

文章编号:1001-1498(2003)06-0760-08

# 中国五倍子研究现状

李志国, 杨文云, 夏定久

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650216)

**摘要:**综述了五倍子单宁及其应用概况, 倍蚜及其冬夏寄主种类、倍蚜生物生态学学习性等研究现状, 提出保护、发展五倍子资源和加强五倍子新产品、新用途开发利用研究的建议。

**关键词:**五倍子; 倍蚜; 夏寄主; 冬寄主

**中图分类号:** S899.4      **文献标识码:** A

五倍子是瘿棉蚜科 (Pemphigidae) 五节根蚜亚科 (Fordinae) 某些蚜虫寄生在漆树科 (Anacardiaceae) 盐肤木属 (*Rhus* L.) 几种树的复叶上形成的一类虫瘿。国际上把五倍子称为中国五倍子 (Chinese gallnut)<sup>[1]</sup>。我国是五倍子主产国, 产量约占世界总产量的 95%, 其中四川、贵州、湖南、湖北、陕西和云南 6 省的产量占全国总产量的 80% 左右。我国五倍子的最高年产量约为 7 000 t, 现年产量约 5 000 t。本文介绍了中国五倍子、倍蚜及其夏冬寄主种类、倍蚜生物生态学学习性等研究现状, 以期对我国五倍子的研究与合理开发利用有所裨益。

## 1 五倍子单宁及其应用概况

五倍子具有敛肺、降火、涩肠、止血等作用。五倍子的主要成分为五倍子单宁。我国五倍子的生产与应用历史悠久, 早在 2000 多年前, 《山海经》就有“今蜀中有构木, 七八月中吐穗。穗成, 可作酢羹”的记载。宋代《太平广记》、《图经本草》, 以及明代《本草纲目》中也有五倍子及其用途的记载。目前, 五倍子作为传统中药仍在广泛应用。

E. Fischer 和 Karrer 对五倍子单宁结构研究后认为, 中国五倍子单宁是没食子酸与不同样式葡萄糖结合的混合物。20 世纪 60 年代, E. Haslam 研究认为, 五倍子单宁是近似物质的混合, 具有 -五-O-没食子酸-D-葡萄糖, 含 8~9 个没食子酸。陈祥研究认为, 不同种类五倍子的倍单宁不仅存在某些组分的差异, 更重要的是存在组成上的差异。现普遍认同的是 80 年代 Makoto Nishizawa 的研究结果, 即五倍子单宁是一系列不同“多倍酰葡萄糖”的混合物, 自五-O-倍酰葡萄糖到十二-O-倍酰葡萄糖不等, 其中包括 3 个六倍酰葡萄糖及 4 个七倍酰葡萄糖, 并以五倍酰葡萄糖为核心, 在 C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub> 以缩酚键连接几个不同数目的倍酰基结构<sup>[2]</sup>。

五倍子除含五倍子单宁外, 还含纤维素、木质素、淀粉、树胶、树脂等。如角倍含单宁 56.0%, 没食子酸 2.0%, 鞣花酸 2.0%, 纤维素 10.5%, 木质素 9.0%, 树胶 2.5%<sup>[3~8]</sup>。夏定久<sup>[5]</sup>对 12 种五倍子不同产地、采收期的质量状况进行了详细研究, 并指出角倍、肚倍和枣铁倍不仅单

收稿日期: 2002-07-30

基金项目: 国家林业局“九五”重点项目“提高倍蚜瘿外世代成活率的研究”部分内容

作者简介: 李志国(1965—), 男, 云南洱源人, 副研究员。

宁含量高,且资源丰富、产量高,是五倍子中应优先保护和发展的倍种。中国五倍子国家标准(GB5848-86)根据五倍子的个体数(个数/500 g)、夹杂物、水分和单宁含量,将我国五倍子分为肚倍、角倍和倍花三大类,其中肚倍类含五倍子单宁70%左右,约比角倍类高5%,比倍花类高40%<sup>[1,51]</sup>。

1888年德国用五倍子制造出黑色染料和鞣料,以后欧、美用其生产没食子酸和焦性没食子酸作医药、染料和照相显影剂。随着现代科技的发展,以及分析手段的改进,五倍子单宁的研究与应用都取得了较大进展,五倍子的用途也日趋广泛。张宗和等<sup>[2,7]</sup>对用五倍子生产五倍子单宁、没食子酸和TMP等工艺作了详细报道。目前,我国已能以五倍子为主要原料生产单宁酸、没食子酸、焦性没食子酸和抗菌素增效剂(TMP)等数十种医药、化工产品。这些产品在医药、染料、稀有金属提取、石油钻井、纺织品印染与固色、食品防腐、油脂抗氧化、饮料澄清和三废处理等方面均有重要用途<sup>[8~10]</sup>。

## 2 倍蚜与五倍子种类

Bell将角倍的致瘦蚜定名为*Aphis chinensis* Bell., Lichtenstei将其更名为*Schlechtendalia chinensis*。Matsumura将五倍子蚜虫分为4属7种。Takagi在朝鲜从我国进口的五倍子中又发现1新属(*Kaburagia* Takagi)1新种(*K. rhusicola* Takagi)。我国学者焦启源、孙章鼎、陶家驹、郑止善<sup>[3~14]</sup>等也先后对蚜倍的种类进行了研究,并将五倍子划分为6种。蔡邦华、唐觉<sup>[11~13]</sup>在贵州湄潭县,通过对盐肤木(*Rhus chinensis* Mill.)和红麸杨(*R. punjabensis* var. *sinica* (Diels) Rehd. et wils.)上产结的五倍子及其致瘦蚜种类的系统研究,将倍蚜划分为5属9种:(1)倍蚜属(*Melaphis* Walsh)角倍蚜(*M. chinensis* Bell.)和倍蛋蚜(*M. peitan* Tsai et Tang)2种;(2)圆角倍蚜属(*Nurudea* Matsumura)圆角倍蚜(*N. sinica* Tsai et Tang)、倍花蚜(*N. shiraii* Matsumura)和红倍花蚜(*N. rosea* Matsumura)3种;(3)小铁枣蚜属(*Meitanaphis* Tsai et Tang)红小铁枣(*M. elongallis* Tsai et Tang);(4)铁倍蚜属(*Macrorrhinarium* Tsai et Tang)枣铁倍蚜(*M. ensigallis* Tsai et Tang)和蛋铁倍蚜(*M. ovagallis* Tsai et Tang)2种;(5)铁倍花蚜属(*Floraphis* Tsai et Tang)铁倍花蚜(*F. meitanensis* Tsai et Tang)。唐觉、蔡邦华将*Macrorrhinarium*订正为*Kaburagia*, *Melaphis*订正为*Schlechtendalia*。唐觉在红麸杨上发现新种黄毛小铁枣蚜(*M. flavogallis* Tang),向和报道寄生于青麸杨上的倍蚜有4种,其中1种系Takagi定名的肚倍蚜(*Kaburagia rhusicola* Takagi),其余3种系新种,分别定名为蛋肚倍蚜(*K. ovatihuicola* Xiang)、米倍蚜(*Meitanaphis microgallis* Xiang)和周氏倍花蚜(*Floraphis choui* Xiang)<sup>[14~20]</sup>。

对倍蚜的分类,学者间存有不同看法,争议较大的是*Kaburagia*属*K. ensigallis* Tsai et Tang与*K. rhusicola* Takagi, *K. ovagallis* Tsai et Tang与*K. ovatihuicola* Xiang。张传溪、唐觉<sup>[21]</sup>通过对角倍蚜(*S. chinensis* Bell.)、圆角倍蚜(*Nurudea sinica* Tsai et Tang)、红倍花蚜(*N. rosea* Matsumura)、红小铁枣蚜(*Meitanaphis elongallis* Tsai et Tang)、铁倍花蚜(*F. meitanensis* Tsai et Tang)和枣铁倍蚜(*K. ensigallis* Tsai et Tang)6种倍蚜秋(夏)迁蚜触角感觉器的扫描电镜观察后认为,Eastop和Hille Ris Lambers将*Meitanaphis*并入*Schlechtendalia*, *Floraphis*并入*Nurudea*,将*K. ensigallis* Tsai et Tang和*K. ovagallis* Tsai et Tang认为是肚倍蚜(*K. rhusicola* Takagi)的异名都是错误的。1985—1998年,笔者先后在四川、贵州、湖南、湖北、陕西等五倍子主产区开展五倍子人工培育技术研究时发现,不同种类的夏寄主树上所产结的五倍子外形有明显差异。在陕西安康、汉中以及湖北郧阳等地区,倍蚜寄主树除自然生长的盐肤木外,人工栽培以青麸杨(*R. potaninii*

Maxim.) 为主,所产结的五倍子为肚倍和蛋肚倍。近成熟的肚倍呈长枣形或长椭圆形,有微突的黄褐色或淡黄褐色网状脉纹,而蛋肚倍呈倒卵形,表面无网状脉纹,肚倍的成熟裂期一般在6月下旬至7月中旬,而蛋肚倍要晚约1月。此区红麸杨分布较稀少,且罕见倍蚜寄生,而在四川、贵州、湖南人工栽培较多的是红麸杨,产结的五倍子为枣铁倍和蛋铁倍。近成熟的枣铁倍长枣形,表面无网状脉纹,蛋铁倍则为卵形或椭圆形。从4种五倍子的外形、成熟期、致瘿蚜的生物生态学特性以及倍蚜对夏寄主树具有较强的选择性看,笔者认为其致瘿蚜是不同的。

我国蚜虫分类学家张广学<sup>[22]</sup>综合分析后将 *K. ensigallis* Tsai et Tang, *K. ovagallis* Tsai et Tang 与 *K. ovatihuicola* Xiang 作为 *K. rhusicola* Takagi 下的分类单元对待,即将 *K. ensigallis* Tsai et Tang 定为肚倍蚜枣铁亚种(*K. rhusicola ensigallis* (Tsai et Tang)), *K. ovagallis* Tsai et Tang 定为肚倍蚜蛋铁亚种(*K. rhusicola ovogallis* (Tsai et Tang)), *K. ovatihuicola* Xiang 定为肚倍蚜蛋肚亚种(*K. rhusicola ovatirhuicola* Xiang),并认为印度记录种 *K. ailanthi* Chowdhuri, Basu, Chakrabarti et Raychaudhuri 为 *K. rhusicola* Takagi 的一个亚种,即肚倍蚜印度亚种(*K. rhusicola ailanthi*)。根据 Eastop 和 Hille Ris Lambers 的意见,认为圆角倍蚜(*N. sinica* Tsai et Tang)系 *N. ibofushi* Matsumura 的异名,红倍花蚜(*N. rosea* Matsumura)系 *N. yanoniella* Matsumura 的异名<sup>[24]</sup>。至此,中国倍蚜共计有14种(亚种),它们在夏寄主上寄生致瘿分别形成14种五倍子,其中角倍类3种,即角倍、圆角倍、倍蛋;肚倍类7种,包括枣铁倍、蛋铁倍、肚倍、蛋肚倍、红小铁枣、黄毛小铁枣和米倍;倍花类4种,含倍花、红倍花、铁倍花和周氏倍花。

### 3 倍蚜寄主植物

倍蚜需在冬寄主藓(第一寄主)和夏寄主树(第二寄主)上转寄主寄生才能完成其生活史。1937年,日本学者 Takagi 首次发现角倍蚜的冬寄主为提灯藓科(Mniaceae)植物。Horikawa 研究了各类五倍子的发育以及倍蚜与藓类的关系。我国科技工作者多是从20世纪30年代开始对五倍子及倍蚜生物生态学学习性进行研究的,但对倍蚜的冬寄主研究较少。从20世纪50年代开始,唐觉对角倍蚜的人工繁殖及冬寄主进行了系统研究<sup>[14-19]</sup>。随着我国五倍子生产的蓬勃发展,特别是20世纪80年代后,我国学者对五倍子、倍蚜及其冬夏寄主的研究进入了新的高潮。至今,已发现倍蚜的冬寄主分属提灯藓科(Mniaceae)、青藓科(Brachytheciaceae)、羽藓科(Thuidiaceae)、灰藓科(Hypnaceae)、薄罗藓科(Leskeaceae)和碎米藓科(Fabroniaceae),计59种(包括变种)。14种(亚种)倍蚜中,除黄毛小铁枣蚜、米倍蚜和周氏倍花蚜的冬寄主未见报道外,其余11种(亚种)倍蚜的冬寄主都有报道。报道最多的是角倍蚜的冬寄主,达16种,肚倍蚜蛋铁亚种15种,肚倍蚜枣铁亚种14种,肚倍蚜11种,倍花蚜9种,倍蛋蚜8种,肚倍蚜蛋肚亚种7种(含变种),红小铁枣蚜5种,红倍花蚜3种,铁倍花蚜与黄毛小铁枣蚜各1种。已知倍蚜冬寄主的种类与我国五倍子的分布与产量关系基本成正相关关系。其中,角倍蚜的最佳冬寄主是侧枝匐灯藓(*Plagiomnium maxmovizii* (Lindb.) T. Kop.)、侧枝匐灯藓凹顶变种(*P. maxmovizii* var. *emanginatum* Chen ex Li et Zhang)、钝叶匐灯藓(*P. rhynchophorum* (Hook) T. Kop.),肚倍蚜枣铁亚种与肚倍蚜蛋铁亚种的优良冬寄主是密叶尖喙藓(*Oxyrrhynchium savatieri* (Besch.) Broth.)、羊角藓(*Herpetineuron toccoae* (Sull. et Lesch.) Card.),肚倍蚜的为美灰藓(*Eurohypnum leptollum* (C. Muell.) Ando),肚倍蚜蛋肚亚种的为密叶尖喙藓、绒叶青藓(*Brachythecium velutinum* (Hedw.) B. S. G.),红小铁枣蚜的为大羽藓(*Thuidium cymbifolium* (Doz. et Molk.) Doz. et Molk.),

倍花蚜的为大灰藓(*Hypnum plumaeforme* Wils)。对倍蚜冬寄主的研究为开展五倍子的人工培育打下了基础。就目前我国五倍子的发展来看,这几种倍蚜及其优良冬寄主应首先予以保护和发 展<sup>[7,21~43]</sup>。我国虽有 14 种五倍子,但能形成商品的主要是角倍、枣铁倍和肚倍,其次是倍花、蛋铁倍和蛋肚倍。

倍蚜的夏寄主为盐肤木属(*Rhus*)的盐肤木(*R. chinensis* Mill.)、滨盐肤木(*R. chinensis* var. *raxburghii* (DC) Rehd.)、红麸杨(*R. punjabensis* var. *sinica* (Diels) Rehd. et Wils.)、青麸杨(*R. potaninii* Maxim.)和城固青麸杨(*R. potaninii* Maxim. f. nov.)。不同种类的倍蚜对夏寄主具有一定的选择性,角倍蚜、圆角倍蚜、倍蛋蚜、倍花蚜与红倍花蚜只寄生盐肤木和滨盐肤木,且以盐肤木的寄生效果为佳;肚倍蚜枣铁亚种、肚倍蚜蛋铁亚种、红小铁枣蚜、黄毛小铁枣蚜及铁倍花蚜以红麸杨为夏寄主;肚倍蚜、肚倍蚜蛋肚亚种则以青麸杨为寄主。盐肤木、红麸杨和青麸杨是自然分布最广或人工栽种数量最多、产倍最高的寄主树<sup>[4~6,23~30]</sup>。

#### 4 倍蚜的生物生态学与五倍子人工培育技术研究

倍蚜生物生态学研究是五倍子人工培育的基础。唐觉<sup>[14]</sup>提出了发展五倍子生产必不可少的“三要素”,即倍蚜—夏寄主—冬寄主。进入 20 世纪 80 年代,对我国五倍子资源状况、五倍子蚜虫、倍蚜冬、夏寄主与五倍子人工培育技术等研究达到了新的高潮。据不完全统计,此期发表论文约 160 余篇。对生物生态学研究较多的倍蚜有角倍蚜、肚倍蚜、肚倍蚜枣铁亚种、肚倍蚜蛋铁亚种、肚倍蚜蛋肚亚种、倍花蚜和红小铁枣蚜。已清楚倍蚜在营异寄主全周期生活过程中要繁衍多代,虫型也发生较大变化。如,肚倍蚜一般要经历夏迁蚜(具翅孤雌成蚜)、过夏越冬蚜、春迁蚜(性母)、雌雄性蚜、干母、干雌等 6 种虫型,而部分越冬蚜还可在冬寄主上不断胎生侨蚜而继续在冬寄主上繁衍,分化为性母的越冬蚜则于第二年春天羽化为春迁蚜后迁飞到夏寄主树干上产性蚜。在肚倍产区的美灰藓上,侨蚜较为常见。因此,肚倍蚜的生活周期为异寄主全周期和同寄主不全周期并存的复迁式生活周期型<sup>[45~49]</sup>。角倍蚜在冬寄主上也可胎生侨蚜营不全周期生活,但极为罕见。

近年研究结果表明,角倍蚜、肚倍蚜、肚倍蚜蛋肚亚种、红小铁枣蚜、肚倍蚜蛋铁亚种、倍花蚜、倍蛋蚜的生活周期均以异寄主全周期为主,也可在冬寄主上营不全周期生活,其生活周期为复迁式生活周期型。唐觉提出,角倍蚜性蚜的胚胎在性母为 1 龄时就已形成。赖永祺<sup>[53]</sup>在云南盐津对角倍蚜越冬代进行了观测,性母若蚜需经 4 次蜕皮后羽化,生长发育历期 104~132 d,平均 117.5 d,且个体间生长发育很不整齐,1 龄 20~35 d,平均 27.1 d;2 龄 13~37 d,平均 21.8 d;3 龄 30~60 d,平均 48.6 d;4 龄 7~24 d,平均 19.4 d。张传溪<sup>[48]</sup>研究认为,角倍蚜越冬世代在自然条件下也会有少部分发育成无翅型孤雌生殖型侨蚜,但通常条件下发育成有翅性母(春迁蚜),越冬世代在较高环境温度下时,可部分发育成非性母的孤雌生殖蚜(侨蚜)而在冬寄主上继续繁衍。向和、赖永祺、夏定久等<sup>[6,29,45~47]</sup>等先后对肚倍蚜的生活史、生殖、种群数量变动等进行研究与报道。李志国<sup>[69]</sup>在湖北竹山县研究观测结果,肚倍蚜瘿外生活历期平均 249 d,瘿内平均 116 d,夏迁蚜迁飞历期 14~34 d,过夏越冬蚜历期 237~242 d,春迁蚜迁飞盛期 7~9 d,雄性蚜历期 10~20 d,雌性蚜 32~43 d。田泽君<sup>[57]</sup>研究认为,约 45.9%~78.5%的肚倍蚜蛋肚亚种在冬寄主上分化为春迁蚜(性母),有 21.5%~54.1%则分化为无翅型孤雌生殖型侨蚜继续在冬寄主上繁衍,说明肚倍蚜蛋肚亚种在冬寄主上的侨蚜比率较高。和其它昆

虫一样,温度是影响倍蚜生长发育的重要因子之一。张燕平<sup>[74-76]</sup>指出,角倍蚜雌性蚜的世代发育积温为358.7日度,发育起点温度为 $3.6 \pm 1.1$ ,在自然变温条件下,2~5 d的短期低温(<12 h)不会造成性蚜死亡。雌性蚜在6℃恒温条件下不能发育成熟,贮存性蚜的恒温超过22℃开始影响到雌性蚜的存活率,角倍蚜选择盐肤木复叶叶翅作寄生部位,是由盐肤木叶片的形态构造所决定。盐肤木幼嫩复叶萌发早晚不同,其内含可溶性糖、单宁和Vc的浓度有较大的变幅,并与角倍蚜的致瘿率呈正相关,氨基酸的总量变化则较小。对倍蚜生物生态学等的深入研究为开展五倍子人工培育奠定了坚实基础。

产结五倍子数量取决于干母在寄主树上的致瘿虫口基数,而干母的数量与从冬寄主上羽化迁飞到夏寄主上的春迁蚜数量密切相关。尽管春迁蚜迁飞历期可超过20余d,但高峰期一般都集中在1周内,已羽化的春迁蚜一般3~5d内即产下性蚜。此期若遇寒流侵袭造成低温期过长或连阴雨天气,已羽化的春迁蚜不能迁飞上树或已上树的春迁蚜不能正常产性蚜而大量死亡,成为同一地区不同年分间五倍子产量变化幅度较大的主要原因。除此之外,干母在嫩叶上寄生到形成雏瘿仅需约7d时间,此期若遇降雨或沙尘暴(肚倍产区俗称黄沙)天气,也会造成当年五倍子大幅度减产。长期研究结果表明,发展五倍子生产除营造倍林、保护和扩大夏寄主的栽种面积、留足倍蚜种虫外,还必须保证有一定种类和数量的倍蚜冬寄主藓类植物。近20多年来,许多学者对角倍、枣铁倍、肚倍及其致瘿蚜以及它们的冬、夏寄主的生物生态学学习性、种群变化以及培育技术作了较多研究,并在保护利用野生倍林,人工栽培夏、冬寄主,培育越冬蚜,收集春迁蚜等方面逐步提出了相应的技术措施<sup>[49-77]</sup>。

提高倍林五倍子产量的方法,一是依据倍蚜及其夏冬寄主对环境的不同要求,选择和创造有利于三者生长发育的环境,使倍蚜与夏、冬寄主得以合理搭配;二是在林内植藓护藓、成熟采倍、采倍留种、引种散放夏(秋)迁蚜,最大限度地增加倍林内倍蚜的虫口数量,提高倍蚜瘿外世代成活率、寄生率、减少死亡率以达到增产之目的。角倍类野生倍林常因倍蚜和夏、冬寄主数量不足或搭配不合理而造成产量很低。除传统生产技术外,值得重点推广应用的技术措施主要包括:通过改造,创造出适宜倍蚜越冬(或过夏越冬)生长的林地环境;增加冬寄主数量;增加倍蚜数量;增加夏寄主数量和增加结倍枝叶数量;更新、补植夏、冬寄主,使之搭配合理;采倍留种,人工散放夏(秋)迁蚜。对于肚倍类倍林,由于集约经营程度相对要高,在进行生产基地营建时,应有计划地布局与建立种倍林、为面上提供种倍与种虫。冬寄主藓繁殖栽培技术、倍蚜藓圃养蚜与干母挂放技术、种倍林营建技术等应积极推广应用。

值得注重的是,传统研究主要集中在倍蚜生物、生态学及倍蚜冬、夏寄主的繁殖栽培等方面,而对五倍子形成机理、倍蚜与其冬、夏寄主相互间关系、倍蚜与寄主优良品种的培育等很少涉及,今后在此方面研究需进一步加强。

## 5 五倍子资源的保护、发展与建议

五倍子产区多系山地,小气候变化大,加之倍蚜及其冬寄主藓类植物生长对小环境要求极高,特别是冬寄主藓类植物的生长对水分和空气湿度的要求较高等原因,形成倍蚜独特的生态区。五倍子产区的气候特点是总体上是气候温和、雨量充沛、雨日多、云雾多、日照少、湿度大,全年无干季或干湿季节不明显。仅从角倍类与肚倍类主产区的气候条件看,就有明显的差异,如角倍类主产区的年平均降水量、年平均0.1 mm雨日、年平均相对湿度、年平均日照时数和

日照百分率分别为 1 241.8 mm、173.8 d、80.6%、1 208.4 h 和 27.2%,而肚倍类主产区相对应的气象指标为 917.5 mm、128.5 d、73.8%、1 748.3 h 和 39.6%<sup>[14]</sup>。这主要与角倍类的倍蚜及其冬寄主对环境条件的要求不同有关。尽管我国五倍子的分布范围很广,从南亚热带至暖温带的山区和丘陵地带几乎都有分布,但历史上有批量生产的省(区)仅有 19 个,而贵州、四川、湖北、湖南、云南和广西 6 省(区)的产量占全国总产量的 80%左右,主产区主要集中在秦岭、大巴山、武当山、巫山、武陵山、峨眉山、大娄山、大凉山和苗岭等九大山系,长江以南以产角倍类为主,秦岭以南大巴山以北以产肚倍类为主。

五倍子资源包括倍蚜、寄主植物以及产区的气候、土壤、植被、生境等,它们同时也是我国生物多样性的的重要组成部分之一。从生物多样性保护以及资源的可持续发展角度出发,五倍子作为一类重要的昆虫资源林特产品,在合理采摘利用的同时,必须处理好资源合理利用、发展与保护的关系。不太重视倍蚜冬寄主藓类植物保护,倍蚜及其冬寄主生态条件破坏与恶化,以及五倍子过渡采摘是目前五倍子生产中共有的问题。五倍子加工产品用途与用量的扩展,使得五倍子价格不断上涨,从 20 世纪 80 年代初的约 0.15 万元  $\text{t}^{-1}$ ,上涨到 90 年代最高时的 3 万元  $\text{t}^{-1}$ ,随后一路走低。直至 2003 年上半年开始,五倍子及其加工产品价格才开始有大的回升。价格上涨在一定程度上促进了五倍子生产的大发展,但也由于价格上涨过猛,五倍子加工成本特别是利用五倍子加工产品的行业成本大增,部分企业不得不考虑使用代用品,从而制约了我国五倍子生产的健康发展。

为保护并促进五倍子生产的可持续发展,笔者认为,当前需解决或面临的主要问题是:

(1) 必需大力加强产区倍蚜及其冬、夏寄主与五倍子生产整个生态环境的保护。

(2) 根据角倍类和肚倍类生产现状与倍蚜其冬、夏寄主所需生态条件的差异,角倍类夏寄主野生资源较为丰富,生产应以保护和改造野生倍林为主,而肚倍类的夏寄主青麸杨和红麸杨多为四旁栽种,野生资源较少,倍林的营造必需选择好小环境,使树、藓、虫的得以合理配置,在基地设计、造林地的选择以及倍林的营造中必需优先考虑小环境的选择,使藓、蚜资源同树一样得以发展,切忌片面搞大面积集中连片。

(3) 积极推广应用已成熟的技术,如成熟采倍、采倍留种在倍林内补植冬寄主与营建种倍林,利用种倍收集散放夏(秋)迁蚜等技术措施。

(4) 积极开展倍蚜及其寄主植物优良品种的筛选与培育,加强五倍子新产品、新用途的开发利用研究,以推动五倍子生产的持续、稳定、健康发展。

## 参考文献:

- [1] 国家标准局. 中华人民共和国国家标准(五倍子) GB5848-86 [M]. 北京:中国标准出版社,1986
- [2] 张宗和. 五倍子加工与利用[M]. 北京:中国林业出版社,1991
- [3] 陈祥,孙秀芳,毛群. 五倍子单宁组份分离、鉴定的研究(1). 低分子量组份和醇解产物的分离鉴定[J]. 林产化学与工业,1985,5(2):16~23
- [4] 夏定久. 我国的五倍子资源[J]. 林产化学与工业,1985,5(4):40~46
- [5] 夏定久. 中国五倍子质量的研究[J]. 林产化学与工业,1989,9(4):53~61
- [6] 夏定久,李志国,吴昊. 肚倍人工培植技术[M]. 北京:中国林业出版社,1994
- [7] 贺近格,李启基. 林产化学工业全书(3) [M]. 北京:中国林业出版社,2001,2431~2519
- [8] 顾人侠. 分光光度法测定倍子单宁酸的研究[J]. 林产化学与工业,1985,5(4):12~23
- [9] 陈方平. 倍化酸水解法制工业没食子酸[J]. 林产化学与工业,1989,9(1):34~41

- [10] 孙达旺. 植物单宁化学[M].北京:中国林业出版社,1992
- [11] Baker A C. On the Chinese gall (Aphidaide-Hom.) [J]. Entomological News, 1917, 28(9):385~393
- [12] Chiao C Y. Szechuan gallnuts or insect galls[J]. China Journal, 1939, 31(3):143~147
- [13] Tsai P H, Tang C. The Classification of the Chinese gall aphids with description of three genera and six species from Meitan, Kweichow, The royal entomological society of London[J]. 1946, 97(16):405~418
- [14] 唐觉,蔡邦华. 贵州湄潭五倍子的研究. 昆虫研究[J]. 1957, 7(1):131~140
- [15] 唐觉. 浙江省五倍子繁殖增产研究[A]. 浙江农业大学、浙江农业科学院 1960 年科学研究资料汇编, 植物保护部分, 1960. 91~93
- [16] 唐觉. 五倍子繁殖增产续报[A]. 浙江农业大学、浙江农业科学院 1961 年科学研究资料汇编, 植物保护部分, 1961. 51~54
- [17] 唐觉. 五倍子繁殖增产续报(二)[A]. 浙江农业大学、浙江农业科学院 1962 年年会论文暨科学研究资料汇编. 昆虫植物病部分, 1962. 64~74
- [18] 唐觉. 1964-1965 年五倍子人工繁殖研究[A]. 浙江农业大学 1965 年科学研究主要资料汇编, 1965. 36~41
- [19] 唐觉. 五倍子及其繁殖增产的途径[J]. 昆虫学报, 1976, 19(3):282~296
- [20] 向和. 中国青麸杨五倍子蚜虫的研究[J]. 昆虫分类学报, 1980, 2(4):302~313
- [21] 张传溪,唐觉. 六种五倍子蚜虫触角感觉器的扫描电镜观察[J]. 资源昆虫, 1987(4):5~12
- [22] 张广学,乔格侠,钟铁森,等. 中国动物志(昆虫纲 14 卷 同翅目 纤蚜科,瘦棉蚜科) [M]. 北京:科学出版社,1999. 256~274
- [23] 舒常庆,董晓明,杨广东,等. 黄莲木五倍子单宁含量的分析研究[J]. 华中农业大学学报, 1999, 18(2) 185~187
- [24] 夏定久,李志国. 五倍子. 专家论中国山区经济林发展[M]. 北京:中国林业出版社,1994. 346~357
- [25] 赖永祺. 五倍子丰产技术[M]. 北京:中国林业出版社,1990
- [26] 张继祖. 城固肚倍树与肚倍林[J]. 西北植物学报, 1991, 11(5):158~161
- [27] 邱建生,漆云庆. 五倍子蚜虫又一冬寄主演替盐肤木寄主地位的确定[J]. 贵州林业科技, 1990, 18(4):8~13
- [28] 梅再美,游金平,王键,等. 贵州省倍树害虫和天敌昆虫研究初报[J]. 贵州林业科技, 1993, 21(3):1~10
- [29] 向和. 中国五倍子的地理分布和主要五倍子蚜虫生态条件的分析[J]. 动物世界, 1985, 1(1):45~53
- [30] 李志国,夏定久. 关于肚倍生产的发展与建议[J]. 中国林副特产, 1997, 40(1):47~49
- [31] 杨比伦,李永和,李坚强,等. 丰都县角倍冬寄主筛选及资源的初步调查[J]. 西南林学院学报, 1992, 12(1):77~82
- [32] 田泽君,潘演征,潘光全,等. 六种五倍子蚜的冬寄主研究[J]. 动物世界, 1985, 2(1):50~55
- [33] 杨再美. 新发现的蛋铁倍蚜越冬寄主研究[J]. 贵州林业科技, 1986(4):107~112
- [34] 夏定久,李志国,吴昊,等. 美灰藓繁殖栽培技术的研究[J]. 林业科学研究, 1989, 2(5):495~500
- [35] 夏定久,李志国. 发展五倍子生产必需建立种倍林[J]. 林业科学研究, 1991, 4(4):467~469
- [36] 夏定久,李志国. 倍蚜寄主植物名录[J]. 林业科技通讯, 1993(1):28~29
- [37] 赖永祺,张燕平. 新发现的肚倍蚜冬寄主及其验证试验[J]. 林业科学研究, 1994, 7(5):592~593
- [38] 刘应迪,李菁. 湖南枣铁倍蚜和蛋铁倍蚜两种冬寄主藓的研究[J]. 林业科学研究, 1993, 6(3):306~310
- [39] 李菁,刘应迪,田宏现,等. 五倍子蚜虫寄主植物矿物质营养成分含量分析[J]. 林业科技通讯, 1995(3):23~25
- [40] 彭兴海. 红倍花蚜三种新冬寄主藓及其应用研究[J]. 林业科技开发, 1995(3):44~46
- [41] 季梦成,李春鲁. 江西五倍子蚜虫冬寄主的初步研究[J]. 江西农业大学学报, 1995, 17(2):215~219
- [42] 杨时宇,李志国. 五倍子蚜虫及其寄主植物[J]. 林业科学研究, 1995, 8(3):80~84
- [43] 张燕平,赖永祺. 角倍子蚜的两种新冬寄主[J]. 林业科学研究, 1995, 8(4):89~92
- [44] 漆云庆,邱建生. 几种五倍子蚜虫生活周期型研究[J]. 贵州林业科技, 1990, 18(4):1~7
- [45] 赖永祺. 肚倍蚜生物学研究. 生活史[J]. 林业科学研究, 1992, 5(2):394~401
- [46] 赖永祺. 肚倍蚜生物学研究. 生殖[J]. 林业科学研究, 1992, 5(6):554~558
- [47] 赖永祺. 肚倍蚜生物学研究. 种群数量变动[J]. 林业科学研究, 1993, 6(2):115~156
- [48] 张传溪,徐厚廪,唐觉. 温度对角倍蚜越冬时代多型现象的影响[J]. 昆虫学报, 1993, 36(4):497~499
- [49] 漆云庆,邱建生. 几种五倍子蚜虫生活周期型研究[J]. 贵州林业科技, 1990, 18(4):1~7
- [50] 隆孝雄,莫尚武,邱淑华. 应用快中子处理角倍蚜对后代生育及结倍作用的初步研究[J]. 四川林业科技, 1990, 11(2):15~19
- [51] 田泽君. 盐肤木上 4 种倍蚜主要生物学特性和预测的研究[J]. 动物学研究, 1988, 9(4):401~408
- [52] Hajimu Tada. Does the female of *Schlechtendalia chinensis* (Bell) (Homoptera:penphigidae) "Viviparously" produce the fundatrix[J].

Appl Ent Zool, 1991, 26(1): 117 ~ 121

- [53] 赖永祺, 张燕平, 李正洪, 等. 角倍蚜越冬期间的生物学特性和数量变动[J]. 林业科学研究, 1990, 3(3): 254 ~ 261
- [54] 李正洪, 赖永祺. 角倍蚜及其寄主数量与角倍产量的关系研究[J]. 林业科学研究, 1990, 3(6): 580 ~ 583
- [55] 陈爱平. 倍蛋蚜生活史及生物学习性初步研究[J]. 贵州林业科技, 1987(3): 11 ~ 14
- [56] 田泽君. 枣铁倍蚜生物生态学特性的初步研究[J]. 林业科学, 1987, 23(3): 11 ~ 17
- [57] 田泽君, 颜永碧, 夏定久, 等. 蛋肚倍蚜春迁蚜形态、生物生态学特性及丰产性能的研究[J]. 林业科学, 1998, 34(1): 50 ~ 57
- [58] 田泽君. 盐肤木上4种倍蚜主要生物学特性和预测的研究[J]. 动物学研究, 1988, 9(4): 401 ~ 408
- [59] 赖永祺, 张燕平, 李正洪, 等. 角倍蚜越冬期间的生物学特性和数量变动[J]. 林业科学研究, 1990, 3(3): 254 ~ 261
- [60] 谢树明, 彭廷发, 田泽君. 铁倍人工经营技术与产量与效益关系的初步研究[J]. 资源昆虫, 1987(4): 23 ~ 26
- [61] 李志国, 夏定久, 吴昊. 高温干旱对肚倍生产的影响[J]. 湖北林业科技, 1993(4): 297 ~ 31, 17
- [62] 李勇民, 田泽君. 国外五倍子研究进展[J]. 四川林业科技, 1993, 14(3): 35 ~ 39
- [63] 薛冬, 雷朝亮, 荣秀兰, 等. 诱导肚倍蚜上树的初步研究[J]. 华中农业大学学报, 1995, 14(3): 275 ~ 279
- [64] 荣秀兰, 雷朝亮, 薛冬, 等. 青麸杨长势与肚倍产量关系的初步研究[J]. 华中农业大学学报, 1995, 14(4): 350 ~ 352
- [65] 张嘉成, 王云芳, 张子有. 秦巴山区五倍子丰产技术与水土保持作用的研究[J]. 水土保持学报, 1995, 9(4): 121 ~ 125
- [66] 夏定久, 李志国, 杨时宇. 肚倍蚜人工养殖与挂放技术实施要点[J]. 中国林副特产, 1995, 33(5): 15 ~ 18
- [67] 王键, 傅小川. 角倍蚜人工繁殖技术的效益分析[J]. 林业科学研究, 1996, 9(1): 87 ~ 91
- [68] 林锦仪, 连培华. 角倍蚜虫夏寄主盐肤木物候期的观察研究[J]. 福建林学院学报, 1996, 16(2): 139 ~ 142
- [69] 李志国, 夏定久. 肚倍蚜人工培育技术研究[J]. 林副特产研究, 1998(2): 1 ~ 5
- [70] 赖永祺, 张燕平, 李正洪. 藓圃养蚜技术研究的新进展[J]. 林业科学研究, 1995, 3(4): 18 ~ 21
- [71] 张燕平, 赖永祺, 李坚强, 等. 角倍蚜虫袋挂放方法与结倍效果[J]. 林业科学研究, 1996, 9(4): 388 ~ 393
- [72] 彭兴民. 角倍种蚜的采收及秋迁蚜收集技术初探[J]. 林业科学研究, 1996, 9(5): 549 ~ 551
- [73] 荣秀兰, 雷朝亮, 薛东, 等. 肚倍蚜冬寄主移植外地生长特性的研究[J]. 林业科学研究, 2000, 13(1): 107 ~ 110
- [74] 张燕平, 苏建荣, 赖永祺, 等. 角倍蚜干母发生期预测与应用[J]. 林业科学研究, 2000, 13(2): 192 ~ 196
- [75] 张燕平, 廖声熙, 杨力真, 等. 角倍蚜瘦内世代营养环境的初步研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2001, 25(3): 52 ~ 56
- [76] 张燕平, 郑兴峰, 杨力真, 等. 角倍及盐肤木叶片形态构造解剖分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2001, 25(6): 6 ~ 10
- [77] 苏建荣, 张燕平, 杨力真, 等. 盐肤木施肥效应及角倍蚜营养环境初步研究[J]. 林业科学研究, 2002, 15(5): 542 ~ 546

## Study on Chinese Gallnut

LI Zhì-guo, YANG Weir-yun, XIA Ding-jiu

(Research Institute of Resource Insect, CAF, Kunming 650216, Yunnan, China)

**Abstract:** This paper brief reviewed the application history of Chinese gallnut. The gallnut tannin basis component, the kinds of Chinese gallnut, gallnut aphids and its bio-ecology, the kinds of summer-hosts, winter-hosts were summarized. There were 14 kinds of Chinese gallnut that were come into 14 species or subspecies gallnut aphids on its summer-hosts respectively in China. The yield of horned gallnut, hard ensiform gallnut, egg-hard ensiform gallnut, shaped belly gallnut and inflorescence gallnut were roughly to occupy the total yield of Chinese gallnut of 80%. To protect and develop Chinese gallnut resources for making Chinese gallnut product to keep sustainable development, the authors must extend and apply successful techniques such as mature picking gallnut and to leave stirp gallnut and to develop new products.

**Key words:** Chinese gallnut; gallnut aphids; winter and summer host; propose