

三种外源激素类物质对白背飞虱 (*Sogatella furcifera*) 翅型分化的影响

张琼秀, 孙梓暄, 李广宏, 王方海*

(中山大学有害生物控制与资源利用国家重点实验室/昆虫学研究所, 广州 510275)

摘要:以白背飞虱为研究对象,首次使用保幼激素类似物 ZR-515、早熟素和具有蜕皮激素活性的新型化合物 RH-2485 表面处理飞虱 3 龄或 4 龄若虫,来研究探讨激素对飞虱翅型分化的影响。结果表明:ZR-515 可诱导短翅型分化,当用 10ng/ μ l 的 ZR-515 处理 3 龄若虫时,短翅率达到 45.6%;而用 1 μ g/ μ l 及 100ng/ μ l 的 ZR-515 对 4 龄期若虫进行处理时,短翅率则分别达到 50% 和 50.26%。早熟素具有明显的长翅化效应,随着处理浓度的增高,被处理的白背飞虱若虫形成的长翅型成虫数也逐渐增加,且早熟素在 3 龄期处理对白背飞虱长翅诱导作用强于在 4 龄期进行的处理,如在 3 龄期处理时,10 μ g/ μ l 和 100ng/ μ l 的处理组长翅型成虫比率分别高达 100% 和 86.67%。而 RH-2485 对翅型分化无明显影响。

关键词:白背飞虱;外源激素类物质;ZR-515;RH-2485;早熟素;翅型分化

文章编号:1000-0933(2008)12-5994-05 中图分类号:Q968 文献标识码:A

Effects of three kinds of exogenous hormones on wing dimorphism of *Sogatella furcifera* (Horvath)

ZHANG Qiong-Xiu, SUN Zi-Xuan, LI Guang-Hong, WANG Fang-Hai*

The State Key Laboratory for Biocontrol & Institute of Entomology, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(12): 5994 ~ 5998.

Abstract: The effects of hormones on wing dimorphism of *Sogatella furcifera* were explored by treating the surfaces of 3rd or 4th instar larvae with ZR-515, precocene and RH-2485. The results showed ZR-515 could induce brachypter, the brachypterous adult rates were 45.6%, 50% and 50.26% respectively when the 3rd instar larvae were treated by 10ng/ μ l ZR-515 and the 4th instar larvae were treated by 1 μ g/ μ l or 100ng/ μ l ZR-515. Precocene could induce macropter, the more macropterous adult were found the higher titer of preconece was applied to the larvae, and the macropter inducement was more effective at the 3rd instar than at the 4th instar, the macropterous adults rates were 100% or 86.67% respectively when *S. furcifera* were treated by 10 μ g/ μ l or 100ng/ μ l preconece at the 3rd instar. RH-2485 had no effects on wing dimorphism of this insect.

Key Words: *Sogatella furcifera*; ZR-515; RH-2485; preconece; wing dimorphism

稻飞虱成虫期具有翅二型现象,长翅型是迁飞型,在生境条件不良、营养状况恶化时向外迁移;短翅型是

基金项目:教育部留学回国人员启动基金资助项目;广东省自然科学基金资助项目

收稿日期:2007-08-05; 修订日期:2008-06-26

作者简介:张琼秀(1981~),女,湖南张家界人,硕士,主要从事昆虫生理生态学研究. E-mail: zxsun321@126.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lsswfh@mail.sysu.edu.cn

Foundation item: The project was financially supported by the Ministry of Education of China and the Natural Science Foundation of Guangdong Province

Received date: 2007-08-05; **Accepted date:** 2008-06-26

Biography: ZHANG Qiong-Xiu, Master candidate, mainly engaged in insect physiology and ecology. E-mail: zxsun321@126.com

定居型,发育进度较快,繁殖能力强。长翅型和短翅型可灵活转变,从而获得种群的延续与兴旺^[1],其发生动态是该虫数量预测中的一个重要参数,因此研究翅型分化具有重要的意义。

多年来,许多学者对飞虱翅型分化作了大量研究(大多以褐飞虱为对象),发现温度,湿度,光照,不同生物型,若虫密度,遗传基因等都有一定的作用^[2~10]。具推测,这些影响因子的作用机理可能都是直接或间接影响稻飞虱的内分泌能力,从而促进或抑制昆虫体内激素(如保幼激素或蜕皮激素)的分泌,最终导致不同翅型的分化。近些年对褐飞虱体内保幼激素的测定和用外源激素处理褐飞虱若虫可改变其翅型分化的结果则在一定程度上证明了以上推测^[11~15]。

鉴于以前的研究主要集中在褐飞虱上,而有关白背飞虱的翅型分化研究则异常薄弱,因此本文拟以白背飞虱为研究对象,查明保幼激素类似物 ZR-515、具有抗保幼激素作用的早熟素及新型的具有蜕皮激素活性作用的化合物 RH-2485 对其翅型分化的影响,力求从生理生态的角度来探讨白背飞虱翅型分化的机理,并为有效防治该虫的大暴发提供一定的理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试水稻:水稻品种为籼小占,种子于室内催芽后,播于无虫网室内,10d 左右待用。

供试昆虫:白背飞虱采自广东省清新县水稻田,在网室自然条件下繁殖 10 代左右,待用。

外源激素类物质:ZR-515 为保幼激素类似物,由上海昆虫所合成提供;RH-2485 是具有蜕皮激素活性的化合物,由美国 Rohm & Haas 公司的 Dhadialla 博士提供;早熟素购自 sigma 公司。

1.2 溶液配制

先将 ZR-515、RH-2485、早熟素分别溶于少量丙酮中,再用 ddH₂O 将它们分别稀释到所需浓度,同时以丙酮:ddH₂O = 1:10 的比例互溶作为对照组溶液。

1.3 激素处理方法

将刚刚蜕皮进入 3 龄或 4 龄的若虫放入冰盒中冰冻 1 分钟左右,使其活动能力减弱然后快速用移液枪取 1μl 供试激素溶液滴于若虫的背部。将处理后的试虫饲养在长 20cm,直径 2cm 的玻璃试管中。每管 10 头虫,并放入与虫量等同数目的稻苗作为飞虱饲料,每 2 天换 1 次苗。每一处理重复 3 次。每天观察记录新羽化的成虫数,及其长短翅型。

1.4 数据处理

试验所得数据采用 SPSS 11.5 处理,进行相应的单因素方差检验。

2 结果与分析

2.1 ZR-515 对若虫翅型分化的影响

ZR-515 可诱导短翅型分化,当用不同浓度的 ZR-515 处理 3 龄若虫时,发现 10ng/μl 的 ZR-515 处理的效果最明显,短翅率达到 45.6%,与对照组相比差异显著(图 1)。在 4 龄期进行处理,ZR-515 对短翅形成的诱导能力增强,如 1μg/μl 及 100ng/μl 的处理组诱导的短翅率分别达到 50% 和 50.26%,与对照组的短翅率 8.3% 相比差异显著(图 2)。

2.2 早熟素对若虫翅型分化的影响

早熟素具有明显的长翅化效应,随着处理浓度的增高,被处理的白背飞虱若虫形成的长翅型成虫数也逐渐增加。当在 3 龄期处理时,10μg/μl 和 100ng/μl 的早熟素处理组长翅型成虫比率分别为 100% 和 86.67%,与对照组 57.22% 相比差异显著(图 3);在 4 龄期处理,只有 10μg/μl 浓度组与对照组相比差异显著(图 4)。由此可以发现,早熟素在 3 龄期处理对白背飞虱长翅诱导作用强于在 4 龄期进行的处理。

2.3 RH-2485 对若虫翅型分化的影响

不同浓度 RH-2485 (1μg/μl、10ng/μl 和 1ng/μl) 分别处理 3 龄期的白背飞虱若虫,其成虫长翅率只稍高于对照组,差异不明显(图 5);处理 4 龄若虫时,只有 10ng/μl 处理组的长翅率稍高于对照组,另外两组的长

翅率均低于对照组,但差异均不显著(图6)。

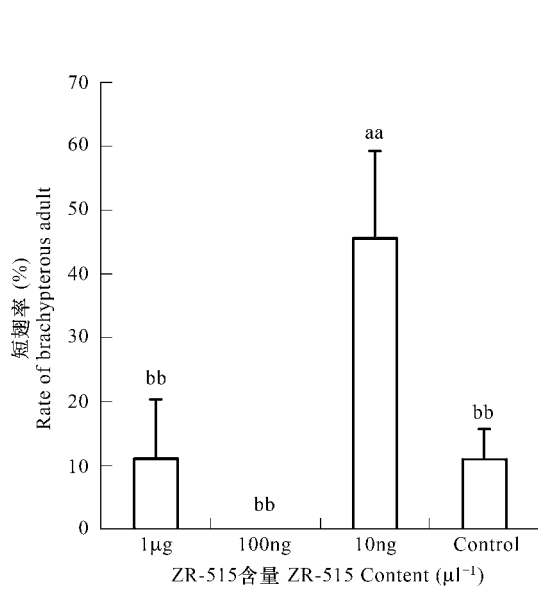


图1 不同浓度的 ZR-515 处理白背飞虱 3 龄若虫后的短翅率(平均值 ± 标准误)

Fig. 1 the rate of brachypterous adult when the 3rd instar larvae of *Sogatella furcifera* were treated by different dosages of ZR-515 (mean ± SE)

不同字母表示差异显著 ($p < 0.05$) Different letters indicate significant difference ($p < 0.05$)

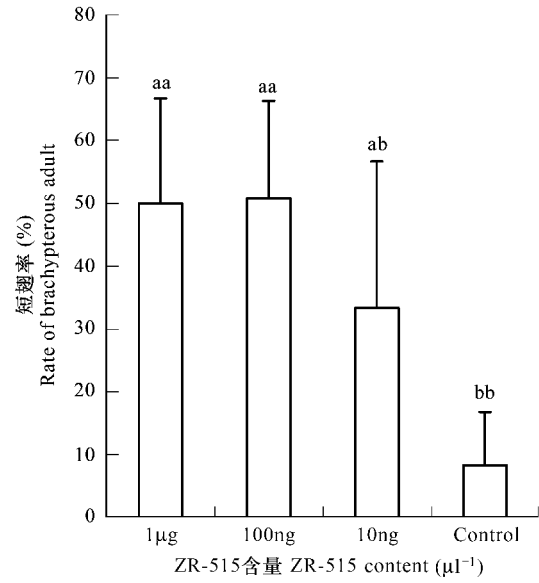


图2 不同浓度的 ZR-515 处理白背飞虱 4 龄若虫后的短翅率(平均值 ± 标准误)

Fig. 2 the rate of brachypterous adult when the 4th instar larvae of *Sogatella furcifera* were treated by different dosages of ZR-515 (mean ± SE)

不同字母表示差异显著 ($p < 0.05$) Different letters indicate significant difference ($p < 0.05$)

3 讨论

保幼激素作为重要的发育调节激素,在昆虫个体发育的某一特定时期,其滴度的高低决定昆虫个体选择何种发育途径。在昆虫翅多型现象中,保幼激素及其类似物有促进昆虫向无翅化或短翅化发育的倾向^[16],这在蚜虫翅型分化中早已得到证明^[17,18]。随后又有大量的研究表明若在 2 龄末期到 5 龄初期,滴加一定量的保幼激素

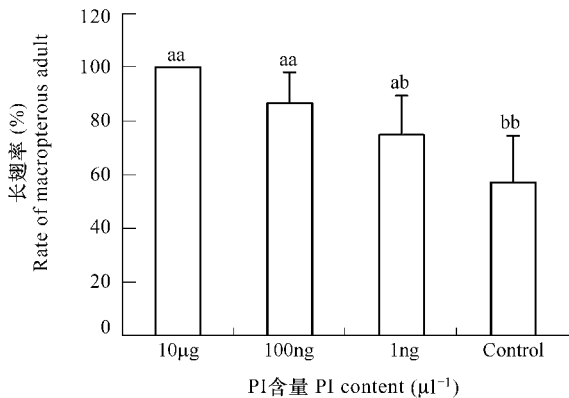


图3 不同浓度的早熟素处理白背飞虱 3 龄若虫后的长翅率(平均值 ± 标准误)

Fig. 3 the rate of macropterous adult when the 3rd instar larvae of *Sogatella furcifera* were treated by different dosages of prenecone (mean ± SE)

不同字母表示差异显著 ($p < 0.05$) Different letters indicate significant difference ($p < 0.05$)

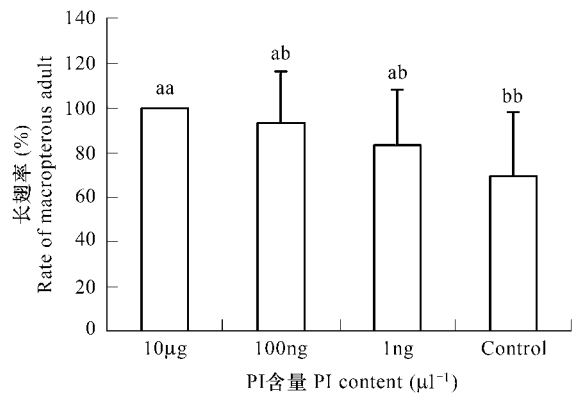


图4 不同浓度的早熟素处理白背飞虱 4 龄若虫后的长翅率(平均值 ± 标准误)

Fig. 4 the rate of macropterous adult when the 4th instar larvae of *Sogatella furcifera* were treated by different dosages of prenecone (mean ± SE)

不同字母表示差异显著 ($p < 0.05$) Different letters indicate significant difference ($p < 0.05$)

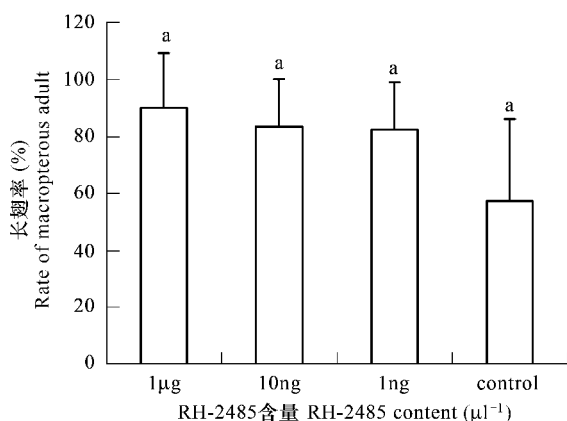


图5 不同浓度的 RH-2485 处理白背飞虱 3 龄若虫后的长翅率 (平均值 $\pm$ 标准误)

Fig. 5 the rate of macropterous adult when the 3rd instar larvae of *Sogatella furcifera* were treated by different dosages of RH-2485 (mean $\pm$ SE)

不同字母表示差异显著 ($p < 0.05$) Different letters indicate significant difference ($p < 0.05$)

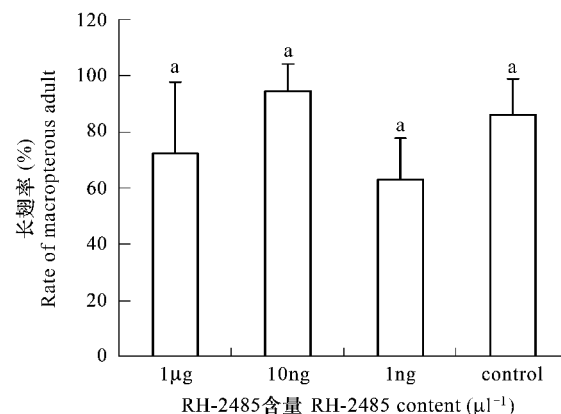


图6 不同浓度的 RH-2485 处理白背飞虱 4 龄若虫后的长翅率 (平均值 $\pm$ 标准误)

Fig. 6 the rate of macropterous adult when the 4th instar larvae of *Sogatella furcifera* were treated by different dosages of RH-2485 (mean $\pm$ SE)

不同字母表示差异显著 ($p < 0.05$) Different letters indicate significant difference ($p < 0.05$)

及其类似物有抑制褐飞虱成虫长翅形成的作用^[13,19,20]。本次实验则首次证实保幼激素类似物 ZR-515 亦可诱导白背飞虱短翅型的形成,因此,无论是褐飞虱还是白背飞虱,保幼激素及其类似物均具有促进短翅形成的作用。

此外,观察到 3 龄虫的短翅化以 10ng/ μl 的 ZR-515 处理最明显,而 4 龄虫的短翅化则以高浓度更明显(图 1,图 2)。产生这种情况的原因可能是 3 龄虫比 4 龄虫更敏感,其次有可能 ZR-515 诱导短翅化具有一定的浓度范围,也就是说过低或过高浓度将不具诱导短翅化的效应。由于 4 龄虫体积明显大于 3 龄虫,当用 10ng/ μl 的 ZR-515 处理时,吸进的 ZR-515 在 4 龄虫体内形成的浓度肯定远远低于 3 龄虫体内形成的浓度,故 10ng/ μl 的 ZR-515 对 4 龄虫的短翅化效应不如 3 龄虫明显;当用高浓度的 ZR-515 处理时,吸进的 ZR-515 在 3 龄虫体内形成的浓度肯定大大高于 4 龄虫体内形成的浓度,且超出其诱导短翅化效应所需浓度上限,故高浓度处理 3 龄虫时短翅化效应不明显。

早熟素是一类破坏咽侧体,从而抑制保幼激素合成的化合物^[21]。理论上讲,其作用应该和保幼激素相反,保幼激素有短翅化效应,推测早熟素就应该有长翅化效应。在褐飞虱的研究中,最近发现早熟素 II 确实可诱导长翅的形成^[14,22],从而证明了以上推测。此次研究中以白背飞虱为研究对象,用早熟素 I 处理其 3 龄和 4 龄若虫,发现亦可诱导长翅的形成,从而证明早熟素也可破坏白背飞虱若虫的咽侧体,降低保幼激素的分泌,进而促进长翅的生成。

蜕皮激素为一类多羟基化的甾醇类化合物,是调控昆虫生长发育最为重要的激素之一,在昆虫中,除了诱导幼虫蜕皮外,蜕皮激素对成虫生殖、滞育及胚胎发生等也起到一定的调节作用^[23,24]。本研究采用新合成的具有蜕皮激素活性的化合物 RH-2485 处理白背飞虱若虫,想探讨蜕皮激素在昆虫翅型分化中是否也起着一定的作用,结果表明 RH-2485 对翅型分化的影响不明显。

References:

- [1] Zhang Q X, Chen H Q, Wang F H. The regulation of wing dimorphism of brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). Current Entomological Research. Beijing: China Agricultural Science Press, 2004. 233—236.
- [2] Wang X R, Zhang C D. The effectual factors of wing dimorphism of brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. Chinese Bulletin of Entomology, 1981, 18(4): 145—148.

- [3] Zou Y D, Chen J C, Wang S H. The relation between nutrient substances in the rice plant and wing dimorphism of the brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål). *Acta Entomologica Sinica*, 1982, 25(2): 220—222.
- [4] Zhang Z Q. A study on the development of wing dimorphism in the rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål. *Acta Entomologica Sinica*, 1983, 26(3): 260—265.
- [5] Wang Q, Du J G, Cheng X N. Genetic studies on wing dimorphism of brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). *Acta Entomologica Sinica*, 1997, 40(4): 343—348.
- [6] Huang F K, Wei S M, Huang S S, *et al.* Effects of nymphal density and rice growth stage on nymphal development, survival rate and wing dimorphism of different rice brown planthopper biotypes. *Southwest China Journal of Agricultural Science*, 2001, 14(3): 67—70.
- [7] Huang F K, Wei S M, Huang S S, *et al.* The effect of anti-insect rice on the development and wing dimorphism of different biotypes nymph of brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Plant Protection*, 2003, 29(3): 39—42.
- [8] Iwanaga K. Immigration of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, exhibiting various responses to density in relation to wing morphism. *Ent. Exp. Appl.*, 1985, 38: 101—108.
- [9] Morooka S. Relationships between wing-form response to nymphal density and black coloration of adult body in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae). *Appl. Ent. Zool.*, 1988, 23(4): 449—458.
- [10] Syobu S, Mikuriya H, Yamaguchi J. Fluctuations and factors affecting the wing-form ratio of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) in rice fields. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 2002, 46(3): 135—143.
- [11] Tang J, Ping X F, Tang F B, *et al.* Determination of Juvenile Hormone in Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens*) by GC/MS. *Chinese Journal of Rice Science*, 2001, 15(2): 142—144.
- [12] Dai H G, Wu X Y, Wu S W. The change of juvenile hormone titer and its relation with wing dimorphism of brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Acta Entomologica Sinica*, 44(1): 27—32.
- [13] Wang J, Wu Z T, Zhang Y J, *et al.* Effects of exogenous hormones on wing dimorphism of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stål). *Acta Entomologica Sinica*, 1998, 41(4): 371—375.
- [14] Ayoade O, Morooka S, Tojo S. Induction of macroptery precocious metamorphosis, and retarded ovarian growth by topical application of Precocene II with evidence of its non-systemic allatocidal effects in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Journal of Insect Physiology*, 1996, 42: 529—540.
- [15] Bertuso A G, Tojo S. The nature and titer of juvenile hormone in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) in relation to wing morphogenesis and oocyte development. *Applied Entomology and Zoology*, 2002, 37(1): 117—125.
- [16] Nijhout H F. *Insect Hormones*. Princeton: Princeton University Press, 1994.
- [17] Hardie J. Juvenile hormone mimics the photoperiodic apterization of the alate gynopara of the aphid, *Aphis fabae*. *Nature*, 1980, 286: 602—604.
- [18] Hardie J, Honda K, Timar T. Effects of 2,2-dimethylchromene derivatives on wing determination and metamorphosis in the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 1995, 30: 25—40.
- [19] Iwanaga K, Tojo S. Effect of juvenile hormone and rearing density on wing dimorphism and development in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Insect Physiol.*, 1986, 32(6): 585—590.
- [20] Ayoade O, Morooka S, Tojo S. Enhancement of short wing formation and ovarian growth in the genetically defined macropterous strain of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Journal of Insect Physiology*, 1999, 45(1): 93—100.
- [21] Bowers W S, Ohta T, Cleere J S. Discovery of insect ant-juvenile hormones in plants. *Science*, 1976, 193: 542—547.
- [22] Bertuso A G, Morooka S, Tojo S. Sensitive periods for wing development and precocious metamorphosis after precocene treatment of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. *Journal of Insect Physiology*, 2002, 48(2): 221—229.
- [23] Wang F H, Gong H. The role of ecdysteroids on diapause of *Helicoverpa armigera*. *Acta Entomologica Sinica*, 1997, 40(3): 261—264.
- [24] Haegele B F, Wang F H. Effects of crowding, isolation, and transfer from isolation to crowding on total ecdysteroid content of eggs in *Schistocerca gregaria*. *Journal of Insect Physiology*, 2004, 50(7): 6210—628.

参考文献:

- [1] 张琼秀,陈慧卿,王方海. 稻飞虱翅型分化的调控. 当代昆虫学研究. 北京:中国农业科学技术出版社, 2004. 233~236.
- [2] 王希仁,张灿东. 褐稻飞虱翅型分化因子的探讨. 昆虫知识, 1981, 18(4): 145~148.
- [3] 邹运鼎,陈基诚,王士槐. 稻株营养物质与褐稻飞虱翅型分化的关系. 昆虫学报, 1982, 25(2): 220~222.
- [4] 张增全. 褐稻飞虱翅型分化的研究. 昆虫学报, 1983, 26(3): 260~265.
- [5] 王群,杜建光,程週年. 褐稻飞虱翅型分化规律的研究. 昆虫学报, 1997, 40(4): 343~348.
- [6] 黄凤宽,韦素美,黄所生,等. 若虫密度和水稻生育期对稻褐飞虱不同生物型若虫历期、存活及翅型分化的影响. 西南农业学报, 2001, 14(3): 67~70.
- [7] 黄凤宽,韦素美,黄所生,等. 水稻抗虫品种对褐飞虱不同生物型若虫生长发育及翅型分化的影响. 植物保护, 2003, 29(3): 39~42.
- [11] 唐健,平霄飞,汤富彬,等. 用气质联谱测定褐飞虱体内保幼激素. 中国水稻科学, 2001, 15(2): 142~144.
- [12] 戴华国,吴晓毅,武淑文. 褐飞虱体内保幼激素滴度变化及其与翅型分化的关系. 昆虫学报, 2001, 44(1): 27~32.
- [13] 王健,吴振廷,张一九,等. 外源激素对褐飞虱翅型分化的影响. 昆虫学报, 1998, 41(4): 371~375.
- [23] 王方海,龚和. 滞育和非滞育棉铃虫血淋巴中类固醇蜕皮素含量变化的比较. 昆虫学报, 1997, 40(3): 261~264.