中越水稻迁飞性害虫稻飞虱、稻纵卷叶螟发生关系分析

陆明红[1]， 刘万才[1]， 胡 高[2]， 翟保平[2]，
Hoang Anh Tuan[2,3]， Do Hong Khanh[3]

(1. 全国农业技术推广服务中心，北京 100125；2. 南京农业大学，南京 210095；
3. 越南农业和农村发展部植物保护局，河内 115302)

摘要 中越两国同属东亚季风区，水稻病虫害在发生危害上为一个整体。每年水稻稻飞虱、稻纵卷叶螟(以下简称“两迁”害虫)随着季节和气温变化，在两国间往返迁飞，发生为害，相互影响。研究两国水稻迁飞性害虫发生的关系和影响规律，对于提高监测预警的早期预见性和防控工作的主动性，有效控制其危害具有重要意义。2010 年以来，中越两国实施了中越水稻迁飞性害虫监测与防治合作项目，通过连续多年开展交流合作，初步明确了越南“两迁”害虫发生规律。本文简要分析了影响越南“两迁”害虫发生的主要因素，探讨了中越两国水稻“两迁”害虫发生规律的相关性，对提高中国“两迁”害虫中、长期预报能力和综合治理水平发挥了积极作用。

关键词 越南； 中国； 水稻； “两迁”害虫； 相关性

中图分类号： S 435.112 **文献标识码**： A **DOI**： 10.16688/j.zwbh.2017390

Analysis of the relationships of rice planthopper and rice leaf folder occurrence between China and Vietnam

LU Minghong[1]， LIU Wancai[1]， HU Gao[2]， ZHAI Baoping[2]， HOANG Anh Tuan[2,3]， DO Hong Khanh[3]

(1. *National Agro-Technical Extension and Service Center*, *Beijing* 100125, *China*; 2. *Nanjing Agricultural University*, *Nanjing* 210095, *China*; 3. *Department of Plant Protection*, *Ministry of Agriculture and Rural Development of Vietnam*, *Hanoi* 115302, *Vietnam*)

Abstract Both China and Vietnam belong to East Asian monsoon region, where the rice pests and diseases occur as a whole. Especially rice planthopper (RPH) and rice leaf folder (RLF), they migrate between China and Vietnam with the change of seasons and temperature every year, and influence each other. Therefore, to study migratory pest relationships between China and Vietnam is of great significance for improving early warning and initiative control. Since 2010, China and Vietnam have implemented the project on technical cooperation in surveillance and management of rice migratory pests. Through many years' studies, the occurrence pattern of rice migratory pests in Vietnam was identified. Here we analyzed the relationships of RPH and RLF occurrence between China and Vietnam, which plays a positive role in improving medium and long-term forecasting ability and comprehensive management level.

Key words Vietnam; China; rice; migratory pest; relationship

水稻迁飞性害虫稻飞虱、稻纵卷叶螟(以下简称“两迁”害虫)是危害我国和许多亚洲国家水稻生产的重要害虫[1-2]。在我国，2005 年以来“两迁”害虫发生面积剧增，发生程度加重，重发频率增加。据统计，2005—2015 年稻飞虱和稻纵卷叶螟年均发生面积分别为 2 867 万 hm^2 和 1 969 万 hm^2，占水稻种植面积(2 968 万 hm^2)的 96.6%和 66.3%；造成产量损失 1 322.5 万 t 和 702.7 万 t，相当于平均每年水稻总产

收稿日期： 2017-10-13 **修订日期**： 2017-11-22
基金项目： 粮食丰产增效科技创新专项(2016YFD0300700)；中越水稻迁飞性害虫及病毒病监测与防治合作项目(2030114)；国家自然科学基金(41475106)
联系方式 E-mail：luminghong@agri.gov.cn

(19 588 万 t)的 6.8%和 3.6%。除直接为害造成的严重损失,稻飞虱还可通过传播病毒病造成危害[3-7],对水稻安全生产构成严重威胁。研究表明,“两迁”害虫具有远距离跨境迁飞的特性,每年春季从中南半岛国家(越南、泰国、老挝、缅甸等)随季风迁飞至我国华南稻区为害、繁殖,6—8 月,随着西太平洋副热带高压“西移北抬”,进一步迁飞至江南、长江流域稻区危害[8]。因此,研究东南半岛国家“两迁”害虫发生特点,及时、准确掌握虫源国家“两迁”害虫发生和防治动态,对提高我国“两迁”害虫及其传播病毒病监测预警的早期预见性、增强防控主动性、保障水稻生产安全具有重要意义。2010 年以来,中越两国通过水稻迁飞性害虫监测与防治合作项目,经过连续多年开展交流合作,初步明确了越南“两迁”害虫发生规律,分析了影响越南“两迁”害虫发生的主要因素,探讨了中越两国水稻“两迁”害虫发生规律的相关性,对提高我国“两迁”害虫中、长期预报能力和综合治理水平发挥了积极作用。

1 越南水稻迁飞性害虫发生特点

越南位于中南半岛东部,气候特点总体表现为气温高、湿度大、风雨多,可常年种植水稻[9]。越南水稻病虫发生种类多,常年发生的有褐飞虱、白背飞虱、稻纵卷叶螟、三化螟、稻瘿蚊、纹枯病、稻瘟病等 13 种病虫害[10]。受越南南北跨度大、气候地形差异明显等因素影响,南北方主要病虫种类有明显差异,但稻飞虱和稻纵卷叶螟是在南北方均造成危害损失严重的病虫种类,也是对我国有直接影响的最重要的病虫种类。据越南植保局统计,2010—2016 年越南平均每年种植水稻 785.4 万 hm^2,其中稻飞虱平均发生面积 54.8 万 hm^2,稻纵卷叶螟平均发生面积 79.4 万 hm^2,分别占水稻种植面积的 7.0%和 10.1%,受不同气候条件和地形等影响,不同年份、不同区域、不同季节“两迁”害虫的发生特点略有差异。

1.1 稻纵卷叶螟发生面积大于稻飞虱

从不同年份来看,稻飞虱和稻纵卷叶螟每年发生面积不尽相同,但都表现为稻纵卷叶螟发生面积大于稻飞虱(图 1)。其中,稻飞虱在 2010 年发生明显重于其他年份,发生面积达到 108.2 万 hm^2,占种植面积的 12.9%;2011 年以来稻飞虱发生总体平稳,每年发生面积约 50 万 hm^2,2015 年发生面积仅有 33.8 万 hm^2。稻纵卷叶螟呈间歇性暴发特点,2010 年和 2014 年发生面积分别达 118.9 万 hm^2、107.3 万 hm^2,2015 年发生面积仅有 45.4 万 hm^2,其他年份发生面积约 70 万 hm^2。

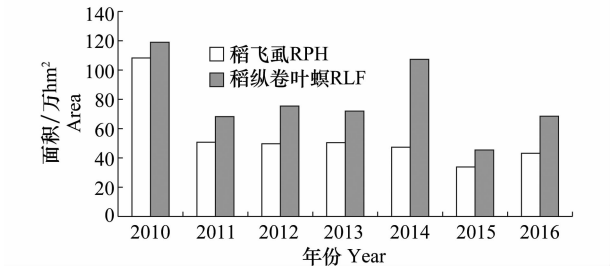


图 1 越南 2010—2016 年“两迁”害虫发生面积

Fig. 1 Occurrence area of RPH and RLF in Vietnam from 2010 to 2016

1.2 北部稻区重于南部稻区

越南植物保护局下设 4 个区域植物保护中心,这 4 个区域植物保护中心负责上传下达、分片管理病虫测报、防治、农药等技术推广事务;其中,北部植物保护中心分管宁平省以北的 25 省市植保工作,第四区植物保护中心分管清化省以南、顺化省以北的北中部 6 省市植保工作,中部植物保护中心分管岘港以南、平顺省以北的南中部 13 省市植保工作,南部植物保护中心分管九龙江平原及其东北部 19 省市植保工作。通过统计分析 4 个区域稻飞虱和稻纵卷叶螟的发生面积,结果表明稻飞虱和稻纵卷叶螟都是北部稻区重于南部稻区(图 2)。其中,稻飞虱在北部和北中部年均(2010—2016 年平均,下同)发生面积分别为 29.4 万 hm^2 和 4.8 万 hm^2,占种植面积的 16.5%和 6.8%;在南中部和南部年均发生面积为 1.2 万 hm^2 和 19.3 万 hm^2,仅占种植面积的 1.7%和 4.2%。而稻纵卷叶螟在北部和北中部发生明显重于稻飞虱,年均发生面积分别为 61.6 万 hm^2 和 7.4 万 hm^2,分别比稻飞虱偏多 109%和 54.4%;在南中部和南部发生轻于稻飞虱,年均发生面积分别是 2 389 hm^2、10.2 万 hm^2,分别比稻飞虱偏少 80.4%、47.4%。

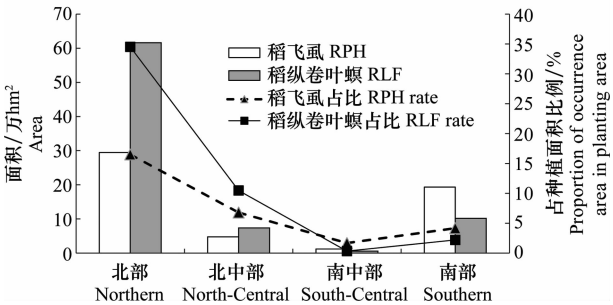


图 2 越南不同稻区“两迁”害虫发生面积

Fig. 2 Occurrence area of RPH and RLF in different rice regions of Vietnam

1.3　秋冬稻稻飞虱为害相对突出

从不同季节的水稻来看,各季水稻发生面积和发生程度差异明显(图 3)。其中,从发生面积角度分析,稻飞虱在冬春稻和夏秋稻上年均发生面积分别为 25.1 万 hm^2 和 26.0 万 hm^2,分别是秋冬稻发生面积的 6.9 倍和 7.1 倍;稻纵卷叶螟在冬春稻和夏秋稻上年均发生面积明显高于稻飞虱,分别比稻飞虱偏多9.8%和 92.0%,而在秋冬稻上发生面积比稻飞虱偏低 48.1%。从发生程度角度分析,稻飞虱在秋冬稻上为害相对突出,发生面积占种植面积的 14.8%,明显高于冬春稻的 8.1%和夏秋稻的 5.8%;稻纵卷叶螟在三季稻上总体平稳,夏秋稻上发生面积比例略高于冬春稻和秋冬稻。

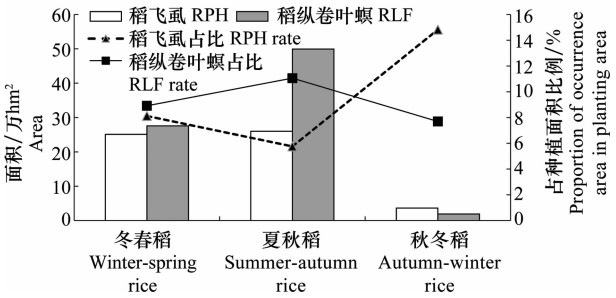


图 3　越南不同季节水稻“两迁”害虫发生面积

Fig. 3　Occurrence area of RPH and RLF in different rice seasons

2　影响越南“两迁”害虫发生的因素

2.1　气候特点是造成“两迁”害虫南北差异的主要因素

越南纬度跨度大,南北气候特点差异明显。南方一般分为旱季(10 月－次年 3 月)和雨季(4－9 月),最热为 4 月,平均气温约 29℃,最冷为 12 月,平均气温约 26℃;一年可种植三季稻,其中冬春稻一般在上年 11 月底至 1 月初撒播,3 月底至 5 月初收获,早的在 10 底就开始撒播,2 月底收获。北方四季分明,最热为 7 月,平均气温约 29℃,最冷为 1 月,平均气温约 15℃;一年种植两季稻,冬春稻一般在 2 月中下旬移栽,5 月下旬到 6 月上旬收获,夏秋稻一般在 7 月播种,10－11 月收获[11]。稻纵卷叶螟和稻飞虱产卵量和孵化率等受气候条件影响较大,尤以稻纵卷叶螟表现得更为明显。南方冬春稻适合稻纵卷叶螟为害的敏感生育期的时间为旱季,此时又旱又热,不利于稻纵卷叶螟卵的孵化,所以稻纵卷叶螟在越南南部发生面积仅占种植面积的 2.3%;而北方冬春稻稻纵卷叶螟为害的时期为 3－5 月份,温湿度适宜稻纵卷叶螟的发生为害,故发生面积大且程度重,越南北部发生面积占种植面积达 20.3%。

2.2　冬季温湿度是造成“两迁”害虫发生年度间差异的重要因素

冬季温湿度不仅影响水稻生长发育,还是影响“两迁”害虫发生动态的重要因子。以 2015 年冬春稻为例,2014－2015 年越南冬季温度比常年偏高,降水偏少,对稻纵卷叶螟的发生、产卵、孵化有明显不利影响,尤其是南方稻区,降水比常年偏少 50%,发生面积仅有 2.0 万 hm^2,比 2010－2016 年均值减少 56.1%;在越南中部稻区,2－3 月水稻正处于分蘖至孕穗期,是稻纵卷叶螟为害的敏感生育期,此时降水偏少 50%左右,亦不利于其产卵、孵化,南中部和北中部分别发生 671 hm^2 和 923 hm^2,比 2010－2016 年均值偏少 32.7%、66.8%;在越南北部稻区,受暖冬气候影响,水稻生育期比 2014 年早 7～10 d,稻纵卷叶螟发育历期较 2014 年早 10～15 d,第一代蛾发生高峰期在 3 月 5 日－15 日,此时水稻正处于返青至分蘖初期,田间还未封行,未能形成适温高湿的田间小气候,故错开了水稻最佳生育期,不利于卵的孵化和幼虫的发生,发生面积 13.1 万 hm^2,比 2010－2016 年均值偏少 42.2%(图 4)。

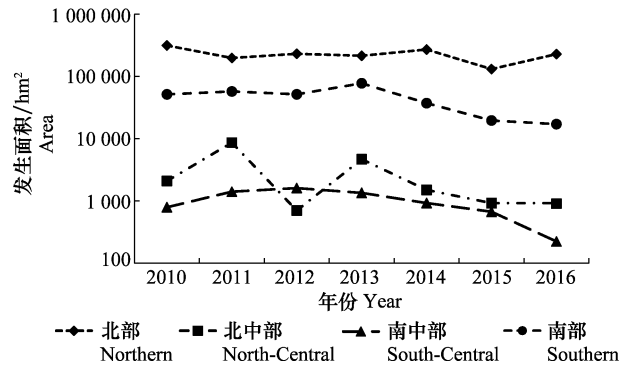


图 4　2010－2016 年越南各稻区冬春稻稻纵卷叶螟发生动态

Fig. 4　Occurrence dynamics of RLF in winter-spring rice in different rice regions of Vietnam from 2010 to 2016

稻飞虱因其产卵部位在稻株基部,故受暖冬影响略小于稻纵卷叶螟。在南部和中部稻区,稻飞虱可在当地越冬繁殖,其中南方冬春稻因处旱季,加之降水偏少 50%,故稻飞虱发生明显轻于 2014 年;而中部稻区属沿海地区,虽降水偏少,但田间小气候能满足稻飞虱的发生繁殖,加之温度偏高 1～2℃,有利于发生代数的增加,故中部稻区明显重于 2014 年;北部稻区稻飞虱主要以迁入为主,其迁入虫源地

老挝、泰国等地因受暖冬干旱气候影响，田间虫量偏少，故迁入越南北部虫量明显减少，尽管迁入期较2014年早5～7 d，但不足一个世代，故发生程度、面积仍较2014年偏轻、偏少(图5)。

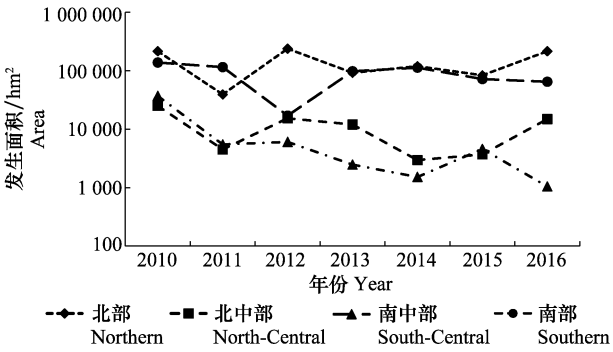


图5 2010－2016年越南各稻区冬春稻稻飞虱发生动态

Fig. 5 Occurrence dynamics of RPH in winter-spring rice in different rice regions of Vietnam from 2010 to 2016

3 中国越南“两迁”害虫发生关系分析

3.1 “两迁”害虫在越南冬春稻迁出期与中国早稻迁入期一致

越南冬春稻区是我国早期“两迁”害虫的主要虫源地，尤其是越南的中部和北部稻区对我国早稻有直接影响。越南中部水稻一般在12月底至1月初开始撒播，在3月中旬至4月初陆续进入抽穗灌浆期，此后稻飞虱陆续迁出越南中部；而中国从3月中旬开始，在海南、广东、广西等华南早稻区陆续出现迁入峰，与越南中部稻区稻飞虱的迁出期基本一致。越南北部水稻生育期较中部稻区一般晚15～20 d，4月下旬后稻飞虱陆续迁出越南北部，作为越南第二大水稻产区，4月下旬后稻飞虱的迁出范围广、虫量大；与此同时，中国华南、西南和江南南部稻区能监测到单灯单日千头以上稻飞虱同期突增峰，峰期持续时间长，迁入虫量大。如2015年越南北部、北中部冬春稻区稻纵卷叶螟和稻飞虱发生高峰期较2014年早5～15 d，中国华南、江南早稻区“两迁”害虫迁入期也比2014年相应提前10～30 d；2017年越南水稻生育期较常年偏迟10 d左右，加上华南入汛偏迟影响，导致“两迁”害虫迁入我国早稻区也较常年偏迟5～10 d，防治适期比常年偏迟10 d左右。因此，越南中部稻飞虱的发生动态可作为我国稻飞虱迁入期、迁入量和主降区的早期预警指标；越南北部稻飞虱发生动态可作为我国早稻中后期的稻飞虱迁入期、迁入量和主降区的预警指标。

3.2 越南北部是中国早稻稻飞虱的主要虫源地

通过执行中越水稻迁飞性害虫监测与防控合作项目，2011－2016年中越两国每年定期交流稻飞虱和稻纵卷叶螟的发生面积。本文利用SPSS软件的双变量相关分析方法统计分析了2011－2016年越南各稻区与中国早稻各主产省稻飞虱发生面积相关性，结果发现稻飞虱的发生面积在越南北部稻区与中国早稻主产省大部分呈正相关(表1)，在越南南部稻区与中国早稻主产省呈负相关。如稻飞虱发生面积在中国福建与越南北部呈极显著相关，相关系数达0.919；与越南北中部呈显著正相关，相关系数为0.833；而在越南南部与中国福建、湖南呈显著负相关，相关系数分别为－0.890、0.874。由此推断，越南北部是我国早稻稻飞虱的主要虫源地，为我国华南和江南稻区提供大量的迁入虫源。

表1 越南冬春稻与中国早稻稻飞虱发生面积相关性分析[1)]

Table 1 Analysis of the relationships of rice planthopper occurrence area between winter-spring rice in Vietnam and early rice in China

	中国云南 Yunnan, China	中国广西 Guangxi, China	中国广东 Guangdong, China	中国福建 Fujian, China	中国海南 Hainan, China
越南北部 The northern provinces of Vietnam	0.618	0.553	－0.060	0.919**	0.270
越南北中部 The north-central provinces of Vietnam	0.514	0.402	－0.451	0.833*	－0.173
越南南中部 The south-central provinces of Vietnam	0.541	0.073	－0.687	0.097	－0.627
越南南部 The southern provinces of Vietnam	－0.799	－0.678	0.365	－0.890*	－0.020
	中国湖南 Hunan, China	中国江西 Jiangxi, China	中国湖北 Hubei, China	中国安徽 Anhui, China	中国浙江 Zhejiang, China
越南北部 The northern provinces of Vietnam	0.806	0.716	0.363	0.046	0.500
越南北中部 The north-central provinces of Vietnam	0.520	0.290	0.079	－0.154	0.268
越南南中部 The south-central provinces of Vietnam	0.144	－0.301	－0.713	－0.164	0.303
越南南部 The southern provinces of Vietnam	－0.874*	－0.617	－0.017	－0.083	－0.552

1) 表中数据为相关系数，* 表示在0.05水平上显著相关；** 表示在0.01水平上显著相关。下同。
Data in the table are correlation coefficients. * indicates significant correlation at 0.05 level; ** indicates significant correlation at 0.01 level. The same below.

3.3　中越两国稻纵卷叶螟发生面积呈负相关

同样,通过分析比较 2011－2016 年越南各稻区与中国早稻各主产省稻纵卷叶螟发生面积相关性,我们发现稻纵卷叶螟的发生面积在越南中部和南部与中国早稻主产省呈负相关,在越南北部与中国早稻主产省没有明显相关性(表 2)。如稻纵卷叶螟发生面积在越南南部与中国海南呈极显著负相关,与中国广东呈显著负相关,相关系数分别为－0.920 和－0.828;在越南南中部与中国海南、广东、湖北呈显著负相关,相关系数分别为－0.835、－0.850、－0.812;在越南北中部虽没有表现显著的相关性,但相关系数表现出一致的负相关。

表 2　越南冬春稻与中国早稻稻纵卷叶螟发生面积相关性分析

Table 2　Analysis of the relationships of rice leaf folder occurrence area between winter-spring rice in Vietnam and early rice in China

	中国云南 Yunnan, China	中国广西 Guangxi, China	中国广东 Guangdong, China	中国福建 Fujian, China	中国海南 Hainan, China
越南北部 The northern provinces of Vietnam	0.588	0.027	－0.444	0.421	－0.485
越南北中部 The north-central provinces of Vietnam	－0.545	－0.629	－0.263	－0.698	－0.454
越南南中部 The south-central provinces of Vietnam	0.067	0.068	－0.850*	－0.136	－0.835*
越南南部 The southern provinces of Vietnam	－0.302	0.102	－0.828*	－0.019	－0.920**
	中国湖南 Hunan, China	中国江西 Jiangxi, China	中国湖北 Hubei, China	中国安徽 Anhui, China	中国浙江 Zhejiang, China
越南北部 The northern provinces of Vietnam	0.142	0.212	－0.123	－0.685	－0.522
越南北中部 The north-central provinces of Vietnam	－0.695	－0.584	－0.608	0.337	－0.346
越南南中部 The south-central provinces of Vietnam	－0.032	－0.681	－0.812*	－0.270	－0.351
越南南部 The southern provinces of Vietnam	－0.422	－0.548	－0.75	－0.207	－0.092

3.4　个例分析中国越南“两迁”害虫诱虫量相关性

根据中越水稻迁飞性害虫监测与防控合作项目合作内容,中越两国在各自境内的水稻迁飞性害虫主要发生区,共联合建立了 8 个数据共享观测点,统一配备虫情测报灯等必要的监测专用设备。其中,中方 4 个观测点分别建在海南琼海、广东雷州、广西合浦、云南麻栗坡,越方 4 个观测点分别建在南定省、义安省、广南省、富安省。因部分监测点在个别年份出现故障,造成监测数据不完整,故本文收集整理了其中的中国琼海、雷州、合浦和越南南定省、义安省、广南省这 6 个联合监测点 2012－2015 年的“两迁”害虫诱虫量,分析了“两迁”害虫在中国 3－6 月与越南 2－4 月份诱虫量的相关性。

白背飞虱在越南义安、广南和中国雷州、合浦发生趋势一致,表明中国华南南部间歇性越冬区白背飞虱虫源主要来自越南北中部和南中部稻区(图 6);褐飞虱在越南南定、广南和中国雷州、合浦发生趋势一致,表明越南北部和南中部可以为中国华南南部间歇性越冬区提供褐飞虱虫源(图 7)。稻纵卷叶螟在 2013 年中越两国发生趋势表现明显的负相关,2014 年发生趋势又表现出一致性,2015 年越南南定和中国雷州表现为增长趋势,越南义安、广南和中国合浦、琼海表现为下降趋势,表明中国越南在稻纵卷叶螟从诱蛾量上没有表现明显的相关性(图 8)。

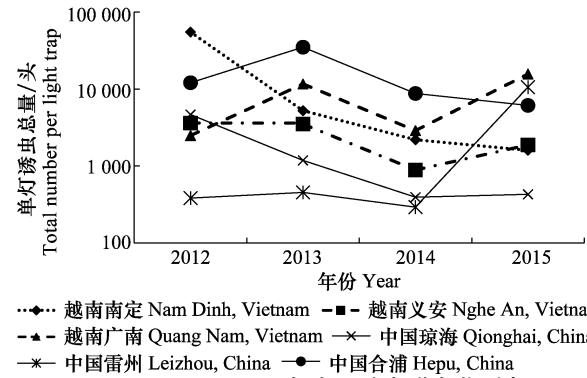


图 6　2012－2015 年中国越南联合监测点白背飞虱诱虫量比较

Fig. 6　Compare light trap number of WBPH between joint monitoring sites of China and Vietnam from 2012 to 2015

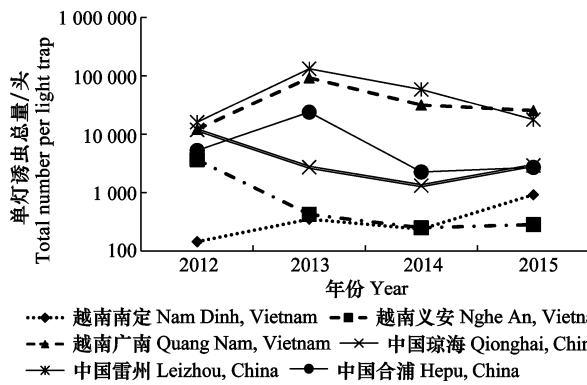


图 7　2012－2015 年中国越南联合监测点褐飞虱诱虫量比较

Fig. 7　Compare light trap number of BPH between joint monitoring sites of China and Vietnam from 2012 to 2015

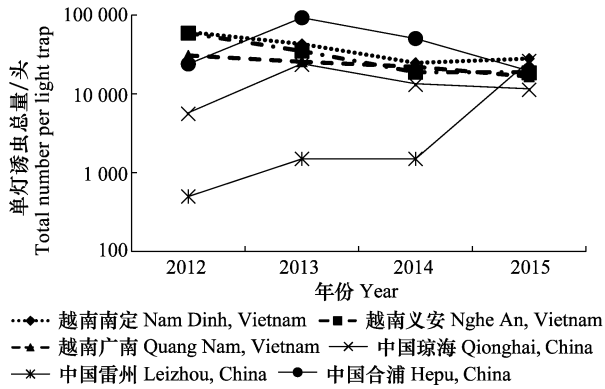


图 8 2012－2015 年中国越南联合监测点稻纵卷叶螟诱蛾量比较

Fig. 8 Compare light trap number of RLF between joint monitoring sites of China and Vietnam from 2012 to 2015

4 小结与讨论

本文从越南水稻生育期和“两迁”害虫发生高峰期及中国“两迁”害虫迁入高峰期的角度进行分析，得出了越南中部、北部“两迁”害虫发生动态可分别作为我国“两迁”害虫早期、早稻中后期预警指标的结论。这与先前利用轨迹分析方法得出的我国早稻前期 4 月份的虫源主要来自于越南中部的结论一致[12]，从侧面反映了研究结果的可靠性。这一结论对提高我国“两迁”害虫监测预警的早期预见性、增强防控主动性具有非常重要的意义。

越南各稻区与中国早稻主产省发生面积相关性在一定程度上能反映正负相关性，但只有少数表现为显著相关，这与实际调查监测到的情况有一定误差。分析其原因，主要是中越两国统计面积的标准不一致。如越南稻飞虱 2 000 头/m^2（相当于 4 000 头/百丛）才记为发生面积，比国内 3 000 头/百丛的大发生指标还要高；越南稻纵卷叶螟在水稻分蘖期幼虫量超过 50 头/m^2、孕穗抽穗期幼虫量超过 20 头/m^2 记为发生面积，而国内稻纵卷叶螟在分蘖期、孕穗抽穗期的幼虫量分别超过 15、9 头/m^2 就记为发生面积，这样造成越南年度间发生面积差异比中国要显著。当然，虽然中越两国记载“两迁”害虫发生面积的标准不一样，但通过比较年度间发生面积的相关性，还是能客观反映“两迁”害虫在中越两国发生增减趋势的相互关系。

通过分析比较中国越南各 3 个联合监测点“两迁”害虫诱虫量的相关性，得出越南的南中部（广南）、北中部（义安）和北部（南定）可为我国华南南部间歇性越冬区（合浦、雷州）提供稻飞虱虫源；越南北中部与中国南部稻纵卷叶螟并没有表现明显的相关性。其中稻飞虱从诱虫量角度的分析结果与从发生面积角度的分析结果相吻合，而稻纵卷叶螟的吻合度不高。分析其原因，可能是稻纵卷叶螟的趋光性不强，在发生程度差异较大的年份能反映年度间的增减趋势，如 2012 年和 2013 年；但在发生程度相近的年份，诱蛾量并不能准确反映增减趋势，如 2014－2015 年。建议今后在稻纵卷叶螟的监测上加强高空探照灯、性诱监测等测报技术的推广应用。

本文通过研究越南“两迁”害虫的发生特点及其原因，从迁入量、发生面积、发生量的角度深入分析了对我国“两迁”害虫的影响，为我国“两迁”害虫的提前预测提供了可靠依据。但我们也发现在监测点、监测标准、分析方法等方面需要进一步改进和加强。一是增建联合监测点。目前中越两国各仅有 4 个联合监测点，数量偏少，不足以代表中越两国水稻“两迁”害虫总体发生情况，建议增加联合监测点，提高数据代表性。二是加大联合培训力度。加大对联合监测点技术人员的培训，尤其在病虫发生面积统计、测报新技术、虫情测报灯维修等方面的培训，提高数据完整性和可比性。三是增强数据分析能力。应用迁飞轨迹分析方法，分析联合监测点虫情测报灯下稻飞虱和稻纵卷叶螟的迁入迁出虫量，可以更准确直观反映稻飞虱和稻纵卷叶螟的迁飞路径，进一步提高中越两国水稻迁飞性害虫早期预警能力。

参考文献

[1] 翟保平. 稻飞虱：国际视野下的中国问题[J]. 应用昆虫学报，2011，48(5)：1184－1193.

[2] 包云轩，曹云，谢小金，等. 中国稻纵卷叶螟发生特点及北迁的大气背景[J]. 生态学报，2015，35(11)：3519－3533.

[3] 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.

[4] 姜玉英，郭荣，刘宇，等. 越南的水稻病毒病发生和防治概况[J]. 中国植保导刊，2010，30(8)：54－57.

[5] 刘万才，陆明红. 2011 年南方水稻黑条矮缩病偏轻发生原因及监测对策[J]. 中国植保导刊，2012，32(7)：36－39.

[6] 刘万才，陆明红，黄冲，等. 南方水稻黑条矮缩病大区流行规律初探[J]. 中国植保导刊，2014，34(4)：47－52.

[7] 刘万才，陆明红，黄冲，等. 南方水稻黑条矮缩病预测预报技术初探[J]. 中国植保导刊，2014，34(6)：40－45.

（下转 60 页）

根病、褐根病等已知根病与 *L. theobromae* 和 *F. solani* 最简单、方便的识别方法。

橡胶树速衰病在山地一般 4—11 月发生,8—10 月为高峰期;在冬春季有一定量的降水时,春季 2—3 月份也会有发生;在水分保持较好的缓坡地周年均可发生。调查橡胶树速衰病的传播方式时发现,其传播方式与其他根病的相似:挖开感病死亡树可以见到已经枯腐或感病严重的病根与树头相连,这是最早感病的根,同时挖开与感病死亡树相邻的健康树中间根交错的地方,多数可以发现有健康树的根与病根交错在一起,有的根已感病;将感病的根带回实验室进行保湿观察,一般都能观察到在病根表面出现黑色点状物质或白色菌丝,镜检可分别看到可可色二孢和茄镰孢的分生孢子;但橡胶树速衰病较其他已知根病传播速度快、死亡率高,对橡胶生产是极其危险的病害。调查根病区的形成过程发现:平地、缓坡地的发病率、传播速度较坡地高、快,在平地,常以最早感病死亡的树为中心向周围辐射扩散,形成病区;在坡地,一般向左右和向下扩散形成病区,向上扩散的概率较低。根据以上调查,笔者认为橡胶树速衰病的传播方式主要有两种:一是根与根接触传播,二是病残体上形成的分生孢子随雨水流动传播。

在根病防治试验过程中发生施药处理后有的参试橡胶树发生突然死亡的现象,在对死亡原因调查过程中发现了致病菌可可毛色二孢和茄镰孢,这或许就是导致试验结果发生异常的主要原因,同时也是云南橡胶树根病没有得到有效控制的原因之一。在同一根病区中既有红根病,又有褐根病,同时还存在速衰病等不同种类根病混合发生的现象,因而,橡胶树根病控制技术还需要进一步深入研究和完善。

参考文献

[1] 中国农业科学院植物保护研究所,中国植物保护学会. 中国农作物病虫害(第 3 卷)[M]. 北京:中国农业出版社,2015:212 - 213.

[2] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1998:123 - 126.

[3] WHITE T J, BRUNS T, LEES S, et al. Amplification and direct sequencing on fungal ribosomal genes for phylogenetics [M]// INNIS M A, GELFAND D H, SNINSKY J J, et al. PCR protocols: a guide to methods and applications. San Diego: Academic Press, 1990: 315.

[4] 魏景超. 真菌鉴定手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1979:162 - 164.

[5] LATHA P, PRAKASAM V, KAMALAKANNAN A, et al. First report of *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl causing root rot and collar rot disease of physic nut(Jatropha curcas L.) in India[J]. Australasian Plant Disease Notes, 2009, 4(1):19 - 20.

[6] LESLIE J F, SUMMERELL B A, BULLOCK S. The fusarium laboratory manual [M]. Blackwell Publishing, 2006: 250 - 251.

[7] 张争,杨云,魏建和,等. 白木香枝枯病病原菌的鉴定[J]. 中国中药杂志,2013,38(11):1707 - 1711.

[8] 薛振南,黄式玲,李孝忠. 肉桂枝枯病菌及其生物学特性研究[J]. 广西农业生物科学,2003,22(4):275 - 279.

[9] 陈旭玉,甘炳春,冯锦东. 高良姜叶枯病病原菌的分离和鉴定[J]. 安徽农业科学,2014,42(16):5031 - 5032.

[10] 史国英,胡春锦,罗掉爱,等. 毛葡萄穗轴褐腐病病原菌鉴定及其生物学特性[J]. 植物病理学报,2010,40(3):242 - 249.

[11] 谢红辉,韦继光,黄穗萍,等. 一种真菌类病原菌引发桑树根腐病的发生规律及光照对病原菌生长的影响[J]. 蚕业科学,2016,42(1):45 - 52.

[12] URBEZ-TORRES J R, LEAVITT G M, GUERRERO J C, et al. Identification and pathogenicity of *Lasiodiplodia theobromae* and *Diplodia seriata*, the causal agents of bot canker disease of grapevines in Mexico [J]. Plant Disease, 2008, 92(4): 519 - 529.

[13] RODRÍGUEZ-GÁLVEZ E, MALDONADO E, ALVES A. Identification and pathogenicity of *Lasiodiplodia theobromae* causing dieback of table grapes in Peru[J]. European Journal of Plant Pathology, 2014, 141(3): 477 - 489.

[14] 黄贵修,许光灿. 中国天然橡胶病虫草害识别与防治[M]. 北京:中国农业出版社,2012:47.

[15] 蒋桂芝,刘一贤,王勇方,等. 爪哇镰刀菌引起的橡胶树割面溃疡病的初步研究[J]. 热带农业科技,2016,39(2):4 - 6.

(责任编辑:田 喆)

(上接 36 页)

[8] 翟保平,周国辉,陶小荣,等. 稻飞虱暴发与南方水稻黑条矮缩病流行的宏观规律和微观机制[J]. 应用昆虫学报,2011,48(3):480 - 487.

[9] 吕荣华,高国庆,李丹婷,等. 越南农业生产概况[J]. 南方农业学报,2011,42(5):562 - 565.

[10] 曾娟,关瑞峰,吕荣华,等. 越南水稻重大病虫害发生概况及其与中国相关性浅析[J]. 世界农业,2013(7):123 - 129.

[11] 刘万才,陆明红,翟保平,等. 越南水稻生产及其迁飞性害虫发生情况[J]. 中国植保导刊,2014,34(10):91 - 95.

[12] HU G, LU M H, TUAN H A, et al. Population dynamics of rice planthoppers, *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* (Hemiptera, Delphacidae) in central Vietnam and its effects on their spring migration to China[J]. Bulletin of Entomological Research, 2017, 107(3): 369 - 381.

(责任编辑:田 喆)