

矿物油乳剂对烟蚜茧蜂的安全性评价

潘 峰, 陈华祥, 尹立红*

西南林业大学林学院, 云南 昆明 650224

摘要:【目的】矿物油乳剂因其安全性好、杀虫谱广、不易产生抗性等优点,被广泛用于果蔬、农作物、园林害虫的防治,但有关其对害虫天敌烟蚜茧蜂的安全性尚不明确。因此,本文研究矿物油乳剂对烟蚜茧蜂不同发育阶段的安全性,为更好地协调蚜虫的化学防治和生物防治提供理论依据。【方法】在实验室条件下采用药膜法和浸渍法测定了不同浓度(150、250、350、450 倍液)矿物油乳剂对烟蚜茧蜂各发育阶段的影响。【结果】矿物油乳剂对烟蚜茧蜂成虫的影响较小,无明显胃毒作用,但有一定的触杀作用,以最高浓度 150 倍液($4986.960 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)处理 24 h 后的存活率依然高达 92%;矿物油乳剂对烟蚜茧蜂寄生蚜有较高的致死率, LC_{50} 为 $859.541 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,该浓度远远低于此次供试的最低浓度 450 倍液($1662.320 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$),说明矿物油乳剂对烟蚜茧蜂卵和幼虫的安全性较差;矿物油乳剂对烟蚜茧蜂蛹期羽化率的影响较显著,处理组的僵蚜与对照组的僵蚜相比,羽化高峰期均滞后 1 d,且羽化率随着处理浓度的增大而下降(450 倍液时羽化率为 81.25%,150 倍液时仅为 47.75%)。【结论】当蚜虫发生严重时,可考虑在烟蚜茧蜂成虫期协调使用矿物油乳剂进行联合控制,但矿物油乳剂的使用浓度和施用时间还有待进一步确定。

关键词: 矿物油乳剂; 烟蚜茧蜂; 触杀; 胃毒

The effect of mineral oil emulsion on the natural enemy *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Aphidiidae)

PAN Feng, CHEN Huaxiang, YIN Lihong*

Forestry College, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224, China

Abstract: 【Aim】Mineral oil emulsion is widely applied for pest control on fruits, vegetables, crops and gardens because of low human toxicity, broad insecticidal spectrum and lack of resistance. However, there are few reports about the effect of mineral oil emulsion on natural enemies. Information on the safety of mineral oil emulsion on natural enemies in different development stages can provide abasis for better coordination of chemical and biological control methods. 【Method】Residual film method and dipping method were adopted under laboratory condition to determine the impacts of mineral oil emulsion on the hymenopteran natural enemy, *Aphidius gifuensis* in different development stages. 【Result】Mineral oil emulsion had little influence on adult *A. gifuensis*, without obvious toxicity when consumed, but with a certain contact toxicity. Under the highest treatment concentration of 150 dilution multiple liquid ($4986.960 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), modify the survival rate was 92% after 24 h. The oil emulsion can cause higher mortality to eggs and larvae of *A. gifuensis* with the LC_{50} being $859.541 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, which is much lower than the lowest tested concentration of 450 dilution multiple liquid ($1662.320 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$). Compared to the control group, the parasitoid emerged from emulsion-treated mummified aphids 1 day later, and the emergence rate decreased with the increasing treatment concentration, from 81.25% at the 450 dilution multiple liquid to 47.75% at 150 dilution multiple liquid. 【Conclusion】Mineral oil emulsion can be used when adult *A. gifuensis* are present, but its specific concentration and application time remain to be determined further to minimise damage to immature stages of this natural enemy.

Key words: mineral oil emulsion; *Aphidius gifuensis*; contact toxicity; stomach toxicity

烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* Ashmaed 是烟蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 的主要天敌,自然寄生率高,易人工繁殖(毕章宝和季正端,1996; 忻亦芬,1986; 赵万源等,1980; Fukui & Takada,1988)。近

几年,其用于防治烟蚜的措施被逐步推广。矿物油乳剂具有广谱,低毒,对捕食螨、瓢虫、草蛉和寄生蜂等天敌杀伤力小等优点,是无公害生产的首选药剂之一(方小端等,2012; Rae *et al.*,2006),可用于

收稿日期(Received): 2017-03-31 接受日期(Accepted): 2017-05-12

作者简介: 潘峰,女,硕士研究生。研究方向: 园林植物保护农药学。E-mail: 1051712929@qq.com

* 通信作者(Author for correspondence), E-mail: 35278604@qq.com

防治红蜘蛛、黄蜘蛛、锈壁虱、蚧类、粉虱和蚜虫等害虫(袁为洲,1988)。研究表明,单独使用质量分数为 99% 的绿颖矿物油乳剂 200 倍液对棉田棉蚜 *Aphis gossypii* Glover 的防治高效且不伤害天敌(郑本明,2014);另外,矿物油乳剂和巴氏新小绥螨 *Neoseiulus barkeri* (Hughes) 对柑橘全爪螨 *Panonychus citri* (McGregor) 有较好的协同控制作用(李志强等,2009)。目前,关于多种杀虫剂对烟蚜茧蜂卵、幼虫、蛹、成虫的影响已有报道(陈德锐等,2014;陈家骅等,1989;尹可锁等,2005);但有关矿物油乳剂对烟蚜茧蜂安全性的研究则相对较少。因此,本实验对其进行研究,以期在蚜虫防治过程中协调使用矿物油和烟蚜茧蜂积累资料。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试药剂 绿颖农用喷洒油(矿物油乳剂,质量分数为 99%),由韩国 SK 株式会社生产,山东省招远市三联化工厂分装。

1.1.2 供试虫源 烟蚜、烟蚜茧蜂,由红河州烟草公司烟蚜茧蜂繁育基地提供,后于西南林业大学实验室智能人工气候箱内[温度(25 ± 1) °C,相对湿度(70 ± 5)%,光周期(L:D)14:10]继续饲养。

1.1.3 实验仪器 培养皿,试管,指型管,取液器,智能人工气候箱(PRX-250B,宁波海曙赛福实验仪器厂),电子天平(梅特勒—托利多仪器公司)。

1.2 方法

预实验确定矿物油乳剂的供试浓度为 150、250、350 和 450 倍液(用清水稀释)4 个梯度。

1.2.1 矿物油乳剂对烟蚜茧蜂成虫的触杀毒力测定 采用试管药膜法(Liu *et al.*, 2003)测定矿物油乳剂对烟蚜茧蜂成虫的触杀毒性。分别取各浓度处理药液 10 mL 置于 50 mL 指型管内,不断晃动指型管,使药液充分黏附于指型管中并自然风干形成药膜。然后将每个指型管内各接入当天羽化的烟蚜茧蜂 30 头,并在管口加塞蘸有少量 10% (*v/v*) 蜂蜜水的棉花,用纱布封口后置于 (25 ± 1) °C、RH (70 ± 5) % 条件下饲养。以清水作对照,每个处理重复 3 次。分别于处理后 2、4、8、12、24 h 统计成虫死亡数(以细毛笔轻轻触动虫体,完全不动者视为死亡),并计算死亡率及校正死亡率。

1.2.2 矿物油乳剂对烟蚜茧蜂成虫的胃毒作用测

定 参照李增梅和刘银泉(2005)的方法测定矿物油乳剂对烟蚜茧蜂的胃毒作用。取直径 50 mL 的试管 15 支,向每个试管内各接入已饥饿 12 h 的烟蚜茧蜂 30 头,用取液器分别量取加 10% (*v/v*) 蜂蜜水的各处理药液 0.5 mL 滴于棉花上并塞于试管管口,用纱布封口后置于 (25 ± 1) °C、RH (70 ± 5) % 条件下饲养。以饲喂 10% (*v/v*) 蜂蜜水为对照组,重复 3 次。分别于处理后 2、4、8、12、24 h 统计成虫死亡数,并计算死亡率及校正死亡率。

1.2.3 矿物油乳剂对烟蚜茧蜂僵蚜、寄生蚜的触杀毒力测定 采用虫体浸渍法(李晓磊和刘长明,2009)测定矿物油乳剂对烟蚜茧蜂僵蚜、寄生蚜的触杀毒力。在基地技术员指导下界定寄生蚜外形特点(腹部肿胀、体色不均、呈半透明状),选取供试寄生蚜,将其移植到烟株上,并在 (25 ± 1) °C、RH (70 ± 5) % 条件下继续饲养获得供试僵蚜。分别选取有一定数量寄生蚜和僵蚜的叶片放入供试药液中浸泡 10 s,取出后迅速用吸水纸将叶片上的药液吸干备用。

(1) 矿物油乳剂对寄生蚜的触杀毒力测定方法:用细毛笔将浸渍处理后个体大小一致的寄生蚜 30 头挑入预先备好的烟叶背面,于 (25 ± 1) °C、RH (70 ± 5) % 条件下饲养,24 h 后统计寄生蚜死亡数,并计算死亡率及校正死亡率,每个处理设 3 个重复,以清水作对照。

(2) 矿物油乳剂对僵蚜中烟蚜茧蜂羽化影响的测定方法:用细毛笔将浸渍处理后个体大小一致的僵蚜 100 头挑入预先备好的培养皿中,用纱布封口,于 (25 ± 1) °C、RH (70 ± 5) % 条件下饲养,从 2016 年 12 月 20 日开始,每天统计僵蚜中烟蚜茧蜂的羽化数,连续统计 12 d,并把未羽化的僵蚜解剖观察,计算羽化率、校正羽化率及羽化抑制率,每个处理设 3 个重复,以清水作对照。

1.3 数据处理

按照下列公式将矿物油乳剂稀释倍数转换为相应的质量浓度,再进行数据分析。

$$\text{质量浓度}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}) = \frac{1 \text{ mL 药剂质量} \times 0.99 \times 10^6}{\text{药剂稀释倍数}}$$

用 Excel 2010 软件统计数据和绘图;用 SPSS 17.0 软件处理烟蚜茧蜂的死亡率和羽化率,求出均值和标准误,再通过单因素方差分析(ANOVA)中的 LDS 多重比较分析差异显著性;采用 SPSS 17.0 统计软件中的 Probit 回归计算矿物油乳剂对烟蚜

茧蜂各虫态的致死中浓度 (LC₅₀)、抑制中浓度 (IC₅₀) 以及 95% 置信区间。

2 结果与分析

2.1 矿物油乳剂对烟蚜茧蜂成虫的触杀和胃毒作用

由表 1 可知,矿物油乳剂对烟蚜茧蜂成虫有一定的触杀作用。各处理浓度下,成虫的死亡率随着

处理时间的延长而增大;但总体影响不大,以 150 和 250 倍液 2 个较高浓度处理 24 h 后,烟蚜茧蜂成虫的死亡率均仅为 7.78%。表 2 的结果表明,矿物油乳剂对烟蚜茧蜂成虫无明显胃毒作用,各处理结果与对照差异均不显著($P>0.05$);以最高浓度(150 倍液)处理后烟蚜茧蜂成虫的死亡率仅为 5.56%。

表 1 矿物油乳剂对烟蚜茧蜂成虫的触杀毒性
Table 1 Contact toxicity of mineral oils to adult *A. gifuensis*

稀释倍数 Dilution multiple	质量浓度 Concentration /(mg·L ⁻¹)	累计死亡率 Cumulative mortality at intervals after treatment/%				
		2 h	4 h	8 h	12 h	24 h
150	4986.960	3.33±1.93a	3.33±1.93a	4.44±2.22a	4.44±2.22a	7.78±4.84a
250	2992.176	1.11±1.11ab	1.11±1.11ab	4.44±2.22a	6.67±3.85a	7.78±2.94a
350	2137.269	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	2.22±2.22a	2.22±2.22a
450	1662.320	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	1.11±1.11a	1.11±1.11a
CK	0	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	1.11±1.11a	1.11±1.11a

表中数值为平均值±标准误;同列数据后附不同小写字母者表示在 0.05 水平上差异显著。自然死亡率在 5% 以内,不必校正死亡率。
Data are means±SE. Data in the same column followed by the different letters are significantly different at 5% level. There is no need to correct mortality when it is less than 5%.

表 2 矿物油乳剂对烟蚜茧蜂成虫的胃毒作用
Table 2 Toxicity of mineral spray oils after consumption in adult *A. gifuensis*

稀释倍数 Dilution multiple	质量浓度 Concentration /(mg·L ⁻¹)	累计死亡率 Cumulative mortality at intervals after treatment/%				
		2 h	4 h	8 h	12 h	24 h
150	4986.960	2.22±2.22	2.22±2.22	2.22±2.22	4.44±4.44	5.56±4.01
250	2992.176	1.11±1.11	1.11±1.11	1.11±1.11	1.11±1.11	2.22±2.22
350	2137.269	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	1.11±1.11	2.22±2.22
450	1662.320	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	1.11±1.11
CK	0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	1.11±1.11

表中数值为平均值±标准误;同列数据在 0.05 水平上差异不显著。自然死亡率在 5% 以内,不必校正死亡率。
Data are means±SE. Data in the same column are unsignificantly different at 5% level. There is no need to correct mortality when it is less than 5%.

2.2 矿物油乳剂对烟蚜茧蜂蛹羽化的影响

由表 3 可知,矿物油乳剂对僵蚜的 IC₅₀ 为 4472.748 mg·L⁻¹,其对应矿物油乳剂的稀释倍数在 150 (4986.960 mg·L⁻¹) 和 250 (2992.176 mg·L⁻¹) 之

间,说明矿物油乳剂对烟蚜茧蜂蛹羽化的影响比较明显,且随着处理浓度的升高影响作用增强。从图 1 可知,与对照相比,各处理的烟蚜茧蜂羽化高峰期均滞后 1 d。

表 3 矿物油乳剂对烟蚜茧蜂蛹羽化率的影响
Table 3 Effects of mineral oils on emergence rate of *A. gifuensis* pupae

稀释倍数 Dilution multiple	质量浓度 Concentration /(mg·L ⁻¹)	羽化率 Emergence rate/%	抑制率 Inhibition rate/%	毒力回归方程 Toxicity regression equation	IC ₅₀ /(mg·L ⁻¹)	95% 置信区间 95% confidence interval /(mg·L ⁻¹)
150	4986.960	47.75±3.53c	52.25	$y = -6.223 + 1.705x$	4472.748	3638.048~6748.113
250	2992.176	62.17±13.90bc	37.83			
350	2137.269	64.92±11.43bc	35.08			
450	1662.320	81.25±3.15ab	18.75			
CK	0	95.92±3.07a	4.08			

表中数值为平均值±标准误;同列数据后附不同小写字母者表示在 0.05 水平上差异显著。自然羽化抑制率在 5% 以内,不必对其校正。
Data are means±SE. Data in the same column followed by the different letters are significantly different at 5% level. There is no need to correct nature inhibition rate when it is less than 5%.

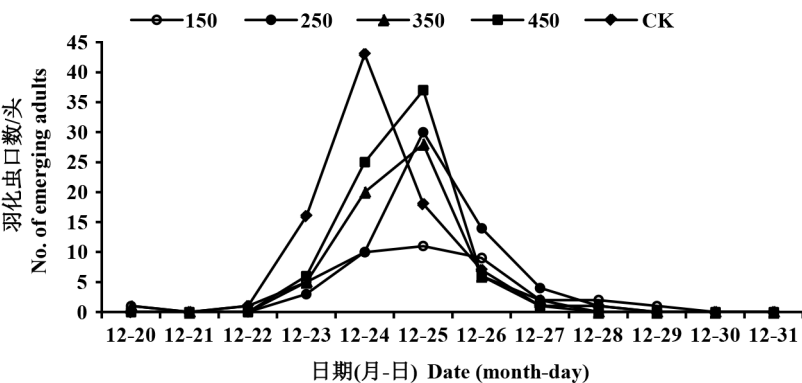


图 1 矿物油乳剂处理后烟蚜茧蜂蛹的羽化动态
Fig.1 Eclosion dynamics of *A. gifuensis* pupae exposed to mineral oils

2.3 矿物油乳剂对烟蚜茧蜂寄生蚜的影响

由表 4 可以看出,随着矿物油乳剂浓度的减小寄生蚜的死亡率逐渐下降。矿物油乳剂对烟蚜茧蜂寄生蚜的 LC_{50} 为 $859.541\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,该浓度远远低

于此次供试的最低浓度 450 倍液($1662.320\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$),表明矿物油乳剂对烟蚜茧蜂卵和幼虫的安全性较差。

表 4 矿物油乳剂对烟蚜茧蜂寄生蚜(烟蚜茧蜂卵和幼虫)的毒力
Table 4 Toxicity of mineral oils to the aphid host of *A. gifuensis* (egg and larvae)

稀释倍数 Dilution multiple	质量浓度 Concentration /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	死亡率 Mortality/%	校正死亡率 Corrected mortality /%	毒力回归方程 Toxicity regression equation	LC_{50} /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	95%置信区间 95% confidence interval /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
150	4986.960	$98.15 \pm 0.81\text{a}$	97.85	$y = -9.317 + 3.175x$	859.541	563.317~1081.880
250	2992.176	$88.89 \pm 3.14\text{b}$	88.17			
350	2137.269	$80.37 \pm 2.86\text{c}$	78.49			
450	1662.320	$65.19 \pm 2.43\text{d}$	62.37			
CK	0	$7.78 \pm 1.67\text{e}$	0			

表中数值为平均值±标准误;同列数据后附不同小写字母者表示在 0.05 水平上差异显著。自然死亡率在 5% 和 15% 之间,需要校正死亡率。
Data are means±SE. Data in the same column followed by the different letters are significantly different at 5% level. There is need to correct mortality when it is between 5% and 15%.

3 讨论

本实验结果表明,矿物油乳剂对烟蚜茧蜂成虫影响较小,无明显胃毒作用,但有一定的触杀作用。触杀毒力的测定结果表明,以最高浓度 150 倍液处理 24 h 后,烟蚜茧蜂成虫存活率依然高达 92%,表明矿物油乳剂对烟蚜茧蜂成虫的触杀毒力较小。矿物油乳剂对烟蚜茧蜂蛹羽化的影响比较明显:处理组的僵蚜与对照组的僵蚜相比,羽化高峰期滞后,且羽化率随着矿物油乳剂浓度的升高而降低。矿物油乳剂对烟蚜茧蜂卵和幼虫的安全性较差:矿物油乳剂对烟蚜茧蜂寄生蚜的 LC_{50} 为 $859.541\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,该浓度远远低于此次供试的最低处理浓度 450 倍液($1662.320\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)。因此,在蚜虫发生严重时,

可以考虑先用矿物油乳剂控制蚜虫种群密度,间隔适当时间后再释放僵蚜,羽化出的烟蚜茧蜂成虫可以寄生后期残存的蚜虫,从而达到持续控制的效果。有关矿物油乳剂协调烟蚜茧蜂联合控制蚜虫的具体使用浓度和施用时间尚需在后续实验中进一步研究。

本实验仅在室内条件下进行,但天敌昆虫在田间接触的杀虫剂剂量及方式与室内存在差异,如取食花粉、在植物表面行走等都有可能使农药进入虫体,同时环境条件与室内不同(李建宇等,2014;王彦华等,2012; Elzen *et al.*, 1989)。因此,后续将通过田间实验来更加准确地评价矿物油乳剂对烟蚜茧蜂的影响。

参考文献

- 毕章宝, 季正端, 1996. 烟蚜茧蜂生物学研究Ⅳ.——繁殖力、内禀增长力、功能反应及对桃蚜的抑制作用. 河北农业大学学报, 19(3): 1-6.
- 陈德锬, 陈珍珍, 刘长明, 2014. 杀虫剂对烟蚜茧蜂不同发育阶段的毒性. 生物安全学报, 23(3): 191-195.
- 陈家骅, 陈达荣, 李芳, 张玉珍, 1989. 农药对烟蚜茧蜂的影响. 中国生物防治学报, 5(3): 107-109.
- 方小端, 欧阳革成, 卢慧林, 刘慧, 张宝鑫, 郭明昉, 吴伟南, 2012. 矿物油乳剂与巴氏新小绥螨对柑橘全爪螨的协同控制研究. 环境昆虫学报, 34(3): 322-327.
- 李建宇, 史梦竹, 傅建伟, 游泳, 林涛, 郑丽桢, 魏辉, 2014. 70%丙森锌可湿性粉剂对环境生物的安全性评价. 生物安全学报, 23(1): 46-50.
- 李晓磊, 刘长明, 2009. 寄主植物对烟蚜药剂敏感性及相关酶活性的影响. 华东昆虫学报, 18(1): 46-50.
- 李增梅, 刘银泉, 2005. 多种杀虫剂对菜蛾绒茧蜂的毒性比较. 农药, 44(8): 374-376.
- 李志强, 梁广文, 岑伊静, 曾玲, 2009. 有机管理对柑橘园节肢动物群落多样性恢复的作用. 生态学杂志, 28(8): 1515-1519.
- RAE D J, BEATTIE G A C, 黄明度, 杨悦屏, 欧阳革成, 2006. 矿物油乳剂及其应用——害虫持续控制与绿色农业. 广州: 广州科技出版社: 36-41.
- 王彦华, 俞瑞鲜, 赵学平, 安雪花, 陈丽萍, 吴长兴, 王强, 2012. 新烟碱类和大环内酯类杀虫剂对四种赤眼蜂成蜂急性毒性和安全性评价. 昆虫学报, 55(1): 36-45.
- 忻亦芬, 1986. 烟蚜茧蜂繁殖利用研究. 中国生物防治学报, 2(3): 108-111.
- 尹可锁, 吴文伟, 何成兴, 罗雁婕, 2005. 5种杀虫剂对甘蓝蚜的毒杀作用及对蚜茧蜂的影响. 植物保护, 31(6): 84-85.
- 袁为洲, 1988. 矿物油乳剂在桔园的应用. 四川农业科技(6): 31.
- 赵万源, 丁垂平, 董大志, 王云珍, 张文莲, 1980. 烟蚜茧蜂生物学及其应用研究. 动物学研究, 1(3): 133-143.
- 郑本明, 2014. 99%矿物油防治棉蚜药效试验. 农村科技(6): 35-36.
- ELZEN G W, O'BRIEN P J, POWELL J E, 1989. Toxic and behavioral effects of selected insecticides on the *Heliothis* parasitoid *Microplitis croceipes*. *BioControl*, 34(1): 87-94.
- FUKUI M, TAKADA H, 1988. Fecundity, oviposition period and longevity of *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) and *Aphidius gifuensis* Ashmead (Hymenoptera: Aphidiidae), two parasitoids of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Japanese Journal of Applied Entomology & Zoology*, 32(4): 331-333.
- LIU S S, LI Y X, TANG Z H, 2003. Host resistance to an insecticide favors selection of resistance in the parasitoid, *Cotesia plutellae* (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control*, 28(1): 137-143.

(责任编辑: 杨郁霞)