

江苏地区烟粉虱生物型演替研究初报^{*}

沈媛^{1,3} 杜予州^{1**} 任顺祥^{2**} 邱宝利²

(1. 扬州大学应用昆虫研究所 扬州 225009; 2. 华南农业大学资源环境学院昆虫学系 教育部生物防治工程中心 广州 510642;

3. 江苏省无锡市滨湖区农林局 无锡 214071)

摘要 本文连续 5 年系统监测了江苏省 13 个地级市烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 生物型的发生分布状况,探讨了它们的迁移扩散和演替规律。利用 RAPD 分子标记和 mtDNA COI 基因序列进行烟粉虱生物型鉴定,结果表明:江苏地区发生的烟粉虱生物型为 B 型和 Q 型。自 2005 年到 2009 年,B 型烟粉虱在苏南和苏北地区的发生分布频率逐年下降,在苏北地区的发生分布频率由 52.58% 下降为 22.22%,在苏南由 56.52% 下降为 9.37%;而 Q 型烟粉虱在苏南和苏北的发生分布频率逐年升高,在苏北由 47.42% 上升至 77.78%,在苏南由 43.48% 上升为 90.63%。B 型烟粉虱的发生分布范围由全省逐渐向苏北地区缩小,而 Q 型烟粉虱的发生分布范围逐渐扩大遍及全省;此外,Q 型烟粉虱在江苏是由苏中和苏南地区向苏北地区扩散,并逐步取代 B 型烟粉虱成为江苏地区农作物的主要害虫。

关键词 烟粉虱,生物型,演替,江苏,中国

Preliminary study of succession of *Bemisia tabaci* biotypes in Jiangsu Province, China

SHEN Yuan^{1,3} DU Yu-Zhou^{1**} REN Shun-Xiang^{2**} QIU Bao-Li²

(1. Institute of Applied Entomology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;

2. College of Natural Resources and Environments, South China Agricultural University/Engineering

Research Centre of Biological Control, Ministry of Education, Guangzhou 510642, China;

3. Agriculture and Forestry Bureau of Binhu District, Wuxi 214071, China)

Abstract The occurrence and distribution of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes in 13 cities in Jiangsu Province was surveyed systematically from 2005 to 2009 and biotypes identified on the basis of RAPD marks and mtDNA COI gene sequence. The results showed that the *B. tabaci* B and Q biotypes co-exist in Jiangsu Province but that the distribution of the B biotype has decreased while that of the Q biotype has increased. The frequency of the B biotype ranged from 52.58% to 22.22% in Northern Jiangsu and from 56.52% to 9.37% in Southern Jiangsu. The distribution of the Q biotype ranged from 47.42% to 77.78% in Northern Jiangsu and from 43.48% to 90.63% in Southern Jiangsu. The Q biotype has spread from Southern and Central Jiangsu to Northern Jiangsu and has gradually replaced the B biotype as a major crop pest in Jiangsu Province.

Key words *Bemisia tabaci*, biotype, succession, Jiangsu Province, China

烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 属同翅目、粉虱科、小粉虱属 (Mound and Halsey, 1978), 是一个正在快速进化的复合种, 其寄主范围相当广泛, 寄主植物已超过 600 种 (Secker *et al.*, 1998)。不同烟粉虱种群在形态上难以区分, 但是其寄主范围、危害能力和传播病毒的能力不同, 为此有学者

早在 20 世纪 50 年代就提出该虫遗传特性极为复杂 (Bird, 1957; Mound, 1963; Costa and Russell, 1975; Costa and Brown, 1991), 而且包含了许多不同的生物型 (Frohlich *et al.*, 1999; De Barro *et al.*, 2000)。截止 2006 年, 已经命名的生物型至少有 26 个 (Brown *et al.*, 1995; Perring, 2001; Delatte

^{*} 资助项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (200803005)、江苏省科技攻关项目 (BE2005348)、无锡市科技计划项目 (CLE00803)。

^{**} 通讯作者, E-mail: yzdu@yzu.edu.cn; rensxcn@yahoo.com.cn

收稿日期: 2010-12-23, 接受日期: 2011-01-07

et al., 2005)。在诸多的生物型中,最受关注的是具有很强的入侵性的 B 型和 Q 型;其中 Q 型烟粉虱从西部地中海盆地向埃及等地扩散,而 B 型烟粉虱则从中东向其它亚洲地区扩散 (Frohlich *et al.*, 1999; Horowitz *et al.*, 2003)。

近年来,在我国造成严重危害的烟粉虱主要是 B 型烟粉虱 (罗晨等, 2002; 吴杏霞等, 2002; 邱宝利等, 2003a, 2003b; 褚栋等, 2005a)。然而,在我国云南昆明一品红上首次发现 Q 型烟粉虱后 (褚栋等, 2005b), 相继在浙江、江苏、北京等地区已经发现 Q 型烟粉虱 (褚栋等, 2005c; 付海滨等, 2007), 并有报道表明 Q 型烟粉虱已在局部地区大量发生并造成严重经济损失 (徐婧等, 2006)。因此,必须警惕烟粉虱不同生物型在我国的传播危害。为了掌握烟粉虱不同生物型在我国的传播演替规律,作者于 2005 年对江苏地区烟粉虱的生物型演替进行了系统调查监测,以便对该虫的防控提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

2005—2009 年在江苏省 13 个地级市 (苏州、无锡、常州、镇江、南京、南通、泰州、扬州、盐城、徐州、连云港、宿迁和淮安) 的不同的市、县、区进行调查,采集不同寄主植物上的烟粉虱进行生物型检测。将收集的样标 (活体蛹和成虫) 直接浸泡于装有无水乙醇的 1.5 mL Eppendorf 管中,然后置于 -20°C 冰箱中备用。

1.2 试验方法

1.2.1 利用 RAPD 分子标记区分烟粉虱生物型

参考邱宝利等 (2003a) 提取烟粉虱基因组方法,选用 RAPD 随机引物 H16 (5'-TCTCAGCTGG-3') 进行 PCR 扩增,其产物在含有 0.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ EB Free 的 1% 琼脂糖胶上进行电泳检测,并置于紫外分析仪上检测。RAPD 分子标记结果显示为 B 型烟粉虱的进行抽样对其 COI 基因测序验证,如果为非 B 型烟粉虱的全部进行 COI 基因测序检测。

1.2.2 利用 mtDNA COI 基因确定烟粉虱生物型

采用北京威格拉斯生产的基因组提取试剂盒提取单头烟粉虱基因组。参考罗晨等 (2002) PCR

扩增反应程序,并选用引物 C1-J-2195 (5'-TTGATTTTTTGGTCATCCAGAAGT-3') 和 L2-N-3014 (5'-TCCAATGCACTAATCTGCCATATTA-3') 扩增烟粉虱 mtDNA COI 基因 3' 末端的部分序列。特异性扩增产物经电泳检测后,委托广州英杰生命技术公司在 ABI PRISM 3730XL 自动测序仪上进行双向测序。

2 结果与分析

2.1 江苏地区烟粉虱生物型种类及分布

RAPD 分子标记和 mtDNA COI 基因片断序列分析结果表明,江苏地区烟粉虱仅存在 B 型和 Q 型,其中 Q 型烟粉虱的 mtDNA COI 基因序列与日本的 Q 型烟粉虱 (登录号为: AB204587) 同源性最高,大多数检测的样本与其同源性达 100%,少数种群与其同源性也在 98% 以上。

2005 至 2009 年连续 5 年的检测结果发现, B 型和 Q 型烟粉虱在江苏地区并存,但具体的分布格局不一致。2005 年在徐州和连云港地区没有发现 Q 型烟粉虱,其他地区均检测到 Q 型烟粉虱和 B 型烟粉虱; 2006 年在所有地区均检测到 Q 型烟粉虱和 B 型烟粉虱; 2007 年在淮安和泰州没有检测到 B 型烟粉虱; 2008 年在扬州、盐城、泰州、南通、南京、镇江、常州和无锡均没有检测到 B 型烟粉虱; 2009 年在宿迁、扬州、盐城、泰州、南通、南京、镇江、常州、无锡和苏州也均没有检测到 B 型烟粉虱。

从分布频率上看 (表 1、2、3), 2005 年在江苏地区采集的 143 个烟粉虱种群中有 77 个种群为 B 型烟粉虱,发生频率为 53.85%,其余 66 个为 Q 型烟粉虱; 2006 年采集的 160 个烟粉虱种群中有 60 个种群为 B 型烟粉虱,发生频率为 37.50%,其余 100 个为 Q 型烟粉虱; 2007 年采集的 129 个烟粉虱种群中仅有 31 个种群为 B 型烟粉虱,发生频率为 23.66%,其余 98 个为 Q 型烟粉虱; 2008 年采集的 114 个烟粉虱种群中仅有 8 个种群为 B 型烟粉虱,发生频率为 7.02%,其余 106 个为 Q 型烟粉虱; 2009 年采集的 110 个烟粉虱种群中,有 10 个种群为 B 型烟粉虱。由此可见,从 2005 年开始, B 型烟粉虱在江苏地区的发生分布逐年下降,到

2008 年和 2009 年仅有苏北少数地区能检测到 B 行烟粉虱;而 Q 型烟粉虱的发生分布呈现出快速上升的态势。

依据长江的阻隔,作者将江苏的 13 个地级市划分为两个大的地理种群,以徐州、连云港、宿迁、淮安、扬州、盐城、泰州和南通的烟粉虱为苏北种群,以南京、镇江、常州、无锡和苏州为苏南种群。由表 1 和表 3 可见,B 型烟粉虱在江苏两个地理种群中的发生比例逐年下降,从 2005 年到 2009 年,B 型烟粉虱在苏北地区发生分布频率由 52.58% 下降为 22.22%,在苏南则由 56.52% 下降为 9.37%;而由表 2 和表 3 可见,Q 型烟粉虱在两个地理种群中的发生分布频率逐年上升,在苏北由 47.42% 上升 77.78%,在苏南则由 43.48% 上升为 90.63%。

2.2 2 种烟粉虱生物型在江苏的扩散趋势

从采集点数量和地点上看,2005 年在全省设置了 47 个采集点,其中在 34 个点采集到 B 型烟粉虱,在 24 个点采集到 Q 型烟粉虱,且 Q 型烟粉虱主要集中在苏南沿江地区发生,在苏北地区仅零星发生;2006 年采集的 54 个点中有 30 个点采集到 B 型烟粉虱,在 42 个点采集到 Q 型烟粉虱;2007 年采集的 49 个点中有 21 个点采集到 B 型烟粉虱,在 41 个点采集到 Q 型烟粉虱;2008 年采集的 50 个点中有 6 个点采集到 B 型烟粉虱,在 48 个点采集到 Q 型烟粉虱;2009 年采集的 45 个点中有 8 个点采集到 B 型烟粉虱,在 38 个点中采集到 Q 型烟粉虱。可见,在 2005—2009 年间,在江苏省全省范围内,B 型烟粉虱的分布范围从苏南向苏北地区逐渐收缩;Q 型烟粉虱的分布范围逐渐扩大,从苏中和苏南向苏北地区迅速扩散,并逐步取代 B 型烟粉虱。

3 小结与讨论

2001 年在江苏仪征某花卉生产基地的一品红上首次发现烟粉虱,经鉴定为 B 型烟粉虱(周福才等,2001);此后烟粉虱在江苏地区迅速扩散为害,造成了严重的经济损失。在较长的一段时间内,一直认为在江苏地区爆发危害的烟粉虱为 B 型,

也未对该地区的烟粉虱生物型进行鉴定。直到 2005 年才偶尔发现江苏已存在 Q 型烟粉虱;同年系统检测结果表明,Q 型烟粉虱已普遍存在江苏地区。此后,作者对江苏地区发生为害的烟粉虱生物型又进行了 4 年的系统监测。结果表明,在江苏地区仅检测到 B 型和 Q 型 2 种烟粉虱;通过在江苏地区连续 5 年的系统检测,探讨了江苏地区 2 种烟粉虱生物型的替代状况以及 Q 型烟粉虱在江苏地区的入侵扩散路线和速度。

在本研究中,烟粉虱不同种群的采集地点覆盖了江苏绝大部分地区,所采集的寄主范围也十分广泛,包括棉花、蔬菜、杂草和花卉等,因此检测结果比较真实地反映了烟粉虱 2 种生物型在江苏地区的分布情况。通过连续 5 年对江苏地区烟粉虱发生和分布情况的监测发现,B 型烟粉虱的分布范围由遍布全省逐渐向苏北地区缩小,而 Q 型烟粉虱的分布和发生情况恰恰相反,分布范围正逐渐扩大并遍及全省。此外,Q 型烟粉虱在江苏是由苏中和苏南地区向苏北地区迅速扩散,并逐步取代 B 型烟粉虱成为江苏地区农作物的主要害虫。

在国外,曾有人对于 Q 型烟粉虱竞争取代 B 型烟粉虱的原因进行过相关分析,发现在很多生物学习性和生态学特性上,Q 型烟粉虱比 B 型烟粉虱有更强的优势,如雌虫产卵量、化蛹数、成虫羽化率更高(Nombela *et al.*, 2001),危害性更强(Muniz, 2000),寄主范围更广,抗药性更强更稳定(Rauch and Nauen, 2003)等。也有报道指明杂草是 Q 型烟粉虱的重要寄主(Muniz, 2000)。作者在实际调查中也发现杂草上的烟粉虱种群大多为 Q 型烟粉虱,可能为该生物型危害农作物提供了大量虫源。但是,由于 Q 型烟粉虱作为一种近几年新入侵的生物型,对其在我国的竞争取代机制等方面还没有相关的研究报道,有关 Q 型烟粉虱在江苏地区取代 B 型烟粉虱的有关机理目前也不清楚;此外,Q 型烟粉虱是否也和 B 型烟粉虱一样具有非对称交配互作机制,以及是否还具有其它特有的种群竞争机制等科学问题,还有待进一步研究。

表 1 B 型烟粉虱在江苏的发生分布

Table 1 The distribution of *B. tabaci* biotype B in Jiangsu Province

采集地点 Sampling locations		2005 年		2006 年		2007 年		2008 年		2009 年	
		样点总数	样点数	样点总数	样点数	样点总数	样点数	样点总数	样点数	样点总数	样点数
		Total number of sampling sites	Number of sampling sites	Total number of sampling sites	Number of sampling sites	Total number of sampling sites	Number of sampling sites	Total number of sampling sites	Number of sampling sites	Total number of sampling sites	Number of sampling sites
苏北 种群 (SB)	徐州 Xuzhou	4	4	9	8	8	4	6	4	19	15
	连云港 Lianyungang	9	9	13	2	10	1	6	2	9	3
	宿迁 Suqian	6	3	8	1	9	1	6	0	7	0
	淮安 Huaian	4	2	4	1	4	0	5	1	6	4
	扬州 Yangzhou	15	14	7	6	11	3	7	0	10	0
	盐城 Yancheng	35	9	32	11	11	3	9	0	8	0
	泰州 Taizhou	6	2	4	2	5	0	5	0	7	0
	南通 Nantong	18	8	24	7	14	3	21	0	12	0
苏南 种群 (SN)	Σ	97	51	101	38	75	15	65	7	78	22
	南京 Nanjing	9	4	4	1	16	2	6	0	3	0
	镇江 Zhenjiang	16	12	15	4	14	4	9	0	2	0
	常州 Changzhou	5	5	13	9	10	3	6	0	6	0
	无锡 Wuxi	8	3	10	1	8	3	8	0	10	0
	苏州 Suzhou	8	4	17	7	9	4	20	1	11	3
	Σ	46	26	59	22	57	16	49	1	32	3
	总量 Total	143	77	160	60	129	31	114	8	110	25

表 2 Q 型烟粉虱在江苏的发生分布

Table 2 The distribution of *B. tabaci* biotype Q in Jiangsu Province

采集地点 Sampling locations		2005 年		2006 年		2007 年		2008 年		2009 年	
		样点总数	样点数	样点总数	样点数	样点总数	样点数	样点总数	样点数	样点总数	样点数
		Total number of sampling sites	Number of sampling sites	Total number of sampling sites	Number of sampling sites	Total number of sampling sites	Number of sampling sites	Total number of sampling sites	Number of sampling sites	Total number of sampling sites	Number of sampling sites
苏北 种群 (SB)	徐州 Xuzhou	4	0	9	1	8	4	6	2	19	4
	连云港 Lianyungang	9	0	13	11	10	9	6	4	9	6
	宿迁 Suqian	6	3	8	7	9	8	6	6	7	7
	淮安 Huaian	4	2	4	3	4	4	5	4	6	2
	扬州 Yangzhou	15	1	7	1	11	8	7	7	10	10
	盐城 Yancheng	35	26	32	21	11	8	9	9	8	8
	泰州 Taizhou	6	4	4	2	5	5	5	5	7	7
	南通 Nantong	18	10	24	17	14	11	21	21	12	12
苏南 种群 (SN)	Σ	97	46	101	63	75	60	65	58	78	56
	南京 Nanjing	9	5	4	3	16	14	6	6	3	3
	镇江 Zhenjiang	16	4	15	11	14	10	9	9	2	2
	常州 Changzhou	5	0	13	4	10	7	6	6	6	6
	无锡 Wuxi	8	5	10	9	8	5	8	8	10	10
	苏州 Suzhou	8	4	17	10	9	5	20	19	11	8
	Σ	46	20	59	37	57	41	49	48	32	29
	总量 Total	143	66	160	100	129	98	114	106	110	85

表 3 2 种生物型烟粉虱在江苏的发生分布频率
Table 3 The occurrence frequency of *B. tabaci* biotype B and Q in Jiangsu Province

采集地点 Sampling locations	B 型烟粉虱发生分布频率(%) Occurrence frequency of B biotype(%)					Q 型烟粉虱发生分布频率(%) Occurrence frequency of Q biotype(%)				
	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年
	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年
徐州 Xuzhou	100.00	88.89	50.00	66.67	78.95	0.00	11.11	50.00	33.33	21.05
连云港 Lianyungang	100.00	15.38	10.00	33.33	25.00	0.00	84.62	90.00	66.67	75.00
宿迁 Suqian	50.00	12.50	11.11	0.00	0.00	50.00	87.50	88.89	100.00	100.00
苏北 淮安 Huaian	50.00	25.00	0.00	20.00	66.67	50.00	75.00	100.00	80.00	33.33
种群 扬州 Yangzhou	93.33	85.71	27.27	0.00	0.00	6.67	14.29	72.73	100.00	100.00
(SB) 盐城 Yancheng	25.71	34.38	27.27	0.00	0.00	74.29	65.63	72.73	100.00	100.00
泰州 Taizhou	33.33	50.00	0.00	0.00	0.00	66.67	50.00	100.00	100.00	100.00
南通 Nantong	44.44	29.17	21.43	0.00	0.00	55.56	70.83	78.57	100.00	100.00
Σ	52.58	37.62	20.00	10.77	22.22	47.42	62.38	80.00	89.23	77.78
南京 Nanjing	44.44	25.00	12.50	0.00	0.00	55.56	75.00	87.50	100.00	100.00
苏南 镇江 Zhenjiang	75.00	26.67	28.57	0.00	0.00	25.00	73.33	71.43	100.00	100.00
种群 常州 Changzhou	60.00	69.23	30.00	0.00	0.00	40.00	30.77	70.00	100.00	100.00
(SN) 无锡 Wuxi	37.50	10.00	37.50	0.00	0.00	62.50	90.00	62.50	100.00	100.00
苏州 Suzhou	50.00	41.18	44.44	5.00	27.27	50.00	58.82	55.56	95.00	72.73
Σ	56.52	37.29	28.07	2.04	9.37	43.48	62.71	71.93	97.96	90.63
总量 Total	53.85	37.50	24.03	7.02	22.73	46.15	62.50	75.97	92.98	77.27

B 型烟粉虱传入美国很长一段时间内的防治失败,其原因归咎于对烟粉虱生物型研究的忽视(Reitz and Trumble,2002),必须高度重视烟粉虱的生物型问题研究。因此在今后的工作中仍需要进一步加强对烟粉虱生物型的监测工作,为烟粉虱的防治提供科学依据。

参考文献(References)

Bird J, 1957. A whitefly transmitted mosaic *Jatropha gossypifolia*. *Technical Paper, Agricultural Experiment Station, Puerto Rico*, 22: 1—35.

Brown JK, Frohlich DR, Rosell RC, 1995. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annu. Rev. Entomol.*, 40: 511—534.

Costa AS, Russell LM, 1975. Failure of *Bemisia tabaci* to breed on cassava plants in Brazil (Homoptera: leyroideae). *Cienc. Cult.*, 27: 390—399.

Costa HS, Brown JK, 1991. Variation in biological characteristics and in esterase patterns among populations of *Bemisia tabaci* (Gennadius) and the association of one population with silverleaf symptom development. *Entomol. Exp. Appl.*, 61: 211—219.

褚栋,张友军,毕玉平,李新国,范仲学, 2005c. 警惕 Q 型烟粉虱在我国进一步扩散. *植物检疫*, 19(3): 171—174.

褚栋,张友军,丛斌,徐宝云,吴青君,朱国仁, 2005a. 烟粉虱不同地理种群的 mtDNA COI 基因序列分析及其系统发育. *中国农业科学*, 38(1): 76—85.

褚栋,张友军,丛斌,徐宝云,吴青君, 2005b. 云南 Q 型烟粉虱种群的鉴定. *昆虫知识*, 42(1): 54—56.

De Barro PJ, Driver F, Trueman JW, Trueman JWH, Curran J, 2000. Phylogenetic relationships of world populations of *Bemisia tabaci* (Gennadius) using ribosomal ITS1. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 16: 29—36.

Delatte H, Reynaud B, Granier M, Thornary L, Lett JM, Goldbach R, Peterschmitt M, 2005. A new silverleaf-inducing biotype Ms of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) indigenous to the islands of the south-west Indian ocean. *Bull. Electrochem. Res.*, 95(1): 29—35.

Frohlich DR, Torres-Jerez II, Bedford ID, Markhum PG, Brown JK, 1999. A phylogeographical analysis of the *Bemisia tabaci* species complex based on mitochondrial DNA markers. *Molecular Ecology*, 8(10): 1683—1691.

付海滨,褚栋,李俊环,耿庆华,孙文鹏, 2007. 2006 年沈阳世界园艺博览会发现 Q 型烟粉虱的危害. *植物检疫*, 11(6): 388.

Horowitz AR, Gornan K, Ross G, Denholm I, 2003. Inheritance of Pyriproxyfen resistance in the whitefly, *Bemisia tabaci* (Q Biotype). *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, 54(4): 177—186.

- 罗晨,姚远,王戎疆,闫凤鸣,胡敦孝,张芝利,2002. 利用 mtDNA COI 基因序列鉴定我国烟粉虱的生物型. *昆虫学报*, 45(6): 759—763.
- Mound LA, 1963. Host-correlated variation in *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyroideae). *Proc. R. Entomol. Soc. Lond.*, 38: 171—180.
- Mound LA, Halsey SH, 1978. Whitefly of the World. British Museum and John Wiley & Sons, London. 340.
- Muniz M, 2000. Host suitability of two biotypes of *Bemisia tabaci* on some common weeds. *Entomol. Exp. Appl.*, 95(1): 63—70.
- Nombela G, Beitia F, Muniz M, 2001. A differential interaction study of *Bemisia tabaci* Q biotype on commercial tomato varieties with or without the miresistance gene, and comparative host responses with the B biotype. *Entomol. Exp. Appl.*, 98(3): 339—344.
- Perring TM, 2001. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop. Prot.*, 20(9): 725—737.
- 邱宝利,任顺祥,温硕洋, 2003a. 利用 RAPD-PCR 方法鉴定我国烟粉虱的生物型(英文). *昆虫学报*, 46(5): 605—608.
- 邱宝利,任顺祥,肖燕,温硕洋, Mandour NS, 2003b. 国内烟粉虱 B 生物型的分布其控制措施研究. *华东昆虫学报*, 12(2): 27—31.
- Rauch N, Nauen R, 2003. Identification of biochemical markers linked to neonicotinoid cross resistance in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, 54: 165—176.
- Reitz SR, Trumble JT, 2002. Competitive displacement among insects and arachnids. *Annu. Rev. Entomol.*, 47: 435—465.
- Secker AE, Bedford ID, Markham PG, De Courcy-Williams ME, 1998. Squash, a reliable field indicator for the presence of B biotype of tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*. Brighton Crop Protection Conference: Pest and Diseases. Brighton: British Crop Protection Council, 3: 837—842.
- 吴杏霞,胡敦孝,李正西,沈佐锐, 2002. RAPD 方法用于区分中国烟粉虱的生物型(英文). *Entomologia Sinica*, 9(3): 1—8.
- 徐婧,王文丽,刘树生, 2006. Q 型烟粉虱在浙江局部地区大量发生危害. *植物保护*, 32(4): 121.
- 周福才,杜予州,陆自强,陈丽芳, 2001. 江苏发现 B 型烟粉虱危害. *扬州大学学报(自然科学版)*, 3(3): 37.