

寄主虫龄和蜂虫比对麦蛾茧蜂繁殖效率的影响

黄衍章, 唐庆峰, 蒋兴川, 缪 勇

(安徽农业大学植物保护学院, 合肥 230036)

摘 要: 以印度谷螟幼虫为寄主, 研究了不同寄主虫龄和蜂虫比对麦蛾茧蜂室内种群繁殖寄生效率的影响。结果表明, 寄主虫龄越高, 麦蛾茧蜂的化蛹率、羽化率、子代出蜂数及雌雄性比则越高。当麦蛾茧蜂与印度谷螟 5 龄幼虫按 6 (对): 20 (头) 接入时, 麦蛾茧蜂的子代羽化成蜂数最多 (87.5 头), 且雌蜂比例最大。室内寄生防治试验表明, 当蜂虫比为 20 (对): 100 (头) 时, 麦蛾茧蜂对印度谷螟 4 龄幼虫的寄生率高达 95.4%。本研究结果说明麦蛾茧蜂是防治印度谷螟等鳞翅目储粮害虫的优良天敌。

关键词: 麦蛾茧蜂; 印度谷螟; 寄主虫龄; 蜂虫比

中图分类号: S476.3

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2016)03-0457-05

Effects of host instar and ratio of wasp to pest on the propagation and parasitic efficiency of *Habrobracon hebetor* (Say)

HUANG Yanzhang, TANG Qingfeng, JIANG Xingchuan, MIAO Yong

(School of Plant Protection, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract: The propagation and parasitic efficiency of *Habrobracon hebetor* (Say) to *Plodia interpunctella* (Hübner) larvae was researched by setting several host instars and ratios of wasp to pest. Results indicated that the older, the host larvae, the higher, the pupation rate, the emergence rate, the offspring adults and the ratio of female to male. The number of emergence adult wasp was up to 87.5 when the ratio of *H. hebetor* to 5th instar larvae of *P. interpunctella* was 6 (pairs) to 20, and the percentage of offspring female adults reached the top. The control efficiency of *H. hebetor* to 4th instar larvae of *P. interpunctella* was 95.4% after 20 pairs of *H. hebetor* adult wasps and 100 4th instar larvae were introduced into the simulated warehouse. The research indicates that the natural enemy *H. hebetor* can be used to control the Lepidoptera pest in stored grain, such as the *P. interpunctella*.

Key words: *Habrobracon hebetor* (Say); *Plodia interpunctella* (Hübner); host instar; ratio of wasp to pest

储粮害虫是威胁粮食安全储藏的一项重要因素。据报道全世界储粮因害虫造成的损失高达 10% (温带地区 5%~10%, 热带地区为 20%~30%)^[1]。储粮害虫不仅可以造成粮食重量损失, 还可降低储粮的加工与食用品质。目前储粮害虫的防治主要依靠化学防治和物理防治。随着化学杀虫剂的长期大量使用, 由此造成的环境污染加剧、害虫抗药性增强、粮食品质陈化速度加快、食品安全性降低、生产成本增加等问题也日趋严重^[2-4], 而物理防治因成本过高在应用时也很受局限。利用天敌昆虫防治储粮害虫安全环保, 符合粮食绿色储藏的客观要求, 其现已成为储粮害虫防治领域的一个研究热点。

印度谷螟 *Plodia interpunctella* (Hübner) 是一种具有重要经济意义的初期性仓储害虫, 其幼虫食性复杂, 可对粮食及各种农副产品造成严重危害^[5]。麦蛾茧蜂 *Habrobracon hebetor* (Say) 是许多鳞翅目幼虫的聚外寄生蜂, 具有较好的自然控害作用^[6-8]。国内外有关麦蛾茧蜂的种群繁殖环境、贮藏条件、寄主种类对麦蛾茧蜂寄生效果影响已有研究^[9-13]。寄生蜂搜寻寄主时对同一寄主可能只选择特定的龄期寄生, 寄主龄期对寄生蜂的搜寻时间、寄主和寄生蜂的死亡率、寄生蜂产卵量和寄生蜂后代的体型等都有影响^[14-16]。已有研究表明, 麦蛾茧蜂对亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Güenee) 2~5 龄幼虫均能

收稿日期: 2016-01-15

基金项目: 安徽省教育厅重点项目 (03090304) 资助。

作者简介: 黄衍章, 博士, 副教授。E-mail: huangyz@ahau.edu.cn

不同程度的寄生,但对4~5龄幼虫寄生率较高^[17],麦蛾茧蜂对米蛾 *Corcyra cephalonica* (Stainton) 的最大寄生量和最佳寻找密度分别为9.88头和4.75头,寻找效应随米蛾密度和蜂自身密度的增加而降低^[18]。陈浩梁评价了麦蛾茧蜂喜好寄主虫龄对麦蛾茧蜂后代羽化数的影响,结果显示在有选择的条件下,麦蛾茧蜂更喜欢老龄幼虫^[19],但有关印度谷螟幼虫寄主虫龄及蜂虫比对麦蛾茧蜂室内种群子代蜂发育的影响却鲜有报道。本研究为指导麦蛾茧蜂的大规模室内人工繁殖及实仓利用麦蛾茧蜂防治鳞翅目仓储害虫提供了参考依据。

1 材料与方 法

1.1 供试虫源

印度谷螟虫源来自安徽农业大学植物保护学院昆虫生理生化实验室,已在室内用半碎大豆饲养多代。将20~30对印度谷螟成虫接入装有300g半碎大豆(含水量12%~14%)的500mL罐头瓶中,瓶口用白色棉布封口,置入人工气候箱内(T:26~28℃,RH:70%~80%,L:D=12h:12h)进行饲养。当幼虫孵化后,挑出不同虫龄且健康的幼虫供试。

麦蛾茧蜂虫源来自安徽农业大学植物保护学院昆虫生理生化实验室,室内用印度谷螟5龄幼虫繁殖饲养多代。饲养时每次取20头印度谷螟5龄幼虫放入50mL塑料指型管中,再接入4~6对2~7d日龄的麦蛾茧蜂成蜂,管口用白色棉布密封。将接入种蜂的指型管放入人工气候箱内(T:26~28℃,RH:70%~80%,L:D=12h:12h),待下一代幼虫化蛹(茧)后,用毛笔移取虫茧并用10mL指型管单头饲养,羽化后取2~3d日龄且体型及活力一致的未交配成蜂供试。

1.2 研究方法

1.2.1 寄主虫龄对麦蛾茧蜂寄生繁殖效率的影响 分别取印度谷螟5龄、4龄、3龄和2龄幼虫20头放入50mL塑料指型管中,接入4对2~3d日龄的未交配成蜂,管口用白色棉布密封。每处理重复6次。将接入种蜂后的指型管放入人工气候箱内(T:26~28℃,RH:70%~80%,L:D=12h:12h)寄生繁殖,6d后移除管内种蜂并隔日观察麦蛾茧蜂幼虫的发育进度,待幼虫开始结茧化蛹后逐日调查化蛹数及羽化成蜂数,统计雌雄成蜂数,计算化蛹率、羽化率和雌雄性比。计算公式分别为:

$$\text{化蛹率} = (\text{结茧蛹数} / \text{幼虫数}) \times 100\%$$

$$\text{羽化率} = (\text{成蜂数} / \text{结茧蛹数}) \times 100\%$$

$$\text{雌雄性比} = \text{雌性成蜂数} / \text{雄性成蜂数}$$

1.2.2 蜂虫比对麦蛾茧蜂寄生繁殖效率的影响 每次移取20头印度谷螟5龄幼虫放入50mL塑料指型管中,分别接入1、2、4、6、8和10对2~3d日龄的麦蛾茧蜂成蜂,管口用白色棉布密封。每处理重复6次。将接入种蜂后的指型管放入人工气候箱内(T:26~28℃,RH:70%~80%,L:D=12h:12h)寄生,6d后移除管内种蜂并隔日观察麦蛾茧蜂幼虫发育进度,待幼虫开始化蛹后逐日调查化蛹数及羽化成蜂数,统计雌蜂数和雄蜂数,计算化蛹率、羽化率和雌雄性比。计算公式同1.2.1。

1.2.3 麦蛾茧蜂对印度谷螟的室内寄生防治效果 采用室内人工接虫法模拟麦蛾茧蜂对印度谷螟的实仓防效。将100头健康的4龄印度谷螟幼虫放入7.5L(25cm×20cm×15cm)带盖的塑料容器内,容器内预先放入1kg半碎的大豆(含水量12~14%)供印度谷螟取食。24h后引入2~3d日龄的麦蛾茧蜂成蜂进行寄生防治。按每100头印度谷螟幼虫分别接入1、2、5、10和20对麦蛾茧蜂成蜂进行寄生处理。对照组不接麦蛾茧蜂。每处理重复6次。试验室内环境温度24~30℃,空气相对湿度60%~80%。14d后开始隔日调查并累计印度谷螟羽化成虫数,共调查5次,计算印度谷螟4龄幼虫的存活率和麦蛾茧蜂的防治效果。计算公式为:

$$\text{幼虫存活率}(\%) = (\text{羽化成虫数} / 100) \times 100\%$$

$$\text{防治效果}(\%) = [(\text{对照幼虫存活率} - \text{处理幼虫存活率}) / \text{对照幼虫存活率}] \times 100\%$$

1.3 数据统计分析

采用Tukey法进行多重比较,统计值如为百分率则进行反正弦平方根转化。数据后无相同小写字母表示处理间存在显著差异($P < 0.05$),数据后无相同大写字母表示处理间存在极显著差异($P < 0.01$)。实验结果用平均值±标准差(±SD)表示。采用DPS V3.01数据处理软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 寄主虫龄对麦蛾茧蜂寄生繁殖效率的影响

麦蛾茧蜂对印度谷螟2~5龄幼虫均能不同程度地繁殖寄生,寄主虫龄对麦蛾茧蜂的化蛹率、羽化率、子代成蜂数及雌雄性比均具有明显影响(见表1)。寄主虫龄越高,麦蛾茧蜂的化蛹率、羽化率、子代成蜂数及雌雄性比则越高。当寄主为5龄幼虫时,麦蛾茧蜂的化蛹率,子代成蜂数及雌雄性比均极显著高于2~4龄寄主。寄主为2龄幼虫时,麦蛾茧蜂的化蛹率和羽化率均低于25.0%,幼虫多不能正常发育,后代羽化总成蜂数仅为1.2头。

2.2 蜂虫比对麦蛾茧蜂寄生繁殖的影响

蜂虫比对麦蛾茧蜂的寄生繁殖具有明显影响(见表2)。当麦蛾茧蜂种蜂与印度谷螟幼虫的蜂虫比为1(对):20(头)时,麦蛾茧蜂子代幼虫化蛹率及羽化率最高,显著高于10(对):20(头)的处理。随

着蜂虫比的逐步提高,子代化蛹率及羽化率大体呈下降趋势。当蜂虫比为2(对):20(头)时,雌雄性比为1.5,达到最大值,随着蜂虫比的增加子代雌雄性比则逐渐下降,且与8(对):20(头)及10(对):20(头)两种蜂虫比处理后的雌雄性比存在显著差异。

表1 寄主虫龄对麦蛾茧蜂寄生繁殖效率的影响

Table 1 Effects of host instars at parasitism on developmental performances of *Habrobracon hebetor* (Say)

寄主虫龄 Host instar	化蛹率/% Pupation rate	羽化率/% Emergence rate	雌成蜂数/头 No. of adult female wasp	雄成蜂数/头 No. of adult male wasp	总成蜂数/头 Total	雌雄性比 Ratio of female to male
2	22.5±6.2 ^{dD}	24.8±19.5 ^{cB}	0.2±0.4 ^{dD}	1.0±0.9 ^{dD}	1.2±1.2 ^{dD}	0.2±0.3 ^{cC}
3	40.7±2.4 ^{cC}	65.2±7.2 ^{bA}	3.7±1.0 ^{cC}	10.0±4.0 ^{cC}	13.7±6.2 ^{cC}	0.4±0.1 ^{cBC}
4	56.3±2.5 ^{bB}	74.5±2.5 ^{abA}	10.3±2.1 ^{bB}	15.2±3.1 ^{bB}	25.5±6.3 ^{bB}	0.7±0.2 ^{bB}
5	86.5±2.4 ^{aA}	88.2±2.7 ^{aA}	37.2±2.4 ^{aA}	27.8±3.1 ^{aA}	65.0±5.3 ^{aA}	1.2±0.1 ^{aA}

注: 麦蛾茧蜂与印度谷螟各龄幼虫的接入比均为4对:20头;表中数据均为纵向方差分析比较结果。下同。

Note: The introduced ratio of *Habrobracon hebetor* (Say) to *Plodia interpunctella* (Hübner) is 4 pairs to 20 heads; the data in the table are the longitudinal variances. The same below.

表2 蜂虫比对麦蛾茧蜂寄生繁殖效率的影响

Table 2 Effects of wasp/host ratio on the parasitic action of *Habrobracon hebetor* (Say)

蜂虫比(对:头) The ratio of wasp to host	化蛹率/% Pupation rate	羽化率/% Emergence rate	雌成蜂数/头 No. of adult female wasp	雄成蜂数/头 No. of adult male wasp	总成蜂数/头 Total	雌雄性比 Ratio of female to male
1:20	87.2±3.6 ^{aA}	88.5±2.8 ^{aA}	22.7±6.3 ^{cB}	17.3±2.8 ^{dD}	40.0±8.3 ^{cC}	1.3±0.3 ^{abA}
2:20	84.8±3.4 ^{aA}	85.5±4.1 ^{aAB}	32.0±4.3 ^{bcAB}	23.8±7.6 ^{cdCD}	55.8±11.1 ^{bBC}	1.5±0.5 ^{aA}
4:20	87.7±3.2 ^{aA}	86.7±4.6 ^{aAB}	38.2±6.4 ^{abAB}	29.8±2.9 ^{bcBCD}	68.0±7.5 ^{bAB}	1.3±0.2 ^{abA}
6:20	82.7±3.5 ^{aA}	84.7±4.6 ^{aAB}	47.5±15.6 ^{aA}	40.0±4.7 ^{aAB}	87.5±16.8 ^{aA}	1.2±0.4 ^{abA}
8:20	80.5±6.1 ^{aA}	83.3±3.1 ^{abAB}	41.2±11.9 ^{abA}	44.3±12.9 ^{aA}	85.5±5.8 ^{aA}	1.0±0.3 ^{bA}
10:20	67.7±8.7 ^{bB}	78.8±2.1 ^{bB}	33.8±10.7 ^{bcAB}	36.0±11.5 ^{abABC}	69.8±18.0 ^{bAB}	0.9±0.2 ^{bA}

表3 不同蜂虫比对印度谷螟4龄幼虫的室内寄生防治效果

Table 3 Control effect of the ratio of natural enemy to pest on the 4 instar larva of *Plodia interpunctella* (Hübner) indoor parasitism

蜂虫比(对:头) Ratio of wasp to pest	寄主存活率/% Survival rate	防治效果/% Control efficacy
2:100	38.0±2.3 ^{dD}	57.9±2.5 ^{dD}
5:100	22.7±2.2 ^{cC}	74.9±2.3 ^{cC}
10:100	14.2±1.8 ^{bB}	84.3±1.9 ^{bB}
20:100	4.2±3.1 ^{aA}	95.4±3.3 ^{aA}
CK	90.3±3.5 ^{eE}	—

麦蛾茧蜂与印度谷螟幼虫蜂虫比对寄主营养资源的利用具有一定的影响。从表2可知,当蜂虫比为6(对):20(头)时,后代羽化成蜂数为87.5头,且羽化的雌蜂数量最多。当蜂虫比为10(对):20(头)时,后代幼虫死亡率增加,羽化成蜂数为69.8头,显著低于6(对):20(头)及8(对):20(头)蜂虫比处理的羽化成蜂数。

2.3 麦蛾茧蜂对印度谷螟的室内寄生防治效果

蜂虫比对麦蛾茧蜂的防治效果影响明显,5种蜂虫比处理后麦蛾茧蜂对印度谷螟4龄幼虫的防治

效果之间均存在极显著差异。当麦蛾茧蜂与印度谷螟4龄幼虫的蜂虫比为2(对):100(头)时,印度谷螟幼虫的存活率为38.0%,防治效果仅为57.9%。当麦蛾茧蜂与印度谷螟4龄幼虫的蜂虫比提高为20(对):100(头)时,印度谷螟幼虫的存活率仅为4.2%,防治效果高达95.4%。

3 讨论

本试验结果表明寄主印度谷螟幼虫虫龄对麦蛾茧蜂的寄生繁殖效率具有显著影响。寄主虫龄越高,

寄主营养丰富, 麦蛾茧蜂子代的化蛹率、羽化率、子代成蜂数及雌雄性比则越高。蜂虫比会影响麦蛾茧蜂后代种内个体之间对寄主营养的竞争关系。当蜂虫比为 6(对): 20(头)时, 印度谷螟幼虫寄主的营养资源被最大利用化, 后代羽化成蜂数为 87.5 头, 且羽化的雌蜂数量最多。室内寄生防治试验显示麦蛾茧蜂与印度谷螟蜂虫比为 20(对): 100(头)时, 麦蛾茧蜂对印度谷螟 4 龄幼虫的防治效果高达 95.4%。

寄主虫龄对麦蛾茧蜂的寄生繁殖效果与寄主的个体营养状况密切相关。由于高龄寄主虫体个体大, 营养充足, 能够较好地满足麦蛾茧蜂幼虫的个体发育对营养物质的需求, 因此其化蛹率、羽化率及羽化成蜂数较高。麦蛾茧蜂亦能根据寄主的营养状况调整后代种群的雌雄性比, 当寄主营养丰富时子代雌蜂数明显高于雄蜂数。由于雌蜂幼虫发育所需的营养总量可能比雄蜂要多(雌性成蜂个体一般大于雄性成蜂), 因此当寄主营养较差时, 后代羽化的雄蜂比例则越高。

目前国内外利用麦蛾茧蜂防治农田亚洲玉米螟、棉铃虫 *Helicoverpa armigera* 及仓储害虫烟草粉螟 *Ephestia elutella* (Hübner)、地中海粉斑螟 *Ephestia kuehniella* Zeller、粉斑螟 *Ephestia cautella* 等鳞翅目害虫已有报道^[20-23]。麦蛾茧蜂的寄主范围广泛, 自然寄生率高, 易于繁殖饲养, 国内外对麦蛾茧蜂的种群繁衍、寄主定位及种群增长规律等生物学习性也进行了大量研究^[24-28], 但有关麦蛾茧蜂的嗜好寄主印度谷螟幼虫虫龄及蜂虫比对麦蛾茧蜂室内种群寄生繁殖效率的影响则未见报道。本试验结果为室内利用印度谷螟大规模人工繁殖麦蛾茧蜂及实仓利用麦蛾茧蜂防治鳞翅目仓储害虫提供了较好的参考依据。在室内人工繁殖时, 笔者推荐麦蛾茧蜂和印度谷螟幼虫的接入比以 6(对): 20(头)为最佳。实仓应用防治时, 当麦蛾茧蜂和印度谷螟幼虫的蜂虫比为 1~2(对): 10(头)时即可达到理想的防治效果。麦蛾茧蜂产卵量大, 发育周期短, 其寄主印度谷螟又易于人工培养^[24]。利用麦蛾茧蜂防治印度谷螟等储粮鳞翅目害虫具有较高的市场应用前景。

参考文献:

- NAKAKITA H. Stored rice and stored products insects[M]// Rice Inspection Technology Manual. Tokyo, Japan: ACE Corporation, 1998: 49.
- JEMBERE B, AHMED H. Blend effects in the toxicity of the essential oil constituents of *Ocimum kilimands* Charicum and *Ocimum kenyense* (Labiatae) on two post-harvest insect pests [J]. Phytochemistry, 2001, 57: 385-391.
- 曹阳. 我国储粮害虫玉米象和米象磷化氢抗药性调查[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2005, 26(5): 1-5.
- 曹阳. 我国谷蠹、赤拟谷盗、锈赤扁谷盗和土耳其扁谷盗磷化氢抗药性调查[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2006, 27(1): 1-6.
- 贾胜利, 刘树伦, 张金伟, 等. 印度谷螟的危害与综合防治[J]. 粮油仓储科技通讯, 2005(1): 24-25.
- 邓望喜, 张宏宇, 华红霞. 中国储藏物害虫生物防治的研究进展[J]. 粮食储藏, 2001, 30(2): 3-7.
- 黄信飞. 麦蛾茧蜂的应用研究[J]. 生物防治通报, 1986, 2(2): 78-80.
- OH H M H. Studies on biological characteristics of parasitic Hymenoptera, *Bracon hebetor* Say (Braconidae: Hymenoptera) [J]. Korean Journal of Entomology, 1993, 23: 143-149.
- 阿克旦·吾外士, 阿不力米提·依拉洪, 阿依先·艾力. 麦蛾柔茧蜂室内人工繁殖温湿度条件研究[J]. 环境昆虫学报, 2008, 30(3): 244-247.
- 钟宝珠, 许再福, 覃伟权. 温度对麦蛾柔茧蜂功能反应的影响[J]. 昆虫学报, 2009, 52(4): 395-400.
- 田秋, 丛斌, 张海燕, 等. 不同温度对麦蛾茧蜂实验种群生长发育的影响[J]. 昆虫知识, 2006, 43(5): 666-669.
- CHEN H L, ZHANG H Y, ZHU K Y, et al. Performance of diapausing parasitoid wasps, *Habrobracon hebetor* after cold storage [J]. Biological Control, 2012, 64(3): 186-194.
- MAGRO S R, PARRA J R P. Biology of the ectoparasitoid *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on seven Lepidopteran species [J]. Journal of Agricultural Science, 2001, 58: 693-698.
- GODFRAY H C J, HUNTER M S. Heteronomous hyperparasitoids, sex ratios and adaptations: a reply[J]. Ecological Entomology, 1994, 19(1): 93-95.
- CANALE A, LONI A. Host location and acceptance in *Psytalia concolor*: role of host instar[J]. Bull Insectology, 2006, 59(1): 7-10.
- SAIT S M, ANDREEV R, BEGON M, et al. *Venturia canescens* parasitizing *Plodia interpunctella*-host vulnerability a matter of degree[J]. Ecological Entomology, 1995, 20(2): 199-201.
- 李塘, 丛斌, 张海燕, 等. 麦蛾茧蜂对亚洲玉米螟幼虫寄生龄期的选择[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(4): 860-862.
- 邵岩岩, 李晶津, 钱海涛, 等. 麦蛾茧蜂对米蛾功能反应的研究[J]. 中国植保导刊, 2008, 28(2): 9-13.
- 陈浩梁. 麦蛾柔茧蜂规模化人工饲养的关键技术及其冷胁迫的反应机制[D]. 武汉: 华中农业大学, 2011.
- 阿克旦·吾外士, 许建军, 杨秀荣, 等. 麦蛾柔茧蜂对田间棉铃虫和玉米螟的防治效果[J]. 中国生物防治, 2006, 22(2): 155-157.
- SAXENA H, PONNUSAMY D, IQUEBAL M A. Seasonal parasitism and biological characteristics of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae)-a potential larval ectoparasitoid of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in a chickpea ecosystem[J]. Biocontrol Science and Technology, 2012, 2(3): 305-318.

- [22] 毛尼牙孜·依马木, 阿克旦·吾外士, 艾买尔·纳买提, 等. 新疆南部棉区麦蛾柔茧蜂对田间棉铃虫的防治效果[J]. 昆虫天敌, 2007, 29(1): 12-15.
- [23] KRYUKOV V Y, KRYUKOVA N A, GLUPOV V V. Susceptibility of *Galleria mellonella* larvae to anamorphic entomopathogenic ascomycetes under envenomation and parasitization by *Habrobracon hebetor* [J]. Russian Journal of Ecology, 2013, 44(1): 89-92.
- [24] 曾强, 陈乾锦, 张玉珍. 烟仓麦蛾茧蜂 *Habrobracon hebetor* (SAY) 的生物学生态学特性研究[J]. 武夷科学, 2003, 19: 283-287.
- [25] NIKAM P K, PAWAR C V. Life tables and intrinsic rate of natural increase of *Bracon hebetor* Say (Hym., Braconidae) population on *Corcyra cephalonica* Staint. (Lep., Pyralidae), a key parasitoid of *Helicoverpa armigera* Hbn. (Lep., Noctuidae) [J]. Journal of Applied Entomology, 1993, 115: 210-213.
- [26] ELIOPOULOS P A, STATHAS G J. Life tables of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing *Anagasta kuehniella* and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae): effect of host density[J]. Journal of Economic Entomology, 2008, 101(3): 982-988.
- [27] AKINKUROLERE R O, BOYER S, CHEN H L, et al. Parasitism and host-location preference in *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae): role of refuge, choice, and host instar [J]. Journal of Economic Entomology, 2009, 102(2): 610-615.
- [28] ADARKWAH C, BUTTNER C, REICHMUTH C, et al. Ability of the larval ectoparasitoid *Habrobracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) to locate the rice moth *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1865) (Lepidoptera: Pyralidae) in bagged and bulk stored rice [J]. Journal of Plant Diseases and Protection, 2010, 117(2): 67-70.