

二氧化硫对墨西哥豆瓢虫的影响

吴亚

(江苏省农科院植保所, 南京)

Edward H. Lee

(Plant Stress Laboratory, USDA/ARS)

Edward M. Barrows

(Department of Biology, Georgetown University)

摘 要

空气污染对害虫的影响, 国内尚无研究报道。本文报道了作者在美国农业研究中心植物胁迫实验室进行的部分工作。实验结果表明, 在 0.30ppmSO_2 的作用下, 墨西哥豆瓢虫 (*Epilachna varivestis*) 的取食量和蛹重增加, 与未受污染的寄主植物相比, 豆瓢虫偏爱受污染的植物; 而且有嗜食含较高糖分寄主植物的倾向, 在污染空气中长成的成虫可消耗更多的植物物质。

关键词: SO_2 , 污染, 墨西哥豆瓢虫。

空气污染对害虫的影响, 早在半个世纪之前就有过报道^[1]。但只是近20多年来, 随着现代工业的发展, 污染程度不断加重, 才逐渐引起更多学者的注意。人们从调查研究中发现, 空气污染对昆虫有直接和间接两方面的影响, 如氟化物、硫化物对蜜蜂、家蚕^[2]和臭氧对拟谷盗^[3]的直接毒害作用, 汽车尾气对公路二侧蚜虫密度的影响^[4], 以及氟污染使枞树抗性降低, 导致蠹甲、卷叶蛾的危害上升^[5]等。目前, 这方面的研究围范有扩大趋势, 酸雨和 CO_2 对害虫的影响已成为新的研究课题^[6,7]; 同时, 空气污染对整个生态系统结构和功能的影响正日益受到重视。

SO_2 对害虫影响的研究, 近年来的报道增多。野外调查发现, 空气中的 SO_2 与害虫对针叶林的为害有关, 可把蠹甲数量的增加作为 SO_2 污染的征兆^[8,9]。近年来, 为了获得更精细的结果, 在人为控制条件下进行实验。发现蚜虫以 SO_2 熏蒸过的寄主植物为食时, 生长速率加快^[10]。墨西哥豆瓢虫幼虫以熏蒸过的豆叶为食时, 发育快, 长得大, 死亡少, 并且雌性成虫产卵多, 卵的生活力强^[11-14]。这些结果证明, 在一定的条件下, SO_2 有促进害虫增殖的作用。

但上述有关实验主要是利用熏蒸植物的离体部分, 供昆虫取食的结果, 且缺乏 SO_2 对昆虫直接和间接作用的比较, 为了模拟自然情况, 本试验主要采用完整植株进行实验, 并伴之以食物选择试验和食性检验, 以便以墨西哥豆瓢虫为例, 进一步了解 SO_2 -植物-昆虫三者之间的相互作用及其机制, 并为今后更广泛的探索提供参考。

本文于1987年11月16日收到。

一、材料和方法

1. 蛹重测定

作为饲养瓢虫用的菜豆 (*Phaseolus vulgaris*)，种在装有混合土、直径15厘米的盆钵中，每盆3株，放在温室中培植。温室的空气经过活性炭过滤，白天温度保持25℃左右，晚上14℃左右；相对湿度70—95%，自然光照。盆栽植物每天浇水一次，每周施肥一次 (N:P:K = 20:20:20)。

作为试验用的豆科植物 (BBL-290)，开始也生长在经过空气过滤的温室中。出苗后14天，转移到PGW 36型人工气候箱中，用0.30ppm浓度的SO₂熏蒸。以另一个同样型号的箱子作对照，除无SO₂外，其它条件保持一致，即温度25±2℃，相对湿度70—80%，光能有效辐射 (PAR) 350μmolm⁻²s⁻¹，每日光照16小时。

从一个贮存在纯氮中含有2%SO₂的高压容器中获得的SO₂气体，与过滤空气混合后，输入熏气箱中。箱中SO₂浓度的监测，是用一个SO₂脉冲荧光分析器，由此再耦合一个数字电位计，把SO₂浓度的变化自动记录在有刻度的纸上。

每盆试验植物每天熏蒸6小时，连续5天。同时，对照植物放在无SO₂的箱中。处理组与对照组每次各5盆植物。为保证连续地用新鲜熏蒸植物饲养幼虫，在前一批植物未结束熏蒸时，后一批植物即开始熏蒸。

将新孵化的瓢虫幼虫分三部分，一部分随同植物接受熏蒸 (直接作用)，另一部分不接受熏蒸，只在熏蒸后的植物上取食 (间接作用)，第三部分为对照组，幼虫及其所取食的植物皆不接受熏蒸。每部分幼虫100头，分成5组，饲养到化蛹为止。用微量分析天平将24小时内化的蛹逐一称重，并分别放入标号的小器皿中，待羽化后鉴定性别，以便计算蛹重的性别差异。

2. 食物选择试验

以同样浓度SO₂ (0.30ppm) 和同样的持续时间熏蒸 BBL-290植物。然后将熏蒸和未经熏蒸的完整植物两两成对地放在8个虫笼中，每笼放入雌性成虫4头。三天后用叶面积测定仪测定每株植物被食的叶面积。重复试验3次。

3. 食性检验

预先制备0%、2%、5%、和8%的蔗糖溶液，割下生长14天的豆株 (BBL-290)，分别放入各溶液中，然后用打孔器取下同样面积的叶圆片，放在铺有滤纸的培养皿中，每皿放不同浓度糖溶液浸泡的植物叶圆片各一，用蒸馏水润湿滤纸。受试昆虫一类是SO₂污染空气中长大的成虫，另一类是在洁净空气中长成的成虫，预先饥饿16小时，将不同来源的成虫分别放入培养皿中，每皿3头，雌2雄1。每次各用不同来源的成虫15头。最后用叶面积测定仪测定被食的叶面积。重复3次。

二、结 果

1. 蛹重测定结果表明 (表1)，在直接作用下，墨西哥豆瓢虫雌蛹非常显著地重于对照组个体 ($p < 0.01$)；其雄蛹亦显著较重 ($p < 0.05$)。在间接作用中，虽然一般看来其蛹重仍重于对照组，但统计学测定无明显差异 ($p > 0.05$)。若以直接作用与间接作用相

表1. SO₂对墨西哥豆瓢虫蛹重的影响
Table 1. Effects of SO₂ on pupal mean weights of Mexican bean beetles

处 理	性 别	蛹 重 (毫克)	显著性测定	
直接作用	对照	♀	38.71 ± 1.6404	对照(♀)—SO ₂ (♀)** 对照(♂)—SO ₂ (♂)* 直接SO ₂ (♂)—间接SO ₂ (♂)* 对照(♀+♂)—SO ₂ (♀+♂)*
		♂	40.85 ± 3.2975	
	SO ₂	♀	45.55 ± 0.8315	
		♂	44.81 ± 1.3162	
间接作用	对照	♀	43.80 ± 6.8189	
		♂	39.17 ± 3.5011	
	SO ₂	♀	46.49 ± 4.4642	
		♂	41.90 ± 2.5487	
直接作用	对照	♀ + ♂	40.29 ± 3.8373	对照(♀+♂)—SO ₂ (♀+♂)*
SO ₂	♀ + ♂	45.20 ± 0.7348		
间接作用	对照	♀ + ♂	41.11 ± 44.489	
SO ₂	♀ + ♂	43.81 ± 3.1301		

**极显著, P < 0.01, *显著, P < 0.05.

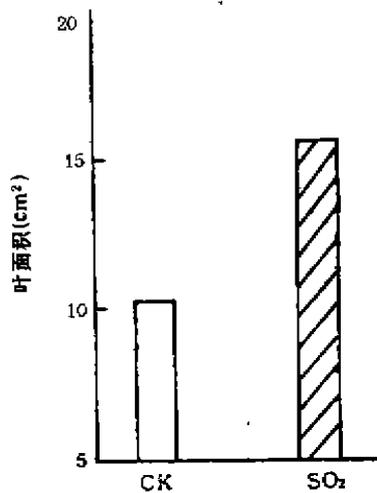


图1 不同处理植物叶片的被取食量
Fig. 1 Comparison of consuming leaf areas with and without SO₂-fumigation by Mexican bean beetles

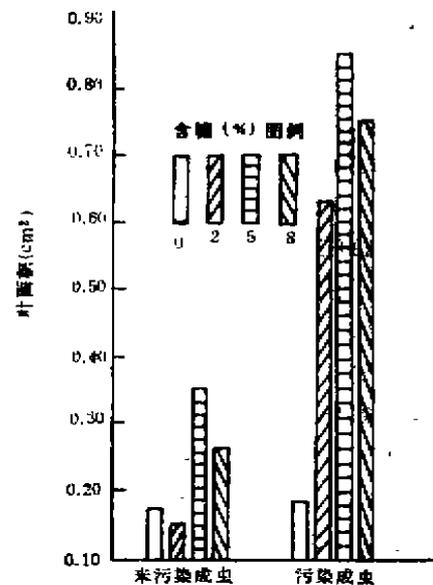


图2 不同含糖量植物叶片的被取食量
Fig. 2 Comparison of feeding preference for different sugar content leaves by Mexican bean beetles

三、讨 论

在自然界,昆虫及其寄主植物同时受空气污染的影响,故直接作用更接近客观实际,这是本研究的一个独特之处。但为了解污染物通过植物影响昆虫种群以及更高的食性层次,

比,则前者的雄蛹显著重于后者 ($p < 0.05$)。

2. 取食选择试验的叶面积测定结果,表明墨西哥豆瓢虫对SO₂熏蒸植物的取食量,极显著地大于对未熏蒸植物的取食量 ($p < 0.01$) (图1)。

3. 在食性检验中,证明经SO₂熏蒸处理的成虫(污染成虫),其取食量非常明显地大于在洁净空气中长成的成虫(未污染成虫) ($p < 0.01$)。墨西哥豆瓢虫嗜食含糖分较高的植物,不同含糖植物的被取食量,差异也很明显 ($p < 0.01$) (图2)。若以污染成虫与未污染成虫相比,对0%、2%、5%和8%含糖植物所取食的叶面积,前者分别是后者的1.1倍、4.2倍、2.4倍和2.9倍。

间接作用的研究是很重要的。总的来说，这方面的研究工作在世界范围内尚属起步阶段，其研究思路，研究手段和测定指标等都有待于发展和完善。举例来说，本试验间接作用研究以蛹重作指标时，处理组与对照组无统计学上的差异；而在取食选择中以叶面积为指标时，二者之间却有很明显的差异。根据其它学者的研究结果，后者更符合实际。

从本实验的各项结果中可获得一个总的印象，即由于SO₂在自然界的作用，对墨西哥豆瓢虫起了促进作用。其原因不仅在于从较重的蛹羽化出更富生活力和生殖力的成虫，从而产生更多的后代，以及改善了豆瓢虫的食欲和植物的适口性；而且还为后代提供了良好的生存条件。在成虫取食选择试验中发现，雌虫产卵大都在SO₂污染的植株上，这与大多数生物有为后代安排一个充足食物和空间场所的习性是一致的。

目前还不清楚的是，SO₂污染还会对哪些害虫的发生产生促进作用，对哪些害虫（或益虫）产生抑制作用；对同一种害虫来说，在什么浓度下才会发生从促进到抑制的逆转，或者相反；这种逆转又会在生物群落中产生什么样的连锁反应；等等。这些都有待人们去探索。

参 考 文 献

- [1] Evenden, J. C., 1929, Smelter killed timber and insects. USDA Bureau of Entomol. Forest insect investigations, Typewritten report filed at R-1, Missoula, Montana.
- [2] Yoshida, Y., 1975, Experimental study on mulberry leaf poisoning by air pollution due to factories' exhaust. *Shiga Pref. Seric. Exp. Stn. Proc.* 32: 93—97.
- [3] Erdman, H. E., 1980, Ozone toxicity during ontogeny of two species of flour beetles, *Tribolium confusum* and *T. castaneum*. *Environ. Entomol.* 9: 16—17.
- [4] Flückiger, W., 1878, Observations of an aphid infestation on hawthorn in the vicinity of motoway. *Naturwissenschaften* 65: 854—855.
- [5] Pfeffer, A., 1903, Destructive insects affecting fir trees in the area of gas emissions (in German). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 51: 203—207.
- [6] Stinner, D. H. et al. 1988, Effects of simulated acidic precipitation on plant-insect interactions in agricultural systems: corn and black cutworm larvae. *J. Environ. Qual.* 17: 371—376.
- [7] Osbrink, W. L. A. et al. 1987, Host suitability of *Phaseolus lunata* for *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) in controlled carbon dioxide atmospheres. *Environ. Entomol.* 16: 839—844.
- [8] Berge, H., 1973, Relationship between tree pests and emissions. *Anz. Schaedlingskd. Pflanzenschutz.* 46: 155—156.
- [9] Berge, H., 1959, Injury to fruit and forest trees from sulfur dioxide emissions. *Gartenbauwissenschaft.* 24: 220—228.
- [10] Dohmen, G. P., 1985, Secondary effects of air pollution: Enhanced aphid growth. *Environ. Pollution* (Series A) 39: 227—234.
- [11] Hughes, P. R., et al., 1985, Effects of pollution dose on the response of Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) to SO₂-induced changes in soybean. *Environ. Entomol.* 14: 718—721.
- [12] Hughes, P. R., et al. 1989, Increased success of the Mexican bean beetle on field-grown soybean exposed to sulfur dioxide. *J. Environ. Qual.* 12 (4): 585—588.
- [13] Hughes, P. R., et al. 1982, Effects of air pollution on plant-insect interactions: Increased susceptibility of greenhouse-grown soybeans to the Mexican bean beetle after plant exposure to SO₂. *Environ. Entomol.* 11: 173—176.
- [14] Hughes, P. R., et al., 1981, Effects of air pollutants on plant-insect interactions: Reactions of the Mexican bean beetle to SO₂-fumigated Pinto beans. *Environ. Entomol.* 10: 741—744.

EFFECTS OF SO₂ ON MEXICAN BEAN BEETLE

Wu Ya

(Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences)

Edward H. Lee

(Plant Stress Laboratory, USDA/ARS)

Edward M. Barrows

(Department of Biology, Georgetown University)

In order to examine the responses of Mexican Bean Beetle (*Epilachna varivestis*) to SO₂-polluted plants, the following studies were conducted: (1) direct and indirect fumigation (SO₂ 0.3ppm); (2) feeding preferences and (3) changes of feeding habits. The results showed that the pupal weights of Mexican Bean Beetles were heavier when the larvae fed on SO₂-fumigated leaves than when they fed on unfumigated leaves ($p < 0.05$). It was still true as compared with female pupae or male pupae alone between different treatments in direct effects. But in indirect one, there were no significant differences of pupal weights of the insects feeding on fumigated leaves than those feeding on unfumigated leaves. However, according to feeding preference, the adults of Mexican Bean Beetle consumed more leaf areas of fumigated leaves than those of unfumigated leaves ($p < 0.01$, especially the adults grown up in SO₂-fumigated air ($p < 0.01$). Furthermore, the adults from both sources had a preference of the host plants containing more sugar.

Key words: SO₂, pollution, Mexican Bean Beetle (*Epilachna varivestis*).