

周小军, 徐红星, 郑许松, 等. 氮肥施用量对杂交稻田白背飞虱和蜘蛛种群数量的影响[J]. 浙江农业学报. 2012, 24(5): 865–869.

氮肥施用量对杂交稻田白背飞虱和蜘蛛种群数量的影响

周小军¹, 徐红星², 郑许松², 杨亚军², 陈礼威³, 何锦豪¹, 吕仲贤^{2,*}

(¹金华市农业科学研究院, 浙江 金华 321017; ²浙江省农业科学院 植物保护与微生物研究所, 浙江 杭州 310021; ³浙江省武义县科技创新服务中心, 浙江 武义 321000)

摘要:研究了田间自然条件下,不同氮肥施用量对杂交水稻上白背飞虱和蜘蛛种群的影响。结果表明,不同杂交水稻品种上白背飞虱的种群动态基本一致,拔节期密度最高。白背飞虱种群数量随氮肥施用量的增加而显著提高。在3个主栽杂交稻品种中,氮肥对‘深两优5814’上的白背飞虱种群数量增加影响最大,在水稻拔节期和孕穗期尤其显著。施用氮肥稻田的蜘蛛数量明显高于不施用氮肥的稻田,在齐穗期以后氮肥对蜘蛛数量的影响减少。方差分析结果表明,氮肥施用量、水稻品种及其生育期对白背飞虱和蜘蛛的数量均有极显著的影响。

关键词:氮肥施用量;杂交水稻;白背飞虱;蜘蛛

中图分类号:S 435.112+.3;

文献标志码:A

文章编号:1004-1524(2012)05-0865-05

Population dynamics of white-backed planthopper and its predatory spiders in hybrid rice fields with different nitrogen regimes

ZHOU Xiao-jun¹, XYU Hong-xing², ZHENG Xyu-song², YANG Ya-jun², CHEN Li-wei³, HE Jin-hao¹, LYU Zhong-xian^{2,*}

(¹Jinhua Academy of Agricultural Sciences, Jianghua 321017, China; ²Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China; ³Wuyi Innovation Service Center of Technology and Sciences, Wuyi 321000, China)

Abstract: Effects of nitrogen regimes on the population dynamics of white-backed planthopper (WBPH), *Sogatella furcifera*, and its predatory spiders on hybrid rice were determined in single season rice fields in Jinhua, China. The results showed that there was a similar tendency in WBPH population dynamics in the three tested hybrid rice fields with different nitrogen regimes, and the peak of population was found at the rice elongating stage. The abundance of WBPH population was significantly increased with the elevated application of nitrogen fertilizer, while the highest abundance of WBPH population was recorded during rice elongating and booting stages in the rice field of Shenliangyou 5814. Application of nitrogen fertilizer could obviously increase the number of predatory spiders before full panicle stage in all three tested rice fields. Three-way ANOVA indicated that the population dynamics of WBPH and spiders were significantly affected by nitrogen regime, hybrid varieties and their growth stages.

Key words: nitrogen regimes; hybrid rice; white-backed planthopper (*Sogatella furcifera*); spider

收稿日期:2012-03-13

基金项目:农业部公益性行业科研专项(200903051);浙江省自然科学基金重点项目(Z3080437)

作者简介:周小军(1974-),男,浙江金华人,高级农艺师,主要从事植保技术与推广工作。E-mail:zxj741130@163.com; Tel:0579-82050164

* 通讯作者,吕仲贤,E-mail:luzxmh2004@yahoo.com.cn; Tel:0571-86404077

为确保在有限的土地上生产出足够的粮食,改良品种和增大农用化学投入品是提高单位面积产量最主要的方法。氮肥作为增加作物产量的最主要营养源,不仅可以给作物提供充足的养分,而且改善了植食性昆虫的营养条件,提高了它们的种群数量^[1]。近年来亚洲各地稻飞虱频繁暴发,主要是由于滥用农药导致生态系统调控功能削弱引起的^[2,3],同时与过量氮肥营造的适宜于稻飞虱生长繁殖的环境条件密切相关^[1]。白背飞虱 *Sogatella furcifera* 是我国重要的迁飞性水稻害虫之一,不仅直接刺吸稻株的韧皮部汁液,造成水稻生长缓慢,危害严重时造成“虱烧”^[4]。最近发现白背飞虱传播的水稻南方黑条矮缩病在我国南方稻区快速蔓延,成为威胁我国水稻生产的最大因素之一^[5]。杂交稻的成功培育和大面积推广是我国粮食自给自足的关键,也是确保世界粮食安全的基础^[6]。然而杂交稻种植面积不断扩大也是导致我国白背飞虱种群持续增长的主要原因^[7]。室内研究证明氮肥使用量对白背飞虱生长、发育和繁殖均有显著的促进作用^[8],但氮肥对杂交稻田白背飞虱及其天敌种群的影响相关报道较少。本文在田间研究了白背飞虱及其捕食性蜘蛛在不同氮肥施用量和不同杂交稻品种上的自然发生情况,以期对白背飞虱合理控制提供依据。

1 材料与方法

1.1 杂交稻品种及氮肥水平

供试的杂交稻品种为在浙江省中部推广的‘深两优 5814’、‘新两优 6号’和‘丰两优香 1号’,由浙江省金华市种子公司提供。施氮水平分别为不施氮(0 kg N·hm⁻²)、中氮(100 kg N·hm⁻²)和高氮(250 kg N·hm⁻²)3种处理,施肥时按 m(基肥):m(追肥):m(穗肥)=1.0:1.0:0.4 的比例施用。

1.2 方法

试验设在浙江省金华市婺城区白龙桥镇。试验区分成3个区组分别安排3种氮肥水平试验,每一区组用30 cm宽的田埂隔离,并有30 cm宽的排水沟独立排灌。每一区组内设9个小区,每小区的面积为60 m²。同一区组内各水稻品种

随机排列,重复3次。水稻种子于2010年6月8日经催芽点直播。种植密度为20 cm×20 cm。水管理按当地习惯进行。当二化螟和稻纵卷叶螟严重发生时,使用对稻飞虱及其天敌影响较小的20%氯虫苯甲酰胺悬浮剂(美国杜邦公司生产)10 mL·667m⁻²进行喷雾防治。从分蘖盛期(8月1日)开始,分别在拔节期(8月21日)、孕穗初期(9月1日)、孕穗末期(9月11日)、齐穗期(9月21日)和灌浆期(10月1日)以盆拍法调查白背飞虱和蜘蛛的发生动态。每小区拍查3个样点,每样点2丛水稻。

1.3 数据统计与分析

数据分析采用SPSS 18.0进行,用Tukey法进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同氮肥施用量对田间白背飞虱种群的影响

从8月初水稻分蘖盛期开始调查到10月上旬水稻成熟期,各品种上白背飞虱的发生趋势基本一致。分蘖盛期前白背飞虱密度较低,所有处理之间均无显著差异,在拔节期数量达到最高,但孕穗期开始逐渐下降(表1)。在同一水稻品种上,拔节期白背飞虱数量随氮肥施用量增加而显著增加,当氮肥施用量250 kg·hm⁻²时的白背飞虱数量最大。而在同一生育期、相同氮肥施用量时,各品种上白背飞虱的数量也有明显差异,其中氮肥对‘深两优 5814’上的白背飞虱种群数量增加影响最大,特别在氮肥施用量250 kg·hm⁻²、拔节期和孕穗初期‘深两优 5814’上的数量显著高于他2个品种。齐穗期开始由于种群数量下降,所有处理之间均无显著差异。水稻品种($P < 0.001$)、生育期($P < 0.001$)和氮肥施用量($P < 0.001$)对白背飞虱的数量有极显著的影响,水稻品种和生育期($P < 0.001$)、生育期和氮肥施用量($P < 0.001$)以及水稻品种和氮肥施用量($P = 0.01$)之间具有极显著的交互作用,但是三者之间交互作用对白背飞虱的作用不明显($P = 0.059$)。

2.2 不同氮肥施用量对田间蜘蛛数量的影响

在分蘖盛期前蜘蛛密度较低,所有处理之间

均无显著差异。氮肥对‘深两优 5814’上的蜘蛛数量无明显影响,而在‘新两优 6 号’上施用氮肥 250 kg·hm⁻²稻田的蜘蛛数量明显高于不施用氮肥的稻田,但在齐穗期开始各品种上氮肥对蜘蛛数量的影响减少(表 2)。就相同品种的同一生育期而言,蜘蛛数量随氮肥施用量增加而显著增加,氮肥施用量 250 kg·hm⁻²时达最高。在‘新两优 6 号’和‘丰两优香 1 号’上的蜘蛛数量则随水稻生长而显著增加。与对白背飞虱的影响相似,水稻品种($P=0.007$)、生育期($P<0.001$)和氮肥施用量($P<0.001$)对田间蜘蛛的数量有极显著的影响,但是三者之间交互作用不明显($P=0.072$)。

3 讨论

水稻田施用氮肥后不仅改善了植食性昆虫的营养条件,而且也改变了天敌的生境及其对猎物或寄主的获得能力,最终影响水稻生态系统中整个节肢动物的食物链和食物网。因此,施用氮肥后稻株在形态学和生理学上的变化及其对害虫和天敌种群的作用严重影响了 3 个营养层之间的关系,从而在数量和功能水平上影响了天敌对害虫的自然控制功能^[9]。氮肥的施用增加了植食性昆虫和捕食性天敌密度,但当达到一定的程度后,捕食性天敌的捕食效益可能降低。在盐泽地区施用氮肥后,导致尽管氮肥区的蜘蛛数量增加,但植食性昆虫的种群密度还是增加^[10]。在菲律宾,随着氮肥施用量的增加稻纵卷叶螟的大多数天敌数量均增加,而捕食性天敌与稻纵卷叶螟的比例却有所下降^[11]。

表 1 不同氮肥施用量下杂交稻田中白背飞虱的数量(头·丛⁻¹)

Table 1 Abundance of white-backed planthopper on rice varieties at different nitrogen regimes

品种	氮肥施用量/ (kg·hm ⁻²)	水稻生育期/(头·丛 ⁻¹)					
		分蘖高峰	拔节期	孕穗初期	孕穗末期	齐穗期	灌浆期
深两优 5814	250	4.00 ± 0.87 aA	152.22 ± 72.74 aA	118.33 ± 37.80 aA	59.56 ± 17.90 aA	20.56 ± 4.03 aA	2.22 ± 1.48 aA
	100	2.44 ± 1.13 aA	66.22 ± 19.81 bcBC	51.00 ± 11.16 cBC	37.56 ± 8.00 abcABC	14.67 ± 5.98 aA	1.67 ± 0.87 aA
	0	2.00 ± 0.87 aA	22.00 ± 14.47 deDEF	19.56 ± 11.13 deDE	14.78 ± 5.89 cdCD	8.22 ± 2.39 aA	0.78 ± 1.09 aA
新两优 6 号	250	4.56 ± 1.67 aA	82.67 ± 49.63 bB	77.44 ± 47.53 bB	56.22 ± 25.38 aAB	17.78 ± 5.31 aA	2.44 ± 1.67 aA
	100	2.89 ± 1.05 aA	37.44 ± 16.84 dCDE	34.33 ± 15.61 cdCDE	27.22 ± 13.68 bedBCD	14.00 ± 5.02 aA	1.22 ± 0.97 aA
	0	1.56 ± 0.73 aA	7.67 ± 4.12 eEF	8.00 ± 2.40 eE	6.78 ± 2.33 dD	4.67 ± 2.78 aA	0.56 ± 0.88 aA
丰两优 香 1 号	250	4.11 ± 1.69 aA	83.89 ± 38.15 bB	78.89 ± 33.21 bB	44.78 ± 17.59 abABC	18.33 ± 5.85 aA	2.78 ± 1.56 aA
	100	2.33 ± 0.87 aA	45.78 ± 28.22 cdCD	43.33 ± 24.06 cdCD	27.44 ± 15.48 bedBCD	14.11 ± 7.34 aA	1.56 ± 1.33 aA
	0	2.11 ± 1.17 aA	5.44 ± 3.32 eF	5.56 ± 3.21 eE	6.56 ± 3.47 dD	5.44 ± 1.94 aA	1.11 ± 0.78 aA

注:同列数据后没有相同小写字母表示在 5% 水平上差异显著,没有相同大写字母表示在 1% 水平上差异显著。下同。

表 2 不同氮肥使用量下杂交稻田中蜘蛛的数量(头·丛⁻¹)

Table 2 Population dynamics of spiders on hybrid rice at different nitrogen regimes

品种	氮肥施用量/ (kg·hm ⁻²)	不同水稻生育期水稻的数量/(头·丛 ⁻¹)					
		拔节期	孕穗初期	孕穗末期	齐穗期	灌浆期	乳熟期
深两优 5814	250	4.00 ± 1.00 aA	4.22 ± 1.39 aA	5.00 ± 1.73 abABC	4.33 ± 1.50 abAB	3.56 ± 0.88 bBC	5.78 ± 2.68 abcABC
	100	3.00 ± 0.87 aA	4.11 ± 1.62 abA	4.00 ± 1.41 abABC	4.78 ± 1.56 abAB	3.33 ± 0.87 bC	4.67 ± 2.29 cC
	0	1.67 ± 0.71 aA	2.22 ± 1.30 abA	2.67 ± 0.71 bc	4.89 ± 1.27 abAB	3.56 ± 1.74 bBC	5.11 ± 3.10 bcBC
新两优 6 号	250	2.56 ± 0.73 aA	3.56 ± 1.13 abA	6.22 ± 2.17 aA	6.22 ± 2.49 aA	6.56 ± 1.24 aA	8.11 ± 2.71 aA
	100	1.89 ± 0.78 aA	2.67 ± 1.00 abA	3.89 ± 1.54 abABC	6.22 ± 2.54 aA	6.44 ± 1.81 aAB	7.67 ± 4.15 abAB
	0	1.56 ± 1.81 aA	2.00 ± 1.41 abA	3.11 ± 1.27 bBC	3.11 ± 1.05 bB	4.89 ± 1.05 abABC	4.11 ± 2.09 cC
丰两优 香 1 号	250	3.33 ± 1.50 aA	3.89 ± 1.69 abA	5.89 ± 1.96 abABC	5.56 ± 1.42 abAB	5.44 ± 1.33 abABC	6.67 ± 2.40 abcABC
	100	2.11 ± 1.76 aA	2.67 ± 1.00 abA	4.44 ± 1.67 abABC	3.78 ± 1.64 abAB	4.22 ± 1.56 abABC	4.89 ± 3.18 cBC
	0	1.67 ± 0.87 aA	1.56 ± 0.73 bA	2.67 ± 0.87 bC	4.33 ± 1.12 abAB	3.56 ± 1.01 bBC	4.78 ± 2.68 cBC

施用氮肥可增加水稻汁液中氨基酸的含量,大幅度地改善稻飞虱的营养条件,从而提高种群数量^[1]。施用氮肥的水稻有利于白背飞虱个体生长发育、提高其若虫存活率、成虫产卵量和卵孵化率,增加它对水稻品种的适应性,从而促进其种群发展^[8]。但是由于不同生育期和水稻品种对氮肥用量的敏感性不同,对白背飞虱及其天敌的影响也有一定的差异^[12]。本研究结果也证明,氮肥对‘深两优 5814’上的白背飞虱种群数量增加影响最大,且在水稻拔节期和孕穗期特别显著;相反地,氮肥对‘深两优 5814’上的蜘蛛数量的影响却不如其他 2 个品种明显。因此,在分析氮肥与稻飞虱发生情况的关系时,要区别对待不同杂交稻品种及其不同生育期的特性以及对氮肥的敏感性。在水稻分蘖期以前,稻飞虱和天敌的数量均较低,而且氮肥对他们的影响也不显著,这时应该尽量避免使用农药,以保护天敌数量,提高天敌的自然控制能力。

氮是植物维持生命的必需营养,在精细农业中对氮肥的科学管理已成为最重要的内容之一。植物对土壤中的可获得性氮的反应非常灵敏,当它们获得足够的氮肥后光合作用增强、营养生长加快,最终可以提高产量。高肥料投入是杂交水稻高产的重要条件,随着预期产量水平的不断提高,氮肥的施用量也逐步增加。但是,如果施用的氮肥进一步增加,植物对氮的吸收率下降,粮食产量不仅不增加反而可能减少^[13]。作物产量与氮肥施用量是渐近线或抛物线的关系^[14],在 0 ~ 240 kg·hm⁻² 纯氮范围内,施氮量与杂交稻的产量呈单峰曲线,以 180 kg·hm⁻² 的施氮处理的产量最高(10.7 t·hm⁻²),在 120 ~ 180 kg·hm⁻² 的施氮区间内增产效应最明显^[15]。在我国过量施用氮肥的主要原因可能是氮肥价格低、在杂交稻田施用氮肥促进分蘖比购买昂贵的种子更合算、中期搁田的氮肥损失以及节约劳力等^[13]。为了有效地减少氮肥的施用量、提高氮肥的利用率,彭少兵等^[16]在分析了我国水稻氮肥利用率低的可能原因后提出了通过改善水稻品种对氮肥的敏感反应,以作物氮素状况为指导适时和适量施用氮肥,以及合理调节土壤背景氮来降低氮素损失,提高水稻的氮肥利用率的研究策略。因此,科学地协调高产与有害生物生态调控功能的

关系已成为确保水稻生产安全的重要任务,努力达到既高产又降低害虫发生数量和暴发频率的目标。

参考文献:

- [1] 吕仲贤,俞晓平,Heong KL,等. 氮肥对植食性昆虫的影响及其对水稻主要害虫种群的诱导[J]. 中国水稻科学, 2006, 20(6): 649-656.
- [2] Heong KL. Are planthopper problems caused by a breakdown in ecosystem services? [A]// Heong KL, Hardy B. Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia [M]. Los Banos (Philippines): International Rice research Institute. 2009: 221-232.
- [3] George WL, Heong KL, Johnson D, et al. Rice pest management: issues and opportunities [A]// Pandey S, Byerlee D, Dawe D, et al. Rice in the globe economy: strategic research and policy issues for food security [M]. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. 2010: 297-332.
- [4] 沈君辉,尚金梅,刘光杰. 中国的白背飞虱研究概况[J]. 中国水稻科学, 2003, 17(S0): 7-22.
- [5] 周国辉,张曙光,邹寿发,等. 水稻新病害南方水稻黑条矮缩病发生特点及危害趋势分析[J]. 植物保护, 2010, 36(1): 144-146.
- [6] 付景,杨建昌. 超级稻高产栽培生理研究进展[J]. 中国水稻科学, 2011, 25(4): 343-348.
- [7] Sogawa K, Liu GJ, Qiang Q. Prevalence of white-backed planthoppers in Chinese hybrid rice and white-backed planthopper resistance in Chinese japonica rice [A]// Heong KL, Hardy B. Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia [M]. Los Banos (Philippines): International Rice research Institute. 2009: 257-280.
- [8] 徐红星,张钰锋,郑许松,等. 施氮对白背飞虱在水稻上适应性的影响[J]. 中国水稻科学, 2009, 23(2): 219-222.
- [9] 王丹英,徐春梅,袁江,等. 不同时期三系杂交稻主栽品种对氮肥用量的响应[J]. 作物学报, 2010, 36(2): 354-360.
- [10] 吕仲贤,俞晓平,Heong KL,等. 氮肥对天敌自然控制作用的影响及其在稻田生态系统中的例证[J]. 浙江农业学报, 2006, 18(2): 128-132.
- [11] Vince SW, Valiela I, Teal JM. An experimental study of structure of herbivorous insect communities in a salt marsh [J]. *Ecology*, 1981, 62(6): 1662-1678.
- [12] De Kraker J, Rabbinge R, Huis AV, et al. Impact of nitrogenous-fertilization on the population dynamics and natural control of rice leafhopper [J]. *International J of Pest Management*, 2000, 46: 225-235.

- [13] Peng SP, Huang JL, Zhong XH, et al. Challenge and opportunity in improving fertilizer nitrogen use efficiency of irrigated rice in China [J]. *Agricultural Sciences in China*, 2002, 1(7): 776 - 785.
- [14] Sinclair T. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation [J]. *Crop Science*, 1998, 38: 638 - 643.
- [15] 唐启源, 邹应斌, 米湘成, 等. 不同施氮条件下超级杂交稻的产量形成特点与氮肥利用[J]. 杂交水稻, 2003, 18(1): 44 - 48.
- [16] 彭少兵, 黄见良, 钟旭华, 等. 提高中国稻田氮肥利用率的研究策略[J]. 中国农业科学, 2002, 35(9): 1095 - 1103.

(责任编辑 陈华平)
