

豆荚野螟对豇豆不同器官的产卵选择性研究

田 忠, 汪海洋, 王小平*

(昆虫资源利用与害虫可持续治理湖北省重点实验室, 华中农业大学植物科学技术学院, 武汉 430070)

摘要 豆荚野螟对寄主不同器官具有产卵选择行为, 已有的产卵选择性研究尚未明确豆荚野螟对寄主花、蕾以及其他器官的产卵选择性差异。本研究调查了盛花初期和盛花期豇豆花、蕾、茎尖、叶片和豆荚上豆荚野螟的卵粒分布情况, 在此基础上设计室内豆荚野螟对盛花期豇豆器官的产卵选择性试验。结果表明, 有 54.1% 的卵粒分布在盛花期的豇豆蕾上, 并且蕾上的平均卵量显著高于花、茎尖、豆荚和叶片上的卵量。本研究结果证实了豆荚野螟对寄主不同器官具有显著的产卵选择性, 进一步明确了豆荚野螟偏好于在寄主蕾上产卵的特性, 为豆荚野螟的综合治理提供了理论指导。

关键词 豆荚野螟; 豇豆; 产卵选择

中图分类号: S 436.43 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.05.016

Oviposition preference of *Maruca vitrata* (Lepidoptera: Crambidae) in different organs of cowpeas, *Vigna unguiculata*

Tian Zhong, Wang Haiyang, Wang Xiaoping

(Hubei Province Key Laboratory of Insect Resources Utilization and Sustainable Pest Management, College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract *Maruca vitrata* lays eggs selectively in different organs of the host plant, and the difference of oviposition preference among flower, bud and other organs is still unclear. In this study, we investigated the distribution of eggs in the cowpea flower, bud, shoot tip, leaf and bean pod in the early flowering stage and flowering stage, and designed an oviposition preference experiment. The results showed that 54.1% of total eggs distributed on the bud in the flowering stage, and the average eggs on the bud were significantly higher than that on the flower, shoot tip, bean pod and leaf. In this study, we confirmed that *M. vitrata* had different oviposition preferences on different organs of the host plant. We further clarified that *M. vitrata* preferred to lay eggs on the bud than on other organs, which provides the theoretical guidance for integrated management of *M. vitrata*.

Key words *Maruca vitrata*; cowpea; oviposition preference

许多植食性昆虫对寄主的不同器官具有显著的产卵选择行为^[1-2], 雌虫通过选择适宜的产卵场所来保证后代的存活和生长发育, 使得其种群得以延续^[3]。探明植食性农业害虫的产卵选择规律, 并据此制定相应的防治措施可以有效降低下一代虫口基数, 减轻农业经济损失^[4]。因此, 研究植食性昆虫尤其是农业害虫的产卵选择行为一直受到植物保护工作者的广泛关注。

豆荚野螟 *Maruca vitrata* (Fabricius) 别名豇豆荚螟, 属鳞翅目 Lepidoptera, 草螟科 Crambidae, 是豆类蔬菜上一种重要的钻蛀性害虫^[5-7]。豆荚野螟

多在寄主的花(蕾)上产卵^[8-11], 其初孵幼虫钻入花器吐丝结成虫苞, 高龄幼虫钻蛀并取食豆荚造成危害^[12-13]。田间调查豆荚野螟卵粒在豇豆 *Vigna unguiculata* 上的分布情况, 发现大部分卵粒分布在花托^[6]、蕾^[10]或花萼凹陷处^[11], 少量卵粒分布在茎尖、叶片或豆荚上^[14]。这些研究结果暗示了豆荚野螟对寄主不同器官具有产卵选择性, 且对花或蕾的选择性最高。Jackai^[9]的研究表明, 田间约 50% 的卵粒分布在豇豆花和蕾上, 但花上的卵量高于蕾, 而 Sharma 等^[10]报道, 蕾是豆荚野螟最佳的产卵地点。因此, 豆荚野螟对寄主花和蕾等器官的产卵选择性

收稿日期: 2016-09-11

修订日期: 2017-02-07

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0201008); 国家自然科学基金(30971911)

* 通信作者 E-mail: xpwang@mail.hzau.edu.cn

仍有待于进一步明确。

本研究调查了田间豇豆上豆荚野螟卵粒的分布情况,并在室内研究了豆荚野螟成虫对豇豆不同器官的产卵选择性。现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 虫源及饲养

2010年7月于武汉市东西湖区慈惠农场(114°06'E,30°59'N)的豇豆田块中,采集豆荚野螟的老熟幼虫,利用人工饲料在室内饲养扩繁,建立实验室种群。饲养温度为 $(27\pm 1)^{\circ}\text{C}$,光周期 L//D=14 h//10 h,相对湿度(RH)60%±10%。人工饲料配方和具体饲养方法参考 Wang 等的研究^[15]。

1.2 试验方法

1.2.1 豆荚野螟的卵粒在豇豆不同器官上分布的田间调查

为了解豆荚野螟对寄主器官的产卵选择性,于豇豆盛花初期(2015年7月18日)和盛花期(2015年8月2日),在武汉市东西湖区慈惠农场调查豇豆植株上豆荚野螟卵粒的分布情况。田间调查采用五点取样法,每样点分别摘取已开放的花(带花梗)、未开放的蕾(带花梗)、长约5~10 cm的茎尖、叶片和长约5~10 cm的豆荚各30个带回实验室,在体视显微镜(SMZ-t4,重庆奥特光学仪器有限责任公司)下统计各器官上的豆荚野螟卵粒数量,计算样本器官携卵率^[14]。

携卵率(%)=[携带豆荚野螟卵粒的样本器官数/供试豇豆器官的总样本量(150)]×100。

1.2.2 豆荚野螟对寄主和非寄主的产卵选择性

豆荚野螟产卵选择性试验在纱网养虫笼(长×宽×高=50 cm×40 cm×30 cm)中进行。将不同的植物器官用细线分别悬挂在纱网养虫笼中,悬挂高度为养虫笼高度的一半,用于豆荚野螟产卵选择性试验。

为明确产卵选择性试验装置的有效性,首先比较豆荚野螟在上述产卵装置内对寄主植物和非寄主植物的产卵选择性。从田间摘取新鲜的豇豆(寄主植物)蕾及叶片、茄子 *Solanum melongena* (非寄主植物)蕾和甘薯 *Ipomoea batatas* (非寄主植物)叶片若干带回室内,并用保鲜膜包裹湿棉球对植物器官保湿。在体视显微镜下观察各器官,选择没有豆荚野螟卵粒的植物器官进行此试验。试验设置三个处理,即分别在产卵装置中同时悬挂新鲜豇豆蕾和茄

子蕾各一朵、新鲜豇豆叶片和甘薯叶片各一片、新鲜豇豆蕾一朵和甘薯叶片一片,供豆荚野螟选择产卵。前期研究发现,豆荚野螟4~5日龄雌虫具有最高的交配率,并且其产卵高峰期在暗期开始后1 h内(未发表数据),因此本试验在暗期开始前将1头已交配的4日龄豆荚野螟雌虫放入产卵装置内产卵,暗期开始1 h后取出试虫和寄主器官,在体视显微镜下统计各样本器官的携卵量。试验重复21次。

1.2.3 豆荚野螟对豇豆不同器官的产卵选择性

为了比较豆荚野螟对豇豆不同器官的产卵选择性,在盛花期的豇豆田块摘取已开放的花、未开放的蕾、长约5~10 cm的茎尖、叶片和长约5~10 cm的豆荚若干带回室内,并用保鲜膜包裹湿棉球对各器官保湿。在体视显微镜下检查并选择无豆荚野螟卵粒的豇豆花、蕾各一朵、茎尖一个、叶片一片和豆荚一个,等距悬挂在产卵装置内。供试豆荚野螟选取及接虫方法同1.2.2,暗期开始1 h后取出试虫和各豇豆器官,在体视显微镜下统计各器官的携卵量。试验重复13次。

产卵选择率(%)=[有卵的样本器官数/试验重复数(13)]×100,卵粒分布百分比(%)=(某样本器官上的卵粒总数/所有供试样本器官上的卵粒总数)×100。

1.3 数据分析方法

试验数据采用 SPSS 11.5 统计软件(SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA)进行分析。豇豆不同器官上豆荚野螟的平均卵量采用单因素方差分析(One-Way ANOVA),用 Duncan 氏新复极差法对不同豇豆器官携卵量进行差异显著性比较。利用卡方测验检验豆荚野螟在产卵装置中对寄主或非寄主产卵选择性差异。 $P<0.05$ 示为差异显著, $P<0.01$ 示为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 田间豆荚野螟卵粒在寄主不同器官上的分布

2015年7月18日的调查结果表明,分布在花上的卵粒占总卵量的57.1%,蕾仅占21.4%;每花携卵 (4.8 ± 1.5) 粒(图1),显著高于其他几个器官的携卵量($F=5.01, df=4, 20, P<0.05$)。2015年8月2日的调查结果表明,分布在蕾上的卵量占总卵量的42.3%,而花上的比例为37.1%;豇豆花和蕾携卵量分别为 (8.2 ± 1.4) 和 (7.2 ± 0.5) 粒,显著

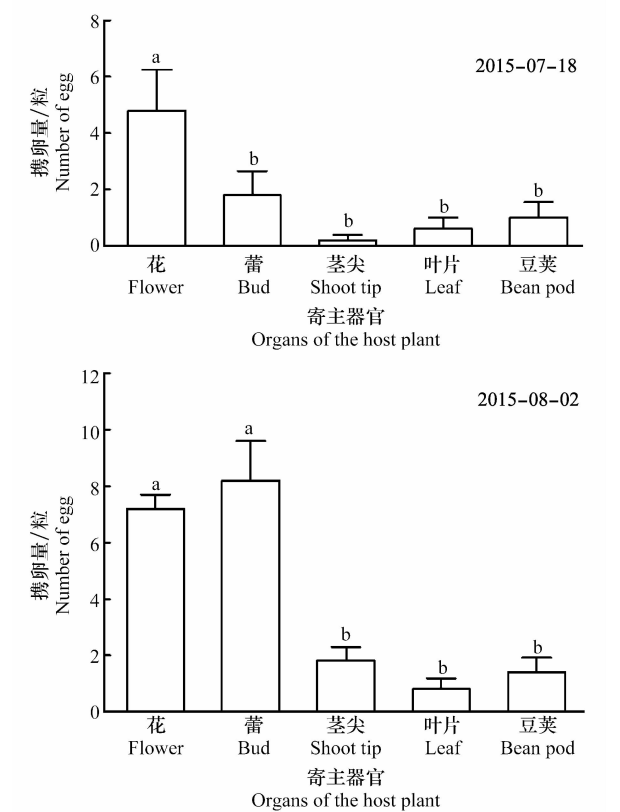
高于其他几个器官的携卵量($F=22.01, df=4, 20, P<0.05$)。豇豆两次调查结果表明,豆荚野螟对豇豆花和蕾的产卵选择性高于茎尖、叶片和豆荚。另外,第二次调查时豇豆花和蕾的携卵率分别为18.7%和17.3%,高于第一次调查花和蕾的携卵率(12.7%和4.7%)(图2),这表明第二次调查更接近于豆荚野螟的产卵盛期。

表 1 豆荚野螟对寄主和非寄主植株不同器官产卵选择性¹⁾

Table 1 Oviposition preference of *Maruca vitrata* among different organs of the host and non-host plants

处理 Treatment	卡方值 χ^2	自由度 <i>df</i>	<i>P</i> 值 Asymp (Sig2-sided)	Fisher's 精确检验 <i>P</i> 值 Sig2-sided Fisher's exact test
豇豆花蕾/茄子花蕾 Bud of <i>V. unguiculata</i> / Bud of <i>S. melongena</i>	30.22	1.00	0.00	0.00
豇豆叶片/甘薯叶片 Leaf of <i>V. unguiculata</i> / Leaf of <i>I. batatas</i>	26.25	1.00	0.00	0.00
豇豆蕾/甘薯叶片 Bud of <i>V. unguiculata</i> / Leaf of <i>I. batatas</i>	34.70	1.00	0.00	0.00

1) 试虫饲养条件: (27±1)℃, L/D=14 h//10 h, 相对湿度 60%±10%; 3 个处理分别设置 17、15、21 个重复。
Feeding conditions: (27±1)℃, L/D=14 h//10 h, 60%±10% RH; there are 17, 15, 21 repeats for the three treatments, respectively.



图中数值为平均值±标准误, 不同字母表示差异显著($P<0.05$)。田间调查采用五点取样法, 各器官样本量为30个。下同
Data in the figure are mean ± SE; different letters indicate significant difference ($P<0.05$). The five-point sampling method was used on the field investigation ($n=30$ for each plant organ). The same below

图 1 田间调查豆荚野螟在豇豆不同器官的卵量分布
Fig. 1 Amounts of *Maruca vitrata* eggs laid on different organs of cowpeas in the field investigation

2.2 豆荚野螟对寄主和非寄主植物的产卵选择性
将豆荚野螟在产卵装置中对寄主植物和非寄主植物的产卵选择试验结果进行卡方检验(表1)。结果表明,在产卵装置中豆荚野螟可以准确识别寄主与非寄主植物,对寄主植物表现出极显著的产卵选择性。因此,可利用该装置进行豆荚野螟的产卵选择性试验。

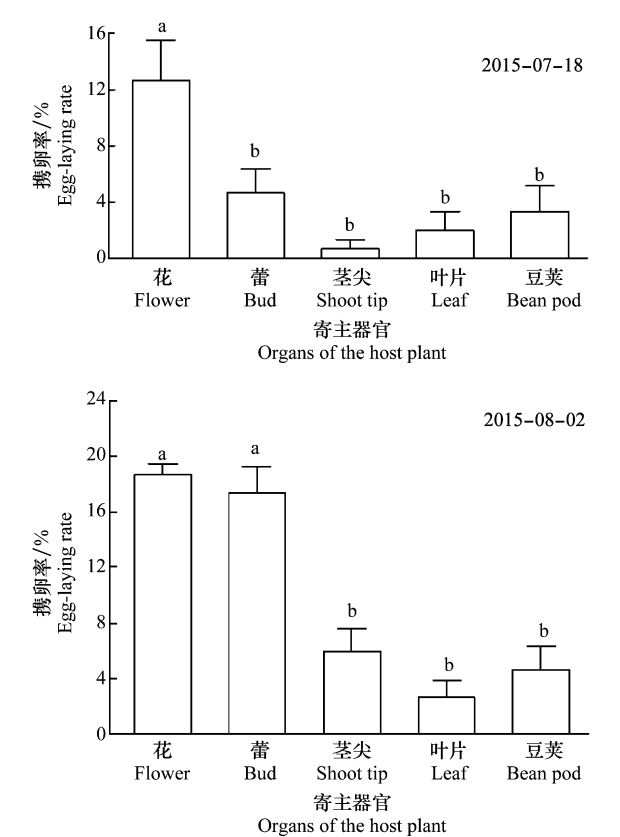


图 2 田间调查豇豆不同器官的携卵率
Fig. 2 Ratio of cowpea organs carrying eggs in the field investigation

2.3 豆荚野螟对豇豆不同器官的产卵选择性
在室内通过产卵装置准确测定了豆荚野螟对豇豆

花、蕾、茎尖、叶片和豆荚的产卵选择性。结果如表 2 所示,蕾上分布的卵量占总卵量的 54.1%,而花上的卵粒仅占 20.6%,每蕾携卵 (13.3 ± 3.4) 粒,显著高于其他 4 种器官($F=5.89,df=4,60,P<0.05$),而花、茎尖、叶

片和豆荚等几个器官上的携卵量间没有显著差异。这些结果表明,豆荚野螟对寄主的花、蕾、茎尖、叶片和豆荚等几个器官具有显著的产卵选择性,且对豇豆蕾的选择性最高。

表 2 豆荚野螟对豇豆不同器官的产卵选择性比较¹⁾

Table 2 Oviposition preference of *Maruca vitrata* on different organs of cowpeas

寄主器官 Organ of the host plant	产卵选择率/% Selection rate	卵粒分布/% Distribution of eggs	携卵量/粒 Number of egg
花 Flower	38.5	20.6 b	(5.1±2.5)b
蕾 Bud	84.6	54.1 a	(13.3±3.4)a
茎尖 Shoots tip	38.5	12.8 b	(3.2±1.3)b
叶片 Leaf	38.5	5.0 b	(1.2±0.5)b
豆荚 Bean pod	61.5	7.5 b	(1.9±2.2)b

1) 表中数值为平均值±标准误,不同字母表示差异显著($P<0.05$)。试虫饲养条件为 $(27\pm1)^{\circ}\text{C}$,L//D=14 h//10 h,相对湿度 60%±10%。每个重复放置蕾、花、茎尖、叶片、豆荚各 1 个,重复 13 次。

Data in the table are mean±SE; different letters indicate significant difference ($P<0.05$). Feeding conditions are $(27\pm1)^{\circ}\text{C}$, L//D=14 h//10 h, 60%±10% RH. Only one flower, bud, shoot tip, leaf and bean pod are used in each treatment, repeated 13 times.

3 讨论

前人的研究表明,豆荚野螟对寄主不同器官具有产卵选择行为,但雌虫对寄主的花和蕾等器官的产卵选择性差异仍不明确。本研究通过田间调查和室内产卵选择性试验,证实了豆荚野螟对寄主不同器官具有产卵选择性,进一步明确了豆荚野螟对寄主蕾的产卵选择性高于花和茎尖、豆荚和叶片等。

田间调查发现,超过 50%的豆荚野螟卵粒分布在豇豆花和蕾上,少量卵粒分布在嫩茎、豆荚和叶片上^[9,14],这暗示了豆荚野螟对寄主花或蕾的产卵选择性最高。Taylor^[8]曾报道,相对于寄主的蕾、茎尖、叶片和豆荚等,豆荚野螟更偏好在开放的花上产卵,但 Sharma 等^[10]认为寄主的蕾是豆荚野螟最佳的产卵场所。本研究进行了两次田间调查,第二次调查中蕾上的卵粒分布比例较第一次调查结果增加近 1 倍,而花上的卵量比例下降了近 20%,但第二次调查时花和蕾的携卵量均高于第一次,第二次调查的时间更接近于当代豆荚野螟的产卵盛期^[11,16],因此有更多的豆荚野螟将卵产在寄主的蕾上。基于田间调查结果,本研究在室内进行了豆荚野螟的产卵选择性试验,最终明确了豆荚野螟对豇豆蕾的产卵选择性显著高于花。

植食性昆虫对寄主的产卵选择行为与后代生长发育是联系在一起的^[17]。在多数双翅目和鳞翅目昆虫中,成虫与幼虫的食料和活动能力存在差异^[18],尤其初孵幼虫的活动能力较差,这就需要亲

代雌虫在产卵时选择有利于后代生长发育的食物或资源^[19]。豆荚野螟属鳞翅目,低龄幼虫钻入寄主花器取食为害^[6],假设雌虫将大部分卵产于寄主花上,虫卵孵化时花可能已经衰败,这与低龄幼虫为害特征相矛盾。豆荚野螟将大部分卵粒产在寄主的蕾上有利于后代低龄幼虫蛀食寄主的花^[20],这表明豇豆的蕾是更适宜的产卵部位。豆荚野螟通过对寄主器官产卵选择性保证了其后代幼虫在生长发育过程中有充足的食物资源,提高了后代的存活率。因此,根据豆荚野螟偏好在寄主蕾上产卵的特性,可以研制更为有效的引诱剂诱捕产卵期雌虫,降低下一代虫口基数,提高豆荚野螟的田间防治效率。

参考文献

[1] 钦俊德. 植食性昆虫的食性和营养[J]. 昆虫学报, 1962, 11 (2): 169-185.

[2] Thompson J N. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1988, 47(1): 3-14.

[3] 钦俊德. 昆虫与植物关系的研究进展和前景[J]. 动物学报, 1995, 41(1): 12-20.

[4] 彭元馥, 宋国春, 侯素玲, 等. 豆荚螟产卵特性及其在防治上的应用[J]. 山东农业科学, 1991(4): 43-44.

[5] Singh S R, van Emden H F. Insect pests of grain legumes [J]. Annual Review of Entomology, 1979, 24 (6): 255-278.

[6] 柯礼道, 方菊莲, 李志强. 豆野螟的生物学特性及其防治[J]. 昆虫学报, 1985, 28(1): 51-59.

[7] Sharma H C. Bionomics, host plant resistance, and management of the legume pod borer, *Maruca vitrata*-a review [J].

- Crop Protection, 1998, 17(5): 373–386.
- [8] Taylor W E. Recent trends in grain legume pest research in Sierr Leone [M]//Singh S R, van Emden H F, Taylor T A. Pests of grain legumes: ecology and control. London: Academic Press Inc. (London) Ltd., 1978: 93–98.
- [9] Jackai L E N. Use of an oil-soluble dye to determine the oviposition sites of the legume pod borer, *Maruca testulalis* (Geyer) (Lepidoptera: Pyralidae) [J]. Insect Science and its Application, 1981, 2(4): 205–207.
- [10] Sharma H C, Saxena K B, Bhagwat V R. The legume pod borer, *Maruca vitrata*: bionomics and management [R]. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics; Information Bulletin No. 55, 1999.
- [11] 文礼章, 肖新平, 邓培云. 豆荚野螟的生物学特性与防治技术研究[J]. 昆虫知识, 2000, 37(5): 274–278.
- [12] Karel A K. Yield losses from and control of bean pod borers, *Maruca testulalis* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. Journal of Economic Entomology, 1985, 78(6): 1323–1326.
- [13] Arodokoun D Y, Tamò M, Cloutier C, et al. Importance of alternative host plants for the annual cycle of the legume pod borer, *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae) in Southern and Central Benin [J]. Insect Science and its Application, 2003, 23(2): 103–113.
- [14] 王琳, 沈叔平, 曾玲. 豆荚野螟卵在寄主上分布的研究[C]//中国昆虫学会 2001 年学术年会. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [15] Wang Pan, Lu Pengfei, Zheng Xialin, et al. New artificial diet for continuous rearing of the bean pod borer, *Maruca vitrata* [J]. Journal of Insect Science, 2013, 12 (121): 1–11.
- [16] Atachi P, Dannon E A, Arodokoun Y D, et al. Distribution and sampling of *Maruca vitrata* (Fabricius) (Lep., Pyralidae) larvae on *Lonchocarpus sericeus* (Poir) HB and K [J]. Journal of Applied Entomology, 2002, 126(4): 188–193.
- [17] Costa A M, Amorim F O, Anjos-Duarte C S, et al. Influence of different tropical fruits on biological and behavioral aspects of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) [J]. Revista Brasileira de Entomologia, 2011, 55(3): 355–360.
- [18] 钦俊德. 植食性昆虫食性的生理基础[J]. 昆虫学报, 1980, 23(1): 106–122.
- [19] 张庆贺, 姬兰柱. 植食性昆虫产卵的化学生态学[J]. 生态学杂志, 1994, 13(6): 39–43.
- [20] Jayasinghe R C, Premachandra W T S D, Neilson R. A study on *Maruca vitrata* infestation of Yard-long beans (*Vigna unguiculata* subspecies *sesquipedalis*) [J]. Heliyon, 2015, 1(1): e00014.
- (责任编辑: 田 喆)
- ~~~~~
- (上接 92 页)
- [19] Martin D P. RDP4: Detection and analysis of recombination patterns in virus genomes [J]. Virus Evolution, 2015, 1(1): vev003.
- [20] Tamura K, Peterson D, Peterson N, et al. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods [J]. Molecular Biology and Evolution, 2011, 28(10): 2731–2739.
- [21] Tomitaka Y, Ohshima K. A phylogeographical study of the *Turnip mosaic virus* population in East Asia reveals an ‘emergent’ lineage in Japan [J]. Molecular Ecology, 2006, 15(14): 4437–4457.
- [22] Posada D. jModelTest: phylogenetic model averaging [J]. Molecular Biology and Evolution, 2008, 25(7): 1253–1256.
- [23] Fu Y X. Statistical tests of neutrality of mutations against population growth, hitchhiking and background selection [J]. Genetics, 1997, 147(2): 915–925.
- [24] Hudson R R. A new statistic for detecting genetic differentiation [J]. Genetics, 2000, 155(4): 2011–2014.
- [25] Pamilo P, Bianchi N O. Evolution of the Zfx and Zfy genes: rates and interdependence between the genes [J]. Molecular Biology and Evolution, 1993, 10(2): 271–281.
- [26] Nguyen, H D, Tran, H T N, Ohshima K. Genetic variation of the *Turnip mosaic virus* population of Vietnam: a case study of founder, regional and local influences [J]. Virus Research, 2013, 171(1): 138–149.
- [27] Yin Xiao, Zheng Fangqiang, Tang Wei, et al. Genetic structure of *Rice black-streaked dwarf virus* populations in China [J]. Archives of Virology, 2013, 158(12): 2505–2515.
- [28] Fu Y X, Li W H. Statistical tests of neutrality of mutations [J]. Genetics, 1993, 133(3): 693–709.
- [29] Tajima F. Statistical method for testing the neutral mutation hypothesis by DNA polymorphism [J]. Genetics, 1989, 123(3): 585–595.
- [30] Librado P, Rozas J. DnaSP v 5: a software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data [J]. Bioinformatics, 2009, 25(11): 1451–1452.
- [31] Roossinck, M J. Mechanisms of plant virus evolution [J]. Annual Review of Phytopathology, 1997, 35: 191–209.
- [32] Cuevas J M, Delaunay A, Rupar M, et al. Molecular evolution and phylogeography of *Potato virus Y* based on the CP gene [J]. Journal of General Virology, 2012, 93: 2496–2501.
- [33] Ogawa T, Nakagawa A, Hataya T, et al. The genetic structure of populations of *Potato virus Y*, in Japan; based on the analysis of 20 full genomic sequences [J]. Journal of Phytopathology, 2012, 160(11/12): 661–673.
- [34] 宋丽云. 我国烟草 TMV 和 CMV 种群结构遗传分析[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- [35] 谢扬军. 烟草普通花叶病毒株系分化研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2009.
- (责任编辑: 田 喆)