

信阳地区菱斑食植瓢虫幼虫龄期划分 与生命周期研究

陈俊华^{1,2}, 闻鑫茹¹, 侯冰仪¹, 王冉¹, 王喜平¹, 刘红敏^{1,2}

(1. 信阳农林学院 河南信阳 464000; 2. 河南省作物绿色生产工程技术研究中心 河南潢川 465150)

摘要:为明确菱斑食植瓢虫幼虫龄期的划分及其生物学和生态学特征等,为科学防治菱斑食植瓢虫提供理论依据,通过室内对菱斑食植瓢虫各龄期幼虫的头壳宽和体长进行测量,同时对试验种群采用年龄-龄期两性生命表法分析菱斑食植瓢虫种群的生活史、存活率、繁殖力等参数。结果显示,菱斑食植瓢虫幼虫头壳宽和体长均可作为菱斑食植瓢虫幼虫龄期的形态指标。菱斑食植瓢虫幼虫期发育历期以4龄期最长,为11.02 d;雌成虫期大于雄成虫期,雌成虫的平均单雌产卵量为248.89粒。菱斑食植瓢虫成虫前各虫态的存活率均较高,卵发育至110 d种群死亡率大幅提高;种群内禀增长率 r 为0.067,周限增长率 λ 为1.069,净增殖率 R_0 为133.471,平均世代周期 T 为73.517 d。综上,信阳地区菱斑食植瓢虫幼虫体长和头壳宽可用于分龄期,且幼虫期的存活率较高,世代周期较长,种群可稳定增长,可为害虫适时防治提供科学指导。

关键词:菱斑食植瓢虫; 栝楼; 幼虫龄期; 生命表

中图分类号:S433.5

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2025)08-206-07

Study on the division of larval instars and life cycle of *Epilachna insignis* in Xinyang area

CHEN Junhua^{1,2}, WEN Xinru¹, HOU Bingyi¹, WANG Ran¹, WANG Xiping¹, LIU Hongmin^{1,2}

(1. Xinyang Agriculture & Forestry University, Xinyang 464000, Henan, China; 2. Henan Crop Green Production Engineering Technology Research Center, Huangchuan 465150, Henan, China)

Abstract: In order to clarify the division of larval instars of *Epilachna insignis*, and its biological and ecological characteristics, and to provide theoretical basis for the scientific control of *E. insignis*, the head capsule width and body length of the larvae of *E. insignis* at each instar were measured indoors, and the life history, survival rate, fecundity and other parameters of the experimental population were observed and analyzed by the age-stage, two-sex life table. The results showed that the head capsule width and body length of the larvae of *E. insignis* could be used as the morphological index for the division of the instar of the larvae of *E. insignis*. The developmental duration of the larvae of *E. insignis* was the longest in the fourth instar, which was 11.02 d; the developmental duration of the female adults was longer than that of the male adults, and the average single female egg production was 248.89 eggs. The survival rate of each stage before the adult stage of *E. insignis* was relatively high, and the rate of the population mortality increased sharply when the eggs develop to 110 days; the intrinsic rate of increase(r) of the experimental population was 0.067, the finite rate of increase(λ) was 1.069. The net reproductive rate(R_0) was 133.471, and the mean generation time(T) was 73.517 d. The body length and head capsule width of the larvae of *E. insignis* in the Xinyang area can be used for instar division. Additionally, the larvae have a high survival rate and a long generation cycle, and the population can grow steadily. These findings can provide scientific guidance for the timely control of this pest.

Key words: *Epilachna insignis*; *Trichosanthes kirilowii*; Larval instars; Life table

菱斑食植瓢虫(*Epilachna insignis*),属瓢甲科(Coccinellidae)食植瓢虫亚科(Epilachninae)食植瓢虫属(*Epilachna*)^[1]。菱斑食植瓢虫一个生活周期有卵、幼虫、蛹和成虫4个虫态。菱斑食植瓢虫卵呈

收稿日期:2025-01-22;修回日期:2025-03-30

基金项目:河南省重点研发专项(241111311400);信阳农林学院教改研究项目(2024XJGGJ24)

作者简介:陈俊华,女,副教授,主要从事害虫生态防控研究。E-mail:junhua993@163.com

通信作者:刘红敏,女,教授,主要从事害虫绿色防控研究。E-mail:liuhongm8@sina.com

黄色,长卵圆形,两端较尖;幼虫呈黄色,略半透明状;蛹为黄白色,裸蛹,背面有黑褐色斑,蛹体密生黑白色枝刺,腹部明显可见3对足,羽化时蛹壳从背面中央开裂;成虫每个鞘翅上有7个呈菱形黑斑,背面明显拱起,被黄白色绒毛,遇到外界侵扰时,足的腿节和胫节间能分泌出一种黄色臭液^[2-5]。菱斑食植瓢虫在我国广泛分布于河南、四川、山东、陕西、安徽、广东、福建等地,自然寄主包括栝楼(*Trichosanthes kirilowii*)、龙葵(*Solanum nigrum*)、野茄(*Solanum coagulans*)等多种葫芦科或茄科植物^[1-3]。笔者在河南信阳调查发现,菱斑食植瓢虫近些年来危害栝楼叶片呈逐年加重趋势,成、幼虫均咬食栝楼叶片,数量多时7~10 d可将整株叶肉吃光,严重危害时甚至全株枯死,造成绝产,致使当年栝楼药材的产量和品质极大下降^[3,6-7]。国内外的研究多集中在菱斑食植瓢虫的分类^[8]、综合防控^[6-7]和抗寒能力^[1]等方面,而关于菱斑食植瓢虫的幼虫龄期划分与生命周期鲜有报道。

准确区分龄期对进一步研究昆虫的生物学、生态学、发生规律,完善预测预报机制及制定有效的综合防治措施等具有指导意义^[9-10]。一般以昆虫的体重、体长等来描述昆虫的大小,而一些昆虫体重、体长的变化是连续的,头壳或其他骨化程度较高部分的增长则是随周期性蜕皮而呈现出间断性增长^[10-13],可作为龄期划分的标准,如张桂芬等^[9]、张婷等^[10]通过测量番茄潜叶蛾(*Tuta absoluta*)和梨星毛虫(*Illiberis pruni*)的头壳宽和体长2个参数,表明头壳宽可作为2种昆虫龄期划分的指标,而体长仅作为分龄的辅助指标。韩文素等^[11]研究表明头壳宽是蜂巢小甲虫(*Aethina tumida*)龄期划分的最优形态指标,体长和体宽因变异较大而不宜作为区分蜂巢小甲虫龄期的标准。笔者在室内饲养菱斑食植瓢虫过程中发现,菱斑食植瓢虫各虫龄虫蜕皮明显易见,且不同虫龄体长变化较大,可通过室内测量各分龄数值指标用于准确快速区分菱斑食植瓢虫各虫龄。

生命表是研究昆虫生物学和种群生态学的重要方法^[14-15]。年龄-龄期两性生命表通过观察、记录昆虫整个生命周期的变化,能精确描述昆虫的龄期分化情况、产卵繁殖、死亡情况等特征,摸清昆虫种群的动态变化规律,预测种群的发展变化趋势^[16-18]。至今,应用年龄-龄期两性生命表法已研究了多种昆虫的生长发育和繁殖情况^[14-22],而关于菱斑食植瓢虫两性生命表尚未见相关报道。

本试验对实验室内饲养的菱斑食植瓢虫开展分龄研究,探讨体长、头壳宽用于菱斑食植瓢虫幼虫分龄的适合性,以期准确快速确定菱斑食植瓢虫幼虫各虫龄。同时,建立菱斑食植瓢虫年龄-龄期两性生命表,以提供关于菱斑食植瓢虫种群数量的动态和变化趋势,为进一步开展菱斑食植瓢虫的生物学、生态学及科学防控研究打下基础。

1 材料和方法

1.1 材料

供试虫源:试验于2023年5月至2024年8月在信阳农林学院农学院实验室和试验田开展。自试验田栝楼上采集菱斑食植瓢虫卵(150粒左右),置于温度为 $(26\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为50%~60%、光照周期L/D为14 h/10 h的养虫室中的养虫盒(15 cm×15 cm×15 cm)里待其孵化,孵化后每隔12 h采摘新鲜的栝楼叶片喂食幼虫,幼虫化蛹后将蛹取出放入一个下铺湿润滤纸并放有新鲜叶片的养虫盒中,羽化后采用一雌多雄的方式进行配对。待其产卵,作为试验虫源。

1.2 指标测定方法

1.2.1 菱斑食植瓢虫幼虫体长、头壳宽的测定

体长的测量:体长测量时选择菱斑食植瓢虫各龄蜕皮后第2天幼虫,置于冰块上10~15 s,待其体躯变硬停止活动后用徕卡S9D体式显微镜[Leica Microsystems (Schweiz)]配套的S-EYE 2020版软件测量头部最前端到腹部末端的距离,1~4龄幼虫每个龄期测定数量不少于80头。

头壳宽测量:参考马晓凡等^[23]的方法测定菱斑食植瓢虫各龄幼虫的头壳宽。每皿(直径90 mm一次性培养皿)放入1粒卵,孵化后用马克笔对其体表进行标记,每天09:00和17:00观测其蜕皮情况,记录龄期数和时间。每次蜕皮后第2天切除头部用于头壳宽测量,1~4龄幼虫每个龄期测定数量均不少于80头。测量时从体视显微镜目镜中观察,对已经整姿完毕的头壳进行头壳宽(头两侧最宽处距离)的测量,精度为0.001 mm。

根据记录和测定值计算幼虫各虫龄体长和头壳宽的平均值、标准误、变异系数和变幅数,依据Crosby生长定律得出Brooks指数、Crosby指数。Brooks指数= X_n / X_{n-1} (X_n 和 X_{n-1} 分别为第 n 龄和 $n-1$ 龄幼虫各指标测量值的平均值);Crosby指数= $(B_n - B_{n-1}) / B_{n-1}$ (B_n 和 B_{n-1} 分别表示第 n 和 $n-1$ 个Brooks指数)^[10,24-25]。

1.2.2 菱斑食植瓢虫生物学指标测定 取同日所产菱斑食植瓢虫卵粒放入养虫盒内,盒内铺保湿滤纸,每1粒卵为1个重复,共设50~75个重复。每日观察并记录卵发育进度。孵化后每日更换新鲜栝楼叶片,同时清理虫粪等,观察幼虫生长发育变化情况。记录菱斑食植瓢虫幼虫各龄期的发育历期、死亡数以及蛹和成虫的发育历期。待蛹羽化后随机挑选30~35对健康成虫,配对后放入产卵笼中自由交配、产卵,雄虫不足的可从候补虫源里增加并标记记录。用TWOSEX-MS Chart两性生命表软件^[19,26-27],计算成虫产卵前期、总产卵前期、年龄-龄期存活率 $[S_{xy}$,指新生个体(年龄0、龄期1)存活到年龄 x 与龄期 j 的概率]、种群特定年龄存活率 (l_x) 、种群特定年龄繁殖率 (m_x) 、种群年龄-龄期特征净繁殖力 $(l.m_x)$ 、特定年龄寿命期望值 (e_{xy}) 、特定年龄繁殖值 (v_{xy}) 以及种群参数净增殖率 (R_0) 、内禀增长率 (r) 、平均世代周期 (T) 、周限增长率 (λ) 和粗繁殖率 (GRR) 等^[15,26]。

1.3 数据处理

采用 Microsoft Excel 2021 整理数据,使用

IBM SPSS Statistics 27 软件对数据进行统计分析,对头壳宽、体长指标进行频次分析并绘制频次分布图。使用 TWOSEX-MSChart 程序计算种群生命参数,采用 bootstrap 法计算平均值和标准误,100 000 次重复^[26-27]计算。采用 Excel 2021 和 Origin 2021 进行图表绘制。

2 结果与分析

2.1 菱斑食植瓢虫幼虫头壳宽、体长分析

将菱斑食植瓢虫幼虫头壳宽测量值进行频次分布统计,结果如图1所示,最小值为0.54 mm,最大值为2.99 mm。菱斑食植瓢虫幼虫的头壳宽有4个显著的集中区,各个区域间无明显重叠,头壳宽变幅分别为0.54~0.67 mm、1.01~1.27 mm、1.74~2.31 mm、2.69~2.99 mm,1~4龄期出现较高的频次的头壳宽分别为0.5~0.6 mm、1.1~1.2 mm、1.8~2.0 mm、2.8~3.0 mm;各龄幼虫头壳宽差异显著 $(F=23\ 816.138, df=3, p<0.001)$,表明头壳宽形态指标可以作为菱斑食植瓢虫幼虫龄期的划分指标。菱斑食植瓢虫幼虫头壳宽分龄指标的变异系数、

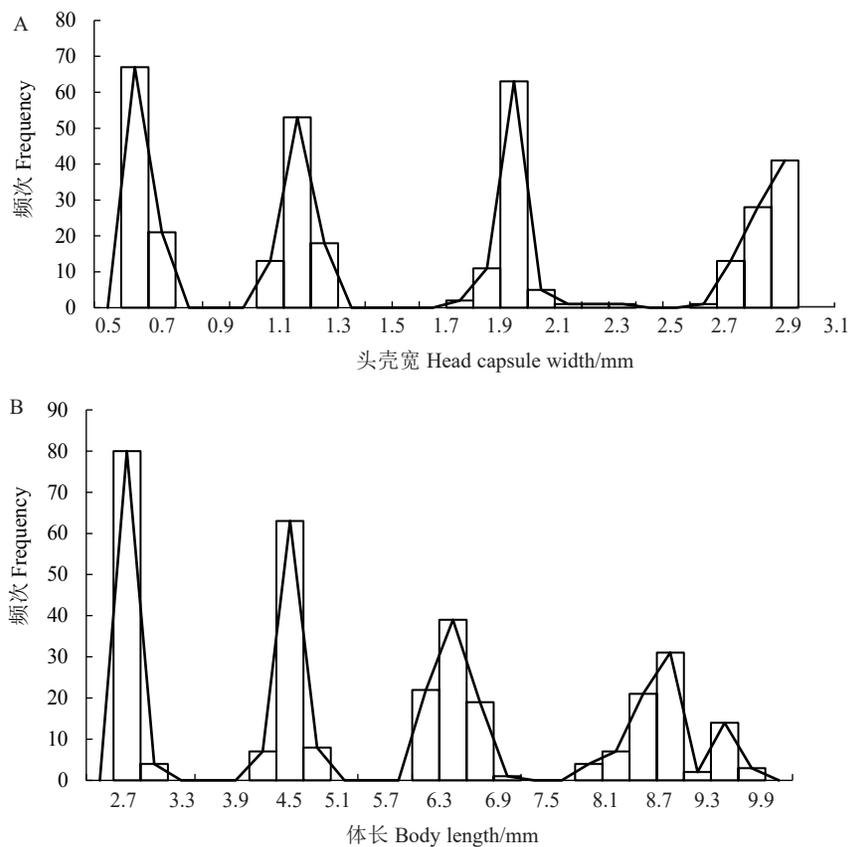


图1 不同龄期菱斑食植瓢虫幼虫头壳宽(A)和体长(B)频次分布

Fig. 1 Frequency distribution of head capsule width(A) and body length(B) of larvae of *Epilachna insignis* at different instars

Brooks 指数和 Crosby 指数如表 1 所示,1~4 龄幼虫头壳宽的变异系数均小于 0.20,头壳宽值较集中、稳定。同时,2~4 龄头壳宽 Brooks 指数呈逐渐减小趋势,表明各龄间头壳宽增长趋势不一致,同时 3~4 龄头壳宽 Crosby 指数绝对值均大于 0.1,说明菱斑食植瓢虫幼虫各龄期头壳宽增长不符合 Crosby 生长法则。

表 1 菱斑食植瓢虫幼虫头壳宽、体长形态指标的测量值统计分析结果

Table 1 Statistical analysis results of the measurement values of the head capsule width and body length of the larvae of *Epilachna insignis*

形态指标 Morphological index	龄期 Instar	样本数 Sample size	平均值±标准误 Mean±SE/mm	变异系数 Coefficient of variation	Brooks 指数 Brooks index	Crosby 指数 Crosby index
头壳宽 Head capsule width	1	88	0.59±0.00 D	0.043		
	2	84	1.16±0.00 C	0.048	1.96	
	3	84	1.96±0.01 B	0.038	1.69	-0.14
	4	83	2.88±0.01 A	0.023	1.47	-0.13
体长 Body length	1	84	2.92±0.06 d	0.021		
	2	78	4.64±0.02 c	0.003	1.59	
	3	81	6.43±0.02 b	0.003	1.39	-0.13
	4	82	8.82±0.05 a	0.005	1.37	-0.01

注:同列的不同小写字母表示各龄幼虫体长通过 Welch 检验在 $p<0.05$ 水平差异显著;同列的不同大写字母表示各龄期头壳宽通过 Welch 检验在 $p<0.05$ 水平差异显著。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate that the body lengths of larvae at different instars are significantly different at the $p<0.05$ level by Welch's test; different uppercase letters in the same column indicate that the head capsule widths at different instars are significantly different at the $p<0.05$ level by Welch's test.

4.5~4.8 mm、6.3~6.6 mm、8.7~9.0 mm。各龄幼虫体长差异显著($F=8\ 694.255, df=3, p<0.001$)。不同龄期幼虫体长之间均无重叠,表明幼虫体长指标适用于菱斑食植瓢虫幼虫龄期的划分。由表 1 中变异系数、Brooks 和 Crosby 指数看出,各龄期体长数据稳定,但各龄期增长倍数不一致,Crosby 指数的适用性较低。

2.2 不同虫态菱斑食植瓢虫的发育历期

由表 2 可知,菱斑食植瓢虫卵经过 8~10 d 孵化成 1 龄幼虫,1 龄幼虫经过 4~6 d 后蜕皮成 2 龄幼虫,2 龄幼虫经过 5~7 d 后蜕皮成 3 龄幼虫,1、2 龄幼虫发育历期差异不显著;3 龄幼虫经过 6~7 d 后蜕皮为 4 龄幼虫,4 龄经 9~13 d 即可化蛹,3、4 龄幼虫发育历期差异显著;蛹经过 8~9 d 羽化为成虫,雌成虫期和雄成虫期差异显著。在菱斑食植瓢虫的幼虫期,以 1 龄幼虫发育历期最短,平均为 4.56 d,4 龄历期最长,平均为 11.02 d,显著长于其他龄期。菱斑食植瓢虫产卵后,卵经 40~52 d 生长发育进入成虫期。成虫产卵前期为 8.32 d,与蛹期、卵期差异不显著。

将菱斑食植瓢虫幼虫体长的测量值进行频次分布统计,结果如图 1 所示,最小值为 2.75 mm,最大值为 9.75 mm,菱斑食植瓢虫幼虫体长的测量值分布在 4 个相对集中的区域,其中 4 龄幼虫分布范围较广,1~4 龄幼虫体长变幅分别为 2.75~3.02 mm、4.23~4.99 mm、6.13~6.94 mm、8.05~9.75 mm;1~4 龄幼虫体长出现频次较高的区域分别是 2.7~3.0 mm、

表 2 各虫态菱斑食植瓢虫发育历期及产卵量
Table 2 Developmental duration of each stage and fecundity of *Epilachna insignis*

参数 Parameter	发育阶段 Developmental stage	平均值±标准误 Mean±SE
发育历期 Developmental duration/d	卵 Egg	9.04±0.10 d
	1 龄 1st instar larva(L1)	4.56±0.08 f
	2 龄 2nd instar larva(L2)	5.85±0.10 ef
	3 龄 3rd instar larva(L3)	6.48±0.07 e
	4 龄 4th instar larva(L4)	11.02±0.13 c
	蛹 Pupa	8.31±0.07 d
	雌成虫 Female adult	81.44±0.86 a
	雄成虫 Male adult	68.79±3.33 b
产卵前期 Pre-oviposition period/d	雌成虫 Female adult	8.32±0.22 d
单雌产卵量/粒 Fecundity per female/grain	雌成虫 Female adult	248.89±6.48

注:同列不同小写字母表示不同发育阶段间经 Duncan's 检验在 $p<0.05$ 水平差异显著。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences among different developmental stages at the $p<0.05$ level by duncan's test.

2.3 恒温条件下菱斑食植瓢虫种群增长参数

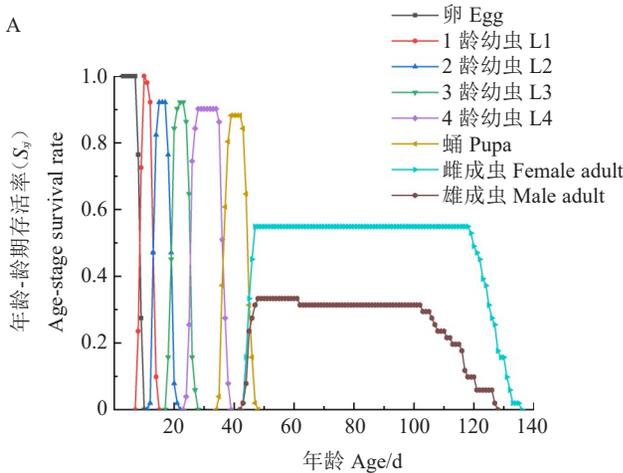
经统计分析,在本试验所设恒温条件(26 °C)下,菱斑食植瓢虫种群增长参数如表3所示,内禀增长率 $r=0.067$,周限增长率 $\lambda=1.069$ ($\lambda>1$),种群增速较稳定,种群理论上每周以1.069倍的速率增长,经过73.517 d完成一个世代周期,一个世代周期中每个雌性个体繁殖后代157.093头,存活个体数(净增殖率)为133.471头。

表3 菱斑食植瓢虫实验种群生命表参数
Table 3 Life table parameters of the experimental population of *Epilachna insignis*

种群参数 Population parameters	平均值±标准误 Mean±SE
内禀增长率 Intrinsic rate of increase(r)	0.067±0.020
周限增长率 Finite rate increase (λ)	1.069±0.030
净增殖率 Net reproductive rate(R_0)	133.471±16.997
平均世代周期 Mean generation time(T)/d	73.517±0.554
粗繁殖率 Gross reproductive rate(GRR)	157.093±17.352

2.4 菱斑食植瓢虫年龄-龄期存活率、种群特定年龄存活率和生殖率

菱斑食植瓢虫室内种群的年龄-龄期存活率



(S_{xy})曲线见图2-A。反映了随时间的变化菱斑食植瓢虫各虫龄、虫态的存活情况。随着菱斑食植瓢虫生长发育与个体死亡的发生, S_{xy} 曲线在菱斑食植瓢虫各龄幼虫、蛹和成虫中均呈现先上升后下降的趋势。菱斑食植瓢虫在不同虫龄、虫态的存活曲线也存在一定范围的重叠,说明在同一时期内菱斑食植瓢虫出现不同的虫态(虫龄)。此外,菱斑食植瓢虫各龄幼虫存活率不同,其中1龄幼虫的存活率高于2~4龄幼虫的存活率,而4龄幼虫的存活时间大于其他龄期;成虫的存活时间最长。在菱斑食植瓢虫卵期、1龄幼虫期、2龄幼虫期、3龄幼虫期和4龄幼虫期的个体发育阶段中,年龄-龄期存活率峰值均较高,分别为1.000、0.980、0.922、0.922、0.902。另外雌成虫的存活率和存活持续时长均大于雄成虫。

种群特定年龄存活率(l_x)指1粒初产卵发育至第x年龄的可能性。由图2-B可知,随着年龄的增长, l_x 曲线呈前中期平稳下降、后期斜坡式下降趋势。自初产卵后110 d(即 $x=110$), l_x 曲线急速下降,说明自此时起,菱斑食植瓢虫成虫交配产卵后种群死亡率大幅上升。 m_x 指整个种群在特定年龄时的平均产卵量; $l_x m_x$ 则为种群年龄净增殖率。二

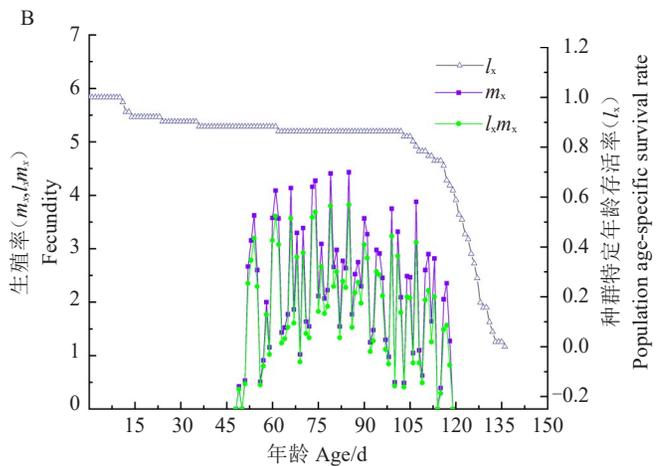


图2 菱斑食植瓢虫年龄-龄期存活率(S_{xy})(A)和种群特定年龄存活率(l_x)、种群年龄繁殖率(m_x)、种群年龄净增殖率($l_x m_x$)(B)

Fig. 2 Age-stage survival rate of *Epilachna insignis*(S_{xy})(A), populalion age-specific survival rate(l_x), age-specific fecundity of population(m_x), and age-specific net reproductive rate of population($l_x m_x$)(B)

者曲线均为多峰,表明菱斑食植瓢虫可多次产卵,当 $x=85$ 时达到最大值。

2.5 特定年龄寿命期望值和特定年龄繁殖值

由图3-A可知,各个龄期或虫态菱斑食植瓢虫的寿命期望值均随年龄的增加逐渐减小。初产卵菱斑食植瓢虫的寿命期望值为109.35 d,菱斑食植

瓢虫的寿命期望值较长且表现为雌成虫的期望寿命明显高于雄成虫,同时,随着年龄的增加,各个龄期、虫态的寿命期望值呈逐渐下降趋势,但雌成虫寿命期望值大于蛹。特定年龄繁殖值 V_{xy} 指个体在第x年龄、第j阶段时对未来种群增长的平均贡献度。结合生殖率曲线分析,当 $x=0, j=1$ 时, V_{xy} 接近或

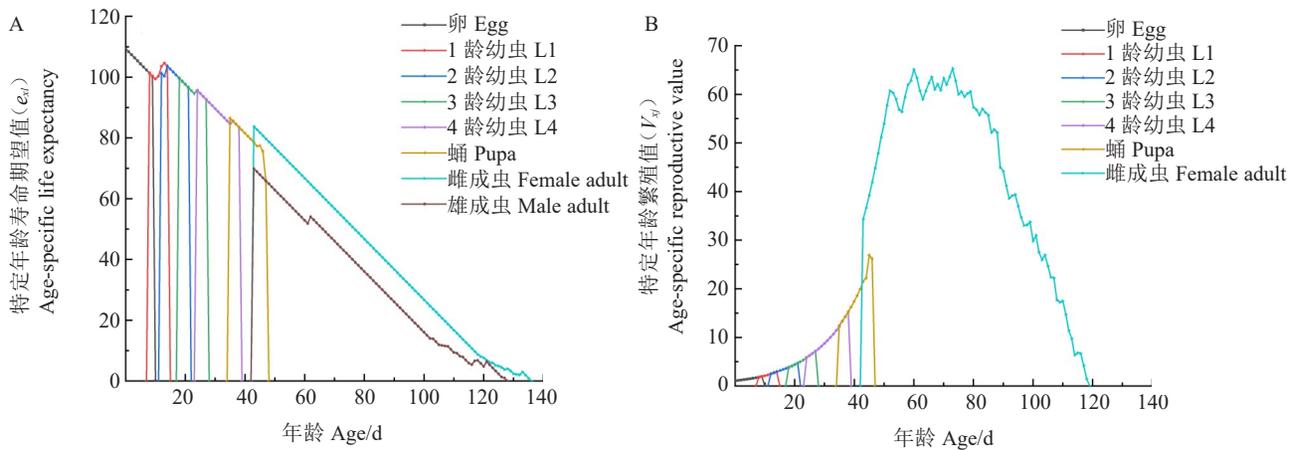


图3 菱斑食植瓢虫的特定年龄寿命期望值(e_{xj})(A)和特定年龄繁殖值(V_{xj})(B)

Fig. 3 Age-specific life expectancy (e_{xj})(A) and age-specific reproductive values (V_{xj})(B) of *Epilachna insignis*

等于 λ 。由图3知,菱斑食植瓢虫的特定年龄繁殖值 $V_{0,1}=1.07$ 粒,等于 λ 值。随着年龄和发育阶段的推进, V_{xj} 曲线在各个阶段的峰值总体呈先上升后下降趋势,并于 $x=73$ (即产卵期)达到最大峰值($V_{73,7}=65.30$ 粒),随后急剧下降。由此表明,在各发育阶段中,雌成虫的繁殖值最高,雌成虫可出现5个左右繁殖值贡献高峰。

3 讨论与结论

菱斑食植瓢虫作为一种重要的食叶害虫,在信阳地区通常1年发生2代,越冬成虫翌年4月中旬陆续开始活动^[6]。菱斑食植瓢虫的主要寄主栝楼具有很高的药用价值,是一种重要的特色经济作物^[7,28]。近年来,各地形成并推广一系列高效种植模式,因栝楼属于攀援型多年生作物,种植模式以连续种植为主^[28-29],易造成害虫逐年积累,危害严重。

鉴于菱斑食植瓢虫对栝楼的严重危害性,对其开展生物学和种群生态学研究极其必要,菱斑食植瓢虫龄期的确定和准确快速的分龄依据对菱斑食植瓢虫的预测预报、综合防治等研究具有重要意义。在本研究中,通过体长和头壳宽两个指标划分菱斑食植瓢虫的龄期,结果表明各龄期数据间无重叠,各龄期体长和头壳宽差异显著,且变异系数均小于0.20,说明体长和头壳宽均是划分虫龄的较优指标。同时,Crosby指数是基于Crosby生长法则,要求所测昆虫的形态指标在不同龄期间呈一定比例增长,本研究菱斑食植瓢虫不遵循此生长规律,Crosby指数的适用性较低。需注意的是,昆虫的生长受食物条件、季节变动等环境因子影响,也会因

微生物感染等因素出现个体间不同程度的差异^[30]。

生命表是种群生态学研究的基础,传统的生命表只包含了雌虫,未考虑雄性个体对种群发展的影响,也忽略了种群不同个体的发育差别^[15,31-32]。在此基础上Chi等^[33]创立的年龄-龄期两性生命表,已应用于灰茶尺蠖(*Ectropis griseascens*)^[19-20]、绿翅绢野螟(*Diaphania angustalis*)^[21]、贡山喙蓟马(*Mycterotherrips gongshanensis*)^[32]等多种昆虫的研究。本研究通过构建菱斑食植瓢虫种群的年龄-龄期两性生命表,分析了其生活史参数、种群存活率及繁殖力、种群生命表参数等,得出在恒温条件下菱斑食植瓢虫的种群生命表参数。罗进仓等^[34]研究,鞘翅目马铃薯甲虫(*Leptinotarsa decemlineata*)各个发育期以卵和1龄幼虫的存活率最低,笔者在菱斑食植瓢虫饲养中发现,菱斑食植瓢虫卵孵化率、幼虫成活率均较高,在80%以上;同时,本研究中菱斑食植瓢虫的内禀增长率(r)与周限增长率(λ)较稳定,说明种群处于稳步增长阶段^[35-36],生产中可使用农业防治、生物防治等防治方法建立一套经济简便、环保持久的综合防治方案。此外,本研究中菱斑食植瓢虫寿命期望值较高,高于伍兴隆等^[35]研究的25℃条件下七星瓢虫(*Coccinella septempunctata*),同时,七星瓢虫的寿命期望值为雄成虫大于雌成虫,而本研究中菱斑食植瓢虫则表现为雌成虫大于雄成虫。菱斑食植瓢虫在无外界干扰下,从初产卵到发育第73d,雌成虫对后代种群数量增长有较大贡献。

本研究明确了体长、头壳宽可以作为菱斑食植

瓢虫幼虫龄数和龄期划分的形态依据,该结果为菱斑食植瓢虫的相关研究提供了理论基础。通过年龄-龄期两性生命表对昆虫生长发育进度和种群发展进行分析,可预测害虫的种群动态和种群发展趋势,为害虫的适时防治提供科学指导^[15,31,37]。本文通过种群两性生命表得出菱斑食植瓢虫在信阳地区存活率较高,繁殖力稳定,种群处于稳定增长阶段,可用于预测种群的增长与虫态结构。但若实际应用于田间预测害虫种群增长与指导防治,还需要结合田间种群的实际发生数据并综合考虑田间各种条件的不稳定性等^[37]。

参考文献

- [1] 陈俊华,王小盼,郭世保,等.豫南地区菱斑食植瓢虫室内外种群抗寒性研究[J].中国瓜菜,2024,37(9):159-165.
- [2] 张巍巍,李元胜.中国昆虫生态大图鉴[M].重庆:重庆大学出版社,2019.
- [3] 尹健,熊建伟,孙万慧,等.信阳栝楼2种主要害虫的初步研究[J].河南农业科学,2007(1):51-53.
- [4] 曾涛,庞雄飞.食植瓢虫属 *Epilachna* 中国新记录种及两种幼虫的形态记述(鞘翅目:瓢虫科)[J].昆虫分类学报,2001,23(2):114-119.
- [5] 张润志.菱斑食植瓢虫 *Epilachna insignis* Gorham 幼虫[J].应用昆虫学报,2014,51(2):399.
- [6] 尹健.信阳栝楼的人工栽培及主要害虫的发生、防治技术研究[D].武汉:华中农业大学,2007.
- [7] 王胜宝,张先平.菱斑食植瓢虫危害栝楼研究初报[J].陕西农业科学,1996(5):29-30.
- [8] 耿云冬.山西省瓢虫科分类研究[D].北京:首都师范大学,2007.
- [9] 张桂芬,殷惠军,王玉生,等.番茄潜叶蛾幼虫的龄数和龄期测定[J].中国生物防治学报,2023,39(2):340-345.
- [10] 张婷,师文丽,樊楠楠,等.梨星毛虫虫龄的划分及末龄幼虫头部形态和感器观察[J].环境昆虫学报,2023,45(6):1755-1763.
- [11] 韩文素,李健,高景林,等.蜂巢小甲虫幼虫龄期的划分[J].植物检疫,2022,36(4):27-32.
- [12] 杨眉,田春晖,孙富余,等.不同形态指标用于二化螟幼虫龄期划分的研究[J].江苏农业科学,2022,50(22):114-118.
- [13] 崔小林,王宏民,张静,等.绿豆象幼虫虫龄的划分及末龄幼虫头部形态和感器观察[J].昆虫学报,2020,63(4):512-522.
- [14] 田铃,李愉,谢晓乐,等.草地贪夜蛾取食桑树的生命周期研究[J].广东农业科学,2024,51(8):10-20.
- [15] 齐心,傅建炜,尤民生.年龄-龄期两性生命表及其在种群生态学与害虫综合治理中的应用[J].昆虫学报,2019,62(2):255-262.
- [16] 孙雨.番茄潜叶蛾在加工番茄上的生命表及其孤雌生殖探究[D].新疆阿拉尔:塔里木大学,2024.
- [17] 黎叶,金奇年,张建民,等.基于年龄-阶段两性生命表的不同寄主对草地贪夜蛾生长发育和繁殖力的影响[J].江苏农业科学,2024,52(6):136-141.
- [18] HUANG Y B, CHI H. Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations[J]. Insect Science, 2012, 19(2):263-273.
- [19] 袁争,张家侠,曹士先.恒温下灰茶尺蛾种群两性生命表的研究[J].安徽农业大学学报,2020,47(1):7-11.
- [20] 葛繁星,史凡,程春喜,等.两性生命表研究灰茶尺蛾与茶尺蠖生长发育和繁殖力[J].茶叶科学,2022,42(6):828-838.
- [21] 林凌鸿,汪一萍,李鑫,等.绿翅绢野螟实验种群两性生命表的组建与分析[J].福建农业学报,2019,34(4):443-450.
- [22] 赫娟,柴敏,陈伟,等.基于两性生命表的山西地区榆蚜生活史研究[J].山西师范大学学报(自然科学版),2019,33(3):86-90.
- [23] 马晓凡,李亚飞,龚烽瑞,等.舞毒蛾幼虫龄数和龄期的划分[J].植物保护学报,2023,50(6):1625-1632.
- [24] LOERCH C R, CAMERON E A. Determination of larval instars of the bronze birch borer, *Agilus anxius* (Coleoptera: Buprestidae)[J]. Annals of the Entomological Society of America, 1983, 76(6):948-952.
- [25] 窦园婧,丁鹏,严翔,等.柑橘木虱若虫龄期形态学快速鉴定新指标筛选及对指标体系的优化[J/OL].浙江大学学报(农业与生命科学版),1-11(2024-11-13).<https://link.cnki.net/urlid/33.1247.S.20241111.1545.002..>
- [26] CHI H. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals[J]. Environmental Entomology, 1988, 17(1):26-34.
- [27] 李飞,何树林,周操,等.基于年龄-龄期两性生命表分析阿维菌素对松褐天牛肿腿蜂的亚致死效应[J].昆虫学报,2024,67(9):1221-1228.
- [28] 徐筋燕,何晓兰,邵明灿,等.不同种植模式对栝楼根际土壤微生物群落多样性的影响[J].南方农业学报,2024,55(4):920-931.
- [29] 卢恒,刘伟,郭兰萍,等.栝楼种植模式比较及间作生态种植的优势分析[J].中国现代中药,2025,27(1):14-19.
- [30] 杨曜铭,杨明.形态计量学在蚋类幼虫龄数研究中的应用[J].环境昆虫学报,2018,40(2):380-389.
- [31] HUANG Y B, CHI H. Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations[J]. Insect Science, 2012, 19(2):263-273.
- [32] 谢艳兰,韦玲长,马润敏,等.云南茶园暴发性新害虫贡山喙蓟马年龄-龄期两性生命表研究[J].昆虫学报,2021,64(11):1305-1312.
- [33] CHI H, LIU H. Two new methods for study of insect population ecology[J]. Bulletin of the Institute of Zoology Academia Sinica, 1985, 24(2):225-240.
- [34] 罗进仓,周昭旭,刘长仲.马铃薯甲虫自然种群生命表的组建及影响因子[J].应用生态学报,2012,23(5):1359-1364.
- [35] 伍兴隆,余佳敏,刘国,等.高温处理对七星瓢虫生长发育及繁殖的影响[J].昆虫学报,2024,67(2):223-234.
- [36] 陈萍,刘欢,侯茂林.寄主转换对稻纵卷叶螟寄主种群适合度及生命表参数的影响[J].昆虫学报,2021,64(3):400-408.
- [37] 史梦竹,傅建炜,李建宇,等.运用年龄-龄期两性生命表模拟昆虫种群动态及其在害虫治理中的应用[J].昆虫学报,2023,66(2):255-266.