



张晨,曹文润,王宇.糖源对松毛虫赤眼蜂生物学特性的影响[J].黑龙江农业科学,2024(8):39-43.

糖源对松毛虫赤眼蜂生物学特性的影响

张晨,曹文润,王宇

(吉林农业科技学院农学院,吉林吉林132101)

摘要:为更好地开展松毛虫赤眼蜂生物防治工作,设置喂食1次20%蜂蜜水、持续喂食20%蜂蜜水、喂食1次20%蔗糖水、持续喂食20%蔗糖水4个糖源供给方式和1个持续喂食清水对照,研究糖源对松毛虫赤眼蜂寿命、寄生能力和飞行能力的影响。结果表明,喂食20%蜂蜜水或20%蔗糖水,会显著提升松毛虫赤眼蜂的寿命、寄生能力和飞行能力,且持续喂食糖源要优于喂食1次糖源。通过喂食糖源,松毛虫赤眼蜂寿命会提升2.2~22.0 d,寄生卵粒数增加5.9~9.9粒,在持续喂食20%蜂蜜水时寿命和寄生能力最佳,分别为23.0 d和81.1粒;通过喂食20%蜂蜜水或20%蔗糖水,松毛虫赤眼蜂种群中无飞行能力比例会下降6.0%~7.3%,飞行能力2级比例会提升10.9%~12.4%。因此,糖源供给有利于进一步开发松毛虫赤眼蜂生防潜能,提升其对玉米螟等虫害的防效。

关键词:松毛虫赤眼蜂;糖源;寿命;寄生能力;飞行能力

松毛虫赤眼蜂(*Trichogramma dendrolimi*),是目前全世界应用面积最大的赤眼蜂种类,被广泛应用于玉米、水稻、大豆等农林害虫的生物防治^[1-3]。20世纪70年代,为了解决米蛾卵等小卵寄生主繁育松毛虫赤眼蜂成本较高的问题,中间寄生柞蚕(*Antheraea pernyi*)卵被开发使用,显著降低了松毛虫赤眼蜂的繁育成本,并在我国北方地区大面积使用松毛虫赤眼蜂防治亚洲玉米螟(*Ostrinia furnacelis*),取得了良好的田间防治效果^[4]。赤眼蜂的有效工业化始于20世纪90年代后期,建造天敌繁育工厂获得了更多中央和地方财政支持(自20世纪90年代以来已资助了27个赤眼蜂项目)^[5]。1999年,国家拨款7000余万元在吉林省农业科学院建立防治玉米螟的松毛虫赤眼蜂繁育基地,用于保护133万hm²玉米产区^[3]。在东北地区,每年仅利用松毛虫赤眼蜂防治玉米螟面积就达到400万hm²以上^[6]。

赤眼蜂的寿命长短会严重影响其田间扩散及田间寄生能力,通过喂食蜂蜜水,可有效提升赤眼蜂的寿命。王金玲等^[7]研究发现,在玉米螟赤眼蜂羽化成虫时喂食蜂蜜水,可以延长其寿命1~2 d,每头雌蜂的平均产卵量可以提高5~15粒。袁佳等^[8]研究发现,当连续喂食玉米螟赤眼蜂蜂蜜水,在25℃,RH 75%条件下,玉米螟赤眼蜂雌蜂寿命可达到12.2 d。此外,赤眼蜂的寿命会影

响田间防效,赤眼蜂田间寿命仅有2~3 d,放蜂过早,田间害虫卵量还较少,释放的赤眼蜂由于找不到寄主而死亡,造成赤眼蜂的浪费^[9-10]。

本研究对喂食清水、喂食1次蜂蜜水、连续喂食蜂蜜水、喂食1次蔗糖水和连续喂食蔗糖水的松毛虫赤眼蜂雌蜂寿命、寄生率、羽化率、子代性比、飞行能力等生物学参数进行分析,旨在明确糖源对松毛虫赤眼蜂寿命、寄生能力和飞行能力的影响,为更好地开展松毛虫赤眼蜂生物防治工作奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试蜂种 松毛虫赤眼蜂于2011年采自吉林省长春市玉米田玉米螟卵块,并一直在实验室内保存并不断复壮。依据赤眼蜂雄性外生殖器的形态学特征和rDNA-ITS2分子生物学对蜂种进行鉴定。供试蜂种以米蛾卵在(25±1)℃,RH 70%±5%,L14 h:D10 h的培养箱(SANYO MLR-351H)内进行繁育,为了保证蜂种的寄生能力,所有的蜂种均利用米蛾卵扩繁5代后,用原寄主进行复壮,防止蜂种退化。选择初羽化(<12 h)且充分交配过的雌性赤眼蜂用于试验。

1.1.2 供试寄主卵 米蛾幼虫置于(25±1)℃,RH 70%±5%和光周期L14 h:D10 h的气候室饲

收稿日期:2024-03-19

基金项目:吉林省科技发展规划项目(YDZJ202301ZYTS366)。

第一作者:张晨(1993—),女,硕士,助理实验师,从事害虫生物防治研究。E-mail: zhangchenjl@163.com。

通信作者:王宇(1994—),男,博士,副教授,从事害虫生物防治研究。E-mail: wangy19940504@163.com。

养,养殖米蛾幼虫的人工饲料组成为玉米粉 500 g、麦麸 142 g、酵母 21 g、蔗糖 49 g 和蒸馏水 200 mL,米蛾幼虫用自制容器(23 cm×23 cm×5 cm,长×宽×高)饲养。化蛹后,将米蛾蛹收集并置于网笼(35 cm×22 cm×42 cm,长×宽×高)中产卵。将装有米蛾的笼子放在铁盘上收集米蛾卵,将收集到的米蛾卵用网目尺寸 0.5 mm 的筛网收集,将卵中的蛾毛等杂质去除,收集到的米蛾卵用紫外灯杀胚 40 min 备用。

柞蚕卵:供试柞蚕茧来源于吉林省永吉市,需要按照试验时间分批次将茧进行加温。羽化出成蛾时,每天取雌蛾,清水漂洗出绿色未成熟卵粒,放于室温下晾干备用。

1.2 方法

1.2.1 糖源对松毛虫赤眼蜂寿命及寄生能力的影响 2024 年 1 月,于吉林农业科技学院农业昆虫实验室,将一头初羽化(<12 h)并且充分交配的松毛虫赤眼蜂雌蜂放置于装有米蛾卵卡(200~230 粒)的玻璃管(长 10 cm×直径 3 cm)中。设置 4 个糖源喂食处理和 1 个清水对照,分别是 CK:持续喂食清水;HW1:喂食 1 次 20% 蜂蜜水,1 h;HWC:持续喂食 20% 蜂蜜水;SW1 喂食 1 次 20% 蔗糖水,1 h;SWC:持续喂食 20% 蔗糖水。清水和所有糖源溶液均置于玻璃管内的棉质灯芯上,作为食物供给,15 次重复。

将玻璃管置于(25±1)℃,RH 70%±5%,L14 h:D10 h 的培养箱(SANYO MLR-351H)内进行发育。每 24 h 更换 1 次卵卡,直至管内松毛虫赤眼蜂雌蜂死亡,每 12 h 观察并记录每头雌蜂寿命,记为 0.5 d。将更换出的卵卡进行编号,置于原培养箱继续发育,记录寄生卵的数量(以深黑色为被寄生)。直到羽化出现成虫,记录赤眼蜂羽化数量和性别。

羽化率(%)=羽化卵粒数/寄生卵粒数×100

雌性比(%)=(羽化雌蜂数+残留雌蜂数)/总蜂数×100

发育历期(d)=羽化蜂发育总天数/羽化蜂数

1.2.2 糖源对松毛虫赤眼蜂飞行能力的影响

室内飞行装置:参考 Dutton 和 Bigler 的试验装置。上盖:用透明平面涂满昆虫胶;柱体:黑色不透光材料,高 18.00 cm,直径 10.00 cm,底部 2.50 cm 高度处向上涂胶 1.00 cm,9.00 cm 处向上涂胶 6.50 cm;底部:用黑色不透光材料,中心立一个 7.50 cm 试管,装置底部不涂胶,试管与底

部用黑色热熔胶连接(图 1)。

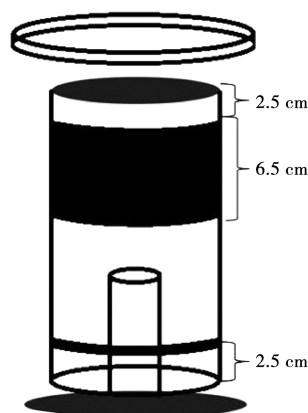


图 1 赤眼蜂室内飞行试验装置图

将柞蚕卵寄生的松毛虫赤眼蜂置于(25±1)℃,RH 70%±5%,L14 h:D10 h 的培养箱(SANYO MLR-351H)中,待其羽化前 1 d,随机各选取 10 粒被寄生的柞蚕卵装于玻璃管(长 3 cm×直径 1 cm)中分别放置于含有 20% 蜂蜜水的装置(HW)、含有 20% 蔗糖水的装置(SW)和不含任何糖源的装置(CK)中。每个处理 15 次重复。

待 4~5 d 后装置内的赤眼蜂全部羽化完毕并调查装置内各部位赤眼蜂数量,判定其飞行能力。调查标准分为 4 级。

F1:无活动能力(残留在试管中的赤眼蜂);

F2:无飞行能力(粘在下层胶圈以及残留装置底部的赤眼蜂);

F3:飞行能力 1 级(粘在上层胶圈的赤眼蜂);

F4:飞行能力 2 级(粘在上盖的赤眼蜂)。

最后统计各部分赤眼蜂占赤眼蜂总量的比例。

1.2.3 数据分析 初始数据采用 Excel 2016 整理。将试验获得的所有数据进行正态检验和方差齐性检验,将不符合正态分布的数据进行平方根转换,转换后所有数据均符合正态分布。松毛虫赤眼蜂寄生卵粒数、羽化率、发育历期、雌性比以及飞行能力的比较采用 Tukey'S HSD 法($P<0.05$)。采用 DPS V14.1 分析数据,分析后的数据采用 Sigma Plot 12.5 进行绘图。

2 结果与分析

2.1 糖源对松毛虫赤眼蜂寿命的影响

由图 2 可知,松毛虫赤眼蜂寿命在不同糖源供给条件下存在显著影响。寿命表现最佳的处理为持续喂食 20% 蜂蜜水(HWC),松毛虫赤眼蜂

寿命为 23.0 d,其次为持续喂食 20% 蔗糖水 (SWC)、喂食 1 次 20% 蜂蜜水 (HW1) 和喂食 1 次 20% 蔗糖水 (SW1),寿命分别为 18.4、3.8 和 3.2 d,持续喂食清水 (CK) 寿命最低,寿命为 1.0 d。

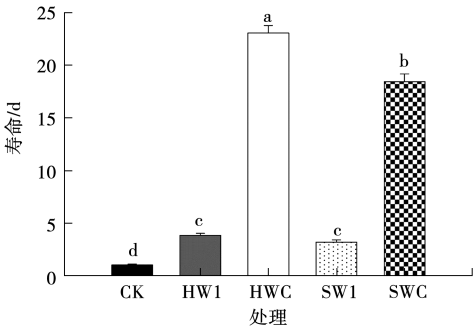


图2 不同糖源处理对松毛虫赤眼蜂寿命的影响
注:不同小写字母表示处理间在 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

2.2 糖源对松毛虫赤眼蜂寄生能力的影响

由图 3 可知,松毛虫赤眼蜂寄生能力在不同糖源供给条件下存在显著差异。松毛虫赤眼蜂寄生能力表现最佳的为持续喂食 20% 蜂蜜水 (HWC),寄生卵粒数为 81.1 粒,其次为持续喂食 20% 蔗糖水 (SWC)、喂食 1 次 20% 蜂蜜水 (HW1) 和喂食 1 次 20% 蔗糖 (SW1),寄生卵粒数分别为 79.6、79.0 和 77.1 粒,HWC 和 SWC 间不存在显著性差异,但显著高于持续喂食清水 (CK) (71.2 粒)。

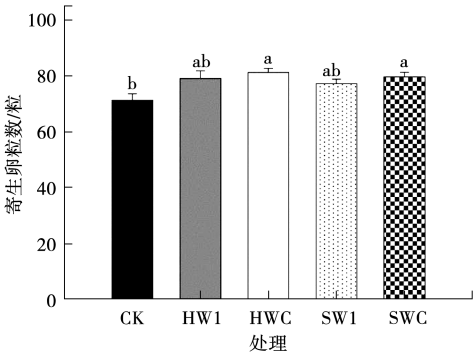


图3 不同糖源处理对松毛虫赤眼蜂寄生能力的影响

2.3 糖源对松毛虫赤眼蜂羽化率、发育历期、雌性比的影响

由表 1 可知,松毛虫赤眼蜂羽化率、发育历期、雌性比在持续喂食清水 (CK)、喂食 1 次 20% 蜂蜜水 (HW1)、持续喂食 20% 蜂蜜水 (HWC)、喂食 1 次 20% 蔗糖水 (SW1) 和持续喂食 20% 蔗糖水 (SWC) 间均不存在显著性差异 ($P>0.05$)。与持续喂食清水相比,喂食 1 次 20% 蜂蜜水、持续

喂食 20% 蜂蜜水、喂食 1 次 20% 蔗糖水和持续喂食 20% 蔗糖水会一定程度提高松毛虫赤眼蜂的羽化率。

表1 不同糖源处理对松毛虫赤眼蜂羽化率、发育历期、雌性比的影响

| 处理 | 羽化率/% | 发育历期/d | 雌性比/% |
|-----|------------|-----------|------------|
| CK | 88.8±1.2 a | 9.5±0.1 a | 85.7±1.8 a |
| HW1 | 90.5±1.0 a | 9.6±0.1 a | 87.0±1.0 a |
| HWC | 91.0±1.1 a | 9.6±0.1 a | 86.0±1.6 a |
| SW1 | 90.7±1.2 a | 9.5±0.1 a | 83.0±1.6 a |
| SWC | 90.5±0.8 a | 9.4±0.1 a | 84.4±1.1 a |

注:小写字母表示在 $P<0.05$ 水平差异显著性。

2.4 糖源对松毛虫赤眼蜂飞行能力的影响

由图 4 可知,在不喂食糖源 (CK) 条件下,松毛虫赤眼蜂飞行能力占比表现为飞行能力 1 级 (F3)>无飞行能力 (F2)>飞行能力 2 级 (F4)>无活动能力 (F1);喂食 20% 蜂蜜水 (HW) 条件下,松毛虫赤眼蜂飞行能力占比表现为飞行能力 2 级 (F4)>飞行能力 1 级 (F3)>无飞行能力 (F2)>无活动能力 (F1);喂食 20% 蔗糖水 (SW) 松毛虫赤眼蜂飞行能力分布表现为飞行能力 2 级 (F4)>飞行能力 1 级 (F3)>无飞行能力 (F2)>无活动能力 (F1)。

与 CK 相比,喂食 20% 蜂蜜水 (HW) 和喂食 20% 蔗糖水 (SW) 松毛虫赤眼蜂飞行能力 2 级 (F4) 比例显著增高,无飞行能力 (F2) 比例降低,其中 HW 显著低于 CK (图 4)。

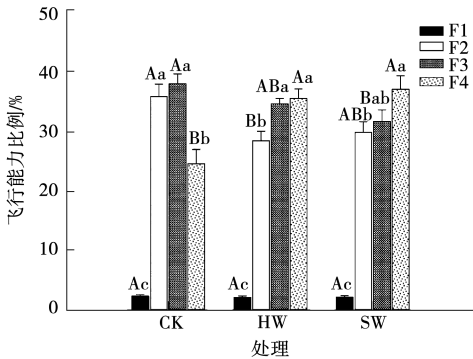


图4 不同糖源处理下松毛虫赤眼蜂飞行能力比较
注:不同小写字母表示同一糖源供给方式下松毛虫赤眼蜂不同飞行能力间在 $P<0.05$ 水平差异显著;不同大写字母表示相同飞行能力不同糖源供给处理间在 $P<0.05$ 水平差异显著。

3 讨论

在赤眼蜂的工厂化大量繁育中,质量评价是必不可少的环节。质量评价的标准有很多,如赤眼蜂寿命、寄生能力和飞行能力等^[11-14]。本研究表明,糖源会显著影响松毛虫赤眼蜂寿命,持续喂食20%蜂蜜水和20%蔗糖水均可显著延长松毛虫赤眼蜂寿命,即使喂食1次糖源,也可使松毛虫赤眼蜂寿命提升至3.2~3.8 d,比喂食清水的松毛虫赤眼蜂寿命提升1.2~2.8 d。王金玲等^[7]研究发现,为玉米螟赤眼蜂雌蜂喂食蜂蜜水,可以延长其寿命1~2 d,与本研究有相似之处。本研究发现通过喂食糖源,可有效提升松毛虫赤眼蜂的寄生卵粒数,与喂食清水相比可提升寄生卵粒数5.9~9.9粒,与王金玲等^[7]通过喂食糖源提高玉米螟赤眼蜂寄生卵粒数5~15粒和郭祥令等^[15]研究的蜂蜜水能显著增加赤眼蜂的寄生能力相似。马万炎等^[16]研究发现,松毛虫赤眼蜂在有营养补充情况下,一般在交配后即开始产卵,表明糖源有助于松毛虫赤眼蜂产卵。此外,本研究发现是否提供糖源、糖源类别对松毛虫赤眼蜂羽化率、发育历期、雌性比不存在显著影响,可能因为糖源主要是提供赤眼蜂营养物质,对赤眼蜂寿命提升和卵子发育有明显促进作用,但羽化率、发育历期、雌性比一般受寄主卵影响较大。

赤眼蜂的寿命对提升赤眼蜂田间扩散能力,进而提升田间防效至关重要。赤眼蜂的田间释放次数、数量等需要根据其田间扩散能力和寿命等确定^[17-18]。Wang等^[19]研究发现,松毛虫赤眼蜂在田间可扩散25 m。赤眼蜂的田间扩散需要花费大量时间,本研究得出,通过喂食糖源可有效提升松毛虫赤眼蜂的寿命,进而可以提升松毛虫赤眼蜂在田间存续时间,提升松毛虫赤眼蜂的寄生能力,保障松毛虫赤眼蜂远距离扩散。此外本研究还发现,通过喂食20%蜂蜜水或蔗糖水,可有效提升松毛虫赤眼蜂的飞行能力,与CK相比,松毛虫赤眼蜂种群中无飞行能力的比例会下降,飞行能力2级的比例显著提升,表明糖源供给,又进一步提升了松毛虫赤眼蜂田间扩散能力。王勇^[20]研究营养物质对赤眼蜂体内卵子发育影响时发现,通过后期喂食蜂蜜水可以有效增加松毛虫赤眼蜂的怀卵量,说明营养物质对松毛虫赤眼蜂怀卵量存在显著影响,与本研究表现一致。

在自然界中,寄生蜂在寻找寄主和繁育后代

时会消耗大量能量,及时补充营养物质对寄生蜂生长发育及种群繁衍至关重要^[21-22]。目前在赤眼蜂的田间应用中,均释放无任何糖源供给的赤眼蜂^[23],赤眼蜂被释放后需要在田中自行寻找糖源,这无疑增加了赤眼蜂存续难度,并且很多赤眼蜂释放田并不是该蜂种的优势环境^[24-25],赤眼蜂寻找糖源将更加困难。本研究显示通过供给糖源会显著提升赤眼蜂的寿命,寄生能力和飞行能力,说明在赤眼蜂释放环节要保证一定的糖源供给。因此,本研究将有利于进一步开发松毛虫赤眼蜂生防潜能,提升田间防效,为更好地开展松毛虫赤眼蜂生物防治工作奠定理论基础。

4 结论

通过提供糖源,会显著提升松毛虫赤眼蜂的寿命、寄生能力和飞行能力,且持续喂食糖源要优于喂食1次糖源。通过喂食糖源,松毛虫赤眼蜂寿命会提升2.2~22.0 d,寄生卵粒数增加5.9~9.9粒,种群中无飞行能力的比例下降6.0%~7.3%,飞行能力2级的比例提升10.9%~12.4%。因此,在今后赤眼蜂放蜂中,应适当提供糖源,增强赤眼蜂用于防治玉米螟等虫害的田间防效。

参考文献:

- [1] SMITH S M. Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use[J]. Annual Review of Entomology, 1996, 41: 375-406.
- [2] 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.
- [3] ZANG L S, WANG S, ZHANG F, et al. Biological control with *Trichogramma* in China: history, present status, and perspectives[J]. Annual Review of Entomology, 2021, 66: 463-484.
- [4] IQBAL A, CHEN Y M, HOU Y Y, et al. Factitious host species impact on the outcome of multiparasitism between egg parasitoids[J]. Journal of Pest Science, 2019, 92(3): 1261-1269.
- [5] 杨怀文. 我国农业害虫天敌昆虫利用三十年回顾(上篇)[J]. 中国生物防治学报, 2015, 31(5): 603-612.
- [6] IQBAL A, CHEN Y M, HOU Y Y, et al. Rearing *Trichogramma ostrinae* on the factitious host *Antheraea pernyi* via multiparasitism with *Trichogramma chilonis* facilitates enhanced biocontrol potential against *Ostrinia furnacalis*[J]. Biological Control, 2021, 156: 104567.
- [7] 王金玲, 杨长城, 张荆. 玉米螟赤眼蜂生物学特性研究[J]. 昆虫天敌, 1990(2): 56-61.
- [8] 袁佳, 王振营, 何康来, 等. 不同地理种群玉米螟赤眼蜂对极

- 端温湿条件的反应[J]. 植物保护, 2010, 36(1): 51-54.
- [9] 冯建国. 松毛虫赤眼蜂防治玉米螟的效果及其影响因素[J]. 华东昆虫学报, 1996, 5(1): 45-50.
- [10] 孙景花, 李伟东. 松毛虫赤眼蜂人工释放技术要点[J]. 吉林林业科技, 2000, 29(5): 59-60.
- [11] BOIVIN G. Phenotypic plasticity and fitness in egg parasitoids[J]. Neotropical Entomology, 2010, 39(4): 457-463.
- [12] Hoppin J A, Leprevost C E. Pesticides and Human Health[M]. Environmental Pest Management, 2017: 251-273.
- [13] DESNEUX N, DECOURTYE A, DELPUECH J M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods[J]. Annual Review of Entomology, 2007, 52: 81-106.
- [14] JIANG J G, LIU X, ZHANG Z Q, et al. Lethal and sublethal impact of sulfoxaflor on three species of *Trichogramma* parasitoid wasps (Hymenoptera: Trichogrammatidae)[J]. Biological Control, 2019, 134: 32-37.
- [15] 郭祥令, 王德森, 何余容, 等. 不同营养源对卷蛾分索赤眼蜂寿命和生殖力的影响[J]. 中国生物防治学报, 2011, 27(4): 448-452.
- [16] 马万炎, 彭建文, 左玉香. 松毛虫赤眼蜂生物学特性的研究[J]. 林业科学, 1988, 24(4): 488-495.
- [17] 张帆. 赤眼蜂防治玉米螟田间应用技术[J]. 中国蔬菜, 2006(9): 53-54.
- [18] 王振营, 周大荣, HASSANS A. 温室条件下玉米螟赤眼蜂扩散距离及日活动节律[J]. 植物保护学报, 2000, 27(1): 17-22.
- [19] WANG Y, HOU Y Y, IQBAL A, et al. Inundative release of *Trichogramma dendrolimi* at different developmental stages enhances the control efficacy over *Ostrinia furnacalis*[J]. Journal of Pest Science, 2024.
- [20] 王勇. 影响赤眼蜂体内卵子发育关键因素研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2021.
- [21] NARVÁEZ A, CANCINO J, DAZA N C, et al. Effect of different dietary resources on longevity, carbohydrate metabolism, and ovarian dynamics in two fruit fly parasitoids[J]. Arthropod-Plant Interactions, 2012, 6(3): 361-374.
- [22] WÄCKERS F L. A comparison of nectar- and honeydew sugars with respect to their utilization by the hymenopteran parasitoid *Cotesia glomerata*[J]. Journal of Insect Physiology, 2001, 47(9): 1077-1084.
- [23] 张俊杰, 阮长春, 臧连生, 等. 我国赤眼蜂工厂化繁育技术改进及防治农业害虫应用现状[J]. 中国生物防治学报, 2015, 31(5): 638-646.
- [24] 王勇, 李天昊, 王汐亚, 等. 中国赤眼蜂寄生生态学及工厂化繁殖应用新进展[J]. 植物保护, 2023, 49(5): 399-409.
- [25] ZHANG J J, REN B Z, YUAN X H, et al. Effects of host-egg ages on host selection and suitability of four Chinese *Trichogramma* species, egg parasitoids of the rice striped stem borer, *Chilo suppressalis*[J]. BioControl, 2014, 59(2): 159-166.

Effects of Sugar Sources on the Biological Characteristics of *Trichogramma dendrolimi*

ZHANG Chen, CAO Wenrun, WANG Yu

(Agricultural College, Jilin Agricultural Science and Technology University, Jilin 132101, China)

Abstract: In order to enhance the effectiveness of *Trichogramma dendrolimi* as biocontrol agent, four sugar sources as a diet were set up as, *T. dendrolimi* fed once with 20% honey solution, continuously fed with 20% honey solution, fed once with 20% sucrose solution, continuously fed with 20% sucrose solution, and a control group of continuously fed with water. The biological parameters such as the lifespan, parasitism ability, and flight ability of *T. dendrolimi* was compared when were fed with different diets. The results showed that the lifespan, parasitism ability and flight ability of *T. dendrolimi* significantly improved when was fed with 20% honey solution or 20% sucrose solution. The *T. dendrolimi* wasps continuously fed with sugar solution was also better than the wasps fed with a sugar source once. The lifespan of *T. dendrolimi* fed with sugar solution increased significantly 2.2—22.0 days, and the number of eggs parasitized also increased by 5.9—9.9. The lifespan and parasitic ability were the best when the wasps were continuously fed with 20% honey solution, with 23.0 days and 81.1 eggs, respectively. When the *T. dendrolimi* wasps were fed with 20% honey solution or 20% sucrose solution, the proportion of non flying ability in the population of *T. dendrolimi* decreased by 6.0%—7.3%, and the proportion of flying ability at level 2 was increased by 10.9%—12.4%. These results indicated that the provision of sugar sources are beneficial for further developing the biocontrol potential of *T. dendrolimi* and improving its control effectiveness against maize borer and other insect pests.

Keywords: *Trichogramma dendrolimi*; sugar sources; lifespan; parasitism ability; flight ability