

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

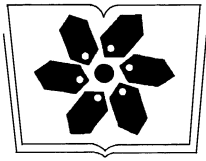
(Shengtai Xuebao)

第 31 卷 第 3 期
Vol.31 No.3
2011



中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 3 期 2011 年 2 月 (半月刊)

目 次

景观生态学原理在城市土地利用分类中的应用	李伟峰, 欧阳志云, 肖 焱 (593)
中国特有濒危植物夏蜡梅的交配系统	赵宏波, 周莉花, 郝日明, 等 (602)
昆仑山北坡不同海拔塔里木沙拐枣的光合生理生态特性	朱军涛, 李向义, 张希明, 等 (611)
天山云杉天然林不同林层的空间格局和空间关联性	李明辉, 何风华, 潘存德 (620)
大气 CO ₂ 浓度升高对 B 型烟粉虱大小、酶活及其寄主的选择性影响	王学霞, 王国红, 戈 峰 (629)
桃小食心虫越冬幼虫过冷却能力及体内生化物质动态	王 鹏, 凌 飞, 于 毅, 等 (638)
象山港不同养殖类型海域大型底栖动物群落比较研究	廖一波, 寿 鹿, 曾江宁, 等 (646)
北部湾宝刀鱼的摄食生态	颜云榕, 杨厚超, 卢伙胜, 等 (654)
黄河三角洲自然保护区东方白鹤的巢址利用	段玉宝, 田秀华, 朱书玉, 等 (666)
贺兰山野化牦牛冬春季食性	姚志诚, 刘振生, 王兆铨, 等 (673)
杉木生长及土壤特性对土壤呼吸速率的影响	王 丹, 王 兵, 戴 伟, 等 (680)
中国干旱半干旱区潜在植被演替	李 飞, 赵 军, 赵传燕, 等 (689)
夜间增温和施肥对川西亚高山针叶林两种树苗根际效应的影响	卫云燕, 尹华军, 刘 庆, 等 (698)
洱海流域 44 种湿地植物的氮磷含量特征	鲁 静, 周虹霞, 田广宇, 等 (709)
杠柳幼苗对不同强度干旱胁迫的生长与生理响应	安玉艳, 梁宗锁, 郝文芳 (716)
柠条细根的空间分布特征及其季节动态	史建伟, 王孟本, 陈建文, 等 (726)
NaCl 和 Na ₂ SO ₄ 胁迫下两种刺槐叶肉细胞叶绿体超微结构	孟凡娟, 庞洪影, 王建中, 等 (734)
设施番茄果实生长与环境因子的关系	程智慧, 陈学进, 赖琳玲, 等 (742)
嫁接茄子根系分泌物变化及其对黄萎菌的影响	周宝利, 刘 娜, 叶雪凌, 等 (749)
华北地区冬小麦干旱风险区划	吴东丽, 王春乙, 薛红喜, 等 (760)
干旱胁迫条件下冷型小麦灌浆结实期的农田热量平衡	严菊芳, 张嵩午, 刘党校 (770)
秸秆不同还田量对宁南旱区土壤水分、玉米生长及光合特性的影响	高 飞, 贾志宽, 路文涛, 等 (777)
盐胁迫下不同基因型冬小麦渗透及离子的毒害效应	徐 猛, 马巧荣, 张继涛, 等 (784)
阿魏酸、对羟基苯甲酸及其混合液对土壤氮及相关微生物的影响	母 容, 潘开文, 王进闯, 等 (793)
岷江上游油松与云杉人工林土壤微生物生物量及其影响因素	江元明, 庞学勇, 包维楷 (801)
荒漠沙蒿根围 AM 真菌和 DSE 的空间分布	贺学礼, 王银银, 赵丽莉, 等 (812)
百菌清对落叶松人工防护林土壤微生物群落的影响	邵元元, 王志英, 邹 莉, 等 (819)
居住区植物绿量与其气温调控效应的关系	李英汉, 王俊坚, 李贵才, 等 (830)
近 33 年白洋淀景观动态变化	庄长伟, 欧阳志云, 徐卫华, 等 (839)
舟山群岛旅游交通生态足迹评估	肖建红, 于庆东, 刘 康, 等 (849)
¹⁵ N 交叉标记有机与无机肥料氮的转化与残留	彭佩钦, 仇少君, 侯红波, 等 (858)
沉积物老化过程中 DOC 含量变化对菲吸附-解吸的影响	焦立新, 孟 伟, 郑丙辉, 等 (866)
湖南石门、冷水江、浏阳 3 个矿区的苧麻重金属含量及累积特征	余 玮, 揭雨成, 邢虎成, 等 (874)
问题讨论	
近 55a 来河西走廊荒漠绿洲区季节变化特征及其对胡杨年生长期的影响	刘普幸, 张克新 (882)
利用 HYSPLIT 模型分析麦蚜远距离迁飞前向轨迹	郁振兴, 武予清, 蒋月丽, 等 (889)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 302 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-02

利用 HYSPLIT 模型分析麦蚜远距离迁飞前向轨迹

郁振兴^{1,2}, 武予清^{1,*}, 蒋月丽¹, 封洪强¹, 刘顺通³, 曹雅忠⁴

(1. 河南省农业科学院植物保护研究所, 河南 郑州 450002; 2. 河南农业大学植物保护学院, 河南 郑州 450002;
3. 洛阳市农业科学研究院, 洛阳 471022; 4. 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100081)

摘要: 为了监测麦蚜远距离迁飞, 本文利用 HYSPLIT-4 气流动力模型模拟空中不同高度麦蚜 24h 内的迁飞轨迹, 分析其扩散方向和距离。结果表明: 氦气球携带的 10—100m 各高度设置的粘板均捕捉到了麦蚜, 各高度迁飞轨迹几乎一致, 迁飞距离没有显著差异。100m 高空起始迁飞的麦蚜, 24h 内最远模拟迁飞至达山西省太原市, 最大直线迁飞距离 494.43km。4 月 21—28 日, 豫西洛宁捕获点的麦蚜其中有 6d 由南向北迁飞。

关键词: 麦蚜; 迁飞; HYSPLIT; 前向轨迹

Forward trajectory analysis of wheat aphids during long-distance migration using HYSPLIT model

YU Zhenxing^{1,2}, WU Yuqing^{1,*}, JIANG YueLi¹, FENG Hongqiang¹, LIU Shuntong³, CAO Yazhong⁴

1 Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China

2 College of Plant Protection, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China

3 Luoyang Academy of Agricultural Sciences, Luoyang 471002, China

4 Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China

Abstract: Wheat aphids, predominantly *Sitobion miscanthi* (Takahashi), *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus) and *Schizaphis graminum* (Rondani), are important insect pests which damaged about 16.7 million hm² of wheat in north China in 2009. Understanding the long-range migration of wheat aphids is therefore of great importance to the area-wide pest management in wheat producing regions. Wheat aphids make long-distance migrations with the aid of the prevailing winds. The internet-based HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) model of NOAA (the National Oceanic and Atmospheric Administration, USA) provides a means of simulating the migration trajectories of small insects, such as aphids. The profile of aphid density was determined with a series of balloon-supported yellow traps located vertically at heights of up to 100 m above ground level, and migration trajectories of aphids at the various heights was simulated with the HYSPLIT model.

The helium-filled balloon of about 55 m³ volume was tethered at height of 110 m by three chinlon cords. A fourth cord carried the series of sticky yellow traps (Jiadoo Scientific and Industrial Ltd) suspended beneath the balloon. The sticky traps took the formed of cylinders (diameter = 25 cm, height = 60 cm) attached to the vertical cord at intervals of 10 m. The balloon-suspended trapping system was operated between 21 and 28 April, 2009 at Luoning (E111°39'11", N34°22'58") of Henan province. The aphids trapped were predominantly *Sitobion miscanthi* and *Rhopalosiphum padi*. The aerial density of aphids (number per trap) showed stratification according to height above ground.

The forward trajectories of aphids starting at Luoning at 11h, at heights of 10 m, 40 m, 70 m and 100 m were simulated with the HYSPLIT model (<http://www.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>). The simulated migration distance starting at a height of 100 m, with a duration of 24 h, was generally greater than trajectories starting at other heights. In most of the

基金项目: 农业部公益性行业科研专项(200803002-06); 现代农业产业技术体系(nycytx-03)

收稿日期: 2010-01-11; 修订日期: 2010-06-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yuqingwu36@hotmail.com

cases (6 out of 8) the aphids migrated towards the north and the maximum distance moved within 24 h was 500 km or 490 km on 28 April.

Key Words: wheat aphids; migration; HYSPLIT; forward trajectory

麦蚜是小麦的重要害虫之一,其刺吸植物组织、排泄蜜露、传播多种植物病毒病,2009 年在我国发生面积高达 1670 万 hm^2 , 给我国农业生产造成严重损失。我国的麦蚜主要有荻草谷网蚜 *Sitobion miscanthi* (Takahashi)、禾谷缢管蚜 *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus) 和麦二叉蚜 *Schizaphis graminum* (Rondani) 3 种。

20 世纪 80、90 年代国内外利用蚜虫对光周期反应的地理差异分析、病毒病传播规律及麦蚜有翅蚜田间高峰、病毒病的发生季节和气流运动综合分析都推测麦蚜具有远距离迁飞行为^[1-3]。另外,许多学者发现褐飞虱、草地螟、步甲等多种昆虫的迁飞都可以随大气环流进行远程传播^[4-6]。气流是麦蚜迁飞的主要动力,因此,气流运动的物理模型是分析麦蚜远程传播的有力工具。目前,轨迹分析已成为研究病原体、污染物随气流传播的一种方法,其中 HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) 是其研究应用的一种模型。王海光等应用 HYSPLIT-4 模型分析了小麦条锈病菌远程传播事例^[7]。陈晓、翟保平等利用轨迹分析方法分析了东北地区草地螟越冬代成虫虫源地^[8]。张云慧等利用 HYSPLIT-4 模型对草地螟越冬代成虫迁飞行为进行研究和虫源分析^[9]。国外也应用轨迹分析对花粉、污染物和昆虫的远程传播进行分析^[10-13]。

黄淮海地区小麦面积占全国小麦面积的 2/3,河南省是我国黄淮海麦区的南部,因此以河南省为起点研究麦蚜的迁飞对于整个黄淮海麦区小麦蚜虫的治理具有十分重要的意义。本研究利用系留氦气球捕捉麦蚜,应用 HYSPLIT-4 模型模拟其迁飞轨迹并尝试对我国麦蚜远程传播进行分析。

1 材料和方法

1.1 试验器材

系留气球,由北京空军航空气象研究所提供,最大升空高度 130m;氦气,由河南源正科技发展有限公司提供;黄板,由佳多科工贸公司提供;HYSPLIT 软件来自 <http://www.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>。

1.2 试验方法

2009 年 4 月 21—28 日,在洛阳市洛宁县城关镇西经局村实验基地释放系留气球,释放高度 110m,为避免气球高空随风大幅度摆动,用 3 根等长锦纶绳子 3 点固定,中间垂下一根绳子固定黄板。绳子上每 10m 设置黄色圆柱形粘虫板(直径 25cm,高 60cm),为避免气球影响,最高设置点为离地 100m。考虑到释放高度和升降难度,由 4 月 21 日释放,4 月 28 日收回,统计各板累计蚜虫数量。

1.3 统计分析

将粘有麦蚜的板的高度数据导入 HYSPLIT 软件,利用 HYSPLIT 前向轨迹模式及其 4 月 21—28 日的气象数据,每天 11:00 以洛宁试验基地所选点开始,分别从地面以上 10、40、70、100 m 高度开始运行模型,获得飞行 24h 后着落区各点的轨迹作为麦蚜迁飞的模拟路线,分析其扩散方向和距离。

2 结果与分析

2.1 不同高度粘板捕获的麦蚜情况

4 月 21—28 日,10—100m 各高度设置的黄色粘板均捕捉到了麦蚜(图 1),其中优势种为荻草谷网蚜和禾谷缢管蚜。

2.2 麦蚜的迁飞轨迹

借助 HYSPLIT,获得 4 月 21—28 日麦蚜每天自源区所选点 10、40、70、100m 高度起始迁飞后到各着落区

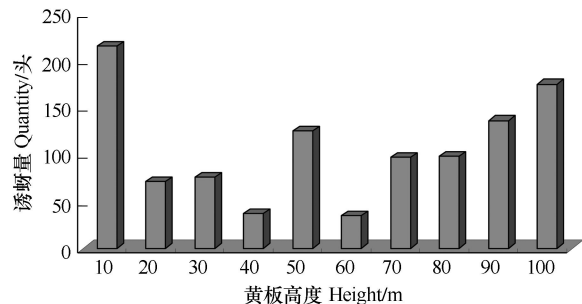


图 1 不同高度的诱蚜量

Fig. 1 Number of aphids trapped at different heights

的轨迹,结果表明,各高度迁飞轨迹几乎一致(图 2)。星号点为试验出发点,红色、蓝色、绿色各为 100、70、40m 的迁飞轨迹。由 4 月 21 日、23 日、24 日、27 日结果表明,各起始高度迁飞距离没有太大差异(表 1)。因此选择 100m 高度作为试验高度,获得麦蚜自源区所选点 100m 高空起始迁飞后的轨迹(图 3)。

表 1 洛宁试验点(E111°39'11",N34°22'58")不同起始高度麦蚜模拟迁飞着落点位置及直线距离

Table 1 The simulated landed location and migrate straight-line distance of wheat aphid at different heights in Luoning (E111°39'11",N34°22'58")

日期 Data	高度/m Height	迁飞时间 Migrate time	历时/h Last	着落点经度 Landed longitude	着落点纬度 Landed latitude	着落点位置 Landed location	直线迁飞距离/km Migration straight-line distance
2009-04-21	10	11:00	24	E109°56'58"	N36°23'50"	陕西省延安市	272.85
	40	11:00	24	E112°29'30"	N36°06'03"	陕西省乌海市	330.32
	70	11:00	24	E110°34'01"	N37°31'09"	陕西省乌海市	360.89
	100	11:00	24	E110°55'38"	N37°49'45"	山西省吕梁市	389.04
2009-04-23	10	11:00	24	E113°45'12"	N32°03'58"	河南省信阳市	322.51
	40	11:00	24	E113°46'42"	N32°03'24"	河南省信阳市	323.88
	70	11:00	24	E113°48'29"	N32°02'38"	河南省信阳市	327.46
	100	11:00	24	E113°50'35"	N32°01'46"	河南省信阳市	330.41
2009-04-24	10	11:00	24	E110°53'29"	N32°18'20"	湖北省十堰市	241.23
	40	11:00	24	E111°12'05"	N31°41'14"	湖北省襄樊市	300.31
	70	11:00	24	E111°20'59"	N31°24'03"	湖北省襄樊市	331.04
	100	11:00	24	E111°28'46"	N31°12'43"	湖北省襄樊市	351.24
2009-04-27	10	11:00	24	E111°57'43"	N35°44'41"	山西省晋城市	154.47
	40	11:00	24	E111°58'47"	N35°50'56"	山西省临汾市	166.06
	70	11:00	24	E111°58'42"	N35°59'07"	山西省临汾市	180.67
	100	11:00	24	E111°58'48"	N36°05'06"	山西省临汾市	192.23

2.3 麦蚜的迁飞方向与距离

HYSPLIT 分析结果显示:100m 高空起始迁飞的麦蚜,经 24h,8d 中有 6d 是由试验点向北迁飞,2d 是由试验点向南迁飞(图 3)。4 月 28 日向北最远可达山西省太原市,直线迁飞距离 494.93km;向南迁飞的麦蚜,4 月 24 日最远可达湖北省襄樊市,直线迁飞距离 351.24km。迁飞距离最近的麦蚜在 4 月 25 日,迁飞至山西省运城市,其直线迁飞距离 110.01km(表 2)。远距离迁飞的麦蚜,在 10—100m 高度范围内迁飞起始高度与迁飞距离成正比,起始高度越高,迁飞距离越远。

表 2 洛宁试验点(E111°39'11",N34°22'58")100m 高空麦蚜模拟迁飞着落点位置及迁飞距离

Table 2 The simulated landed location and migrate straight-line distance of wheat aphid at 100m height in Luoning (E111°39'11",N34°22'58")

日期 Data	高度/m Height	迁飞时间 Migrate time	历时/h Last	着落点经度 Landed longitude	着落点纬度 Landed latitude	着落点位置 Landed location	直线迁飞距离/km Migration straight-line distance
04-21	100	11:00	24	E110°55'38"	N37°49'45"	山西省吕梁市	389.04
04-22	100	11:00	24	E110°04'09"	N34°27'10"	陕西省华阴市	146.41
04-23	100	11:00	24	E113°50'35"	N32°01'46"	河南省信阳市	330.41
04-24	100	11:00	24	E111°28'46"	N31°12'43"	湖北省襄樊市	351.24
04-25	100	11:00	24	E111°55'20"	N35°16'02"	山西省运城市	110.01
04-26	100	11:00	24	E113°27'31"	N35°32'27"	河南省新乡市	209.01
04-27	100	11:00	24	E111°58'48"	N36°05'06"	山西省临汾市	192.23
04-28	100	11:00	24	E111°03'55"	N38°49'19"	山西省太原市	494.93

3 讨论

HYSPLIT 是最新的一个计算简单空间运动及复杂分散轨迹和沉积模拟的完整系统,它可以计算单一粒子的运动轨迹^[14]。本文尝试了以蚜虫作为粒子用于该模型模拟,做出蚜虫的迁飞轨迹图。轨迹分析是研究

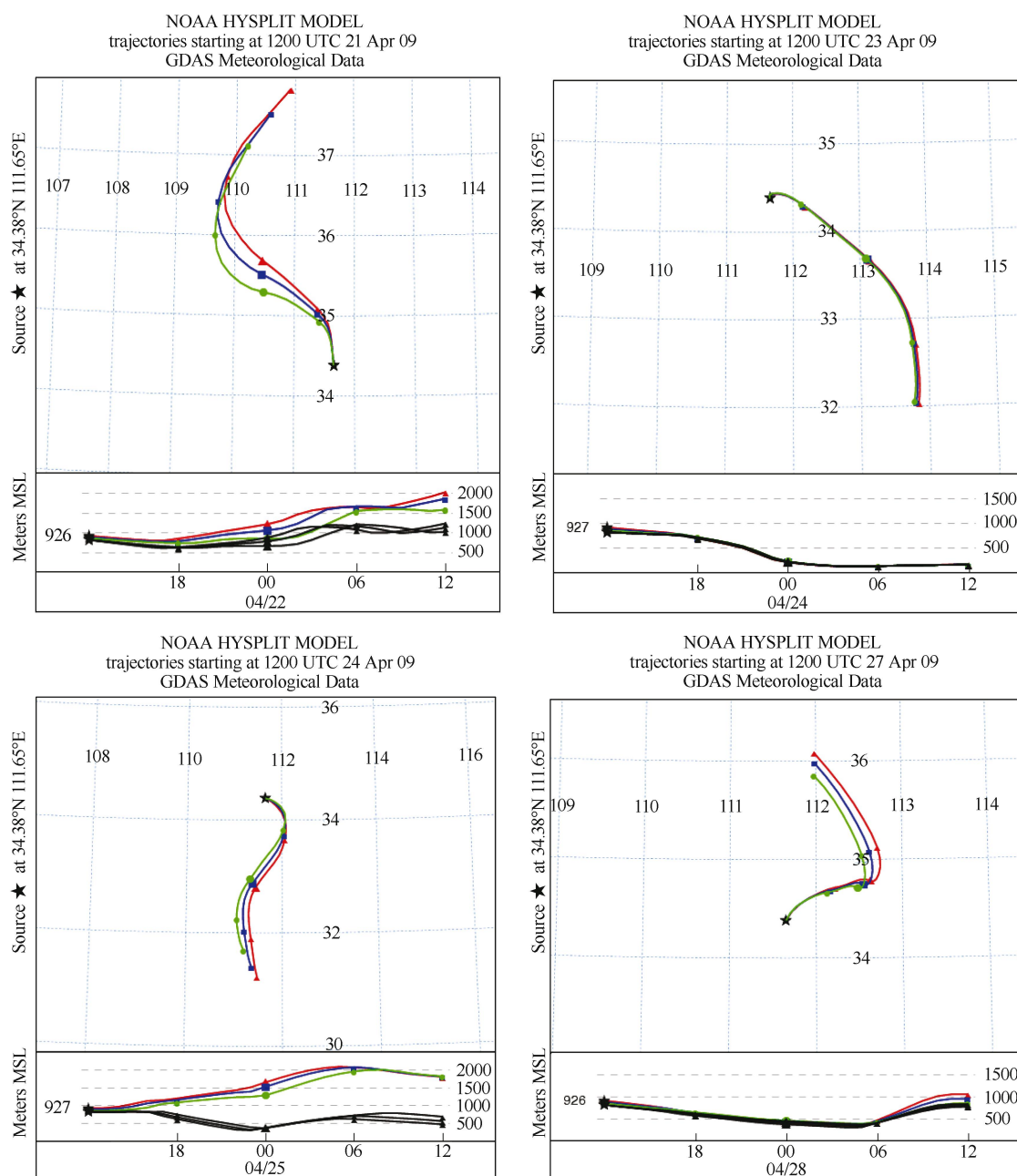


图2 麦蚜自 100m、70m、40m 高度 24h 内模拟迁飞路线

Fig. 2 Forward trajectories of wheat aphid

昆虫迁飞的重要手段,国内已经通过轨迹分析方法对我国农业上重大迁飞性害虫在大发生年的迁飞虫源和迁飞路线进行了模拟^[15-16]。

在环境不适条件下,麦蚜会出现大量有翅型成虫,迁飞或扩散到新的生境中繁殖后代。蚜虫自主飞行能力很弱,每次近地面飞行一般不超过 3m。但是蚜虫身体小而轻,翅面相对较大,在有一定风力的情况下,可以被上升气流带到上空,并在高空顺风漂流,作长距离迁飞。蚜虫的迁飞行为受到温度、风、光照、湿度和降雨等诸多环境因子的影响。程登发等研究发现荻草谷网蚜最适宜飞行条件是:温度 12—22℃,相对湿度 65% 以上^[17],这与 4 月下旬洛宁温度相符合。蚜虫的迁飞行为多发生在晴朗有微风的白天,迁飞时间持续 2d 左右,一般来讲,远迁的蚜虫要利用对流升空进入巡航飞行,而对流出现在太阳加热地面之后,10:00—14:00 最强。

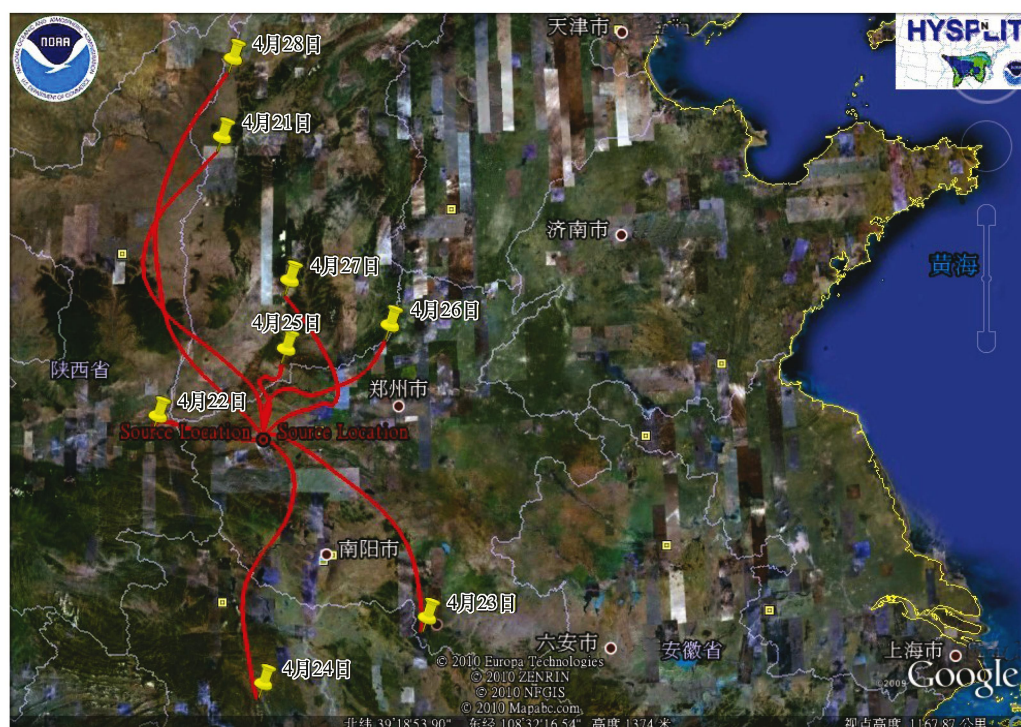


图 3 100m 高空麦蚜的迁飞轨迹频率分布图(4 月 21 日—4 月 28 日)

Fig. 3 The migratory trajectory of wheat aphid at 100m height (21 Apr—28 Apr)

张超等研究发现:棉蚜的起飞高峰出现在 10:00(约占 30%),14:00 又有一个小高峰(约占 15%),而在 15:00 之前,已有 90% 以上的供试个体起飞。故模拟麦蚜迁飞轨迹的起始时间选择在 11:00^[18]。蚜虫近距离扩散行为多在低空飞行,不过远距离的迁飞可达到大气边界层。瑞典曾利用吸虫器在海滨 50m 的灯塔上诱捕到许多蚜虫^[19]。Reynolds 等春季在印度空中取样,在 150m 高空捕捉到棉蚜,德国 Aschersleben 地区在 12.2m 高空利用泰勒吸虫器和黄板监测到桃蚜、禾谷缢管蚜等^[3]。但是这些试验只能在一个高度捕捉蚜虫,无法反映蚜虫飞行高度与迁飞距离之间的关系。本研究利用系留氦气球,自 10—100m 不同高度捕捉麦蚜,分别对不同高度的麦蚜进行轨迹分析,得出麦蚜飞行高度与迁飞距离的关系。研究发现:自 40m、70m、100m 高空起始迁飞的麦蚜,迁飞轨迹大体相同,迁飞距离差异不明显。自 4 月 21 日至 4 月 28 日,麦蚜有 6d 是由豫西洛宁向北迁飞,这与我国麦区成熟时间南方早于北方相符合,试验结果也与张向才、董庆周等的研究结论一致,证实了 3—6 月麦蚜随西南气流北迁,成为北方麦区的虫源的学说。因此利用 HYSPLIT 模型进行麦蚜的远程传播研究,有助于为我国麦蚜远距离扩散情况调查、麦蚜区域综合治理以及小麦品种布局等提供依据。

但是 HYSPLIT 模型还不能证实着落点蚜虫的准确来源,所以田间实地调查方法以及将来有可能用到的标记方法来确定麦蚜的远程传播路径。此外,继续增加释放高度及进行多地区、多地点综合观测,进一步相互验证并完善模拟结果十分必要。

References:

- [1] Zhang X C, Zhou G H. Study on long-distance migratory and the law of spreading the virus of wheat aphid. *Acta Phytophylacica Sinica*, 1985, 12 (1): 9-16.
- [2] Dong Q Z, Li X Y, Meng Q X, Zhang G X, Wei K. Long-distance migratory of *Schizaphis graminum* (Rondani) in Ningxia. *Acta Entomologica Sinica*, 1995(4): 414-419.
- [3] Liu X D, Zhai B P, Zhang X X. Advance in the studies of migration of aphids. *Entomological Knowledge*, 2004, 41 (4): 302-306.
- [4] Hu G, Bao Y X, Wang J Q, Zhai B P. Case studies on the landing mechanisms of the brown plant hoppers *Nilaparvata talugens* (Stål). *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27 (12): 5068-5075.

- [5] Chen X, Zhai B P, Hao L P, Xue Y, Chen K, Yu C L. Numerical simulation of the migration process of the meadow moth, *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Pyralidae) in the atmosphere: a case study for northern China. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28 (10): 5104-5112.
- [6] Zhang Y H, Chen L, Cheng D F, Tian Z, Jiang Y Y, Zhang Y J. Nocturnal migration of coleoptera: carabidae in north China. *Scientia Agricultura Sinica*, 2008, 41(1): 108-115.
- [7] Wang H G, Yang X B, Ma Z H. Case analysis of long-distance transports of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici in China using HYSPLIT-4 model. *Acta Phytopathologica Sinica*, 2009, 39 (2): 183-193.
- [8] Chen X, Zhai B P, Gong R J, Yin M H, Zhang Y, Zhao K J. The source area of spring populations of meadow moth, *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Pyralidae) in northeastern China. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(4): 1521-1535.
- [9] Zhang Y H, Chen L, Cheng D F, Jiang Y Y, Lv Y. The migratory behavior and population source of the first generation of the meadow moth, *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Pyralidae) in 2007. *Acta Entomologica Sinica*, 2008, 51(7): 720-727.
- [10] María I, Gassmann, Claudio F, P. Trajectories associated to regional and extra-regional pollen transport in the southeast of Buenos Aires Province, Mar del Plata (Argentina). *International Journal of Biometeorology*, 2006, 50: 280-291.
- [11] Challa V S, Indreanti J, Julius M, Baham, Patrick C, Rabarison M K, Young J H, Hughes R, Swanier S J, Hardy M J, Yerramilli A. Sensitivity of atmospheric dispersion simulations by HYSPLIT to the meteorological predictions from a meso-scale model. *Environmental Fluid Mechanics*, 2008, 8: 367-387.
- [12] Veriankaite L, Siljamo P, Sofiev M, Kukkonen J. Modelling analysis of source regions of long-range transported birch pollen that influences allergenic seasons in Lithuania. *Aerobiologia*, 2010, 26: 47-62.
- [13] Berg L K, Zhong S. Sensitivity of MM5-simulated boundary layer characteristics to turbulence parameterizations. *Journal of Applied Meteorology* 2005, 44(9): 1467-1483.
- [14] Air resources laboratory, [Http://www.arl.noaa.gov/HYSPLIT_info.php](http://www.arl.noaa.gov/HYSPLIT_info.php).
- [15] Feng C H, Zhai B P, Zhang X X, Tang J Y. Immigration of the 1991 Outbreak populations of rice planthopper (*nilaparvata lugens* and *sogatella fercifera*) into northern China. *Acta Ecologica Sinica*, 2002(8): 1303-1314.
- [16] Chen X, Chen J G, Xue Y, Hao L P, Zhang Y, Zhao K J. Immigration of the 1999 outbreak populations of the meadow moth, *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera: Pyralidae) into the northeastern part of China. *Acta Entomologica Sinica*, 2004, 47(5): 599-606.
- [17] Cheng D F, Tian Z, Li H M, Sun J R, Li J L. Influence of temperature and humidity on the flight capacity of *Sitobion avenae*. *Acta Entomologica Sinica*, 2002, 45 (1): 80-85.
- [18] Zhang C, Pan X M, Huang C. The study of migration behavior of Cotton aphid and their use of energy substances. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*. 1999, 5(4): 29-30.
- [19] Wiktelius S. Long range migration of aphids into Sweden. *International Journal of Biometeorology*, 1984, 28: 185-200.

参考文献:

- [1] 张向才, 周广和. 麦蚜远距离迁飞和传毒规律的研究. *植物保护学报*, 1985, 12(1): 9-16.
- [2] 董庆周, 李效禹, 孟庆祥, 张广学, 魏凯. 宁夏地区麦二叉蚜远距离迁飞的研究. *昆虫学报*, 1995(4): 414-419.
- [3] 刘向东, 翟保平, 张孝羲. 蚜虫迁飞的研究进展. *昆虫知识*, 2004, 41 (4): 302-306.
- [4] 胡高, 包云轩, 王建强, 翟保平. 褐飞虱的降落机制. *生态学报*, 2007, 27 (12): 5068-5075.
- [5] 陈晓, 翟保平, 郝丽萍, 薛玉, 陈阔, 于成玲. 草地螟 (*Loxostege sticticalis*) 一次迁飞过程的数值模拟. *生态学报*, 2008, 28(10): 5104-5112.
- [6] 张云慧, 陈林, 程登发, 田喆, 姜玉英, 张跃进. 步甲夜间迁飞的研究. *中国农业科学*, 2008, 41(1): 108-115.
- [7] 王海光, 杨小冰, 马占鸿. 应用 HYSPLIT-4 模式分析小麦条锈病菌远程传播事例. *植物病理学报*, 2009, 39(2): 183-193.
- [8] 陈晓, 翟保平, 宫瑞杰, 尹明浩, 张友, 赵奎军. 东北地区草地螟 (*Loxostege sticticalis*) 越冬代成虫虫源地轨迹分析. *生态学报*, 2008, 28 (4): 1521-1535.
- [9] 张云慧, 陈林, 程登发, 姜玉英, 吕英. 草地螟 2007 年越冬代成虫迁飞行为研究与虫源分析. *昆虫学报*, 2008, 51(7): 720-727.
- [15] 封传红, 翟保平, 张孝羲, 汤金仪. 我国北方稻区 1991 年稻飞虱大发生虫源形成. *生态学报*, 2002, 22(8): 1303-1314.
- [16] 陈晓, 陈继光, 薛玉, 郝丽萍, 张友, 赵奎军. 东北地区草地螟 1999 年大发生的虫源分析. *昆虫学报*, 2004, 47(5): 599-606.
- [17] 程登发, 田喆, 李红梅, 孙京瑞, 陈巨莲. 温度和湿度对麦长腿蚜飞行能力的影响. *昆虫学报*, 2002, 45 (1): 80-85.
- [18] 张超, 潘晓明, 黄诚. 棉蚜迁飞行为及其能量物质利用的研究. *安徽农学通报*, 1999, 5 (4): 29-30.

CONTENTS

Applying landscape ecological concepts in urban land use classification	LI Weifeng, OUYANG Zhiyun, XIAO Yi (593)
Mating system of <i>Sinocalycanthus chinensis</i> (Cheng et S. Y. Chang) Cheng et S. Y. Chang, an endangered, indigenous species in China	ZHAO Hongbo, ZHOU Lihua, HAO Riming, et al (602)
Photosynthetically and ecophysiological characteristics of <i>Calligonum roborowasikii</i> in different altitudes on the northern slope of Kunlun Mountain	ZHU Juntao, LI Xiangyi, ZHANG Ximing, et al (611)
Spatial distribution pattern of different strata and spatial associations of different strata in the Schrenk Spruce Forest, northwest China	LI Minghui, HE Fenghua, PAN Cunde (620)
Effect of elevated CO ₂ on the body size, enzyme activity and host selection behavior of <i>Bemisia tabaci</i> biotype B	WANG Xuexia, WANG Guohong, GE Feng (629)
The dynamics of super-cooling ability and biochemical substances in the overwintering <i>Carposina niponensis</i> Walsingham (Lepidoptera: Carposinidae) larvae	WANG Peng, LING Fei, YU Yi, et al (638)
A comparative study of macrobenthic community under different mariculture types in Xiangshan Bay, China	LIAO Yibo, SHOU Lu, ZENG Jiangning, et al (646)
Feeding ecology of dorab wolf-herring, <i>Chirocentrus dorab</i> from the Beibu Gulf	YAN Yunrong, YANG Houchao, LU Huosheng, et al (654)
Make use of nest-site of oriental white stork in the Yellow River Estuary Nature Reserve	DUAN Yubao, TIAN Xiuhua, ZHU Shuyu, et al (666)
Winter and spring diet composition of feral yak in Helan Mountains, China	YAO Zhicheng, LIU Zhensheng, WANG Zhaoding, et al (673)
Effects of tree growth and soil properties on soil respiration rate in Chinese fir plantations	WANG Dan, WANG Bing, DAI Wei, et al (680)
Succession of potential vegetation in arid and semi-arid area of China	LI Fei, ZHAO Jun, ZHAO Chuanyan, ZHANG Xiaoqiang (689)
Responses on rhizosphere effect of two subalpine coniferous species to night-time warming and nitrogen fertilization in western Sichuan, China	WEI Yunyan, YIN Huajun, LIU Qing, et al (698)
Nitrogen and phosphorus contents in 44 wetland species from the Lake Erhai Basin	LU Jing, ZHOU Hongxia, TIAN Guangyu, et al (709)
Growth and physiological responses of the <i>Periploca sepium</i> Bunge seedlings to drought stress	AN Yuyan, LIANG Zongsuo, HAO Wenfang (716)
The spatial distribution and seasonal dynamics of fine roots in a mature <i>Caragana korshinskii</i> plantation	SHI Jianwei, WANG Mengben, CHEN Jianwen, et al (726)
The ultrastructure of chloroplast in mesophyll cell on two robinias under NaCl and Na ₂ SO ₄ stress	MENG Fanjuan, PANG Hongying, WANG Jianzhong, et al (734)
Relationship between tomato fruit growth and environmental factors under protected facility cultivation	CHENG Zhihui, CHEN Xuejin, LAI Linling, et al (742)
Effect of grafting eggplant on root exudates and disease resistance under <i>Verticillium dahliae</i> stress	ZHOU Baoli, LIU Na, YE Xueling, et al (749)
The drought risk zoning of winter wheat in North China	WU Dongli, WANG Chunyi, XUE Hongxi, et al (760)
Heat balance of cold type wheat field at grain-filling stage under drought stress condition	YAN Jufang, ZHANG Songwu, LIU Dangxiao (770)
Effects of different straw returning treatments on soil water, maize growth and photosynthetic characteristics in the semi-arid area of Southern Ningxia	GAO Fei, JIA Zhikuan, LU Wentao, et al (777)
Osmotic and ionic stress effects of high NaCl concentration on seedlings of four wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) genotypes	XU Meng, MA Qiaorong, ZHANG Jitao, et al (784)
Effects of ferulic acid, p-hydroxybenzoic acid and their mixture on mineral nitrogen and relative microbial function groups in forest soils	MU Rong, PAN Kaiwen, WANG Jinchuang, et al (793)
Soil microbial biomass and the influencing factors under <i>Pinus tabulaeformis</i> and <i>Picea asperata</i> plantations in the upper Min-jiang River	JIANG Yuanming, PANG Xueyong, BAO Weikai (801)
Spatial distribution of arbuscular mycorrhizal fungi and dark septate endophytes in the rhizosphere of <i>Artemisia sphaerocephala</i> from Inner Mongolia desert	HE Xueli, WANG Yinyin, ZHAO Lili, et al (812)
Effect of chlorothalonil on soil microbial communities of <i>Larix</i> artificial shelter-forest	SHAO Yuanyuan, WANG Zhiying, ZOU Li, et al (819)
Research of the vegetation's cooling effect in city's residential quarter	LI Yinghan, WANG Junjian, LI Guicai, et al (830)
Landscape dynamics of Baiyangdian Lake from 1974 to 2007	ZHUANG Changwei, OUYANG Zhiyun, XU Weihua, et al (839)
Evaluation of tourism transport ecological footprint in Zhoushan islands	XIAO Jianhong, YU Qingdong, LIU Kang, et al (849)
Nitrogen transformation and its residue in pot experiments amended with organic and inorganic ¹⁵ N cross labeled fertilizers	PENG Peiqin, QIU Shaojun, HOU Hongbo, et al (858)
Effects of dissolve organic carbon (DOC) contents on sorption and desorption of phenanthrene on sediments during ageing	JIAO Lixin, MENG Wei, ZHENG Binghui, et al (866)
Heavy metal concentrations and bioaccumulation of ramie (<i>Boehmeria nivea</i>) growing on 3 mining areas in Shimen, Lengshuijiang and Liuyang of Hunan Province	SHE Wei, JIE Yucheng, XING Hucheng, et al (874)
Discussion	
Climate characteristic of seasonal variation and its influence on annual growth period of <i>populus euphratica</i> Oliv in Hexi Corridor in recent 55 years	LIU Puxing, ZHANG Kexin (882)
Forward trajectory analysis of wheat aphids during long-distance migration using HYSPLIT model	YU Zhenxing, WU Yuqing, JIANG Yueli, et al (889)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任: 孔红梅

执行编辑: 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 3 期 (2011 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 3 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许可证	京海工商广字第 8013 号		

