

# 大豆抗烟粉虱 (*Bemisia tabaci* Gennadius) 与农艺品质性状的关系

徐冉<sup>1,2</sup>, 李伟<sup>2</sup>, 张礼凤<sup>2</sup>, 王彩洁<sup>2</sup>, 戴海英<sup>2</sup>, 邢邯<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>南京农业大学大豆研究所/国家大豆改良中心/作物遗传与种质创新国家重点实验室, 南京 210095; <sup>2</sup>山东省农业科学院作物研究所, 济南 250100)

**摘要:** 【目的】烟粉虱 (*Bemisia tabaci* Gennadius) 是一种严重的灾害性害虫, 对大豆的危害十分严重。了解大豆的农艺、品质性状与抗烟粉虱的关系, 为大豆抗烟粉虱遗传和育种研究提供参考。【方法】以 213 个国内外大豆品种作为试验材料, 鉴定其单叶、单株感染的烟粉虱 2~4 龄若虫的数量, 同时调查各品种的结荚习性、种皮色、子叶色、株高、底荚高、主茎节数、主茎粗、分枝数、总荚数、总粒数、单株粒重、百粒重、荚长、荚宽、籽粒的蛋白质和脂肪含量等。用 SPSS16.0 统计分析软件分析烟粉虱数量与各种农艺性状的关系。【结果】大豆单叶感染烟粉虱的平均数能够代表大豆品种对烟粉虱的抗性。大豆感染烟粉虱的数量受结荚习性、株型、产量、籽粒品质等多种因素影响。不同结荚习性大豆品种单叶感染烟粉虱的平均数存在显著差异, 有限结荚习性 > 亚有限结荚习性 > 无限结荚习性。单叶感染烟粉虱的平均数与茎粗呈极显著的正相关, 相关系数为 0.282\*\*; 与单株粒重、籽粒蛋白质含量呈显著的正相关, 相关系数为 0.165\*、0.166\*; 与种皮色、子叶色、株高、主茎节数、分枝数、籽粒脂肪含量的相关不显著。【结论】大豆对烟粉虱的抗性受结荚习性、茎粗、单株生产力、籽粒蛋白质含量等综合性状影响。

**关键词:** 大豆; 烟粉虱; 抗性; 农艺性状; 品质

## Relationship Between Resistance to Whitefly (*Bemisia tabaci* Gennadius) and Agronomic and Quality Traits of Soybean

XU Ran<sup>1,2</sup>, LI Wei<sup>2</sup>, ZHANG Li-feng<sup>2</sup>, WANG Cai-jie<sup>2</sup>, DAI Hai-ying<sup>2</sup>, XING Han<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Soybean Research Institute of Nanjing Agricultural University/National Center for Soybean Improvement/National Key Laboratory for Crop Genetics and Germplasm Enhancement, Nanjing 210095; <sup>2</sup>Crops Institute of Shandong Academy of Agricultural Science, Jinan 250100)

**Abstract:** 【Objective】 Whitefly (*Bemisia tabaci* Gennadius) is one kind of serious agricultural pests in the world and is harmful to soybean. It is important to understand the relationship between whitefly resistance and agronomic traits of soybean for whitefly resistant soybean breeding. 【Method】 The number of whitefly nymphs per leaf and per plant of 213 Chinese and foreign soybean germplasm were identified in experimental farm of Shandong Academy of Agricultural Sciences in 2004. Meanwhile the agronomic traits including stem termination, seed coat color, cotyledon color, plant height, stem nodes number, stem diameter, branch number, pod number, seed number, seed weight per plant, 100-seed-weight, pod length, pod width, seed protein content and fat content of these germplasm were identified. And the relationship between the number of whitefly nymphs and agronomic traits were analyzed with SPSS 16.0. 【Result】 The Mean of Whitefly Per Leaf (MWPL) of soybean varieties with different stem termination were significantly different. The order of MWPL was determinate varieties > semi-determinate > indeterminate. Correlation between MWPL and stem diameter was significant at 0.01 level. Correlation between MWPL and seed weight per plant and seed protein content were significant at 0.05 level. The Pearson Correlations were 0.282\*\*, 0.165\*, and 0.166\*. And the correlation between MWPL and seed coat color, cotyledon color, branch number, seeds fat content, pod length, and pod width were insignificant.

收稿日期: 2008-04-25; 接受日期: 2008-07-09

基金项目: 国家高技术研究发展计划项目 (2006AA100104)、国家科技支撑计划项目 (2006BAD01A04)

作者简介: 徐冉 (1967-), 男, 山东鄄城人, 副研究员, 博士研究生, 研究方向大豆遗传育种。Tel: 0531-83179348, E-mail: soybeanxu@yahoo.com.cn. 通信作者邢邯 (1963-), 男, 江苏高淳人, 教授, 博士, 研究方向为大豆遗传育种。E-mail: hanx@njau.edu.cn

【Conclusion】 The resistance to whitefly was affected by agronomic and quality traits of soybean.

Key words: soybean; whitefly; resistance; agronomic traits; quality

## 0 引言

【研究意义】烟粉虱 (*Bemisia tabaci* Gennadius) 是中国乃至世界范围内迅速发展起来的一种危害范围广泛、危害程度重、传毒能力强、防治难度大的灾害性外来入侵生物。特别是 B 型烟粉虱被昆虫学界称为“超级害虫”<sup>[1]</sup>。烟粉虱的危害寄主多达 600 余种, 其中大豆是受害最严重的作物之一<sup>[2]</sup>。由于烟粉虱的成虫迁飞能力强、食性杂、易产生抗药性、繁殖力强, 化学防治效果较差<sup>[2-4]</sup>。选育抗烟粉虱的大豆品种是防治烟粉虱最经济有效的方法。烟粉虱若虫因数量大、分泌蜜露、诱发霉污病等是烟粉虱危害最严重的阶段。研究大豆品种对烟粉虱若虫的抗性与其农艺性状及品质性状的关系, 可为大豆抗烟粉虱遗传及育种研究提供参考。【前人研究进展】由于全球气候变暖、设施农业的发展和国际农产品贸易的增加, 适于烟粉虱越冬、栖息、迁徙的环境不断扩大, 近年烟粉虱在全球范围迅速蔓延。目前国外主要开展了烟粉虱发生规律、危害程度、传播病毒、抗药性及防治方法的研究<sup>[1-18]</sup>。美国有关于抗烟粉虱棉花种质的报道<sup>[19-21]</sup>, 未见关于大豆抗烟粉虱的报道。国内对烟粉虱的发生动态、行为特点、生命特征、防治方法等进行了研究<sup>[1-9]</sup>。林克剑等<sup>[2]</sup>研究表明烟粉虱在几种作物上的种群数量为棉花>大豆>花生>玉米; 化学药剂对烟粉虱成虫的防效为 4.05%~44.88%, 对若虫的防效为 16.73%~64.46%, 整体防效较差。笔者鉴定了大豆品种对烟粉虱的抗性, 筛选出 2 份高抗烟粉虱的大豆种质, 分析了烟粉虱若虫在不同类型大豆植株上的分布特点<sup>[22-23]</sup>。未见其它有关大豆抗烟粉虱的报道。【本研究切入点】植物对虫害的抗性有拒虫性、抗性性和耐害性等 3 种机制。拒虫性与寄主的形态性状有关, 抗性性与寄主的化学成分有关, 耐害性与寄主的生理性状有关<sup>[24]</sup>。因此大豆对烟粉虱的抗性也应与农艺性状、品质性状等有关。笔者 2005 年的研究结果显示大豆对烟粉虱的抗性可能与大豆的茸毛性状、籽粒品质有一定关系, 但由于研究材料较少, 未做深入分析<sup>[22]</sup>。大豆的其它农艺性状与烟粉虱抗性的关系尚未见报道。【拟解决的关键问题】本研究对 213 份国内外大豆品种单叶感染烟粉虱若虫的数量、单株感染烟粉虱若虫的数量、农艺性状、产量性状等进行了调查, 测定了大豆籽粒

的蛋白质含量、脂肪含量, 分析了大豆感染烟粉虱若虫数量与农艺性状、产量性状、品质性状的相关性, 旨在了解大豆抗烟粉虱与农艺、产量及品质性状的关系, 为大豆抗烟粉虱遗传和育种研究提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

本研究利用 201 份山东省地方大豆品种与栽培品种、9 个美国大豆品种、2 个日本大豆品种和 1 个韩国大豆品种, 共计 213 份大豆种质作为试验材料。

### 1.2 试验方法

2004 年在常年发生烟粉虱较严重的济南市山东省农业科学院试验农场进行了试验, 试验设 3 行区, 行长 3 m, 株距 10 cm, 3 次重复。在烟粉虱发生较严重的 8 月下旬至 9 月上、中旬, 每小区随机取 5 株大豆, 调查其主茎每个三出复叶的中间小叶 (以下简称单叶) 上烟粉虱 2~4 龄若虫的数量。因 1 龄若虫可以在叶面移动, 成虫可以飞行迁徙, 均难以调查。而 2 龄以后各龄若虫以口器刺入寄主叶背组织内, 固定不动吸食, 易于调查。同时, 与成虫相比, 烟粉虱若虫的数量大, 可以分泌蜜露诱发霉污病, 对大豆的危害更大<sup>[8]</sup>。故本研究调查大豆上 2~4 龄烟粉虱若虫的数量。

收获时, 每小区随机取 5 株大豆, 调查结荚习性、种皮色、子叶色、株高、主茎节数、主茎粗、分枝数、单株荚数、单株粒数、百粒重、单株粒重、荚长、荚宽等性状。

收获后, 每个品种取 500 g 种子, 利用 Perten DA7200 近红外光谱分析仪测定蛋白质和脂肪含量。

### 1.3 统计分析

用 Microsoft Office Excel 2003 统计品种的单叶最高烟粉虱数、单叶最低烟粉虱数、单叶平均烟粉虱数、单株烟粉虱总数以及农艺、产量和品质性状值。用 SAS8.1 分析软件分析各鉴定指标之间的相关性。用 SPSS16.0 分析软件分析大豆品种感染烟粉虱的数量与其农艺性状、产量性状、品质性状的关系。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同抗性指标的关系

用 SAS8.1 分析大豆主茎单叶感染烟粉虱数的最大值、最小值、平均值和单株感染烟粉虱的总数等 4

个抗烟粉虱鉴定指标之间的相关性。结果表明,单叶感染烟粉虱的平均数与其它鉴定指标之间的相关性最强,而且均达到极显著水平。单叶感染烟粉虱平均数与单叶烟粉虱数最大值的相关系数为 0.926\*\*,与单叶烟粉虱数最小值的相关系数为 0.559\*\*,与单株烟粉虱总数的相关系数为 0.866\*\*,平均为 0.784;单叶烟粉

虱数最大值与其它指标的相关系数平均为 0.711;单叶烟粉虱数最小值与其它指标的相关系数平均为 0.404;单株烟粉虱总数与其它指标的相关系数平均为 0.688(表 1)。可见,大豆单叶感染烟粉虱的平均数与其它抗性指标的相关性最强,最具代表性,用其作为大豆品种抗烟粉虱的鉴定指标更有意义。

表 1 不同抗性鉴定指标的相关系数矩阵

Table 1 Coefficients matrix of different resistant indicators

	单叶烟粉虱数量最大 Maximum of per leaf	单叶烟粉虱数量最小 Minimum of per leaf	单叶烟粉虱数量平均 Mean of per leaf	单株烟粉虱数量总和 Total number of per plant
单叶烟粉虱数量最大 Maximum of per leaf	1.000	0.332**	0.926**	0.875**
单叶烟粉虱数量最小 Minimum of per leaf	0.332**	1.000	0.559**	0.322**
单叶烟粉虱数量平均 Mean of per leaf	0.926**	0.559**	1.000	0.866**
单株烟粉虱数量总和 Total number of per plant	0.875**	0.322**	0.866**	1.000

\*\*：相关性达极显著水平。下同 \*\*：Correlation is significant at the 0.01 level. The same as below

## 2.2 烟粉虱抗性与大豆结荚习性的关系

调查表明,有限结荚习性大豆品种单叶感染烟粉虱的平均数最多,平均为 15.2;亚有限结荚习性品种次之,为 14.3;无限结荚习性品种最少,为 10.4。方差分析表明,有限结荚习性品种单叶感染烟粉虱的平均数与无限结荚习性品种之间存在显著差异,与亚有限结荚习性品种之间的差异不显著;亚有限结荚习性

品种单叶感染烟粉虱的平均数与有限结荚习性品种、无限结荚习性品种的差异均不显著;无限结荚习性品种单叶感染烟粉虱的平均数与有限结荚习性品种之间存在显著差异,与亚有限结荚习性品种之间的差异不显著(表 2)。综合分析以上结果可见,不同结荚习性大豆品种对烟粉虱的抗性存在一定差异,无限结荚习性品种对烟粉虱的抗性较强,亚有限结荚习性品种

表 2 不同结荚习性大豆品种单叶感染烟粉虱平均数的方差分析

Table 2 Variance analysis on the mean of whitefly nymphs on soybean varieties with different stem termination

结荚习性(I) Stem termination (I)	结荚习性(J) Stem termination (J)	均差 Mean difference(I-J)	标准误 Std. error	显著性 Sig.	95%置信区间 95% Confidence interval
					下限 Lower bound 上限 Upper bound
有限结荚 Determinante	亚有限 Semi-determinate	0.929	2.407	0.700	-3.816 5.674
无限 Indeterminate	无限 Indeterminate	4.845*	2.045	0.019	0.814 8.876
亚有限结荚 Semi-determinate	有限 Determinate	-0.929	2.407	0.700	-5.674 3.816
无限结荚 In-determinate	无限 Indeterminate	3.916	2.840	0.169	-1.683 9.514
有限 Determinate	有限 Determinate	-4.845*	2.045	0.019	-8.876 -0.814
亚有限 Semi-determinate	亚有限 Semi-determinate	-3.916	2.840	0.169	-9.514 1.683

\*：差异达到显著水平。下同 \*：The mean difference is significant at the 0.05 level. The same as below

次之,有限结荚习性品种较差。

## 2.3 烟粉虱抗性与大豆籽粒性状的关系

2.3.1 与大豆种皮色的关系 调查表明,黄色种皮大豆单叶感染烟粉虱平均为 14.7 个;黑色种皮大豆单叶感染烟粉虱平均为 13.6 个;绿色种皮大豆单叶感染烟粉虱平均为 13.2 个;褐色种皮大豆单叶感染烟粉虱平均为 11.4 个。方差分析表明,不同种皮色大豆品种单

叶感染烟粉虱的平均数之间均不存在显著性差异(表 3)。上述结果说明大豆的种皮色与烟粉虱抗性之间不存在显著的相关性。

2.3.2 与大豆子叶色的关系 大豆的子叶颜色有黄色和绿色两种。本试验共调查黄子叶大豆种质 184 份、绿子叶种质 10 份,分别占山东省黄子叶大豆种质的 16.7%和绿子叶大豆种质的 27.8%。调查结果表明,黄

表 3 不同种皮颜色大豆品种感染烟粉虱平均数的方差分析

Table 3 Variance analysis on the mean of whitefly nymphs on soybean with different seed coat colors

种皮色 Seed coat color(I)	种皮色 Seed coat color (J)	均差 Mean difference (I-J)	标准误 Std. error	显著性 Sig.	95%置信区间 Confidence interval	
					下限 Lower bound	上限 Upper bound
黄 Yellow	黑 Black	1.078	3.151	0.733	-5.137	7.293
	绿 Green	1.420	2.508	0.572	-3.527	6.367
	褐 Brown	3.278	4.342	0.451	-5.287	11.844
黑 Black	黄 Yellow	-1.078	3.151	0.733	-7.293	5.137
	绿 Green	0.342	3.771	0.928	-7.097	7.780
	褐 Brown	2.200	5.176	0.671	-8.009	12.409
绿 Green	黄 Yellow	-1.412	2.508	0.572	-6.367	3.527
	黑 Black	-0.342	3.771	0.928	-7.780	7.097
	褐 Brown	1.858	4.811	0.700	-7.632	11.349
褐 Brown	黄 Yellow	-3.278	4.342	0.451	-11.844	5.287
	黑 Black	-2.200	5.176	0.671	-12.409	8.009
	绿 Green	-1.858	4.811	0.700	-11.349	7.632

子叶种质单叶感染烟粉虱的平均数为 14.2, 绿子叶种质为 15.5。黄子叶大豆种质感染的烟粉虱较绿色子叶种质低 8.4%。不同子叶色大豆种质感染的烟粉虱数量存在一定差异。黄子叶大豆对烟粉虱的抗性较强。

#### 2.4 烟粉虱抗性与大豆株型性状的关系

大豆的株型性状由株高、底荚高、主茎节数、茎粗、分枝数等多个因素综合构成, 是大豆品种特征、特性的重要组成部分, 也是大豆品种农艺性状的重要组成部分。

相关分析表明, 大豆单叶感染烟粉虱的平均数与株高、底荚高、主茎节数、分枝数之间均呈负相关, 但均未达到显著水平(表 4)。说明这些性状对大豆烟粉虱抗性的影响较小。大豆单叶感染烟粉虱的平均

数与茎粗之间呈极显著的正相关, 相关系数为 0.282\*\*。说明大豆的主茎越粗, 单叶平均感染的烟粉虱就越多, 对烟粉虱的抗性就越弱。这可能是由于大豆的主茎越粗, 其叶片也就越大, 在其它性状相同的情况下感染的烟粉虱就越多。

#### 2.5 烟粉虱抗性与大豆产量性状的关系

相关分析表明, 大豆单叶感染烟粉虱的平均数与单株总荚数、单株粒数、百粒重、单株粒重之间均呈正相关, 但只有与单株粒重之间的相关系数达到显著水平(表 5)。这可能是由于单株荚数、单株粒数、百粒重等影响大豆单株产量的性状均与大豆单叶感染烟粉虱的平均数有一定的正相关关系, 而大豆的单株粒重作为以上各性状的综合结果故表现出显著的正相

表 4 大豆单叶感染烟粉虱平均数与植株性状的相关性

Table 4 Pearson correlation between the number of whitefly nymphs and soybean plant traits

	株高 Height(cm)	主茎节数 Number of nodes	茎粗 Stem diameter (cm)	分枝数 Branches number
单叶烟粉虱平均数 Mean of whitefly per leaf	-0.060	-0.055	0.282**	-0.073

表 5 大豆单叶感染烟粉虱平均数与产量性状的相关性

Table 5 Pearson Correlations between the number of whitefly nymphs and soybean yield traits

	总荚数 Total of pods per plant	单株粒数 Seed number per plant	百粒重 100 seeds weight (g)	单株粒重 Seed weight per plant (g)
单叶烟粉虱平均数 Mean of whitefly per leaf	0.082	0.101	0.038	0.165*

关关系。

## 2.6 烟粉虱抗性与大豆荚部性状的关系

荚长、荚宽是构成大豆荚部性状的主要因素。相关分析表明,大豆感染烟粉虱的平均数量与荚长、荚宽之间均呈正相关,但均未达到显著水平(表6)。说明大豆的荚部性状与烟粉虱抗性之间的关系较小。

表6 大豆单叶感染烟粉虱平均数与荚部性状的相关系数  
Table 6 Pearson Correlations between the mean of whitefly nymphs and soybean pod traits

	荚长 Node length (cm)	荚宽 Node width (cm)
单叶平均烟粉虱数 Mean of whitefly nymphs per leaf	0.123	0.071

## 2.7 烟粉虱抗性与大豆籽粒品质的关系

蛋白质含量和脂肪含量是大豆籽粒品质的两个主要指标。相关分析表明,大豆单叶感染烟粉虱的平均数与大豆籽粒的蛋白质含量呈显著的正相关,与脂肪含量的相关性未达到显著水平(表7)。说明蛋白质含量越高,大豆感染的烟粉虱越多。这可能是由于大豆的蛋白质含量越高,越利于烟粉虱的生长发育,在其它性状相同的情况下对烟粉虱的抗性就越弱。

表7 大豆单叶感染烟粉虱平均数与籽粒品质的相关系数  
Table 7 Pearson Correlation between the mean of whitefly nymphs and soybean seed chemical quality

	蛋白质含量 Protein content (%)	脂肪含量 Fat content (%)
单叶平均烟粉虱数 Mean of whitefly nymphs per leaf	0.166*	0.009

## 3 讨论

3.1 不同结荚习性大豆品种感染烟粉虱的数量存在较大差异,有限结荚习性品种感染烟粉虱最多,亚有限结荚习性品种次之,无限结荚习性品种最少。这可能是由于不同结荚习性大豆品种的叶片大小、叶片形状、植株形态等存在较大差异,烟粉虱危害程度也不相同。本研究的结果说明选育亚有限结荚习性大豆品种,既可以增强对烟粉虱的抗性,又可以较大幅度地保留有限结荚习性大豆品种的优良农艺性状。

3.2 大豆的株型是一种复杂性状,由主茎性状、分枝性状、主茎与分枝的关系等组成。大豆的株型对产量、抗逆性、适应性等均有一定影响。本研究的结果说明大豆的株型性状与烟粉虱抗性之间也有一定关系。株

高、主茎节数、分枝数与单叶感染烟粉虱的平均数之间呈负相关,而茎粗与单叶感染烟粉虱的平均数之间呈极显著的正相关,所以在选育抗烟粉虱的大豆品种时可综合利用这种关系,实现性状间的有机结合。

3.3 产量是一种复杂性状,受结荚习性、株型等多种因素影响。大豆对烟粉虱的抗性也是一种复杂性状,同样受到结荚习性、株型等多种因素的影响。产量与烟粉虱抗性之间的关系也应受多种因素影响,是一种复杂的关系。本研究的结果表明大豆单叶感染烟粉虱的平均数与单株粒重之间呈正相关。这可能是由大豆的结荚习性、株型、产量等多种性状综合作用的结果。由于本研究对影响大豆产量的其它因素分析较少,确切了解烟粉虱抗性与大豆产量性状的关系还有待进一步研究。

3.4 烟粉虱数与大豆籽粒的蛋白质含量呈显著的正相关。蛋白质含量越高,大豆感染的烟粉虱越多。这一结果与徐冉等<sup>[22]</sup>的研究结果相一致。所以选育抗烟粉虱的高蛋白大豆品种应综合利用结荚习性、株型等性状,以提高高蛋白品种对烟粉虱的抗性。

## 4 结论

综合分析以上结果可见,大豆对烟粉虱的抗性是一种十分复杂的性状,受结荚习性、株型、产量性状、籽粒品质等多种因素影响。选育抗烟粉虱的大豆品种应综合运用结荚习性、株型等农艺性状,也应协调好抗性与高产、优质的关系。

致谢:对中国农业科学院作物科学研究所邱丽娟研究员为本研究提供大豆种质和山东省农业科学院作物研究所王建成博士帮助进行统计分析一并致谢!

## References

- [1] Liu S S, De Barro P J, Xu J, Luan J B. Asymmetric mating interactions drive widespread invasion and displacement in a whitefly. *Science*, 2007, 10: 1126-1131.
- [2] 林克剑, 吴孔明, 魏洪义, 郭子元. 烟粉虱在不同寄主作物上的种群动态及化学防治. *昆虫知识*, 2002, 39(4): 284-288.  
Lin K J, Wu K M, Wei H Y, Guo Y Y. Population dynamics of *Bemisia tabaci* on different host plants and its chemical control. *Entomological Knowledge*, 2002, 39(4): 284-288. (in Chinese)
- [3] 孔双艳, 胡敦孝. 几种药剂对B型烟粉虱的毒力及药效测定. *植物保护*, 2001, 27(4): 23-25.  
Kong S Y, Hu D X. Determination of the toxicity and efficacy of

- several insecticides to B-type *Bemisia tabaci*. *Plant Protection*, 2001, 27(4): 23-25. (in Chinese)
- [4] 张芝利, 罗 晨. 我国烟粉虱的发生危害和防治对策. 植物保护, 2001, 27(2): 25-30.
- Zhang Z L, Luo C. Occurrence and control countermeasures of *Bemisia tabaci* (Gennadius) in China. *Plant Protection*, 2001, 27(2): 25-30. (in Chinese)
- [5] 赵 莉, 张 荣, 肖 艳, 崔元玕, 黄 伟. 危害棉花的重要害虫烟粉虱在新疆发现. 新疆农业科学, 2000, (1): 27-28.
- Zhao L, Zhang R, Xiao Y, Cui Y Y, Huang W. Whitefly the serious cotton pest was Found in Xinjiang. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2000, (1): 27-28. (in Chinese)
- [6] 吴孔明, 徐 广, 郭予元. 华北北部地区棉田烟粉虱成虫季节性动态. 植物保护, 2001, 27(2): 14-15.
- Wu K M, Xu G, Guo Y Y. Seasonal population dynamics of tobacco whitefly adult on cotton in Northern China. *Plant Protection*, 2001, 27(2): 14-15. (in Chinese)
- [7] 徐维红, 朱国仁, 张友军. 烟粉虱在七种寄主植物上的生命表参数分析. 昆虫知识, 2003, 40(5): 453-455.
- Xu W H, Zhu G R, Zhang Y J. An analysis of the life table parameters of *Bemisia tabaci* feeding on seven species of host plants. *Entomological Knowledge*, 2003, 40(5): 453-455. (in Chinese)
- [8] 陈庆恩, 白金铠. 中国大豆病虫害图志. 长春: 吉林科学技术出版社, 1987: 194-195.
- Chen Q E, Bai J K. *An Illustrated Handbook of Soybean Diseases and Insect Pests in China*. Changchun: Jilin Science and Technology Press, 1987: 194-195. (in Chinese)
- [9] 崔旭红, 谢 明, 万方浩. 短时高温暴露对 B 型烟粉虱和温室白粉虱存活以及生殖适应性的影响. 中国农业科学, 2008, 41(2): 424-430.
- Cui X H, Xie M, Wan F H. Effects of brief exposure to high temperature on survival and fecundity of two whitefly species: *Bemisia tabaci* B-biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Scientia Agricultura Sinica*, 2008, 41(2): 424-430. (in Chinese)
- [10] Palumbo C, Toscano N C, Yashida H A. Impact of *Bemisia whiteflies* (Homoptera: Aleyrodidae) on alfalfa growth, forage yield, and quality. *Journal of Economic Entomology*, 2000, 93(6): 1688-1694.
- [11] Hong Y, Wang X, Tian B. Chinese squash leaf curl virus: a new whitefly-transmitted geminivirus. *Science China B*, 1995, 38(2): 178-186.
- [12] Yin Q, Yang H, Gong Q. Tomato yellow leaf curl China virus: monopartite genome organization and agroinfection of plants. *Virus Research*, 2001, 81(1-2): 69-76.
- [13] Huang J, Polaszek A. A revision of the Chinese species of Encarsia Forster: parasitoids of whiteflies, scales and aphids. *Journal of Natural History*, 1998, 32: 1825-1966.
- [14] Ioannou N. Cultural management of tomato yellow leaf curl disease in Cyprus. *Plant Pathology*, 1987, 36: 367-373.
- [15] Gorman K, Hewitt F, Denholm I. New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. *Pest Management Science*, 2002, 58(2): 123-130.
- [16] Kranthi K R, Jadhav D R, Wanjarri R R. Carbamate and organophosphate resistance in cotton pests in India 1995-1999. *Bulletin of Entomological Research*, 2001, 91(1): 37-46.
- [17] Pérez C J, Alvarado P, Narváez C, Miranda F, Hernández L, Vanegas H, Hruska A, Shelton A M. Assessment of insecticide resistance in five insect pests attacking field and vegetable crops in Nicaragua. *Journal of Economic Entomology*, 2000, 93(6): 1779-1787.
- [18] Ahmad M, Arif M I, Ahmad Z. Cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance to organophosphate and pyrethroid insecticides in Pakistan. *Pest Management Science*, 2002, 58(2): 203-208.
- [19] Smith W C. Registration of TAM88G-104 high-yielding upland cotton germplasm. *Crop Science*, 2001, 41: 1369-1370.
- [20] Smith W C. Registration of TAM90C-19s and TAM90J-57s silverleaf whitefly resistant upland cotton germplasm. *Crop Science*, 2001, 41: 1372-1373.
- [21] Percy R G. Registration of PS-6ne, PS-6L, PS-6neL, P62ne, P62L and P62neL extra-long staple cotton germplasm. *Crop Science*, 2001, 41: 602-603.
- [22] 徐 冉, 张礼凤, 王彩洁, 王金龙. 抗烟粉虱大豆种质资源筛选和抗性机制初探. 植物遗传资源学报, 2005, 6(1): 56-62.
- Xu R, Zhang L F, Wang C J, Wang J L. Screening of soybean germplasm resistant to whitefly and the resistant mechanism. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2005, 6(1): 56-62. (in Chinese)
- [23] 张礼凤, 徐 冉, 王彩洁. 烟粉虱若虫在夏大豆植株上分布的研究. 大豆科学, 2006, 25(2): 188-191.
- Zhang L F, Xu R, Wang C J. Study on the distribution of whitefly nymphs on summer soybean plants. *Soybean Science*, 2006, 25(2): 188-191. (in Chinese)
- [24] 潘家驹. 作物育种学总论. 北京: 中国农业出版社, 1994: 115-174.
- Pan J J. *Crops Breeding*. Beijing: Chinese Agriculture Press, 1994: 115-174. (in Chinese)
- [25] 王连铮, 王金陵. 大豆遗传育种学. 北京: 科学出版社, 1992: 244-260.
- Wang L Z, Wang J L. *Soybean Genetics and Breeding*. Beijing: Science Press, 1992: 244-260. (in Chinese)