

# 不同韭菜品种对异迟眼蕈蚊生长发育及繁殖的影响\*

苟玉萍 刘倩 张艳霞 刘长仲\*\*

(甘肃农业大学草业学院 兰州 730070)

**摘要** 异迟眼蕈蚊是造成经济作物韭菜严重减产的重要害虫。研究异迟眼蕈蚊在不同韭菜品种间的生长发育及繁殖规律,为异迟眼蕈蚊的预测预报以及筛选韭菜抗性品种提供科学依据。本研究在(25±1)℃、弱光照射(125 lux)、相对湿度80%的人工气候箱内,分别选用20个韭菜品种,组建了异迟眼蕈蚊取食不同韭菜品种的生命表,统计了内禀增长率、净增殖率、平均世代周期、种群加倍时间和周限增长率等实验种群生命参数。结果表明,异迟眼蕈蚊在不同韭菜品种上均能完成生长发育,完成全世代所需时间最长的3个品种依次为‘万源紫根宽叶王’>‘791宽叶雪韭’>‘万源汉中冬韭一号’,最短的依次为‘平韭二号’<‘久星2号’<‘汉中紫根韭菜’。不同韭菜品种上异迟眼蕈蚊雌虫寿命高于雄虫寿命,并且平均单雌产卵量的高低与雌虫寿命的长短呈正相关,较为典型的品种为‘万源汉中冬韭一号’和‘平韭二号’,雌虫寿命分别为2.18 d和2.44 d,平均单雌产卵量分别为56.00粒和101.25粒。异迟眼蕈蚊的存活率在同一韭菜品种上随着发育期的推移呈逐渐下降趋势;在‘冀研小韭园’上各虫态的存活率均表现为最大值,在‘万源汉中冬韭一号’均表现为最小值,在‘平韭二号’也表现出较大的存活率。卵、幼虫、蛹和成虫的存活率在‘万源汉中冬韭一号’上依次为62%、32%、25%和25%,而‘冀研小韭园’上依次为100%、90%、85%和85%,在‘平韭二号’上依次为100%、85%、82%和80%。通过对内禀增长率、周限增长率的统计,‘平韭二号’最高,分别为0.22和1.25;‘万源汉中冬韭一号’最低,分别为0.07和1.07;而种群加倍时间则表现出相反的趋势,‘平韭二号’最低,为3.15d;‘万源汉中冬韭一号’最高,为10.20 d。其他韭菜品种的3个指标介于两者之间。因此,综合上述结果,异迟眼蕈蚊的适应性和嗜食性在‘平韭二号’最强,导致为害严重;而在‘万源汉中冬韭一号’最弱,造成受害较轻。

**关键词** 异迟眼蕈蚊 韭菜品种 实验种群 生命表 发育历期 存活率 种群动态参数

中图分类号: S435.79 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2015)06-0741-07

## Effects of different leek cultivars on the growth, development and fecundity of *Bradysia difformis* Frey

GOU Yuping, LIU Qian, ZHANG Yanxia, LIU Changzhong

(Pratacultural College of Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract** *Bradysia difformis* Frey is an important pest of economic crops, which causes leeks production heavily reduction. It is important for prediction, prevention of *B. difformis*, and selection of leek cultivars resistant to *B. difformis* to research the growth, development and reproductive rhythm of *B. difformis* on different leek cultivars. An experiment was conducted in an artificial climate chamber with temperature of (25±1) °C, dim light of 125 lux and relative humidity of 80%. Twenty selected leek cultivars from different areas of China were used as the tested plants. The developmental duration, whole generation duration, adult longevity, fecundity and survival rate of *B. difformis* on different leek cultivars were investigated. Life table of *B. difformis* on 20 leek cultivars was established, and the population parameters, such as intrinsic rate of increase ( $r_m$ ), net reproductive rate ( $R_0$ ), mean generation time ( $T$ ), population doubling time ( $t$ ) and finite rate of increase ( $\lambda$ ) were calculated. The results indicated that *B. difformis* could complete its growth and development on twenty leek cultivars. The duration of whole generation of *B. difformis* was longest on ‘Wanyuan Purple Root with wide leaves’, followed by ‘Snow 791 with wide

\* 公益性行业(农业)科研专项(201303027)资助

\*\* 通讯作者: 刘长仲, 主要研究方向为昆虫生态及害虫治理。E-mail: liuchzh@gsau.edu.cn

苟玉萍, 主要研究方向为害虫综合治理。E-mail: yuping\_gou@aliyun.com

收稿日期: 2015-01-25 接受日期: 2015-04-01

leaves' and 'Wanyuanhanzhong winter leek 1'. The shortest duration of whole generation of *B. difformis* was on 'Pingjiu 2', followed by 'Jiuxing 2' and 'Hanzhong Purple Root Leek'. Females' longevity was higher than males' longevity on different leek cultivars, and the average eggs per female spawning was positively correlated with the female longevity. Especially for leek cultivars of 'Wanyuanhanzhong winter leek 1' and 'Pingjiu 2', their females' longevities were respectively 2.18 d and 2.44 d, and average eggs per female spawning were 56.00 and 101.25, respectively. The survival rates of *B. difformis* decreased with development. The survival rate of each instar was highest on 'Jiyanxiaojiuyuan', and lowest on 'Wanyuanhanzhong winter leek 1', and was relative higher on 'Pingjiu 2' too. The survival rates of eggs, larval, pupa and adult were 100%, 90%, 85% and 85% on 'Jiyanxiaojiuyuan'; 62%, 32%, 25% and 25% on 'Wanyuanhanzhong winter leek 1'; and 100%, 85%, 82% and 80% on 'Pingjiu 2'; respectively. The analysis of life tables of *B. difformis* on different leek cultivars showed that the intrinsic rate of increase, finite rate of increase were highest on 'Pingjiu 2', which were 0.22 and 1.25, respectively. They were smallest on 'Wanyuanhanzhong winter leek 1', 0.07 and 1.07. The population doubling time showed opposite trend, it was shortest on 'Pingjiu 2' (3.15 days) and longest on 'Wanyuanhanzhong winter leek 1' (10.20 days). The other cultivars were fall in between for the three parameters. Based on the above results, *B. difformis* had the best adaptability and palatability on 'Pingjiu 2', and could heavy damage the cultivars; while it developed worst on 'Wanyuanhanzhong winter leek 1' with lighter damage for the cultivars.

**Keywords** *Bradysia difformis* Frey; Leek cultivar; Experimental population; Life table; Developmental duration; Survival rate; Parameters of population dynamics

(Received Jan. 25, 2015; accepted Apr. 1, 2015)

异迟眼蕈蚊(*Bradysia difformis* Frey)是一种为害温室作物较普遍和严重的经济害虫<sup>[1-2]</sup>,属双翅目(Diptera)、眼蕈蚊科(Sciaridae)、迟眼蕈蚊属(*Bradysia*)<sup>[3]</sup>,其幼虫常发现于土壤中的腐殖质、腐烂的树皮、菌丝或真菌的子实体中,以及草本植物的茎、叶中<sup>[4]</sup>。有关研究报道,该虫是食用菌、药用菌、苗圃、观赏植物、花卉等的重要害虫<sup>[5-7]</sup>,而对百合科(Liliaceae)葱属(*Allium*)作物的韭菜(*A. tuberosum* Rottl. ex Spreng)、葱(*A. fistulosum* L.)、蒜(*A. sativum* L.)及百合属(*Lilium*)的百合(*L. davidii* var. *viridulum* Baker)等的为害尤为突出<sup>[8]</sup>。

Frey 于 1948 年首次记录命名了该虫(*Bradysia difformis* Frey)<sup>[9]</sup>; 2003 年 Menzel 等<sup>[1]</sup>根据新的命名法和分类法重新命名记录该虫,并使用过异迟眼蕈蚊的异名(*Bradysia paupera* Tuomikoski, 1960); 我国于 2009 年在云南省首次发现并记录异迟眼蕈蚊为害食用菌<sup>[10]</sup>。2012—2013 年通过对甘肃省境内食用菌和中国传统蔬菜韭菜的调查发现,异迟眼蕈蚊不仅是食用菌的主要害虫,也是韭菜的主要根蛆类害虫之一,成为部分韭菜种植区的优势种,并与韭菜迟眼蕈蚊(*Bradysia odoriphaga* Yang and Zhang)混合发生<sup>[8,11]</sup>。2014 年通过异迟眼蕈蚊对百合科作物韭菜、大葱、兰州百合及大蒜(蒜茎和蒜瓣)的为害研究,明确了韭菜更适合异迟眼蕈蚊的生长发育和繁殖<sup>[8]</sup>,对韭菜的生产造成了严重的经济损失,而这是国内外首次发现异迟眼蕈蚊为害韭菜等百合科作物的研究报道。因此,深入研究异迟眼蕈蚊对不

同韭菜品种的为害特征及规律,可为异迟眼蕈蚊的预测预报,以及筛选抗异迟眼蕈蚊韭菜品种提供科学依据。

本研究选取我国不同地区的 20 个韭菜品种作为供试植物,分别记录并统计了 20 个韭菜品种对异迟眼蕈蚊发育历期、全世代、成虫寿命、繁殖力、存活率和实验种群生命参数的影响,以期揭示异迟眼蕈蚊在不同韭菜品种上的种群动态变化规律,为选择抗异迟眼蕈蚊的韭菜品种提供科学佐证。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试虫源:异迟眼蕈蚊幼虫于 2013 年 4 月采自甘肃省天水市甘谷县磐安镇(34°45'22"N, 105°7'2"E)的韭菜种植田,在室内条件下,以韭菜段为饲料,采用滤纸保湿培养皿法连续饲养繁殖<sup>[12]</sup>。

供试植物:选用我国不同地区的 20 个韭菜品种,按产地和栽培品系分别编号命名(见表 1)。于 2013 年 4 月分别种植于甘肃农业大学试验地(36°5'20"N, 103°41'54"E)。

### 1.2 试验方法

饲养方法:2013 年 4 月在甘肃农业大学试验地种植不同品种韭菜,于 2014 年 5 月采摘韭菜假茎作为食料,在宁波市江南仪器 RXZ 型智能人工气候箱内,分别连续饲养异迟眼蕈蚊至第 2 代。幼虫饲养条件为(25±1) °C,相对湿度(RH)80%,黑暗条件;成虫饲养条件为(25±1) °C, RH 为 80%,弱光条件(125 lux)。

表 1 韭菜品种编号及产地区域分类表  
Table 1 Leek cultivars, numbers and their origin classification

编号 Number	韭菜品种 Leek cultivar	产地 Origin	区域 Region	编号 Number	韭菜品种 Leek cultivar	产地 Origin	区域 Region
1	紫根韭菜 Purple root leek	山东 Shandong	华北地区 North China	11	791 宽叶雪韭 Snow 791 with wide leaves	河南 Henan	华北地区 North China
2	苔子韭菜 Taizi leek	山东 Shandong	华北地区 North China	12	神松九号雪韭 Snow leek of Shensong 9	河南 Henan	华北地区 North China
3	平韭二号 Pingjiu 2	山东 Shandong	华北地区 North China	13	汉中紫根韭菜 Hanzhong purple root leek	辽宁 Liaoning	东北地区 Northeast
4	平韭五号 Pingjiu 5	山东 Shandong	华北地区 North China	14	宽马莲韭菜 Malian leek with wide leaves	辽宁 Liaoning	东北地区 Northeast
5	平韭六号 Pingjiu 6	山东 Shandong	华北地区 North China	15	汉中雪韭 Hanzhong snow leek	辽宁 Liaoning	东北地区 Northeast
6	新改良独根红韭菜 Newly improved single root red leek	济南 Jinan	华北地区 North China	16	万源紫根宽叶王 Wanyuan purple root king with wide leaves	沈阳 Shenyang	东北地区 Northeast
7	超级独根红韭菜 Super single root red leek	河北 Hebei	华北地区 North China	17	万源汉中冬韭一号 Wanyuanhanzhong winter leek 1	沈阳 Shenyang	东北地区 Northeast
8	宽叶马莲韭 Malian leek with wide leaves	河北 Hebei	华北地区 North China	18	中华雪韭王 King of Chinese snow leek	沈阳 Shenyang	东北地区 Northeast
9	久星 2 号 Jiuxing 2	平顶山 Pingdingshan	华北地区 North China	19	791 韭菜王 King of 791 leek	甘肃 Gansu	西北地区 Northwest
10	冀研小韭园 Jiyanyaojiuyuan	邯郸 Handan	华北地区 North China	20	中华韭王 King of Chinese leek	武威 Wuwei	西北地区 Northwest

各虫态历期、存活率测定: 选取不同韭菜品种饲养的第 2 代雌虫在 12 h 内产的卵, 培养皿铺有滤纸保湿, 每个培养皿接入 30 粒异迟眼蕈蚊卵, 分别用长 2~3 mm 的韭菜假茎作为食料, 形成 20 个处理, 每个品种 4 次重复; 另设 20 个韭菜品种分别饲养的群体作为虫源补充。将卵置于人工气候箱内饲养, 每日定时观察两次(8:00 和 20:00), 记录虫体的发育进度以及各虫态发育历期和存活数, 及时更换新鲜韭菜段, 清理粪便, 并保持培养皿内适宜的湿度。

成虫繁殖力测定: 将同一韭菜品种、同一时间羽化的未经交配的成虫配对(雌: 雄=1: 1, 雄虫不足时选取同种韭菜品种群体饲养的虫源补充), 置于铺有湿润滤纸的养虫器(已获得专利授权, 专利号: ZL201420052727.X)中, 待其不再产卵后, 在解剖镜下观察卵粒数。每种供试韭菜测试 10 对成虫, 重复 3 次。

成虫寿命测定: 随机从群体饲养中选取同一韭菜品种、同一时间羽化的未经交配的雌雄成虫, 单头分别置于带有湿润滤纸的养虫器中, 每天定时观察成虫活动情况, 记录成虫活动天数, 直至死亡。每种供试韭菜测试 10 对成虫, 重复 3 次。

### 1.3 数据分析

根据所得数据组建异迟眼蕈蚊在不同韭菜品种上的实验种群生命表, 计算种群生物学参数<sup>[8,13]</sup>。

$$\text{净增殖率: } R_0 = \sum l_x m_x \quad (1)$$

$$\text{平均世代周期: } T = \sum x l_x m_x / \sum l_x m_x \quad (2)$$

$$\text{内禀增长率: } r_m = \ln R_0 / T \quad (3)$$

$$\text{周限增长率: } \lambda = e^{r_m} \quad (4)$$

$$\text{种群加倍时间: } t = \ln 2 / r_m \quad (5)$$

式中:  $x$  为时间间隔(d),  $l_x$  为在  $x$  期开始时的雌虫存活率,  $m_x$  为在  $x$  期间的平均单雌产卵量。

以上数据均采用 SPSS 19.0 进行方差分析, 多重比较用 Duncan 法, 制表用 Excel 2003。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同韭菜品种对异迟眼蕈蚊发育历期及全世代的影响

异迟眼蕈蚊虽然在不同韭菜品种上均能完成生长发育, 但是在不同韭菜品种间, 卵、幼虫和蛹的发育历期存在显著差异( $P < 0.05$ ), 而且不同韭菜品种对卵-蛹发育历期和全世代的影响具有一致性(表 2)。异迟眼蕈蚊卵期在‘791 宽叶雪韭’上最长, 为 10.46 d; 幼虫期在‘万源紫根宽叶王’上最长, 为 15.44 d; 蛹期在‘万源汉中冬韭一号’上最长, 为 4.60 d。卵期最短的为‘平韭二号’(2.80 d), 幼虫期最短的为‘紫根韭菜’(8.27 d), 蛹期最短的为‘神松九号雪韭’(2.96 d)。不同韭菜品种上异迟眼蕈蚊全世代由长到短依次为: 万源紫根宽叶王 > 791 宽叶雪韭 > 万源汉中冬韭一号 > 汉中雪韭 > 超级独根红韭菜 > 中华韭王 > 神松九号雪韭 > 苔子韭菜 > 平韭五号 > 新改良独根红韭菜 > 宽叶马莲韭 > 中华雪韭王 > 冀研小韭园 > 宽马莲韭菜 > 紫根韭菜 > 791 韭菜王 > 平韭六号 > 汉中紫根韭菜 > 久星 2 号 > 平韭二号, 而且异迟眼蕈蚊全世代的最大值和最小值相差 9.47 d。

表 2 不同韭菜品种对异迟眼蕈蚊发育历期及全世代的影响

Table 2 Effects of different leek cultivars on the developmental duration and whole generation of *Bradysia difformis* Frey

品种编号 Number of cultivar	发育历期 Developmental duration (d)				全世代 Whole generation (d)
	卵期 Egg stage	幼虫期 Larval stage	蛹期 Pupa stage	卵-蛹期 Egg-pupa stage <sup>1)</sup>	
1	5.46±1.56de	8.27±2.49j	4.18±0.87b	17.92±2.61gh	20.33±2.58ghij
2	5.47±1.43de	10.37±1.14ef	3.69±0.69cdef	19.66±2.01de	22.13±1.67cde
3	2.80±0.56h	9.32±1.19ghi	3.42±0.45efgh	15.55±1.34j	17.58±1.28k
4	4.00±0.95g	12.50±1.69c	3.16±1.00ghi	19.23±3.28def	22.05±1.92cdef
5	5.58±0.66d	8.85±1.52hij	3.49±0.87efgh	17.77±0.76ghi	20.05±1.47ijk
6	6.74±1.41c	8.81±0.88hij	3.33±0.51efghi	18.92±2.42defg	21.79±1.45defg
7	4.76±1.30ef	13.52±1.36b	3.68±0.73cdef	21.92±1.79bc	24.32±1.88b
8	4.92±1.88def	10.32±2.31ef	3.65±0.72def	18.89±2.55defg	20.80±2.54defgh
9	4.42±0.89fg	8.61±1.67ij	3.74±0.84cde	16.68±1.25i	18.80±1.46jk
10	3.80±1.01g	11.36±2.08d	3.76±0.87cde	18.61±3.08efg	20.56±2.45efghi
11	10.46±2.48a	9.89±2.89efg	4.00±1.27bcd	24.35±2.85a	26.55±2.75a
12	4.00±0.86g	12.93±1.88bc	2.96±0.87i	19.89±2.35d	22.32±2.36cd
13	3.00±0.67h	10.55±1.16de	3.13±0.66hi	16.77±1.45hi	18.97±1.33ijk
14	5.28±1.38de	9.56±1.96fgh	3.46±0.67efgh	18.29±1.77fg	20.45±1.91fghi
15	5.38±0.85de	12.32±1.39c	4.22±0.46b	21.97±1.91bc	24.36±1.86b
16	5.46±2.28de	15.44±2.66a	4.08±0.82bc	24.98±4.33a	27.05±4.36a
17	7.56±1.92b	10.62±1.08de	4.60±1.17a	22.78±2.48b	24.64±2.31b
18	4.35±1.53fg	10.20±0.62efg	4.17±0.60b	18.72±1.96defg	20.68±1.98efgh
19	3.86±0.87g	10.63±0.87de	3.29±0.64fghi	17.91±1.44gh	20.15±0.91ijk
20	5.27±0.98de	12.39±2.54c	3.58±0.64defg	21.24±2.26c	23.45±2.17bc

1)卵期、幼虫期和蛹期的合计。同列不同字母表示差异显著( $P<0.05$ ),下同。1) Sum of egg stage, larval stage and pupa stage. Different letters in the same column mean significant difference at 5% level. The same below.

## 2.2 不同韭菜品种对异迟眼蕈蚊成虫寿命及繁殖力的影响

不同韭菜品种对异迟眼蕈蚊的雌虫寿命、雄虫寿命和平均单雌产卵量产生影响,但雌虫寿命、雄虫寿命和平均单雌产卵量在不同韭菜品种间由高到低的变化规律并不一致(表 3)。异迟眼蕈蚊雌虫寿命在‘冀研小韭园’上最大,为3.67 d;‘新改良独根红韭菜’上最小,为2.04 d,且在‘冀研小韭园’上显著大于‘新改良独根红韭菜’( $P<0.05$ )。异迟眼蕈蚊雄虫寿命在‘苔子韭菜’上最大,为3.81 d,‘冀研小韭园’上最小,为1.25 d,且在‘苔子韭菜’上显著大于‘冀研小韭园’( $P<0.05$ )。异迟眼蕈蚊平均单雌产卵量在‘平韭二号’上达到最大值,为101.25粒,‘神松九号雪韭’为99.22粒,‘791韭菜王’为94.56粒,并显著大于‘久星2号’(84.58粒)、“汉中紫根韭菜”(83.79粒)和‘冀研小韭园’(81.12粒) ( $P<0.05$ )。而异迟眼蕈蚊平均单雌产卵量较低的韭菜品种是‘平韭六号’,为60.77粒,‘宽马莲韭菜’为59.45粒,‘新改良独根红韭菜’为58.68粒;‘中华雪韭王’为56.91粒,‘万源紫根宽叶王’为56.58粒,‘万源汉中冬韭一号’为56.00粒,以及‘超级独根红韭菜’为55.52粒;且上述7个韭菜品种异迟眼蕈蚊

平均单雌产卵量均显著低于其他韭菜品种( $P<0.05$ )。

## 2.3 不同韭菜品种对异迟眼蕈蚊存活率的影响

异迟眼蕈蚊的存活率在同一韭菜品种上随着发育期的推移呈逐渐下降趋势;‘冀研小韭园’上异迟眼蕈蚊的卵存活率为100%,幼虫存活率为90%,蛹存活率为85%,成虫存活率为85%,均表现为最大值;‘万源汉中冬韭一号’上异迟眼蕈蚊的卵存活率为62%,幼虫存活率为32%,蛹存活率为25%,成虫存活率为25%,均表现为最小值;在‘平韭二号’上依次为100%、85%、82%和80%(表4)。“超级独根红韭菜”、“中华韭王”、“中华雪韭王”、“791宽叶雪韭”、“万源紫根宽叶王”、“万源汉中冬韭一号”6个韭菜品种异迟眼蕈蚊卵的存活率 $<90%$ ,幼虫的存活率 $\leq 50%$ ,蛹和成虫的存活率均 $<50%$ ;而其他各韭菜品种上异迟眼蕈蚊卵、幼虫、蛹和成虫的存活率显著大于以上6个韭菜品种( $P<0.05$ )。

## 2.4 不同韭菜品种对异迟眼蕈蚊实验种群生命参数的影响

异迟眼蕈蚊的实验种群生命参数随韭菜品种的不同而发生变化(表5)。异迟眼蕈蚊净增殖率( $R_0$ )表现为‘平韭二号’、‘冀研小韭园’、‘791韭菜王’、‘神

表 3 不同韭菜品种对异迟眼蕈蚊成虫寿命及繁殖力的影响

Table 3 Effects of different leek cultivars on the adult longevity and fecundity of *Bradysia difformis* Frey

品种编号 Number of cultivar	雌虫寿命 Females' longevity (d)	雄虫寿命 Males' longevity (d)	平均单雌产卵量 Average eggs per female spawning	品种编号 Number of cultivar	雌虫寿命 Females' longevity (d)	雄虫寿命 Males' longevity (d)	平均单雌产卵量 Average eggs per female spawning
1	2.73±0.46efgh	2.09±0.27b	69.43±12.06de	11	2.80±0.64def	1.60±0.30efgh	61.29±11.39fg
2	3.16±0.40bc	3.18±0.39a	67.39±10.36ef	12	3.14±0.51bc	1.71±0.48def	99.22±11.33a
3	2.44±0.82hij	1.63±0.55efg	101.25±10.01a	13	2.92±0.52cde	1.67±0.55defg	83.79±8.02b
4	3.07±0.48bcd	1.71±0.48def	71.00±7.54de	14	2.62±0.36fgh	1.69±0.35def	59.45±8.97g
5	2.50±0.94ghi	1.79±0.50cde	60.77±8.79fg	15	3.00±0.47bcde	1.89±0.36bcd	76.22±9.38cd
6	2.04±0.42k	1.80±0.38cde	58.68±8.93g	16	2.57±0.45fgh	1.57±0.36efghi	56.58±8.69g
7	3.23±0.60b	1.46±0.31ghi	55.52±5.51g	17	2.18±0.47jk	1.54±0.33fghi	56.00±12.40g
8	2.44±0.72hij	1.39±0.34hij	73.83±14.37de	18	2.29±0.41ijk	1.64±0.36efg	56.91±8.27g
9	2.71±0.72efgh	1.36±0.30ij	84.58±8.19b	19	2.75±0.29efg	2.00±0.68bc	94.56±6.68a
10	3.67±0.42a	1.25±0.23j	81.12±10.49bc	20	2.75±0.40efg	1.67±0.32defg	66.94±10.32ef

表 4 不同韭菜品种对异迟眼蕈蚊存活率的影响

Table 4 Effects of different leek cultivars on the survival rate of *Bradysia difformis* Frey

%

品种编号 Number of cultivar	卵 Egg	幼虫 Larva	蛹 Pupa	成虫 Adult	品种编号 Number of cultivar	卵 Egg	幼虫 Larva	蛹 Pupa	成虫 Adult
1	97±4.58ab	57±3.21g	55±7.64f	55±8.06fg	11	65±3.93f	45±4.56i	42±3.07h	42±6.82k
2	95±4.97b	62±6.67f	55±3.24f	50±8.51hi	12	100±5.00a	75±5.98d	67±4.95d	67±7.65d
3	100±7.24a	85±7.22bc	82±5.24b	80±5.12bc	13	100±5.86a	77±3.61d	77±8.75c	77±5.64c
4	95±4.21b	80±5.10cd	77±9.34c	77±6.14c	14	100±4.46a	62±4.07f	60±7.63e	60±7.82e
5	100±6.17a	83±7.86c	83±7.42ab	82±9.43b	15	92±5.00bc	65±9.41ef	57±8.25ef	57±6.52ef
6	90±2.90c	57±2.84g	50±6.78fg	50±6.07hi	16	70±5.11e	40±3.89j	32±4.86i	32±4.53l
7	85±5.45d	50±3.25h	47±9.46g	47±4.82ij	17	62±6.12f	32±2.71k	25±6.06j	25±4.61m
8	90±4.14c	55±4.77g	52±5.24f	52±7.23gh	18	87±6.45cd	50±4.32h	45±8.91gh	45±7.17jk
9	90±8.30c	70±8.07e	67±5.78d	66±4.65d	19	100±5.74a	87±9.32ab	87±5.42a	87±8.54a
10	100±4.69a	90±7.86a	85±8.65ab	85±6.85ab	20	87±4.49cd	50±3.13h	47±5.75g	47±5.02ij

松九号雪韭'显著大于其余韭菜品种( $P<0.05$ ); 但'万源紫根宽叶王'、'中华雪韭王'、'万源汉中冬韭一号'显著小于其他品种( $P<0.05$ ); 而其余韭菜品种异迟眼蕈蚊净增殖率( $R_0$ )为 27.49~14.67。异迟眼蕈蚊平均世代周期( $T$ )最大值和最小值分别为'万源紫根宽叶王'的 27.05 d 和'平韭二号'的 17.58 d。异迟眼蕈蚊内禀增长率( $r_m$ )和周限增长率( $\lambda$ )分别为 0.22~0.07 和 1.25~1.07, 且二者由高到低的顺序均为: 平韭二号>冀研小韭园>791 韭菜王>久星 2 号>汉中紫根韭菜>紫根韭菜>神松九号雪韭>平韭五号>宽叶马莲韭>宽马莲韭>苔子韭菜>新改良独根红韭菜>超级独根红韭菜>汉中雪韭>平韭六号>中华韭王>791 宽叶雪韭>万源紫根宽叶王>中华雪韭王>万源汉中冬韭一号, 而'宽叶马莲韭'和'宽马莲韭'的内禀增长率和周限增长率居中。但异迟眼蕈蚊种群加倍时间( $t$ )由大到小的变化规律与内禀增长率和周限增长率变化规律恰好相反。

### 3 讨论与结论

本研究结果显示, 韭菜品种的不同导致异迟眼蕈蚊发育历期和全世代各异, 但异迟眼蕈蚊发育历期中的卵期、幼虫期和蛹期是受韭菜品种影响的关键期。结果表明, 异迟眼蕈蚊在'平韭二号'韭菜品种上率先完成卵期发育, 并且在幼虫和蛹的发育历期明显缩短, 最终导致了其在卵-蛹期和全世代发育历期最短的特征, 说明'平韭二号'与其余品种韭菜相比较, 缩短了发育历期所需时间, 加重了为害程度; 但是'万源紫根宽叶王'和'万源汉中冬韭一号'较其他韭菜品种延缓了异迟眼蕈蚊的发育历期, 降低了为害程度。

韭菜品种不仅影响异迟眼蕈蚊的发育历期, 而且对成虫的繁殖力也产生较明显的影响。所有参试韭菜品种上异迟眼蕈蚊雌虫寿命均普遍高于雄虫寿命, 这与梅增霞<sup>[14]</sup>研究的雌虫所占比例偏高, 对种群的繁衍更有利的规律相吻合。异迟眼蕈蚊的平均

表 5 不同韭菜品种对异迟眼蕈蚊实验种群生命参数的影响

Table 5 Effects of different leek cultivars on the experimental population life parameters of *Bradysia difformis* Frey

品种编号 Number of cultivar	净增殖率( $R_0$ ) Net reproductive rate	平均世代周期( $T$ ) Mean generation time (d)	内禀增长率( $r_m$ ) Intrinsic rate of increase	周限增长率( $\lambda$ ) Finite rate of increase	种群加倍时间( $t$ ) Population doubling time (d)
1	22.56±3.92g	20.33±2.58ghij	0.16±0.02e	1.17±0.03e	4.56±0.67f
2	15.16±2.33ij	22.13±1.67cde	0.12±0.03g	1.13±0.01g	5.69±0.52e
3	60.75±6.00a	17.58±1.28k	0.22±0.02a	1.25±0.02a	3.15±0.23j
4	24.85±2.64f	22.05±1.92cdef	0.15±0.01f	1.16±0.01f	4.77±0.42f
5	10.63±1.54k	20.05±1.41ijk	0.11±0.02h	1.11±0.01h	5.92±0.51e
6	14.67±2.23j	21.79±1.45defg	0.12±0.04g	1.13±0.01g	5.67±0.46e
7	16.66±1.65ij	24.32±1.88b	0.12±0.02g	1.12±0.01g	6.01±0.53e
8	22.15±4.31g	20.80±2.54defgh	0.15±0.02f	1.16±0.02f	4.70±0.65f
9	27.49±2.67e	18.80±1.46jk	0.18±0.01d	1.19±0.01d	3.94±0.28ghi
10	48.67±6.29b	20.56±2.45efghi	0.20±0.03b	1.22±0.03b	3.48±0.44ij
11	10.73±1.99k	26.55±2.75a	0.09±0.02i	1.09±0.01i	7.84±0.95c
12	34.73±3.97d	22.32±2.36cd	0.16±0.02e	1.17±0.02e	4.37±0.47fg
13	27.23±2.61e	18.97±1.33ijk	0.17±0.01d	1.19±0.02d	3.99±0.31gh
14	19.32±2.91h	20.45±1.91fghi	0.15±0.02f	1.16±0.02f	4.82±0.55f
15	17.15±2.11i	24.36±1.86b	0.12±0.01g	1.12±0.01g	5.97±0.48e
16	9.90±1.52k	27.05±4.36a	0.09±0.01i	1.09±0.02i	8.24±1.39bc
17	5.60±1.24l	24.64±2.31b	0.07±0.01j	1.07±0.01j	10.20±1.48a
18	5.69±0.83l	20.68±1.98efgh	0.08±0.01i	1.09±0.01i	8.36±1.09b
19	44.91±3.17c	20.15±0.91ijk	0.19±0.00c	1.21±0.01c	3.67±0.17hi
20	11.72±1.81k	23.45±2.17bc	0.11±0.01h	1.11±0.01h	6.67±0.74d

单雌产卵量不仅是种群扩增的重要指标,而且雌虫寿命的延长有利于平均单雌产卵量的增加<sup>[15]</sup>。本研究结果表明,异迟眼蕈蚊在‘平韭二号’上最利于其繁殖力提高,而‘万源紫根宽叶王’和‘万源汉中冬韭一号’不利于提高其繁殖力。

异迟眼蕈蚊存活率反映了繁殖后的为害能力,随着发育期推移,卵、幼虫、蛹和成虫的存活率逐渐降低。有相关研究显示,有利于幼虫生长发育的寄主植物,对成虫的产卵有利,而不利于幼虫生长发育的寄主植物,对成虫的产卵不利<sup>[8,16]</sup>。本研究结果证实:‘冀研小韭园’上异迟眼蕈蚊卵、幼虫、蛹和成虫的存活率在所有参试品种中均是最高,其后依次为‘791韭菜王’、‘平韭六号’、‘平韭二号’、‘平韭五号’,所以上述5个品种韭菜受异迟眼蕈蚊为害程度深;但‘万源汉中冬韭一号’上卵、幼虫、蛹和成虫的存活率均最低,故其受异迟眼蕈蚊的为害程度最弱。

内禀增长率( $r_m$ )是综合了昆虫生长发育、生殖产卵和生存变化的生物参数统计量<sup>[8,17]</sup>,反映种群在特定环境下数量增长潜能的一个重要指标<sup>[18]</sup>,在研究和分析环境因子对昆虫种群数量变动的影响时被广泛应用<sup>[19]</sup>,此外,内禀增长率从一个侧面反映了

异迟眼蕈蚊对寄主的适应度和嗜食性。异迟眼蕈蚊在‘平韭二号’上的内禀增长率最高,‘冀研小韭园’和‘791韭菜王’次之,而在‘万源汉中冬韭一号’上最低。表明‘平韭二号’上异迟眼蕈蚊的适应度和嗜食性最强,‘冀研小韭园’和‘791韭菜王’次之,而‘万源紫根宽叶王’和‘万源汉中冬韭一号’最弱。这也再次印证了异迟眼蕈蚊对‘万源汉中冬韭一号’韭菜品种的为害最小,但对‘平韭二号’、‘冀研小韭园’和‘791韭菜王’的为害大;其原因可能是由于不同韭菜品种所含适合异迟眼蕈蚊生长发育营养物质的量不同,如芳香油、可溶性糖、游离氨基酸等的含量存在差异<sup>[20]</sup>,导致‘万源紫根宽叶王’和‘万源汉中冬韭一号’不符合异迟眼蕈蚊生长发育和繁殖的要求,从而降低了对该品种的为害程度。

本研究得出,异迟眼蕈蚊对不同韭菜品种为害程度存在明显差异,通过对异迟眼蕈蚊在不同韭菜品种上发育历期和全世代、成虫寿命和繁殖力、存活率和实验种群生命参数的科学分析,据此筛选出‘万源紫根宽叶王’和‘万源汉中冬韭一号’是异迟眼蕈蚊为害性较弱的韭菜品种。因此,在韭菜种植过程中选择上述2个品种,在理论上可有效避免其为害程度,同时降低药物防治,不仅守住了食品安全

的下限, 也控制了生产成本增加的上限。但本研究仅是在实验室条件下, 通过室内分析和研究, 在理论水平上探讨了‘万源紫根宽叶王’和‘万源汉中冬韭一号’是异迟眼蕈蚊为害的较弱品种, 而在韭菜生产实践中有待进一步的科学佐证。

**致谢** 中国农业大学杨定教授、李轩昆博士帮助鉴定标本, 甘肃农业大学吕宁、孙晓玲、袁伟宁、王振浩和杨巧燕等硕士在试验中给予帮助, 谨致谢忱。

## 参考文献

- [1] Menzel F, Smith J E, Colauto N B. *Bradysia difformis* frey and *Bradysia ocellaris* (Comstock): Two additional neotropical species of black fungus gnats (Diptera: Sciaridae) of economic importance: A redescription and review[J]. Annals of the Entomological Society of America, 2003, 96(4): 448–457
- [2] Han Q X, Cheng D M, Luo J, et al. First report of *Bradysia difformis* (Diptera: Sciaridae) damage to *Phalaenopsis* orchid in China[J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2015, 18(1): 77–81
- [3] Alexandre S, Ronald Z, Roosevelt P, et al. First report and population changes of *Bradysia difformis* (Diptera: Sciaridae) on *Eucalyptus* nurseries in Brazil[J]. Florida Entomologist, 2012, 95(3): 569–572
- [4] 沈登荣, 张宏瑞, 张陶. 我国食用菌眼蕈蚊的研究现状[J]. 中国食用菌, 2008, 27(1): 48–50  
Shen D R, Zhang H R, Zhang T. Studies on *Sciarid* fly of edible fungi in China[J]. Edible Fungi of China, 2008, 27(1): 48–50
- [5] White P F, Smith J E, Menzel F. Distribution of *Sciaridae* (Dipt.) species infesting commercial mushroom farms in Britain[J]. Entomologists Monthly Magazine, 2000, 13(6): 207–209
- [6] Featherston R, Jones T M, Elgar M A. Female resistance behaviour and progeny sex ratio in two *Bradysia* species (Diptera: Sciaridae) with paternal genome elimination[J]. Journal of Evolutionary Biology, 2013, 26(5): 919–928
- [7] Hurley B P, Slippers B, Wingfield B D, et al. Genetic diversity of *Bradysia difformis* (Sciaridae: Diptera) populations reflects movement of an invasive insect between forestry nurseries[J]. Biological Invasions, 2010, 12(4): 729–733
- [8] 苟玉萍, 刘倩, 刘长仲. 不同寄主植物对异迟眼蕈蚊生长发育和繁殖的影响[J]. 植物保护, 2015, 41(1): 28–32  
Gou Y P, Liu Q, Liu C Z. Effects of host plants on the growth, development and fecundity of *Bradysia difformis*[J]. Plant Protection, 2015, 41(1): 28–32
- [9] Gillespie D R, Menzies J G. Fungus gnats vector *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicislycopersicil*[J]. Annals of Applied Biology, 1993, 123(3): 539–544
- [10] 沈登荣, 张宏瑞, 李正跃, 等. 云南食用菌眼蕈蚊分类及优势种分析[J]. 昆虫学报, 2009, 52(8): 934–940  
Shen D R, Zhang H R, Li Z Y, et al. Taxonomy and dominance analysis of *Sciarid* fly species (Diptera: Sciaridae) on edible fungi in Yunnan[J]. Acta Entomologica Sinica, 2009, 52(8): 934–940
- [11] 张宏瑞, 张晓云, 沈登荣, 等. 食用菌异迟眼蕈蚊 *Bradysia difformis* 的生物学特性[J]. 中国食用菌, 2008, 27(6): 54–56  
Zhang H R, Zhang X Y, Shen D R, et al. Study on biological characteristics of *Bradysia difformis* on edible mushrooms[J]. Edible Fungi of China, 2008, 27(6): 54–56
- [12] 党志红, 贾海民, 高占林, 等. 韭菜迟眼蕈蚊的室内人工饲养技术[J]. 昆虫知识, 2000, 37(5): 308–309  
Dang Z H, Jia H M, Gao Z L, et al. A method for mass rearing of *Bradysia odoriphaga* in laboratory[J]. Entomological Knowledge, 2000, 37(5): 308–309
- [13] 韩秀楠, 王小强, 赵林平, 等. 不同寄主植物对豌豆蚜生长发育和繁殖的影响[J]. 植物保护, 2012, 38(1): 40–43  
Han X N, Wang X Q, Zhao L P, et al. Effects of host plants on the growth, development and fecundity of *Acyrtosiphon pisum*[J]. Plant Protection, 2012, 38(1): 40–43
- [14] 梅增霞. 韭菜迟眼蕈蚊生物学特性及抗寒性研究[D]. 西安: 西北农林科技大学, 2003: 12–15  
Mei Z X. Studies on biological characteristics and cold hardiness of *Bradysia odoriphaga*[D]. Xi'an: Northwest A&F University, 2003: 12–15
- [15] 梅增霞, 吴青君, 张友军, 等. 韭菜迟眼蕈蚊的生物生态学及其防治[J]. 昆虫知识, 2003, 40(5): 396–398  
Mei Z X, Wu Q J, Zhang Y J, et al. The biology, ecology and management of *Bradysia odoriphaga*[J]. Entomological Knowledge, 2003, 40(5): 396–398
- [16] 阮永明, 吴坤君. 不同食料植物对棉铃虫生长发育和繁殖的影响[J]. 昆虫学报, 2001, 44(2): 205–212  
Ruan Y M, Wu K J. Performances of the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* on different food plants[J]. Acta Entomologica Sinica, 2001, 44(2): 205–212
- [17] 范锦胜, 张李香, 王贵强, 等. 寄主植物对甜菜夜蛾种群动态的影响[J]. 植物保护, 2001, 38(4): 33–37  
Fan J S, Zhang L X, Wang G Q, et al. Effects of host plants on the population dynamics parameters of the beet armyworm *Spodoptera exigua*[J]. Plant Protection, 2001, 38(4): 33–37
- [18] 吴福安, 周金星, 余茂德, 等. 不同桑树品种上朱砂叶螨实验种群内禀增长率的统计推断[J]. 昆虫学报, 2006, 49(2): 287–294  
Wu F A, Zhou J X, Yu M D, et al. Statistical inference on the intrinsic rate of increase of the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* on different mulberry cultivars (*Morus L.*) under laboratory conditions[J]. Acta Entomologica Sinica, 2006, 49(2): 287–294
- [19] 赵明, 鞠瑞亭. 温度对红棕象甲实验种群生长发育及繁殖的影响[J]. 植物保护学报, 2010, 37(6): 517–521  
Zhao M, Ju R T. Effects of temperature on the development and fecundity of experimental population of *Rhychophorus ferrugineus*[J]. Journal of Plant Protection, 2010, 37(6): 517–521
- [20] 陈栋. 韭菜迟眼蕈蚊(*Bradysia odoriphaga*)的可持续治理技术初步研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005: 45–48  
Chen D. A preliminary study on sustainable management of *Bradysia odoriphaga*[D]. Beijing: China Agricultural University, 2005: 45–48