

抗除草剂转基因水稻对二种刺吸性害虫和二种天敌的影响*

蒋显斌^{1 2 3} 肖国樱^{1 **}

(1. 中国科学院亚热带农业生态研究所 亚热带农业生态过程重点实验室 长沙 410125;

2. 广西农业科学院水稻研究所 南宁 530007; 3. 中国科学院研究生院 北京 100049)

Effects of genetically modified herbicide tolerant rice (*Oryza sativa*) on population density of two sucking insect pests and two natural enemies in rice fields. JIANG Xian-Bin^{1 2 3}, XIAO Guo-Ying^{1 **}
(1. Key Laboratory of Agro-ecological Processes in Subtropical Region, Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China; 2. Rice Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China; 3. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China).

Abstract To clarify whether genetically modified herbicide tolerant (GMHT) rice has impacted on non-target organisms or not, population densities of two sucking insect pests (planthoppers and leafhoppers) and two of their natural enemies (Miridae and Araneae) were compared in fields of GMHT and non-GM rice. With the exception of Miridae in a non-sprayed area during the rice milky stage in 2007 and middle tillering stage in 2008, there were no significant differences in the population densities of these organisms between GMHT and non-GM rice. This indicates that GMHT rice Bar68-1 had basically similar effects as non-GM rice D68 on natural populations of non-target organisms, including the Delphacidae, Jassidae, Miridae and Araneae.

Key words transgenic rice, genetically modified crops, non-target organisms, insect pest, natural enemy, environmental safety

摘 要 为探明转基因抗除草剂水稻对非目标生物的影响,于2007年和2008年对转Bar基因抗除草剂籼稻Bar68-1和非转基因对照D68稻田的2种常见刺吸性害虫和2种天敌在水稻分蘖中期、分蘖末期、齐穗期和乳熟期4个时期的种群密度进行了调查和比较。结果显示,抗除草剂水稻与对照稻田的飞虱、叶蝉、盲蝽、蜘蛛的发生密度,除不喷药处理区的2007年水稻乳熟期和2008年分蘖中期的盲蝽科的发生密度差异显著外,其余均无显著差异。试验结果表明,转基因抗除草剂水稻Bar68-1对包括飞虱、叶蝉、盲蝽、蜘蛛等类群在内的稻田非目标生物的田间自然种群的影响与非转基因水稻基本相同。

关键词 转基因水稻,抗除草剂作物,非目标生物,害虫,天敌,环境安全性

转基因作物的释放对环境的潜在影响一直受到广泛关注^[1]。从广义上说,所有转基因作物同传统作物一样都有可能对生境中的其他生物造成影响,因为所有转基因作物的生长发育都与其周围的非目标生物息息相关^[2]。从1999年至2003年间,在英国调查了197个样点研究抗除草剂油菜、玉米和甜菜对野生植物和无脊椎动物的影响,比较在抗草甘膦或草铵膦作物上使用除草剂是否与传统除草剂使用方

式对野生植物和无脊椎动物的影响不同,调查的是除草剂的种类和使用方式的改变所带来的直接影响;对于转基因作物本身的影响,该研究并未提及^[3]。对于转EPSP或Bar基因水稻,

* 资助项目:国家转基因生物新品种培育科技重大专项(2008ZX08001-003)、中国科学院知识创新工程重大项目(KSCX1-YW-03)。

** 通讯作者,E-mail: xiaoguoying@isa.ac.cn

收稿日期:2010-01-23,修回日期:2010-03-23

卢宝荣等指出其对稻田生态系统生物多样性应无明显不利影响,但可能有潜在的间接影响^[4]。转基因抗除草剂水稻本身对稻田生境中的其他生物有无影响?田间调查是对此问题最为直接的解答方法。

转基因植物的非目标生物为该物种不是转基因植物的目标物种。所有的转基因植物都有许多非目标物种,这些物种可分为(1)有益物种,如害虫天敌和授粉昆虫;(2)非目标植食性动物;(3)土壤生物;(4)受保护物种,包括濒危物种和特殊物种(如帝王蝶);(5)促进当地生物多样性的物种等几个可能相互重叠的类别^[5]。在已知的生物多样性中,昆虫是占据主导地位的重要组成部分^[6]。

从转基因作物商业化种植开始至今,抗除草剂始终是转基因作物的主要性状^[7,8],转基因抗除草剂水稻的研究也在快速发展^[9-14]。人们对于转基因抗除草剂作物亦如同对其它转基因作物一样,担心其对生境中的非目标生物会带来不利影响。转基因抗虫水稻对非目标生物的影响已有不少研究,然而转基因抗除草剂水稻对非目标生物的影响目前仍鲜有报道。本文以2种常见的刺吸性害虫和2种天敌为研究对象,在转基因抗除草剂水稻田水稻分蘖中期、分蘖末期、齐穗期和乳熟期4个时期调查了它们的种群密度和发展动态,与非转基因对照稻田进行比较,研究结果可以为转基因抗除草剂水稻在该区域种植的环境安全性评价提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

Bar68-1是用Bar基因转化籼稻品种D68而来的抗除草剂草铵膦早籼稻^[13]。D68为Bar68-1的非转基因亲本对照。

1.2 实验设计和作物管理

试验于2007年和2008年在湖南省长沙市中国科学院亚热带农业生态研究所的实验田(28.20N,113.08E)进行(农业转基因生物安

全审批书:农基安审字(2006)第060号)。为了避免杀虫剂对稻田害虫和天敌的影响,田间管理分为喷药处理区和不喷施杀虫剂处理区,其余按照水稻田普通栽培管理方法进行^[15],其中插植规格为20 cm×20 cm。每品种在喷药处理区和不喷施杀虫剂处理区各设5次重复,各小区按随机区组排列。田块面积2 145 m²,小区面积24 m²。2007年为5月18日播种,6月5日移栽,8月29日收割;2008年为5月25日播种,6月20日移栽,9月5日收割。

1.3 取样

在水稻分蘖中期、分蘖末期、齐穗期和乳熟期按GB/T 15794-1995中大田虫情普查方法以盘拍法进行调查。每小区采用对角线5点取样,每点查2株水稻,记录稻飞虱和叶蝉2种刺吸式害虫和盲蝽科和蛛形纲2种天敌的发生数量^[16,17]。以各小区的被调查害虫或天敌个体数/调查的水稻株数计算种群密度(头/株)。

1.4 统计分析

平均数比较用统计软件SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)的t检验进行。数值用平均数±标准误(SE)表示。

2 结果与分析

2.1 转基因抗除草剂水稻稻田2种刺吸性害虫的发生密度

在2007年、2008年各生育期的喷药处理区(表1)和不喷药处理区(表2)的飞虱发生密度,转基因水稻Bar68-1稻田与非转基因对照D68相比均无显著差异;叶蝉的发生密度品种间亦无显著差异(表1,2)。

2.2 转基因抗除草剂水稻田间天敌发生密度的调查

转基因水稻Bar68-1和对照D68的稻田不喷药处理区和喷药处理区中除了不喷药处理区的2007年水稻乳熟期和2008年分蘖中期的盲蝽科昆虫的发生密度有差异外(表4),其余差异不显著(表3A)。

表 1 转基因水稻 Bar68-1 与对照 D68 稻田 2 种刺吸性害虫的种群密度(喷药区)

年份	水稻 生育期	飞虱科种群密度(头/株)			叶蝉科种群密度(头/株)		
		Bar68-1	D68(CK)	P 值	Bar68-1	D68(CK)	P 值
2007	分蘖中期	3.7±1.5	3.9±1.7	0.931	0.1±0.1	0.2±0.2	0.667
	分蘖末期	9.5±3.5	10.8±3.1	0.790	0.7±0.7	0.5±0.3	0.801
	齐穗期	11.3±2.9	12.8±4.4	0.783	0.5±0.3	0.3±0.3	0.659
	乳熟期	14.3±6.1	9.8±3.5	0.538	0.8±0.7	0.3±0.3	0.521
2008	分蘖中期	6.2±2.3	7.8±2.7	0.663	1.6±0.8	0.0±0.0	0.105
	分蘖末期	6.8±2.2	9.8±2.1	0.352	0.3±0.3	0.9±0.6	0.371
	齐穗期	5.7±0.9	9.0±2.1	0.184	0.3±0.2	0.2±0.2	0.733
	乳熟期	7.8±2.4	7.9±3.5	0.982	0.4±0.2	0.0±0.0	0.178

表 2 转基因水稻 Bar68-1 与对照 D68 稻田 2 种刺吸性害虫的种群密度(不喷施杀虫剂处理区)

年份	水稻生育期	飞虱科种群密度(头/株)			叶蝉科种群密度(头/株)		
		Bar68-1	D68(CK)	P 值	Bar68-1	D68(CK)	P 值
2007	分蘖中期	8.1±3.4	7.0±2.1	0.791	0.1±0.1	0.0±0.0	0.374
	分蘖末期	28.5±5.9	38.5±7.2	0.313	0.5±0.3	1.1±0.7	0.474
	齐穗期	40.7±6.8	36.7±3.7	0.620	0.1±0.1	0.7±0.5	0.292
	乳熟期	28.8±6.5	31.3±7.7	0.811	0.8±0.5	1.0±0.5	0.792
2008	分蘖中期	20.2±5.4	33.0±10.8	0.322	0.4±0.4	0.2±0.1	0.645
	分蘖末期	31.9±5.7	36.3±6.5	0.625	0.8±0.8	1.6±0.8	0.503
	齐穗期	31.3±7.7	18.9±4.6	0.205	0.2±0.2	0.1±0.1	0.667
	乳熟期	17.9±4.2	23.0±5.1	0.465	0.3±0.2	0.4±0.4	0.829

表 3 转基因水稻 Bar68-1 与对照 D68 稻田 2 种天敌的种群密度(头/株)(喷药区)

年份	水稻生育期	盲蝽科种群密度(头/株)			蛛形纲种群密度(头/株)		
		Bar68-1	D68(CK)	P 值	Bar68-1	D68(CK)	P 值
2007	分蘖中期	0.1±0.1	0.1±0.1	1.000	1.0±0.5	0.8±0.3	0.740
	分蘖末期	1.2±0.6	1.1±0.7	0.917	0.9±0.6	1.3±0.3	0.557
	齐穗期	1.0±0.7	0.3±0.2	0.335	1.1±0.4	1.8±0.5	0.301
	乳熟期	0.5±0.2	0.4±0.3	0.792	0.8±0.5	2.0±0.7	0.201
2008	分蘖中期	6.1±4.6	0.2±0.2	0.272	0.9±0.4	1.3±0.3	0.424
	分蘖末期	1.4±0.9	1.4±0.5	1.000	1.1±0.5	1.3±0.4	0.773
	齐穗期	0.5±0.3	0.6±0.3	0.809	0.6±0.4	0.5±0.3	0.833
	乳熟期	1.4±0.6	1.0±0.4	0.591	1.5±0.5	0.4±0.2	0.063

表 4 转基因水稻 Bar68-1 与对照 D68 稻田 2 种天敌的种群密度(不喷施杀虫剂处理区)

年份	水稻生育期	盲蝽科种群密度(头/株)			蛛形纲种群密度(头/株)		
		Bar68-1	D68(CK)	P 值	Bar68-1	D68(CK)	P 值
2007	分蘖中期	0.4±0.2	0.7±0.3	0.421	2.6±0.6	3.6±2.1	0.660
	分蘖末期	2.9±0.9	4.1±1.0	0.397	4.6±1.0	4.6±0.9	1.000
	齐穗期	2.9±0.7	3.5±0.8	0.589	3.2±1.1	4.1±0.7	0.510
	乳熟期	0.7±0.3	3.2±0.7	0.011	3.2±1.0	3.8±1.3	0.722
2008	分蘖中期	3.2±0.6	1.0±0.5	0.029	4.2±2.6	3.1±1.1	0.708
	分蘖末期	4.6±0.5	4.8±0.9	0.854	3.5±1.5	7.1±4.1	0.437
	齐穗期	2.0±0.7	3.1±1.2	0.446	4.3±1.1	2.6±0.7	0.235
	乳熟期	2.1±0.7	3.1±1.0	0.455	3.8±1.1	1.0±0.7	0.067

3 讨论

十几年的商业化种植成功的事实证明,抗除草剂性状的转基因大豆、玉米、油菜、棉花和抗虫性状的转基因棉花、玉米、马铃薯等转基因作物已经在农业生产中发挥了重要作用。我国目前已经成功培育了一批转 *Bt*、*GNA*、*Xa21*、*PR*、*GS*、*sb401*、*Bar* 或 *EPSP* 基因的水稻^[18],使我国的转基因水稻研发工作处于世界领先地位^[19]。但是,我们仍要清醒地认识到目前的转基因技术还有许多急待于改进和完善的地方,生物安全问题就是其中之一。但也不能因噎废食,不能因为一项新技术可能带来风险就将其弃而不用,最好的办法是“扬长避短”。对转基因作物的生物安全问题来说,关键是“避短”。对于某一具体的转化事件而言,就是要通过调查研究弄清楚它的短处,然后有针对性地制定监测和预防控制措施,从而有效地防范和规避转基因作物的风险。众所周知,转基因技术相比传统育种技术最大的优点之一就在于转基因技术可以打破原有生物学物种之间种间隔离的遗传关系并实现定向转化,克服了传统育种技术中不可避免的非育种目标的遗传连锁累赘。但目前转基因技术的现实是在导入特定 DNA 序列使受体生物获得目标性状的同时还可能使受体生物获得其它非目标性状或失去原有性状,这些偏离原定预期目标的改变称之为“非期望效应”^[20]。外源基因在受体生物基因组中的插入位置^[21]以及当前转基因植物培育中广泛使用的组织培养技术^[22]等都是转基因作物非期望效应产生的重要影响因素。非期望效应的发生将可能导致转基因作物中的蛋白质等基因表达产物或糖类、脂类等代谢物质或农艺性状和营养成分等表型性状发生改变;而这些改变有可能对农田生态系统中的重要组成部分——昆虫产生影响,因为田间小气候和昆虫取食条件影响着农业害虫的发生与为害水平。对于水稻来说,株高、分蘖数、叶片长度、叶片宽度等植株形态的改变或田间水肥管理方式的改变都可能改变田间湿度、温度、日照等微气候因

子;水稻植株自身的表皮层结构或植株化学成分的改变也可能产生类似于抗(感)虫植物的效果而影响昆虫的取食、为害。因此,即使外源基因为非抗虫基因的转基因水稻也可能因其发生非期望效应而对稻田害虫和天敌产生影响。

转基因抗除草剂作物带来的影响可以分为作物本身的影响和除草剂的影响两个方面,如果试验能证明作物本身的影响与非转基因作物一致,那么转基因抗除草剂作物的影响实质上就是除草剂的影响。Watkinson 等模拟了转基因抗除草剂作物对杂草种群和以杂草种子为食的鸟类的影响,他们的预测结果显示杂草种群可能会降低水平或基本完全消灭,这取决于杂草管理的具体方式;由此推出转基因抗除草剂作物对当地鸟类的影响可能极其严重,因为这意味着鸟类的食物资源的巨大损失^[23]。但 Firkbank 和 Forcella 指出在 Watkinson 等的模型中:1)使用的是传统甜菜而不是转基因作物;2)借助于已有的除草剂试验的数据,建模研究转基因抗除草剂作物的种植对杂草种群密度产生的影响;3)只选择了一种杂草和一个鸟类却假定他们的模型反映了更广范围的农田鸟类和它们的食物来源——杂草的情况^[24]。在美国乔治亚州(Georgia)南部进行的大豆害虫种群调查结果表明,除了在个别取样时间发现对稻绿蝽 *Nezara viridula* (L.) 的种群密度有影响外,转基因抗除草剂大豆对昆虫各物种的影响极小,害虫种群的季节消长在抗除草剂大豆与非转基因对照大豆间没有观察到显著差异^[25]。加拿大食品检验局(CFIA)对转 *Bar* 基因水稻 LLRice62 做出的鉴定结论是认为抗除草剂水稻 LLRice62 对包括人类在内的等非目标生物的影响与当前的水稻品种相比没有差别^[26]。

本实验对抗草铵膦转基因水稻 Bar68-1 稻田的 2 种刺吸性害虫和 2 种天敌的发生密度进行了调查,调查结果显示,与非转基因稻田相比除个别调查时期有差异外表现基本一致。表明转基因抗除草剂水稻 Bar68-1 对飞虱、叶蝉、盲蝽、蜘蛛非目标生物的田间自然种群的影响与非转基因水稻相似。

如前所述,由于非期望效应的作用使非抗虫转基因水稻也可能对稻田害虫和天敌产生影响,而当前转基因生物的非期望效应的检测方法和效率有限,还不能跟上转基因技术快速发展的需要。如果都要等转基因作物的非期望效应被检测出来后,再来分析这种变化对农田生态环境会产生什么样的影响,这样有可能在转基因的安全评价中因非期望效应未被检出而使得某些潜在的生态风险被忽略。而且对于转基因植物的生态风险这样的未知的或认识不充分的紧要问题靠逻辑推论来解决,显然缺乏科学精神和知识基础,其风险也就难以确切地预测^[27],最后仍旧需要大田试验的数据来检验推论是否正确。因此,尽管本研究表明转基因抗除草剂水稻 Bar68-1 对稻田飞虱、叶蝉、盲蝽、蜘蛛等非目标生物具有与非转基因水稻 D68 相似的影响,但由于转基因作物的每一转化事件产生的非期望效应均不尽相同,同时依照转基因生物安全评价中常用的个案分析(case-by-case)原则,仍强烈建议在转基因作物的生态环境安全性评价中要对类似于转基因抗除草剂作物对昆虫等非目标生物的影响这样看似不相关的内容进行试验研究,用确切的科学数据来回答转基因作物的安全问题。

参 考 文 献

- Wolfenbarger L. L., Phifer P. R. Biotechnology and ecology - The ecological risks and benefits of genetically engineered plants. *Science*, 2000, **290** (5 499): 2 088 ~ 2 093.
- Craig W., Tepfer M., Degraassi G., et al. An overview of general features of risk assessments of genetically modified crops. *Euphytica*, 2008, **164** (3): 853 ~ 880.
- Lutman P. J. W., Berry K. Environmental impact and gene flow. In: Halford N. G. (ed.). *Plant Biotechnology: Current and Future Applications of Genetically Modified Crops*. Chichester; John Wiley & Sons Ltd. 2006. 265 ~ 279.
- 卢宝荣,傅强,沈志成. 我国转基因水稻商品化应用的潜在环境生物安全问题. *生物多样性*, 2008, **16** (5): 426 ~ 436.
- Andow D. A., Zwahlen C. Assessing environmental risks of transgenic plants. *Ecol. Lett.*, 2006, **9** (2): 196 ~ 214.
- Scudder G. G. E. The importance of insects. In: Footitt R. G., Adler P. H. (eds.). *Insect Biodiversity: Science and Society*. Chichester; Wiley-Blackwell. 2009. 7 ~ 32.
- James C. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2008. ISAAA Brief 39 - 2008. Ithaca, NY: ISAAA, 2008.
- Marshall A. 13.3 million farmers cultivate GM crops. *Nat. Biotechnol.*, 2009, **27** (3): 221.
- Huang D. N., Li J. Y., Zhang S. Q., et al. New technology to examine and improve the purity of hybrid rice with herbicide resistant gene. *Chin. Sci. Bull.*, 1998, **43** (9): 784 ~ 787.
- Toldi O., Toth S., Oreifig A. S., et al. Production of phosphinothricin tolerant rice (*Oryza sativa* L.) through the application of phosphinothricin as growth regulator. *Plant Cell Rep.*, 2000, **19** (12): 1 226 ~ 1 231.
- Cao M. X., Huang J. Q., Wei Z. M., et al. Engineering higher yield and herbicide resistance in rice by Agrobacterium-mediated multiple gene transformation. *Crop Sci.*, 2004, **44** (6): 2 206 ~ 2 213.
- Endo M., Osakabe K., Ono K., et al. Molecular breeding of a novel herbicide-tolerant rice by gene targeting. *Plant J.*, 2007, **52**: 157 ~ 166.
- Xiao G. Y., Yuan L. P., Sun S. S. M. Strategy and utilization of a herbicide resistance gene in two-line hybrid rice. *Mol. Breed.*, 2007, **20** (3): 287 ~ 292.
- Ahn I. P. Glufosinate ammonium-induced pathogen inhibition and defense responses culminate in disease protection in bar-transgenic rice. *Plant Physiol.*, 2008, **146**: 213 ~ 227.
- 肖国樱,熊绪让,肖喜才,等. 转基因抗除草剂两系杂交早稻高产栽培技术研究. *湖南农业科学*, 2006, (1): 32 ~ 34.
- Elazegui F. A., Soriano J., Bandong J., et al. Methodology used in the IRRI integrated pest survey. In: IRRI. *Crop Loss Assessment in Rice*. Manila, Philippines; International Rice Research Institute. 1990. 243 ~ 271.
- IRRI. Standard Evaluation System for Rice (SES). Manila: International Rice Research Institute, 2002.
- 陈浩,林拥军,张启发. 转基因水稻研究的回顾与展望. *科学通报*, 2009, **54** (18): 2 699 ~ 2 717.
- 环境保护部. 中国转基因生物安全性研究与风险管理. 北京: 中国环境科学出版社, 2008. 26.
- FAO/WHO. Safety aspects of genetically modified foods of plant origin. In: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Foods Derived from Biotechnology. Geneva: World Health Organization. 2000.
- Jelenic S. Food safety evaluation of crops produced through genetic engineering - How to reduce unintended effects? *Arhiv*

- za Higijenu Rada i Toksikologiju ,2005 ,**56**(2) : 185 ~ 193.
- 22 Filipecki M. , Malepszy S. Unintended consequences of plant transformation: a molecular insight. *J. Appl. Genet.* ,2006 ,**47**(4) : 277 ~ 286.
- 23 Watkinson A. R. , Freckleton R. P. , Robinson R. A. , *et al.* Predictions of biodiversity response to genetically modified herbicide-tolerant crops. *Science* , 2000 , **289** (5 484) : 1 554 ~ 1 557.
- 24 Firbank L. G. , Forcella F. Agriculture - Genetically modified crops and farmland biodiversity. *Science* ,2000 ,**289** (5 484) : 1 481 ~ 1 482.
- 25 McPherson R. M. , Johnson W. C. , Mullinix B. G. , *et al.* Influence of herbicide tolerant soybean production systems on insect pest populations and pest-induced crop damage. *J. Econ. Entomol.* ,2003 ,**96**(3) : 690 ~ 698.
- 26 CFIA. Determination of the Safety of Bayer CropScience' s Glufosinate Ammonium Tolerant Rice (*Oryza sativa*) Event LLRice62. Ontario , Canada; Canadian Food Inspection Agency (CFIA). 2006. 8.
- 27 张永军,吴孔明,彭于发,等. 转抗虫基因植物生态安全性研究进展. *昆虫知识* ,2002 ,**39**(5) : 321 ~ 327.

《昆虫知识》2011 年第 48 卷第 1 期要目预告

综述和进展

盲蝽寄生蜂在美国的利用现状 付雪姣 等
昆虫寄主选择行为的进化机制 王争艳 等
蚂蚁与排泄蜜露的同翅目昆虫的相互作用及其生态学效应 王思铭 等
昆虫听觉相关基因的研究进展 查玉平等
昆虫延长滞育的研究 陈元生 等
昆虫谐波雷达的发展和利用 桂连友 等
SNPs 分子标记技术在昆虫学研究中的应用
..... 董辉 等

研究论文

小菜蛾卵表和雌蛾腹部鳞片提取液的 GC-MS 分析
..... 吕燕青 等
黄杨绢野螟滞育诱导及光温反应 肖海军 等
京冀地区烟粉虱的早春扩散特征 崔洪莹 等
从白蚁中分离到具有纤维素酶活的贪噬菌
..... 吴燕 等
大眼长蝽对苜蓿盲蝽的捕食作用 仝亚娟 等
土壤含水量及蛹室对甜菜夜蛾蛹越冬的影响
..... 郑霞林 等
湖南省永州地区夏秋季常见嗜尸性昆虫的研究

..... 蒋莹 等
金银花尺蠖发育起点温度和有效积温的研究
..... 向玉勇 等
桑天牛产卵分泌物与雌虫内生生殖器官内容物组分的比较 金凤 等
小碎斑鱼蛉幼虫资源成分分析及价值评价
..... 王付彬 等
沙蒿尖翅吉丁生物学特性的研究 王建伟 等
美洲黑杨不同无性系对分月扇舟蛾幼虫生长和食物利用的影响 方杰 等
尖唇散白蚁兵蚁和工蚁卵巢和卵子形态特征的比较
..... 王云霞 等
家蚕 para 钠通道 cDNA 片段克隆与序列分析
..... 何琳 等
蜂王幼虫与工蜂幼虫发育期食物消耗量的研究
..... 刘光楠 等
蟋蟀对召唤声识别的趋声性定位行为 王月婷 等
广东省豚草及二种天敌昆虫的发生与分布
..... 齐国君 等
湖北省烟粉虱生物型鉴定 陈冲 等