和数量变动. 林业科学研究, 1990, 3(3): 256~261.

*Biological Basis for Rearing Horned Gall Aphid,  
Schlechtendalia chinensis*

Lai Yongqi Zhang Yanpin Li Zhen'ong Chen Baoshan Fang Ying

(The Research Institute of Economic Insects CAF)

**Abstract** The horned gall, one of the Chinese gallnuts, caused by *Schlechtendalia chinensis* is an important raw chemical material. But the yield of the gall is only 15~25 kg/ha in natural conditions. According to the results of the studies on the aphid's biology, the main reasons why the yield is poor are as follows: the migration rate either in spring or in summer is very low; the mortality in overwintering period is very high; the sexuparae and the females produce a few offspring. So rate of increase of the aphid's population is very low. On the basis of the above a great mass of sexuparae adults must be raised and reached the first host on which the gall is formed to get more galls by mass-cultivating the second hosts (mosses), mass-inoculating the aphids on the second hosts, selecting and creating a favorable environment for the growth and migration of sexuparae.

**Key words** *Schlechtendalia chinensis* Chinese gallnut biology  
gall aphids culture of aphids