

赤眼蜂品系对玉米螟卵的寄生潜能分析

胡尊瑞^{1,2}, 吴晓云¹, 尹哲³, 张翌楠¹, 姜嫄¹

(1. 北京农业职业学院园艺系, 北京 102442; 2. 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100193; 3. 北京市植物保护站, 北京 100029)

摘要 在室内条件下筛选了7种野生型赤眼蜂, 测定不同赤眼蜂品系对玉米螟的寄生潜能、选择性和非选择性等生物学参数。赤眼蜂不同地理品系寄生潜能显示, 不同品系赤眼蜂之间, 寄生能力差异显著。选择性试验中, 松毛虫赤眼蜂吉林品系 Jd 和玉米螟赤眼蜂吉林品系 Jo、北京品系 Bo、贵州品系 Go 对玉米螟卵表现的选择性好, 寄生数量分别为 33.6、31.8、33.2 和 26.1 粒, 对米蛾卵表现出选择性较好的是螟黄赤眼蜂贵州品系 Gc 和北京品系 Bc, 寄生数分别为 10.37 和 7.38 粒。7 个品系赤眼蜂的羽化率差异不显著, 都在 90% 以上, 而雌蜂率则差异较大, Jd、Jo、Bo、Go 雌蜂率高。综上所述, 根据赤眼蜂的选择性、羽化率和后代雌蜂率表现, 松毛虫赤眼蜂 Jd 品系, 玉米螟赤眼蜂的 Jo、Bo、Go 可以作为防治玉米螟的候选品系。

关键词 赤眼蜂; 优势种; 寄生潜能; 选择性试验

中图分类号 S476.3 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)19-0134-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.19.032



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis of the Parasitic Potential on the Eggs of *Ostrinia furnacalis* by *Trichogramma* Strains

HU Zun-rui^{1,2}, WU Xiao-yun¹, YIN Zhe³ et al (1. Department of Horticulture, Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing 102442; 2. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193; 3. The Plant Protection Station of Beijing, Beijing 100029)

Abstract Seven species of wild-type *Trichogramma* were screened under indoor conditions, and biological parameters such as parasitic potential, selectivity and non selectivity of different *Trichogramma* strains to corn borer were determined. The parasitic potential of different geographical strains of *Trichogramma* showed that there were significant difference between different strains of *Trichogramma*. In the selective test, the *Trichogramma dendrolimi* strain Jd and the *T. ostriniae* strain Jo, Bo and Go showed better selectivity to the eggs of the *Ostrinia furnacalis*, 33.6, 31.8, 33.2 and 26.1, respectively. The *Trichogramma chilonis* strains Gc and Bc showed better selectivity to the eggs of the *Corcyra cephalonica*, with the parasitism numbers of 10.37 and 7.38. The eclosion rate among 7 strains of *Trichogramma* was not significant, which was more than 90%, but the female wasp rate was significantly different. The female rate of Jd, Jo, Bo and Go was higher. In conclusion, according to the selectivity, eclosion rate and female offspring rate of *Trichogramma*, Jd strain of *T. dendrolimi* and Jo, Bo and Go of *T. ostriniae* could be used as candidate strains to control *O. furnacalis*.

Key words *Trichogramma* spp.; Dominant species; Parasitic potential; Selective test

亚洲玉米螟 [*Ostrinia furnacalis* (Guenée)], 是鳞翅目螟蛾科害虫^[1], 在玉米上每年引起 600 万~900 万 t 的损失, 严重发生时造成玉米减产达 30% 以上^[2-3]。在我国, 玉米种植面积呈逐年增加趋势, 玉米种植面积由 1980 年的 20.01×10⁶ hm² 增到 2020 年的 41.26×10⁶ hm², 增长率为 106%。赤眼蜂 (*Trichogramma* spp) 隶属膜翅目 (Hymenoptera) 细腰亚目 (Apoerita) 小蜂总科 (Chalcidoidea) 赤眼蜂科 (Trichogrammatidae), 是世界上研究最多、使用最广泛、控制面积最大、使用效果最好的寄生性天敌之一^[4], 在玉米螟防治上取得不错的效果^[5-8]。随着我国玉米种植面积增大, 必将需要更多的赤眼蜂产品用于玉米螟的生物防治。由于我国幅员广阔, 南北气候差异较大, 赤眼蜂的种类和寄生习性有很大差异, 其寄生潜能有待深入研究。我国已明确寄生亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) (以下简称玉米螟) 卵的赤眼蜂有 12 种^[1], 赤眼蜂种经过野外采集、转主、扩繁释放到田间, 在利用中间寄主单一扩繁多代后, 会导致新羽化的赤眼蜂体弱, 搜索能力、寄生能力差等蜂种退化现象。每年或每隔一段时间都需要采集新的蜂种进行复壮。而赤眼蜂的筛选则

极为重要, 关系到蜂种优良以及田间玉米螟的防治效果。由于受生产成本和生产条件的限制, 各地应用的蜂种有很大差异。而使用不同种类的赤眼蜂防治玉米螟的效果也存在差异^[7,9-11]。

为此, 笔者在室内条件下筛选了 7 种野生型赤眼蜂, 测定不同赤眼蜂品系对玉米螟的寄生潜能、选择性和非选择性等生物学参数, 以期对玉米螟的生物防治提供技术支持和理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试蜂种 寄生蜂: 供试赤眼蜂为采集野外赤眼蜂种群, 用于寄生性能比较 (表 1)。

寄主卵: 玉米螟卵由中国农业科学院植物保护研究所提供。虫源来自吉林省公主岭试验基地玉米田, 每天 08:00 收集新鲜虫卵备用。

米蛾 (*Corcyra cephalonica*) 引种自山东省农业科学院植物保护研究所, 在室内用麦麸和玉米面饲养, 收集当日新鲜的米蛾卵, 试验前用 30 W 紫外线灯照射 30 min 杀胚。

1.2 寄生性能

1.2.1 选择性试验。 参照 Hassan^[12]、王振营等^[13] 的试验方法。在 2 cm×2 cm 坐标纸的对角线顶端, 用白乳胶分别粘贴新鲜的玉米螟卵和米蛾卵各 60 粒, 将 1 张上述卵卡放入玻璃指形管 (3 cm×10 cm) 中, 引入 1 头新化 12 h 内已交配的赤眼蜂雌蜂, 管壁点涂 20% 的蜂蜜水, 用黑布和橡皮筋封口。

基金项目 北京农业职业学院科研项目 (XY-YF-18-10); 北京农业职业学院大学生双创项目 (XY-YF-21-01)。

作者简介 胡尊瑞 (1985—), 男, 山东临沂人, 副教授, 博士, 从事害虫生物防治研究。

收稿日期 2021-11-10

将其置于 25 ℃、RH75%、光周期 14L:10D 的人工气候箱中培养,24 h 后移除雌蜂。待被寄生卵粒变黑后,分别统计被寄生的米蛾和玉米螟卵粒数并单独存放,待羽化后统计羽化蜂数、雌、雄蜂数量。各处理重复 20 次。

表 1 供试赤眼蜂
Table 1 Tested *Trichogramma*

赤眼蜂种类 Species of <i>Trichogramma</i>	编号 Number	寄主 Host	采集地 Collection site
松毛虫赤眼蜂 <i>T. dendrolimi</i>	Jd	亚洲玉米螟	吉林
玉米螟赤眼蜂 <i>T. ostrinae</i>	Bo	亚洲玉米螟	北京
	Go	亚洲玉米螟	贵州
	Bc	亚洲玉米螟	北京
螟黄赤眼蜂 <i>T. chilonis</i>	Gc	亚洲玉米螟	贵州

$$\text{羽化率} = \frac{\text{羽化卵粒数}}{\text{被寄生卵粒数}} \times 100\%$$

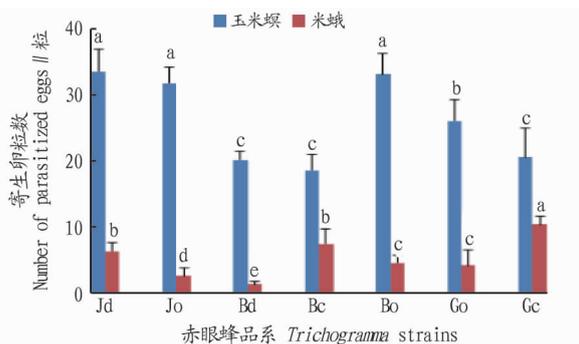
$$\text{雌蜂率} = \frac{\text{子代雌蜂数量}}{\text{子代赤眼蜂总数}} \times 100\%$$

1.2.2 非选择性试验。供试卵仅玉米螟卵,方法同选择性试验。

1.3 数据统计与分析 试验数据采用统计软件 SPSS 20.0 进行 ANOVA 单因素方差分析,差异显著性以 Duncan's 新复极差法进行检验。

2 结果与分析

在选择性试验中,不同品系的赤眼蜂对玉米螟卵和米蛾卵的选择性不同,其中松毛虫品系 Jd 和玉米螟品系的 Jo、Bo、Go 对玉米螟卵表现出较好的选择性,寄生数量分别为 33.6、31.8、33.2 和 26.1 粒,对米蛾卵表现出选择性较好的是螟黄赤眼蜂 Gc 和 Bc 品系,寄生数分别为 10.37 和 7.38 粒(图 1)。



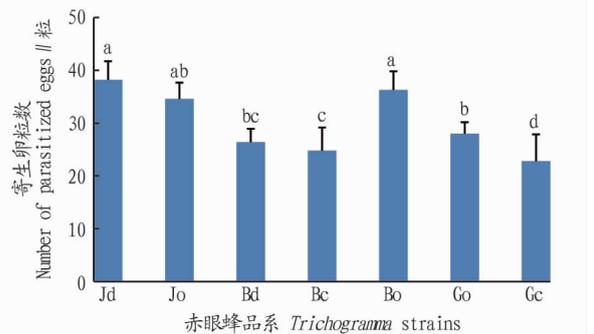
注:不同小写字母表示不同赤眼蜂品系间差异显著($P < 0.05$)
Note: Different lowercases indicated significant difference between different *Trichogramma* strains at 0.05 level

图 1 选择性试验中 7 个赤眼蜂品系对玉米螟卵和米蛾卵的平均寄生量

Fig. 1 The mean number of the eggs of *O. furnacalis* and *C. cephalonica* parasitized by 7 *Trichogramma* strains in selective test

从图 2 可以看出,各赤眼蜂品系对玉米螟卵的寄生数与选择性试验中赤眼蜂对玉米螟卵的选择性基本一致。松毛

虫赤眼蜂 Jd 品系和玉米螟赤眼蜂 Jo、Bo、Go 品系对玉米螟卵寄生数量明显高于其他品系,寄生数分别为 38.2、34.6、36.3 和 28.8 粒。



注:不同小写字母表示不同赤眼蜂品系间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercases indicated significant difference between different *Trichogramma* strains at 0.05 level

图 2 非选择性试验中 7 个赤眼蜂品系对玉米螟卵的平均寄生量
Fig. 2 The mean numbers of *O. furnacalis* eggs parasitized by 7 *Trichogramma* strains in the non-choice test

7 个品系赤眼蜂在羽化率上差异不显著,羽化率均在 90% 以上;而赤眼蜂雌蜂率上,差异较大,Jd、Jo、Bo、Go 雌蜂率高,雌蜂率是赤眼蜂品系筛选中的重要指标,雌蜂率高代表可用于生物防治赤眼蜂数量相对多,可持续控制害虫能力强,反之则弱(表 2)。

表 2 不同品系赤眼蜂在玉米螟卵上子代情况比较

Table 2 Comparison of offspring of *Trichogramma* strains on *O. furnacalis*

赤眼蜂品系 <i>Trichogramma</i> strains	羽化率 Emergence rate	雌蜂率 Female rate of offspring
Jd	94.54±8.62 a	84.87±5.12 a
Jo	96.42±5.13 a	82.56±4.10 a
Bd	91.20±4.64 a	70.42±5.47 c
Bc	91.95±5.60 a	76.13±5.08 b
Bo	93.54±2.57 a	83.10±6.13 a
Gc	96.88±2.05 a	64.39±1.74 d
Go	95.73±1.92 a	87.69±3.76 a

注:同列不同小写字母表示不同赤眼蜂品系间差异显著($P < 0.05$)
Note: Different lowercases indicated significant difference between different *Trichogramma* strains at 0.05 level

3 结论与讨论

赤眼蜂不同蜂种和同种赤眼蜂的不同地理品系之间,寄生能力存在显著差异^[5-7,9-12,14]。从已有的文献看,玉米螟赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂在玉米螟的防治上都可以取得不错的防治效果,虽然其之间存在种间竞争,且玉米螟赤眼蜂处于优势地位^[15-17],但松毛虫赤眼蜂在释放后有不错的防治效果^[5,15]。由于玉米螟赤眼蜂不能利用柞蚕卵进行繁殖,限制了其大面积应用,在生产上仍应用松毛虫赤眼蜂。松毛虫赤眼蜂可以利用柞蚕卵进行工厂化繁育,大大提高了繁殖效率,并可有效降低生产成本,所以松毛虫赤眼蜂是农业生防领域应用的主要蜂种。

选择性试验中,松毛虫赤眼蜂品系 Jd 和玉米螟赤眼蜂品系的 Jo、Bo、Go 对玉米螟卵表现出较好的选择性,寄生数量分别为 33.6、31.8、33.2 和 26.1 粒,在释放到玉米田间以

后,可以在田间对玉米螟卵有较高的趋向性,对靶标害虫玉米螟的控制效果较好;而螟黄赤眼蜂 Gc 品系和 Bc 品系,对玉米螟的选择性差,释放到田间以后,可能会扩散到非靶标昆虫上,从而减弱对玉米螟的生防效果。对玉米螟卵选择性较强的赤眼蜂种类或品系,在其释放到田间后,对靶标害虫玉米螟卵的控制能力强,而选择性差的品系,在其被释放到田间后,其对靶标玉米螟卵的控制能力差,降低其对田间玉米螟卵的防控效果。所以,首先筛选对玉米螟卵选择性好的赤眼蜂品系。非选择性试验中,对玉米螟卵的寄生效果与选择性试验中赤眼蜂对玉米螟卵的寄生效果基本一致,在单一寄主卵的情况下,赤眼蜂的寄生卵粒数有所增加。在质量筛选指标中,7 个品系赤眼蜂的羽化率差异不显著,均在 90% 以上,而雌蜂率则差异较大,雌蜂率是衡量赤眼蜂野外持续控制靶标害虫能力,在赤眼蜂中,只有雌性个体可以寄生玉米螟卵从而达到控制靶标害虫玉米螟的能力,而雄性赤眼蜂比例高,对赤眼蜂的生物防治效果会有较大的影响。Jd、Jo、Bo、Go 雌蜂率高,释放到田间后对玉米螟的持续控制能力强。综上所述,根据赤眼蜂的选择性、非选择性、羽化率和后代雌蜂率表现,松毛虫赤眼蜂 Jd 品系,玉米螟赤眼蜂的 Jo、Bo、Go 品系可以作为防治玉米螟的候选品系,此外由于赤眼蜂的寄生性能受多因素的影响,如温度、降水、寄主种类以及种间竞争等,因此,还需要进一步开展田间试验验证防治效果。

参考文献

- [1] 张荆,王金玲,丛斌,等. 我国亚洲玉米螟赤眼蜂种类及优势种的调查研究[J]. 生物防治通报,1990,6(2):49-53.
- [2] CONSOLI F L, PARRA J R P, ZUCCHI R A. Egg Parasitoids in Agroeco-

systems with Emphasis on *Trichogramma* [M]. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010.

- [3] HE K L, WANG Z Y, ZHOU D R, et al. Evaluation of transgenic Bt corn for resistance to the Asian corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) [J]. Journal of economic entomology, 2003, 96(3): 935-940.
- [4] WANG Z Y, HE K L, ZHANG F, et al. Mass rearing and release of *Trichogramma* for biological control of insect pests of corn in China [J]. Biological control, 2014, 68: 136-144.
- [5] 张光美,刘树生,杨坚伟,等. 影响松毛虫赤眼蜂寄生亚洲玉米螟的因子观察[J]. 植物保护, 1995, 22(3): 205-210.
- [6] 冯建国,陶训,张安盛,等. 人工卵赤眼蜂对玉米害虫的控害效果[J]. 中国生物防治, 1999, 15(3): 97-99.
- [7] 许建群,郭文超,何疆,等. 新疆利用赤眼蜂防治玉米螟田间应用技术研究初报[J]. 新疆农业科学, 2001, 38(6): 315-317.
- [8] 曹丽萍. 亚洲玉米螟综合防治技术研究[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(15): 145-148.
- [9] 张帆,孙光芝,李赤,等. 高效寄生亚洲玉米螟赤眼蜂种及品系田间防治效果[J]. 中国生物防治, 2004, 20(4): 279-280.
- [10] 孙光芝,张帆,施祖华,等. 赤眼蜂寄生亚洲玉米螟的潜能比较[J]. 吉林农业大学学报, 2000, 22(2): 26-29.
- [11] 张芝利,黄融生,朱塘,等. 利用玉米螟赤眼蜂防治玉米螟的研究初报[J]. 昆虫知识, 1979, 16(5): 207-210.
- [12] HASSAN S A. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* (Lep.: Tortricidae) [J]. Entomophaga, 1989, 34(1): 19-27.
- [13] 王振营,周大荣, HASSAN S A. 几种赤眼蜂品系对欧洲玉米螟卵寄生选择性比较[J]. 植物保护, 1995, 21(6): 39-42.
- [14] 张帆,王素琴,张君明,等. 半自然条件下几种赤眼蜂及品系对亚洲玉米螟卵寄生能力比较[J]. 植物保护, 2004, 30(4): 29-32.
- [15] 张延峰. 两种赤眼蜂寄生行为的比较及种间竞争的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2010.
- [16] 柳冠群. 基于微卫星标记的亚洲玉米螟优势赤眼蜂卵内竞争研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2019.
- [17] 李元喜,戴华国,姜金林,等. 亚洲玉米螟卵对 3 种赤眼蜂的适合性比较[J]. 南京农业大学学报, 2002, 25(1): 35-38.

(上接第 101 页)

该试验以有机废弃物的理化性质为主要参考指标,探讨了椰糠等有机废弃物作为栽培基质的可行性,隶属函数法综合评价顺序为椰糠>木薯渣>蚯蚓土>园林废弃物>泥炭>芦苇末,表明大部分农林废弃物均可通过基质化开发技术实现资源的循环利用。我国农林有机废弃物资源化利用研究任重而道远,将废弃物开发为植物栽培基质是其中重要的途径之一,对传统发酵技术和配方技术的不断改进,进一步提升基质产品品质,满足多样化需求,仍是今后研究的重点方向。

参考文献

- [1] 东胜,康云艳,王玉,等. 世界设施园艺发展概况、特点及趋势分析[J]. 中国蔬菜, 2018(7): 1-13.
- [2] 国家统计局. 中国统计年鉴 2017 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2017: 241-242.
- [3] 陶秀萍,董红敏. 畜禽废弃物无害化处理与资源化利用技术研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2017, 19(1): 37-42.
- [4] 王长波,平英华,刘先才,等. 我国秸秆资源“五化”利用研究进展[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(7): 22-26, 29.
- [5] 李龙涛,李万明,孙继民,等. 城乡有机废弃物资源化利用现状及展望[J]. 农业资源与环境学报, 2019, 36(3): 264-271.
- [6] AZAM F. Comparative effects of organic and inorganic nitrogen sources applied to a flooded soil on rice yield and availability of N [J]. Plant and soil, 1990, 125(2): 255-262.
- [7] 范如芹,罗佳,严少华,等. 农作物秸秆基质化利用技术研究进展[J]. 生态与农村环境学报, 2016, 32(3): 410-416.
- [8] 陈宜均,李康琴,邓绍勇,等. 铁皮石斛栽培基质研究进展[J]. 南方林业科学, 2021, 49(3): 57-60, 73.

- [9] 郭世荣. 无土栽培学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 140-142.
- [10] 崔勇,杨帆,李荣,等. 有机肥料: NY 525—2012 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [11] SELLAMI F, HACHICHA S, CHTOUROU M, et al. Maturity assessment of composted olive mill wastes using UV spectra and humification parameters [J]. Bioresource technology, 2008, 99(15): 6900-6907.
- [12] 张国新,王秀萍,姚玉涛,等. 主成分分析及隶属函数法对菊芋苗期耐盐性评价[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(30): 77-79.
- [13] 田艺心,曹鹏鹏,高凤菊. 基于主成分、隶属函数和聚类分析的大豆耐盐性综合评价[J]. 山东农业科学, 2020, 52(4): 16-22.
- [14] 张杰,黄军华,顾海燕,等. 不同基质对盆栽杜鹃花生长的影响[J]. 中国农学通报, 2017, 33(34): 116-119.
- [15] 李伟,郁书君,崔元强. 椰糠替代泥炭作观赏凤梨基质的研究[J]. 热带作物学报, 2012, 33(12): 2180-2184.
- [16] 余蓉培,杨春梅,阮继伟,等. 不同椰糠配比基质对盆栽袋鼠花生长的影响[J]. 热带农业科学, 2020, 40(2): 15-20.
- [17] 许杰,郭新勇,段兆飞,等. 不同木薯渣形态和添加比例对番茄产量品质及抗氧化能力的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2020, 26(10): 1847-1857.
- [18] 康凯丽,梁晶,金晶,等. 木薯渣等有机废弃物作为花卉栽培基质的效果研究[J]. 天津农业科学, 2019, 25(5): 50-53.
- [19] 梁晶,方海兰,严巍. 我国绿化植物废弃物资源化利用运营机制探讨[J]. 环境与可持续发展, 2016, 41(5): 55-59.
- [20] BOLDRIN A, HARTLING K R, LAUGEN M, et al. Environmental inventory modelling of the use of compost and peat in growth media preparation [J]. Resources, conservation and recycling, 2010, 54(12): 1250-1260.
- [21] 郝丹,张璐,孙向阳,等. 金盏菊栽培中园林废弃物堆肥与牛粪替代泥炭的效果分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2020, 26(8): 1556-1564.
- [22] 王飞,王波,郁继华,等. 基于隶属函数法的油菜栽培基质综合评价[J]. 西北农业学报, 2020, 29(1): 117-126.
- [23] 郭世荣. 固体栽培基质研究、开发现状及发展趋势[J]. 农业工程学报, 2005, 21(S1): 1-4.