

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.03.26

盐肤木林内间作对角倍蚜虫瘿数量的影响

杨子祥¹, 任维宾¹, 宋德应², 桑子阳², 陈晓鸣^{1*}

(1. 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, 昆明 650224;

2. 湖北省五峰土家族自治县林业局, 湖北五峰 443400)

摘要: 对不同间作方式下盐肤木林的角倍蚜虫瘿数量进行研究, 结果表明: (1) 盐肤木纯林的单株虫瘿数、单叶虫瘿数和有虫瘿梢头率分别为 14.1 个、2.3 个和 78.4%, 而盐肤木襄荷混作林的单株虫瘿数、单叶虫瘿数和有虫瘿梢头率分别为 25.8 个、3.2 个和 91.2%, 分别为前者的 1.8 倍、1.4 倍, 有虫瘿梢头率增加了 12.8%。(2) 与盐肤木纯林相比, 盐肤木襄荷混作林内的温度略低, 全天平均低 1.6℃, 而相对湿度略高, 全天平均高 5.9%, 高湿和较小温度变幅可能是虫瘿数量增加的主要原因。(3) 当盐肤木与蔬菜混作时, 单株梢头数和有虫瘿梢头数分别比纯林增加了 1.4 倍, 增加的原因可能与蔬菜种植中的松土和施肥有关。综上所述, 盐肤木与襄荷混作可以增加倍子产量, 盐肤木与蔬菜混作可以增加有虫瘿梢头数量, 两种混作模式均可在生产中推广应用。

关键词: 角倍蚜; 虫瘿; 盐肤木; 间作

中图分类号: Q968.1; S899.4

文献标志码: A

文章编号: 1674-0858 (2016) 03-0628-06

Influence of intercropping on the gall number of horned gall aphid *Schlechtendalia chinensis*

YANG Zi-Xiang¹, REN Wei-Bin¹, SONG De-Ying², SANG Zi-Yang², CHEN Xiao-Ming^{1*} (1. Research Institute of Resource Insects, CAF; Key Laboratory of Breeding and Utilization of Resource Insects of State Forestry Administration, Kunming 650224, China; 2. Forestry Bureau of Wufeng Tujia Autonomous County of Hubei Province, Wufeng 443400, Hubei Province, China)

Abstract: The horned gall aphid, *Schlechtendalia chinensis*, is a major species of Chinese gallnut aphids. It produces horned galls on the sumac, *Rhus chinensis*, which has been mainly used for medical and chemical purposes because it is rich in tannins. In the past, the horned galls have been harvested from the wild *R. chinensis* forests. However, *R. chinensis* is increasingly planted as a crop for horned gall production. We analyzed the influence of intercropping on gall yield. Our results showed that the number of galls per tree increased 1.8 fold, that the number of galls per leaf was 1.4 fold higher, and that the percentage of branches that harbor galls increased by 12.8% compared to controls when sumac was intercropped with the ginger species *Zingiber striolatum*. Further we found that average daily temperatures decreased 1.6℃ and that average daily relative humidity increased by 5.9% in the intercropped forest. Similarly, the branch number per tree was 1.4 fold higher, and the number of gall-bearing branches per tree was increased 1.4 fold compared to controls when we intercropped sumac with vegetables such as cabbage, pepper and tomato. Our data therefore indicates that intercropping sumac with *Zingiber striolatum* or vegetable species may be beneficial for gall productivity and increase the overall number of galls as well as gall-bearing branches.

Key words: *Schlechtendalia chinensis*; horned gall; *Rhus chinensis*; intercropping

基金项目: 国家高技术研究计划 (863 计划) 专项 (2014AA021802-2); 国家自然科学基金 (U1402263, 31372266, 31370651); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (CAFYBB2014ZD005)

作者简介: 杨子祥, 男, 1968 年生, 贵州安顺人, 副研究员, 从事资源昆虫学研究

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: cafcxm@139.com

收稿日期 Received: 2015-09-01; 接受日期 Accepted: 2015-12-28

五倍子是倍蚜寄生在盐肤木属植物上, 刺激叶组织细胞增生膨大而形成的虫瘿, 是我国重要的林特产品和出口创汇商品, 在医药、化工、矿冶、食品和电子等行业中用途广泛 (张广学等, 1983; 张宗和, 1987)。角倍蚜 *Schlechtendalia chinensis* Bell 是五倍子的主要生产种, 由其在盐肤木 *Rhus chinensis* Mill 上形成的虫瘿, 称为角倍, 产量占五倍子总产量 70% 以上, 具有重要的经济价值 (张广学等, 1999; 李志国等, 2003)。

传统生产中五倍子主要来源于野生倍林, 由倍蚜自然迁飞形成倍子, 单产一般只有 1–5 kg/亩, 这种野生野长的生产方式延习了上千年。至上世纪 80 年代末, 以植藓养蚜、挂放性蚜和野生倍林改造为核心的角倍人工培育技术研发成功并开始在生产上应用, 改造后的野生倍林配合人工挂袋方法, 使五倍子单产提高到 20–30 kg/亩, 同时人工倍林开始出现 (赖永祺, 1990)。2006 年以后, 随着五倍子价格的大幅度上升, 人工倍林面积快速增加并逐渐向大田中转移, 配合倍树合理密植、修剪整形及虫袋分批挂放等配套技术, 五倍子单产进一步提高到 50–80 kg/亩, 每亩产值 1250–2000 元, 同时可在林间间作蔬菜、中药材等, 综合产值可以达到 3000 元/亩以上, 超过目前大多数农作物的产值, 具备了大面积推广的条件 (杨子祥, 2011)。以湖北省五峰土家族自治县为例, 目前规模化人工倍林已经达到 5 万多亩。五倍子的产量主要受倍树生长、倍蚜数量和林间环境的影响 (唐觉, 1976), 已有的五倍子产量研究大多是在野生或半野生倍林中进行的, 对大田中的规模化倍林的倍子产量研究很少 (杨子祥, 2011)。本文以大田中的盐肤木倍林为研究对象, 比较盐肤木纯林、盐肤木与蔬菜混作、盐肤木与囊荷混作等不同混作方式的虫瘿 (倍子) 数量, 测定和比较不同混作方式下的林间温湿度, 分析影响虫瘿数量的环境因子, 为探索合理的盐肤木种植方式、提高倍子单产和田间综合效益提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

盐肤木林: 为 3 年生盐肤木人工林, 间距 2 m × 2 m, 主干定干高度 1.0–1.4 m。将林分随机划片, 在林间分别种植不同的作物, 分别形成 3 种

林分: (1) 盐肤木纯林。林间不种植农作物, 林下自然分布有禾本科、菊科等低矮杂草, 控制杂草高度在 20 cm 以下。(2) 盐肤木蔬菜混作林。林间种植白菜、青椒等矮秆作物, 形成混作模式, 作物高度为 20–30 cm, 与盐肤木林冠形成高度差。常规管理。(3) 盐肤木囊荷混交林。林间种植囊荷 *Zingiber striolatum* Diels, 第 2 年后囊荷高度达到 1.0–1.4 m, 比盐肤木林冠略低, 形成混交林。常规管理。

角倍蚜虫袋: 在当地植藓养蚜, 收集春迁蚜装于虫袋内, 每袋 80 头。待干母出现时将虫袋挂放到盐肤木上, 让干母自然上树形成虫瘿。养蚜点的海拔分别位于 800 m 和 1000 m, 其干母发生期约相差 5 d, 根据干母发生期不同分两批挂放。

温湿度仪: 德图 (Testo) 635–2 温湿度仪。

倍林试验地位于湖北省五峰长乐坪镇腰牌村 (30°10′ N, 110°44′ E), 海拔 800–820 m; 养蚜点位于苏家河村 (海拔 800 m) 和白鹿庄村 (海拔 1000 m), 均为角倍蚜自然分布区。

1.2 方法

1.2.1 角倍蚜接种方法

第 2 年春季采用挂放虫袋方法接种角倍蚜 (张燕平等, 1996)。每株树挂放 2 袋, 先挂放 1 袋, 间隔 5 d 后再挂放 1 袋 (袁天树等, 1997; 杨子祥等, 2014)。3 种林分的接种方法和接种量一致。

1.2.2 样地设置与虫瘿数量统计

当年 8 月中旬虫瘿生长中期, 在 3 种不同类型的盐肤木林内, 分别设置 15 m × 15 m 的样地各 1 块。每块样地随机抽取 30 株样树, 统计有梢头总数、有虫瘿梢头数和每片复叶的虫瘿数等, 计算和比较不同样地的单株虫瘿数、有虫瘿梢头率、有虫瘿叶片数和单叶虫瘿数等。

1.2.3 林间温湿度测定

在盐肤木纯林和盐肤木囊荷混作林样地内, 选择有代表性的盐肤木植株, 在离地面约 1.3 m 高的树干上分别悬挂温湿度记录仪, 同时记录温湿度。每 10 min 自动记录 1 次, 记录时间从 8:00–18:00。

1.3 数据处理

采用 SPSS 13.0 对虫瘿数量和林间温湿度数据进行统计分析。不同林分间的数量差异采用单因素方差分析 (One-way ANOVA) 及 LSD 多重比较, 温湿度差异采用配对样本 t 检验。

2 结果与分析

2.1 不同类型林分的虫瘿数量

在 3 种类型的盐肤木林分中, 纯林和盐肤木蔬菜混作林的单株虫瘿数分别为 14.1 ± 10.6 个/株和 18.6 ± 12.7 个/株, 两者差异不显著, 而盐肤木襄荷混作林的单株虫瘿数为 25.8 ± 17.0 个/株 (表 1), 显著高于前两种林分。表明盐肤木与襄荷混作时, 其单株虫瘿数较盐肤木纯林显著增加, 为前者的 1.8 倍; 但盐肤木与蔬菜混作时, 单株虫瘿数量与盐肤木纯林相比没有显著变化。

3 种林分的单叶虫瘿数表现出与单株虫瘿数相

似的变化规律。纯林和盐肤木蔬菜混作林的单叶虫瘿数分别为 2.3 ± 1.1 个/片和 2.4 ± 0.7 个/片, 两者差异不显著, 而盐肤木襄荷混作林的单叶虫瘿数为 3.2 ± 1.5 个/片 (表 1), 显著高于前两种林分。表明盐肤木与襄荷混作时, 单叶虫瘿数较盐肤木纯林显著增加, 为前者的 1.4 倍; 但盐肤木与蔬菜混作时, 单叶虫瘿数量与盐肤木纯林相比没有显著变化。

3 种林分的有虫瘿复叶数分别为 5.9 ± 4.1 片、 7.3 ± 4.1 片和 8.0 ± 4.0 片 (表 1), 差异不显著。表明混作方式对盐肤木单株有虫瘿复叶数没有明显影响。

表 1 不同盐肤木林的角倍蚜虫瘿数量比较

Table 1 Comparison of horned gall numbers in different sumac forests

林分类型 Stand types	单株梢头数 (个/株) Shoots per tree	有虫瘿梢头数 (个/株) Gall shoots per tree	有虫瘿梢头率 (%) Percentage of gall shoots	单株有虫瘿复 叶数 (片/株) Gall leaves per tree	单叶虫瘿数 (个) Galls per leaf	单株虫瘿数 (个/株) Galls per tree
盐肤木纯林 Pure forest of sumac	4.0 ± 1.6 a	3.0 ± 1.4 a	78.4 ± 26.1 a	5.9 ± 4.1 a	2.3 ± 1.1 a	14.1 ± 10.6 a
盐肤木 + 蔬菜混作林 Intercropping forest of sumac and vegetable	5.6 ± 1.8 b	4.3 ± 1.8 b	77.2 ± 23.6 a	7.3 ± 4.1 a	2.4 ± 0.7 a	18.6 ± 12.7 a
盐肤木 + 襄荷混作林 Intercropping forest of sumac and ginger	3.6 ± 1.2 a	3.2 ± 1.0 a	91.2 ± 16.4 b	8.0 ± 4.0 a	3.2 ± 1.5 b	25.8 ± 17.0 b

注: 表中数据为 30 次重复平均值 $\pm$ 标准差, 同列数据的不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平上差异显著。Note: The data in the table are mean $\pm$ SE. Data in the same column with different small letters in same column are significant different at $P < 0.05$.

2.2 不同类型林分的梢头数和有虫瘿梢头数

在 3 种类型的盐肤木林分中, 纯林和盐肤木襄荷混作林的平均梢头数分别为 4.0 ± 1.6 个/株和 3.6 ± 1.2 个/株, 两者差异不显著, 而盐肤木蔬菜混作林的平均梢头数为 5.6 ± 1.8 个/株 (表 1), 显著高于前两种林分。表明当盐肤木与蔬菜混作时, 单株梢头数较盐肤木纯林显著增加, 为前者的 1.4 倍, 但盐肤木与襄荷混作时, 单株梢头数与盐肤木纯林相比没有明显变化。

单株有虫瘿梢头数在 3 种盐肤木林分间表现出与单株梢头数相似的变化规律。纯林和盐肤木襄荷混作林的平均有虫瘿梢头数分别为 3.0 ± 1.4 个/株和 3.2 ± 1.0 个/株, 两者差异不显著, 而盐肤木蔬菜混作林的平均有虫瘿梢头数为 $4.3 \pm$

1.8 个/株 (表 1), 显著高于前两种林分。表明盐肤木与蔬菜混作时, 单株有虫瘿梢头数较盐肤木纯林显著增加, 为前者的 1.4 倍, 但盐肤木与襄荷混作时, 单株有虫瘿梢头数与盐肤木纯林相比没有明显变化。

有虫瘿梢头率在 3 种盐肤木林分间表现出与梢头数不同的变化规律。纯林和盐肤木蔬菜混作林的平均有虫瘿梢头率分别为 $78.4\% \pm 26.1\%$ 和 $77.2\% \pm 23.6\%$, 两者差异不显著, 而盐肤木襄荷混作林的平均有虫瘿梢头率为 $91.2\% \pm 16.4\%$ (表 1), 显著高于前两种林分。表明当盐肤木与襄荷混作时, 有虫瘿梢头率较盐肤木纯林增加了 12.8%, 但盐肤木与蔬菜混作时, 有虫瘿梢头率与盐肤木纯林相比没有明显变化。

2.3 不同类型林分内的温湿度

在 8 月中旬倍子生长中期, 选择其中的 1 d, 从 8:00–18:00, 两种类型的盐肤木林内温度变化较大, 变化范围为 $24.5^{\circ}\text{C} - 37.8^{\circ}\text{C}$, 其中早晚较低, 中午较高, 在中午 13:00–15:00 间由于天气变阴有一个下降和上升的变化过程 (图 1)。其中盐肤木囊荷混作林和盐肤木纯林内的平均温度分别为 $29.9^{\circ}\text{C} \pm 3.2^{\circ}\text{C}$ 和 $31.5^{\circ}\text{C} \pm 3.6^{\circ}\text{C}$, 差异极显著 ($t = 15.0$, $P = 0.000 < 0.05$), 且在每一个时间点, 混作林内的温度均低于纯林内的温度 (图 1)。表明盐肤木囊荷混作林内的温度比纯林

内的温度低, 平均低 1.6°C 。

两种盐肤木林内的空气湿度变化与温度呈负相关, 变化范围从 $38.1\% - 94.5\%$, 其中早晚较高, 中午较低, 当中午温度下降时, 湿度上升。其中盐肤木囊荷混作林和盐肤木纯林内的平均相对湿度分别为 $60.9\% \pm 12.7\%$ 和 $66.8\% \pm 12.5\%$, 差异极显著 ($t = -12.0$, $P = 0.000 < 0.05$), 且在每一个时间点, 混作林内的湿度均高于 (少数等于) 纯林内的湿度 (图 2)。表明盐肤木囊荷混作林内的空气湿度比纯林内的空气湿度高, 平均高 5.9% 。

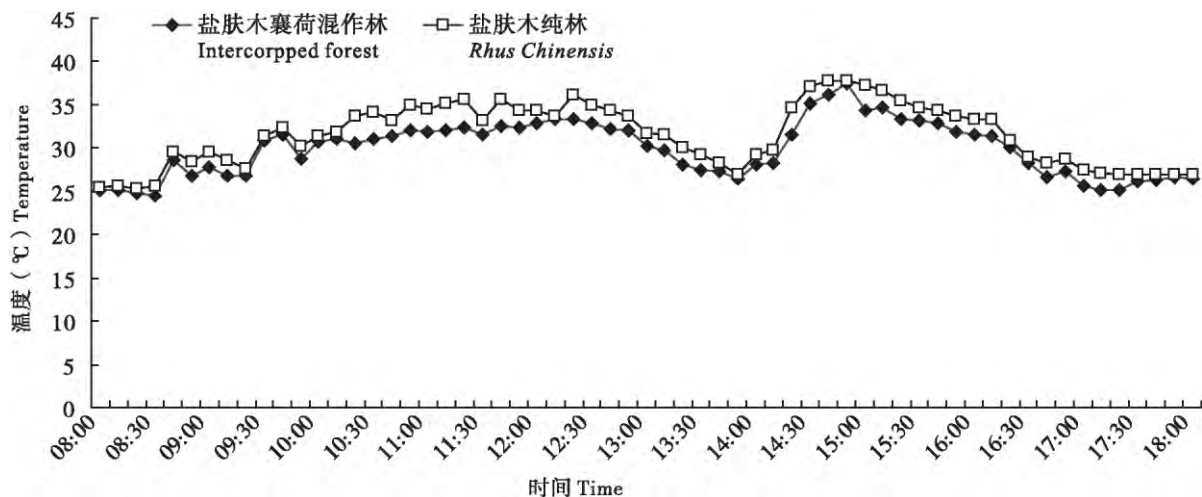


图 1 不同类型盐肤木林内的温度比较 (湖北五峰)

Fig. 1 Temperature comparisons in different sumac forests (Wufeng, Hubei)

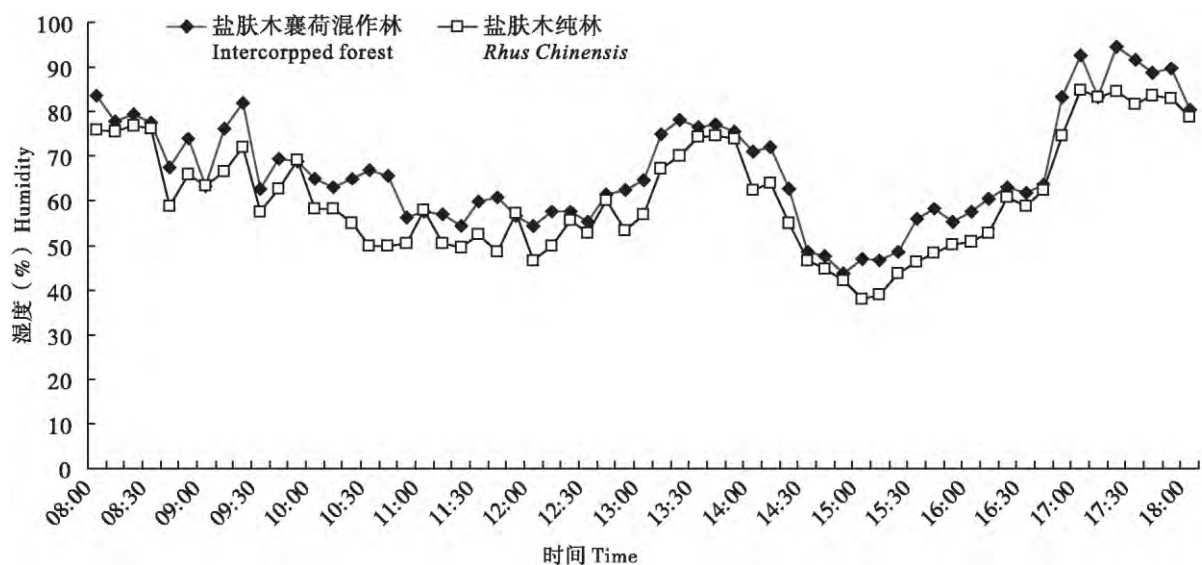


图 2 不同类型盐肤木林内的湿度比较 (湖北五峰)

Fig. 2 Humidity comparisons in different sumac forests (Wufeng, Hubei)

3 结论与讨论

3.1 合理间作可以显著增加角倍蚜虫瘿数量

与盐肤木纯林相比,当盐肤木与囊荷混作时,单株虫瘿数和单叶虫瘿数分别为前者的 1.8 倍、1.4 倍,有虫瘿梢头率增加了 12.8%,而单株梢头数、有虫瘿梢头数和有虫瘿复叶数没有显著差异,表明虫瘿数增加的主要原因是每片复叶虫瘿数的增加和有虫瘿梢头率的提高。盐肤木与囊荷均生长迅速,二者混作可以使盐肤木林提前郁闭,形成荫湿、温度变幅小的小环境,有利于倍蚜的上树及虫瘿形成和生长,使虫瘿数量增加。邱建生等(1990)对盐肤木复叶可承载的虫瘿数进行了研究,结果表明:每片复叶的最适虫瘿数为 5-6 个。本研究中盐肤木与囊荷混作时,单叶虫瘿数为 3.2 个,这一方面说明虫瘿数仍处于合理的范围,不会因为虫瘿数增加而导致个体变小或生长不良,另一方面也说明该林分的虫瘿数仍有增加的潜力。在盐肤木复叶合理的承载范围内,虫瘿不会由于个体数量增加而变小,虫瘿数量可以近似反映倍子产量,因此盐肤木与囊荷混作可以显著提高倍子产量。当盐肤木与蔬菜混作时,盐肤木单株梢头数和有虫瘿梢头数显著增加,可能是蔬菜种植过程中持续的松土和施肥等促进了盐肤木的生长和梢头萌发,虽然当年的单株虫瘿数与纯林相比没有显著差异,但从长远来看,盐肤木梢头数和有虫瘿梢头数的增加将有利于虫瘿数的增加,从而增加倍子产量。本研究仅测定了移栽后第 2 年的虫瘿数、有虫瘿复叶数等指标,林间温湿度也仅选择了虫瘿生长期有代表性的阶段进行连续测定和分析,但虫瘿发育是一个持续的复杂生长过程,除寄主树外,还受气候、土壤和病虫害等的影响(邵淑霞等,2012),同时,本研究仅为 1 年的数据,要全面反映不同种植方式对虫瘿数量和林间小环境的影响,还需要更多持续的观测。

3.2 合理间作可以改变林间的温湿度,有利于虫瘿和寄主植物生长

致瘿蚜虫的适宜生活环境为高湿度和适宜的温度。刘平等(2014)对角倍蚜虫瘿瘿内和藓圃中藓层的温湿度测定结果:在角倍蚜虫瘿生长季节,不同天气条件下瘿内和藓层中的相对湿度为 99.9% - 100%,近似于饱和湿度,而环境湿度的

变化幅度为 35.6% - 95.7%;白天虫瘿内温度比环境温度低,夜间则比环境温度高,即虫瘿内的温度变化幅度比气温的变化幅度小。对 5 种漆树科植物的蚜虫虫瘿的测定结果,白天瘿内的温度比环境温度低 1℃,晚上瘿内温度比环境温度高 1℃ - 2℃ (Mackenzie and Dixon, 1991),表明虫瘿能够提供适宜于蚜虫生活的小环境。本研究的 3 年生盐肤木林,其冠幅大小约为 1.0 - 1.2 m,郁闭度仅为 0.5 - 0.6,林间的温湿度与环境中的温湿度差异不大。当盐肤木与蔬菜混作时,由于蔬菜的高度远低于林冠,对林冠层的温湿度影响很小,郁闭度和温湿度几乎与纯林相同。当盐肤木与囊荷混作时,情况有很大的不同,囊荷的高度与盐肤木林冠重叠,郁闭度达到 0.9 - 1.0。测定结果表明:白天林冠层的温度平均比纯林低 1.6℃,相对湿度平均比纯林高 5.9%,形成高湿度且温度变幅较小的小环境,有利于角倍蚜干母上树、虫瘿形成和生长,这可能是盐肤木囊荷混作林的虫瘿数量比其他两种林分多的主要原因。

传统的野生五倍子生产能否转移到大田内种植,主要取决于两个方面,一是土地综合收益,即种植五倍子能否达到或超过种植农作物的收益;二是五倍子能否与其他农作物间作,会不会与主要农作物竞争土地(祝友春等,2004)。本研究选用囊荷、蔬菜与盐肤木混作,囊荷为姜科姜属多年生草本植物,喜温暖荫湿环境,以嫩芽、嫩茎和花轴供食用和药用。经测算,五倍子囊荷的混作林,每亩每年综合收益可达到 3000 元以上,超过了当地种植农作物的收益,是一种值得推广的种植模式。当盐肤木与蔬菜混作时,虽然不能增加林间的郁闭度和湿度,但松土、施肥等管理措施对盐肤木的生长具有促进作用,可以增加有虫瘿梢头数量,蔬菜的收获还能增加土地的综合收益,可以在生产上推广应用。

参考文献 (References)

- Lai YQ. High Yield Technology of Chinese Gallnut [M]. Beijing: China Forestry Press, 1990, 1 - 19. [赖永祺. 五倍子丰产技术 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1990, 1 - 19]
- Li ZG, Yang WY, Xia DJ. Study on Chinese gallnut [J]. *Forest Research*, 2003, 16 (6): 760 - 767. [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]
- Liu P. Ecological Adaptability of *Schlechtendalia chinensis* (Bel) [D]. Beijing: Dissertation for the Doctor Degree of Chinese Academy of

- Forestry, 2014, 35 - 39. [刘平. 角倍蚜的生态适应性研究 [D]. 北京: 中国林业科学研究院博士学位论文, 2014, 35 - 39]
- Mackenzie A, Dixon AFG. An ecological perspective of host alternation in aphids (Homoptera: Aphidinea: Aphididae) [J]. *Entomologia Generalis*, 1991, 16 (4): 265 - 284.
- Shao SX, Ruan ZY, Yang ZX, et al. Insect galls: The peculiar product of the interaction between plants and insects [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2012, 34 (3): 363 - 369. [邵淑霞, 阮桢媛, 杨子祥, 等. 虫瘿 - 昆虫与植物相互作用的奇特产物 [J]. 环境昆虫学报, 2012, 34 (3): 363 - 369]
- Tang C. The Chinese Gallnut, their multiplication and means for increasing production [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 1976, 19 (3): 282 - 296. [唐觉. 五倍子及其繁殖增产的途径 [J]. 昆虫学报, 1976, 9 (3): 282 - 296]
- Yang ZX. High Cultivation Technology of Chinese Gallnut [M]. Beijing: China Forestry Press, 2011, 86 - 92. [杨子祥. 五倍子高产培育技术 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2011, 86 - 92]
- Yang ZX, Ma L, Chen XM, et al. Improved methods to increase gall density and scatter gall distribution for the horned gall aphid *Schlechtendalia chinensis* (Bell) [J]. *Forest Research*, 2014, 27 (6): 781 - 785. [杨子祥, 马琳, 陈晓鸣, 等. 角倍蚜干母分批上树对虫瘿数量和分布的影响 [J]. 林业科学研究, 2014, 27 (6): 781 - 785]
- Yuan TS, Li JQ, Dai TF, et al. Experiments of putting sexual aphid bags twice affecting Chinese Gallnut forming result of summer host [J]. *J. Southwest Forestry College*, 1997, 17 (1): 48 - 51. [袁天树, 李坚强, 代廷富, 等. 挂放两次性蚜对盐肤木结倍效果的影响 [J]. 西南林学院学报, 1997, 17 (1): 48 - 51]
- Zhang GX, Qiao GX, Zhong TS, et al. Fauna Sinica. Insect Vol. 14. Homoptera: Mindaridae and Pemphigidae [M]. Beijing: Science Press, 1999, 256 - 272. [张广学, 乔格侠, 钟铁森, 等. 中国动物志 (昆虫纲第十四卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1999, 256 - 272]
- Zhang GX, Zhong TS. Economic Insect Fauna of China. Fasc. 25. Homoptera: Aphidinea (Part I) [M]. Beijing: Science Press, 1983, 78 - 80. [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]
- Zhang YP, Lai YQ, Li JQ, et al. The result and operation of casing aphid bags on the tree branch [J]. *Forest Research*, 1996, 9 (4): 388 - 393. [张燕平, 赖永祺, 李坚强, 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]
- Zhang ZH. The Processing and Utilization of Chinese Gallnut [M]. Beijing: China Forestry Press, 1987, 1 - 21. [张宗和. 五倍子加工及利用 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1987, 1 - 21]
- Zhu YC, Tan DZ, Yang CH. Development potential and countermeasures for the industrialization development of Chinese gallnut from Wufeng county [J]. *Hubei Forestry Science and Research*, 2004, 1: 53 - 55. [祝友春, 谭德仁, 杨春惠, 2004. 五峰县五倍子发展潜力与产业化发展对策 [J]. 湖北林业科技, 2004, 1: 53 - 55]