应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2017, 54(5): 742−748. DOI: 10.7679/j.issn.2095−1353.2017.090

塑料大棚在杨梅园中对斑翅果蝇发生与危害影响*

李如意[1**] 熊 焰[1**] 李成云[1] 李明玥[1] 胡纯华[1] 李红艳[2]
蒋少昆[2] 何丽英[2] 杨晓灿[1] 张 亮[1] 肖 春[1***]
（1. 云南农业大学，昆明 650201；2. 云南省石屏县农业和科学技术局，石屏 662200）

摘 要 **【目的】**评价塑料大棚对斑翅果蝇 *Drosophila suzukii* Matsumura 在杨梅 *Myrica rubra* Sieb. *et* Zucc. 发生与危害的影响。**【方法】** 在杨梅园修建塑料大棚，使用糖醋酒液监测棚内外的种群动态、日活动高峰；使用盐水浸泡果实和果蝇成虫羽化的方法调查棚内外杨梅虫果率。**【结果】** 在杨梅成熟前，斑翅果蝇种群数量和杨梅虫果率在大棚内外无显著差异。而在杨梅成熟期，棚内的斑翅果蝇数量和杨梅虫果率显著少于棚外的。在果实采摘完成后，棚内斑翅果蝇数量显著多于棚外。田间观察实验显示，斑翅果蝇成虫日活动高峰期在清晨（7:00—9:00）和傍晚时分（17:00—19:00）。这种现象塑料大棚内外一致。**【结论】** 在果园建立塑料大棚可显著减轻斑翅果蝇的危害。

关键词 斑翅果蝇，杨梅园，塑料大棚，发生，危害

Effect of greenhouse on the occurrence. and damage caused by, *Drosophila suzukii* Matsumura in bayberry orchards

LI Ru-Yi[1**] XIONG Yan[1**] LI Cheng-Yun[1] LI Ming-Yue[1] HU Chun-Hua[1] LI Hong-Yan[2]
JIANG Shao-Kun[2] HE Li-Ying[2] YANG Xiao-Can[1] ZHANG Liang[1] XIAO Chun[1***]
(1. Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 2. Agricultural and Science-Technology Bureau of Shiping County, Shiping 662200, China)

Abstract **[Objectives]** To evaluate whether greenhouses can reduce the damage caused by the spotted wing Drosophila (SWD), *Drosophila suzukii*, to bayberry, *Myrica rubra*, crops. **[Methods]** Greenhouses were built in bayberry orchards one month before the fruit ripened. Adults were trapped using a sweet lure (sugar + vinegar + alcohol + water) to investigate population dynamics and their daily activity patterns both inside and outside greenhouses. Fresh and fallen fruits were collected regularly both inside and outside greenhouses and taken to a laboratory for further examination. Some fruits were immersed in salty water (5%) to determine the *Drosophila* (including *D. suzukii*, *D. melanogaster* and the other *Drosophila* species) infestation rate and others were kept in the laboratory until insects emerged to determine the *D. suzukii* infestation rate. **[Results]** There was no significant difference in the infestation rate, or population dynamics, inside and outside greenhouses before fruits ripened but the infestation rate of fruits inside greenhouses was significantly lower than that outside as fruits began to ripen. Field observations showed that activity peaks of *D. suzukii* both inside and outside greenhouses were in the early morning (7:00-9:00) and late evening (17:00-19:00). **[Conclusion]** Growing bayberry in greenhouses can reduce the damage caused by SWD to bayberry fruits.

Key words *Drosophila suzukii*, bayberry orchard, greenhouse, occurrence, damage

*资助项目 Supported projects：欧盟第七框架计划（Dropsa，613678）；农业部对外经济合作中心 2016 年国际合作项目
**共同第一作者 Co-first authors，E-mail：liruyi10086@live.com；xyan891@163.com
***通讯作者 Corresponding author，E-mail：x.chun@163.com
收稿日期 Received：2017-09-01，接受日期 Accepted：2017-10-09

斑翅果蝇 *Drosophila suzukii* Matsumura，也被称为铃木氏果蝇或者樱桃果蝇，其已知寄主涉及 18 个科 60 多种水果（Walsh *et al.*，2011）。斑翅果蝇最早于 1916 年在日本被发现，20 世纪 80 年代在美国夏威夷定殖（吴佳教等，2010）。在我国的云贵高原、长江流域、江浙沿海、台湾等地区都有关于斑翅果蝇发生危害的报道（伍苏然等，2007；刘庆忠等，2014）。目前，在亚洲、欧洲、美洲的国家或地区均被发现及报道（Hauser，2011；任路明等，2014； Baser *et al.*，2015），现在已成为一种新型世界范围的检疫性害虫（孙鹏等，2011）。云南由于环境适宜，斑翅果蝇野生寄主及经济作物寄主丰富，为斑翅果蝇提供了良好的发生和生存环境，使得杨梅等经济作物遭受了严重的危害，对地方经济造成极大损失。

杨梅是云南省红河州石屏县重要的经济作物。而杨梅作为斑翅果蝇的经济型寄主植物，遭受到斑翅果蝇的危害（伍苏然等，2007）。班翅果蝇与果蝇属其它果蝇的不同在于其可以利用特殊锯齿形产卵器直接危害新鲜软皮水果，使果实软化甚至腐烂而失去商业及食用价值（Lee *et al.*，2011）。有研究表明：水果果实膨大期长时间缺水，果实内部细胞间隙减小，细胞密度、果实硬度增大，如果这时遇到大量雨水，果实的表皮细胞膨大的速度远远不及果肉细胞膨大的速度快，导致出现裂果的现象（Callan and Chen，1987；肖恩等，2006；张秀芹，2009；马瑞娟等，2012）。这种现象非常有利于斑翅果蝇在浆果上产卵，从而加剧斑翅果蝇对果实的危害。那么，建立避雨设施是否可降低斑翅果蝇对浆果的危害呢？为此，我们在石屏县杨梅园开展了利用塑料大棚防治斑翅果蝇发生与危害的试验。现将研究结果报道如下。

1　材料与方法

1.1　试验时间和地点

试验时间于 2017 年 4 月份中旬开始，7 月中旬结束，即从杨梅刚挂果期持续至果实采收期结束。田间试验地点为云南省红河哈尼族彝族自治州石屏县杨梅试验田（海拔为 1 414 m，102°31′E，20°40′N），室内试验在红河州石屏植保植检站实验室进行。试验植物选择为杨梅果树，品种为东魁梅，果树树龄为 10 年左右。

1.2　试验方法

1.2.1　塑料大棚的搭建　塑料大棚为固定式塑料薄膜避雨棚，塑料大棚跨度为 4 m，每两行杨梅树建设为一个棚，棚高以果树高决定，棚顶高为 3.7 m，肩高为 2 m，顶部与果树留有 0.5~1 m 的空间。采用钢管作为支撑架，钢管长 9 m，将其焊接成弧形，每支架间距 1.5 m，支架底部采用水泥墩埋地 0.5 m，上面覆盖白色透明塑料薄膜，棚四周塑料薄膜下垂，在底部留 0.5 m 通风处，用无伸缩压膜绳固定，共建设两个塑料大棚，分别长为 20 m，40 m。

1.2.2　斑翅果蝇种群动态调查　监测时，以糖醋液为引诱剂（伍苏然，2007），利用圆形塑料容器（Φ＝15 cm，h＝6 cm）作为诱捕器。诱捕器悬挂高度约为 1.5 m，即地面到诱捕器悬挂点之间距离。塑料大棚和杨梅果园中各悬挂 5 个诱捕器，作为 5 次重复。每个诱捕器间距为 15~20 m，并盛有 200 mL 糖醋酒诱液，每 2 d 收取并更换一次引诱剂，记录每个诱捕器引诱剂中斑翅果蝇成虫总虫量。

1.2.3　斑翅果蝇日活动规律调查　为调查果蝇日活动周期，用糖醋液为引诱剂，诱捕器悬挂高度约为 1.5 m。塑料大棚和杨梅果园中各悬挂 5 个诱捕器作为 5 次重复，并盛有 200 mL 糖醋酒诱液，从早 7:00 开始到 19:00 结束，每 2 h 收取一次诱捕到的昆虫并更换一次引诱剂，记录每个诱捕器引诱剂中斑翅果蝇成虫总虫量。连续观察 3 d。

1.2.4　果蝇对杨梅危害调查　试验从 5 月 12 日开始，到 6 月 23 日结束。分别在塑料大棚与杨梅园标记 10 棵杨梅树，将树下落果清理干净。试验开始后，每 2 d 在各杨梅树上随机摘取鲜果 10 枚，并在对应树下捡拾落果 10 枚。然后将树下剩余落果清理干净。

（1）果蝇造成的虫果率

将田间采集的果实带回室内。从鲜果与落果中各随机选取 30 枚用 5%盐水浸泡 0.5 h。之后统计虫果数量。以盐水中出现果蝇幼虫作为虫果标准。以每 6 d 作为一个调查阶段。

（2）斑翅果蝇造成的虫果率

从鲜果与落果中各随机选取 30 枚，分别置于 100 mL 塑料杯中，用留有透气孔的生物膜封口。待培养（湿度 60%~70%，温度 22~25℃）15 d 后，之后统计虫果数量。以塑料杯中出现斑翅果蝇成虫作为虫果标准。以每 6 d 作为一个调查阶段。

1.3 数据分析

虫果率（%）=虫果数量/调查总果实数量×100。

实验结果使用 SPSS（20.0）进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 塑料大棚内外斑翅果蝇种群动态

4 月中旬开始，在杨梅园中通过糖醋酒液来监测塑料大棚内外斑翅果蝇的种群动态，至 7 月中旬为止。在杨梅果实成熟前（6 月 1 日），在棚内外均诱捕到少量(平均 0~10 头/诱捕器)斑翅果蝇，且两者无显著差异；在杨梅果实成熟及采摘时（6 月 1 日到 6 月 15 日），棚内诱捕的斑翅果蝇数量达到 5~35 头/诱捕器，而棚外诱捕的斑翅果蝇数量达到 50~150 头/诱捕器，此时间段棚内的斑翅果蝇数量显著少于棚外的数量；当杨梅采摘期结束后（6 月 15 日后），棚外斑翅果蝇的食物减少，棚内杨梅无人采摘，棚外的斑翅果蝇转移到棚内，使棚内的斑翅果蝇数量呈现一种爆发增长的趋势。7 月上旬开始随着棚内杨梅掉落和腐烂，斑翅果蝇食物减少，诱捕到班翅果蝇数量逐渐减少，直至诱捕不到斑翅果蝇（图 1）。

2.2 塑料大棚内外斑翅果蝇日活动高峰特征

斑翅果蝇的诱捕量在棚内外呈现不同趋势：在棚外从 7:00 到 15:00 逐渐减少，而 15:00 到 19:00 逐渐上升；在棚内从 7:00 到 9:00 上升，9:00 到 15:00 逐渐下降，而 15:00 到 19:00 逐渐上升。将同时间段棚内外斑翅果蝇的诱捕量进行对比分析，在 15:00 和 17:00 棚内外斑翅果蝇的诱捕量有显著差异，其他时段无显著差异（图 2）。

2.3 塑料大棚内外杨梅虫果率

在 5 月中旬，杨梅果实还未成熟，塑料大棚外果实未被果蝇危害；进入 5 月下旬，果实开始

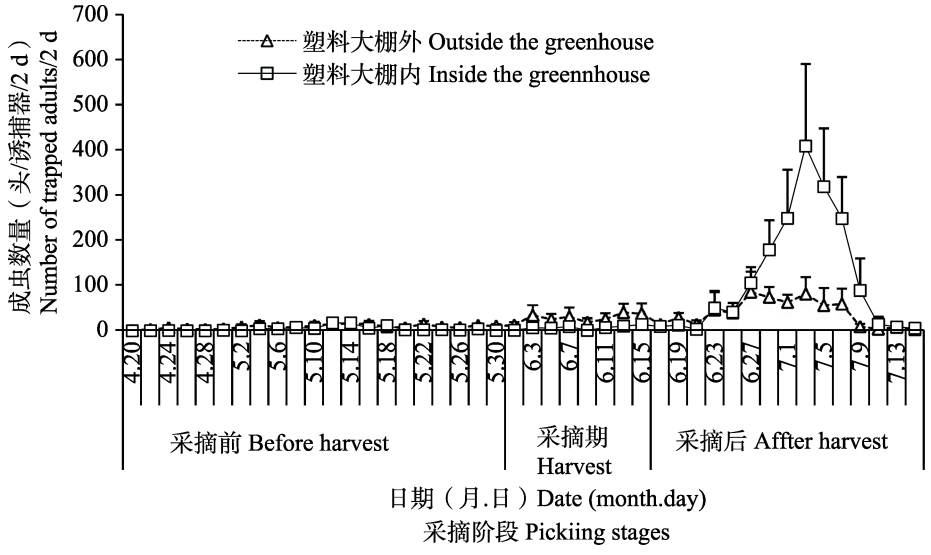

图 1 塑料大棚内外斑翅果蝇种群动态

Fig. 1 Population dynamics of *Drosophila suzukii* inside and outside the greenhouse

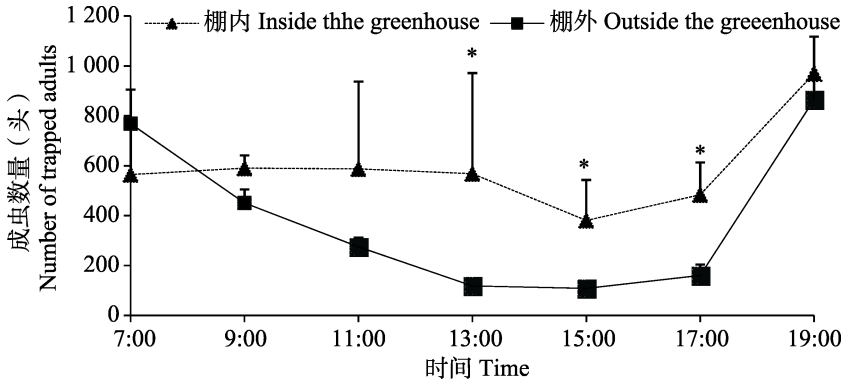

图 2　塑料大棚内外斑翅果蝇日活动周期

Fig. 2　The daily activity cycle of *Drosophila suzukii* inside and outside the greenhouse

此表成虫数量表示当天悬挂 5 个诱捕器中总虫量，连续测 3 d。*表示同时间段或同天棚内外斑翅果蝇的诱捕量存在显著差异。下图同。

The number of *D. suzukii* in this figure means the total number of all 5 traps in the same day. 3 times measured. * indicate significant difference between inside and outside the greenhouse. The same below.

着色，此时鲜果虫果率低于落果虫果率，但两者无显著差异；到 6 月初，果实完全成熟，造成地面落果增多，此时落果虫果率仍多余鲜果虫果率，且无显著差异；进入 6 月中旬，果蝇危害增加，随着杨梅的采收，最终鲜果与落果虫果率均达到 80%以上，且无显著差异（图 3）。

在 5 月中下旬，棚内环境适宜，杨梅被果蝇危害率为 5%以下；到 6 月初，果实完全成熟，此时落果内危害情况多于鲜果，但无显著差异；进入 6 月中旬，随着棚外杨梅的采收，棚内鲜果虫果率急速上升，最终多于棚内落果虫果率，但无显著差异（图 4）。

在未成熟至果实着色时期（6 月 1 日前），和果实成熟期（6 月 1 日至 6 月 7 日）鲜果的虫果率，棚内略大于棚外，但无显著性差异；果实采收阶段（6 月 7 日至 6 月 15 日）鲜果的虫果率，棚内低于棚外，但无显著性差异（图 5）。

在 6 月 1 日之前，由于杨梅未大量成熟，故棚内外落果虫果率均不高且无显著性差异。而在杨梅大量成熟之后，落果虫果率均显著性增加，棚内增长低于棚外。在 6 月中旬后，棚内外的落果虫果率均呈现一种爆发式增长的趋势，且最终棚外的落果虫果率显著高于棚内的落果虫果率（图 6）。

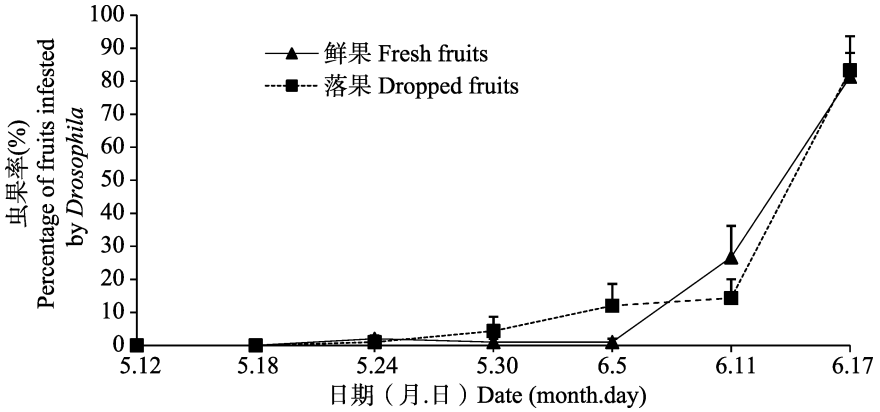

图 3　塑料大棚外果蝇危害鲜果与落果造成的虫果率

Fig. 3　Percentage of bayberry fruits infested by *Drosophila* outside the greenhouse

果蝇是指斑翅果蝇、黑腹果蝇等为害杨梅果实的所有果蝇。下图同。

Drosophila means all fruit flies, *D. suzukii* and *D. melanogaster* and so on, that could hurt bayberry fruits. The same below.

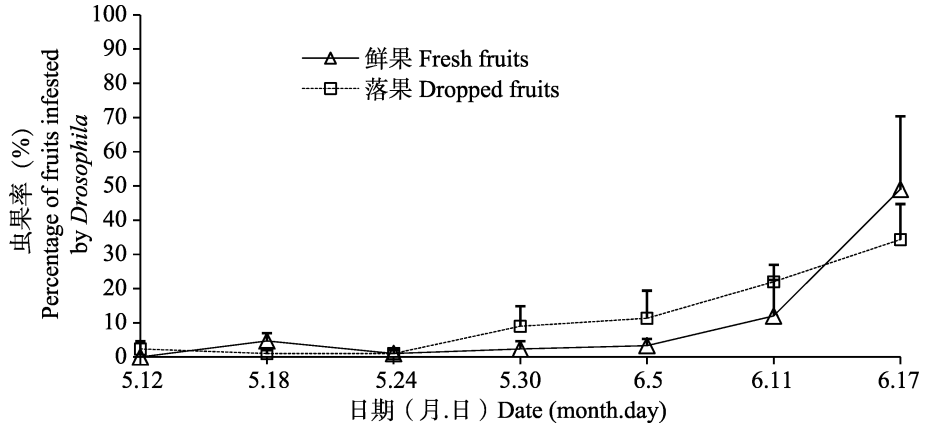

图 4　塑料大棚内果蝇危害鲜果和落果造成的虫果率

Fig. 4　Percentage of bayberry fruits infested by *Drosophila* inside the greenhouse

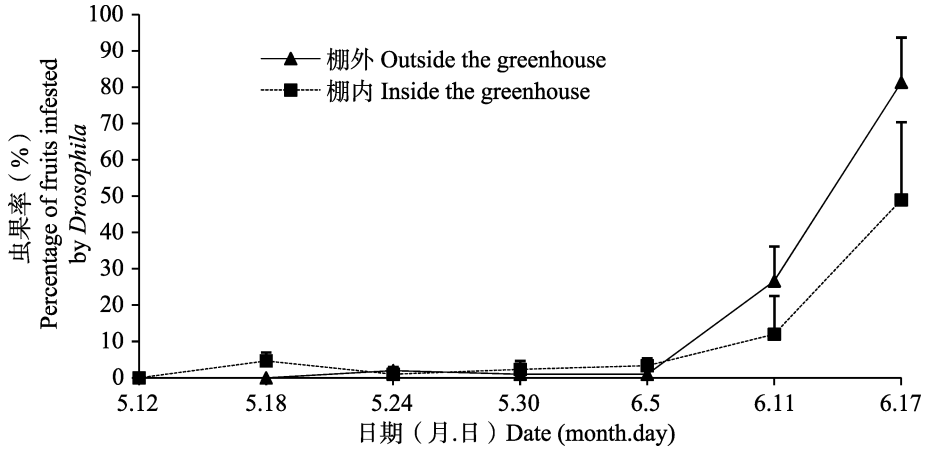

图 5　塑料大棚内外果蝇危害鲜果造成的虫果率

Fig. 5　Percentage of fresh bayberry fruits infested by *Drosophila* inside and outside the greenhouse

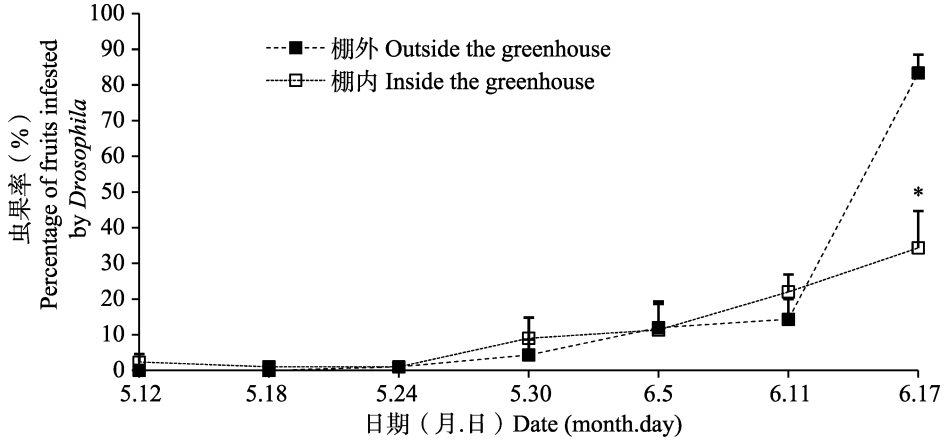

图 6　塑料大棚内外果蝇危害落果造成的虫果率

Fig. 6　Percentage of dropped bayberry fruits infested by *Drosophila* inside and outside the greenhouse

在杨梅成熟前，棚外鲜果没有培养出斑翅果蝇，而棚内鲜果有少量培养出斑翅果蝇，但无显著差异；从 6 月初开始，杨梅大量成熟，棚内外的鲜果均受到斑翅果蝇的危害，且棚内的鲜果虫果率显著小于棚外的鲜果虫果率（图 7）。

在杨梅成熟前，棚外落果没有培养出斑翅果

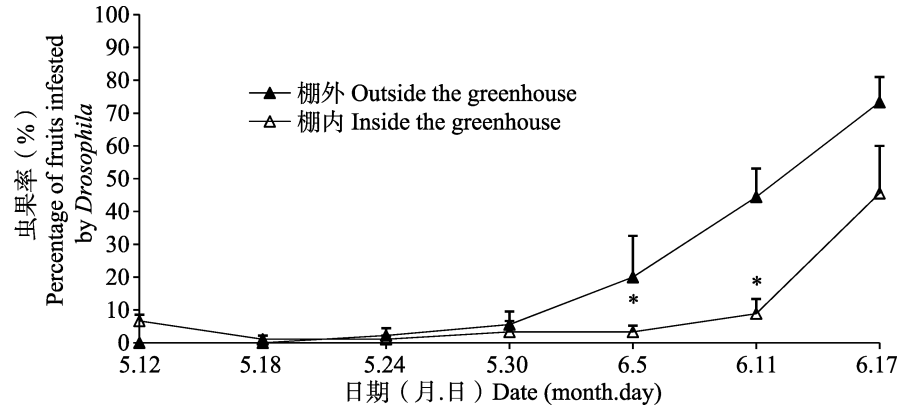

图 7　塑料大棚内外斑翅果蝇危害鲜果造成的虫果率

Fig. 7　Percentage of fresh bayberry fruits infested by *Drosophila suzukii* inside and outside the greenhouse

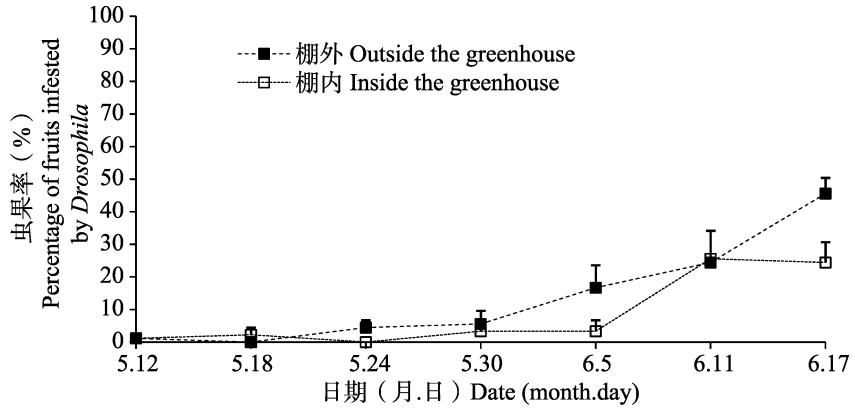

图 8　塑料大棚内外斑翅果蝇危害落果造成的虫果率

Fig. 8　Percentage of dropped bayberry fruits infested by *Drosophila suzukii* inside and outside the greenhouse

蝇，而棚内落果有少量培养出斑翅果蝇，但无显著差异；从 6 月初开始，杨梅大量成熟，塑料大棚内外的落果均受到了斑翅果蝇的危害，棚外的落果虫果率高于棚内落果虫果率，但两者无显著性差异（图 8）。

3　结论与讨论

物理防治技术是由于其无毒物残留、无公害、操作简便等优点，成为害虫防治的一项有力措施。塑料大棚是有一种绿色环保、安全的物理防治虫害的措施，可获得较大的生态效益，很有必要作为物理防治的一项技术在杨梅生产中推广使用。

试验研究并分析了石屏县杨梅园中塑料大棚内外的发生及危害规律。结果表明在杨梅成熟前，斑翅果蝇种群数量和杨梅虫果率在棚内外在无显著差异；而在杨梅成熟期，棚内的斑翅果蝇数量和杨梅虫果率显著少于棚外的；在采摘完成后，在棚内通过糖醋酒液诱捕到的斑翅果蝇数量显著多于棚外的诱捕量。斑翅果蝇喜取食成熟或亚成熟的杨梅果实，故在未成熟期，棚内外果蝇种群均不多；在果实成熟期，塑料大棚有效的防止部分斑翅果蝇危害棚内杨梅，导致棚内种群数量显著少于棚外；而当采摘期结束后，棚外大部分杨梅被采摘，而棚内杨梅无人采摘，斑翅果蝇从棚外转移到棚内导致斑翅果蝇种群量棚内显著高于棚外。

在日活动高峰试验中：在棚内由于温湿度较为稳定，故棚内斑翅果蝇种群量波动相对较平缓；而棚外由于雨天的影响则波动较大。从早到晚随着时间的变化，棚内温度逐渐升高，在 14:00 左右达到最高，然后再降低，而湿度变化幅度不大，故其全天活动随着温度变化为呈现出先上升后下降再上升的趋势，而棚外由于雨天的影响，

全天湿度均保持在较高的水平，故呈现先降低再上升的趋势。

斑翅果蝇卵粒在被产出后 1~3 d 内孵化（孙鹏等，2011），而本次试验在采摘后当天就对杨梅进行了盐水浸泡和培养试验。故在虫果率试验中：在杨梅成熟前，通过盐水浸泡未能获得幼虫，而培养试验中有少量的斑翅果蝇羽化。田间危害杨梅的果蝇种类有很多如斑翅果蝇、黑腹果蝇等；其各自有不同的危害渠道，如伤口或裂口等。故在杨梅成熟及采摘期，鲜果上培养出斑翅果蝇的虫果率只有 15%而同时期浸泡法得出的虫果率为 40%。

从本次试验可以得出塑料大棚在田间杨梅采摘完成前可显著减轻斑翅果蝇的危害的结论。本次试验使用的塑料大棚为钢管焊接骨架，一次投入，可多年使用。但在杨梅园中大量使用此类塑料大棚，其投入较大。因此新型、便捷、少投入的塑料大棚类型有待于开发。

参考文献 (References)

Baser N, Broutou O, Lamaj F, Verrastro V, Porcelli F, 2015. First finding of *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in Apulia, Italy, and its population dynamics throughout the year. *Fruits*, 70(4): 225–230.

Callan NW, Chen LR, 1987. Effect of calcium hydroxide on reducing cracked fruit of sweet cherry. *Foreign Agronomy* (*Fruit Trees*), 111(2): 13–15. [Callan NW, 陈履荣, 1987. 氢氧化钙对减少甜樱桃裂果的效应. 国外农学(果树), 111(2): 13–15.]

Hauser M, 2011. A historic account of the invasion of *Drosophila suzukii*, (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in the continental united states, with remarks on their identification. *Pest Management Science*, 67(11): 1352–1357.

Lee JC, Bruck DJ, Dreves AJ, Loriatti C, Vogt H, Baufeld P, 2011. In focus: spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, across perspectives. *Pest Management Science*, 67(11): 1349–1351.

Liu ZQ, Wang XF, Wang JW, Zhu DZ, 2014. The occurrence, damage and management strategies of *Drosophila suzukii* (Matsumura) in sweet cherry, blueberry and other fruit trees. *Deciduous Fruits*, 46(6): 1–3. [刘庆忠, 王晓芳, 王甲威, 朱东姿, 2014. 斑翅果蝇在甜樱桃、蓝莓等果树上的发生危害与防治策略. 落叶果树, 46(6): 1–3.]

Ma RJ, Zhang BB, Cai ZX, 2012. The type, cause and control measure of peach fruit cracking. *South China Fruits,* 41(3): 125–126. [马瑞娟, 张斌斌, 蔡志翔, 2012. 桃裂果的类型, 原因及防止措施. 中国南方果树, 41(4): 125–126.]

Ren LM, Qin SN, Ding XT, Wang FH, Chu D, 2014. Research on the invasion and control of a fruit insect pest, *Drosophila suzukii* (Matsumura). *Journal of Biosafety*, 23(3): 142–150. [任路明, 秦胜楠, 丁心婷, 万方浩, 褚栋, 2014. 水果害虫铃木氏果蝇的入侵及其防控研究进展.生物安全学报, 23(3): 142–150.]

Sun P, Liao TL, Yuan K, Shi ZH, Ji R Chen JH, Wu J, 2011. Fruit pests——*Drosophila suzukii*. *Plant Quarantine*, 25(6): 45–47. [孙鹏, 廖太林, 袁克, 师振华, 纪睿, 陈集翰, 吴军, 2011. 水果害虫——斑翅果蝇. 植物检疫, 25(6): 45–47.]

Walsh DB, Bolda MP, Goodhue RE, Dreves AJ, Lee J, Bruck DJ, Walton VM, O'Neal SD, Zalom FG, 2011. *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. *Journal of Integrated Pest Management*, 2(1): G1–G7.

Wang WX, 1956. How to measure rainfall. *Popular Science*, 6: 283. [王万兴, 1956. 降雨量是怎样测定的. 科学大众, 6: 283.]

Wu JJ, Li CY, Liu HJ, Gu YJ, Hu XN, 2010. Attention to the pest-*Drosophila suzukii*. Symposium on Quarantine of Import Export Plants. Hefei. 25–27. [吴佳教, 李春苑, 顾渝娟, 胡学难, 2010. 应引起关注的害虫-斑翅果蝇. 2010 年进出境植物检疫学术研讨会论文集. 合肥. 25–27.]

Wu SR, Tai HK, Li ZY, Wang X, Yang SS, Sun W, Xiao C, 2007. Field evaluation of different trapping methods of cherry fruit fly, *Drosophila suzukii*. *Journal of Yunnan Agricultural University* (*Natural Science*), 22(5): 776–778. [伍苏然, 太红坤, 李正跃, 王旭, 杨仕生, 孙文, 肖春, 2007. 樱桃果蝇田间诱捕方法比较. 云南农业大学学报(自然科学版), 22(5): 776–778.]

Xiao E, He PH, Li LH, Su LS, 2006. Cultivation techniques of kumquat film mulching and anti-cracking. *South China Fruits,* 35(5): 7–8. [肖恩, 何品红, 李柳洪, 苏连生, 2006. 金柑覆膜避雨防裂果栽培技术. 中国南方果树, 35(5): 7–8.]

Zhang XQ, 2009. Control measure of apple fruit cracking. *Hebei Agriculture*, (3): 27. [张秀芹, 2009. 苹果裂果的防治措施. 河北农业, (3): 27.]