

上海地区烟粉虱生物型的鉴定

史苹香^{1,2}, 王冬生², 滕海媛², 章巧利², 张天澍², 袁永达², 王建国^{1*}

(1. 江西农业大学 农学院, 江西 南昌 330045; 2. 上海市农业科学院 生态环境保护研究所/上海市设施园艺技术重点实验室, 上海 201403)

摘要: 烟粉虱是一种由许多生物型组成的复合种, 是一种世界性的重要害虫。不同生物型的烟粉虱在寄主范围、传毒能力、抗药性等许多生物学特性方面存在差异。利用 mtDNA COI 基因作标记对上海地区的烟粉虱生物型进行了分析鉴定。结果表明, 所测上海 10 个代表性地区中, 闵行区只检测到 B 型烟粉虱, 嘉定、青浦和徐汇区只检测到 Q 型烟粉虱, 其余各地区 B 型和 Q 型两种生物型烟粉虱共存。所测上海地区共 45 个种群中, 有 31 个种群为 Q 型, 占所测种群的 68.9%, 14 个种群为 B 型, 占 31.1%。而且, 大棚采集种群多为 Q 型(Q 型占 87.0%)。结果说明 Q 型烟粉虱已在上海地区广泛存在、大量发生, 并有取代 B 型烟粉虱成为上海地区烟粉虱主要危害类型的可能。

关键词: 烟粉虱; 生物型; 鉴定

中图分类号: S433.3 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)02-0276-06

The Identification of Biotypes of *Bemisia tabaci* in Shanghai Area

SHI Ping-xiang^{1,2}, WANG Dong-sheng², TENG Hai-yuan², ZHANG Qiao-li²,
ZHANG Tian-shu², YUAN Yong-da², WANG Jian-guo^{1*}

(1. College of Agronomy, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2. Shanghai Key Laboratory of Protected Horticultural Technology, Institute of Eco-environment and Plant Protection, SAAS, Shanghai 201403, China)

Abstract: The *Bemisia tabaci* (Gennadius) species complex is one of the most devastating agricultural pests in the world, which is composed of numerous biotypes. These biotypes show different biological traits with respect to host range, virus-transmission capabilities and insecticide resistance. In this study, the 45 *Bemisia tabaci* populations from 10 different regions of Shanghai were collected and analyzed based on the gene sequence of Mitochondrial cytochrome oxidase I (mtDNA COI). The results show that the populations from Jiading, Jinshan and Xuhui districts were only Q biotype, and only B biotypes was found in Minhang district, but B and Q biotypes co-exist in other districts. Moreover, among the total 45 populations of *Bemisia tabaci* identified in this study, 31 populations were Q biotype, 68.9% proportion and B biotype 31.1% respectively. In addition, most populations collected from greenhouse were Q biotype (87.0%). The results indicated that Q biotype spreads widely in Shanghai area and may replace the B biotype as a major crop pest in Shanghai area.

Key words: *Bemisia tabaci*; biotypes; identification

收稿日期: 2011-12-06 修回日期: 2011-12-28

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2010BAK69B18)、国家自然科学基金(30960223)和上海市科委崇明科技攻关专项(10DZ1960100)

作者简介: 史苹香(1988—), 女, 硕士生, 主要从事入侵生物研究, E-mail: shipx2344@163.com; * 通讯作者: 王建国, 教授, 博士, E-mail: ppdjxau@gmail.com。

烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 又名棉粉虱、甘薯粉虱, 属半翅目, 粉虱科, 小粉虱属, 是一种世界性重要害虫, 广泛分布于亚洲、欧洲、非洲、美洲等的多个国家和地区, 可危害多种寄主植物, 还可传播多种植物病毒。烟粉虱是一个快速进化的复合种, 包含多个生物型, 截止目前已 26 个生物型^[1-3] 被鉴定, 不同生物型烟粉虱在寄主范围、传毒能力、抗药性等方面存在显著差异, 其中 B 型和 Q 型是两种入侵性较强的生物型。

烟粉虱在我国早有记载^[4], 但一直不是主要害虫。20 世纪 90 年代后期以来, 烟粉虱在国内相继爆发, 成为我国农林业主要害虫之一。罗晨^[5]、吴杏霞^[6]、邱宝利^[7] 利用分子生物学方法研究发现早期在我国造成严重危害的烟粉虱主要为 B 型烟粉虱。但自 2003 年首次在云南昆明发现 Q 型烟粉虱以来^[8], Q 型烟粉虱已在我国多个地区^[9-11] 发现, 而且在部分地区已成为优势种群, 并逐步取代 B 型烟粉虱成为主要危害种群^[11-14]。20 世纪 80 年代初期, 烟粉虱是上海郊区常发棉田害虫, 但密度较低, 危害不重^[15]。陈连根^[16] 报道, 上海自 1994 某单位从国外引进一品红后, 烟粉虱大发生, 用药难以控制。褚栋等^[17] 2005 年鉴定上海闵行区烟粉虱为 B 型。但是上海地区烟粉虱的具体发生状况以及 Q 型烟粉虱在上海地区有无分布尚缺具体报道, 是否 Q 型烟粉虱在上海地区已大量发生, 正逐步取代 B 型烟粉虱成为上海地区农作物主要危害种群有待研究。

分子标记如 RAPD、AFLP、ITS、mtDNACOI、16S rDNA 等方法已被广泛用于烟粉虱研究, 其中 mtDNACOI 分子标记被认为是不同生物型鉴定及其遗传分化研究中的最有效方法之一, 已被用于多个国家和地区烟粉虱生物型的鉴定及遗传分化研究^[18-21]。本研究利用 mtDNACOI 作为分子标记对上海地区烟粉虱生物型进行了鉴定, 旨在了解上海地区烟粉虱发生及分布情况, 为上海地区烟粉虱的综合防治提供依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

实验所用材料为 2010 年 8 月至 2011 年 7 月采自上海市金山、嘉定、青浦、浦东、闵行等 9 个区, 及崇明县共 10 个地区不同寄主植物共 45 个种群烟粉虱成若虫(表 1), 将采集的烟粉虱标本直接浸泡于无水乙醇中, -20 °C 冰箱保存备用。

1.2 单头烟粉虱总 DNA 的提取

参照滕海媛等^[22] DNA 提取试剂盒法提取单头烟粉虱总 DNA。

1.3 PCR 扩增及检测

PCR 扩增所用引物为 C1-J-2195(5'-TTGATTTTTTGGTCATCCAGAAGT-3') 和 L2-N-3014(5'-TCCAATGCACTAATCTGCCATATTA-3')。扩增产物是 mtDNACOI 基因 3' 末端大小为 840 bp 左右的部分序列。PCR 反应体系为 20 uL, 含 10 × Buffer(含 Mg²⁺) 1.5 μL, dNTP Mixture(2.5 mmol/L) 0.6 μL, Taq 酶(2.5 U/μL) 0.4 μL, 引物(10 μmol/L) 各 1.0 μL, 模板 DNA 2.0 μL。反应体系于 94 °C 变性 5 min, 后进行 35 个循环: 94 °C 变性 1 min; 50 °C 退火 1 min; 72 °C 延伸 1 min。循环结束后 72 °C 延伸 5 min。反应产物置于 4 °C 冰箱保存。扩增产物以 15 g/L 琼脂糖凝胶电泳分离, Gelview 染色后在凝胶成像仪上观察, 记录结果。

1.4 测序与数据分析

PCR 产物送生工生物工程(上海)有限公司直接进行双向测序。测序结果用 Lasergene 软件结合测序峰图进行拼接校对, 然后利用 BLAST 与 GenBank 中同源序列进行比较, 下载世界不同地区代表性烟粉虱种群基因序列。用 ClustalW 多序列对位排列程序进行序列对比分析。以温室白粉虱为外群, 运用 MEGA4.0 软件, 根据 Kimura2-paramter 模型计算不同地理种群及不同生物型烟粉虱的进化分歧矩阵, 采用邻接法(Neighbour-Joining, NJ) 构建系统树, 系统树各分支的置信度(bootstrap) 均进行 1 000 次的重复检验。

2 结果与分析

2.1 PCR 扩增结果与序列组成分析

所测样品均得到 800 bp 以上片段, 通过 Clustal W 对所测 45 个烟粉虱种群进行序列分析发现, 有

表1 烟粉虱供试样品及生物型鉴定结果

Tab.1 Samples of *Bemisia tabaci* used in this study and consequence of identification

采集地点 Sampling locations	样品代码 Sample code	寄主植物 Host plant	采集时间(年-月) Collection date	生物型 Biotypes	
宝山区 Baoshan District	BS - BC	大棚白菜	2011 - 07	Q	
	BS - TJ	大棚甜椒	2011 - 07	Q	
	BS - QZ	大棚茄子	2011 - 07	Q	
	BS - DG	露地冬瓜	2011 - 07	B	
	BS - JD	露地豇豆	2011 - 07	B	
	BS - XHL	露地西葫芦	2011 - 07	B	
崇明县 Chongming County	CM - LS	大棚芦笋	2010 - 11	Q	
	CM - JH	大棚菊花	2010 - 11	Q	
	CM - FQ	大棚番茄	2010 - 11	B	
	CM - NG	露地南瓜	2010 - 11	Q	
	CM - KJC	露地苦苣菜	2010 - 11	Q	
嘉定区 Jiading District	JD - TJ	大棚甜椒	2010 - 11	Q	
	JD - HYC	大棚花椰菜	2010 - 11	B	
	JD - XRK	露地向日葵	2010 - 11	Q	
金山区 Jinshan District	JS - FQ	大棚番茄	2011 - 07	Q	
	JS - HG	大棚黄瓜	2011 - 07	Q	
	JS - TJ	大棚甜椒	2011 - 07	Q	
	JS - QZ - D	大棚茄子	2011 - 07	Q	
	JS - QZ - L	露地茄子	2011 - 07	Q	
	JS - XHL	露地西葫芦	2011 - 07	Q	
青浦区 Qinqu District	QP - QZ	大棚茄子	2010 - 11	Q	
	QP - TJ	大棚甜椒	2010 - 11	Q	
	QP - LB	露地萝卜	2010 - 11	Q	
	QP - GL	露地甘蓝	2010 - 11	Q	
浦东新区 Pudong new district	PD - NG	大棚南瓜	2010 - 11	Q	
	PD - MH	露地棉花	2010 - 11	Q	
	PG - DG	露地冬瓜	2010 - 11	Q	
	PD - HYC	露地花椰菜	2010 - 11	B	
	PD - GL	露地甘蓝	2010 - 11	B	
	FX - HG	大棚黄瓜	2011 - 06	Q	
奉贤区 Fengxian District	FX - FQ	大棚番茄	2011 - 07	Q	
	FX - TJ - 11	大棚甜椒	2011 - 07	Q	
	FX - QZ	大棚茄子	2011 - 07	Q	
	FX - TJ - 10	大棚甜椒	2010 - 11	Q	
	FX - YPH	一品红	2010 - 11	Q	
	FX - GS	大棚甘薯	2010 - 08	Q	
	FX - GL	露地甘蓝	2010 - 08	B	
	松江区 Songjiang District	SJ - TJ	大棚甜椒	2010 - 11	Q
		SJ - HYC	露地花椰菜	2010 - 11	B
SJ - GL		露地甘蓝	2010 - 11	B	
SJ - XRK		露地向日葵	2010 - 11	B	
闵行区 Minhang District	MH - HYC	露地花椰菜	2010 - 10	B	
	MH - QZ	大棚茄子	2011 - 06	B	
	MH - XG	露地香瓜	2011 - 06	B	
徐汇区 Xuhui District	XH - XRK	露地向日葵	2010 - 09	Q	

14 个种群所得到的 COI 基因序列完全一致,为计算方便仅选取其中一条序列进行分析(编号为: SH-1),其 A+T 含量为 68.6%,远远高于 G+C(31.4%)含量。其他 30 个种群 COI 基因序列相同(编号为 SH-2),其 A+T 含量为 67.9%,G+C 含量为 32.1%,另有一个种群基因序列与上述 30 个种群基因序列有一个碱基差别,编号为 SH-3。可见所测上海地区烟粉虱基因序列与其它烟粉虱 mtDNA-COI 序列碱基组成基本一致,均存在明显的 A+T 含量偏向性。

2.2 烟粉虱生物型分析

用 Clustal W 多序列对位排列程序将本实验所得到的上海地区烟粉虱 mtDNACOI 基因序列与下载的国内外不同地区代表性烟粉虱基因序列(表 2)进行对位排列分析,从中截取 720 bp 的序列并保存。

表 2 GenBank 下载的烟粉虱代表性地理种群 mtDNA-COI 基因序列

Tab. 2 The mtDNA-COI sequences of different population of Bemisia tabaci from GeneBank

地理种群 Geographical location	登录号 Access No.	生物型 Biotype	编号 Acronym
美国 USA	HQ198702	B	B-USA-HQ198702
以色列 Isreal	EU760719	B	B-Israel-EU760719
印度 India	HQ268814	B	B-Inida-HQ268814
中国湖北 Hubei,China	EU376994	B	B-HuB-EU376994
美国 USA	HQ198802	Q	B-USA-HQ198802
摩洛哥 Morocco	EU760747	Q	Q-Morocco-EU760747
日本 Japan	AB204579	Q	Q-Japan-AB204579
中国河南 Henan,China	HM802268	Q	Q-HuN-HM802268
中国浙江 Zhejiang,China	AJ867556	NB	NB-ZhJ-AJ867556
中国广东 Guangdong,China	AY686083	NB	NB-GD-AY686083
中国江苏 Jiangsu,China	AY686088	NB	NB-JS-AY686088

运用 MEGA4.0 软件 根据 Kimura2-paramter 模型计算烟粉虱不同地理种群及不同生物型的进化分歧矩阵(表 3),由进化分歧矩阵可以看到,温室白粉虱与不同地理种群烟粉虱的遗传距离均在 30% 以上,首先和烟粉虱种群区分开来。SH-1 烟粉虱种群与 Q 型和 NB 型烟粉虱遗传距离较大,分别为 5.4% 和 12%~19%,而与已知不同地理种群 B 型烟粉虱序列同源性高达 100%。SH-2 序列与已知的世界不同地理种群 Q 型烟粉虱基因序列同源性达 100%,与 B 型及 NB 型烟粉虱的遗传距离较大。SH-3 烟粉虱种群与 SH-2 及已知 Q 型烟粉虱同源性为 99.9%,720 个碱基中仅有 1 个碱基差别。

表 3 不同地理种群烟粉虱基于 mtDNACOI 基因序列的遗传距离

Tab. 3 Voluntary divergence of different Bemisia tabaci population base on mtDNACOI Sequences

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. SH-1															
2. B-USA-HQ198702	0.000														
3. B-Israel-EU760719	0.000	0.000													
4. B-Inida-HQ268814	0.000	0.000	0.000												
5. B-HuB-EU376994	0.000	0.000	0.000	0.000											
6. SH-2	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054										
7. SH-3	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.001									
8. Q-USA-HQ198802	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.000	0.001								
9. Q-Morocco-EU760747	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.000	0.001	0.000							
10. Q-Japan-AB204579	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.000	0.001	0.000	0.000						
11. Q-HuN-HM802268	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000					
12. NB-ZhJ-AJ867556	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180	0.188	0.188	0.188	0.188	0.188	0.188				
13. NB-GD-AY686083	0.161	0.161	0.161	0.161	0.161	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.054			
14. NB-JS-AY686088	0.127	0.127	0.127	0.127	0.127	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.082	0.049		
15. TV-AF418672	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.30	0.307	0.307	0.307	0.307	0.307	0.362	0.377	0.342	

由邻接法 (NJ) 构建的系统发育树 (图 1) 可看出, 所研究的上海地区烟粉虱 SH-1 种群和已知 4 个地区 B 型烟粉虱聚为同一进化枝, SH-2 和 SH-3 种群和已知 Q 型烟粉虱聚为同一进化分支。

由此可确定, 编号为 SH-1 的 14 个烟粉虱种群为 B 型烟粉虱, 编号为 SH-2 的 30 个种群和编号为 SH-3 的 1 个烟粉虱种群为 Q 型, (具体鉴定结果见表 1 生物型一栏)。结果显示, 所测上海 10 个代表性地区中嘉定、青浦和徐汇区只检测到 Q 型, 闵行区只检测到 B 型, 其余各地区同时检测到 B 型和 Q 型两种生物型烟粉虱。所测上海地区共 45 个种群中, 有 31 个种群为 Q 型, 占所测种群的 68.9%, 14 个种群为 B 型, 占 31.1%。而且, 大棚采集种群多为 Q 型(占 87.0%)。

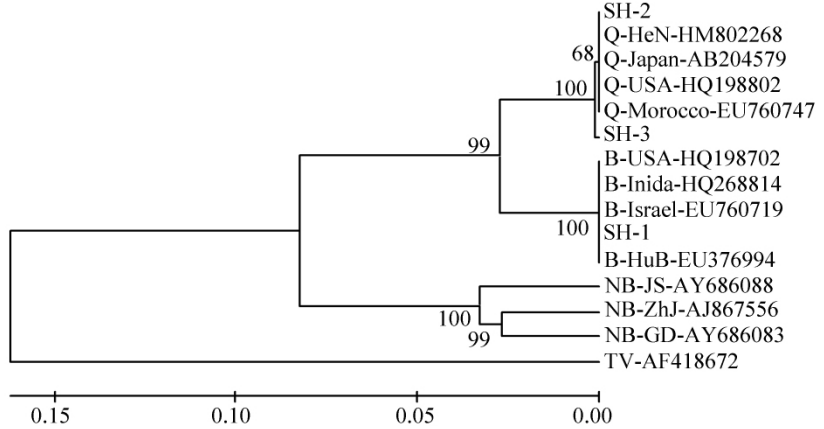


图 1 用 NJ 法构建的烟粉虱 mtDNACOI 的系统发育树

Fig. 1 Phylogenetic tree of *Bemisia tabaci* population base on mtDNACOI sequences

3 讨 论

本研究利用 mtDNACOI 基因序列分析鉴定了上海地区烟粉虱生物型, 结果表明, 上海地区同时存在 B 型和 Q 型两种生物型烟粉虱, 但是 Q 型烟粉虱占比例较大, 所测 10 个地区共 45 个烟粉虱种群中, 有 31 个种群为 Q 型, 占所测种群 68.9%, B 型仅占所测种群的 31.1%。而且蔬菜大棚采集种群多为 Q 型烟粉虱(87.0%), 这可能跟 Q 型烟粉虱较 B 型烟粉虱有更强的温度及农药耐受性有关。

Q 型烟粉虱于 2003 在我国云南首次发现^[8], 后在北京、河南、浙江等地发现^[9-10], 至 2007 年 Q 型烟粉虱已在我国 14 个省、市、自治区共 20 个地区存在, 而且在经济相对发达、交通便利的地区, Q 型烟粉虱占供试样品的比例大于 50%^[11]。沈媛等^[14]对 2005—2009 年江苏地区烟粉虱生物型及分布进行了研究, 发现 Q 型烟粉虱在江苏的发生呈现快速上升态势, 分布范围逐渐扩大, 并逐步取代 B 型烟粉虱成为江苏农作物的主要害虫。饶琼^[12]、陈冲等^[31]对湖北地区烟粉虱生物型进行鉴定发现湖北省大部分地区烟粉虱为 Q 型, B 型分布很少。本研究表明上海个地区 Q 型烟粉虱占供试种群的比例大于 2/3, 说明 Q 型烟粉虱已在上海地区大量发生, 广泛分布, 有取代 B 型烟粉虱成为上海地区农作物烟粉虱主要危害类群的可能。

研究发现, Q 型烟粉虱比 B 型烟粉虱有更强的生存优势, 如 Q 型烟粉虱在一些农作物^[23]及杂草^[24]上发育历期比 B 型烟粉虱短, 在低温和高温的条件下都表现出较 B 型更强的生存能力^[25], 而且比 B 型危害性更大^[26], 抗药性更强更稳定^[27-29]。Pascual 等^[30-31]认为, 可能是 Q 型烟粉虱具有比 B 型更强的抗药性导致了在西班牙 B 型烟粉虱被 Q 型烟粉虱的取代。虽然 Q 型烟粉虱在我国的扩散及取代机理尚不明确, 但上述优势特性很可能是促使其替代及在世界范围内入侵和扩散的重要因素。化学农药的使用造成了烟粉虱化学防治区粉虱的大量发生和猖獗危害^[32], 增加了其对农药产生抗性的风险, 也降低了其天敌的种群数量, 而研究表明高龄捕食性天敌是影响烟粉虱种群数量的最重要因子, 对控制烟粉虱种群数量起着重要的作用^[33]。因此, 加强对其生物型和抗药性的监测、在我国的取代机理及制定合理的综合治理措施等方面的研究十分必要。

参考文献:

[1] Perring T M. The *Bemisia tabaci* species complex [J]. Crop Protection, 2001, 20(9): 725-737.
 [2] Delatte H, Reynaud B, Granier M, et al. A new silverleaf-inducing biotype Ms of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) indigenous to the islands of the south-west Indian Ocean [J]. Bulletin of Entomological Research, 2005, 95(1): 29-35.

- [3] Simon B, Genis J L, Demichelis S, et al. Survey of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in Italy with the description of a new biotype(T) from *Euphorbia characias* [J]. Bulletin of Entomological Research, 2003 93(3) : 259-264.
- [4] 周尧. 中国粉虱名录 [J]. 中国昆虫学杂志, 1949 3(4) : 1-18.
- [5] 罗晨 姚远 张芝利, 等. 利用 mtDNA COI 基因序列鉴定我国烟粉虱的生物型 [J]. 昆虫学报, 2002, 45(6) : 759-763.
- [6] Wu X X, Hu D X, Li Z X, et al. Using RAPD - PCR to distinguish biotypes of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in China [J]. Entomologia Sinica 2002 9(3) : 1-8.
- [7] Qiu B L, Ren S X, Nasser S M, et al. Biotype identification of the populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in China using RAPD - PCR [J]. Acta Entomologica Sinica, 2003 46(5) : 605-608.
- [8] 褚栋 张友军 吴青君, 等. 云南 Q 型烟粉虱种群的鉴定 [J]. 昆虫知识 2005 42(1) : 54-56.
- [9] 褚栋 毕玉平 张友军, 等. 烟粉虱生物型研究进展 [J]. 生态学报, 2005 25(12) : 3398-3405.
- [10] 徐婧 王文丽, 刘树生. Q 型烟粉虱在浙江局部地区大量发生危害 [J]. 植物保护, 2006 32(4) : 121.
- [11] 滕希. Q 型烟粉虱在中国的发生现状及其基于 mtCOI 序列的系统发育分析 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2009.
- [12] 饶琼 罗汉钢, 张红宇, 等. 武汉地区烟粉虱的危害及其生物型鉴定 [J]. 华中农业大学学报, 2009 28(5) : 535-539.
- [13] 陈冲 马娟 李建洪, 等. 湖北省烟粉虱生物型鉴定 [J]. 应用昆虫学报, 2011, 48(1) : 22-26.
- [14] 沈媛 杜予州 邱宝利, 等. 江苏地区烟粉虱生物型演替研究初报 [J]. 应用昆虫学报, 2011 48(1) : 16-21.
- [15] 罗志义 章伟年, 干国培. 棉田烟粉虱种群动态及杀虫剂的影响 [J]. 昆虫学报, 1989 32(3) : 293-299.
- [16] 陈连根. 烟粉虱在园林植物上危害及其形态变异 [J]. 上海农学院学报, 1997, 15(3) : 186-189 208.
- [17] 褚栋, 张友军 吴青君, 等. 烟粉虱不同地理种群的 mtDNA COI 基因序列分析及其系统发育 [J]. 中国农业科学, 2005, 38(1) : 76-85.
- [18] Frohlich D R, Torres - Jerez I, Bedford I D, et al. A phylogeographical analysis of the *Bemisia tabaci* species complex based on mitochondrial DNA markers [J]. Molecular Ecology 1999, 8(10) : 1683-1691.
- [19] Boykin L M, Shatters Jr R G, Rosell R C, et al. Global relationships of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) revealed using Bayesian analysis of mitochondrial COI DNA sequences [J]. Molecular Phylogenetics and Evolution 2007 44(3) : 1306-1319.
- [20] Ueda S, Brown J K. First report of the Q biotype of *Bemisia tabaci* in Japan by Mitochondrial Cytochrome Oxidase I Sequence analysis [J]. phytoparasitica, 2006, 34(4) : 405-411.
- [21] 沈媛. 中国部分地区烟粉虱生物型研究 [D]. 扬州: 扬州大学, 2007.
- [22] 滕海媛 吴青君 张友军, 等. SRAP 技术研究烟粉虱遗传多样性 [J]. 昆虫知识, 2009 46(1) : 139-144.
- [23] Muniz M, Nombela G. Differential variation in development of the B - and Q - biotypes of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on sweet pepper at constant temperatures [J]. Environmental Entomology, 2001 30(4) : 720-727.
- [24] Muniz M. Host suitability of two biotypes of *Bemisia tabaci* on some common Weeds [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2000, 95(1) : 63-70.
- [25] Bonato O, Lurette A, Vidal C, et al. Modelling temperature - dependent bionomics of *Bemisia tabaci* (Q - biotype) [J]. Physiological Entomology 2007 32(1) : 50-55.
- [26] Nombela G, Beitia F, Muniz M. A differential interaction study of *Bemisia tabaci* Q - biotype on commercial tomato varieties with or without the Mi resistance gene and comparative host responses with the B - biotype [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2001 98(3) : 339-344.
- [27] Nauen R, Stumpf N, Elbert A. Toxicological and mechanistic studies on neonicotinoid cross resistance in Q - type *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) [J]. Pest management Science, 2002 58(9) : 868-875.
- [28] Rauch N, Nauen R. Identification of biochemical markers linked to neonicotinoid cross resistance in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) [J]. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 2003 54(4) : 165-176.
- [29] Luo C, Jones C M, Denholm I, et al. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* biotype Q (Hemiptera: Aleyrodidae) from China [J]. Crop Protection, 2010, 29(5) : 429-434.
- [30] Pascual S, Callejas C. Intra - and interspecific competition between biotypes B and Q of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from Spain [J]. Bulletin of Entomological Research, 2004 94: 369-375.
- [31] Pascual S. Short communication. Mechanisms in competition under laboratory conditions between Spanish biotypes B and Q of *Bemisia tabaci* (Gennadius) [J]. Spanish Journal of Agricultural Research 2006 4(4) : 351-354.
- [32] 沈斌斌, 任顺祥. 不同防治措施对烟粉虱种群和黄瓜产量的影响 [J]. 江西农业大学学报 2003 25(5) : 728-731.
- [33] 沈斌斌, 吴建辉, 任顺祥. 烟粉虱天敌作用的评价 [J]. 江西农业大学学报, 2004 26(2) : 17-20.