

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.03.21

诱捕栗山天牛成虫的食物源引诱剂研究

唐艳龙^{1*}, 魏可^{1*}, 杨忠岐^{1**}, 姜静¹, 王小艺¹, 吕军², 高纯²

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 国家林业局森林保护学重点实验室, 北京 100091;

2. 辽宁省宽甸满族自治县森林病虫害防治站, 辽宁宽甸 118200)

摘要: 为探索诱杀栗山天牛 *Massicus raddei* (Blessig) 成虫的新技术, 本文研究了糖醋酒液对栗山天牛成虫的引诱效果。结果表明: 糖醋酒液对栗山天牛成虫有较强的引诱作用, 天牛羽化期内共诱捕到成虫 6427 头, 平均每个引诱点引诱到 107 头, 是林间寄主树单株虫口密度的 5.15 倍。诱捕到的雌雄成虫数量基本一致, 且诱捕到的雌虫怀卵量只比处女虫略低, 表明诱捕到的雌虫尚未产卵或者产卵较少。糖醋酒液引诱剂最佳配比为糖: 醋: 乙醇: 蒸馏水 = 30: 20: 10: 100, 最佳引诱时间是 19:00–21:00。添加了菊酯类杀虫剂的引诱剂对栗山天牛成虫的引诱效果明显下降, 且成虫对该引诱剂的取食时间明显缩短, 取食该引诱剂的成虫 80% 在 2 h 内即死亡, 24 h 后死亡率达 100%。

关键词: 栗山天牛; 成虫; 引诱剂**中图分类号:** Q968.1; S433.5**文献标志码:** A**文章编号:** 1674-0858 (2016) 03-0595-07

Investigation of the trapping effect of aconveniently mixed solution on *Massicus raddei* adults

TANG Yan-Long^{1*}, WEI Ke^{1*}, YANG Zhong-Qi^{1**}, JIANG Jing¹, WANG Xiao-Yi¹, LV Jun², GAO Chun² (1. The Key Laboratory of Forest Protection, State Forestry Administration of China, Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. Kuandian Forest Pest and Disease Control Station, Kuandian 118200, Liaoning Province, China)

Abstract: In order to explore new method for trapping the *Massicus raddei* adults, this paper investigated the attractant with sugar, vinegar and alcohol to trap the oak longhorn beetle adult. The results showed that there was strong effect of the attractant to the adult, and the total trapped adult number was 6427 in the whole phase. The average number of trapped adult was 107 in each trapping place, which was 5 times higher than that of population density. Numbers of trapped female or male showed no significant difference. Further, the fecundity of trapped female was slightly lower than that of virgin female, which demonstrated that most of trapped females were not spawned. The best components of the attractant to trap the longhorn beetle were sugar, vinegar, alcohol, and water at the ratio of 30: 20: 10: 100. The trapped number decreased significant after adding cyfluthrin in the attractant, and the feeding time was significantly decreased, but all of the adults whose fed this attractant with pesticide died in 24 h.

Key words: *Massicus raddei*; adult; trapping

栗山天牛 *Massicus raddei* (Blessig) 属鞘翅目
Coleoptera 天牛科 Cerambycidae 山天牛属 *Massicus*

(陈世骧, 1959)。该害虫以幼虫钻蛀寄主韧皮部
和木质部危害, 导致树势衰弱, 严重受害的树木

基金项目: 林业科技成果国家级推广计划 [2015] 42 号; 国家“11.5”科技支撑计划项目 (2006BAD08A12)

* 共同第一作者简介: 唐艳龙, 男, 1982 年生, 湖北长阳人, 博士, 助理研究员, 研究方向为害虫生物防治, E-mail: 15120086160@163.com; 魏可, 男, 1989 年生, 重庆人, 博士研究生, 研究方向为害虫生物防治, E-mail: kewe_i_entomology@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: yangzhqi@126.com

收稿日期 Received: 2015-07-12; 接受日期 Accepted: 2015-11-10

树干内蛀道纵横交错,常常造成风折和枯死(唐艳龙等,2010)。仅辽宁省因栗山天牛危害失去利用价值的木材就达 200 万 m^3 ,直接经济损失达 12 亿元(孙永平,2001)。目前,栗山天牛在我国大多数省份均有分布,国外分布在朝鲜、日本(全境)和前苏联(西伯利亚东部、远东沿海地区)。在我国,尤以在吉林、辽宁和内蒙(赤峰市)危害最甚,而且其危害有逐年加重的趋势(杨忠岐,2004; Yang *et al.*, 2013)。

近年来,根据成虫的行为特点,探索栗山天牛大面积治理的途径受到较为广泛的关注,也取得了明显的进展(高纯等,2008; 姜静等,2010)。根据害虫的取食行为制定的防治措施也有不少应用。利用光肩星天牛 *Anoplophora glabripennis* 对复叶槭和云斑天牛 *Batocera horsfieldi* 对野蔷薇的取食嗜好性采取的配置诱饵树的防治措施已在生产上取得了较好的应用成效(高瑞桐等,1995; Jin *et al.*, 2004)。何亮等(2009)应用糖醋酒液诱杀梨小食心虫和苹果小卷叶蛾,都取得了很好的效果。栗山天牛成虫羽化后需摄取食物才能完成卵巢发育和供给卵形成所需的营养。经过初步观察,栗山天牛羽化后主要通过吮吸寄主栎树干部伤口分泌的汁液完成补充营养的过程。在进一步研究中发现,栎树干部伤口分泌的汁液主要成分是糖类、酸类和醇类(郑雅楠等,2014)。因此,本文初步拟通过利用栗山天牛成虫出孔后的取食特性,配制糖醋酒液来诱捕栗山天牛成虫,以期对栗山天牛成虫的防治提供新方法。

1 材料与方法

本试验于 2011 年 7–8 月栗山天牛成虫期在辽宁宽甸大西岔镇进行,试验点位于 $\text{N } 40^{\circ}4.838'$, $\text{E } 125^{\circ}11.616'$,海拔约 500 m,为栎树纯林,主要是辽东栎 *Quercus liaotungensis*。

1.1 引诱剂材料

供试引诱剂采用红糖、山西老陈醋(总酸含量为 4.5 g/100 mL)、无水乙醇及蒸馏水配制而成。所用农药为福建浩伦生物工程技术有限公司生产,有效成分为 21% 高效氟氯氰菊酯乳油。

1.2 试验材料配置和使用方式

试验所使用引诱剂共设计 3 个配方,配方 1 (糖:醋:乙醇:蒸馏水 = 10:5:1:100)、配方 2 (糖:醋:乙醇:蒸馏水 = 20:10:5:100) 和配方 3

(糖:醋:乙醇:蒸馏水 = 30:20:10:100)。盛放引诱剂容器使用直径为 10 cm,深度 5 cm 的悬吊于寄主树干的塑料碗(图 1)。为了方便天牛成虫取食,塑料碗内放置跟塑料碗等体积大小的海绵。引诱剂每天 16:00 进行配制,17:00 添加到诱捕器内,每天添加 1 次,单个诱捕器内每次添加引诱剂 150 mL。

1.3 辽东栎树干流汁点位置和栗山天牛处女雌虫怀卵量调查

观察受栗山天牛危害栎树流汁点的类型,并随机选取 20 株树,测量树上所有流汁点距地面的高度。统计流汁点的高度分布情况,并据此安装诱捕器。在栗山天牛羽化前,于试验区随机砍伐受害栎树 6 株并解剖,统计栗山天牛数量计算虫口密度,同时将雌蛹或即将羽化的雌虫带回室内饲养至羽化,且提供配制的糖醋酒溶液(糖:醋:乙醇:蒸馏水 = 30:20:10:100)供取食 2 d。取食结束后,解剖处女雌虫,获得其怀卵量。

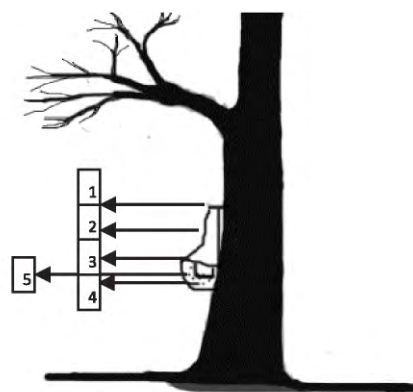


图 1 诱捕器林间安装示意图

Fig. 1 Installation diagram of traps in the field

注: 1, 大铁钉; 2, 铁丝; 3, 塑料碗; 4, 引诱剂; 5, 海绵。Note: 1, Nail; 2, Wire; 3, Plastic bowl; 4, Attractant; 5, Sponge.

1.4 栗山天牛成虫林间诱捕试验

在林间选择 70 株受栗山天牛危害的栎树,每隔 5 m 设置一个诱捕器,共设置诱捕器 70 个,3 个配比的引诱剂各设置 20 次重复,另外 10 个只添加蒸馏水作为对照。在栗山天牛羽化初期(7 月 17 日–7 月 24 日)、盛期(7 月 25 日–8 月 2 日)和末期(8 月 3 日–8 月 12 日)(唐艳龙等,2012)调查引诱剂对栗山天牛诱集效果,其中晴天和阴天进行观察,雨天不观测,试验共观察 20 d。在羽化初期和末期,每天从 15:00 开始观测,到

24:00 结束, 其余时间在诱捕器下面悬挂一个直径 5 cm, 高 20 cm 的有底无盖塑料桶诱捕成虫。羽化盛期 24 h 观测。所有的观测均每 10 min 记录一次诱捕到的栗山天牛雌雄成虫数量, 诱集到的天牛成虫人工捕捉到塑料容器内, 每天解剖部分雌虫记录其怀卵量。以 19:30–20:30 记为 20:00 诱捕到的成虫数量, 依次类推, 统计成虫发生盛期不同时间段诱捕到的成虫数量。

在栗山天牛成虫发生盛期, 另设 10 个诱捕器各添加配方 3 引诱剂 150 mL 且同时添加 1% 的氟氯氰菊酯原液 5 mL。全天 24 h 观察诱捕到的成虫数量, 方法同上。待观察到有成虫来取食, 则记录其取食的时间, 同时记录配方 3 引诱剂的部分成虫取食时间, 两种处理各记录 40 头和 35 头成虫。将取食两种引诱剂的部分雌性成虫带回室内, 观察其死亡情况, 记录死亡时间, 各记录 77 头。

1.5 数据处理

用 Excel 2003 和 SPSS 11.0 进行数据处理, 用 SPSS 中的 One-Way ANOVA 进行方差分析, 用 Duncan 氏新复极差法检验, 比较各处理之间的差异水平。

2 结果与分析

2.1 诱捕器悬挂高度确定

受栗山天牛危害的栎树, 流汁点主要有 4 种类型: 一是栗山天牛成虫自己咬破树皮导致流汁, 雌雄成虫都会咬, 这类流汁点多数分布较低。二是其它昆虫咬破树皮, 如锹甲和金龟子等, 均会咬破树皮导致栎树流汁。三是栗山天牛成虫的羽化孔, 这类流汁点与天牛成虫的分布相关, 主要在树干 4 m 以下较多。四是机械或人为损失, 这类流汁点较少, 且分布较低。统计这 4 类流汁点分布的高度 (图 2), 辽东栎流汁点距地面平均高度约 1.15 m, 最高约 6 m, 最低不到 0.3 m。超过 80% 的流汁点距地面高度小于 1.5 m。据此, 将诱捕器悬挂在距地面 1.5 m 的位置。

2.2 栗山天牛成虫引诱剂的引诱效果

2.2.1 诱捕到的成虫数量

试验前调查林地平均虫口密度为 20.8 头/株。试验阶段共诱捕到成虫 6427 头, 平均每个引诱点诱到 107 头, 是虫口密度的 5.15 倍 (图 3)。诱捕成虫最多的引诱点诱捕到 335 头, 是虫口密度的 16.1 倍; 最少的诱捕到 25 头, 是虫口密度的

1.2 倍。单日最大诱虫数为 682 头, 平均每个点 11.4 头。单日单个诱捕点最大诱虫数为 68 头。

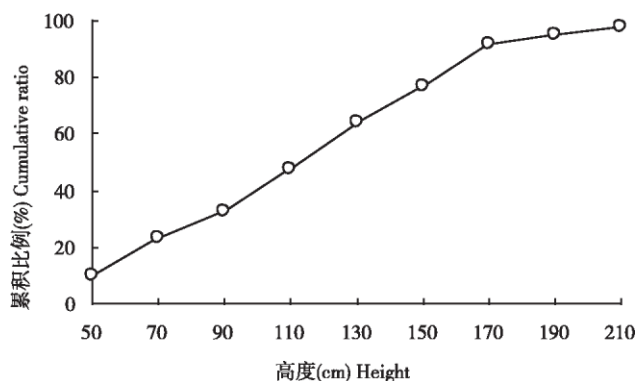


图 2 栎树流汁点距地面的高度

Fig. 2 Height of oakjuice flow point above ground



图 3 糖醋酒液引诱栗山天牛成虫效果

Fig. 3 The attractant with sugar, vinegar and alcohol to trap the oak longhorn beetle adult

2.2.2 诱捕到的雌雄成虫数量差异

羽化前期和后期诱捕到的雌虫数量多于雄虫, 但差异不显著, 前期日平均诱捕到的雌虫为 78 头, 雄虫有 69 头, 后期日平均诱捕到的雌虫为 250 头, 雄虫有 196 头。盛期诱捕到的雌虫显著多于雄虫, 日平均诱捕到的雌虫为 278 头, 雄虫只有 163 头 (图 4) ($F = 8.568$, $df = 1, 11$, $P = 0.0151$)。

2.2.3 诱捕到的雌虫怀卵量

不同时期引诱到的栗山天牛雌虫怀卵量差异不显著 ($F = 2.476$, $df = 3, 64$, $P = 0.0706$) (图 5)。前期、盛期和末期引诱到的雌虫平均怀卵量分别为 26 粒、28 粒和 25 粒, 略低于处女虫的 31 粒。表明引诱到的大多数雌虫未产卵或产卵较少。

2.3 栗山天牛成虫引诱剂不同配方比较

3 个配方引诱剂诱捕到的成虫数量均显著多于

对照 ($F = 27.518$, $df = 3, 79$, $P = 0.0001$) (图6)。其中配方3引诱到的天牛成虫数量最多, 平均每天大于100头。配方2(和配方1)引诱到的成虫数量平均每天都只有70头。3种不同配方的引诱剂之间诱集到的天牛成虫数量差异不显著。

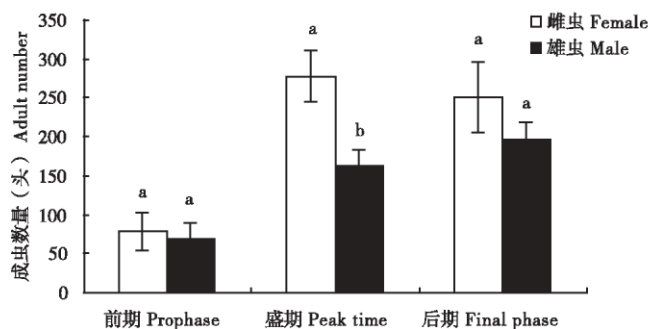


图4 栗山天牛不同发生期引诱成虫数量

Fig. 4 The number of trapped *Massicus raddei* adults in different period

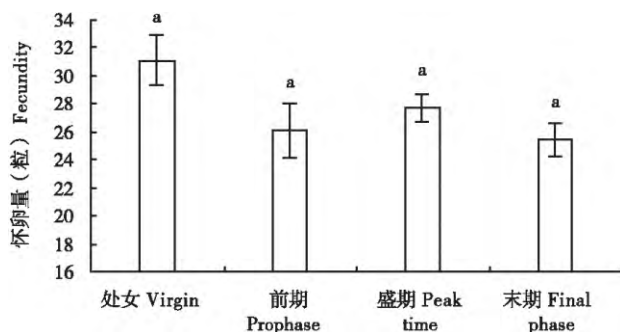


图5 不同时期诱捕到的栗山天牛雌虫怀卵量比较

Fig. 5 The fecundity of trapped *Massicus raddei* female in different period

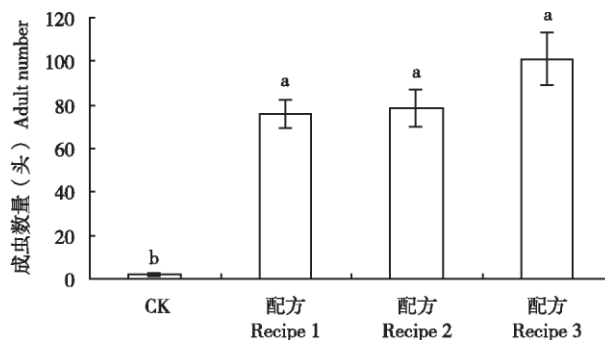


图6 栗山天牛成虫引诱剂不同配方比较

Fig. 6 The number of trapped *Massicus raddei* adult with different attractant

2.4 栗山天牛成虫引诱剂最佳引诱时间

栗山天牛发生高峰期不同时间引诱到的成虫数量差异极显著 ($F = 27.047$, $df = 23, 119$, $P < 0.0001$) (图7)。其中数量最多的时间段在19:00–21:00, 在20:00达到最高值, 每小时平均引诱到成虫108头, 19:00和21:00分别为74头和82头。22:00之后引诱到的成虫数量下降明显, 22:00、23:00和24:00分别引诱到50头、34头和17头。之后, 平均每小时引诱到的成虫数量均不足10头, 直到17:00才开始逐渐上升。以上表明19:00–21:00是诱捕天牛成虫的最佳时间。

2.5 引诱剂添加氟氯氰菊酯对天牛的毒杀效果

在栗山天牛成虫引诱剂中添加了菊酯类杀虫剂后, 其引诱到的成虫数量显著下降 ($F = 32.02$, $df = 1, 11$, $P = 0.0002$) (图8)。在成虫发生盛期, 配方3引诱到的成虫数量最多, 平均每天引诱到160头, 而添加了杀虫剂的引诱剂平均每天只能引诱到成虫38头。

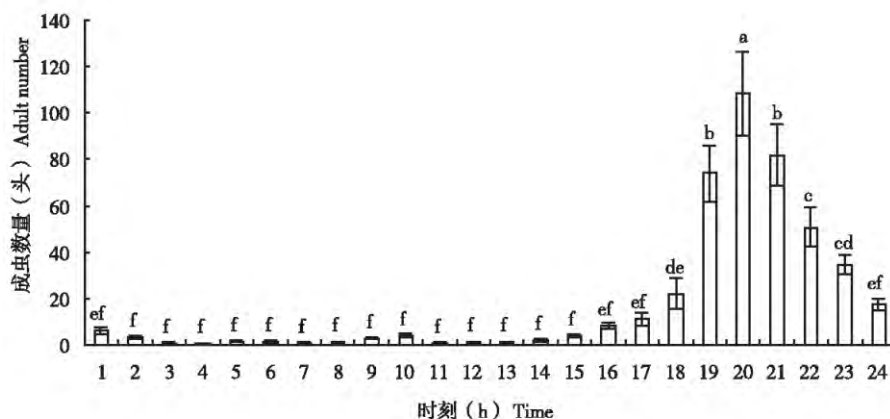


图7 栗山天牛发生高峰期不同时间引诱到的成虫数量

Fig. 7 The trapped *Massicus raddei* adult number in peak period in different time

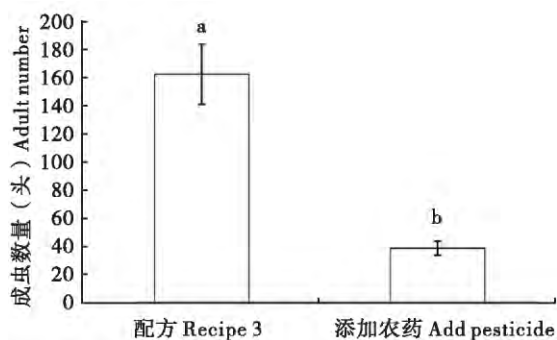


图8 引诱剂添加农药后对栗山天牛成虫引诱效果的影响

Fig. 8 The trapped *Massicus raddei* adult number after adding pesticide in the attractant

取食糖醋酒液的栗山天牛成虫平均取食时间为306.49 s, 而添加菊酯后成虫的平均取食时间为121.75 s, 差异显著 ($F = 50.218$, $df = 1, 74$, $P = 0.0001$) (图9)。野外观察发现, 成虫开始取食添加菊酯的糖醋酒液时并无异样, 取食一段时间后离开, 取食时间比对照明显缩短。

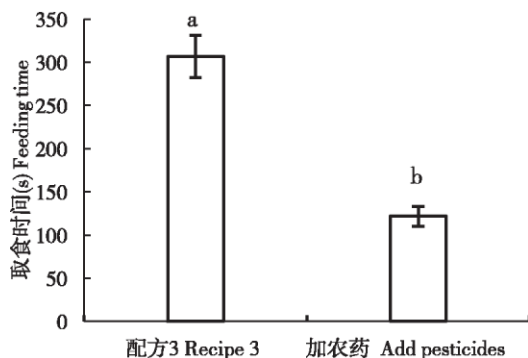


图9 引诱剂添加农药后对栗山天牛成虫取食时间的影响

Fig. 9 The feeding time of *Massicus raddei* adult after adding pesticide in the attractant

成虫取食添加农药的糖醋酒液0.5 h后累积死亡率即达到37.26%, 1 h和2 h后分别达到58.94%和80.23%, 24 h后成虫累积死亡率为100%。而对照组24 h后累积死亡率为6.49% (图10)。说明添加菊酯对成虫有明显的毒杀作用。

3 结论与讨论

成虫引诱剂已经在鞘翅目、双翅目和鳞翅目等多种害虫的防治中得到应用 (唐光辉等, 2007; 欧善生等, 2008; 何亮等, 2009)。广泛应用的成虫引诱剂主要有性引诱剂和利用害虫补充营养特点

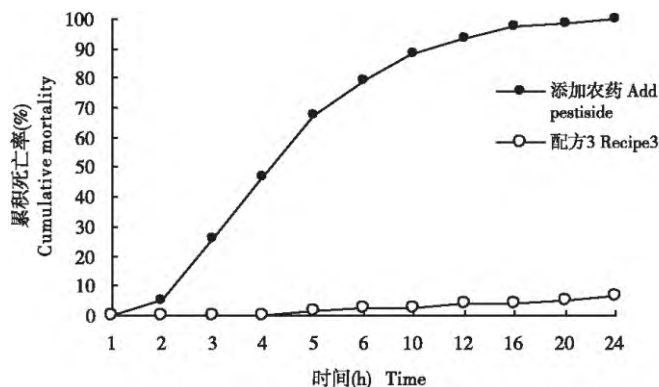


图10 成虫取食添加菊酯的引诱剂后的累积死亡率

Fig. 10 The mortality of *Massicus raddei* adult after adding pesticide in the attractant

设计的食物引诱剂, 例如糖醋酒液。糖醋酒液在引诱白星花金龟和梨小食心虫等害虫上作用明显 (欧善生等, 2008; 何亮等, 2009), 用其来诱杀天牛还未见报道。主要是绝大多数天牛啃食寄主树皮或者采食花蜜补充营养, 取食寄主树液的目前报道的只有栗山天牛 (郑雅楠等, 2014)。

栗山天牛成虫主要吸食寄主树皮伤口处的汁液补充营养, 在寄主没有伤口的情况下, 其甚至会自己咬破树皮导致寄主流汁。针对栗山天牛补充营养的特性, 本文设计了不同配比的糖醋酒液来引诱栗山天牛成虫, 结果表明, 这种引诱剂对栗山天牛雌雄成虫均有很强的引诱作用。3种不同溶质比例的引诱剂中, 有效成分含量最高的引诱剂对栗山天牛成虫引诱作用最强, 但是三者之间差异不显著。因此, 出于经济有效的原则, 我们建议在生产中使用最低比例的配方。林间调查栗山天牛虫口密度结果表明, 平均每株树带虫量为21头, 而引诱虫数最少的一组引诱剂在整个羽化期内单个诱捕器能诱集到超过70头天牛成虫, 单个诱捕器的诱集量远远超过一株寄主树的带虫量。通过对诱集得到的成虫和刚出孔的处女成虫怀卵量的分析结果表明, 诱集所得的成虫怀卵量与处女成虫差异不显著, 表明了诱集的成虫尚未开始产卵, 若能够及时的处理和捕获诱集的成虫, 便可以有效的阻止天牛种群的扩大。先前研究结果表明, 栗山天牛日活动高峰期主要集中在17:00 – 22:00, 其中取食高峰集中在18:00 – 21:00 (唐艳龙等, 2011)。本文研究结果表明, 日诱集量峰值出现在19:00 – 21:00, 与之前研究结果一致。设计引诱剂的目的在于捕杀成虫, 试验过程中发现, 添加了菊酯类杀虫剂的引诱剂挥发物有较浓的农

药成分,遮盖了引诱剂有效成分的气味,造成了添加农药的诱捕器单个诱捕量只有 38 头/日,远远低于未添加农药的处理。但是,一旦天牛成虫取食含有农药的引诱剂,其均在 24 h 内死亡,表明在原本有效的引诱剂中添加农药可以实现杀灭一定数量的害虫的目的,而开发和选用刺激性气味较低的毒杀物质对提高栗山天牛成虫的诱捕量和杀灭作用起着关键的作用。

本研究结果证明了糖醋酒溶液这种十分方便易得的引诱剂对栗山天牛有极强的引诱作用,但是将这种引诱剂开发成产品进而在生产实践中推广应用,还需要解决以下几个问题:一是需要更加精确高效的引诱剂配比(郑雅楠等,2014)。二是栗山天牛成虫期正好是其发生区温度最高的时期,引诱剂挥发很快,虽然用海绵来减缓了引诱剂的挥发,但仍然需要经常添加新的引诱剂,在大规模应用中,如果每天都添加引诱剂,其工作量必会增大,因此需开发更为有效的诱捕器装置,使引诱剂保持更长的时效,减少雨水的稀释,同时能实现在天牛成虫取食的阶段对其进行捕获。三是本试验中主要是靠人工捕捉诱捕器附近的天牛,也尝试了减少人工的试验,比如,在引诱剂中添加低毒农药,但从试验结果来看,还不是很理想,如果能找到一种毒杀物质,既不会与糖醋酒溶液发生化学反应,也不会挥发性太强而遮盖了糖醋酒的气味,有可能将大多数天牛诱捕过来并杀死。此外,还试验在诱捕器下悬挂盛有清水的塑料桶来减少人工投入量,观察到许多成虫在补充营养的过程中掉到桶内,也有少量成虫在打斗过程中跌入,最多的 1 个诱捕器 1 d 掉落 57 头成虫到塑料桶内,展示了很好的利用前景。当然,更科学合理的诱捕器设计是这一引诱剂大范围推广应用的基础。

虽然本试验没有设计专门的诱捕天牛成虫的器械,但是研究成果可以为天牛成虫的人工防治提供很大的便利。辽宁省内,每一个栗山天牛羽化季,会开展大面积的通过人为捕捉的方式的人工防治(高纯等,2008)。在林间设置糖醋酒溶液,有效的集中了天牛成虫,可以大大提高人工防治的效率。此外,前期已经开发了诱捕栗山天牛成虫的专用黑光灯,展示了十分显著的应用成效(姜静等,2011)。如果,把栗山天牛成虫的趋光性和取食特性联合起来,把黑光灯作为食物引诱剂的辅助捕杀器械,或者把食物引诱剂作为黑

光灯的辅助诱集因子,势必会增强其各自对栗山天牛成虫的捕杀和诱集效果。

参考文献 (References)

- Chen SX. Economic Insect Fauna of China [M]. Beijing: Science Press, 1959, 43. 陈世骧. 中国经济昆虫志(第一册) 天牛科 [M]. 北京: 科学出版社, 1959, 43]
- Gao C, Ji CL. Forecast of the occurrence of *Massicus raddei* [J]. *Forest Pest and Disease*, 2001, 20 (6): 16–18. 高纯, 季长龙. 栗山天牛发生期预测预报技术研究 [J]. 中国森林病虫, 2001, 20 (6): 16–18]
- Gao C, Meng YJ, Xu DW, et al. Control technique of *Massicus raddei* adult [J]. *Journal of Liaoning Forestry Science & Technology*, 2008, 27 (1): 56–57. 高纯, 孟怡君, 徐大伟, 等. 栗山天牛成虫期防治技术 [J]. 辽宁林业科技, 2008, 27 (1): 56–57]
- Gao RT, Wang HQ, Xu BX, et al. Study on the habit of absorbing replenishing nutrition of *Batocera horsfieldi* and its relation with the host trees [J]. *Forestry Research*, 1995, 8 (6): 619–623. 高瑞桐, 王宏乾, 徐邦新, 等. 云斑天牛补充营养习性及其与寄主树关系的研究 [J]. 林业科学研究, 1995, 8 (6): 619–623]
- He L, Qin YC, Zhu PX. Trapping effect of the mixture of sugar acetic acid ethanol to Oriental fruit moth (*Grapholitha molesta*) and smaller apple leaf roller (*Adoxophyes orana*) [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2009, 46 (5): 736–739. 阿亮, 秦玉川, 朱培祥. 糖醋酒液对梨小食心虫和苹果小卷叶蛾的诱杀作用 [J]. 昆虫知识, 2009, 46 (5): 736–739]
- Jiang J, Yang ZQ, Tang YL, et al. Trapping technology about adults of *Massicus raddei* by a special black light [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2010, 32 (3): 369–374. 姜静, 杨忠岐, 唐艳龙, 等. 专用黑光灯对栗山天牛的诱杀技术研究 [J]. 环境昆虫学报, 2010, 32 (3): 369–374]
- Jin YJ, Li JQ, Li JG, et al. Olfactory response of *Anoplophora glabripennis* to volatile compounds from ash-leaf maple (*Acer negundo*) under drought stress [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2004, 40 (1): 99–105.
- Ou SS, Xie YJ, Qin LH, et al. Trapping effects of different attractants on *Bactrocera dorsalis* [J]. *Guangxi Agricultural Sciences*, 2008, 39 (1): 40–42. 欧善生, 谢彦洁, 覃连红, 等. 不同引诱剂对果实蝇诱杀效果对比试验 [J]. 广西农业科学, 2008, 39 (1): 40–42]
- Sun YP. Control Techniques of *Massicus raddei* (Blessig) [M]. Shenyang: Science and Technique Press of Liaoning, 2001, 10–12. 孙永平. 栗山天牛防治技术 [M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2001, 10–12]
- Tang GH, Dai JC, Jiang ZL, et al. The trapping effect of six attractants for coniferous boring beetle [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2007, 22 (1): 84–86. 唐光辉, 戴建昌, 江志利, 等. 6 种引诱剂对几种针叶树蛀干害虫的诱捕效果研究 [J]. 西北林学学报, 2007, 22 (1): 84–86]
- Tang YL, Yang ZQ, Wei JR, et al. Research progress on *Massicus*

- raddei* Blessig (Coleoptera: Cerambycidae), a severe wood borer on oak trees in northeastern China [J]. *Forest Pest and Disease*, 2010, 29 (3): 12 - 17. [唐艳龙, 杨忠岐, 魏建荣, 等. 栗山天牛研究进展 [J]. 中国森林病虫, 2010, 29 (3): 12 - 17]
- Tang YL, Jiang J, Yang ZQ, et al. Activity rhythm of *Massicus raddei* adult (Coleoptera: Cerambycidae) [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2011, 33 (1): 17 - 24. [唐艳龙, 姜静, 杨忠岐, 等. 栗山天牛成虫的活动节律 [J]. 环境昆虫学报, 2011, 33 (1): 17 - 24]
- Yang ZQ. Advance in bio-control researches of the important forest insect pests with natural enemies in China [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2004, 20 (4): 221 - 227. [杨忠岐. 利用天敌昆虫控制我国重大林木害虫研究进展 [J]. 中国生物防治, 2004, 20 (4): 221 - 227]
- Yang ZQ, Wang XY, Zhang YN. Recent advances in biological control of important native and invasive forest pests in China [J]. *Biological Control*, 2013, 68: 117 - 128.
- Zheng YN, Tang YL, Yang ZQ, et al. Characteristics of supplementary nutrition feeding of *Massicus raddei* (Coleoptera: Cerambycidae) adults and the main components of the fed - sap of host tree *Quercus mongolica* [J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2014, 50 (12): 156 - 160. [郑雅楠, 唐艳龙, 杨忠岐, 等. 栗山天牛成虫补充营养方式及所取食的寄主树液中的主要化学成分 [J]. 林业科学, 2014, 50 (12): 156 - 160]