

不同玉米品种对截形叶螨种群参数的影响*

庞保平^{1**} 刘家骧² 周晓榕¹ 张瑞峰¹

(¹ 内蒙古农业大学农学院, 呼和浩特 010019; ² 内蒙古植保站, 呼和浩特 010010)

【摘要】 在室内 28±1 °C 条件下, 应用叶盘法研究了中单 2 号、农大 108、赤单 202 和巴丹 3 号 4 个不同玉米品种对截形叶螨种群参数的影响。结果表明, 在不同品种玉米上, 截形叶螨卵期、若螨期、产卵前期、成螨寿命、单雌产卵量、日均产卵量、净增殖率、周限增长率、内禀增长率、世代平均周期和种群加倍时间均有明显差异($P < 0.05$) ; 其孵化率为中单 2 号 95.8%、农大 108 94.0%、赤单 202 90.0% 和巴单 3 号 84.0% ; 幼、若螨期存活率相应地为 90.5%、84.0%、86.0% 和 72.0% ; 存活曲线均为 I 型。净增殖率在中单 2 号上最高为 41.4, 而在巴单 3 号上最低为 16.8; 中单 2 号是其最喜食的品种, 其次为农大 108, 再次为赤单 202, 对巴单 3 号的嗜食性最差。

关键词 截形叶螨 玉米 存活曲线 种群参数

文章编号 1001- 9332(2005)07- 1313- 04 中图分类号 Q968 文献标识码 A

Effects of corn cultivar on *Tetranychus truncatus* Ehara (Acarina: Tetranychidae) population parameters.
PANG Baoping¹, LIU Jiaxiang², ZHOU Xiaorong¹, ZHANG Ruifeng¹ (¹College of Agriculture, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China; ²Inner Mongolia Plant Protection Station, Huhhot 010010, China). - Chin. J. Appl. Ecol., 2005, 16(7): 1313~ 1316.

The laboratory study at 28 °C showed that on four different corn cultivars, the durations of ovum, nymph and pre oviposition, adult longevity, fecundity, egg production per day, net reproductive rate (R_0), finite rate of increase (λ), intrinsic rate of increase (r_m), mean generation time (T), and the days needed to double population size (DDP) of *Tetranychus truncatus* were significantly different. The hatching rate on *Zea mays* cv. Zhongdan 2, Nongda 108, Chidan 202 and Badan 3 was 95.8%, 94.0%, 90.0% and 84.0%, and the survival rate on these cultivars was 90.5%, 86.0%, 84.0%, and 72.0%, respectively. All the survival curves were of Deevey I . The net reproductive rate (R_0) was the highest on Zhongdan 2, and the lowest on Badan 3. The mite displayed a decreasing preference in order of Zhongdan 2> Nongda 108> Chidan 202> Badan 3.

Key words *Tetranychus truncatus*, Corn, Survival curve, Population parameters.

1 引言

玉米是我国北方地区重要的粮食和饲用作物之一, 随着农业产业结构调整和农区畜牧业不断发展, 玉米种植面积不断扩大, 成为农民增收的重要来源。但是, 随着玉米栽培面积的不断扩大以及高温干旱年份的增多, 从 20 世纪 80 年代以来, 玉米叶螨在我国北方玉米产区的危害日趋严重, 成为影响玉米生产的主要因素之一^[2, 11, 26, 27]。目前, 研究表明, 在我国北方地区为害玉米的叶螨有 3 种: 截形叶螨(*Tetranychus truncatus*)、朱砂叶螨(*Tetranychus cinnabarinus*)和二斑叶螨(*Tetranychus urticae*), 其中截形叶螨在多数地区均为优势种^[2, 12, 26, 27]。该螨也是我国棉花、大豆等大田作物及黄瓜、菜豆、茄子等蔬菜的主要害螨之一。目前, 关于截形叶螨的研究, 多集中于研究不同温度、光照时间对其生长发育、繁殖及滞育的影响^[4~6, 13, 14]以及生物学特性^[10]、空间格局^[1]、药剂防治^[18, 28]等。庞保平等^[19]曾研究了不同种类寄主

植物对其生长发育和繁殖的影响, 金达生等^[7]曾对玉米不同品种(系)对截形叶螨的田间抗性进行了初步鉴定, 而关于不同玉米品种(系)对截形叶螨生长发育和繁殖的影响的研究还不多见。为此, 作者在实验室内组建了截形叶螨在 4 个不同玉米品种上的生殖力表, 以期了解不同玉米品种对其生长发育及繁殖的影响, 探讨玉米对截形叶螨的抗性机制, 为玉米的抗螨育种提供必要的基础。

2 材料与方法

2.1 实验方法

供试寄主材料为内蒙地区常见的 4 个玉米品种: 农大 108、中单 2 号、赤单 202 和巴单 3 号。供试虫源采自内蒙古农业大学教学农场玉米田, 经鉴定后, 在室内盆栽菜豆上扩大繁殖备用。采摘供试不同玉米品种的中上部叶片, 将叶片

* 内蒙古自然科学基金资助项目(9903032)。

** 通讯联系人。

2004- 07- 27 收稿, 2004- 11- 19 接受。

剪为直径3 cm的叶盘,每种供试品种不少于50个,分别置于具吸水绵上铺吸水纸的二重皿内,叶背朝上,叶缘用湿润的脱脂棉条围住,皿中加水适量,构成隔离饲养台。每叶盘接入成螨两对,置于28±1℃的光照培养箱中,使其产卵24 h,将成螨剔除,每叶盘上只留1粒卵进行观察。此后每日观察记载各螨态历期及死亡情况,成螨羽化后,进行雌雄配对饲养,每日观察记载产卵量,直至死亡,并及时加水和定期更换叶片。

2.2 分析方法

根据实验数据,采用Birch(1948)和Laing(1969)改进的方法组建截形叶螨生殖力表^[3];存活曲线应用Pinder(1978)提出的Weibull分布进行拟合^[20],公式为:存活率 $S_p(t) = \exp[-(t/b)^c]$, $t, b, c > 0$,其中 b 为尺度参数, c 为形状参数。当 $c > 1$ 时,存活曲线为I型;当 $c = 1$ 时,存活曲线为II型;当 $c < 1$ 时存活曲线为III型。如果 c 值相同, b 值越大,存活率越高。所有数据分析和拟合均应用DPS统计分析软件进行^[21]。

3 结果与分析

3.1 不同玉米品种对截形叶螨生长发育的影响

截形叶螨在不同玉米品种上各螨态发育历期见表1。截形叶螨幼螨期、产卵期、产卵后期和世代历期在4个供试玉米品种间的差异不显著($P > 0.05$),而卵期、若螨期、产卵前期和成螨寿命在供试玉米品种间存在显著差异($P < 0.05$)。成螨寿命在农大108上最长(21.0 d),其次为中单2号(19.9 d),再次为赤单202(19.0 d),最短为巴单3号(16.7 d),四者之间存在显著差异($P < 0.05$)。成螨在4个玉米品种上的产卵前期,也存在显著差异($P < 0.05$),农大108的产卵前期为1.2 d,中单3号为1.4 d,远大于赤单202的0.5 d和巴单3号的0.6 d。成螨的后若螨期在农大108上最短(1.6 d),与其它三者间存在显著差异($P < 0.05$)。另外,截形叶螨在4个不同玉米品种上的孵化率也有较大差异,赤单202为90.0%、巴单3号为84.0%,均显著低于农大108(94.0%)和中单2号(95.8%)。截形叶螨的存活率在中单2号上最高(90.5%),其次为赤单202(86.0%)、农大108(84.0%)、巴单3号(72.0%)。综上所述,4个供试玉米品种中,最适合截形叶螨生长发育和存活的品种为中单2号,其次为农大108、赤单202、巴单3号。

3.2 截形叶螨在不同玉米品种上的存活曲线类型

由生命表资料得到截形叶螨在4个不同玉米品种上的存活曲线(图1)。应用Weibull分布很好地拟合了截形叶螨在4个供试品种上的存活曲线(表2)。从

表1 截形叶螨在不同玉米品种上的发育历期、存活率和繁殖力(28±1℃)

Table 1 Developmental duration, survival rate and fecundity of *Tetranychus truncatus* reared with different corn cultivars at 28±1℃

发育阶段 Stage	农大108 Nongda 108	中单2号 Zhongdan 2	赤单202 Chidan 202	巴单3号 Badan 3
卵历期 Egg duration(d)	3.6±0.6 ab	3.8±0.7 a	3.7±0.7 ab	3.3±0.5 b
孵化率 Hatching rate(%)	94.0	95.8	90.0	84.0
幼螨期 Larval duration(d)	2.5±1.1 a	2.6±1.1 a	2.2±0.8 a	2.1±0.5 a
前若螨期 Pre nymph duration(d)	1.8±0.9 b	1.8±0.8 ab	2.3±0.5 ab	2.4±0.5 a
后若螨期 Post nymph duration(d)	1.6±0.6 c	2.1±0.6 a	2.2±0.4 b	2.2±0.4 b
存活率 Survival rate(%)	84.0	90.5	86.0	72.0
产卵前期 Pre oviposition duration(d)	1.2±0.9 a	1.4±0.6 a	0.5±0.6 b	0.6±0.9 b
产卵期 Oviposition duration(d)	16.0±3.7 a	15.8±6.7 a	18.5±4.5 a	15.4±5.8 a
产卵量 Eggs laid	89.7±26.9 a	90.7±44.2 a	65.2±24.7 b	43.3±14.3 c
日均产卵量 Daily mean eggs laid	5.5±1.5 a	5.6±1.9 a	3.5±1.1 b	2.8±0.8 c
产卵后期 Post oviposition duration(d)	2.4±1.7 a	2.7±2.4 a	2.4±0.9 a	2.7±1.1 a
世代历期 Generation duration(d)	10.8±1.3 a	11.6±1.6 a	10.9±1.3 a	10.7±1.3 a
成螨寿命 Adult longevity(d)	21.0±4.6 a	19.9±7.8 b	19.0±4.6 bc	16.7±5.1 c

注:表中数据是平均数±标准差。数据后字母相同者,表示经邓肯氏多重比较法检验差异不显著($P > 0.05$)。The data in the table are mean±SD. The means in a row followed by same letter are not significantly different at $P > 0.05$ by the Duncan's multiple range test.

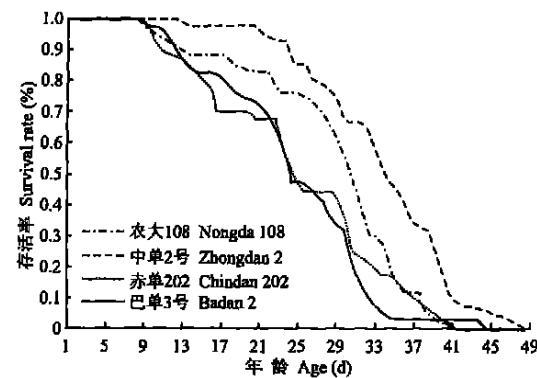


图1 截形叶螨在4个不同玉米品种上的存活曲线

Fig.1 Survival curves of *Tetranychus truncatus* reared with four different corn cultivars.

表2 截形叶螨在不同玉米品种上存活曲线模型的参数估计

Table 2 Estimation of parameters of the survival curve models for *T. truncatus*

参数 Parameters	农大108 Nongda 108	中单2号 Zhongdan 2	赤单202 Chidan 202	巴单3号 Badan 3
b±SE	30.44±0.29	33.36±0.35	26.62±0.26	25.75±0.22
c±SE	4.53±0.26	3.58±0.18	2.61±0.10	3.40±0.13
R ²	0.9763**	0.9779**	0.9876**	0.9909**

b为尺度参数,c为形状参数。The parameter b and c are scale parameter and shape parameter, respectively, following Pinder's survival curve model. ** $P < 0.01$.

表2可知,截形叶螨在所有供试寄主材料上的形状参数c值均大于1,说明其存活曲线均为I型,即截形叶螨的死亡主要发生于其生长发育的后期。不同玉米品

种上 c 值差异性检验表明, 除中单 2 号与巴单 3 号上 c 值差异不显著外 ($t = 0.8107, P > 0.05$), 其它玉米品种上 c 值之间差异均达到显著或极显著水平, 说明截形叶螨在中单 2 号和巴单 3 号上的存活曲线最为相近, 而其它玉米品种之间存在较大差异。另外, 从表 2 可知, 截形叶螨在不同玉米品种上的尺度参数的差异也极显著 ($P < 0.01$), 其大小依次为中单 2 号、农大 108、赤单 202 和巴单 3 号, 说明截形叶螨在中单 2 号上的存活率最高, 其次为农大 108、赤单 202、巴单 3 号。

3.3 不同玉米品种对截形叶螨生殖力的影响

方差分析表明, 截形叶螨在 4 个供试玉米品种上的单雌产卵量和日均产卵量存在显著差异 ($P < 0.05$), 而在产卵期上无显著差异(表 1)。单雌产卵量在中单 2 号上最高 (90.7 粒), 其次为农大 108 (89.7 粒)、赤单 202 (65.2 粒)、巴单 3 号 (43.3 粒); 日均产卵量在中单 2 号上最多 (5.6 粒), 其次为农大 108 (5.5 粒)、赤单 202 (3.5 粒)、巴单 3 号 (2.8 粒)。

根据截形叶螨在 4 个不同玉米品种上的饲养结果, 组建了截形叶螨实验种群生殖力表(略)。由生殖力表资料可得截形叶螨在 4 个不同玉米品种上的生殖力表参数(表 3)。从表 3 可知, 截形叶螨种群净增殖率 (R_0) 在中单 2 号上最大, 为 41.4, 即截形叶螨在中单 2 号上每世代增长 40.4 倍, 其次为农大 108, 再次为赤单 202, 最小为巴单 3 号, 仅为 16.8 倍。世代平均周期 (T) 的大小顺序为中单 2 号、农大 108、赤单 202 和巴单 3 号。内禀增长率 (r_m) 和周限增长率 (λ) 大小排列顺序与净增殖率不同, 大小依次为农大 108、中单 2 号、赤单 202 和巴单 3 号, 这主要是因为在农大 108 上的世代平均周期比中单 2 号短造成的。种群加倍时间与内禀增长率大小正好相反, 在巴单 3 号上最长, 为 4.1 d。上述分析表明, 在供试的 4 个不同玉米品种中, 巴单 3 号是最不适合截形叶螨生长发育和繁殖的玉米品种。

表 3 截形叶螨在不同玉米品种上的种群参数

Table 3 Population parameters in fecundity table of *T. trunatus* reared with different corn cultivars

参数 Parameters	农大 108 Nongda 108	中单 2 号 Zhongdan 2	赤单 202 Chidan 202	巴单 3 号 Badan 3
净增殖率 (R_0)	37.6	41.4	22.3	16.8
周限增长率 (λ)	1.2221	1.2035	1.1928	1.1850
内禀增长率 (r_m)	0.2006	0.1852	0.1763	0.1698
世代平均周期 (T) (d)	18.1	20.1	17.6	16.6
种群加倍时间 (DDP*) (d)	3.5	3.7	3.9	4.1

* DDP: Days taken for doubling population size.

4 讨 论

研究表明, 截形叶螨幼螨期、产卵期、产卵后期和

世代历期在 4 个不同玉米品种间的差异不显著, 而其存活率、成螨寿命、产卵量及增殖率却存在显著差异。这说明不同玉米品种主要影响截形叶螨的存活和繁殖, 而对其生长发育影响不大。另外, 作者在相同温度下比较了黄瓜、菜豆、大豆、茄子和玉米 5 种不同种类的寄主植物对截形叶螨生长发育及繁殖的影响, 结果只有卵期和后若螨期在不同种类寄主植物间差异不显著, 其余各螨态历期均存在显著差异^[19], 说明不同种类寄主植物对截形叶螨的影响大于同种植物不同品种的影响。这很可能是因为不同种类植物的营养物质和次生物质间的差异大于同一种类的不同品种的差异所致。虽然截形叶螨在 4 个玉米品种上的存活曲线均为 I 型, 即截形叶螨的死亡多发生于成螨阶段, 但由于不同品种对其生长发育及繁殖影响不同, 因而表现为其形状参数 c 和尺度参数 b 在不同品种间存在一定差异。

金达生等^[7]对 30 个玉米种质资源进行了人工接螨抗性鉴定, 结果表明, 中单 2 号受害重为高感品种。张建文等^[27]认为, 玉米截形叶螨在张掖地区猖獗成灾的原因, 可能与 20 世纪 80 年代以来该地区大面积推广种植中单 2 号玉米品种有关。本项研究表明, 截形叶螨在 4 个供试玉米品种上的种群参数存在显著差异, 其在中单 2 号上的存活率和产卵量均高于其它 3 个品种, 中单 2 号是在供试的 4 个玉米品种中最适合截形叶螨生长发育和繁殖的品种。另外, 在供试的 4 个玉米品种中, 截形叶螨对巴单 3 号的嗜食性最差, 这与巴单 3 号在田间受害程度相对较低是一致的。

植物次生化合物是其体内重要的抗性物质, 在植物与昆虫的相互关系中起着重要的作用^[8]。丁布是一种广泛存在于禾本科植物中的氯肪酸类次生化合物^[16, 17], 在玉米中的含量很高^[23, 24], 其含量在不同玉米品种间存在很大差异^[15]。研究表明, 玉米体内丁布含量与玉米对欧洲玉米螟(*Ostrinia nubilalis*)、亚洲玉米螟(*O. furnacalis*)和玉米蚜(*Rhopalosiphum maidis*)的抗性有关^[25], 丁布对玉米螟的抗性机制为抗生素^[9]。单宁酸也是一种重要的植物次生化合物, 王海波等^[22]研究了茄子叶片单宁酸含量与朱砂叶螨种群数量动态的关系, 发现单宁酸对朱砂叶螨有抑制作用。但是, 关于丁布、单宁酸等植物次生化合物与玉米抗螨的关系, 目前未见有过研究报道, 今后应加强这方面的工作。

参考文献

1998. Study on the space pattern and subsampling technique of corn leaf mites. *Acta Univ Agric Boreal Occident* (西北农业大学学报), **26**(2): 31~ 36 (in Chinese)
- 2 Chen Z J(陈志杰), Zhang S L(张淑莲), Zhang M R(张美荣), et al. 1999. On the bionomics and ecological control tactics of *Tetranychus truncatus* Ehara in corn field in Shaanxi Province. *Acta Phytophyl Sin* (植物保护学报), **26**(1): 7~ 12 (in Chinese)
- 3 Ding Y Q(丁岩钦). 1994. Insect Mathematical Ecology. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- 4 Fan L Q(范丽清), Lu L S(吕龙石), Jin D Y(金大勇). 2000. Effect of temperature and light length on growing of male *Tetranychus truncatus* Ehara. *J Jilin Agric Sci* (吉林农业科学), **26**(1): 14~ 16 (in Chinese)
- 5 Huang R H(黄荣华), Kuang H Y(匡海源). 1991. The photoperiod response of *Tetranychus truncatus* Ehara. *Ent Knowl* (昆虫知识), **28**(1): 12~ 14 (in Chinese)
- 6 Huang R H(黄荣华), Kuang H Y(匡海源). 1992. The effects of temperature on the development and reproduction of *Tetranychus truncatus* Ehara. *Acta Phytophyl Sin* (植物保护学报), **19**(1): 17~ 21 (in Chinese)
- 7 Jin D S(金达生), Shang Y X(商玉霞), Liu X M(刘旭明), et al. 1993. Identification of resistance to corn spider mite in corn germplasm resource. *Plant Prot* (植物保护), **19**(4): 26 (in Chinese)
- 8 Kong C H(孔垂华). 2002. Frontier fields of plant chemical ecology in the 21st century. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **13**(3): 349~ 353 (in Chinese)
- 9 Li Q(李庆), Yang Q F(杨群芳). 2000. Roles of hydroxamic acids in plant resistance against insect. *J Sichuan Agric Univ* (四川农业大学学报), **18**(4): 374~ 376 (in Chinese)
- 10 Li X J(李向军), Weng X J(温秀军), Sun S J(孙士军). 1998. Study on the bionomics of *Tetranychus truncatus* Ehara. *For Pest Disease* (森林病虫通讯), **(3)**: 3~ 4 (in Chinese)
- 11 Liu J X(刘家骥), Zhou W M(周惟敏), Sun H Z(孙洪章), et al. 1999. A primary study on the occurrence and control of the corn mite. *Inner Mongolia Agric Sci Technol* (内蒙古农业科技), **(6)**: 17~ 18 (in Chinese)
- 12 Lu L S(吕龙石), Jin D Y(金大勇), Piao J(朴锦). 2002. Damage and control of *Tetranychus* in the crops of Yanbian area. *J Agric Sci Yanbian Univ* (延边大学农学学报), **24**(1): 10~ 15 (in Chinese)
- 13 Meng R X(孟瑞霞), Zhao J X(赵建兴), Liu J X(刘家骥), et al. 2001. Diapause induction in the spider mite (*Tetranychus truncatus* Ehara) on corn (Acarina: Tetranychidae). *Inner Mongolia Agric Sci Technol* (内蒙古农业科技), **(3)**: 4~ 6 (in Chinese)
- 14 Meng R X(孟瑞霞), Liu J X(刘家骥), Yang B S(杨宝胜), et al. 2001. Effects of photoperiod on development and fecundity of *Tetranychus truncatus* Ehara (Acarina: Tetranychidae). *Acta Agric Borealis-Sin* (华北农学报), **16**(2): 113~ 118 (in Chinese)
- 15 Nie G R(聂呈荣), Luo S M(骆世明), Zeng R S(曾任森), et al. 2004. Research advance in cyclic hydroxamic acids, main allelochemicals of *Zea mays*. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **15**(6): 1079~ 1082 (in Chinese)
- 16 Niemeyer H M. 1988. Hydroxamic acid (4-hydroxy-1,4-benzonaphthalene) defense chemicals in the Gramineae. *Phytochemistry*, **27**: 3349~ 3359
- 17 Niemeyer H M. 1988. Hydroxamic acid content of *Triticaceae* species. *Euphytica*, **37**: 389~ 393
- 18 Pang B P(庞保平), Liu J X(刘家骥), Zhao Q(赵强), et al. 2003. Experimental studies on the control of *Tetranychus truncatus* Ehara on corn. *J Inner Mongolia Agric Univ* (内蒙古农业大学学报), **24**(4): 60~ 63 (in Chinese)
- 19 Pang B P(庞保平), Zhou X R(周晓榕), Shi L(史丽), et al. 2004. Performance of *Tetranychus truncatus* Ehara (Acarina: Tetranychidae) reared with different host plants. *Acta Ent Sin* (昆虫学报), **47**(1): 55~ 58 (in Chinese)
- 20 Pinder J E. 1978. The Weibull distribution: A new method of summarizing survivorship data. *Ecology*, **59**(5): 175~ 179
- 21 Tang Q Y(唐启义), Feng M G(冯明光). 2002. DPS Data Processing System for Practical Statistics. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- 22 Wang H B(王海波), Wu Q H(吴千红), Gao W D(高闻达). 1993. Studies on *Tetranychus annabarinus Solanum melongena* interaction system I. Relationship between population dynamics of red spider and tannic acid fluctuation in plant leaves. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **4**(2): 174~ 177 (in Chinese)
- 23 Xie Y, Arnason J T, Philogene B J R, et al. 1991. Distribution and variation of cyclic hydroxamic acids and compounds in maize (*Zea mays*) root system. *Can J Bot*, **69**: 677~ 681
- 24 Xie Y, Arnason J T, Philogene B J R, et al. 1992. Variation of hydroxamic acid content in maize roots in relation to geographic origin of maize germplasm and resistance to western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). *J Econ Ent*, **85**: 2478~ 2485
- 25 Yan F M(阎凤鸣). 1995. Research advances on DIM BOA. *Ent Knowl* (昆虫知识), **32**(3): 178~ 180 (in Chinese)
- 26 Zhang G F(张桂芬), Shen X C(申效诚), Kong J(孔健), et al. 1989. Occurrence and control threshold of corn mites. *Plant Prot* (植物保护), **15**(4): 11~ 13 (in Chinese)
- 27 Zhang J W(张建文), He X C(何新春), Yuan W Y(袁万宜), et al. 1997. A study on the occurrence and control of *Tetranychus truncatus* Ehara in Zhangye region. *Gansu Agric Sci Technol* (甘肃农业科技), **(1)**: 34~ 35 (in Chinese)
- 28 Zhang X H(张仙红), Wang J M(王建明), Wu S A(武三安), et al. 2001. Studies on the control effects of four insecticides on *Tetranychus truncatus* Ehara in summer soybean field. *Pesticides* (农药), **40**(5): 26~ 27 (in Chinese)

作者简介 庞保平,男,1963年11月生,博士,教授,博士生导师。主要从事昆虫生态与害虫综合治理的教学与研究工作。发表学术论文30多篇,出版教材4部。E-mail: pangbp@imau.edu.cn