

褐飞虱和白背飞虱的取食为害对水稻营养生长的影响*

王荣富 程遐年 (南京农业大学农业部病虫监测与治理重点开放实验室, 南京 210095)

邹运鼎 (安徽农业大学, 合肥 230036)

【摘要】 对塑料钵栽培的水稻进行罩笼试验,研究了褐飞虱和白背飞虱在不同若虫密度下取食为害对水稻营养生长的影响.结果表明,两种飞虱的成虫干重、水稻叶面积和其地上部干重因若虫密度的增加而下降.叶片干重占地上部干重的比例和稻株分配给叶片干物质质量随受害程度的加重而增大;褐飞虱和白背飞虱总干重(X)与稻株地上部损失量(Y)之间存在着极显著的线性关系.两种飞虱干重每增加1mg,水稻地上部干重则分别损失26.01mg和21.90mg.讨论了稻飞虱取食为害对水稻致害的可能机制.

关键词 水稻 褐飞虱 白背飞虱 取食 致害性

Feeding effect of brown and white-backed planthoppers on vegetative growth of rice plants.

Wang Rongfu, Cheng Xianian (*The Key Laboratory of Monitoring and Management of Plant Diseases and Insects of Chinese Ministry of Agriculture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095*) and Zou Yunding (*Anhui Agricultural University, Hefei 230036*). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 1998, 9(1): 51~54.

A nylon net experimental system was used to study the feeding effect of different nymph densities of brown planthopper (BPH) and white-backed planthopper (WBPH) on the vegetative growth of rice plants in plastic pots. The results show that with the increase of nymph density, the dry weight of planthopper adults and the leaf area and shoot dry weight of rice plants were decreased. The ratio of leaf dry weight shoot dry weight and the dry matter in leaf allocated by rice plants were increased with increasing infestation by planthoppers. A very significant linear relationship was observed between the total dry weight of two planthoppers and the loss of shoot dry weight of rice plants. If the dry weight of two planthoppers was increased by 1mg, the loss of shoot dry weight caused by BPH and WBPH was estimated by 26.01 and 21.90mg, respectively. The possible mechanism of feeding infestation by planthoppers was discussed.

Key words Rice, *Nilaparvata lugens*, *Sogatella furcifera*, Feeding, Infestation.

1 引 言

褐飞虱 (*Nilaparvata lugens*) (BPH) 和白背飞虱 (*Sogatella furcifera*) (WBPH) 是亚洲稻区为害猖獗的两种害虫.其成、若虫以直接吸食稻株的韧皮部汁液为害水稻,造成稻株生长缓慢、分蘖延迟、瘪粒增加^[2,3].两种飞虱取食行为和取食生理的研究已有不少报道^[5,7,9,11],其吸食为害与

水稻产量损失间的关系已得到阐明^[2,8],但与稻株营养生长的关系尚缺乏系统研究.鉴于稻飞虱成虫产卵对水稻亦产生为害作用^[1],本研究探讨了两种飞虱取食为害对水稻营养生长的影响及其致害机制,为综合治理提供科学依据.

* 国家“九五”重点科技攻关项目(96-005-01-01-06)和江苏省“九五”重点科技攻关项目(BG96513-1).

1997-06-18 收稿,1997-11-27 接受.

2 材料与方法

试验虫系由迁入代成虫(7月下旬捕自安庆市农校诱虫灯下)所繁殖的2代2龄若虫。

水稻试验在安庆市农业科学研究所网室进行。供试水稻品种和养虫水稻品种均为汕优63, 苗龄60d。该品种感两种飞虱^[5]。采用400ml的塑料钵, 每钵栽插1穴, 每穴3株。肥水管理按常规措施进行。接虫前1周喷布1次800倍的敌敌畏溶液, 然后罩上直径15cm高70cm的40目尼龙纱网待用。

试验处理按单钵0、20、40、60、80和100头的密度接虫。每个处理设5次重复。接虫后为害10d, 回收各处理的成虫, 在80℃下烘干48h, 分别测定各处理雌雄虫体的干重。回收成虫的同时, 齐土壤表面剪取稻株地上部, 分开叶片和叶鞘, 用与烘干虫体的相同方法烘干, 测定两者干重。用比叶重法测定叶面积。同时还测定了接虫前5穴水稻的叶面积和地上部干重。

3 结果与分析

3.1 两种飞虱成虫干重的变化

表1 不同虫口密度的褐飞虱和白背飞虱成虫总干重

Table 1 Total dry weight of adults of BPH and WBPH under different nymph density (mg)

| 飞虱种类 Species | 若虫密度(头) Nymph density(head) | | | | |
|-----------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| 褐飞虱 BPH | 18.61 ± 0.69 | 30.53 ± 1.78 | 50.20 ± 2.80 | 52.23 ± 2.75 | 63.33 ± 2.08 |
| 白背飞虱 WBPH | 11.07 ± 1.51 | 24.40 ± 1.38 | 35.20 ± 0.90 | 41.33 ± 2.52 | 49.00 ± 1.73 |

表2 不同虫口密度的褐飞虱和白背飞虱单头成虫的干重*

Table 2 Dry weight of single adults BPH and WBPH under different nymph density (mg)

| 若虫密度(头) Nymph density(head) | 褐飞虱 BPH | | 白背飞虱 WBPH | |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 雌 Female | 雄 Male | 雌 Female | 雄 Male |
| 20 | 1.25 ± 0.03 | 0.62 ± 0.05 | 0.80 ± 0.12 | 0.42 ± 0.07 |
| 40 | 1.05 ± 0.07 | 0.58 ± 0.06 | 0.79 ± 0.09 | 0.39 ± 0.08 |
| 60 | 0.81 ± 0.04 | 0.47 ± 0.05 | 0.72 ± 0.11 | 0.38 ± 0.08 |
| 80 | 0.79 ± 0.03 | 0.47 ± 0.06 | 0.61 ± 0.08 | 0.37 ± 0.07 |
| 100 | 0.72 ± 0.06 | 0.44 ± 0.04 | 0.60 ± 0.07 | 0.36 ± 0.05 |

* 同列数据标有相同字母者表示按 Duncan's 新复极差测验无显著差异($P=0.05$)。Means followed by the same letter in the column are not significantly different by Duncan's new multiple range test ($P=0.05$)。

干重与叶面积随虫体总干重的增加而下降。虫体总干重的增加与若虫密度有关, 说明伴随若虫密度增大取食量上升, 水稻受害程度加重。比较褐飞虱和白背飞虱的取食对水稻地上部干重和叶面积的影响程

两种飞虱成虫的总干重随若虫密度的增加而增大(表1)。其中, 褐飞虱成虫的总干重是白背飞虱的1.25~1.68倍。在较高虫口密度下, 褐飞虱总干重的增加趋缓, 如从20头若虫密度为白背飞虱的1.68倍下降到100头若虫密度的1.29倍, 说明两种飞虱虫体总干重的增加对密度制约的反应有一定的趋同性。

雌雄成虫干重的变化对虫口密度的反应有差异。除在100头若虫密度下褐飞虱的单头雄成虫干重与20头若虫密度相比有显著差异($P<0.05$)外, 其余的两种飞虱雄成虫干重对密度反应不明显。褐飞虱和白背飞虱雌成虫干重随密度增加而下降, 高、中密度(100、80或60头/穴)比中、低密度(60、40和20头/穴)下降显著($P<0.05$, 表2)。

3.2 稻飞虱为害与水稻营养生长的关系

3.2.1 稻飞虱为害与水稻地上部干重和叶面积的关系

由图1可看出, 水稻地上部

观察到褐飞虱造成的影响大于白背飞虱, 这由图1的曲线变化趋势得到证明, 褐飞虱的曲线下降陡度明显地大于白背飞虱。这可能与褐飞虱取食量较大有关。

3.2.2 稻飞虱为害与水稻地上部干物质分

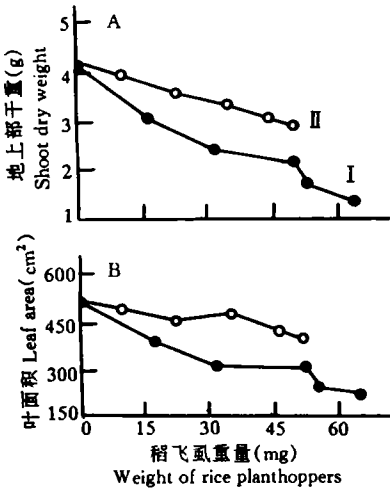


图1 两种飞虱总干重与水稻地上部干重(A)和叶面积(B)的关系
 Fig.1 Relationship between total dry weight of two planthoppers and rice shoot dry weight(A) and leaf area(B).
 I. 褐飞虱 BPH, II. 白背飞虱 WBPH. 下同 The same below.

配之间的关系 由图2可见,叶干重比和叶分配比均因褐飞虱和白背飞虱取食为害的加重而增大.叶分配比由虫体为害前后叶片干重之差与虫体为害前后地上部干重之差的比值求得.试验中,水稻处于分蘖期,接虫前的叶干重比和叶分配比都接近于0.5.这与 Penning 等^[13]的结果一致.随

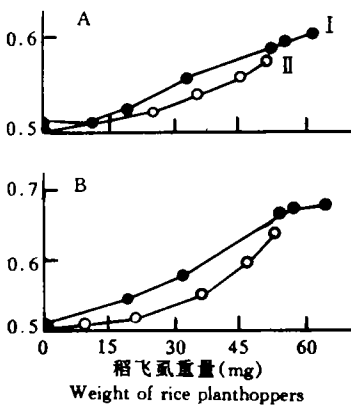


图2 两种飞虱总干重与叶干重比(A)和叶分配比(B)之间的关系
 Fig.2 Relationship between total dry weight of two planthoppers and leaf dry weight ratio (A) and leaf allocation ratio (B).

着虫体干重的增加,两者缓慢上升,叶干重比逐步接近0.6,叶分配比接近0.7.其中,褐飞虱引起叶干重比和叶分配比的增加幅度分别比白背飞虱大3.9~11.1%和5.9~13.1%,说明稻飞虱的取食,水稻叶片制造的光合产物向其它部位运输受到阻碍.光合产物因稻飞虱取食为害难以被水稻营养生长所充分利用.

为进一步探讨叶片光合产物的去向和滞留问题,测定了不同虫口密度下的水稻比叶重(单位叶面积的干重).随着虫口密度的增加,两种飞虱的吸汁取食都能导致水稻比叶重有不同程度的增加.褐飞虱取食引起比叶重增加的速率稍大于白背飞虱(图3).

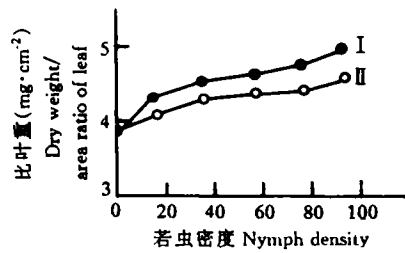


图3 两种飞虱的取食对水稻比叶重的影响
 Fig.3 Effect of feeding by two planthoppers on ratio of dry weight to leaf area of rice plants.

3.3 两种飞虱取食为害量分析

求出各密度下水稻地上部干重相对于未接虫水稻地上部干重的减少量(mg),并以此为Y,以各处理稻飞虱虫体总干重为X,建立直线回归方程.褐飞虱虫体总干重与因该害虫取食引起的干物质损失量之间的方程为 $Y = 578.09 + 26.01X$,白背飞虱的方程是 $Y = 21.90 X - 81.18$.经检验,前者的 $t = 7.723$,后者的 $t = 8.759$, $t_{0.01} = 5.841$,两者线性关系极显著.前式相关系数 $r = 0.9877 (P < 0.01)$,后式 $r = 0.9905 (P < 0.01)$.两式b值分别为26.01和21.90,说明褐飞虱和白背飞虱虫体干重每增加1mg,水稻地上部干重则分别损

失 26.01 和 21.90mg。褐飞虱消耗量比白背飞虱大 18.77%，可能是褐飞虱取食致害性大于白背飞虱的一个原因。

4 讨 论

试验初步证实,在虫口密度、虫龄或虫态、水稻品种、生育期、栽培管理措施和环境条件等基本一致的情况下,褐飞虱的取食为害对水稻地上部干物质积累、叶面积扩大、叶干重比、叶分配比和干物质的损耗率等影响均大于白背飞虱(图 1~3)。褐飞虱和白背飞虱致害性的差异,可能与其不同的营养需求和消耗有关,待进一步探讨。

植食性昆虫对寄主植物的取食涉及诸多环节,极为复杂^[4]。稻飞虱对水稻的取食是它们对寄主植物的定向、下唇的探索、口针刺探和刺吸等 4 个环节的综合表现。刺探既对寄主植物生活细胞产生机械破坏作用,又形成对自身取食有利、对寄主植物体内营养物质流动起阻隔作用的口针鞘。Kenmore^[12]用放射同位素¹⁴C 研究证实,水稻叶鞘受害后,其光合产物运输明显受阻。Cagampang^[10]也发现褐飞虱取食后水稻韧皮部受堵塞的现象。刺吸可使水稻植株失去汁液和营养物质。如褐飞虱的 3 龄或 4 龄若虫每天取食 6~11ml 汁液^[14],其雌成虫在秧苗(品种为 Norin 8)上每天分泌约 13ml 的蜜露^[15]。此外,还有其它伤害,如分泌唾液,利用其中含有淀粉酶、糖苷酶等促进水稻植株体内物质的降解;吸取水稻汁液使稻株失水,导致光合能力和蒸腾作用下降,叶片中非构造性碳水化合物的积累和蛋白质含量减少^[10]。图 2 和图 3 的结果还间接证明了受害后的稻株有物质截留现象。因此,两种飞虱的致害性表现

为摄取大量营养物质,影响稻株生物量生产和通过阻隔运输、机械伤害和干扰代谢等过程,造成稻株光合生产力和其它生理生化过程受抑。

致谢 安庆市农业科学研究所罗跃进同志协助部分工作,谨此致谢。

参考文献

- 1 丁宗泽、陈茂元、李沛元. 1981. 褐飞虱的产卵繁殖和允许损失界限. 昆虫学报, 24(2): 152~159.
- 2 白背飞虱种群发展与生态研究协作组. 1992. 水稻白背飞虱为害损失测定及防治指标研究. 植物保护学报, 19(2): 139~144.
- 3 刘光杰、Wilkins, R. M.、Saxena, R. G. 1995. 白背飞虱对不同抗性稻株糖类物质的利用. 昆虫学报, 38(4): 421~427.
- 4 狄俊德. 1980. 植食性昆虫食性的生理基础. 昆虫学报, 23(1): 106~121.
- 5 俞晓平、巫国瑞、陶林勇. 1991. 褐飞虱和白背飞虱在水稻品种上的为害特性. 中国水稻科学, 5(2): 91~93.
- 6 都 健、丁锦华. 1991. 褐飞虱吸食量的估测. 昆虫学报, 34(1): 122~125.
- 7 顾秀慧、贝亚维、高春先. 1987. 褐飞虱取食试验及防治探讨. 昆虫学报, 30(2): 169~174.
- 8 黄方能、程超年. 1990. 褐飞虱为害对水稻产量结构影响研究. 中国水稻科学, 4(3): 117~121.
- 9 黄次伟、冯炳灿. 1993. 水稻白背飞虱、褐飞虱取食动态研究. 昆虫学报, 36(2): 251~255.
- 10 Cagampang, G. B., Pathak, M. D., Juliano, B. O. 1974. Metabolic changes in the rice plant during infestation by the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera: Delphacidae). *Appl. Ent. Zool.*, 9(3): 174~184.
- 11 Gunathilagaraj, K., Chelliah, S. 1985. Feeding behaviour of white backed planthopper, *Sogatella furcifera* (Horvath), on resistant and susceptible rice varieties. *Crop Prot.*, 4: 255~262.
- 12 Kenmore, P. E. 1980. Ecology and outbreaks of a tropical insect pest of the green revolution, the rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal). Ph. D. thesis., Univ. Calif., Berkeley, 226 pp.
- 13 Penning, de Vries, F. W. T., Jansen, D. M. *et al.* 1989. Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops. Pudoc., Wageningen, 271 pp.
- 14 Suenaga, H. 1959. Damage caused by the plant- and leaf-hopper and its assessment. Abstract of the 3rd Symposium on the Assessment of Insects Damages. Jpn. Soc. Appl. Ent. Zool., Tokyo, Japan.
- 15 Sogawa, K. 1970. Studied on the feeding habits of the brown planthopper. 2. Honeydew excretion. *Jpn. J. Ent. Zool.*, 14: 134~139.