

褐飞虱和白背飞虱混合为害对水稻营养生长的影响^{*}

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

邹运鼎 (安徽农业大学,合肥 230036)

【摘要】 研究了褐飞虱和白背飞虱混合种群的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虫口密度的增加而下降,变化幅度与种间数量组合有关;水稻比叶重随为害程度的加重而加大;在褐飞虱与白背飞虱种间以 1 3、2 2 和 3 1 比例的 3 种组合处理中,虫体总干重(X)与稻株地上部损失量(Y)之间存在着极显著的线性关系,线性方程分别是 $Y = 69.17 + 30.43 X$ 、 $Y = 172.48 + 36.51 X$ 和 $Y = 87.59 + 37.67 X$, b 值相应为 30.43、36.51 和 37.67.

关键词 水稻 褐飞虱 白背飞虱 混合种群 致害性

Impact of mixed damage of *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* on vegetative growth of rice plants. Wang Rongfu, Cheng Xianian (Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095) and Zou Yunding (Anhui Agricultural University, Hefei 230036). - *Chin. J. Appl. Ecol.*, 1998, 9(2): 181 ~ 185.

Studies on the impact of feeding damage of mixed populations of *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* on vegetative growth of rice plants show that the dry weight of the adults of two planthoppers and the leaf area of rice plants and their shoot dry weight were decreased with increasing nymph density, and the range of the variations was related with interspecific proportion in quantity. The ratio of dry weight to leaf area of rice plants was increased with increasing damage. A very significant linear relationship was observed between the total dry weight of the mixed populations(X) and the loss of shoot dry weight of rice plants(Y) in three treatments (1 3, 2 2, 3 1) of quantitative proportion of *N. lugens* to *S. furcifera*, which is $Y = 67.17 + 30.43 X$, $Y = 172.48 + 36.51 X$ and $Y = 87.59 + 37.67 X$, and relevant b values were 30.43, 36.51 and 37.67, respectively.

Key words Rice, *Nilaparvata lugens*, *Sogatella furcifera*, Mixed populations, 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重要害虫. 其成、若虫以直接吸食稻株韧皮部汁液造成稻株生长缓慢、分蘖延迟、瘪粒增加^[4,11]. 混合种群的取食为害对水稻生长发育产生的不良影响表现得更为明显^[3]. 人们已通过不同的角度研究了两种飞虱的取食行为

和取食生理^[5~7,9,10,12],逐步明确了其吸食为害与水稻产量损失之间的关系^[3,8]. 鉴于两种飞虱的吸食为害与稻株营养生长的关系还缺乏系统研究,作者在前文^[2]报道了稻飞虱单一种群的吸食为害对水稻营养生长的抑制作用,初步阐明了褐飞虱和白背飞虱的吸食为害存在着种间差异^[2]的基础上,探讨了不同虫口密度下两种飞

^{*} 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,1997-12-15 接受.

虱混合种群的取食为害对水稻营养生长的影响方式和影响强度,以便为其综合治理提供科学依据.

2 材料与与方法

2.1 供试昆虫与虫源

采用褐飞虱和白背飞虱的2龄若虫,均由迁入代成虫(7月下旬捕自安庆市农业学校诱虫灯下)所繁殖.

2.2 水稻品种

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.

2.3 试验处理

按单钵20、40、60、80和100头的密度接虫,各密度的褐飞虱和白背飞虱组合处理见表1,以未接虫的为对照.每个处理5次重复.

2.4 测定内容

接虫后为害10d,回收各处理的成虫,在80下烘干48h,分别测定各处理两种飞虱雌雄虫体

表2 不同组合处理的褐飞虱和白背飞虱成虫总干重*

Table 2 Total dry weight (mg) of adults of BPH and WBPH with different treatment

若虫密度 Nymph density (head)	处理 Treatment					
	A		B		C	
	BPH	WBPH	BPH	WBPH	BPH	WBPH
20	4.96 ±0.91	8.93 ±1.61	9.82 ±1.76	6.21 ±1.08	15.66 ±1.99	3.11 ±0.23
40	8.81 ±1.23	17.48 ±3.10	17.85 ±2.93	12.24 ±1.85	28.81 ±3.13	5.65 ±0.86
60	12.83 ±1.37	24.08 ±3.48	25.12 ±4.72	16.95 ±2.27	34.88 ±5.44	6.68 ±1.04
80	16.89 ±2.28	31.52 ±4.25	31.22 ±5.38	21.62 ±3.26	33.61 ±5.51	8.23 ±1.13
100	17.58 ±3.12	32.83 ±4.47	24.75 ±3.89	20.53 ±2.09	30.12 ±4.13	9.81 ±1.46

雌雄成虫干重的变化因处理和种类的不同而表现各异(表3).在A处理中,褐飞虱的雌成虫干重仅在20头若虫密度和100头若虫密度间存在显著差异,雄成虫干重则是在100头若虫密度与20和40头若虫密度间表现显著差异($P < 0.05$);白背飞虱的雌成虫干重以100头若虫密度表现明显差异($P < 0.05$).在B处理中,褐飞

表1 试验设计

Table 1 Experimental design

若虫密度 Nymph density (head)	处理 Treatment (BPH ◊ WBPH)		
	A	B	C
20	5 15	10 10	15 5
40	10 30	20 20	30 10
60	15 45	30 30	45 15
80	20 60	40 40	60 20
100	25 75	50 50	75 25

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,用烘干虫体的相同方法烘干,测定两者的干重.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

两种飞虱成虫的总干重在3种处理中表现不同(表2).A处理中两种飞虱的总干重以及C处理中白背飞虱的总干重,均随若虫密度的增加而增大;而B处理中两种飞虱的总干重以及C处理中褐飞虱的总干重,则分别以80和60头若虫密度为最大,说明两种飞虱虫体总干重的增加对种间作用和若虫密度的反应有差异.

虱雌成虫干重在80头若虫密度与20头若虫密度间,以及100头若虫密度与20、40、60和80头若虫密度间存在显著差异,雄成虫干重只有100头若虫密度与20和40头若虫密度间有差异($P < 0.05$).白背飞虱的100头若虫密度与中、低密度间存在雌成虫干重的差异($P < 0.05$).在C处理中,就雌成虫干重而言,两种飞虱的低密度

(20 头和 40 头)间不存在差异,褐飞虱的高、中密度(60 头、80 头和 100 头)及其与低密度间,以及白背飞虱的高、中密度与低密度间存在显著差异($P < 0.05$);雌成虫

干重的变化与此类似,褐飞虱的高密度(80 头与 100 头)与低密度间,以及白背飞虱的高密度与 20 头若虫密度间均存在显著差异($P < 0.05$)。

表 3 不同组合处理的褐飞虱和白背虱单头成虫的干重

Table 3 Dry weight(mg) of single adult of BPH and WBPH with different treatment

若虫密度 Nymph density (head)	处理 Treatment					
	A		B		C	
	雌 Female	雄 Male	雌 Female	雄 Male	雌 Female	雄 Male
BPH 20	1.28 ±0.08a	0.69 ±0.05a	1.29 ±0.07a	0.67 ±0.11a	1.39 ±0.10a	0.69 ±0.07a
40	1.15 ±0.14ab	0.61 ±0.04a	1.15 ±0.16ab	0.63 ±0.08a	1.27 ±0.17a	0.65 ±0.07a
60	1.14 ±0.09ab	0.57 ±0.08ab	1.10 ±0.13ab	0.58 ±0.03ab	0.97 ±0.29b	0.58 ±0.08ab
80	1.13 ±0.10ab	0.55 ±0.11ab	1.01 ±0.12b	0.54 ±0.12ab	0.68 ±0.13c	0.44 ±0.06bc
100	0.92 ±0.12b	0.48 ±0.12b	0.60 ±0.08c	0.39 ±0.086b	0.48 ±0.08d	0.32 ±0.05c
WBPH 20	0.81 ±0.18a	0.38 ±0.05a	0.84 ±0.13a	0.40 ±0.04a	0.80 ±0.14a	0.44 ±0.09a
40	0.78 ±0.13a	0.38 ±0.07a	0.83 ±0.09a	0.39 ±0.08a	0.75 ±0.08a	0.38 ±0.03ab
60	0.71 ±0.08a	0.36 ±0.06a	0.75 ±0.13a	0.38 ±0.07a	0.57 ±0.06b	0.32 ±0.08ab
80	0.71 ±0.06a	0.34 ±0.09a	0.70 ±0.08a	0.38 ±0.06a	0.52 ±0.08b	0.30 ±0.06b
100	0.54 ±0.05b	0.28 ±0.02a	0.46 ±0.09b	0.36 ±0.05a	0.46 ±0.04b	0.26 ±0.09b

* 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 ($P = 0.05$)。

3.2 稻飞虱混合为害与水稻营养生长的关系

3.2.1 稻飞虱混合为害对水稻地上部干重的影响

在 3 种处理中,水稻地上部干重均随混合种群若虫密度的增加而减少,其

净值渐趋接近(表 4),说明水稻地上部干重的减少受若虫密度影响较大。在 20 头若虫密度下,C 处理引起水稻地上部干重的下降比 A 处理显著($P < 0.05$),其余无差异。

表 4 褐飞虱和白背飞虱不同若虫密度下水稻地上部干重的变化

Table 4 Change of shoot dry weight (g) of rice plants under different nymph densities of BPH and WBPH

处理 Treatment	若虫密度 Nymph density(head)				
	20	40	60	80	100
A	3.89 ±0.51a	3.01 ±0.26a	2.18 ±0.05a	1.72 ±0.13a	1.51 ±0.09a
B	3.41 ±0.38a	2.91 ±0.28a	2.09 ±0.21a	1.68 ±0.16a	1.42 ±0.10a
C	3.07 ±0.32b	2.28 ±0.13a	1.77 ±0.14a	1.49 ±0.09a	1.39 ±0.08a

3.2.2 稻飞虱混合为害对水稻叶面积的影响

水稻叶面积对稻飞虱混合为害的反应类似于水稻地上部干重的反应,也受到若虫密度制约的不利影响(表 5)。比较不同密度各处理间的差异可见,在 20 头和 60 头若虫密度中,C 处理造成水稻叶面积

的下降幅度显著大于 A 处理($P < 0.05$);在 40 头若虫密度中,C 处理的影响也明显大于 A 处理和 B 处理($P < 0.05$),说明在同一密度中,因两种飞虱种间数量组合的差异,亦能导致水稻叶面积发生不同程度的改变。

表 5 褐飞虱和白背飞虱不同若虫密度下水稻叶面积的变化

Table 5 Change of leaf area (cm²) of rice plants under different nymph densities of BPH and WBPH

处理 Treatment	若虫密度 Nymph density(head)				
	20	40	60	80	100
A	514.33 ±28.17a	412.66 ±20.95a	334.26 ±16.85a	306.25 ±13.19a	286.48 ±8.89a
B	498.47 ±22.63ab	408.78 ±19.12a	317.93 ±15.47ab	274.57 ±10.48a	257.23 ±7.11a
C	431.26 ±21.38b	327.23 ±17.23b	282.29 ±11.21b	269.57 ±9.17a	241.89 ±6.93a

3.2.3 稻飞虱混合为害对水稻地上部含水量的影响 从表6可看出,若虫密度增加对水稻地上部含水量下降虽有一定的促进

作用,但在3种处理间却不存在差异,说明两种飞虱若虫数量的组合不同,对水稻地上部含水量的变化不产生直接影响。

表6 褐飞虱和白背飞虱不同若虫密度下水稻地上部含水量的变化

Table 6 Change of shoot water content(% of rice plants under different nymph densities of BPH and WBPH

处理 Treatment	若虫密度 Nymph density(head)				
	20	40	60	80	100
A	78.09 ±2.46a	73.02 ±5.34a	75.09 ±2.34a	73.42 ±3.66a	73.15 ±5.84a
B	79.13 ±2.70a	75.79 ±3.60a	77.21 ±3.60a	72.45 ±5.50a	72.91 ±5.45a
C	79.52 ±4.23a	73.72 ±4.66a	76.25 ±4.46a	72.64 ±5.04a	69.70 ±2.15a

3.2.4 稻飞虱混合为害对水稻比叶重的影响 表7反映了两种飞虱的混合为害所引起水稻比叶重变化的情况.在3种处理中,两种飞虱的混合为害都能引起水稻比叶重有不同程度的增加,在60、80和100头3种若虫密度下,C处理引起比叶重的增加量均显著大于A处理($P < 0.05$),B处理

在80头若虫密度下引起比叶重的变化亦与A处理有显著差异($P < 0.05$).

3.3 稻飞虱混合种群为害量的分析

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(以mg为单位),以此为 Y ,以各处理两种飞虱虫体总干重为 X ,建立直线回归方程.结果

表7 褐飞虱和白背飞虱不同若虫密度下水稻比叶重的变化

Table 7 Change of ratio of dry weight to leaf area of rice plants($\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2}$) under different nymph densities of BPH and WBPH

处理 Treatment	若虫密度 Nymph density(head)				
	20	40	60	80	100
A	3.87 ±0.27a	3.97 ±0.31a	4.12 ±0.30b	4.20 ±0.33b	4.29 ±0.35b
B	3.91 ±0.34a	4.13 ±0.38a	4.37 ±0.37ab	4.53 ±0.36a	4.68 ±0.41ab
C	3.92 ±0.29a	4.22 ±0.34a	4.42 ±0.38a	4.64 ±0.39a	4.88 ±0.48a

是:在A、B和C的3种处理中,两种飞虱虫体总干重与它们混合为害引起的干物质损失量之间的方程分别为 $Y = 69.17 + 30.43X$ 、 $Y = 172.48 + 36.51X$ 和 $Y = 87.59 + 37.67X$. 经检验,t值分别为12.581、9.834和8.173, $t_{0.01} = 5.841$,线性关系极显著.3式相关系数依次是 $r = 0.9927$ ($P < 0.01$)、 $r = 0.9823$ ($P < 0.01$) 和 $r = 0.9769$ ($P < 0.01$). 它们的 b 值分别为30.43、36.51和37.67,说明两种飞虱虫体总干重每增加1mg,水稻地上部干重则分别损失30.43、36.51和37.67mg.

变化(表2、3). 变异的原因可能与两者之间若虫数量组合的不同引起种间作用方式或强度发生改变有关.我们曾在另一研究中发现褐飞虱和白背飞虱间存在着程度不同的相互作用过程,并推测这种相互作用过程是两种飞虱在长期的混栖生活中对营养和生存空间竞争的结果^[1]. 本结果是否进一步验证了上述结论,待探讨.

植食性害虫对寄主植物的为害,表现使寄主植物的形态特征、代谢方式和生命力产生异样变化.稻飞虱单一种类取食为害对水稻地上部干物质、叶面积扩大、叶干重比、叶分配比和干物质损耗率等的影响已在前文中^[2]做了详细报道,本文又从混合为害的角度证明了共栖的两种飞虱随为害程度的增大亦能使水稻地上部干重下降(表4)、叶面积减少(表5)、比叶重增加(表

4 讨 论

本研究初步证实,在虫口密度相同、若虫种间数量组合不同的情况下,褐飞虱和白背飞虱的雌雄成虫干重均有程度不同的

7),影响程度明显强于单一种类.国内有学者在研究白背飞虱为害与水稻产量关系时发现,两种飞虱混合为害引起产量损失比单一白背飞虱为害有加重趋势,随褐飞虱比例的增加,这种趋势更加突出^[3].本研究结果亦是如此,即在3种处理中,随褐飞虱比例的增加,水稻地上部干重的损失率也相应增大,根据虫体总干重每增加1mg来推算,水稻地上部干重的损耗量则相应为30.43、36.51和37.67mg,分别比单一种群的褐飞虱26.01mg和白背飞虱21.90mg高16.99%和38.95%、40.37%和66.71%、44.83%和72.01%,暗示褐飞虱虫口比例的增加对种间混合为害有促进作用.

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 王荣富、程遐年、罗跃进等.1997.褐飞虱与白背飞虱共栖时的互作效应.应用生态学报,8(4):391~395.
- 2 王荣富、程遐年、邹运鼎.1998.褐飞虱和白背飞虱的取食为害对水稻营养生长的影响.应用生态学报,9(1):51~54.
- 3 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.
- 4 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.
- 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、程遐年.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 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.
- 10 Liu, G., Wilkins, R. M. 1988. Mechanisms of rice varietal resistance to the white backed planthopper, *Sogatella furcifera*. Brighton Crop Prot. Conference-Pests and Diseases, 3:1227~1232.
- 11 Watanabe, T., Sogawa, K. 1994. Growth and yield analysis of rice plants infested with long-distance migratory rice planthopper. I. Effects of period and intensity of the white-backed planthoppers, *Sogatella furcifera* Horvath (Homoptera:Delphacidae), infestation on vegetation growth and yield. *Jpn. J. Ent. Zool.*, 38:153~160.
- 12 Watanabe, T., Sogawa, K. 1994. Growth and yield analysis of plants infested with long-distance migratory rice planthoppers. Quantitative evaluation of vegetation growth of rice plants infested with white-backed planthopper, *Sogatella furcifera* Horvath (Homoptera: Delphacidae). *Jpn. J. Ent. Zool.*, 38: 275~281.