北京地区韭菜迟眼蕈蚊种群动态及越夏越冬场所调查研究*

史彩华[1, 2**] 杨玉婷[1] 韩昊霖[2] 程佳旭[1]
吴青君[2] 徐宝云[2] 张友军[2***]

（1. 长江大学农学院，荆州 434025；2. 中国农业科学院蔬菜花卉研究所，北京 100081）

摘 要 **【目的】** 为明确北京地区不同栽培管理模式下韭菜田全年韭菜迟眼蕈蚊 *Bradysia odoriphaga* 种群动态的发生规律及其越夏越冬场所。**【方法】** 分别在 2014—2015 年通过黄色板对露地和温室韭菜田块的韭菜迟眼蕈蚊成虫进行了监测，并通过挖根和网捕的方式调查韭菜迟眼蕈蚊的越夏越冬场所及虫态。**【结果】** 北京地区，露地韭菜田块韭菜迟眼蕈蚊每年发生 3~4 代，温室内可全年发生，主要为害高峰期在春秋两季；韭菜迟眼蕈蚊幼虫主要分布在 0~5 cm 的土壤深处；夏季韭菜迟眼蕈蚊虫口基数偏低，但主要在本地韭菜田块越夏；冬季韭菜迟眼蕈蚊主要以 4 龄老熟幼虫在鳞茎内或鳞茎附近的土壤中越冬。**【结论】** 本研究阐明了北京地区不同栽培管理模式下，韭菜迟眼蕈蚊周年发生的种群动态规律及越夏越冬生物学特性，为韭菜迟眼蕈蚊的预测测报和综合防治提供理论参考依据。

关键词 韭菜迟眼蕈蚊，种群动态，越夏，越冬

Population dynamics and summer and winter habitats of *Bradysia odoriphaga* in the Beijing area

SHI Cai-Hua[1, 2**] YANG Yu-Ting[1] HAN Hao-Lin[2] CHEN Jia-Xu[1]
WU Qing-Jun[2] XU Bao-Yun[2] ZHANG You-Jun[2***]

(1. College of Agriculture, Yangtze University, Jingzhou 434025, China; 2. Department of Plant Protection, Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100081, China)

Abstract **[Objectives]** To clarify the population dynamics and the summer and winter habitats of *Bradysia odoriphaga* under different Chinese chive cultivation and management regimes in the Beijing area. **[Methods]** *B. odoriphaga* imagoes were monitored using yellow swatches in fields and greenhouses from 2014 to 2015. The location and stage of development of *B. odoriphaga* in winter and summer were surveyed by digging up the roots of chives and netting. **[Results]** *B. odoriphaga* has three to four generations in chive fields annually but is present all the year round in greenhouses. The peak of crop damage is in spring and autumn. *B. odoriphaga* is mainly distributed in soil at a depth of 0-5 cm. The population is lower in winter than in summer. In summer, *B. odoriphaga* is predominantly found in local chive fields and over-winters as 4th instar larvae inside chive bulbs or in soil. **[Conclusion]** This study describes the population dynamics and summer and winter habitats of *B. odoriphaga* under different Chinese chive cultivation and management models in the Beijing area and thereby provides a basis for the prediction and control of *B. odoriphaga.*

Key words *Bradysia odoriphaga*, population dynamics, over-summer, over-winter

*资助项目 Supported projects：公益性行业（农业）科研专项（201303027）；科技北京百名领军人才（ljrc201412）

**第一作者 First author，E-mail：shicaihua1980@126.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：zhangyoujun@caas.cn

收稿日期 Received：2016-11-01，接受日期 Accepted：2016-11-10

韭菜 *Allium tuberosum* Rottler 属于百合科多年生宿根蔬菜，具有良好的食用价值和药用价值（Imahori*et al.*，2004；薛明等，2005），主要分布在亚洲国家，尤其是中国，品种资源十分丰富。制约韭菜产业快速发展的主导因素之一是韭蛆（李贤贤等，2014）。韭菜迟眼蕈蚊 *Bradysia odoriphaga* Yang *et* Zhang)的幼虫，俗称韭蛆，也是唯一取食为害的虫态。韭菜迟眼蕈蚊属双翅目，眼蕈蚊科（杨集昆和张学敏，1985），主要分布在北京、天津、山东、辽宁、宁夏、浙江和台湾等地。韭菜迟眼蕈蚊属杂食性昆虫，为害范围广，可为害 7 科 30 多种蔬菜、瓜果类和食用菌（薛明等，2005；Yang *et al.*，2015），尤其喜欢取食韭菜，造成一般田块损失 50%左右，严重田块甚至绝收。

韭菜迟眼蕈蚊是我国特有的蔬菜地下害虫，但长期以来不被人们重视，国内研究起步较晚（Li *et al.*，2015），缺乏系统研究。关于韭菜迟眼蕈蚊的研究，国外至今空白。因此，关于韭菜迟眼蕈蚊最基本的生物学研究还不够深入，给防治工作带来巨大障碍。目前，关于韭菜迟眼蕈蚊防治的研究报道较多，主要归纳为 4 大类：农业防治（党志红等，2001）、物理防治（王洪涛等，2015）、生物防治（白光瑛等，2015）和化学防治（李贤贤等，2014）。由于韭菜迟眼蕈蚊幼虫是唯一聚集在地下为害的虫态，一般不容易被发觉，但一旦被发觉往往已造成严重的经济损失。化学防治操作简单，见效快，最受人们欢迎，因此，人们习惯使用化学农药防治韭菜迟眼蕈蚊，甚至使用高毒药剂，导致食用韭菜中毒事件屡见不鲜，严重制约了韭菜产业的持续发展。因此，若能深入了解韭菜迟眼蕈蚊的生物学习性，尤其是种群动态规律，为韭菜迟眼蕈蚊的测报提供理论参考依据。为弄清北京地区不同栽培管理模式下韭菜地韭菜迟眼蕈蚊种群动态的发生规律及其越夏越冬场所，本文开展了相关的研究。

1　材料与方法

1.1　仪器

温湿度自动探测仪（ZigWSN-C-A 和 ZigWS-STM-S，北京紫腾科技有限公司）。

1.2　韭菜迟眼蕈蚊成虫种群动态监测

本试验于 2014—2015 年在北京市顺义区杨镇中国农业科学院蔬菜花卉研究所农场露地（40°1'N，116°6'E）和北京市昌平区南口中国农业科学院蔬菜花卉研究所农场温室（40°2'N，116°2'E）进行。通过黄板监测成虫，随机 10 点取样，每周取样调查一次。

1.3　韭菜迟眼蕈蚊越夏场所调查

本试验于 2015 年 7—9 月在北京市顺义区杨镇中国农业科学院蔬菜花卉研究所农场（40°1'N，116°6'E）进行。

1.3.1　不同寄主作物上韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量　采取随机取样的方式分别调查不同寄主（韭菜、大葱、西瓜苗、藜和玉米）作物上韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量，每次 10 点，每点寄主取样区域 20 cm×20 cm×20 cm（长×宽×高），间隔两周调查一次。

1.3.2　韭菜地韭菜迟眼蕈蚊成虫的空间分布

通过扫网的方式调查韭菜地 3 个不同高度区域（＜10 cm、10~20 cm 和＞20 cm）韭菜上韭菜迟眼蕈蚊成虫的数量，每 10 网为一次重复，每处理 4 次重复，间隔两周调查一次。

1.3.3　韭菜地韭菜迟眼蕈蚊幼虫的空间分布

通过挖根法调查不同深度（5、10、15、20 cm）土壤内韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量，随机 10 点取样，每点泥土取样区域 20 cm×20 cm（长×宽），间隔两周调查一次。

1.3.4　不同栽培管理模式下韭菜迟眼蕈蚊幼虫的发生动态　采取随机取样的方式分别调查两种栽培管理模式下韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量和活动位置，每次 10 点，每点泥土取样区域 20 cm×20 cm×20 cm（长×宽×高），间隔两周调查一次。模式 1：除了接收自然降水，另外设有补水装置，保持土壤湿度；模式 2：仅接收自然降水，不再补充其它水分。整个试验期间，分别利用温湿度自动探测仪监测两种栽培管理模式下土壤 5 cm 深处的温度和湿度，每 15 min 一次。

1.4 韭菜叶鞘对韭菜迟眼蕈蚊发生的影响

本试验分两组，即韭菜去掉叶鞘（无叶鞘）和保留厚实的叶鞘（有叶鞘）。按试验要求，在田间挑选健康且长势一致的韭菜植株进行处理，将无叶鞘和有叶鞘的韭菜植株分别转栽到塑料杯（Φ=9 cm）中，杯中土壤粗细和均匀程度一致，植株栽培深度一致。剪掉韭菜叶片，保留等长的假茎，并做好标记。为了防止外来韭菜迟眼蕈蚊成虫将卵产在处理的植株上，本试验取出大小一致、完好无破损的 3 个养虫笼，分别向笼中随机放入 30 株无叶鞘和 30 株有叶鞘的韭菜植株，待其恢复生长 7 d。试验时，笼 1 接韭菜迟眼蕈蚊幼虫，分别向杯中接 2 龄幼虫，每杯 10 头，10 d 后调查并统计杯中韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量；笼 2 释放韭菜迟眼蕈蚊成虫，向笼中放入 100 对（雌和雄）成虫，让其自由交配产卵，20 d 后依次调查韭菜的被害株；笼 3 不接任何虫态的韭菜迟眼蕈蚊，让韭菜自由生长，20 d 后调查韭菜的生长高度。

1.5 韭菜迟眼蕈蚊越冬场所调查

本试验于 2015 年 11 月至 2016 年 3 月在北京市顺义区杨镇中国农业科学院蔬菜花卉研究所农场（40°1'N，116°6'E）进行。采取随机挖根取样的方式调查韭菜迟眼蕈蚊在韭菜田块的虫态、龄期、数量及分布的位置，每次 10 点，每点 20 cm×20 cm×20 cm（长×宽×高），间隔两月调查一次。整个试验期间，利用温湿度自动探测仪监测韭菜田块 5 cm 深处土壤的温度和湿度，每 15 min 一次。

1.6 数据分析

采用 Excel 2007 进行数据资料统计；采用 SPSS 17.0 进行数据分析，Duncan's 新复极差（DMRT）法进行差异显著性检验，P<0.05 作为差异显著的判断标准。

2 结果与分析

2.1 2014—2015 年韭菜迟眼蕈蚊成虫种群动态监测

根据图 1 可知，无论露地韭菜还是温室韭菜，韭菜迟眼蕈蚊成虫的高蜂期均发生在春、秋两季，其中露地 2014 年发生 3 代，2015 年 4 代；温室较露地发生代数多。在露地和温室，春季 4—5 月为韭菜迟眼蕈蚊成虫的发生高峰期；夏季 7—8 月韭菜迟眼蕈蚊成虫少见；一般 9 月开始成虫逐渐增多，10 月再次形成高峰期。冬季露地未见韭菜迟眼蕈蚊成虫，但温室可见。

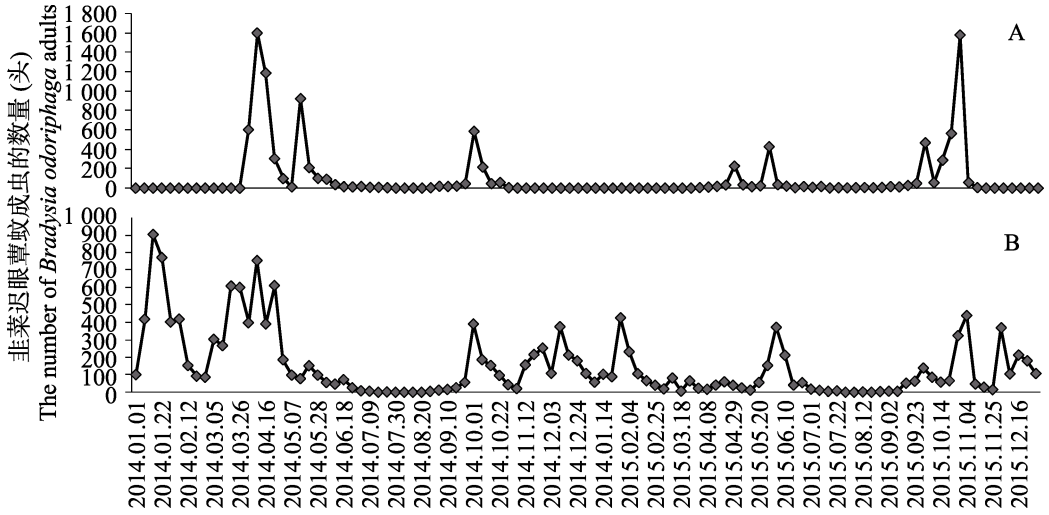

图 1 2014—2015 年韭菜迟眼蕈蚊成虫的种群动态

Fig. 1 Population dynamics of *Bradysia odoriphaga* from 2014 to 2015

A. 露地；B. 温室。

A. In open field; B. In greenhouse.

2.2　韭菜迟眼蕈蚊的越夏场所（2015 年）

2.2.1　韭菜迟眼蕈蚊幼虫在不同寄主作物上的分布　通过 7—9 月调查不同寄主作物上韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量，发现 7—8 月，韭菜迟眼蕈蚊幼虫数量非常少见；韭菜和大葱上发现有韭菜迟眼蕈蚊幼虫为害，西瓜苗、玉米和藜上均未发现韭菜迟眼蕈蚊幼虫，根据虫口数量发生顺序依次为（图 2）：韭菜 > 大葱 > 西瓜苗、玉米、藜。随着时间推移，9 月韭菜上韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量明显增多，而其它寄主作物上未见韭菜迟眼蕈蚊幼虫，具体发生顺序依次为（图 2）：韭菜 > 大葱、西瓜苗、玉米、藜。

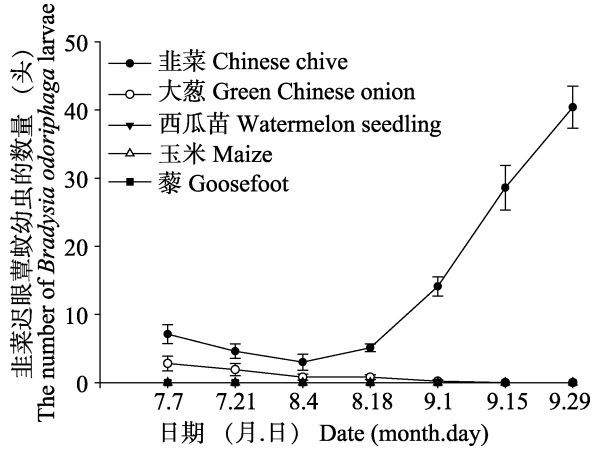

图 2　不同寄主作物上韭菜迟眼蕈蚊幼虫的分布（2015 年 7—9 月）

Fig. 2　Number of *Bradysia odoriphaga* larvae in different hosts from July to September, 2015

2.2.2　韭菜地韭菜迟眼蕈蚊成虫的空间分布

韭菜迟眼蕈蚊成虫更喜欢活动在离地面高度 0~10 cm 的空间，即接近地面（图 3）。韭菜株高小于 10 cm 时，扫捕的成虫数量最多；其次是株高在 10~20 cm 之间；韭菜株高大于 20 cm 时，成虫量最少。7—8 月韭菜迟眼蕈蚊成虫的数量明显少于 9 月（图 3）。

2.2.3　韭菜地韭菜迟眼蕈蚊幼虫的空间分布

7—9 月调查韭菜迟眼蕈蚊幼虫在土壤中的分布情况，发现韭菜迟眼蕈蚊幼虫主要分布在离地面 0~5 cm 深处的土壤中，越往土壤深处，韭菜迟眼蕈蚊幼虫数量越少，超过 10 cm 则不见韭菜迟眼蕈蚊幼虫（图 4）。随着调查时间推移，7—8 月韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量开始减少，9 月又逐渐增多，且 9 月土壤中韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量明显多于 7—8 月（图 4）。

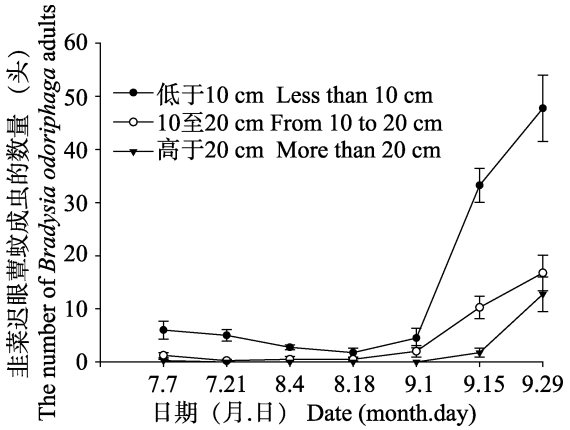

图 3　韭菜地韭菜迟眼蕈蚊成虫的空间分布（2015 年 7—9 月）

Fig. 3　Spatial distribution of *Bradysia odoriphaga* adults in Chinese chive field from July to September, 2015

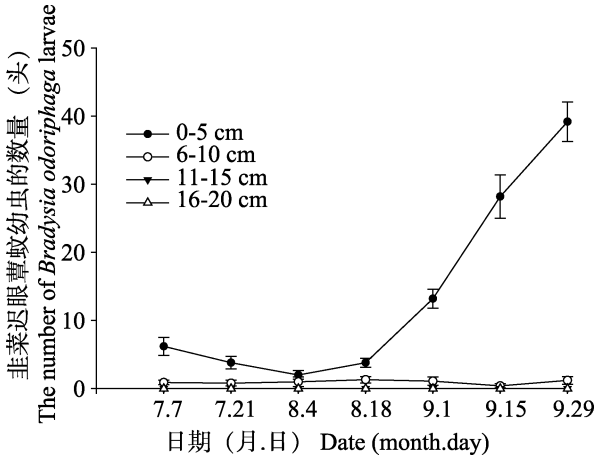

图 4　韭菜迟眼蕈蚊幼虫在土壤中的空间分布（2015 年 7—9 月）

Fig. 4　Spatial distribution of *Bradysia odoriphaga* larvae in Chinese chive field from July to September, 2015

2.2.4　不同栽培管理模式下韭菜迟眼蕈蚊幼虫的发生动态及分布　不同栽培管理模式下，韭蛆幼虫的数量与土壤湿度呈正相关（图 5）。两种栽培管理模式下地温之间无明显差异，但土壤湿度差异显著。土壤湿度较大的田块，韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量明显增多（图 5：A）。湿度大的田块，韭菜迟眼蕈蚊幼虫主要分布在叶鞘内或土壤

中；湿度小的田块，韭菜迟眼蕈蚊幼虫主要分布在鳞茎或直根中，其它地方（假茎、须根等）也有，但数量较少（图 5：B）。

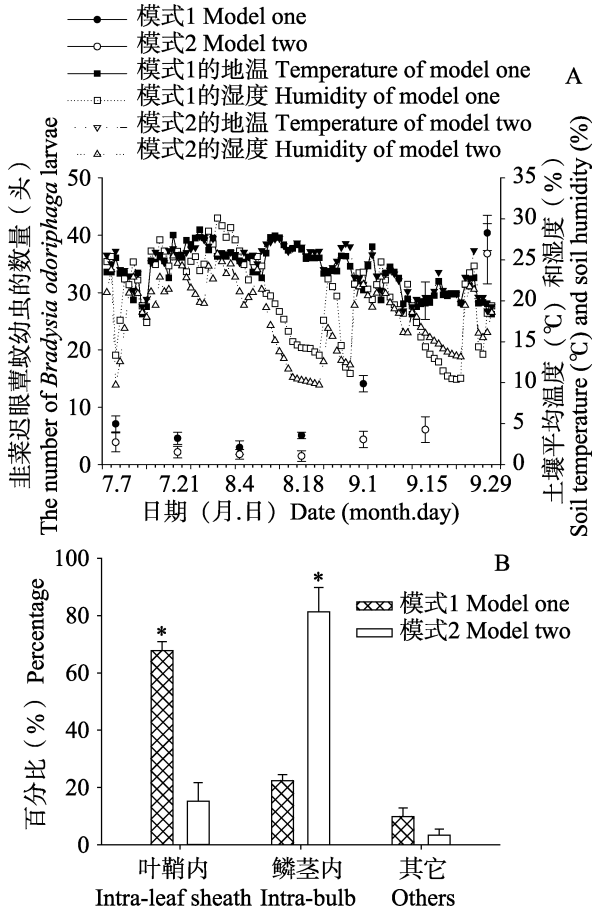

图 5　不同栽培管理模式下韭菜迟眼蕈蚊幼虫的发生动态及位置分布

Fig. 5　Population dynamics and location of *Bradysia odoriphaga* larvae under different cultivation management models

A. 温湿度与韭菜迟眼蕈蚊幼虫数量的关系；B. 韭菜迟眼蕈蚊幼虫分布的位置。*表示方差分析显著性差异（P<0.05）。下图同。

A. The relationship among average temperature, mean humidity, and *B. odoriphaga* larvae in soil; B. The specific location of *B. odoriphaga* larvae. * indicates significantly different at 0.05 level according to one-way ANOVAs and 95% confidence intervals. The same below.

2.3　韭菜叶鞘在韭菜迟眼蕈蚊为害中的作用

分别对无叶鞘和有叶鞘的韭菜植株接种韭菜迟眼蕈蚊幼虫，结果（表 1）表明：有叶鞘韭菜植株上韭菜迟眼蕈蚊幼虫的存活率明显高于无叶鞘的韭菜植株。分别让韭菜迟眼蕈蚊成虫自由选择在无叶鞘和有叶鞘的韭菜植株上产卵，调查韭菜植株的被为害率，结果（表 1）表明：无叶鞘和有叶鞘的韭菜植株被为害率均为 90%，且有或无叶鞘对韭菜植株的生长高度无显著影响。

2.4　韭菜地韭菜迟眼蕈蚊越冬虫态及位置

2014 年 11 月—2015 年 3 月调查韭菜地韭菜迟眼蕈蚊的数量、虫态及位置，结果表明：冬季韭菜迟眼蕈蚊主要以 4 龄老熟幼虫在鳞茎内或土壤中越冬，其中 4 龄幼虫平均约占 90.78%，其它龄期平均约占 9.22%，且 3 次调查之间韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量并无显著差异（图 6）。通过田间自动温湿度仪监测表明，2014 年 11 月—2015 年 3 月土壤深处 5 cm 的最低温度为 －7.18℃；2015 年 11 月—2016 年 3 月土壤深处 5 cm 的最低温度为 －9.87℃（图 7）。

3　结论与讨论

韭菜迟眼蕈蚊在不同地域发生的代数不尽相同。例如，哈尔滨每年发生 3 代（林宝祥等，2014），吉林集安（张国祥等，2005）、甘肃玉门（韩斌杰和张丽琼，2012）、陕西渭南（吴玲杰，2015）、天津（曹清莲，1985）和浙江慈溪（王勤海，1997）每年发生 4 代，大连每年发生 3~4 代（刘长珉，1982），河北辛集（党志红等，2001）和江苏徐州每年发生 5 代（王炜等，2008），山西大同（翟旭等，1988）和山东潍坊（王承香等，2014）每年发生 4~5 代，上海每年发生 6 代（袁永达等，2006），湖北武汉每年发生 6~8 代（周利琳等，2012）等。本研究表明，北京地区韭菜迟眼蕈蚊的发生高峰期在春秋两季，夏季韭菜迟眼蕈蚊成虫和幼虫均较少，露地韭菜每年发生 3~4 代，保护地可周年发生，与前人研究结果一致（薛勇，2000）。

韭菜迟眼蕈蚊在不同地域的种群动态可能与环境小气候有关，如温度和湿度。高温对昆虫的交配（Kamimura and Tatsuki，1993）或产卵量（蒋丰泽等，2015）影响较大。当温度在 18~27℃范围时，灰飞虱 *Laodelphax striatellus* (Fallén)的

表 1　韭菜有或无叶鞘对韭菜生长及韭菜迟眼蕈蚊幼虫为害的影响

Table 1　Effect on the growth of Chinese chive and damage of chive gnats with or without leaf sheath

处理 Treatments	幼虫存活率（%） Survival rate of larvae	韭菜被害率（%） Ratio of damaged Chinese chive	韭菜株高（cm） Height of Chinese chive
有叶鞘 With leaf-sheath	78.67±3.06 a	90	15.06±1.64 a
无叶鞘 Without leaf-sheath	19.58±3.13 b	90	11.97±2.09 a

数值为平均值±标准差。同列数据后标有不同字母表示方差分析显著差异（P<0.05）。

Data are mean ±SD, and followed by different letters in the same column are significantly different at 0.05 level according to one-way ANOVAs and 95% confidence intervals.

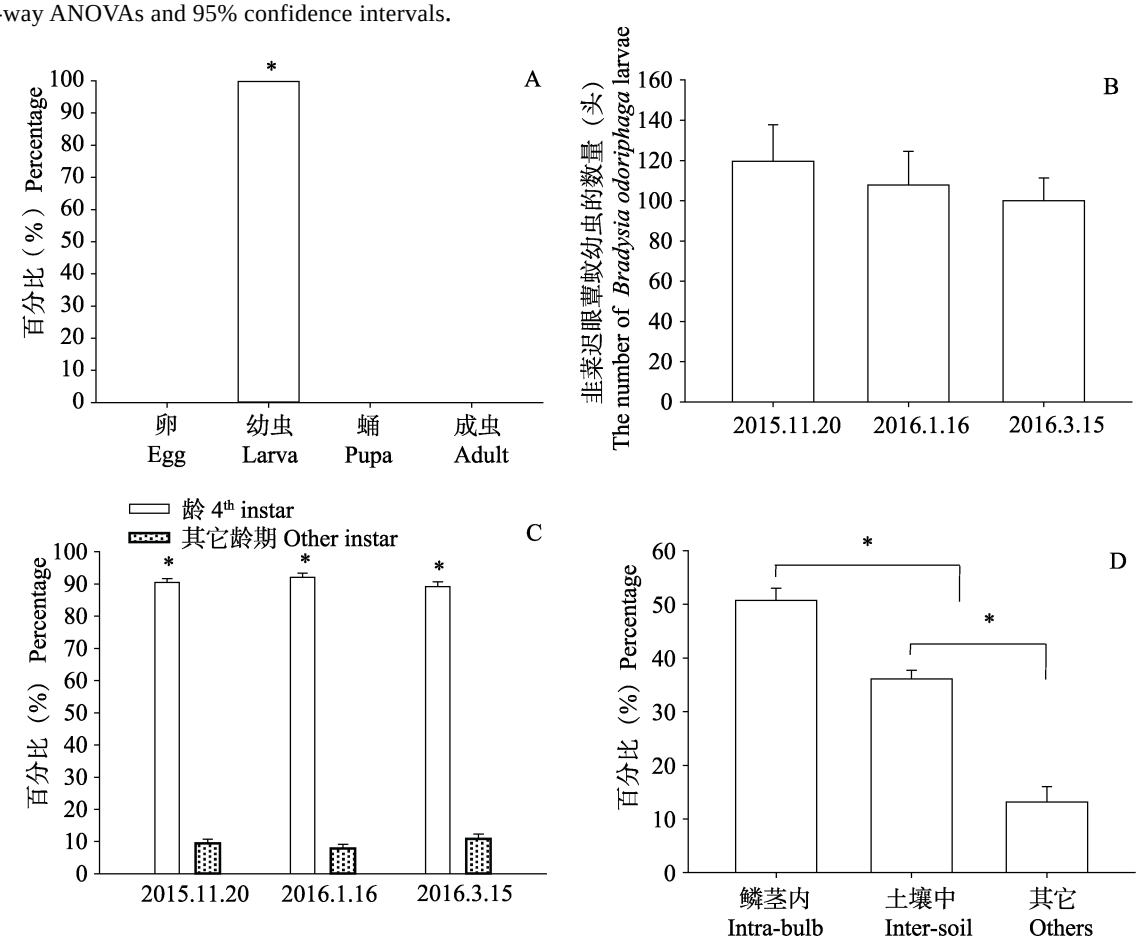

图 6　韭菜迟眼蕈蚊的越冬虫态及位置

Fig. 6　Insect phase and location of *Bradysia odoriphaga* for over-wintering

A. 代表虫态；B. 代表不同越冬时间韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量；C. 代表韭菜迟眼蕈蚊越冬幼虫的龄期；D. 代表韭菜迟眼蕈蚊幼虫的越冬位置。

A. Overwintering stage; B. The overwintering number of *B. odoriphaga* larvae in different dates; C. Overwinteringinstar of *B. odoriphaga* larvae; D. Overwintering position of *B. odoriphaga* larvae.

产卵量随温度升高而增加；当温度超过 30℃时，成虫寿命变短且不产卵（张爱民等，2008）。高温可能影响了昆虫体内能量代谢或激素的合成，阻碍卵黄生成和卵黄沉积 （Bryant and Raikhel，2011），甚至可以延续到子代。瓢虫 *Harmonia axyridis* (Pallas) 卵孵化的温度既影响幼虫健康，也影响子代的生殖力 （Zhang *et al.*，2014)。以上研究均说明不适宜的温度可能减少昆虫的种群数量，韭菜迟眼蕈蚊也不例外。Li 等（2015）研究表明，温度范围在 18~25°C 时，韭菜迟眼蕈蚊的发育历期随着温度升高而缩短，20~25°C 为最适发育温度；随着温度继续升高，不利于韭菜

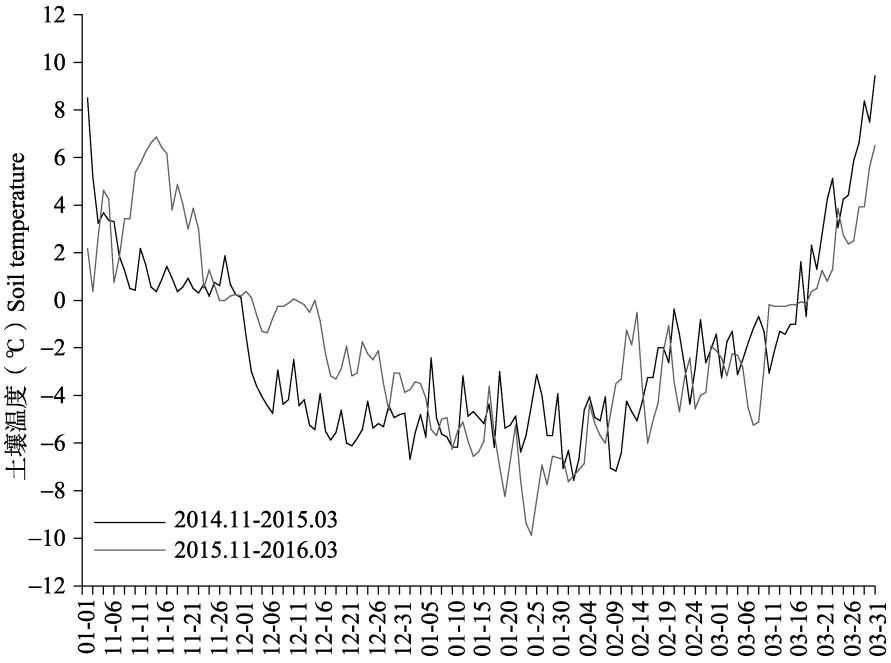

图 7　土壤 5 cm 深处的最低温度

Fig. 7　The lowest temperatures in 5 cm deep of soil

迟眼蕈蚊的生长发育和后代繁殖。据气象资料统计，北京夏季外界高温现象非常普遍，将会直接影响韭菜迟眼蕈蚊成虫产卵或卵的孵化，导致韭菜迟眼蕈蚊数量急剧下降，与本文研究结果一致。

本研究表明，冬季露天韭菜田块不见韭菜迟眼蕈蚊成虫；夏季韭菜迟眼蕈蚊成虫数量非常少见，且主要在离地面 0~10 cm 的空间活动，说明韭菜迟眼蕈蚊成虫活动能力不强，与前人研究结果一致（张思佳等，2013）。另外，温度适宜时，昆虫的发育速度与温度呈正相关，可以缩短产卵前期；当温度达到某一阈值时，昆虫的发育速度与温度呈负相关，可以延长产卵前期（杜尧等，2007）。美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* （Blanchard）就是一个典型的例子，当温度在 16.5~31.5℃范围时，产卵前期随着温度升高而缩短；当温度达到 36.5℃时，产卵前期明显延长（王音和雷仲仁，2000）。夏季韭菜迟眼蕈蚊成虫数量极少可能与高温导致韭菜迟眼蕈蚊发育历期延长有关，需要在后续实验中进一步研究证明。

既然夏季极少见韭菜迟眼蕈蚊成虫，冬季不见韭菜迟眼蕈蚊成虫，且韭菜迟眼蕈蚊成虫活动能力较差，其它虫态又不具备远距离转移能力，那么，春秋两季大量暴发的韭菜迟眼蕈蚊从何而来？本研究通过大量的田间调查试验，证明春秋两季暴发的韭菜迟眼蕈蚊种群主要来自于本地韭菜田块的韭菜迟眼蕈蚊虫源，当遇到合适的气候条件时大量繁殖。本研究通过调查不同夏寄主植物上韭菜迟眼蕈蚊的数量，发现韭菜田块韭菜迟眼蕈蚊的数量最多，幼虫主要在离地面 0~5 cm 深处的土壤中活动；其次是大葱田块；其它寄主植物上未见韭菜迟眼蕈蚊为害。前人有研究表明，韭菜迟眼蕈蚊对不同寄主作物的为害程度不同，其中以韭菜、大蒜和圆葱为害最重，其次是菊科，对茄科作物基本无为害（张鹏等，2015）。这一研究为未来韭菜轮作或间作提供了科学的参考指导，同时也阐明了韭菜地夏季存在韭菜迟眼蕈蚊为害的现象。

除了环境温度外，湿度太低直接影响昆虫的种群数量（Bailey and Keifer，1943）。前人研究表明，相对湿度明显影响昆虫的生活史（Tamiru *et al.*，2012）。因此，不同地域韭菜迟眼蕈蚊的发生世代不同，可能也与湿度关系紧密。Yang 等（2015）研究表明，韭菜迟眼蕈蚊生长发育所

需相对湿度为 60%~80%，其中最适相对湿度为 70%，说明韭菜迟眼蕈蚊生长对湿度要求较大。然而，据气象资料统计，北京的夏季多为干旱少雨，给韭菜迟眼蕈蚊的正常生长带来一定的影响。本试验调查不同栽培管理模式下韭菜迟眼蕈蚊幼虫的数量，结果表明 :两种栽培管理模式下，土壤温度无明显差异，土壤湿度越大，韭菜迟眼蕈蚊数量越多，进一步证明了湿度对韭菜迟眼蕈蚊生长繁殖的重要性。另外，调查还发现土壤湿度较大时，幼虫更喜欢在叶鞘内取食为害，特别是厚实且具有弹性的叶鞘内发生偏多。叶鞘对韭菜迟眼蕈蚊的意义何在?本研究结果表明：有、无叶鞘对韭菜生长无显著影响，且韭菜植株被害率均为 90%，但通过人工接虫发现有叶鞘韭菜上韭菜迟眼蕈蚊幼虫的存活率更高。这一研究说明韭菜迟眼蕈蚊成虫产卵与韭菜有或无叶鞘并无直接关系，可能与厚实叶鞘的保水性能好有关。叶鞘越厚，保水性越好，更适合韭菜迟眼蕈蚊幼虫的生长与存活。当土壤湿度较小或干旱时，韭菜叶鞘的含水量低，部分韭菜迟眼蕈蚊幼虫可能因此死亡，致使夏季田间的韭菜迟眼蕈蚊数量更少。韭菜的须根非常发达，即使在干旱炎热的夏季，也能为韭菜的鳞茎或直根供应水分和养分。当韭菜叶鞘含水量较低时，部分韭菜迟眼蕈蚊幼虫钻入韭菜鳞茎或直根中，少量钻入韭菜假茎内，获取鳞茎、直根或假茎内的营养和水分，让其存活下来。

昆虫通过滞育或休眠度过寒冷的冬季，成为春季大量暴发的虫口基数。韭菜迟眼蕈蚊成虫远距离、快速转移能力较差，因此，本地韭菜迟眼蕈蚊能否顺利越冬，以什么虫态越冬，直接关系到下一年春季韭菜迟眼蕈蚊的发生量和发生时间。前人研究表明，韭菜迟眼蕈蚊在黑龙江省以蛹越冬（林宝祥等，2014）；其它地方（吉林、辽宁、甘肃、陕西和天津等）均以幼虫越冬（刘长珉等，1982；曹清莲，1985；张国祥等，2005；韩斌杰和张丽琼，2012；吴玲，2015）。本试验田间调查结果表明，冬季韭菜迟眼蕈蚊在北京地区主要以 4 龄老熟幼虫在鳞茎内或土壤中越冬。春季温度适宜时，韭菜迟眼蕈蚊幼虫开始化蛹羽化、交配产卵，正好解释了春季是韭菜迟眼蕈蚊成虫发生的高峰期。虽然冬季北京地区室外的温度可以低至 - 15°C，但是根据土壤自动温湿度测定仪近两年的数据资料显示，室外土壤 5 cm 深处的最低温度高于 - 10℃，较韭蛆的过冷却点高。有研究报道，韭蛆的过冷却点为 - 13.98°C，冰点温度为 - 9.94°C（梅增霞等，2003）。这一监测数据进一步证实了韭菜迟眼蕈蚊可以在北京地区越冬。

本试验后续研究可以考虑将韭菜迟眼蕈蚊这一生物学特性与韭菜的生长特性，以及人们特殊的收割习惯（夏冬季节是韭菜的养根期，人们不收获韭菜）结合起来，寻找一条特殊的防虫策略——“ 秋虫夏治 ”和“ 春虫冬治 ”技术。即在夏季或冬季施用化学农药防治韭菜迟眼蕈蚊，既能减少虫口基数，降低秋季和春季韭菜迟眼蕈蚊的为害虫源 ;又能延长施药期与收获期的间隔时间，让土壤微生物有足够的时间降解化学药剂，为韭菜的绿色无公害化生产提供安全保障。另外，夏季高温是影响韭菜迟眼蕈蚊生长发育或后代繁殖的重要因素。因此，考虑通过物理方法提高土壤温度将韭菜迟眼蕈蚊杀死，或许具有替代农药或减少药剂使用量的潜力，有待进一步研究。

总之，本研究阐明了北京地区不同栽培管理模式下，韭菜迟眼蕈蚊周年发生的种群动态规律。露地每年发生 3~4 代，温室（保护地）可以全年发生为害，为害高峰期在春秋两季；夏季韭菜地韭菜迟眼蕈蚊虫口基数偏少，但依然存在，与土壤温湿度有关 ;冬季露地韭菜不见韭菜迟眼蕈蚊成虫，但主要以 4 龄老熟幼虫在鳞茎内或土壤中越冬。这一研究为北京地区韭菜迟眼蕈蚊的预测测报和综合防治提供理论参考依据。

参考文献 **(References)**

Bai GY, Ma HK, Wang XY, Wu LL, Shen GS, Gu XS, Ruan WB, 2015. Research progress on controlling *Bradysia odoriphaga* by entomopathogenic nematodes. *China Plant Protection,* 35(4): 25–33. [白光瑛, 马海鲲, 王孝莹, 吴林林, 沈广爽, 谷希树, 阮维斌, 2015. 利用昆虫病原线虫防治韭菜迟眼蕈蚊的研究进展. 中国植保导刊, 35(4): 25–33.]

Bailey SF, Keifer HH, 1943. The tomato russet mite, *Phyllocoptes destructor* Keifer: its present status. *J. Econ. Entomol*., 36(5):

706–712.

Bryant B, Raikhel AS, 2011. Programmed autophagy in the fat body of *Aedes aegypti* is required to maintain egg maturation cycles. *PLoS ONE*, 6(11): e25502.

Cao QL, 1985. The researches of the occurrence regularity and control of *Bradysia odoriphaga* at Tianjin. *Plant Protection*, 11(5): 10–11. [曹清莲, 1985. 天津韭蛆发生规律及防治的研究. 植物保护, 11(5): 10–11.]

Dang ZH, Dong J, Gao ZL, Jia H, Zhang K, Pan WL, 2001. Biology and injury of *Bradysia odoriphaga*on leek in different types of cultivation. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 24(4): 65–68. [党志红, 董建臻, 高占林, 贾海民, 张克锦, 潘文亮. 2001. 不同种植方式下韭菜迟眼蕈蚊发生为害规律的研究. 河北农业大学学报, 24(4): 65–68.]

Du Y, Ma CS, Zhao QH, Ma G, Yang HP, 2007. Effects of heat stress on physiological and biochemical mechanism of insects: a literature review. *Acta Ecologica Sinica*, 27(4): 1565–1572. [杜尧, 马春森, 赵清华, 马罡, 杨和平, 2007. 高温对昆虫影响的生理生化作用机理研究进展. 生态学报, 27(4): 1565–1572.]

Han BJ, Zhang LQ, 2012. The occurrence regularity and control of *Bradysia odoriphaga* at Yumen city in Gansu province. *Gansu Agricultural Science and Technology*, (9): 62–63. [韩斌杰, 张丽琼, 2012. 玉门市韭蛆的发生及防治. 甘肃农业科技, (9): 62–63.]

Imahori Y, Suzuki Y, Uemura K, Kishioka I, Fujiwara H, Ueda Y, Chachin K, 2004. Physiological and quality responses of Chinese chive leaves to low oxygen atmospheres. *Post Harvest Biol. Technol*., 31(3): 295–303.

Jang FZ, Zeng LY, Guo JX, Zhang GR, 2015. Effects of temperature stress on insect fertility and its physiological and biochemical mechanisms. *Journal of Environmental Entomology*, 37(3): 653–663. [蒋丰泽, 郑灵燕, 郭技星, 张古忍, 2015. 温度对昆虫繁殖力的影响及其生理生化机制. 环境昆虫学报, 37(3): 653–663.]

Kamimura M, Tatsuki S, 1993. Diel rhythms of calling behavior and pheromone production of oriental tobacco budworm moth, *Helicoverpa assulta* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Chem. Ecol.*, 19(2): 2953–2963.

Li WX, Yang YT, Xie W, Wu QJ, Xu BY, Wang SL, Zhang YJ, 2015. Effects of temperature on the age-stage, two-sex life table of *Bradysia odoriphaga* (Diptera: Sciaridae). *J. Econ. Entomol.*, 108(1): 126–134.

Li XX, Ma XD, Xue M, Zhao HP, Li ZX, 2014. Toxic effects of clothianidin and other five kinds of insecticides to *Bradysia odoriphaga*. *Acta Phytophylacica Sinica*, 41(2): 225–229. [李贤贤, 马晓丹, 薛明, 赵海鹏, 李朝霞, 2014. 噻虫胺等药剂对韭菜迟眼蕈蚊的致毒效应. 植物保护学报, 41(2): 225–229.]

Lin BX, Chen LX, Liu JY, Liu LY, Wang J, 2014. Study on the occurrence regularity of *Bradysia odoriphaga* in Harbin area. *Heilongjiang Agricultural Science*, (3): 73–74. [林宝祥, 陈立新, 刘吉业, 刘力勇, 王娟, 2014. 哈尔滨地区韭蛆发生规律研究. 黑龙江农业科学, (3): 73–74.]

Liu CM, 1982. Trapping affection of *Bradysia odoriphaga* by sugar-acetic acid-ethanol water solutions. *Liaoning Agricultural Science*, (6): 17. [刘长珉, 1982. 糖醋诱杀韭蛆. 辽宁农业科学, (6): 17.]

Mei ZX, Wu QJ, Zhang YJ, Hua L, 2003. The biology, ecology and management of *Bradysia odoriphaga*. *Entomological Knowledge*, 40(5): 396–398. [梅增霞, 吴青君, 张友军, 花蕾, 2003. 韭菜迟眼蕈蚊的生物学、生态学及其防治. 昆虫知识, 40(5): 396–398.]

Tamiru A, Getu E, Jembere B, Bruce T, 2012. Effect of temperature and relative humidity on the development and fecundity of *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Crambidae). *Bull. Entomol. Res*., 102(1): 9–15.

Wang HT, Song CF, Wang YZ, 2015. The tendency for *Bradysia odoriphaga* among different color and the luring effect on yellow plate. *Journal of Agricultural Sciences of Jiangsu*, 43(6): 133–134. [王洪涛, 宋朝凤, 王英姿, 2015. 韭菜迟眼蕈蚊成虫对不同颜色的趋性及黄色黏虫板的诱杀效果. 江苏农业科学, 43(6): 133–134.]

Wang QH, 1997. The occurrence characteristics and control measures of *Bradysia odoriphaga*. *Plant Protection of Hubei*, (3): 14. [王勤海, 1997. 韭蛆的发生及其防治. 湖北植保, (3): 14.]

Wang W, Zhang RP, Qian CF, 2008. The study of occurrence characteristics and control measures of *Bradysia odoriphaga*. *China Plant Protection*, 28(6): 28–29. [王炜, 张瑞平, 钱春凤, 2008. 韭菜迟眼蕈蚊发生规律和防治技术研究.中国植保导刊, 28(6): 28–29.]

Wang CX, Liu JP, Liu ZL, Xue M, 2014. Occurrence characteristics and control measures of *Bradysia odoriphaga* on leek in winter facilities and open field cultivation. *Gardening of North China*, (22): 113–117. [王承香, 刘建平, 刘振龙, 薛明, 2014. 韭菜设施和露地栽培中韭蛆的发生和防治对策. 北方园艺, (22): 113–117.]

Wang Y, Lei ZR, 2000. Effect on temperature on the development, oviposition, feeding and longevity of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). *Acta Phytophylacica Sinica*, 27(3): 210–214. [王音, 雷仲仁, 2000. 温度对美洲斑潜蝇发育, 取食, 产卵和寿命的影响. 植物保护学报, 27(3): 210–214.]

Wu LJ, 2015. The control measures of pollution-free for *Bradysia odoriphaga*. *Gardening of Northwest of China*, (3): 44–45. [吴玲杰, 2015. 韭蛆无公害综合防控技术. 西北园艺, (3): 44–45.]

Xue M, Wang CX, Pang YH, 2005. Effect of different host plants on pesticides susceptibility of larvae of *Bradysia odoriphaga* and its biochemistry mechanism. *Acta Phytophylacica Sinica*, 32 (4): 416–420. [薛明, 王承香, 庞云红, 2005. 取食不同寄主植物对韭菜迟眼蕈蚊幼虫药剂敏感性的影响及其生化机制. 植物保护学报, 32 (4): 416–420.]

Xue Y, 2000. The occurrence regularity and control of *Bradysia odoriphaga*. *Jilin Agriculture*, (7): 22–23. [薛勇, 2000. 韭菜迟眼蕈蚊的发生与防治. 吉林农业, (7): 22–23.]

Yang JK, Zhang XM, 1985. Notes on the fragrant onion gnats with descriptions of two new species of *Bradysia* (Diptera: Sciaridae). *Acta Agriculturae Universitis Pekinensis*, 11(2): 153–156. [杨集昆, 张学敏, 1985. 韭菜蛆的鉴定迟眼蕈蚊属二新种. 北京农业大学学报, 11(2): 153–156.]

Yang YT, Li WX, Xie W, Wu QJ, Xu BY, Wang SL, Zhang YJ, 2015. Development of *Bradysia odoriphaga* (Diptera: Sciaridae) as affected by humidity : an age-stage, two-sex, life-table study. *Appl. Entomol. Zool.*, 50(1): 3–10.

Yuan YD, Hong XY, Wang DS, Yu WJ, Xie XC, 2006. The occurrence regularity and control of *Bradysia odoriphaga* in Shanghai area. *Acta Agriculturae Shanghai*, 22(3): 43–46. [袁永达，洪晓月，王冬生，於文俊, 谢显传, 2006. 上海地区韭菜迟眼蕈蚊的发生与防治. 上海农业学报, 22(3): 43–46.]

Zhai X, Zhong JX, Guo DM, 1988. Preliminary study of *Bradysia odoriphaga*. *Entomological Knowledge*, 25(4): 212–215. [翟旭, 仲济学, 郭大鸣, 1988. 韭菜迟眼蕈蚊研究初报. 昆虫知识, 25(4): 212–215.]

Zhang AM, Liu XD, Zhai BP, Gu XY, 2008. Influences of temperature on biological characteristics of the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* (Fallén) (Hemiptera: Delphacidae). *Acta Entomologica Sinica*, 51(6): 640–645. [张爱民, 刘向东, 翟保平, 顾晓莹, 2008. 温度对灰飞虱生物学特性的影响. 昆虫学报, 51(6): 640–645.]

Zhang GX, Yang LJ, Yao H, 2005. The occurrence regularity and control of *Bradysia odoriphaga. Journal of Jilin Vegetables*, (2): 31. [张国祥, 杨丽娟, 姚红, 2005. 韭蛆发生与防治技术. 吉林蔬菜, (2): 31.]

Zhang S, Cao Z, Wang Q, Zhang F, Liu TX, 2014. Exposing eggs to high temperatures affects the development, survival and reproduction of *Harmonia axyridis*. *J. Therm. Biol.*, 39: 40–44.

Zhang P, Wang QH, Zhao YH, Chen CY, Mu W, Liu F, 2015. Investigation of crop damage and food preferences of *Bradysia odoriphaga* Yang *et* Zhang. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 52(3): 743–749. [张鹏, 王秋红, 赵云贺, 陈澄宇, 慕卫, 刘峰, 2015. 韭菜迟眼蕈蚊对十三种蔬菜为害调查及趋性研究. 应用昆虫学报, 52(3): 743–749.]

Zhang SJ, Xu YL, Pai FJ, 2013. The research progress of *Bradysia odoriphaga*. *Anhui Agri. Sci. Bull*., 19(1): 82–84. [张思佳, 许艳丽, 潘凤娟, 2013. 韭菜迟眼蕈蚊研究进展. 安徽农学通报, 19(1): 82–84.]

Zhou LL, Wang Y, Si SY, 2012. Adult sex ratio of overwintering generation of *Bradysia odoriphaga* Yang *et* Zhang in Wuhan. *Journal of Changjiang Vegetables*, (2): 67–68. [周利琳, 望勇, 司升云, 2012. 武汉地区越冬代韭菜迟眼蕈蚊成虫性比调查. 长江蔬菜, (2): 67–68.]