

取食不同夏季寄主对牧草盲蝽若虫生长发育和成虫寿命的影响^{*}

张仁福^{**} 王 伟 刘海洋 姚 举^{***}

(农业部西北荒漠绿洲作物有害生物综合治理重点实验室, 新疆农业科学院植物保护研究所, 乌鲁木齐 830091)

摘 要 【目的】牧草盲蝽 *Lygus pratensis* Linnaeus 再次演替为新疆棉花主要害虫。为明确取食不同夏季寄主对棉田牧草盲蝽若虫生长发育和成虫寿命的影响。【方法】在人工气候条件下, 对牧草盲蝽初孵若虫在 14 种主要夏季寄主植物上的发育历期、羽化率和成虫寿命进行观察, 并结合其在田间不同夏季寄主上的发生情况进行了相关性分析。【结果】在 14 种寄主植物中, 牧草盲蝽若虫无法在猪毛菜、灰藜和龙葵上完成生长发育。不同夏季寄主饲养的牧草盲蝽若虫发育历期与成虫寿命存在较大差异。其中, 取食向日葵的若虫总发育历期最长, 为 (23.20±0.66) d, 取食灰绿藜的最短, 为 (12.15±0.25) d; 取食向日葵的雌成虫寿命最长为 (13.42±0.28) d, 取食猪毛菜的最短, 为 (5.33±0.47) d; 取食油菜的雄成虫寿命最长, 为 (11.40±0.95) d, 取食猪毛菜的最短, 为 (5.13±0.38) d。牧草盲蝽若虫取食不同夏季寄主其发育历期与田间寄主上若虫发生情况基本一致, 与羽化成虫的数量呈正相关; 取食不同夏季寄主的牧草盲蝽成虫寿命与田间成虫发生情况基本一致。【结论】夏季牧草盲蝽成虫在取食和产卵寄主选择中存在一定差别, 明确了牧草盲蝽对夏季寄主的利用模式, 为筛选牧草盲蝽夏季诱集寄主和季节性治理对策提供依据。

关键词 牧草盲蝽; 夏季寄主; 发育历期; 成虫寿命; 种群密度

Effects of different summer host plants on the developmental duration and adult longevity of *Lygus pratensis* Linnaeus (Heteroptera: Miridae)

ZHANG Ren-Fu^{**} WANG Wei LIU Hai-Yang YAO Ju^{***}

(Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northwestern Oasis of Ministry of Agriculture, P.R. China, Institute of Plant Protection, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China)

Abstract 【Objectives】To investigate the effects of feeding on different summer host plants on the development and adult longevity of *Lygus pratensis* Linnaeus, a major cotton pest in Xinjiang. 【Methods】The developmental duration and emergence rate of nymphs, and the longevity of adults, that developed on 14 major summer host plants were observed under artificial climate conditions. The relative abundance of *L. pratensis* on different summer hosts was also quantified and compared in the field. 【Results】Of the 14 host plants, *L. pratensis* nymphs were unable to complete development on *Salsola collin*, *Chenopodium strictum* and *Solanum nigrum*. The nymph developmental period and adult longevity differed among summer hosts. The longest nymph developmental period was recorded on *Helianthus annuus* (23.20±0.66) d and the shortest on *Chenopodium glaucum* (12.15±0.25) d. The longest adult female longevity was recorded on *H. annuus* (13.42±0.28) d and the shortest on *S. collin* (5.33±0.47) d. The longest adult male longevity was recorded on *Brassica napus* (11.40±0.95) d and the shortest on *S. collin* (5.13±0.38) d. The time required for nymphs to complete

*资助项目 Supported projects: 新疆维吾尔自治区自然科学基金 (2019D01A65)

**第一作者 First author, E-mail: zrf198446@sina.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: yaoju500@sohu.com

收稿日期 Received: 2020-11-20; 接受日期 Accepted: 2021-07-03

development on different summer hosts was generally consistent with the occurrence of nymphs on these hosts in the field, and was positively correlated with the number of adults that subsequently emerged on each host plant. The longevity of adults feeding on different summer hosts was generally consistent with the occurrence of adults on these hosts in the field. **[Conclusion]** The results provide a basis for choosing which host plants to trap for this pest and for its seasonal management.

Key words *Lygus pratensis* Linnaeus; summer host plants; developmental duration; adults longevity; population density

牧草盲蝽 *Lygus pratensis* Linnaeus 是新疆棉田盲蝽的优势种 (姜玉英等, 2015; 张仁福等, 2018a)。20 世纪 50-60 年代在新疆南部地区曾对棉花生产造成严重危害, 其危害引起棉花蕾铃脱落率高达 22.8%-97.5% (王敬儒, 1963, 1964)。20 世纪 70-90 年代因棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hübner) 和棉蚜 *Aphis gossypii* Glover 在新疆棉区的相继暴发, 使棉田牧草盲蝽在棉铃虫和棉蚜防治中得到有效兼治, 在新疆南部逐步演变为棉花次要害虫 (吕昭智, 1999; 李进步, 2005)。2000 年左右新疆开始大面积种植转 Bt 抗虫棉花, 有效地控制了靶标害虫棉铃虫的发生和危害; 新型药剂和植保技术的应用使棉蚜的用药频次显著降低, 使得牧草盲蝽在新疆南部棉区发生面积逐年增加, 在局部棉区数量剧增上升为主要害虫 (Li *et al.*, 2011; Xu *et al.*, 2012; 陆宴辉和梁革梅, 2016; 陆宴辉等, 2020)。

植食性昆虫的寄主主要分为两大类: 取食寄主和产卵寄主 (陆宴辉等, 2007)。植食性昆虫需要从寄主植物中取食获得其生长发育所需的营养物质, 还要在寄主植物上进行产卵繁殖后代。植食性昆虫的取食寄主和产卵寄主都是相对特定和有限的, 两种寄主的范围往往存在一定差别 (Mayhew, 1997; *et al.*, 2017)。因此, 植食性昆虫需在生长发育的不同阶段寻找到适合的取食寄主获取营养, 又要寻找合适的产卵寄主以便更好的繁育后代 (Tanton, 1994; Friberg *et al.*, 2016)。关于植食性昆虫的寄主选择有多种说法, 其中最优产卵理论 (Optimal oviposition theory) 认为雌成虫会选择最适宜其后代存活和生长发育的寄主进行产卵 (Naseri *et al.*, 2009; Rigsby *et al.*, 2014)。大量针对植食性昆虫对寄主植物的选择及响应的研究表明, 植食性昆虫在不同寄主植物上产卵量与其后代的适合度呈正相关, 如

小菜蛾 *Plutella xylostella* (Linnaeus)、柑橘大实蝇 *Bactrocera (Tetradacus) minax* (Enderlein)、云斑粉蝶 *Pontia daplidice* Linnaeus 等 (Dario *et al.*, 2011; 刘路等, 2014; Benignus *et al.*, 2019); 绿盲蝽的寄主选择性也符合这一理论, 其成虫的寄主选择与后代的适合度相吻合 (Geng *et al.*, 2012)。

牧草盲蝽是新疆棉区重要的棉花害虫, 对棉花产量造成严重影响 (张圭松, 1964)。牧草盲蝽不但具有广泛的寄主范围, 现已记录寄主种类涉及 26 科 88 种 (曹娜, 2017), 而且能够随季节的变化在各种寄主间转移 (孙鹏, 2018; 张仁福等, 2021)。牧草盲蝽在新疆 1 年发生 4 代, 以第 1 代成虫迁入棉田并且在棉田完成第 2、3 代。在牧草盲蝽危害棉花期间, 存在与夏季寄主相互转移的现象 (张仁福, 2018a, 2018b), 并且不同季节具有明显的寄主选择偏好性 (王伟等, 2020)。本研究根据前期研究 (张仁福等, 2021), 选择了新疆棉区常见的 14 种牧草盲蝽夏季寄主植物作为研究对象, 利用室内饲养及田间调查的方法, 探究不同夏季寄主对牧草盲蝽个体发育及种群密度的影响, 以揭示牧草盲蝽对夏季寄主的选择及响应, 明确其对夏季寄主的利用模式, 阐明夏季牧草盲蝽寄主选择与适合度之间的关系, 为制定季节性治理策略提供依据。

1 材料与方法

1.1 寄主植物的种植和准备

春季在花盆 (直径为 25 cm, 高为 33 cm) 中种植寄主植物, 选择的夏季主要寄主植物为灰绿藜 *Chenopodium glaucum* L.、地肤 *Kochia scoparia* (L.) Schrad.、木地肤 *Kochia prostrata* (L.) Schrad. var. *prostrata*、钩刺雾冰藜 *Bassia hyssopifolia*

(Pall.) O.Kuntze.、马齿苋 *Portulaca oleracea* L.、苜蓿 *Medicago sativa* L.、猪毛菜 *Salsola collina* Pall.、灰藜 *Chenopodium strictum* Roth、油菜 *Brassica napus* L.、龙葵 *Solanum nigrum* L.、红花 *Carthamus tinctorius* L.、反枝苋 *Amaranthus retroflexus* L.、向日葵 *Helianthus annuus* L.和棉花 *Gossypium hirsutum* L.。每种寄主种植 10 盆,各种寄主植物水肥条件一致。

1.2 试虫的饲养

在室内,选用西兰花 *Brassica oleracea* L. var. botrytis L.用于牧草盲蝽试虫的饲养和繁殖。将西兰花切成长和宽约为 2 cm 的小方块放置在养虫盒(37 cm×27 cm×10 cm)内,作为成虫的产卵基质和食物,每个养虫盒内放入 5 日龄的雌成虫和雄成虫各 20 头,每天更换 1 次西兰花。将每日产有卵的西兰花取出单独放在一个养虫盒内,待若虫大量孵化后,挑选同日内孵化的初孵若虫供试。

1.3 取食不同寄主植物对牧草盲蝽生长发育的影响

1.3.1 若虫生长发育 实验时供试的寄主与其在田间的生育期保持一致,若该寄主植物处于花期时剪取花和嫩头(幼嫩顶尖加部分叶片),若该寄主植物未处于花期,则剪取幼嫩顶尖加部分叶片剪取的寄主植物用浸水的脱脂棉包裹剪口,用保鲜膜缠紧放进 100 mL 的烧杯中,并将同日孵化的初孵若虫单头置于烧杯内饲养,每天更换 1 次寄主植物,各寄主植物剪取的重量和部位尽量一致。每种寄主植物饲养均重复 3 次,每个重复饲养 20 头,共 60 头。自实验开始每天 8:00 和 20:00 观察记录若虫的存活和蜕皮情况,至若虫羽化为成虫为止。

1.3.2 成虫寿命 将室内西兰花饲养的 5 龄若虫统一置于养虫盒内,每盒放 20 头,雌蛹、雄蛹各 10 头。待羽化后,将 1.1 所述的 14 种寄主植物分别置于养虫盒内,自实验开始每天早 8:00 和晚 20:00 观察成虫的存活情况,至全部死亡为止。每种寄种设置 3 个重复。以上实验均在

恒温光照培养箱内进行,光周期为 L:D=16:8,温度为(25±1)℃,相对湿度 45%±5%。

1.4 牧草盲蝽田间寄主种群密度调查

1.4.1 小区设置 供试的寄主植物种类同 1.1,每种寄主植物种植 4 个重复,小区面积为 6 m×5 m,小区间间隔 1 m,各小区随机区组排列,小区周边为棉田。各寄主植物生育期内均不使用任何化学农药,各小区水肥管理模式一致。

1.4.2 调查方法 自牧草盲蝽迁入棉田开始调查笼内的牧草盲蝽成虫和虫数量,每 5 d 调查 1 次,每个小区随机调查 3 个点,每点调查 1 m×1 m。先采用目测法调查植株上的成虫数量;再用长、宽、高各 1 m 的防虫笼将被调查植株罩住,低秆寄主罩住后拍打笼内植物,高秆寄主植物罩住后压弯至 90°后晃动、拍打,调查笼内的牧草盲蝽成虫和若虫数量(Pan et al., 2015)。

1.5 数据统计与分析

采用 Excel 和 SAS 9.4 软件进行单因素(One way ANOVA)方差分析不同寄主各龄期若虫的发育历期、羽化率及成虫寿命间的差异;对不同寄主植物上牧草盲蝽成虫、若虫的种群密度应用单因素方差分析进行差异显著性检验,如果差异显著再进行多重比较(Tukey's HSD),当某种寄主植物没有牧草盲蝽成虫或者若虫发生时起不计入统计范围。利用 R 语言(version 4.0.5)“psych”包对不同寄主饲养种群适合度与田间种群密度进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 夏季寄主对牧草盲蝽生长发育的影响

2.1.1 夏季寄主对牧草盲蝽各龄期若虫发育的影响 供试的 14 种寄主中,牧草盲蝽若虫能够在灰绿藜、油菜、苜蓿、反枝苋、马齿苋、地肤、木地肤、钩刺雾冰藜、红花、棉花和向日葵 11 种寄主上完成生长发育,羽化为成虫,而取食猪毛菜、灰藜和龙葵的若虫无法完成生长发育(表 1)。在若虫能够完成生长发育的 11 种寄主中,各龄期发育时间存在明显的差异(1 龄: $F_{10,127} =$

表 1 取食不同夏季寄主对牧草盲蝽若虫生长发育的影响

Table 1 Effects of feeding different summer host plants on duration of the development of *Lygus pratensis* nymphs

寄主种类 Host species	发育历期 (d) Development duration (d)						羽化率 (%) Emergence rate
	1 龄 1st instar	2 龄 2nd instar	3 龄 3rd instar	4 龄 4th instar	5 龄 5th instar	整个若虫期 Whole nymphs	
灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i> L.	2.77±0.15bc	2.52±0.13bc	2.48±0.16c	2.48±0.18c	1.90±0.19c	12.15±0.25f	40.00
油菜 <i>Brassica napus</i> L.	1.62±0.16c	2.57±0.20bc	2.88±0.12bc	3.31±0.19c	4.67±0.21a	15.05±0.33d	48.33
苜蓿 <i>Medicago sativa</i> L.	2.93±0.14bc	3.05±0.14bc	2.80±0.16bc	2.80±0.14c	1.73±0.11c	13.30±0.14de	33.33
反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	3.10±0.18bc	3.75±0.29ab	2.90±0.19bc	2.90±0.21c	1.80±0.13ab	14.45±0.32de	16.67
马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i> L.	4.75±0.48a	1.75±0.25c	2.13±0.43c	2.75±0.52c	3.88±0.97ab	15.25±0.63d	15.00
地肤 <i>Kochia scoparia</i> (L.) Schrad.	3.33±0.39ab	2.93±0.24bc	3.13±0.23bc	3.83±0.24bc	2.73±0.40ab	15.97±0.33cd	25.00
木地肤 <i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad. var. prostrate	3.33±0.33ab	3.58±0.35ab	2.79±0.21bc	3.21±0.19c	3.54±0.31c	16.46±0.34cd	20.00
钩刺雾冰藜 <i>Bassia hyssopifolia</i> (Pall.) O.Kuntze.	4.18±0.32ab	3.00±0.22bc	4.43±0.53a	4.00±0.24bc	1.57±0.15c	17.18±0.35bc	23.33
红花 <i>Carthamus tinctorius</i> L.	3.67±0.17ab	3.50±1.50ab	2.00±0.58c	4.67±0.44ab	4.00±0.50ab	17.83±0.33bc	5.00
棉花 <i>Gossypium hirsutum</i> L.	3.00±0.00bc	4.00±0.50ab	4.25±0.25ab	4.00±0.50bc	3.25±0.25ab	18.50±0.50b	3.33
向日葵 <i>Helianthus annuus</i> L.	4.90±0.75a	5.00±0.71a	5.00±0.55a	5.60±0.33a	2.70±0.30bc	23.20±0.66a	8.33
猪毛菜 <i>Salsola collina</i> Pall.	—	—	—	—	—	—	0.00
灰藜 <i>Chenopodium strictum</i> Roth	—	—	—	—	—	—	0.00
龙葵 <i>Solanum nigrum</i> L.	—	—	—	—	—	—	0.00

表中数据为平均数±标准误, 同列数据后标注不同小写字母表示不同寄主植物间差异显著 (Tukey's HSD, $P < 0.05$)。下表同。

Data are mean ± SE, and followed by the different lowercase letters within a column indicate significant differences between different host plant species (Tukey's HSD, $P < 0.05$). The same below.

11.540, $P < 0.000$ 1; 2 龄: $F_{10,127} = 5.250$, $P < 0.000$ 1; 3 龄: $F_{10,127} = 7.110$, $P < 0.000$ 1; 4 龄: $F_{10,127} = 9.100$, $P < 0.000$ 1; 5 龄: $F_{10,127} = 19.210$, $P < 0.000$ 1)。1-4 龄若虫取食向日葵的发育历期最长, 分别为 (4.90±0.75) d、(5.00±0.71) d、(5.00±0.55) d 和 (5.60±0.33) d, 而 1-4 龄发育历期最短的分别为取食油菜、马齿苋、红花和灰绿藜。5 龄若虫取食油菜的发育历期最长, 为 (4.67±0.21) d, 取食钩刺雾冰藜的发育历期最短, 为 (1.57±0.15) d。

2.1.2 夏季寄主对牧草盲蝽整个若虫发育的影响 取食不同寄主植物显著影响牧草盲蝽若虫总发育历期 ($F_{10,127} = 44.420$, $P = 0.000$) (表 1)。若虫在各寄主上的总发育历期由长到短依次为: 向日葵>棉花>红花>钩刺雾冰藜>木地肤>地肤>马齿苋>油菜>反枝苋>苜蓿>灰绿藜。其中, 取食向日葵的若虫总发育历期最长, 为 (23.20±0.66) d, 取食灰绿藜的若虫总发育历期最短, 为 (12.15±0.25) d。

2.1.3 夏季寄主对牧草盲蝽羽化率的影响 取

食不同夏季寄主牧草盲蝽若虫对其羽化存在一定的影响。14 种夏季寄主中, 11 种寄主饲养的若虫能够羽化为成虫, 羽化率在 3.33%-48.33%, 由高到低依次为: 油菜>灰绿藜>苜蓿>地肤>钩刺雾冰藜>木地肤>反枝苋>马齿苋>向日葵>红花>棉花; 灰藜、龙葵和猪毛菜 3 种寄主饲养的若虫均未能羽化为成虫(表 1)。

2.1.4 夏季寄主对牧草盲蝽成虫寿命的影响

14 种寄主对牧草盲蝽雌、雄成虫寿命影响各不相同(表 2)。牧草盲蝽雌成虫寿命由长到短依次为: 向日葵>灰绿藜>油菜>马齿苋>红花>地肤>苜蓿>木地肤>棉花>反枝苋>钩刺雾冰藜>灰藜>龙葵>猪毛菜。方差分析表明: 取食向日葵的牧

草盲蝽雌成虫寿命显著高于取食其余的 13 种寄主; 取食龙葵和猪毛菜的雌成虫寿命与取食反枝苋、钩刺雾冰藜和灰藜的雌成虫寿命差异不显著, 显著低于其他 9 种寄主($F_{13,41} = 14.307$, $P < 0.0001$)。雄成虫寿命由长到短依次为: 油菜>灰绿藜>向日葵>木地肤>地肤>苜蓿>红花>棉花>马齿苋>钩刺雾冰藜>灰藜>龙葵>反枝苋>猪毛菜。方差分析表明: 取食油菜的雄成虫寿命与取食灰绿藜、向日葵和木地肤的雄成虫寿命间差异不显著, 显著高于取食其余 10 种寄主; 取食猪毛菜的雄成虫寿命与取食反枝苋和龙葵的雄成虫寿命差异不显著, 显著低于取食其余 10 种寄主($F_{13,41} = 6.544$, $P < 0.0001$)。

表 2 取食不同寄主对牧草盲蝽成虫寿命的影响

Table 2 Effects of feeding different host plant on the longevity of *Lygus pratensis* adults

寄主种类 Host species	成虫平均寿命 (d) Mean adult longevity (d)	
	雌 Female	雄 Male
向日葵 <i>Helianthus annuus</i> L.	13.42±0.28a	10.32±0.73abc
灰绿藜 <i>Chenopodium glaucum</i> L.	11.07±0.52b	10.83±0.49ab
油菜 <i>Brassica napus</i> L.	9.40±0.59c	11.40±0.95a
马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i> L.	8.93±0.82c	8.00±0.90cde
红花 <i>Carthamus tinctorius</i> L.	8.63±0.81cd	8.25±0.28cde
地肤 <i>Kochia scoparia</i> (L.) Schrad.	8.50±0.25cd	8.70±0.39bcd
苜蓿 <i>Medicago sativa</i> L.	8.37±0.41cde	8.38±0.28cd
木地肤 <i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad. var. prostrate	8.20±0.29cde	10.03±1.65abcd
棉花 <i>Gossypium hirsutum</i> L.	7.68±0.40cde	8.17±0.38cde
反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	6.98±0.64def	5.83±0.44ef
钩刺雾冰藜 <i>Bassia hyssopifolia</i> (Pall.) O.Kuntze.	6.90±0.88def	7.90±1.05cde
灰藜 <i>Chenopodium strictum</i> Roth	6.57±0.29ef	7.62±0.30de
龙葵 <i>Solanum nigrum</i> L.	5.70±0.64f	5.88±0.60ef
猪毛菜 <i>Salsola collina</i> Pall.	5.33±0.47f	5.13±0.38f

2.2 田间夏季寄主牧草盲蝽种群密度

2.2.1 牧草盲蝽若虫种群密度 田间调查表明, 14 种夏季寄主中牧草盲蝽若虫平均密度存在明显差异($F_{13,55} = 206.42$, $P < 0.0001$)(图 1)。14 种夏季寄主中牧草盲蝽若虫平均密度由高到低依次为: 灰绿藜>油菜>苜蓿>地肤>木地肤>马齿苋>反枝苋>钩刺雾冰藜>向日葵>红花>灰藜>

龙葵>猪毛菜>棉花。其中, 灰绿藜具有最高的若虫平均种群密度(45.95 ± 1.94)头/ m^2 , 显著高于其余 13 种寄主植物; 棉花具有最低的若虫平均种群密度(0.87 ± 0.03)头/ m^2 , 显著低于灰绿藜、油菜、苜蓿、地肤、木地肤、马齿苋、反枝苋和钩刺雾冰藜, 但与向日葵、红花、灰藜、龙葵和猪毛菜差异不显著。

2.2.2 牧盲蝽成虫种群密度 牧草盲蝽成虫在

14 种夏季寄主中发生情况如图 2 所示。14 种主要夏季寄主中, 牧草盲蝽成虫平均种群密度最高的寄主是灰绿藜, 为 (13.58 ± 1.36) 头/ m^2 , 且显著高于其余 13 种寄主植物; 成虫种群密度最低的寄主是棉花, 仅为 (0.61 ± 0.10) 头/ m^2 , 显著低于灰绿藜、油菜、向日葵、木地肤、红花、地肤

和苜蓿, 但与钩刺雾冰藜、灰藜、龙葵和猪毛菜间的差异不显著。14 种夏季寄主中牧草盲蝽成虫平均密度存在显著差异 ($F_{13,55} = 65.49$, $P < 0.0001$), 由高到低依次为: 灰绿藜>油菜>向日葵>木地肤>红花>地肤>苜蓿>反枝苋>马齿苋>钩刺雾冰藜>灰藜>龙葵>猪毛菜>棉花。

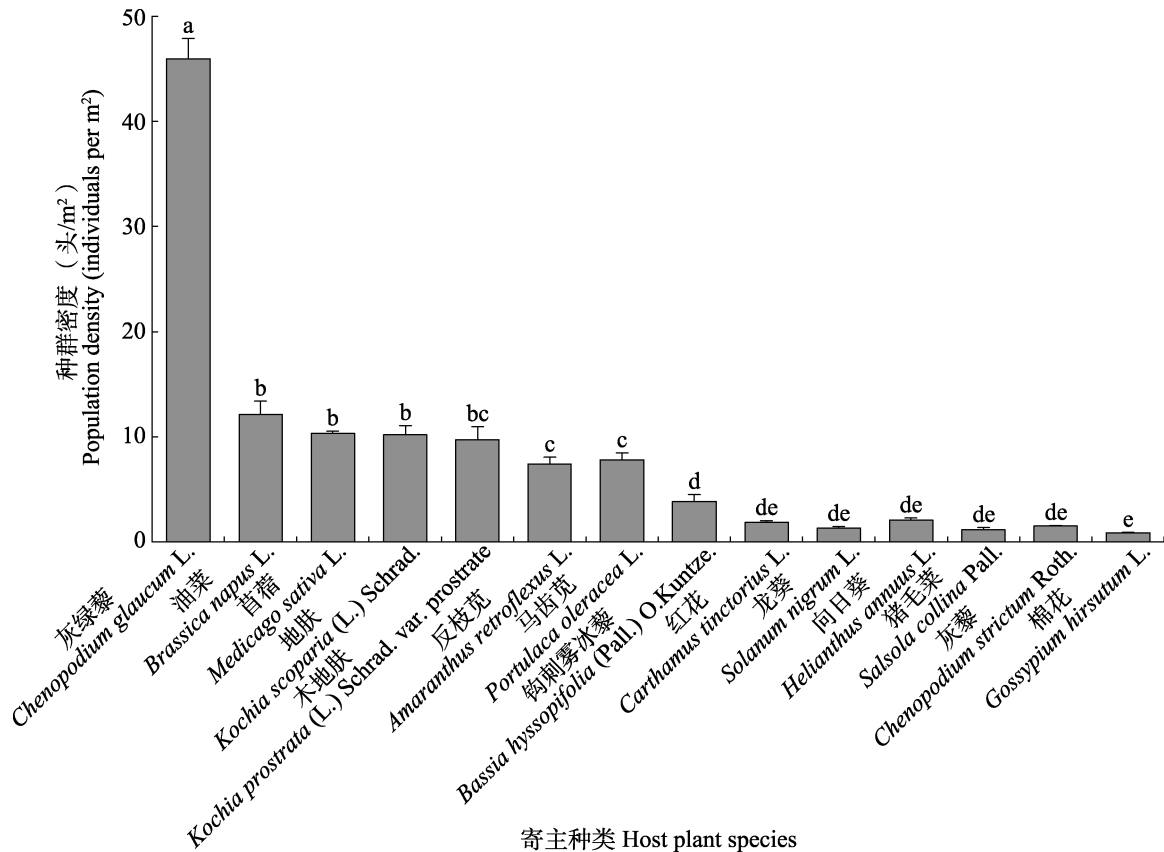


图 1 田间夏季寄主植物中牧草盲蝽若虫种群密度

Fig. 1 Population density of *Lygus pratensis* nymphs in summer host plants in the field

图中数据为平均值±标准误, 柱上标有不同小写字母表示不同寄主植物间差异显著 (Tukey's HSD, $P < 0.05$)。下图同。

Data are mean $\pm$ SE. Histograms with different lowercase letters indicate significant differences between different host plant species (Tukey's HSD, $P < 0.05$). The same below.

2.3 不同寄主饲养种群适合度与田间种群密度相关性分析

利用 Pearson 相关系数法检测若虫发育历期、羽化率、成虫寿命、若虫种群密度和成虫种群密度的相关性 (表 3)。不同寄主饲养的牧草盲蝽若虫发育历期与成虫羽化率、若虫种群密度间存在显著的相关性, 与成虫寿命、成虫种群密度无显著的相关性。不同寄主饲养的牧草盲蝽若虫其成虫羽化率与田间不同寄主上的若虫种群

密度呈现显著的相关性, 与成虫寿命之间无显著的相关性。不同寄主饲养的牧草盲蝽成虫寿命与成虫种群密度间存在显著相关性, 与若虫种群密度间无显著的相关性。

3 讨论

牧草盲蝽寄主植物范围较广, 但并不是所有的寄主植物适合其个体发育。本研究表明, 14 种夏季寄主植物中, 取食猪毛菜、龙葵和灰藜的

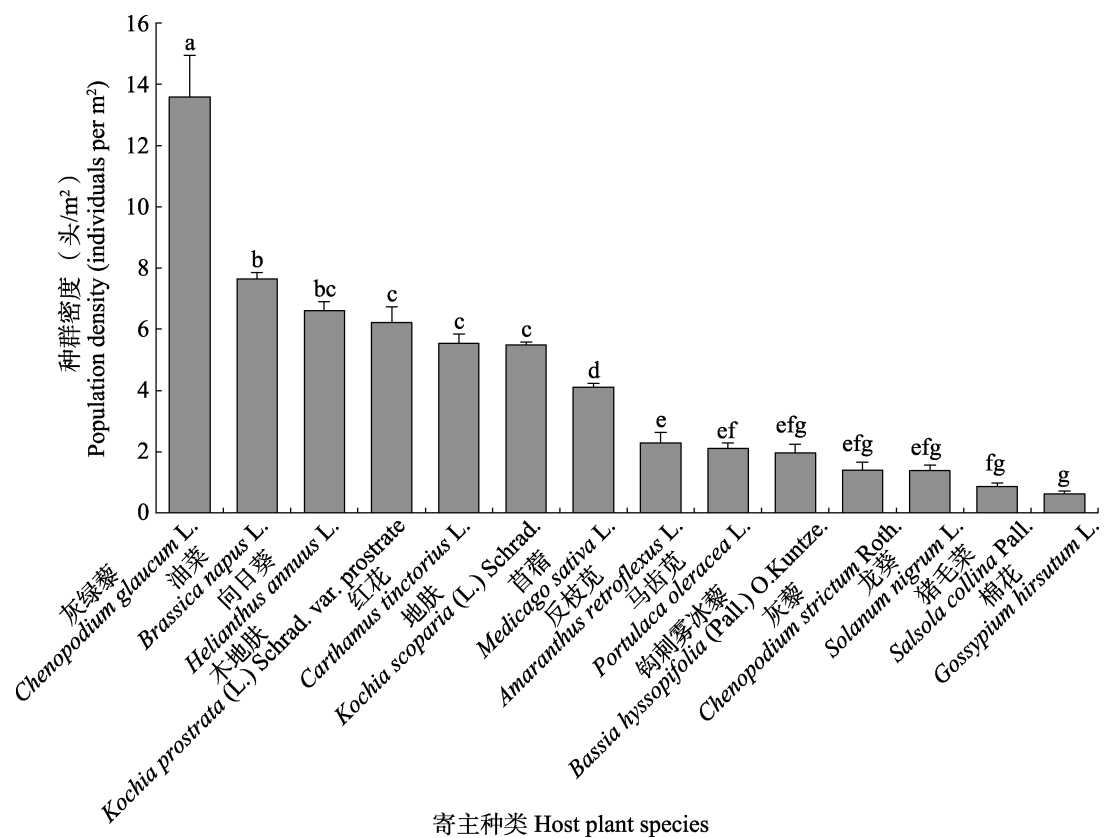


图 2 田间夏季寄主植物中牧草盲蝽成虫种群密度

Fig. 2 Population density of *Lygus pratensis* adults in summer host plants in the field

表 3 不同寄主饲养种群适合度与田间种群密度的相关性分析

Table 3 Correlation analysis between the fitness of different host rearing populations and the population density in the field

种群适合度-种群密度 Population fitness-Population density	上限 Upper	下限 Lower	相关系数 R	显著性 P
若虫发育历期-羽化率 Development duration of nymphs-Emergence rate	0.89	0.24	0.68	0.01
若虫发育历期-成虫寿命 Development duration of nymphs-Adults lifespan	0.59	-0.46	0.09	0.75
若虫发育历期-若虫种群密度 Development duration of nymphs-Nymphs density	0.89	0.22	0.67	0.01
若虫发育历期-成虫种群密度 Development duration of nymphs-Adults density	0.74	-0.22	0.35	0.22
羽化率-成虫寿命 Emergence rate-Adults lifespan	0.84	0.04	0.56	0.05
羽化率-若虫种群密度 Emergence rate-Nymphs density	0.89	0.23	0.68	0.01
成虫寿命-成虫种群密度 Adults lifespan-Adults density	0.46	0.93	0.80	0.00
成虫寿命-若虫种群密度 Adults lifespan-Nymphs density	0.81	-0.04	0.05	0.07

牧草盲蝽若虫无法存活。虽然取食灰绿藜、油菜、苜蓿、反枝苋、马齿苋、地肤、木地肤、钩刺雾冰藜、红花、棉花和向日葵牧草盲蝽若虫可完成个体发育,但发育历期存在显著差异,并且羽化率也不同。其中,取食灰绿藜的牧草盲蝽若虫发育历期最短(12.15 ± 0.25) d,且成虫羽化率较高(40%),而取食向日葵的牧草盲蝽若虫发育历期最长(23.20 ± 0.66) d、但成虫羽化率较低(8.33%)。已有研究表明,不同寄主植物所含的营养物质和次生代谢物差异较大,昆虫取食不同寄主植物后其生长发育、存活率、体重和成虫的产卵前期、繁殖力等会产生一定影响(Bernays and Cornelius, 1992)。牧草盲蝽若虫在不同寄主植物上生长发育差异可能与之有关。在 14 种牧草盲蝽夏季寄主中,苜蓿和棉花在新疆种植面积较大,因此,了解牧草盲蝽在苜蓿和棉花上的个体发育情况,对牧草盲蝽防治具有重要意义。本研究中,牧草盲蝽若虫取食苜蓿和棉花后,其发育历期分别为(13.30 ± 0.14) d 和(18.50 ± 0.50) d,与贾冰等(2018)的研究结果基本一致,然而苟长青等(2019)研究表明牧草盲蝽在苜蓿上的若虫发育历期为(19.05 ± 0.01) d,与本研究结果存在较大差异。牧草盲蝽具有季节性寄主转移特性且不同季节有明显的寄主选择偏好,而寄主植物的生育期和生长状态直接影响到植食性昆虫的适合度和分布,主要表现为植食性昆虫对寄主植物的某个生育期特别偏好(Snodgrass *et al.*, 1984)。本研究以牧草盲蝽的夏季寄主为供试寄主,供其取食的寄主也是棉田牧草盲蝽发生期内寄主植物所处的生育期,这可能是造成上述研究结果存在差异的主要因素。

在寄主选择上,植食性昆虫会根据寄主的发育阶段选择取食或产卵(Mayhew, 1997; 陆宴辉等, 2007; Petit *et al.*, 2017)。本研究表明,取食向日葵的牧草盲蝽成虫具有较长寿命,但若虫取食后发育历期变长,且羽化率只有 8.33%。这说明向日葵作为牧草盲蝽成虫的取食寄主,但不适合作为牧草盲蝽的产卵寄主植物。同样,猪毛菜、龙葵和灰藜可能也只适合作为牧草盲蝽成

虫取食寄主。此外,灰绿藜与牧草盲蝽适合度较高,其若虫在灰绿藜上发育历期最短,成虫寿命较长,羽化率较高,说明灰绿藜是牧草盲蝽适宜的取食和产卵寄主植物。

在田间,牧草盲蝽若虫种群密度高的夏季寄主也是室内若虫取食后发育历期较短且羽化率较高的夏季寄主。本研究结果表明,牧草盲蝽若虫在油菜、灰绿藜和苜蓿上的发育历期较短、成虫羽化率较高,在田间相应寄主上平均种群密度亦较高;反之,牧草盲蝽若虫在红花、棉花、向日葵上的发育历期较长、成虫羽化率,在田间相应寄主上平均种群密度则较低。这说明牧草盲蝽成虫偏好选择在适宜其后代存活和生长发育的寄主上产卵。同时,相关性分析表明,取食不同夏季寄主的牧草盲蝽若虫发育历期、羽化率与田间寄主若虫种群密度呈正相关。同样,成虫取食后寿命较长的夏季寄主在田间具有较高牧草盲蝽成虫种群密度,例如:灰绿藜、油菜和向日葵。相关性分析表明牧草盲蝽成虫种群密度与成虫寿命存在显著的相关性,而与若虫发育历期、若虫种群密度相关性不大。进一步说明牧草盲蝽对取食寄主和产卵寄主的选择存在一定差别。

本研究从生物学特征角度比较了牧草盲蝽若虫在 14 种夏季寄主植物上发育历期和成虫寿命。然而,由于牧草盲蝽若虫取食不同寄主植物后羽化率较低,使得产卵量、产卵前期、雌雄比等参数无法获得具有统计学意义的数据,故本文未进行研究。同时,不同寄主植物自身营养物质或次生代谢物的差异对其若虫生长发育造成的影响有待进一步研究。

参考文献 (References)

- Benignus VN, Henri ET, Fathiya K, Evans MM, Sevgan S, 2019. Seasonal abundance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and diversity of its parasitoids along altitudinal gradients of the eastern Afromontane. *Phytoparasitica*, 47(4): 255–264.
- Bernays EA, Cornelius M, 1992. Relationship between deterrence and toxicity of plant secondary compounds for the alfalfa weevil *Hypera brunneipennis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 17(12): 2519–2526.

- Dario P, Francesca B, Valentina LM, Luca PC, Magdalena W, Emilio B, Simona B, 2011. To lay or not to lay: Oviposition of *Maculinea arion* in relation to *Myrmica* ant presence and host plant phenology. *Animal Behaviour*, 82(4): 791–799.
- Friberg M, Schwind C, Thompson JN, 2016. Divergence in selection of host species and plant parts among populations of a phytophagous insect. *Evolutionary Ecology*, 30(4): 723–737.
- Cao N, Leng LY, Liu DC, Feng HZ, 2017. Study on the host plants and diet selection of *Lygus pratensis*. *China Cotton*, 44(3): 27–29. [曹娜, 冷凌云, 刘端春, 冯宏祖, 2017. 牧草盲蝽的寄主种类及取食选择性研究. 中国棉花, 44(3): 27–29.]
- Geng HH, Pan HS, Lu YH, Yang YZ, 2012. Nymphal and adult performance of *Apolygus lucorum* (Hemiptera: Miridae) on a preferred host plant, mungbean *vigna radiata*. *Applied Entomology & Zoology*, 47(3): 191–197.
- Gou CQ, Sun P, Liu DC, Dilinuer A, Feng HZ, 2019. Effects of different host plants on the growth and development of *Lygus pratensis*. *Journal of Environmental Entomology*, 41(5): 1065–1069. [苟长青, 孙鹏, 刘端春, 迪丽努尔·艾麦提, 冯宏祖, 2019. 不同寄主对牧草盲蝽生长发育的影响. 环境昆虫学报, 41(5): 1065–1069.]
- Jiang YY, Lu YH, Zeng J, 2015. Forecast and Management of Mirid Bugs in Multiple Agroecosystems of China. Beijing: China Agriculture Press. 75–77. [姜玉英, 陆宴辉, 曾娟, 2015. 盲蝽分区域监测与防治. 北京: 中国农业出版社. 75–77.]
- Jia B, Tan Y, Fu XT, Han HB, Chang J, Pang BP, 2018. Effect of host on development, reproduction, and digestive enzyme activity of *Lygus pratensis*. *Pratacultural Science*, 35(8): 162–171. [贾冰, 谭瑶, 付晓彤, 韩海斌, 常静, 庞保平, 2018. 不同寄主植物对牧草盲蝽生长发育、繁殖及消化酶活性的影响. 草业科学, 35(8): 162–171.]
- Li GP, Feng HQ, McNeil J N, Liu B, Chen PY, Qiu F, 2011. Impacts of transgenic Bt cotton on a non-target pest, *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) (Hemiptera: Miridae), in northern China. *Crop Protection*, 30(12): 1573–1578.
- Li JB, Lu ZZ, Wang DY, Tian CY, 2005. Succession and its mechanism of cotton pests in Xinjiang. *Chinese Journal of Ecology*, 24(3): 261–264. [李进步, 吕昭智, 王登元, 田长彦, 2005. 新疆棉区主要害虫的演替及其机理分析. 生态学杂志, 24(3): 261–264.]
- Liu L, Zhou Q, Song AQ, You KX, 2014. Adult oviposition and larval feeding preference for different citrus varieties in *Bactrocera minax* (Diptera: Tephritidae). *Acta Entomologica Sinica*, 57(9): 1037–1044. [刘路, 周琼, 宋傲群, 尤克西, 2014. 柑橘大实蝇对不同柑橘品种的产卵偏好和幼虫取食选择. 昆虫学报, 57(9): 1037–1044.]
- Lu YH, Zhang YJ, Wu KM, 2007. Host plant selection mechanisms and behavioural manipulation strategies of phytophagous insects. *Acta Ecologica Sinica*, 28(10): 5113–5122. [陆宴辉, 张永军, 吴孔明, 2007. 植食性昆虫的寄主选择机理及行为调控策略. 生态学报, 28(10): 5113–5122.]
- Lu YH, Liang GM, 2016. Research advance on the succession of insect pest complex in Bt crop ecosystem. *Plant Protection*, 42(1): 7–11. [陆宴辉, 梁革梅, 2016. Bt 作物系统害虫发生演替研究进展. 植物保护, 42(1): 7–11.]
- Lu YH, Liang GM, Zhang YJ, Yang XM, 2020. Advances in the management of insect pests of cotton in China since the 21st century. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 57(3): 477–490. [陆宴辉, 梁革梅, 张永军, 杨现明, 2020. 二十一世纪以来棉花害虫治理成就与展望. 应用昆虫学报, 57(3): 477–490.]
- Lu ZZ, Chen J, Wu ZY, Ma GL, 1999. The main pest in Xinjiang cotton region and sustainable development. *Arid Zone Research*, (3): 46–47. [吕昭智, 陈键, 吴志勇, 马桂龙, 1999. 新疆棉区主要有害生物与可持续发展. 干旱区研究, (3): 46–47.]
- Mayhew PJ, 1997. Adaptive patterns of host-plant selection by phytophagous insects. *Oikos*, 79(3): 417–428.
- Naseri B, Fathipour Y, Moharramipour S, Hosseininaveh V, 2009. Comparative life history and fecundity of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean varieties. *Entomological Science*, 12(2): 147–154.
- Pan HS, Liu B, Lu YH, Wyckhuys KAG, Heil M, 2015. Seasonal alterations in host range and fidelity in the polyphagous mirid bug, *Apolygus lucorum* (Heteroptera: Miridae). *PLoS ONE*, 10(2): e0117153.
- Petit C, Dupas S, Thiéry D, Capdevielle-Dulac C, Le RB, Harry M, Calatayud PA, 2017. Do the mechanisms modulating host preference in holometabolous phytophagous insects depend on their host plant specialization? A quantitative literature analysis. *Journal of Pest Science*, 90(3): 797–805.
- Rigsby CM, Muilenburg V, Tarpey T, Herms DA, Cipollini D, 2014. Oviposition preferences of *agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) for different ash species support the mother knows best hypothesis. *Annals of the Entomological Society of America*, 107(4): 773–781.
- Snodgrass GL, Scott WP, Smith JW, 1984. Host plants and seasonal distribution of the tarnished plant bug (Hemiptera: Miridae) in the Delta of Arkansas, Louisiana, and Mississippi. *Environmental Entomology*, 13(1): 110–116.

- Sun P, 2018. Analysis of the volatiles of *Lygus pratensis* host plants and its inducement. Master dissertation. Alaer: Tarim University. [孙鹏, 2018. 寄主植物挥发物分析及其对牧草盲蝽成虫的引诱作用. 硕士学位论文. 阿拉尔: 塔里木大学.]
- Tanton MT, 1994. Behavior: The process of host-plant selection. *Contemporary Topics in Entomology*, 67(2): 95–165.
- Wang JR, 1963. The distribution characteristics and occurrence situation of cotton pests in Xinjiang. *Chinese Bulletin of Entomology*, 9(3): 23–25. [王敬儒, 1963. 新疆棉虫的分布特点和发生概况. 昆虫知识, 9(3): 23–25.]
- Wang JR, 1964. Occurrence characteristics and control strategies of cotton pests in Xinjiang. *Xinjiang Agriculture Science*, (4): 133–137. [王敬儒, 1964. 新疆棉虫发生特点及其防治策略. 新疆农业科学, (4): 133–137.]
- Wang W, Zhang RF, Liu HY, Yao J, 2020. Behavioral responses and population dynamics of *Lygus pratensis* (Heteroptera: Miridae) to five host plants. *Xinjiang Agriculture Science*, 57(4): 671–678. [王伟, 张仁福, 刘海洋, 姚举, 2020. 牧草盲蝽对 5 种寄主植物的行为反应及其种群动态. 新疆农业科学, 57(4): 671–678.]
- Xu Y, Wu KM, Li HB, Liu J, Ding RF, Ahtam U, Li HQ, Wang DM, Chen XX, 2012. Effects of transgenic Bt+CpTI cotton on field abundance of non-target pests and predators in Xinjiang, China. *Journal of Integrative Agriculture*, 11(9): 1493–1499.
- Zhang GS, 1964. Study on biological characteristics of *Lygus pratensis* (Linnaeus) in Shache, Xinjiang. *Entomological Knowledge*, 10(6): 249–252. [张圭松, 1964. 新疆莎车地区棉牧草盲蝽生物学特性的研究. 昆虫知识, 10(6): 249–252.]
- Zhang RF, Wang W, Liu HY, Yao J, 2018a. Effects of the occurrence and damage of *Lygus pratensis* (Linnaeus) on cotton under almond-cotton interplanting. *Plant Protection*, 44(3): 1724–176. [张仁福, 王伟, 刘海洋, 姚举, 2018a. 扁桃棉花间作对棉田牧草盲蝽发生与为害的影响. 植物保护, 44(3): 172–176.]
- Zhang RF, Wang W, Liu HY, Guljamal T, Yao J, 2018b. Comparison of three sampling techniques for estimating the population density of *Lygus pratensis* in cotton field. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 55(2): 310–316. [张仁福, 王伟, 刘海洋, 古丽加马丽·吐尔汗, 姚举, 2018b. 棉田牧草盲蝽三种种群密度调查方法的比较分析. 应用昆虫学报, 55(2): 310–316.]
- Zhang RF, Wang W, Liu HY, Yao J, 2021. Seasonal host transfer pattern and migration capacity of *Lygus pratensis* (Hemiptera: Miridae) in southern Xinjiang oasis cropland. *Chinese Journal of Ecology*, 40(1): 171–179. [张仁福, 王伟, 刘海洋, 姚举, 2021. 新疆南部绿洲农田牧草盲蝽季节性寄主转移规律及迁移能力. 生态学杂志, 40(1): 171–179.]