

美洲斑潜蝇的寄主植物种类、适合度及其为害性的评价

张慧杰¹, 李建社¹, 张丽萍¹, 梁岩华²

(1. 山西省农业科学院棉花研究所, 运城 044000; 2. 山西省临汾地区植保站, 临汾 041000)

摘要: 在山西省调查结果, 美洲斑潜蝇的寄主有 29 种栽培植物, 11 种野生植物, 它们分属 16 个科, 其中以葫芦科、茄科和豆科的种类居多。应用选择系数法和适合性指数法定量测定了 16 种常见寄主对美洲斑潜蝇的适合度, 建立了选择强度与适合度估测模型。根据适合度将美洲斑潜蝇的寄主植物划分为 3 个类型, 即适宜寄主、较适宜寄主和次要寄主。在上述研究的基础上, 测定了该蝇在不同寄主上的虫道面积和蛹的重量, 明确了不同寄主植物对害虫发育的影响, 为美洲斑潜蝇的防治决策提供了理论依据。

关键词: 美洲斑潜蝇; 寄主种类; 选择性; 适合度; 为害性

Evaluation on the host plant species and fitness to vegetable leafminer and its harmfulness

ZHANG Hui-Jie¹, LI Jian-She¹, ZHANG Li-Ping¹, LIANG Yan-Hua² (1. Cotton Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Yuncheng 044000, China; 2. Plant Protection Station of Linfen Prefecture, Shanxi Province, Linfen 041000, China)

Abstract: The host plant species of vegetable leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard in Shanxi Province were investigated. There were 29 cultivated and 11 wild plant species under 16 families determined as its host plants and *Cucurbitaceae*, *Solanaceae* and *Leguminosae* were dominant. The goodness of fit of 16 common host plants to the leafminer were quantitatively tested and the model for estimating their selection intensity and fitness level was established. According to the fitness indexes, the host plants of *L. sativae* have been divided into three categories by the hierarchical clustering analysis; the most suitable, suitable and secondary. Through the determinations of the mine area and pupal weight for *L. sativae* on host plants, the effects of different host plants on the development of *L. sativae* were preliminarily defined. The results provided a theoretical basis for the control decision of this leafminer.

Key words: vegetable leafminer; host plant; selectivity; fitness; harmfulness

文章编号: 1000-0933(2000)01-0134-05 中图分类号: Q968.1 文献标识码: A

美洲斑潜蝇 (*Liriomyza sativae* Blanchard) 是一种多食性的检害虫。该虫 1993 年在我国海南省首次发现^[1], 次年 6 月在山西省局部棉田危害成灾^[2~4]; 1996 年虫害蔓延到全国 12 个省、市和自治区, 给我国的农业生产构成了严重的威胁。

据国外文献报道, 美洲斑潜蝇寄主植物有 12 个科的许多属、种^[5,6]。这既是此蝇适应性较强的重要特征之一, 也是其在中国 30 多个国家广泛分布^[7], 严重为害的重要原因之一。为了明确美洲斑潜蝇在山西新区的寄主种类、适合度及其危害性, 作者自 1994 年以来, 连续开展了本项研究。

基金项目: 山西省科技攻关项目 (编号 961013)

本研究得到了中国科学院动物研究所康乐、杨龙龙、丁岩钦等先生的大力帮助, 并提供部分资料, 在此谨表谢意。

收稿日期: 1997-09-29 修回日期: 1999-06-19

1 研究方法

1.1 美洲斑潜蝇的寄主植物种类调查

每年于美洲斑潜蝇的盛发期(7月中、下旬至8月中、下旬),在运城、临汾、晋东南、晋中和太原等地、市广泛抽样调查各种作物、药用植物、观赏植物及其它野生植物上的美洲斑潜蝇幼虫数、单株受害叶片数和单叶虫道数,并采含有幼虫的叶片,经室内人工饲养,获得成虫,进行种类的鉴定。

1.2 主要寄主植物对美洲斑潜蝇的适合度分析

1997年在本所农场(害虫中度发生区)0.5 km²范围内,于美洲斑潜蝇主要发生期(7月上旬至8月上旬),每3天1次,定点调查16种寄主植物(表2)上的害虫发生频次率(%)、幼虫量和虫道数,测定美洲斑潜蝇对不同寄主的选择系数(I)和适合性指数(P),其计算公式为:①选择系数 $I = N/M$, M 为在某种植物上的总调查次数; N 为在某种植物上查到美洲斑潜蝇幼虫的次数;②修订的寄主适合性指数^[8] $P = IM'/100$, M' 为单位叶面积累积最高虫道数。根据 I 值和 P 值确定害虫对不同寄主的适合度。

以上16种寄主植物中,除棉花和芝麻为夏播外,其余都为春播。

1.3 美洲斑潜蝇对不同寄主的为害程度调查

美洲斑潜蝇盛发期,在本所农场害虫中度发生区(面积0.5 km²)和运城市姚孟乡害虫严重发生区(面积0.0625 km²)对比调查美洲斑潜蝇对西红柿、豇豆、菜豆、芝麻、南瓜、茄子和辣椒的为害指数和单株幼虫数。各种作物均为春季播种。另外,在本所农场试验田于4月10日、5月16日和6月27日分期播种棉花;4月5日和5月15日分期播种黄瓜,以进一步测定美洲斑潜蝇为害与寄主阶段发育期的关系。

为害指数(虫情指数)的计算公式为:

$$I' = \left[\left(\sum (\text{被害叶级别} \times \text{各级被害叶数}) \right) / (\text{调查叶片总数} \times \text{叶片被害最高级别}) \right] \times 100$$

被害叶分级按文献介绍的5级标准划分^[9]。

1.4 美洲斑潜蝇在不同寄主上的虫道面积和蛹重的测定

每项内容重复测定5~8次。虫道面积测量采用间接重量法。蛹重称量和虫道面积测量所用仪器为: TG328型光学读数分析天平,分度值为0.1 mg。

2 结果

2.1 美洲斑潜蝇的寄主种类

1994~1997年,在山西省通过广泛系统调查和鉴定,已查到美洲斑潜蝇的寄主植物40种,分属16个科,其中以葫芦科、茄科和豆科的种类居多(表1)。在40种寄主中,栽培植物占29种,野生植物占11种。

2.2 美洲斑潜蝇的寄主植物适合度分析

系统调查结果(表2)表明,在美洲斑潜蝇主要发生期内,害虫对不同的寄主植物具有明显的寄生选择性,选择系数变幅为0.1~1,即此蝇对西红柿、蓖麻、豇豆和棉花的选择强度最高,对向日葵的选择强度最低。由表2还知, I 和 M' 与 P 成正相关, I 、 M' 值越大,寄主对害虫的适合度则越高。根据 P 值,采用系统聚类分析,当阈值 $T=0.3$ 时,可将美洲斑潜蝇的寄主划分为3类(图1):①适宜寄主, $P=1.579$,如(西红柿);②较适宜寄主, P 值介于0.975~1.071之间(如蓖麻,豇豆和棉花);③次要寄主, $P \leq 0.433$ (如菜豆,丝瓜,大豆,南瓜,芍药,黄瓜,瓜蒌,芝麻,草,曼陀罗,茄子和向日葵)。

P 值与 I 值之间的相关分析表明,二者之间呈显著正相关($r=0.7594$),可用以下函数关系式表达二者之间的回归关系:

$$P = -0.3389 + 1.1236I$$

2.3 美洲斑潜蝇对不同寄主植物的为害

表3结果显示,在害虫中度和严重发生区,均以豇豆受害最重,其为害指数和单株虫数依次为66.0和26.4头,90.7和41.2头。而美洲斑潜蝇的最适寄主——西红柿的为害指数和单株虫数在两地的排序(由重至轻)则分别为第2和第3;其它次要寄主的为害指数和单株虫数,两地之间接近或一地略高。

美洲斑潜蝇对植物叶片的为害具有明显的选择性,通常对初生的幼叶和老叶为害很轻,而对叶龄较短

表 1 山西省美洲斑潜蝇的寄主植物种类

Table 1 The host plant species of *L. sativae* in Shanxi Province

科名	Family name	种名 Specific name
葫芦科	Cucurbitaceae	1 南瓜、2 黄瓜、3 丝瓜、4 冬瓜、5 瓜蒌、6 西瓜、7 葫芦、
茄科	Solanaceae	8 西红柿、9 茄子、10 辣椒、11 马铃薯、12 龙葵、13 曼陀罗、14 青杞
豆科	Leguminosae	15 豇豆、16 大豆、17 绿豆、18 菜豆、19 咖啡豆
十字花科	Cruciferae	20 大白菜、21 小白菜、22 萝卜
藜科	Chenopodiaceae	23 地肤、24 藜
唇形科	Labiatae	25 芝麻
锦葵科	Malvaceae	26 棉花、27 圆叶锦葵、28 蜀葵
菊科	Compositae	29 向日葵、30 万寿菊、31 苍耳、32 百日草
大戟科	Euphorbiaceae	33 蓖麻
伞形花科	Umbelliferae	34 芹菜
旋花科	Convolvulaceae	35 牵牛花
毛茛科	Ranunculaceae	36 芍药
堇菜科	Violaceae	37 三色堇
萝藦科	Asclepiadaceae	38 软毛牛皮消
苋科	Amaranthaceae	39 反枝苋
桑科	Moraceae	40 草

1. *Cucurbita moschata* 2. *Cucumis sativus* 3. *Luffa cylindrica* 4. *Benincasa hispida* 5. *Trichosanthes kirilowii*
6. *Citrullus lanatus* 7. *Lagenaria siceraria* 8. *Lycopersicon esculentum* 9. *Solanum melogena*
10. *Capsicum frutescens* 11. *Solanum tuberosum* 12. *Solanum nigrum* 13. *Datura stramonium*
14. *Solanum septemlobum* 15. *Vigna sesquipedalis* 16. *Glycine max* 17. *Phaseolus radiatum* 18. *Phaseolus vulgaris* 19. *Cassia occidentalis* 20. *Brassica pekinensis*
21. *Brassica chinensis* 22. *Raphanus sativus* 23. *Kochia scoparia* 24. *Chenopodium album* 25. *Sesamum indicum*
26. *Gossypium hirsutum* 27. *Malva rotundifolia* 28. *Althaea rosea* 29. *Helianthus annuus* 30. *Tagetes erecta* 31. *Xanthium sibiricum* 32. *Zinnia elegans*
33. *Ricinus communis* 34. *Apium graveolens* 35. *Pharbitis nil* 36. *Paeonia lactiflora* 37. *Viola tricolor*
38. *Cynanchum chinense* 39. *Amaranthus retroflexus* 40. *Humulus scandens*

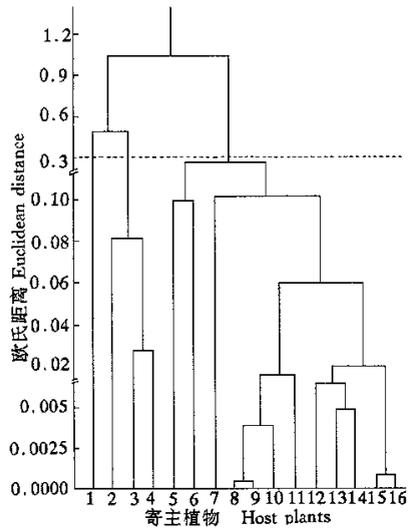


图 1 美洲斑潜蝇寄主植物适合性指数的系统聚类图

Fig. 1 The hierarchical clustering pattern of the fitness of hosts plants to *L. sativae*

1. 西红柿, 2. 蓖麻, 3. 豇豆, 4. 棉花, 5. 菜豆, 6. 丝瓜, 7. 大豆, 8. 南瓜, 9. 芍药, 10. 黄瓜, 11. 瓜蒌, 12. 芝麻, 13. 草, 14. 曼陀罗, 15. 茄子, 16. 向日葵

的成熟叶片(已定型叶片)为害较烈。由棉花和黄瓜的分期播种试验进一步看出(表 4, 表 5), 在美洲斑潜蝇的盛发期(7 月中、下旬至 8 月中、下旬)内, 春播作物此时已进入生长后期, 叶片多已老化, 受害较轻; 而夏播作物此时正处于生长旺盛期, 多数叶片鲜嫩, 受害明显重于前者。

2.4 美洲斑潜蝇在不同寄主上的虫道面积和蛹重

据测量, 美洲斑潜蝇在不同寄主植物上的虫道面积具有显著的差异(表 6), 在丝瓜上的虫道面积最大, 在蓖麻上的虫道面积最小, 前者是后者的 7.1 倍。不同寄主来源害虫的蛹重也存在着显著的差异(表 7), 来源于绿豆的蛹重最大, 为 0.54mg,

来源于茄子的蛹重最小, 仅 0.3mg。从外观上看, 来源于适宜寄主上的蛹, 个体一般较大, 体色为黄褐色。而来源于非适宜寄主上的蛹, 个体一般较小, 体色淡黄, 羽化率较低。另据统计分析结果, 美洲斑潜蝇在不同寄主上的虫道面积与蛹重之间相关程度极其微弱, $r=0.0362$ 。

3 讨论

3.1 美洲斑潜蝇尽管具有多食性, 但对不同寄主植物的选择性和适合度存在着明显的差别, 并且对同一寄主的不同发育阶段选择性也较强。由研究结果可知, 在华北地区美洲斑潜蝇对春播作物的为害很轻。因此, 调整作物播期, 发展春播作物, 或实行促早栽培, 使寄主作物的易害期与害虫的主害期相分离, 即可有

表 2 美洲斑潜蝇对不同寄主植物的适合性
Table 2 The fitness of host plants to *L. sativae*

寄主名称 Host name	M	N	M'	选择系数(I) Selective coefficient	适合指数(P) Fitness index	寄主适合性 Host fitness
西红柿 <i>Lycopersicon esculentum</i>	10	10	1.579	1.0	1.5790	+++
蓖麻 <i>Ricinus communis</i>	10	10	1.071	1.0	1.0710	++
豇豆 <i>Vigna sesquipedalis</i>	10	10	1.003	1.0	1.0030	++
棉花 <i>Gossypium hirsutum</i>	10	10	0.975	1.0	0.9750	++
菜豆 <i>Phaseolus vulgaris</i>	10	10	0.433	1.0	0.4330	+
丝瓜 <i>Luffa cylindrica</i>	10	10	0.333	1.0	0.3330	+
大豆 <i>Glycine max</i>	10	5	0.330	0.5	0.1650	+
南瓜 <i>Cucurbita moschata</i>	10	7	0.117	0.7	0.0819	+
芍药 <i>Paeonia lactiflora</i>	10	4	0.203	0.4	0.0812	+
黄瓜 <i>Cucumis sativus</i>	10	7	0.111	0.7	0.0777	+
瓜蒌 <i>Trichosanthes kirilowii</i>	10	4	0.159	0.4	0.0636	+
芝麻 <i>Sesamum indicum</i>	10	3	0.097	0.3	0.0291	+
草 <i>Humulus scandens</i>	10	2	0.091	0.2	0.0182	+
曼陀罗 <i>Datura stramonium</i>	10	6	0.022	0.6	0.0132	+
茄子 <i>Solanum melongena</i>	10	2	0.007	0.2	0.0014	+
向日葵 <i>Helianthus annuus</i>	10	1	0.003	0.1	0.0003	+

* M=在某种植物上的总调查次数; N=在某种植物查到美洲斑潜蝇幼虫的次数; M'=单位叶面积累计最高虫道数; +++为适宜寄主; ++为较适宜寄主; +为次要寄主。M=Total times observed on some plant; N=Larva emerging times observed on some plant; M'=The highest mine numbers per unit leaf area; +++=The most suitable host; ++=Suitable host; +=Secondary host.

表 3 美洲斑潜蝇对不同寄主植物的为害(1997-08-05)

Table 3 The damage of *L. sativae* to the host plants

寄主植物 Host plant	害虫中度发生区 Moderately occurred area of <i>L. sativae</i>		害虫严重发生区 Severely occurred area of <i>L. sativae</i>	
	为害指数①	单株虫数②	为害指数	单株虫数
西红柿	30.00	13.3	40.70	18.2
豇豆	66.00	26.4	90.70	41.2
菜豆	43.33	19.2	40.00	17.8
南瓜	22.00	8.4	20.70	7.9
芝麻	4.67	0.3	2.00	0.1
茄子	2.00	0.1	14.00	1.4
辣椒	0.00	0.0	5.30	0.3

①Damage index, ②Number of larva per plant

效地发挥作物的避虫作用,减轻为害。

3.2 寄主的受害程度与它的阶段发育期和所处的生态环境有着密切的关系。同一种作物因播期不同,可能被划为适宜寄主或次要寄主。如棉花,在国外曾把它看作是美洲斑潜蝇不常见的寄主^[5]。而在我国,春播棉受害很轻,夏播棉普遍较重^[2](表 4)。另如,黄瓜普遍被认为是该蝇的嗜好寄主,但在春播和夏播两种条件下,它们的受害程度差别悬殊(表 5)。

表 4 棉花不同播期与美洲斑潜蝇为害的关系(1997)

Table 4 The relationship between the sowing times of cotton and the damage of *L. sativae*

调查日期 Survey time	播种期 S. t.	生育期 G. p.	为害指数 D. i.	单株虫数 NLPP
08-05	04-10	吐絮期①	9.3	0.9
	05-16	成铃盛期②	14.7	3.4
	06-27	盛蕾期③	23.3	9.1
08-19	04-10	吐絮后期④	11.3	0.0
	05-16	吐絮初期⑤	26.0	0.1
	06-27	花铃期⑥	52.0	0.8

①Boll opening, ②Full fruit setting stage, ③Full square stage, ④Later stage of boll opening, ⑤Initial stage of boll opening, ⑥Bloom and fruit setting

S. t. = Sowing time; G. p. = Growing period; D. i. = Damage index; NLPP=Number of Larva Per Plant

表 5 黄瓜不同播期与美洲斑潜蝇为害的关系(1997)

Table 5 The relationship between the sowing times of cucumber and the damage of *L. sativae*

调查日期 Survey time	播种期 S. t.	生育期 G. P.	为害指数 D. i.	单株虫数 NLPP
08-05	04-05	生长后期①	28.7	14.0
	05-15	结瓜盛期②	68.7	25.3

①Later stage of growth, ②Full fruit bearing stage

此外,在不同的虫口压力条件下,美洲斑潜蝇对不同植物的为害性亦不同。在美洲斑潜蝇轻度或中度发生情况下,辣椒、圆叶锦葵等很难发现危害,而只有在害虫严重发生时,才可发现其受害。

Levin, MacArthur (1969) 和 Via (1986) 曾经报道了在不同寄主条件下,昆虫对嗜好和非嗜好寄主的择性;寄主增多时,昆虫对寄主植物的适合度;以及在室内条件下,美洲斑潜蝇对特定寄主进行直接选择时,由遗传引发的寄主选择性的变化^[10]。但他们没有注意到寄主不同发育阶段与害虫适合度的关系;以及在不同虫口压力下,不同植物被害性的变化。所以,评价美洲斑潜蝇对不同寄主的适合度,必须在同一生态条件下进行,同时还应明确其播种时间、发育阶段和害虫的种群密度。

3.3 由本文研究结果可知,不同寄主植物对美洲斑潜蝇的适合度与其受害程度之间并不完全一致。此现象可能与二者的研究方法有关。因为与适合性指数 P 值直接有关的 M' 值,主要反映的是单位叶面积上的最高虫道数,而为害指数 (I') 中的虫情分级主要反映的是虫道面积占全叶面积的比例。由于美洲斑潜蝇在不同寄主植物上的虫道面积差别较大(表 6),所以某些植物叶片的被害程度与虫道数量之间有时不尽一致。

表 6 美洲斑潜蝇在不同寄主植物上的虫道面积

Table 6 The mine area of *L. sativae* on the host plants

寄主植物 Host plant	虫道面积* (mg ²) Mine area	标准误 SE	观察值 数目 <i>n</i>
丝瓜	1.41a	±0.067	5
小白菜	1.04b	±0.115	5
黄瓜	0.76bc	±0.230	5
菜豆	0.71bc	±0.174	5
芝麻	0.67cd	±0.971	5
豇豆	0.63cd	±0.139	5
绿豆	0.63cd	±0.067	5
大豆	0.54cde	±0.039	5
西红柿	0.50cde	±0.081	5
棉花	0.45cde	±0.033	5
草	0.29de	±0.033	5
蓖麻	0.20e	±0.011	5

* 根据新复极差测验,同一列标有相同字母的平均数,表示其差异不显著($P=0.05$). Menans in the same column followed by a common letter do not differ significantly ($P=0.05$) according to Duncan's test

表 7 不同寄主的美洲斑潜蝇蛹重

Table 7 The weight of *L. sativae* pupa from the host plants

蛹的来源 Source of pupa	蛹重* (cm ²) Pupal weight	标准误 SE	观察值 数目 <i>n</i>
绿豆	0.54a	±0.033	8
豇豆	0.50ab	±0.033	8
黄瓜	0.49abc	±0.027	8
蓖麻	0.44bcd	±0.027	8
西红柿	0.43bcd	±0.030	8
棉花	0.42bcd	±0.048	8
丝瓜	0.42bcd	±0.048	8
菜豆	0.41bcd	±0.048	8
南瓜	0.40de	±0.023	8
小白菜	0.37def	±0.030	8
草	0.32ef	±0.019	8
茄子	0.30f	±0.019	8

* 根据新复极差测验,同一列标有相同字母的平均数,表示其差异不显著($P=0.05$). Menans in the same column followed by a common letter do not differ significantly ($P=0.05$) according to Duncan's test

3.4 表 6 和表 7 的结果显示,美洲斑潜蝇在不同寄主上的虫道面积和蛹重之间相关程度很低。这说明该虫在不同寄主上生长发育的优劣与其取食量没有明显的相关性,而是否与寄主的营养成分有关,待进一步的研究。

参考文献

- [1] 谢琼华,何谭连,蔡德江,等. 美洲斑潜蝇发生危害及其防治. 植物保护, 1997, 23(1): 20~22.
- [2] 张慧杰,李建社. 美洲斑潜蝇对棉花的为害. 中国棉花, 1997, 24(7): 35.
- [3] 杨龙龙. 对斑潜蝇属中检疫性害虫的研究. 植物检疫, 1995, 9(1): 1~5.
- [4] 边全乐. 我国蔬菜上发生毁灭性害虫——美洲斑潜蝇. 中国农学通报, 1996, 12(5): 48.
- [5] Spencer K A. Agromyzidae (Diptera) of economic importance. *Ser. Entomol.* 1973, 9: 219~225.
- [6] 康乐. 斑潜蝇的生态学及持续控制. 北京: 科学出版社, 1996. 17~42.
- [7] 陈乃中. 蔬菜斑潜蝇的传播与危害. 植物检疫, 1995, 9(1): 6~9.
- [8] 柏立新, 孙洪武, 孙以文, 等. 棉铃虫寄主植物种类及其适合性程度. 植物保护学报, 1997, 24(1): 1~6.
- [9] 谭伟雄, 卓国豪. 美洲斑潜蝇的发生规律与防治方法. 中国蔬菜, 1997, (1) 27~28.
- [10] Carolina Johnson, Marshall W Johnson. Host Plant Preference of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) Populations infesting green onion in Hawaii. *Envir. Entomol.* 1992, 21(5): 1097~1102.