

不同种群云斑天牛对寄主取食和产卵的行为差异

郑凯文¹, 吴守欣², 张冬勇³, 吴佳昊¹, 杜永斌¹, 樊建庭¹

(1. 浙江农林大学 林业与生物技术学院 生物农药高效制备技术国家地方联合工程实验室, 浙江 杭州 311300;
2. 河南省卢氏县森林病虫害防治检疫站, 河南 卢氏 472200; 3. 常山县林业局, 浙江 常山 324200)

摘要: 【目的】研究不同种群云斑天牛 *Batocera horsfieldi* 对寄主植物的适应性。【方法】通过室内取食和产卵试验, 测定余姚种群云斑天牛和临安种群云斑天牛对 4 种寄主植物 (黄连木 *Pistacia chinensis*、女贞 *Ligustrum lucidum*、白蜡 *Fraxinus chinensis* 和大叶杨 *Populus lasiocarpa*) 的取食和产卵行为差异。【结果】取食试验结果显示: 余姚种群云斑天牛与临安种群云斑天牛对 4 种寄主植物表现出不同的取食偏好性。余姚种群取食偏好性从高到低依次为黄连木、女贞、白蜡和大叶杨, 余姚种群最喜欢取食黄连木。在选择性条件和无选择性条件下, 取食量分别为 (1 520.00±34.79) 和 (1 815.50±42.13) mm²。临安种群取食偏好性从高到低依次为女贞、黄连木、白蜡和大叶杨。临安种群最喜欢取食女贞, 在选择性条件和无选择性条件下, 取食量分别为 (1 347.33±51.95) 和 (1 173.00±75.54) mm²。产卵结果试验显示: 余姚种群和临安种群云斑天牛对 4 种寄主植物表现出比较一致的产卵偏好性, 都喜欢在大叶杨上产卵。余姚种群产卵偏好性从高到低依次为大叶杨、女贞、黄连木和白蜡, 在选择性和非选择性条件下, 在大叶杨上的刻槽数分别为 (72.00±5.87) 和 (82.00±7.64) 个, 产卵数分别为 (60.00±6.19) 和 (58.00±5.66) 粒。临安种群产卵偏好性从高到低依次为大叶杨、女贞、白蜡和黄连木, 在选择性和非选择性条件下, 在大叶杨上的刻槽数分别为 (35.00±5.22) 和 (30.00±3.85) 个, 产卵数分别为 (22.00±4.51) 和 (25.00±3.08) 粒。【结论】余姚和临安种群云斑天牛为适应不同地理环境, 取食偏好寄主不同。余姚种群云斑天牛偏好取食黄连木, 而临安种群云斑天牛偏好取食女贞。2 个种群云斑天牛产卵偏好寄主相同, 均为大叶杨。图 3 参 23

关键词: 森林保护学; 云斑天牛; 寄主; 取食; 产卵; 偏好性

中图分类号: S763 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2022)01-0159-07

Differences in feeding and oviposition behavior of different populations of *Batocera horsfieldi*

ZHENG Kaiwen¹, WU Shouxin², ZHANG Dongyong³, WU Jiahao¹, DU Yongbin¹, FAN Jianting¹

(1. National and Local Joint Engineering Laboratory for Biopesticide Efficient Preparation Technology, College of Forestry and Biotechnology, Zhejiang A&F University, Hangzhou 311300, Zhejiang, China; 2. Forest Pest Control and Quarantine Station of Lushi County, Lushi 472200, Henan, China; 3. Forestry Bureau of Changshan County, Changshan 324200, Zhejiang, China)

Abstract: [Objective] This study aims to explore the adaptability of different populations of *Batocera horsfieldi* to host plants. [Method] Through indoor feeding and oviposition experiments, the difference of feeding and oviposition behaviors between *B. horsfieldi* in Yuyao and that in Lin'an to four host plants were measured. [Result] The feeding experiment showed that Yuyao population and Lin'an population had different feeding preference for four host plants. The feeding preference of Yuyao population in descending order was *Pistacia chinensis*, *Ligustrum lucidum*, *Fraxinus chinensis* and *Populus lasiocarpa*. Yuyao population liked *P.*

收稿日期: 2021-05-12; 修回日期: 2021-09-26

基金项目: 浙江省基础公益研究计划项目 (LGN21C160005); 浙江省重点研发计划项目 (2019C02023)

作者简介: 郑凯文 (ORCID: 0000-0002-5938-8121), 从事森林害虫控制研究。E-mail: kaiwenz@163.com。通信作者: 樊建庭 (ORCID: 0000-0003-4154-3143), 副教授, 博士, 从事入侵生物学、化学生态学和森林害虫控制研究。E-mail: fanjt123@sina.com

chinensis best. Under selective and non-selective conditions, the food intake was (1 520.00±34.79) and (1 815.50±42.13) mm². The feeding preference order of Lin'an population was *L. lucidum*, *P. chinensis*, *F. chinensis* and *P. lasiocarpa* from high to low. Lin'an population liked *L. lucidum* best. Under selective and non-selective conditions, the food intake was (1 347.33±51.95) and (1 173.00±75.54) mm². Yuyao population and Lin'an population showed consistent oviposition preference for four host plants, and they all liked to oviposit on *P. lasiocarpa*. The oviposition preference order of Yuyao population was *P. lasiocarpa*, *L. lucidum*, *P. chinensis* and *F. chinensis* from high to low. Under selective and non-selective conditions, the number of grooves on *P. lasiocarpa* was 72.00±5.87 and 82.00±7.64, and the number of eggs was 60.00±6.19 and 58.00±5.66, respectively. The oviposition preference order of Lin'an population was *P. lasiocarpa*, *L. lucidum*, *F. chinensis* and *P. chinensis* from high to low. Under selective and non-selective conditions, the number of grooves on *P. lasiocarpa* was 35.00±5.22 and 30.00±3.85, and the number of eggs was 22.00±4.51 and 25.00±3.08, respectively. [Conclusion] In order to adapt to different habitat environments, different populations of *B. horsfieldi* have different feeding preference hosts. Yuyao population prefers to feed on *P. chinensis*, while Lin'an population prefers to feed on *L. lucidum*. *P. lasiocarpa* is the oviposition preference host of both populations. [Ch, 3 fig. 23 ref.]

Key words: forest protection; *Batocera horsfieldi*; host plant; feeding; oviposition; preference

云斑天牛 *Batocera horsfieldi* 是中国重要的林业蛀干害虫，隶属于鞘翅目 Coleoptera 天牛科 Cerambycidae，也称为云斑白条天牛，分布范围广，为害毛白杨 *Populus tomentosa*、核桃 *Juglans regis*、油橄榄 *Olea europaea*、板栗 *Castanea mollissima*、白蜡 *Fraxinus chinensis* 等近百种阔叶林木和果树^[1]。由于云斑天牛生活隐蔽，抗逆性强且防治困难，一旦发生会对许多天然林、经济林和城市园林树木造成毁灭性危害^[2-4]。在中国有害物风险分析中，云斑天牛有害生物风险分析 (PRA) 值为 2.04，属于高度危险性林业有害生物^[4-5]。

昆虫的取食行为是昆虫在接受内外信息后，由神经系统和肌肉系统作出的综合反应，表现出摄取食物以及与此相关的一系列活动^[6]。寄主植物是影响植食性昆虫取食和产卵的重要因素，其中包括寄主植物种类、数量及寄主植物挥发物、遗传因素等^[7]。昆虫的取食行为主要受到 2 个因素的影响：营养需求和食物适口性^[8]。昆虫产卵行为的总体原则是最有利于其后代生活，最大限度提高其种群存活数量^[9-10]，故取食和产卵行为均会表现出一定的选择性。昆虫对于植物的正趋向性取食和产卵可称为取食偏好性和产卵偏好性。

植食性昆虫都能利用植物挥发物来找到寄主植物，完成生长发育和繁殖，同时也可避免误食非寄主植物而引起中毒或者营养不良^[11]。尹姣^[12]、李超等^[13] 研究显示：当几种不同的寄主植物同时存在时，昆虫取食行为具有一定的选择性。朱林慧等^[14] 的研究表明：为害核桃种群的云斑天牛对原寄主核桃有明显的取食偏好性，且对原寄主具有较强的产卵选择性和依赖性。高瑞桐等^[15]、钱范俊等^[16] 的研究结果则表明：蔷薇科 Rosaceae 植物是为害杨树种群的云斑天牛成虫的喜食树种，但云斑天牛在这些寄主植物上取食补充营养、交配后，会转移至原寄主杨树上刻槽产卵；如果强制天牛取食杨树来补充营养，天牛则不能产卵。目前，对于不同生长环境对云斑天牛取食和产卵偏好的影响研究较少。本研究探讨不同种群云斑天牛成虫对大叶杨 *P. lasiocarpa*、女贞 *Ligustrum lucidum*、白蜡、黄连木 *Pistacia chinensis* 等 4 种寄主植物的取食偏好和产卵偏好差异，分析其中的原因，为开发云斑天牛植物源引诱剂提供理论依据与技术支持。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 供试虫源 余姚种群云斑天牛成虫：采集地为浙江省余姚市沿海防护林 (30°20'N, 121°18'E, 平均海拔 2.2 m)。该地为大叶杨、女贞、白蜡、黄连木、柳树 *Salix babylonica*、夹竹桃 *Nerium indicum*、海滨木槿 *Hibiscus hamabo*、木麻黄 *Casuarina equisetifolia* 和苦楝 *Melia azedarach* 等植物的混交林带，林地

地势较为平坦，其中大叶杨、女贞、白蜡和黄连木受到云斑天牛为害，平均树高约 10 m，平均胸径约 30 cm，林下无其他植被。将采集到的云斑天牛成虫置于捕虫铁丝网内带回室内，室内环境下将其饲养于 120 cm×60 cm×180 cm 的养虫笼内。笼内放有沿海防护林常见树木（大叶杨、女贞、白蜡和黄连木）枝条，室内温度为 24~32 ℃。

临安种群云斑天牛成虫：该种群云斑天牛为 3 a 前来自余姚种群，经历 3 a 临安苗圃地（30°23'N，119°72'E）寄主植物适应和驯化。该地植物种类有白蜡、柳树、桑树 *Morus alba*、苦楝和山核桃 *Carya cathayensis* 等。将采集到的云斑天牛成虫置于捕虫铁丝网内带回室内，室内环境下将其饲养于 120 cm×60 cm×180 cm 的养虫笼内，笼内放有苗圃地常见树木（白蜡、柳树、桑树、苦楝和山核桃）枝条，室内温度为 24~32 ℃。

1.1.2 供试植物 供试植物为白蜡、黄连木、女贞、大叶杨。于 2020 年 7 月采自余姚市沿海防护林。将直径 2 cm 左右的健康枝条和直径 15 cm 左右的树干带回室内，再截成 30 cm，用保鲜膜包裹断面，以减少枝条和树段水分的散失，供取食和产卵试验使用。

1.2 云斑天牛成虫取食试验

1.2.1 无选择性取食试验 选择 3 对余姚种群云斑天牛成虫，饥饿 24 h 后，放入 120 cm×60 cm×180 cm 养虫笼内，笼内 4 个角落放有 4 段同一寄主植物枝条。枝条为 30 cm (长)×2 cm (直径)，试验时间为 48 h，温度为 24~32 ℃，光周期 14 h:10 h (光照:黑暗)。用透明硫酸纸记录枝条上的取食刻痕，用坐标纸测量取食面积。重复 5 次。临安种群云斑天牛成虫无选择性取食试验方法与余姚种群相同。

1.2.2 选择性取食试验 选择 3 对余姚种群云斑天牛成虫，饥饿 24 h 后，放入 120 cm×60 cm×180 cm 养虫笼内，笼内 4 个角落分别放有 4 种寄主植物各 1 段枝条，4 种寄主植物分别为：白蜡、黄连木、女贞、大叶杨。枝条为 30 cm (长)×2 cm (直径)，试验时间为 48 h，温度为 24~32 ℃，光周期为 14 h:10 h (光照:黑暗)。用透明硫酸纸记录枝条上的取食刻痕，用坐标纸测量取食面积。重复 5 次。临安种群云斑天牛成虫选择性取食试验方法与余姚种群相同。

1.3 云斑天牛产卵试验

1.3.1 无选择性产卵试验 将 3 对性成熟的余姚种群云斑天牛成虫放入 120 cm×60 cm×180 cm 的养虫笼，笼中放有单一树种的 3 年生树段 4 段。试验时间为 1 周，温度为 24~32 ℃，光周期为 14 h:10 h (光照:黑暗)。记录刻槽数和产卵数。重复 5 次。临安种群云斑天牛无选择性产卵试验方法与余姚种群相同。

1.3.2 选择性产卵试验 将 3 对性成熟的余姚种群云斑天牛成虫放入 120 cm×60 cm×180 cm 的养虫笼，每个笼中放有 4 个供试树种的 3 年生树段各 1 段。试验时间为 1 周，温度为 24~32 ℃，光周期为 14 h:10 h (光照:黑暗)。记录刻槽数和产卵数。重复 5 次。临安种群云斑天牛选择性产卵试验方法与余姚种群相同。

1.4 数据处理

采用 SPSS 19.0 进行统计分析。对云斑天牛成虫不同寄主植物上取食面积、刻槽数和产卵数进行单因素方差分析 (one-way ANOVA) 和多重比较。多重比较采用 LSD 法， $\alpha=0.05$ 。采用 Origin 软件绘图。

2 试验结果

2.1 云斑天牛成虫取食试验

图 1A 显示：在选择性条件下，余姚种群云斑天牛成虫在黄连木、白蜡、女贞和大叶杨上的取食量分别为 $(1\ 520.00\pm34.79)$ 、 (4.00 ± 1.14) 、 (40.66 ± 3.60) 和 (1.66 ± 0.49) mm²；余姚种群云斑天牛成虫对 4 种植物的取食量差异显著 ($F_{3,16}=1\ 849.70$, $P<0.05$)，对黄连木的取食量显著大于其他 3 种植物。临安种群云斑天牛成虫在黄连木、白蜡、女贞和大叶杨上的取食量分别为 (26.00 ± 2.55) 、 (106.30 ± 5.29) 、 $(1\ 347.33\pm51.95)$ 和 (3.60 ± 0.69) mm²；临安种群云斑天牛成虫对 4 种植物的取食量差异显著 ($F_{3,16}=623.01$, $P<0.05$)，对女贞的取食量显著大于白蜡、黄连木和大叶杨。

图 1B 显示：在无选择性条件下，余姚种群云斑天牛成虫在黄连木、白蜡、女贞和大叶杨上的取食量分别为 $(1\ 815.50\pm42.13)$ 、 (33.75 ± 9.38) 、 (163.25 ± 13.64) 和 0 mm²；余姚种群云斑天牛成虫对 4 种植物

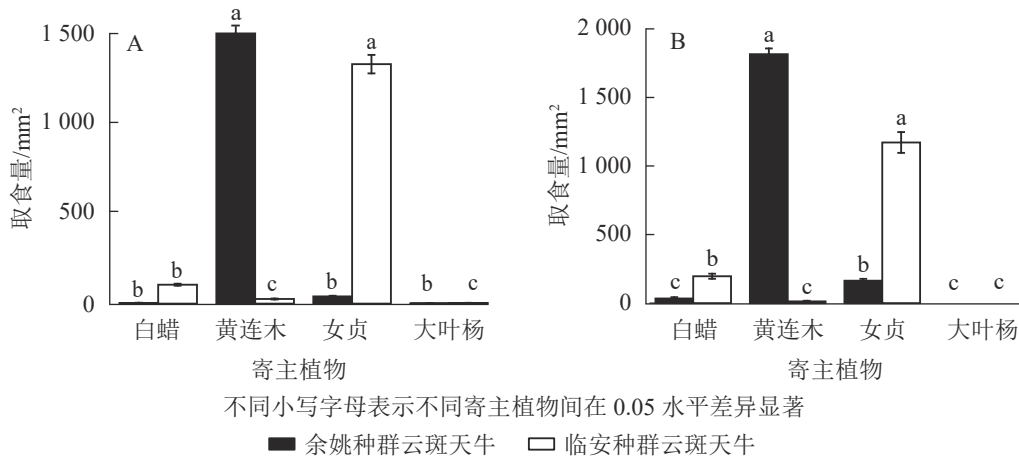


图1 不同种群云斑天牛对不同寄主植物的选择性取食(A)和无选择性取食(B)

Figure 1 Selective feeding (A) and non-selective feeding (B) situation of *B. lineolata* on different host plants

的取食量差异显著 ($F_{3,16}=1\ 504.29, P<0.05$), 对黄连木的取食量显著大于白蜡、女贞和大叶杨。临安种群云斑天牛成虫在黄连木、白蜡、女贞和大叶杨上的取食量分别为 (12.75 ± 4.32) 、 (196.00 ± 19.75) 、 $(1\ 173.00\pm 75.54)$ 和 0 mm^2 , 对4种植物的取食量差异显著 ($F_{3,16}=205.06, P<0.05$), 对女贞的取食量显著大于白蜡、女贞和大叶杨。

2.2 云斑天牛产卵试验

图2A显示: 选择性条件下, 余姚种群云斑天牛成虫在黄连木、白蜡、女贞和大叶杨上的刻槽数分别为 (5.00 ± 0.89) 、 (1.00 ± 0.63) 、 (10.00 ± 1.79) 和 (72.00 ± 5.87) 个, 产卵数分别为 (1.00 ± 0.45) 、0、 (3.00 ± 0.63) 和 (60.00 ± 6.19) 个; 余姚种群云斑天牛成虫在4种植物上的刻槽数和产卵数均差异显著 (刻槽数: $F_{3,16}=115.65, P<0.05$; 产卵数: $F_{3,16}=78.55, P<0.05$), 在大叶杨上的刻槽数和产卵数显著大于其他3种植物。

图2B显示: 无选择性条件下, 余姚种群云斑天牛成虫在黄连木、白蜡、女贞和大叶杨上的刻槽数分别为 (6.00 ± 1.30) 、 (3.00 ± 1.10) 、 (13.00 ± 2.17) 和 (82.00 ± 7.64) 个, 产卵数分别为0、0、 (2.00 ± 0.84) 和 (58.00 ± 5.66) 个; 余姚种群云斑天牛成虫在4种植物上的刻槽数和产卵数均差异显著 (刻槽数: $F_{3,16}=66.60, P<0.05$; 产卵数: $F_{3,16}=100.63, P<0.05$), 在大叶杨上的刻槽数和产卵数显著大于其他3种植物。

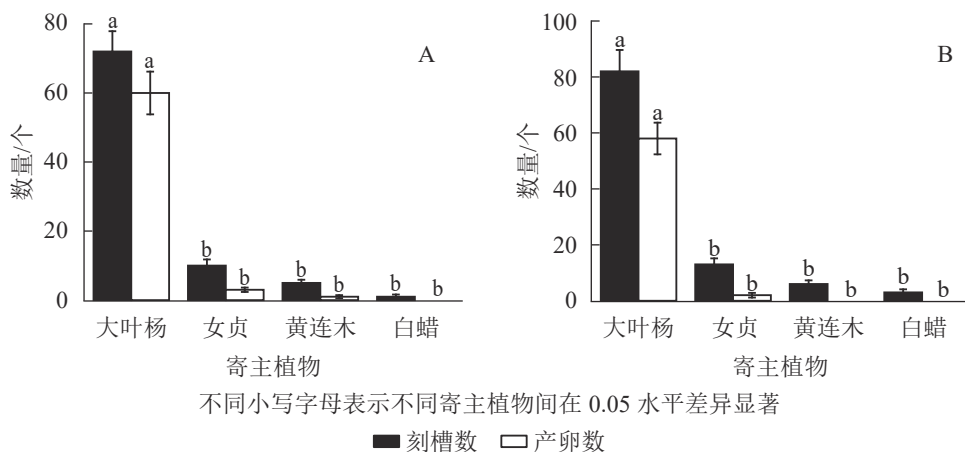


图2 余姚种群云斑天牛对不同寄主植物选择性(A)和无选择性(B)产卵行为

Figure 2 Selective(A) and non-selective(B) oviposition behavior of *B. lineolata* in Yuyao population on different host plants

图3A显示: 选择性条件下, 临安种群云斑天牛成虫在黄连木、白蜡、女贞和大叶杨上的刻槽数分别为 (3.00 ± 0.89) 、 (5.00 ± 0.71) 、 (10.00 ± 1.76) 和 (35.00 ± 5.22) 个, 产卵数分别为 (1.00 ± 0.55) 、 (2.00 ± 1.05) 、 (6.00 ± 1.22) 和 (22.00 ± 4.51) 个; 临安种群云斑天牛成虫在4种植物上的刻槽数和产卵数均差异显著 (刻槽数: $F_{3,16}=22.71, P<0.05$; 产卵数: $F_{3,16}=16.37, P<0.05$), 在大叶杨上的刻槽数和产卵数显著大于其

他 3 种植物。

图 3B 显示：无选择性条件下，临安种群云斑天牛成虫在黄连木、白蜡、女贞和大叶杨上的刻槽数分别为 (3.00 ± 0.89) 、 (10.00 ± 1.90) 、 (13.00 ± 2.30) 和 (30.00 ± 3.85) 个，产卵数分别为 0、 (5.00 ± 2.12) 、 (3.00 ± 0.71) 和 (25.00 ± 3.08) 个；临安种群云斑天牛成虫在 4 种植物上的刻槽数和产卵数均差异显著(刻槽数： $F_{3,16} = 21.44$, $P < 0.05$ ；产卵数： $F_{3,16} = 35.56$, $P < 0.05$)，在大叶杨上的刻槽数和产卵数显著大于其他 3 种植物。

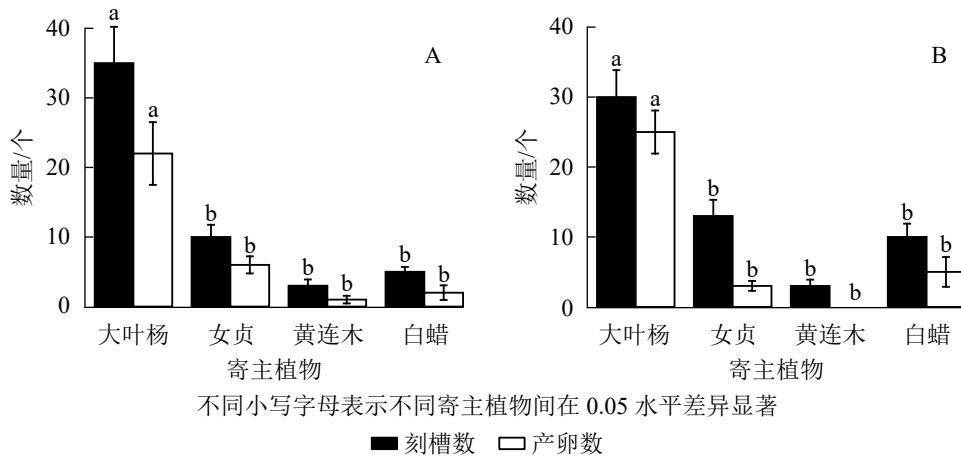


图 3 临安种群云斑天牛对不同寄主植物选择性(A)和无选择(B)产卵行为
Figure 3 Selective(A) and non-selective(B) oviposition behavior of *B. lineolata* in Lin'an population on different host plants

3 结论与讨论

寄主植物对昆虫的取食行为、生长发育和种群繁殖都有重要影响^[17]。昆虫在寄主植物上较短的发育期和较强的繁殖力能反映其对寄主的适应性^[18-19]。本研究结果显示：不同种群云斑天牛对寄主植物的取食存在显著差异，表现出不同的取食偏好性。余姚种群云斑天牛对 4 种寄主植物的取食偏好程度从大到小依次是黄连木、女贞、白蜡、大叶杨，而临安种群云斑天牛则是女贞、白蜡、黄连木、大叶杨。余姚种群云斑天牛和临安种群云斑天牛的产卵偏好性顺序基本一致。余姚种群云斑天牛对 4 种寄主植物的产卵偏好程度从大到小依次是大叶杨、女贞、黄连木、白蜡，而临安种群云斑天牛对 4 种寄主植物的产卵偏好顺序则是大叶杨、女贞、白蜡、黄连木。根据调查，余姚沿海防护林主要植物种类有大叶杨、柳树、黄连木、女贞等 4 个树种，余姚种群云斑天牛成虫聚集在黄连木枝条上取食为害，在大叶杨树干上产卵为害。临安苗圃地植物种类是白蜡树、柳树、桑树、苦楝和山核桃等 5 个树种，临安种群云斑天牛成虫在白蜡树枝条上取食为害，在白蜡树树干上产卵为害。

临安种群云斑天牛在 3 a 前从余姚沿海防护林中采集后，释放到临安苗圃地，已经在临安的寄主植物中驯化和适应了 3 a。本研究结果显示：临安种群云斑天牛取食偏好已经发生了改变，原本喜欢取食黄连木，经过对新寄主植物适应后，喜欢取食女贞。我们推测，云斑天牛经过一定时期的驯化后，为适应生长环境，取食行为会发生改变。林强等^[20]通过研究发现：4 个不同地区茶尺蠖 *Ectropis obliqua* 种群在取食适应性方面存在显著差异。莫让瑜等^[21]通过研究发现：不同地理种群的南方大斑螫 *Mylabris phalerata* 成虫偏嗜的食物种类有差异。

在产卵行为上，2 个种群云斑天牛并没有发生显著的变化。虽然各寄主植物一般都有天牛正常生长发育所必需的营养成分，但其总含量或相对含量则可能存在较大的差异，这种差异性足以影响天牛的正常生长发育或繁衍后代^[15]，同时植食性昆虫的产卵量会随着寄主植物的改变而发生变化^[15, 22]。2 个种群云斑天牛成虫均喜欢在大叶杨上产卵，但不取食大叶杨，说明大叶杨是云斑天牛幼虫的蛀干寄主而不是成虫补充营养寄主。杨洋等^[23]通过试验发现：四川种群云斑天牛对青冈 *Cyclobalanopsis glauca*、桉树 *Eucalyptus*、核桃等 3 种补充营养寄主均有一定取食选择，但对杨树取食为 0。云斑天牛成虫无选择杨树寄主的取食倾向。

综上所述, 经过临安苗圃地不同地理环境寄主植物驯化和适应, 余姚种群云斑天牛为适应新地理环境, 寄主取食行为已经发生改变, 而新寄主植物对云斑天牛的生长发育有何影响有待于进一步研究。产卵行为在不同地理种群间保持了较高的一致性, 说明需要除了满足自身适应性, 还要满足后代对寄主植物的适应性, 同时也体现出多食性昆虫对寄主植物复杂的适应性。植物挥发物是植食性昆虫寻找寄主植物的重要信号物质, 因此, 需要加强对多食性昆虫对寄主植物信号物质复杂的感受机制研究, 为开发云斑天牛引诱剂奠定理论基础。

4 参考文献

- [1] 张智涛, 李建庆, 梅增霞. 危害杨树云斑天牛种群空间分布的地统计学分析[J]. 滨州学院学报, 2017, **33**(4): 92 – 96.
ZHANG Zhitao, LI Jianqing, MEI Zengxia. Geostatistical analysis on spatial distribution pattern for *Batocera lineolate* (Coleoptera: Cerambycidae) population in poplar [J]. *J Binzhou Univ*, 2017, **33**(4): 92 – 96.
- [2] 梁潇予. 云斑天牛对补充营养寄主的选择性研究[D]. 成都: 四川农业大学, 2007.
LIANG Xiaoyu. *Selective Study on the Supplementary Nutrient Host of Cerambycidae*[D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University, 2007.
- [3] 李建庆, 杨忠岐, 梅增霞, 等. 云斑天牛的风险分析及其防控对策[J]. 林业科学研究, 2009, **22**(1): 148 – 153.
LI Jianqing, YANG Zhongqi, MEI Zengxia, et al. Pest risk analysis and control countermeasure of *Batocera horsfieldi* [J]. *For Res*, 2009, **22**(1): 148 – 153.
- [4] 王保新, 杨桦, 杨伟, 等. 云斑天牛对 10 种植物挥发物的 EAG 和行为反应[J]. 应用昆虫学报, 2014, **51**(2): 481 – 489.
WANG Baoxin, YANG Hua, YANG Wei, et al. EAG and behavioral responses of *Batocera lineolate* Chevrolat (Coleoptera: Cerambycidae) to ten plant volatiles [J]. *Chin J Appl Entomol*, 2014, **51**(2): 481 – 489.
- [5] 刘风华, 王新亮, 刘涛, 等. 云斑天牛的危害及防治技术[J]. 安徽农业科学, 2014, **42**(23): 7814 – 7816.
LIU Fenghua, WANG Xinliang, LIU Tao, et al. Biological characters and control of *Batocera horsfieldi* (Hope) [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2014, **42**(23): 7814 – 7816.
- [6] 周天牧, 陈建群, 张鹏飞, 等. 4 种抗虫性植物水提物对棉蚜取食行为的影响[J]. 植物保护学报, 2004, **31**(3): 252 – 258.
ZHOU Tianmu, CHEN Jianqun, ZHANG Pengfei, et al. The influence of four kinds of plant aqueous extracts on the feeding behaviors of *Aphids gossypii* [J]. *Acta Phytophy Sin*, 2004, **31**(3): 252 – 258.
- [7] JALLOW M, ZALUCKI M P. Within-and between-population variation in host-plant preference and specificity in Australian *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. *Aust J Zool*, 1996, **44**(5): 503 – 519.
- [8] DUS M, MIN S, KEENE A C, et al. Taste-independent detection of the caloric content of sugar in *Drosophila* [J]. *PNAS*, 2011, **108**(28): 11644 – 11649.
- [9] HOLLAND J N, BUCHANAN A L, LOUBEAU R. Oviposition choice and larval survival of an obligately pollinating granivorous moth [J]. *Evol Ecol Res*, 2004, **6**(4): 607 – 618.
- [10] RIGSBY C M, MUILENBURG V, TARPEY T, et al. Oviposition preferences of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) for different ash species support the mother knows best hypothesis [J]. *Ann Entomol Soc Am*, 2014, **107**(4): 773 – 781.
- [11] 向玉勇, 刘同先, 张世泽. 植物挥发物在植食性昆虫寄主选择行为中的作用及应用[J]. 安徽农业科学, 2015, **43**(28): 92 – 94, 183.
XIANG Yuyong, LIU Tongxian, ZHANG Shize. Effect and application of plant volatiles on host selecting behavior of phytophagous insects [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2015, **43**(28): 92 – 94, 183.
- [12] 尹姣. 草地螟的寄主植物选择对其种群增长的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2001.
YIN Jiao. *The Population Growth of Meadow Moth, *Loxostege sticticalis*, as Affected by Host Plant Preference*[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2001.
- [13] 李超, 程登发, 郭文超, 等. 不同寄主植物对马铃薯甲虫的引诱作用[J]. 生态学报, 2013, **33**(8): 2410 – 2415.
LI Chao, CHENG Dengfa, GUO Wenchao, et al. Attraction effect of different host-plant to Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* [J]. *Acta Ecol Sin*, 2013, **33**(8): 2410 – 2415.
- [14] 朱林慧, 段慧娟, 方小英, 等. 核桃云斑天牛成虫取食和产卵寄主选择的初步研究[J]. 农业研究与应用, 2019, **32**(4): 1 – 4.

- ZHU Linhui, DUAN Huijuan, FANG Xiaoying, *et al.* Preliminary study on host selection for feeding and oviposition of adult *Batocera horsfieldi* on Walnut [J]. *Agric Res Appl*, 2019, **32**(4): 1 – 4.
- [15] 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.
GAO Ruitong, WANG Hongqian, XU Bangxin, *et al.* Study on the habit of absorbing replenishing nutrition of *Batocera horsfieldi* and its relation with the host tree [J]. *For Res*, 1995, **8**(6): 619 – 623.
- [16] 钱范俊, 袁俊杰, 叶中亚, 等. 云斑天牛成虫补充营养源对扩散危害影响的研究[J]. 中南林学院学报, 1996, **16**(2): 2 – 64.
QIAN Fanjun, YUAN Junjie, YE Zhongya, *et al.* Study of the influence of adult supplementary nutrition on the spread and oviposition of *Batocera horsfieldi* [J]. *J Cent South Univ For Technol*, 1996, **16**(2): 2 – 64.
- [17] 钦俊德. 植食性昆虫的食性和营养[J]. 昆虫学报, 1962, **11**(2): 169 – 185.
QIN Junde. Host specificity and nutrition of phytophagous insects [J]. *Acta Entomol Sin*, 1962, **11**(2): 169 – 185.
- [18] 李小珍, 刘映红, 田艳. 6 种寄主植物对二点叶蝉生长发育和繁殖的影响[J]. *应用生态学报*, 2004, **14**(8): 1431 – 1434.
LI Xiaozhen, LIU Yinhong, TIAN Yan. Effects of six host plants on the development and fecundity of *Cicadulina bipunctella* [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2004, **14**(8): 1431 – 1434.
- [19] MOREAU J, BENREY B, THIÉRY D. Grape variety affects larval performance and also female reproductive performance of the European grapevine moth *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) [J]. *Bull Entomol Res*, 2006, **96**(2): 205 – 212.
- [20] 林强, 郑吉澍, 李平, 等. 食物对 4 个茶尺蠖地理种群发育和生殖的影响[J]. *应用昆虫学报*, 2015, **52**(4): 951 – 959.
LIN Qiang, ZHENG Jishu, LI Ping, *et al.* The effect of food on the development and reproduction of 4 geographic populations of *Ectropis oblique* Prout [J]. *Chin J Appl Entomol*, 2015, **52**(4): 951 – 959.
- [21] 莫让瑜, 孙年喜, 彭锐. 南方大斑蝥不同地理种群成虫的食物偏嗜性研究[J]. 中国中药杂志, 2014, **39**(22): 4293 – 4296.
MO Rangyu, SUN Nianxi, PENG Rui. Study on preferred food of adult *Mylabris phalerata* in different geographical populations [J]. *China J Chin Met Med*, 2014, **39**(22): 4293 – 4296.
- [22] 匡先钜, 戈峰, 薛芳森. 环境因素和个体差异对雌虫产卵量的影响[J]. 环境昆虫学报, 2016, **38**(6): 1275 – 1281.
KUANG Xianju, GE Feng, XUE Fangsen. Influence of environmental factors and individual differences to female fecundity in insect [J]. *J Environ Entomol*, 2016, **38**(6): 1275 – 1281.
- [23] 杨洋. 云斑天牛补充营养的寄主选择性与嗅觉基因表达差异分析[D]. 成都: 四川农业大学, 2017.
YANG Yang. *Preference for Feeding Plants and Analysis of Different Expression of Olfactory Genes of Batocera lineolate*[D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University, 2017.