

5 种竹子对黄脊竹蝗生长发育和取食选择的影响

李志红^{1,2}, 滕莹³, 张威^{1*}, 方林鑫¹, 舒金平¹, 王浩杰¹

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 杭州 311400; 2. 南京林业大学, 南京 210037;

3. 杭州市富阳区农业林业资源保护中心, 杭州 311400)

摘要 为明确寄主植物对黄脊竹蝗 *Ceracris kiangsu* 生长发育及取食选择的影响, 采用毛竹 *Phyllostachys edulis*、苦竹 *Pleioblastus amarus*、大叶箬竹 *Indocalamus tessellatus*、铺地竹 *Pleioblastus argenteostriatus* 和靛竹 *Sasaella glabra* f. *albostrciata* 单寄主饲养黄脊竹蝗初孵若虫至成虫, 分别测定取食 5 种竹子的黄脊竹蝗 1~5 龄若虫和成虫的死亡率, 若虫的发育历期, 成虫的体重和寿命, 并测定了黄脊竹蝗不同发育阶段对 5 种竹子的取食选择。结果表明, 黄脊竹蝗 1、2 龄若虫取食大叶箬竹的死亡率最高; 3~5 龄若虫取食铺地竹的死亡率最高, 尤其是 4、5 龄若虫死亡率显著高于取食其余 4 种寄主; 成虫期取食 5 种竹子的死亡率则无显著差异; 黄脊竹蝗若虫取食不同竹子的总发育历期存在显著差异, 其中取食毛竹的发育历期最短。发育至成虫后, 毛竹处理组的黄脊竹蝗雌、雄成虫体重均为最高, 靛竹处理组雌虫体重最低, 铺地竹处理组雄虫体重最低, 两处理组成虫体重均显著小于毛竹处理组; 取食 5 种竹子的黄脊竹蝗雌、雄成虫寿命均无显著差异。取食选择试验结果显示, 黄脊竹蝗若虫阶段对不同寄主的取食选择存在显著差异, 对毛竹的选择率明显高于其余寄主, 但进入成虫期后, 对各个寄主取食选择率差异不显著。研究表明, 5 种竹子对黄脊竹蝗的死亡率、发育历期、体重及若虫取食选择有显著影响, 黄脊竹蝗在 5 种供试竹子上均能完成生长发育, 但在毛竹上的适应性较好, 对其个体发育有利。

关键词 黄脊竹蝗; 寄主植物; 龄期; 取食选择; 生长发育

中图分类号: S 763.31 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2022091

Effects of five bamboo plants on the development and feeding preference of the yellow-spined bamboo locust, *Ceracris kiangsu*

LI Zhihong^{1,2}, TENG Ying³, ZHANG Wei^{1*}, FANG Linxin¹, SHU Jinping¹, WANG Haojie¹

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Hangzhou 311400, China;

2. Nanjing University of Forestry, Nanjing 210037, China; 3. Agricultural and Forestry Resource Protection Center of Fuyang District, Hangzhou City, Hangzhou 311400, China)

Abstract To determine the effects of host plants on the development and feeding preference of *Ceracris kiangsu*, we studied the effects of feeding on five bamboo plants, including *Phyllostachys edulis*, *Pleioblastus amarus*, *Indocalamus tessellatus*, *Pleioblastus argenteostriatus* and *Sasaella glabra* f. *albostrciata*, on the mortality, developmental duration, the lifespan and weight of *C. kiangsu*, and tested the feeding preference of the *C. kiangsu* at different developmental stages. The 1st- and 2nd- instar nymphs feeding on *I. tessellatus* showed the highest mortality, and the 3rd- to 5th- instar nymphs feeding on *P. argenteostriatus* had significantly higher mortality, especially the mortalities of the 4th- and 5th-instar nymphs were significant higher than that on the other four host plants, but there were no significant differences in mortalities of adults. The nymphal developmental duration was significantly different when the *C. kiangsu* was reared with different test plants, and the developmental duration of the nymph feeding on *P. edulis* was shortest. The weight of *C. kiangsu* female and male adults feeding on *P. edulis* was the heighest. The lowest body weight of female and male adults was observed in the *S. glabra* f. *albostrciata* treatment and the *P. argenteostriatus* treatment, respectively, both of which were

收稿日期: 2022-02-22 修订日期: 2022-04-29

基金项目: 国家自然科学基金(31670660)

* 通信作者 E-mail: zwlzhi@126.com

significantly lower than that in the *P. edulis* treatment. The adult lifespan (female and male) of *C. kiangsu* showed no significant difference when they were reared with different bamboo plants. The results of the feeding preference experiments showed that *C. kiangsu* nymphs were significantly different in their feeding preference to different host plants, exhibiting a preference for *P. edulis*. However, *C. kiangsu* adults showed no significant feeding preference among the five bamboo plants. In the present study, we found that different bamboo plants had a significant influence on the mortality, developmental duration, weight and nymphal feeding preference of *C. kiangsu*. It was able to complete growth and development on each of the five bamboo plants successfully, but preferred to feed on *P. edulis*, which was beneficial to individual development and reproduction.

Key words *Ceracris kiangsu*; host plant; instar; feeding preference; development

黄脊竹蝗 *Ceracris kiangsu* 属直翅目 Orthoptera 丝竹蝗科 Oedipodidae 竹蝗属 *Ceracris*, 是我国最早有记载的森林害虫, 主要为害竹子等禾本科植物, 在我国南方和东南亚竹区广为分布^[1]。黄脊竹蝗是发生最为猖獗的竹子害虫之一, 若虫和成虫取食竹叶, 受害竹林如同火烧一般, 导致严重减产或毁林。其暴发频繁、发生面积广、为害重、防治困难, 是我国第二大竹林害虫^[2]。近年来, 黄脊竹蝗持续频繁发生, 2013 年仅湖南省黄脊竹蝗发生面积超 2 万 hm^2 , 造成林农直接经济损失数千万元^[3]。2020 年, 黄脊竹蝗从老挝入侵我国云南为害, 发生面积 1 万余 hm^2 , 严重影响了农林正常生产^[4]。多年的监测数据显示, 黄脊竹蝗在广东、湖南两地持续为害, 在重庆、广西、浙江等地零星发生, 但这种格局的形成机理尚不清晰。

害虫的发生对寄主、生境及自身种群遗传等因素具有高度敏感性^[5]。研究表明, 我国黄脊竹蝗不同地理种群间遗传分化不显著, 遗传变异不是造成黄脊竹蝗在不同地区为害程度差异的原因^[6]。同时大量研究表明, 取食不同寄主植物对植食性昆虫的生长发育、繁殖及其生活史有显著影响^[7-8]。在可选择的情况下, 植食性昆虫往往选择对其生长发育最优的寄主植物^[9-10]。黄脊竹蝗在湖南(取食毛竹 *Phyllostachys edulis*)和广东(取食青皮竹 *Bambusa textilis*)两地常年高密度发生, 而在其他竹种林分内发生较少, 寄主可能在这一过程中发挥着关键作用。研究表明, 黄脊竹蝗成虫对不同寄主存在显著的取食选择差异, 嗜好毛竹^[11], 且取食毛竹和玉米 *Zea mays* 的成虫单雌产卵量显著高于取食芒草 *Miscanthus sinensis*^[12]。

本研究测定了取食毛竹等 5 种不同竹子对黄脊竹蝗若虫和成虫生长发育的影响以及黄脊竹蝗在不

同发育阶段对寄主的取食选择特性, 探究不同寄主植物对黄脊竹蝗生长发育的影响, 为揭示寄主植物在黄脊竹蝗灾变过程中的作用提供重要信息。

1 材料与方法

1.1 供试种群

2020 年 3 月, 在湖南省益阳市桃江县黄脊竹蝗暴发地区采集其卵 2.0 kg(约有卵 15 万粒), 于浙江省杭州市富阳区亚热带林业研究所养虫室内, 平均温度(25 ± 2) $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度(60 ± 10)%条件下孵化。卵孵化后, 将同日龄初孵若虫放入养虫笼($100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm}$, 60 目尼龙网)中, 并将长势良好、无病虫害的 5 种供试寄主分别放入笼内供其取食, 每种寄主 10 笼, 每笼不低于 100 头初孵若虫, 依据若虫取食情况不定期更换寄主, 保证笼内寄主植物充足, 3 龄后分笼调整种群密度, 每笼 20 头, 直至成虫羽化。所饲养的不同龄期若虫和成虫用于后续试验。供试寄主分别为毛竹、大叶箬竹 *Indocalamus tessellatus*、苦竹 *Pleioblastus amarus*、铺地竹 *Pleioblastus argenteostriatus* 和靛竹 *Sasaella glabra* f. *albostrigata*。各供试寄主竹子为种子培育的两年生幼苗, 种植于直径 20 cm、高 25 cm 的塑料花盆中, 大棚内自然化管理。

1.2 取食不同寄主的黄脊竹蝗死亡率测定

黄脊竹蝗若虫共有 5 个龄期, 自 1 龄若虫到成虫, 每一阶段从不同寄主饲养的同日龄种群中各选取 10 头, 分别置于 1 个小型养虫笼中($30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$, 60 目尼龙网), 同时将 1 盆与原饲养寄主相同的新鲜寄主分别放置于对应养虫笼内, 观察记录不同寄主饲养的黄脊竹蝗各阶段的死亡情况; 成虫死亡率统计时间为羽化期到交配前期。每个寄主 10 个重复。

1.3 不同寄主上黄脊竹蝗若虫发育历期测定

参考张守科等^[13]自制的竹蝗饲养装置,从每种寄主饲养的种群中选择各龄期首日龄若虫 30 头,用不同寄主单头饲养。统计每头若虫发育至下一龄期时间。在统计过程中出现若虫死亡,及时补充同日龄若虫。

1.4 不同寄主饲养的黄脊竹蝗成虫体重和寿命测定

从不同寄主饲养的黄脊竹蝗种群中分别选择 100 头饲养了 56 d、无损伤的 5 龄若虫,置于养虫笼(100 cm×100 cm×100 cm,60 目尼龙网)内饲养,每种寄主 1 笼,共 5 笼。进入羽化期后,将成功羽化的成虫立即分离,进行单头饲养(寄主与若虫期一致)。单独记录黄脊竹蝗每头雌、雄虫羽化和自然死亡的时间,羽化当日体重,分析寄主对黄脊竹蝗成虫体重和寿命的影响。

1.5 黄脊竹蝗对供试 5 种竹子的取食选择试验

试验分别在黄脊竹蝗 3 龄、5 龄若虫(每龄 10 头)和成虫阶段(雌雄虫各 5 头)进行。将 5 种不同竹子,每种 1 盆按圆形等距随机摆放于 100 cm×100 cm×100 cm 的养虫笼内,盆栽寄主间隔约 30 cm(图 1)。为避免单一寄主饲养的竹蝗对试验的影响,在不同寄主饲养的黄脊竹蝗种群中选择同日龄黄脊竹蝗,每个寄主黄脊竹蝗种群中选择 2 头,共 10 头,试验前进行 24 h 的饥饿处理,于 8:00 在养虫笼中心位置释放,处理时间为 8:00—12:00。每个龄期进行 6 组独立重复试验,每次各寄主的排列顺

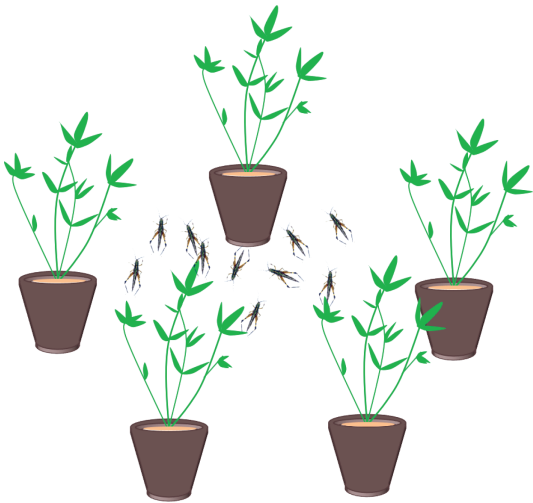


图 1 黄脊竹蝗对 5 种竹子取食偏好试验
Fig. 1 Experimental design for testing the feeding preference of *Ceracris kiangsu* to five bamboo plants

序随机,分别在试验开始后 2 h 和 4 h 观察在不同寄主上取食的黄脊竹蝗数量。

选择率 = $NL_i / (NT - NO) \times 100\%$, 其中, NL_i : 在第 i 种供试寄主上取食的黄脊竹蝗数量, i 表示寄主种类; NT : 供试的黄脊竹蝗总数; NO : 未做出取食选择的黄脊竹蝗数量。

1.6 数据统计分析

黄脊竹蝗取食不同寄主的死亡率、发育历期、体重和寿命以及在不同寄主间取食选择率的差异显著性采用单因素方差分析(One way ANOVA),平均数差异显著性采用最小显著极差法(LSD)。百分比数据采用反正弦转换。统计计算利用 SPSS 20.0 软件进行。

2 结果与分析

2.1 寄主植物对黄脊竹蝗死亡率的影响

黄脊竹蝗同一发育阶段,取食不同竹子的死亡率存在差异,死亡率随着龄期增加而降低(图 2,表 1)。取食大叶箬竹、苦竹的 1 龄若虫和取食大叶箬竹的 2 龄若虫死亡率在 5 种寄主中均最高;3~5 龄若虫均以取食铺地竹时死亡率最高,尤其是 4 龄和 5 龄若虫的死亡率显著高于取食其他寄主植物,取食其他寄主的黄脊竹蝗死亡率之间则无显著差异。羽化为成虫后,取食各寄主的黄脊竹蝗死亡率无显著差异。此外,黄脊竹蝗跳蝻期(1、2 龄若虫)死亡率在整个发育历期中最高,成虫阶段死亡率最低。

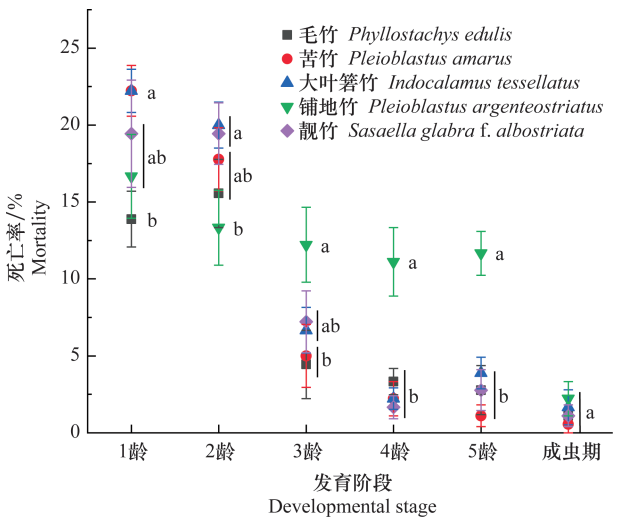


图 2 黄脊竹蝗在 5 种竹子上的死亡率
Fig. 2 Mortalities of *Ceracris kiangsu* fed on five bamboo plants

表 1 黄脊竹蝗死亡率方差分析

Table 1 ANOVA analysis of mortalities of *Ceracris kiangsu*

发育阶段 Developmental stage		变异来源 Origin of variation	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
1 龄若虫	1st-instar nymph	处理间	4	2. 873	0. 033
		误差	45		
2 龄若虫	2nd-instar nymph	处理间	4	2. 597	0. 049
		误差	45		
3 龄若虫	3rd-instar nymph	处理间	4	2. 665	0. 044
		误差	45		
4 龄若虫	4th-instar nymph	处理间	4	10. 115	<0. 001
		误差	45		
5 龄若虫	5th-instar nymph	处理间	4	11. 638	<0. 001
		误差	45		
成虫	Adult	处理间	4	0. 624	0. 648
		误差	45		

2. 2 寄主植物对黄脊竹蝗若虫发育历期的影响

黄脊竹蝗 1~5 龄若虫取食 5 种竹子的发育历期存在差异,取食毛竹的发育历期最短。1 龄若虫取食大叶箬竹时发育历期最长,显著高于取食毛竹、

靓竹和铺地竹;2 龄若虫取食毛竹时发育历期最短,显著低于取食其他寄主;3 龄若虫取食大叶箬竹的时发育历期最长,取食毛竹时历期最短,但差异不显著;4 龄若虫以取食毛竹的发育历期最短,显著低于取食靓竹和苦竹;5 龄若虫在各个寄主间的发育历期均无显著差异;从整个若虫发育历期看,取食毛竹的最短,为 57 d;其次是取食铺地竹的若虫(61. 7 d),而取食苦竹和大叶箬竹的若虫发育历期均为 63 d(表 2)。

2. 3 寄主植物对黄脊竹蝗成虫体重和寿命的影响

5 种竹子对黄脊竹蝗成虫体重有显著影响。雌成虫以取食毛竹者最重(0. 72 g),体重由大到小依次为取食毛竹>大叶箬竹>苦竹>铺地竹>靓竹,雄成虫同样以取食毛竹的最重(0. 42 g),体重由大到小依次为取食毛竹>靓竹>大叶箬竹>苦竹>铺地竹。无论雌虫或雄虫,取食不同寄主对成虫寿命影响不大。

表 2 黄脊竹蝗若虫在 5 种竹子上的发育历期¹⁾

Table 2 Developmental durations of *Ceracris kiangsu* nymphs on five bamboo plants

竹子种类 Bamboo species	不同龄期若虫的发育历期/d Developmental duration of nymph at different stages					总若虫期 Total nymphal duration
	1 龄	2 龄	3 龄	4 龄	5 龄	
	1st instar	2nd instar	3rd instar	4th instar	5th instar	
毛竹 <i>Phyllostachys edulis</i>	(8. 3±0. 3)b	(11. 7±0. 3)b	12. 3±0. 6	(13. 0±0. 3)b	12. 3±0. 6	(57. 0±1. 3)b
苦竹 <i>Pleioblastus amarus</i>	(9. 3±0. 6)ab	(13. 3±0. 2)a	13. 2±0. 5	(14. 5±0. 2)a	13. 3±0. 4	(63. 0±0. 9)a
大叶箬竹 <i>Indocalamus tessellatus</i>	(10. 3±0. 8)a	(12. 7±0. 2)a	14. 0±0. 5	(13. 8±0. 3)ab	13. 2±0. 5	(63. 3±1. 0)a
铺地竹 <i>Pleioblastus argenteostriatus</i>	(8. 8±0. 2)b	(13. 3±0. 4)a	13. 7±0. 6	(13. 5±0. 4)b	13. 0±0. 4	(61. 7±1. 2)a
靓竹 <i>Sasaella glabra</i> f. <i>albostrciata</i>	(8. 8±0. 3)b	(13. 2±0. 3)a	13. 5±0. 4	(14. 0±0. 3)a	13. 8±0. 3	(62. 3±0. 5)a
方差分析结果参数 Parameters of ANOVA	$F_{4,145}=3. 277$ $P=0. 013$	$F_{4,145}=4. 884$ $P=0. 001$	$F_{4,145}=1. 712$ $P=0. 150$	$F_{4,145}=3. 402$ $P=0. 011$	$F_{4,145}=1. 622$ $P=0. 172$	$F_{4,145}=6. 655$ $P<0. 001$

1) 表中数据为平均值±标准误。同列不同字母表示差异显著($P < 0. 05$)。下同。
Data in the table are mean±SE. Different letters in the same column indicate significant differences at 0. 05 level. The same applies below.

表 3 黄脊竹蝗成虫在 5 种竹子上的体重和寿命

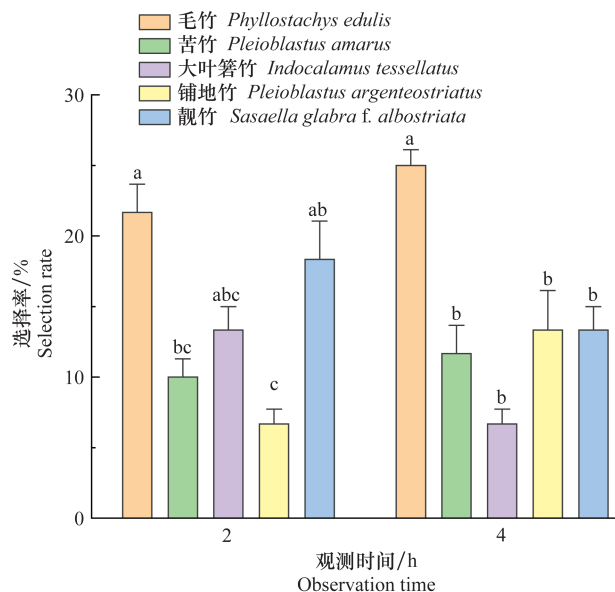
Table 3 Life span and weight of *Ceracris kiangsu* adults on five bamboo plants

竹子种类 Bamboo species	雌虫 Female			雄虫 Male		
	数量/头 Number of adult	体重/g Weight	寿命/d Life span	数量/头 Number of adult	体重/g Weight	寿命/d Life span
毛竹 <i>Phyllostachys edulis</i>	65	(0. 72±0. 02)a	69. 9±0. 8	45	(0. 42±0. 01)a	53. 8±0. 4
苦竹 <i>Pleioblastus amarus</i>	51	(0. 65±0. 02)b	70. 6±0. 4	52	(0. 37±0. 02)bc	53. 6±0. 6
大叶箬竹 <i>Indocalamus tessellatus</i>	52	(0. 70±0. 02)a	69. 1±0. 8	54	(0. 38±0. 01)bc	53. 8±0. 8
铺地竹 <i>Pleioblastus argenteostriatus</i>	47	(0. 64±0. 02)b	69. 6±0. 7	52	(0. 36±0. 01)c	53. 6±0. 5
靓竹 <i>Sasaella glabra</i> f. <i>albostrciata</i>	70	(0. 63±0. 02)b	69. 9±0. 5	45	(0. 39±0. 01)ab	52. 5±0. 4
方差分析结果 Parameters of ANOVA		$F_{4,280}=7. 694$ $P<0. 001$	$F_{4,280}=0. 597$ $P=0. 665$		$F_{4,243}=5. 206$ $P<0. 001$	$F_{4,243}=0. 814$ $P=0. 518$

2.4 黄脊竹蝗取食选择特性

2.4.1 黄脊竹蝗3龄若虫的取食选择

黄脊竹蝗3龄若虫对5种寄主的取食选择存在显著差异(2 h: $F_{4,25} = 2.991, P = 0.038$; 4 h: $F_{4,25} = 3.310, P = 0.026$),在5种供试寄主中偏好毛竹(图3)。3龄若虫对不同寄主的选择因取食时间发生变化,在2 h时对叶片的选择率依次为:毛竹>靛竹>大叶箬竹>苦竹>铺地竹;在4 h时,3龄若虫对毛竹的选择率上升,对其余4种寄主的选择率则无显著差异。



不同字母表示同一观测时间内黄脊竹蝗若虫对5种竹子的取食选择率差异显著($P < 0.05$)。下同。

Different letters at the same observation time point indicate significant differences in feeding preference to five bamboo plants at 0.05 level. The same applies below.

图3 黄脊竹蝗3龄若虫对5种竹子的取食选择性

Fig. 3 Feeding preference of the 3rd-instar nymphs of *Ceracris kiangsu* to five bamboo plants

2.4.2 黄脊竹蝗5龄若虫的取食选择

黄脊竹蝗5龄若虫对5种寄主的取食选择同样存在显著差异(2 h: $F_{4,25} = 4.167, P = 0.01$; 4 h: $F_{4,25} = 2.767, P = 0.05$)。2 h时,黄脊竹蝗5龄若虫对毛竹选择率最高,与苦竹、铺地竹和靛竹存在显著差异;4 h时,对毛竹与铺地竹选择率最高,两者显著高于对靛竹的选择率(图4)。

2.4.3 黄脊竹蝗成虫的取食选择

放置不同寄主后2 h,黄脊竹蝗成虫对5种竹子的取食选择存在显著差异($F_{4,25} = 3.211, P = 0.029$),其中对毛竹的选择率最高,对靛竹的选择率

最低,对毛竹、苦竹两种寄主植物的选择率与靛竹之间存在显著差异;放置不同寄主后4 h,黄脊竹蝗成虫对5种竹子的选择率呈现大叶箬竹>苦竹>毛竹=靛竹>铺地竹的规律,但差异不显著($F_{4,25} = 0.782, P = 0.548$)(图5)。

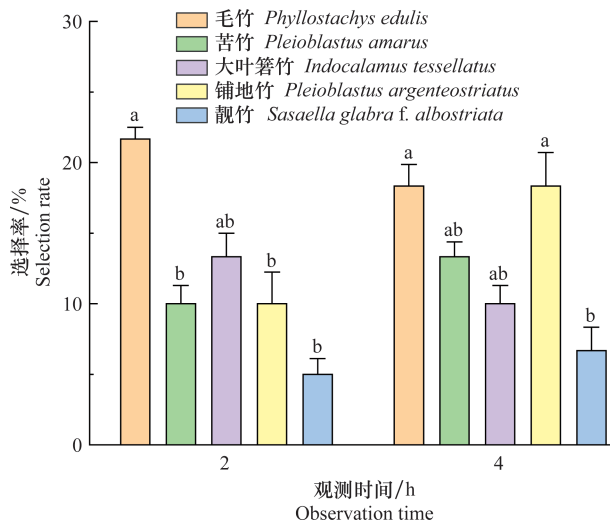


图4 黄脊竹蝗5龄若虫对5种竹子的取食选择性

Fig. 4 Feeding preference of the 5th-instar nymphs of *Ceracris kiangsu* to five bamboo plants

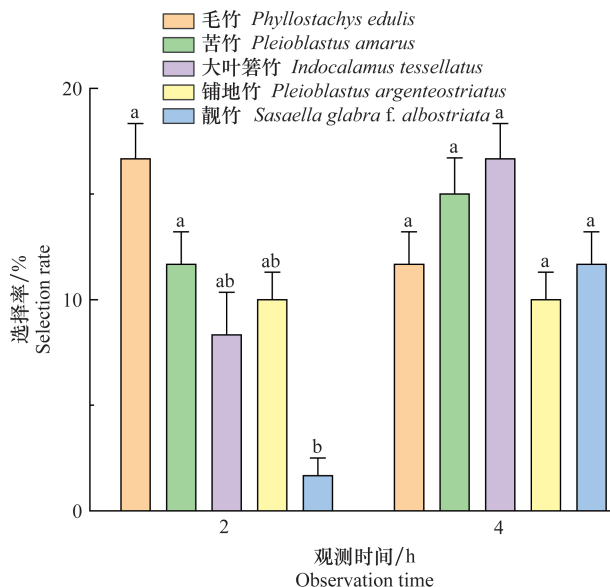


图5 黄脊竹蝗成虫对5种竹子的取食选择性

Fig. 5 Feeding preference of *Ceracris kiangsu* adults to five bamboo plants

3 结论与讨论

寄主植物的营养是影响昆虫生长发育及种群繁衍的重要因素^[14],植食性昆虫完成正常生长发育和

生殖需要寻找合适的寄主植物并获取足够的营养物质^[15-16],对寡食性昆虫尤为重要。例如,红棕象甲 *Rhynchophorus ferrugineus* 在加拿利海枣 *Phoenix canariensis* 和大丝葵 *Washingtonia robusta* 上发育历期短于其他寄主^[17];相比金针菇 *Flammulina velutipes*,异迟眼蕈蚊 *Bradysia difformis* 幼虫在平菇 *Pleurotus ostreatus* 和香菇 *Lentinus edodes* 上的发育历期、存活率等指标有明显优势^[18]。我们研究发现,主要取食竹类植物的黄脊竹蝗在供试的 5 种不同竹子(隶属于 5 属)上均能顺利完成生长发育,羽化为成虫,但不同竹种对黄脊竹蝗若虫及成虫死亡率(图 2)、若虫发育历期(表 2)、成虫体重(表 3)等均存在一定的影响,这可能与不同竹种的营养状况及理化性状相关,后续研究将进一步分析不同竹种竹叶理化性状及营养物质与黄脊竹蝗发育的关系,以揭示影响黄脊竹蝗发育的关键因素。

取食量、发育历期及死亡率等参数是植食性昆虫对寄主适应性及寄主适合度的重要表征^[19-21]。本研究通过测定毛竹、苦竹、大叶箬竹、靛竹和铺地竹对黄脊竹蝗生长发育的影响,发现 1~2 龄跳蝻对寄主的适应性较弱,无论取食何种寄主,死亡率均较高,但与其他寄主相比较,取食毛竹的死亡率较低(图 2);发育到 3~5 龄的若虫,死亡率明显降低,但取食铺地竹的若虫死亡率显著高于其他寄主。可见,随着虫龄的增大,黄脊竹蝗对寄主的适应性明显提升,但 5 种竹子中对铺地竹的适应性最弱(图 2)。相比其他竹种,取食毛竹的黄脊竹蝗发育历期显著缩短,且取食毛竹的雌、雄成虫的体重最重,可见供试寄主植物中,毛竹对黄脊竹蝗的适合度最高。基于成虫取食量,张守科等^[11]将不同竹种寄主划分为黄脊竹蝗的嗜好寄主和普通寄主,其结果表明毛竹是黄脊竹蝗成虫嗜好寄主,适合性最好。本研究利用不同竹种自若虫到成虫饲养黄脊竹蝗,结果也显示毛竹最适合黄脊竹蝗取食。

植食性昆虫在不同发育阶段会存在不同的取食选择^[22-23]。甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* 低龄幼虫对豇豆 *Vigna unguiculata*、玉米和黄瓜 *Cucumis sativus* 的选择性较强,而高龄幼虫则对辣椒的选择性较强^[24];亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* 初孵幼虫与 3 龄幼虫取食偏好基本一致,而 5 龄幼虫则无选择性,取食表现为随机性^[25];本文中黄脊竹蝗 3

龄、5 龄若虫和成虫的取食选择试验呈现出不同的结果,虽然对毛竹均有明显的选择偏好,但若虫期和成虫期的取食偏好却有较大不同,这与许多研究证实植食性昆虫成虫的偏好寄主与幼虫期不一致的结论相吻合^[26-27]。这可能与昆虫不同发育阶段对营养的需求及寄主适应能力不同有关。

研究表明,黄脊竹蝗不同发育阶段对不同竹种的取食偏好不同,且取食不同寄主对其发育历期和若虫期死亡率有显著影响,其中毛竹是黄脊竹蝗(若虫和成虫)最为偏好、适合度最高的寄主植物。因而,在进行黄脊竹蝗发生测报时需充分考虑毛竹等竹种对其种群增长的影响,同时可通过调控毛竹等嗜好寄主的种植面积来降低黄脊竹蝗暴发的风险。

参考文献

- [1] 涂雄兵,杜桂林,柴守权,等. 我国及毗邻国家重要蝗虫迁飞规律[J]. 植物保护学报, 2022, 49(1): 125-130.
- [2] 徐天森,王浩杰. 中国竹子主要害虫[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004: 54-55.
- [3] 舒金平,叶碧欢,吴小双,等. 竹子害虫及其防治技术研究进展[J]. 世界林业研究, 2015, 28(4): 50-57.
- [4] 卓富彦,朱景全,任彬元,等. 2020 年云南省黄脊竹蝗发生防控初报[J]. 中国植保导刊, 2020, 40(8): 60-62.
- [5] LIU Zhudong, LI Dianmo, GONG Peiyu, et al. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants [J]. Environmental Entomology, 2004, 33(6): 1570-1576.
- [6] FAN Zhou, JIANG Guofang, LIU Yuxiang. Population explosion in the yellow-spined bamboo locust *Ceracris kiansu* and inferences for the impact of human activity [J/OL]. PLoS ONE, 2014, 9(3): e89873. DOI: 10.1371/journal.pone.0089873.
- [7] 滕海媛,王冬生,史革香,等. 不同食物对甜菜夜蛾生长发育参数的影响[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49(6): 1474-1481.
- [8] 袁水霞,孙斌,张慎璞,等. 5 种番茄品种对烟粉虱寄主选择、生长发育及存活率的影响[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2018, 40(9): 54-58.
- [9] RAVENSCRAFT A, BOGGS C L. Nutrient acquisition across a dietary shift: fruit feeding butterflies crave amino acids, nectivores seek salt [J]. Oecologia, 2016, 181(1): 1-12.
- [10] ZHANG Bin, ZHANG Wei, NIE Rui'e, et al. Comparative transcriptome analysis of chemosensory genes in two sister leaf beetles provides insights into chemosensory speciation [J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2016, 79: 108-118.
- [11] 张守科,张威,舒金平,等. 黄脊竹蝗取食偏好与竹叶品质的关系[J]. 生态学杂志, 2017, 36(8): 2266-2273.

- [12] 金京, 谢榕, 李霞, 等. 3 种不同寄主植物对黄脊竹蝗取食偏好性和生长发育的影响[J]. 浙江农林大学学报, 2020, 37(6): 1143–1148.
- [13] 张守科, 张威, 舒金平, 等. 黄脊竹蝗趋泥行为激发与氮素收支的关系[J]. 生态学杂志, 2019, 38(10): 228–234.
- [14] FACKNATH S, LALLJEE B. Effect of soil-applied complex fertiliser on an insect-host plant relationship: *Liriomyza trifolii* on *Solanum tuberosum* [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2005, 115(1): 67–77.
- [15] 吕茂翠, 阮永明, 王媛媛, 等. 寄主植物对扶桑绵粉蚧生长发育和繁殖的影响[J]. 浙江师范大学学报(自然科学版), 2013, 36(2): 213–216.
- [16] SALGADO A L, SAASTAMOINEN M. Developmental stage-dependent response and preference for host plant quality in an insect herbivore [J]. Animal Behaviour, 2019, 150: 27–38.
- [17] JU Ruiting, WANG Feng, WAN Fanghao, et al. Effect of host plants on development and reproduction of *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae) [J]. Journal of Pest Science, 2011, 84(1): 33–39.
- [18] 沈登荣, 何超, 张睿, 等. 6 种寄主对异迟眼蕈蚊生长发育和繁殖力的影响[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2021, 46(2): 62–66.
- [19] HASSELL M P, SOUTHWOOD T R E. Foraging strategies of insects [J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1978, 9(1): 75–98.
- [20] COCROFT B, RODRIGUE R L, HUNT R E. Host shifts and
~~~~~  
(上接 18 页)
- [44] RODRIGUEZ E, TELLEZ M M, JANSSEN D. Whitefly control strategies against tomato leaf curl New Delhi virus in greenhouse zucchini [J/OL]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16(15): 2673. DOI: 10.3390/ijerph16152673.
- [45] PRASANNA H C, SINHA D P, RAI G K, et al. Pyramiding *Ty-2* and *Ty-3* genes for resistance to monopartite and bipartite tomato leaf curl viruses of India [J]. Plant Pathology, 2015, 64(2): 256–264.
- [46] SHARMA N, SAHU P P, PRASAD A, et al. The *Su5a* gene  
~~~~~  
(上接 59 页)
- [35] 张晓龙. 云南松及其近缘种树皮挥发性成分及原花青素分布式样研究[D]. 昆明: 云南大学, 2015.
- [36] XIA Yihan, ZHANG Yanan, HOU Xiaoqing, et al. Large number of putative chemoreception and pheromone biosynthesis genes revealed by analyzing transcriptome from ovipositor-pheromone glands of *Chilo suppressalis* [J/OL]. Scientific Reports, 2015, 5: 7888. DOI: 10.1038/srep07888.
- signal divergence; mating signals covary with host use in a complex of specialized plant-feeding insects [J]. Biological Journal of the Linnean Society, 2010, 99(1): 60–72.
- [21] SHOBANA K, MURUGAN K, KUMAR A N. Influence of host plants on feeding, growth and reproduction of *Papilio polytes* (the common mormon) [J]. Journal of Insect Physiology, 2010, 56(9): 1065–1070.
- [22] TATE C D, HELLMICH R L, LEWIS L C. Evaluation of *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) neonate preferences for corn and weeds in corn [J]. Journal of Economic Entomology, 2006, 99(6): 1987–1993.
- [23] ZALUCKI M P, CLARKE A R, MALCOLM S B. Ecology and behavior of first instar larval Lepidoptera [J]. Annual Review of Entomology, 2003, 47(1): 361–393.
- [24] 张娜, 郭建英, 万方浩, 等. 甜菜夜蛾对不同寄主植物的产卵和取食选择[J]. 昆虫学报, 2009, 52(11): 1229–1235.
- [25] 袁志华, 郭井菲, 王振营, 等. 亚洲玉米螟幼虫对不同寄主植物的取食选择性[J]. 植物保护学报, 2013, 40(3): 205–210.
- [26] GRIPENBERG S, MAYHEW P J, PARNELL M, et al. A meta-analysis of preference-performance relationships in phytophagous insects [J]. Ecology Letters, 2010, 13(3): 383–393.
- [27] SHIKANO I, AKHTAR Y, ISMAN M B. Relationship between adult and larval host plant selection and larval performance in the generalist moth, *Trichoplusia ni* [J]. Arthropod-Plant Interactions, 2010, 4(3): 197–205.
- (责任编辑: 杨明丽)
- confers resistance to ToLCNDV and triggers an HR response after direct AC4 effector recognition [J/OL]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2021, 118(33): e2101833118. DOI: 10.1073/pnas.2101833118.
- [47] SHARMA N, PRASAD A, PRASAD M. Role of the *Su5* gene cluster in the fight against plant viruses [J/OL]. Journal of Virology, 2022, 96(5): e0208421. DOI: 10.1128/jvi.02084–21.
- (责任编辑: 杨明丽)
- ~~~~~
(上接 59 页)
- [37] KLINNER C F, CHRISTOPHER K, CHRISTINE M, et al. Functional olfactory sensory neurons housed in olfactory sensilla on the ovipositor of the hawkmoth *Manduca sexta* [J/OL]. Frontiers in Ecology and Evolution, 2016, 4: 130. DOI: 10.3389/fevo.2016.00130.
- (责任编辑: 杨明丽)