

天敌对新疆麦双尾蚜的控制作用*

梁宏斌 张润志 王国平 文勇林 阎 萍

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

(新疆塔城地区植保站, 塔城 834700)

摘要 在新疆塔城和哈密春麦田, 用笼罩法研究的结果表明, 7 月份天敌因素对麦双尾蚜 *Diuraphis noxia* (Mordvilko) 自然种群具有明显的控制作用。在试验观察期间, 当部分自然种群出现负增长时, 笼罩的麦双尾蚜增长了 4.4~8.3 倍。塔城春麦田天敌数量变化和麦双尾蚜增长率的相关性分析表明, 1994 年蚜小蜂 *Aphelinus albipodus* 和斑腹蝇 *Leucopis annulipes* 等天敌的控制能力明显, 1996 年捕食性的蜘蛛类、瓢虫类天敌作用较强。不同年份天敌优势种类和数量存在明显差异。

关键词 麦双尾蚜 天敌 控制效果 新疆

天敌是害虫自然控制因素中的重要因素。麦双尾蚜 *Diuraphis noxia* (Mordvilko) 在传入南非和美国后, 两个国家都十分重视对其天敌的研究。南非通过从澳大利亚和美国间接引进了乌克兰、巴基斯坦、伊朗和中国的天敌, 进行田间释放^[1], 其中效果比较好的天敌有一种蚜小蜂 *Aphelinus hordi*, 海神斑腹蝇 *Leucopis niniae* 也饲养成功并进行了释放。美国在麦双尾蚜全世界分布范围内考察天敌资源, 广泛搜集天敌种类, 许多种类被引入美国, 进行评价、饲养和释放^[2]。澳大利亚虽没有麦双尾蚜分布, 但根据预测是麦双尾蚜的潜在分布适宜区, 如果麦双尾蚜传入澳大利亚估计粮食损失较严重, 所以澳大利亚提前引进麦双尾蚜的天敌进行饲养和释放试验^[3]。新疆麦双尾蚜天敌已经得到国外的注意, 美国对我国新疆麦双尾蚜天敌进行过 4 年的引种释放试验^[4]。

对新疆麦双尾蚜天敌的作用已有一些研究, 包括天敌生态位分析^[5]和排除法分析天敌作用^[6]。本项研究利用笼罩法和天敌增长率相关性与通径系数分析方法, 探讨了控制麦双尾蚜的重要天敌类群的作用。

1 材料和方法

笼罩试验于 1995 年在新疆哈密市沁城乡进行, 1996 年在新疆塔城市进行。接种蚜虫在实验室内进行, 以防天敌感染。用塑料小花盆 (直径约 0.1 m, 盆底钻一小孔) 种植麦苗, 每盆 3 株, 当生长到 2~3 叶期时每盆接上麦双尾蚜无翅成蚜 5 头。繁殖 7 天后, 适当调整麦双尾蚜数量, 每盆保留 4 龄若蚜或成蚜 20~32 头, 转移至田间。其中一半数量的小花盆笼罩, 笼罩使用 40 目尼龙纱网, 笼高 0.5 m, 直径 0.3 m, 用 4 根木架支撑; 另一半不笼罩作

* 国家自然科学基金 (批准号: 39670109)、中国科学院重点项目 (KS85-110-01, KZ952-S1-108) 和中国科学院动物研究所所长基金资助项目

为对照。笼罩花盆和未笼罩花盆交替放置, 间隔 10 m, 每天浇一次水。

塔城和哈密均试验 2 次, 每次 3~6 个重复。在哈密的笼罩实验时间分别为 1995 年 7 月 1~8 日和 7 月 11~18 日; 塔城试验时间分别为 1996 年 7 月 7~19 日和 7 月 21~27 日。试验结束时统计麦双尾蚜数量。

1994 年和 1996 年在塔城调查百株春麦上麦双尾蚜及其天敌数量, 调查面积分别为 30 hm² 和 4 hm², 海拔高度 580 m 和 560 m。每 5~7 天调查一次, 收集天敌并鉴定。

评价天敌数量和麦双尾蚜的增长率关系, 采用通径分析法^[7]。假设在一定时期内麦双尾蚜的潜在增长率不变, 则麦双尾蚜实际增长率的变化是由于天敌的变化引起的; 根据主要天敌的数量变化和麦双尾蚜增长率的变化求出相关系数, 再作通径分析。通径系数实际上是标准化的偏回归系数, 它是不带单位的相对数值, 更能够表示变数之间的因果关系。具体定义是: 通径系数 P_{iy} 表示 X_i 对 Y 的途径, X_i 若增加一个标准差单位, Y 将增加 ($P_{iy} > 0$) 或减少 ($P_{iy} < 0$) P_{iy} 个标准差单位, 所以, 通径系数 P_{iy} 可以看作 X_i 对 Y 的标准效应, 这就可以直接从 P_{iy} 绝对值大小推知 X_i 对 Y 的影响大小, 从而判断 X_i 对 Y 的重要性。最后按公式计算总决定系数^[7], 决定系数越接近 1, 天敌的作用越大。

2 结果和分析

2.1 田间笼罩试验

在哈密的两次试验中, 笼罩的麦双尾蚜种群数量在 7 天内分别增长了 6.8 倍和 8.3 倍, 未笼罩的对照种群增长率远低于笼罩处理的增长率; 在塔城, 笼罩麦双尾蚜均增长了 4.4 倍, 未笼罩的对照种群出现了明显的负增长 (表 1)。

表 1 笼罩和未笼罩小麦上麦双尾蚜数量变化

Table 1 Changes in number of Russian wheat aphid (RWA) in caged and uncaged wheat plants

地点 Location	处理 Treatment	持续时间 (天) Lasting days	初始蚜量 (头) Initial RWA number	最终蚜量 (头) Final RWA number	增长率 (%) Increase rate (%)
哈密 Hami	笼罩 1 Caged 1	7	20	156	680.0
	对照 CK	7	20	30.3	51.5
	笼罩 2 Caged 2	7	20	186	830.0
	对照 CK	7	20	23.5	7.5
塔城 Tacheng	笼罩 1 Caged 1	12	32	173	440.6
	对照 CK	12	25	12	-52.0
	笼罩 2 Caged 2	6	31	168	441.9
	对照 CK	6	30	19	-36.7

比较两地前后试验结果, 哈密未笼罩的麦双尾蚜增长率后一次调查远比前一次要小, 说明第二次笼罩实验期天敌因素对麦双尾蚜的控制作用较强; 在塔城, 由于两次试验的时间不同 (第一次试验时间比第二次长 1 倍), 表明两次试验期间天敌的控制作用均较强。

2.2 麦双尾蚜增长率的变化

塔城市 1994 年百株春麦上麦双尾蚜和天敌的数量变化趋势如图 1 所示。蚜虫和天敌数量变化均有明显的规律, 在 6 月 30 日前麦双尾蚜不断增长, 在 6 月 30 日前后有一停滞期。蚜小蜂 *Aphelinus albipodus*, 在麦双尾蚜增长前期数量很少, 随着麦双尾蚜数量不断增加, 其数量增加很快。斑腹蝇 *Leucopis annulipes* 的幼虫捕食麦双尾蚜, 斑腹蝇幼虫在田间出现时间比寄生性天敌蚜小蜂早, 但是当 6 月底蚜小蜂数量迅速增长时其数量明显下降(幼虫大量化蛹)。

相关分析和通径分析结果表明, 蚜小蜂和与麦双尾蚜增长率的相关性较大, 蚜小蜂的直接通径系数也较大(大小均不考虑正负号), 它对麦双尾蚜的作用较强(表 2、表 3)。蚜小蜂和斑腹蝇两者总决定系数达到 0.8599, 是影响春麦田麦双尾蚜数量变动的主要天敌。但两者相关系数为负值, 这是由于两种天敌作用时期不同步, 斑腹蝇作用在前, 蚜小蜂作用在后。

表 2 麦双尾蚜增长率与天敌数量的相关系数
Table 2 Correlation coefficients between increase rates of RWA and numbers of its natural enemies(塔城 Tacheng, 1994)

因子 Factor	蚜小蜂 <i>Aphelinus albipodus</i>	斑腹蝇 <i>Leucopis annulipes</i>
斑腹蝇 <i>Leucopis annulipes</i>	-0.6731	—
麦双尾蚜增长率 Increase rate of RWA	-0.4571	-0.2890

表 3 天敌与麦双尾蚜增长率的通径系数

Table 3 Path coefficients of RWA and its natural enemies (塔城 Tacheng, 1994)

因子 Factors	直接作用 Direct effect	间接作用 Indirect effects			
		通过 X_1	Through X_1	通过 X_2	Through X_2
蚜小蜂 (X_1) <i>Aphelinus albipodus</i>	-1.1914			0.7343	
斑腹蝇 (X_2) <i>Leucopis annulipes</i>	-1.0909	0.8019			

塔城市 1996 年百株春麦上麦双尾蚜和天敌的数量变化趋势如图 2 所示。麦双尾蚜数量在 6 月 15 日到 7 月 11 日这一阶段, 基本呈直线上升趋势; 同时, 瓢虫类和菜蚜茧蜂 *Diaeretella rapae* 也呈现稳定的上升趋势, 其它天敌包括蜘蛛类和斑腹蝇 *Leucopis annulipes* 的数量变化不很稳定, 蚜小蜂从 7 月 1 日到 7 月 11 日这一阶段中, 数量却迅速上升。在 7 月 11 日以后, 麦双尾蚜数量开始下降, 而蚜小蜂天敌数量继续上升, 捕食性的斑腹蝇和瓢虫类数量下降。

相关分析和通径分析结果(表 4、表 5)表明, 蜘蛛类、瓢虫类、蚜茧蜂和蚜小蜂 4 类天敌均与麦双尾蚜呈负相关, 其中蜘蛛类的相关性最大, 其次是蚜小蜂。对麦双尾蚜的直接通径系数分析表明, 蜘蛛类作用最大, 其次是瓢虫类。通过计算, 蜘蛛类天敌和瓢虫类天敌的总决定系数为 0.9641, 说明麦双尾蚜在 6 月 15 日~7 月 21 日这段时间内的数量变化主要是受这两类天敌的影响。

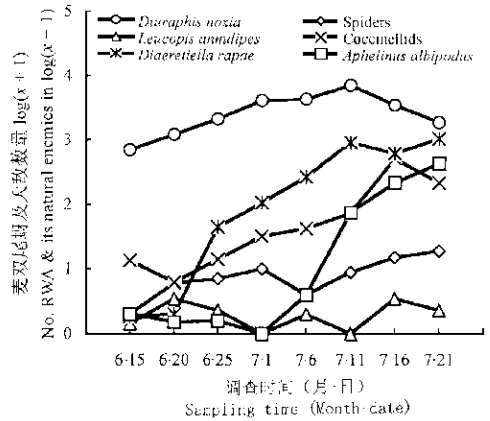
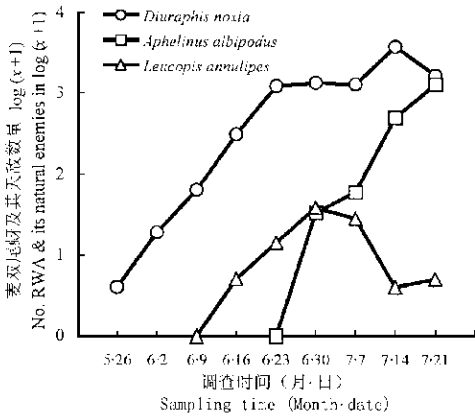


图1 春麦田百株上麦双尾蚜和天敌动态

图2 春麦田百株上麦双尾蚜和天敌动态

Fig.1 Population dynamics of RWA and its

Fig.2 Population dynamics of RWA and

natural enemies /100 tillers (塔城, Tacheng, 1994)

natural enemies/100 tillers (塔城 Tacheng, 1996)

表4 麦双尾蚜增长率和天敌数量相关系数

Table 4 Correlation coefficients between increase rates of RWA and numbers of its natural enemies (塔城 Tacheng, 1996)

因子 Factor	蜘蛛 (X_1) Spiders	瓢虫 (X_2) Coccinellids	蚜茧蜂 (X_3) <i>Diaeretiella rapae</i>	蚜小蜂 (X_4) <i>Aphelinus albipodus</i>
瓢虫 X_2	0.7076			
Coccinellids				
蚜茧蜂 X_3	0.5991	0.5022		
<i>Diaeretiella rapae</i>				
蚜小蜂 X_4	0.8854	0.7383	0.7909	
<i>Aphelinus albipodus</i>				
麦双尾蚜增长率 Increase rate of RWA	-0.9396	-0.8560	-0.6188	-0.8891

表5 天敌-麦双尾蚜增长率的通径系数

Table 5 Path coefficients of natural enemies-Russian wheat aphid (塔城 Tacheng, 1996)

因子 Factor	直接作用 Direct effect	间接作用 Indirect effect			
		Through X_1	Through X_2	Through X_3	Through X_4
蜘蛛 X_1	-0.6209		-0.2759	-0.0164	-0.0264
Spiders					
瓢虫 X_2	-0.3898	-0.4393		-0.0138	-0.0220
Coccinellids					
蚜茧蜂 X_3	-0.0275	-0.3720	-0.1959		-0.0236
<i>Diaeretiella rapae</i>					
蚜小蜂 X_4	-0.0298	-0.5497	-0.2878	-0.0217	
<i>Aphelinus albipodus</i>					

通过对塔城 2 年春麦田天敌作用的分析,可以看出:在 1994 年,捕食性斑腹蝇天敌在麦双尾蚜数量增长前期作用较显著,后期寄生性蚜小蜂天敌起重要作用,而 1996 年捕食性瓢虫类和蜘蛛类天敌对麦双尾蚜的影响较大。虽然不同年份天敌在总体上都发挥着重要的控制作用,但天敌优势种类和数量却存在明显的差异。

3 讨论

新疆麦田麦双尾蚜的自然控制因素比较明显,天敌种类十分丰富,捕食性天敌瓢虫类、蜘蛛类、斑腹蝇类,寄生性天敌蚜茧蜂和蚜小蜂对麦双尾蚜的控制能力很强。与其它有关新疆麦双尾蚜天敌的研究结果^[5, 6]进行比较,本研究为新疆哈密和塔城麦区天敌控制作用分析评价提供了更具体的定量证据,因此对于当地充分保护和利用天敌因素、实施麦双尾蚜的自然控制更具有指导意义。

评价天敌作用有多种方法,每种方法都有其局限性。笼罩试验实验比较直观,但有许多影响因素无法很好排除,如未笼罩的麦双尾蚜部分个体的扩散和转移就可能夸大对天敌作用的评估。笼罩内麦双尾蚜无天敌干扰、笼罩内外环境差异都可能影响对天敌作用的估计。麦双尾蚜有明显的趋嫩性,为弥补笼罩法麦双尾蚜可能转移的不足,本项试验采用应用了幼嫩的麦苗。法国的实验证明,笼罩环境因素的影响是次要的,对天敌的作用的评价准确性影响很小^[10]。

虽然相关分析和通径分析比较简单直观,无须考虑天敌之间捕食量或寄生率的差异,在植物病害对产量的影响分析和蚜虫天敌作用评价中得到较广泛的应用^[8, 9],但也存在一定的局限性。该方法的一个重要假设是麦双尾蚜增长率相对不变,这个假设在较短时间内可能有效,但长时间增长率不变是不合实际的,所以分析时要尽量选取较短时间段和时间间隔。本项研究的分析数据不包括小麦生长前期麦双尾蚜迁飞时的数据,也略去了小麦生长后期寄主质量恶化时的调查结果,目的是尽量减少非天敌因素对麦双尾蚜增长率的影响,使实验结果能较实际地反映天敌的作用。

参 考 文 献 (References)

- 1 Tolmay V, Prinslo G. Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia*) in South Africa. Proceedings of the Sixth Russian Wheat Aphid Workshop, Fort Collins, Colorado, 1994, 182~184
- 2 Gould J R, Prokrym D. Aphids project summary: Russian wheat aphid biological control project. Proceedings of the Sixth Russian Wheat Aphid Workshop, Fort Collins, Colorado, 1994, 9~15
- 3 Hughes R D, Hughes M A, Aeschlimann J P *et al.* An attempt to anticipate biological control of *Diuraphis noxia* (Hom., Aphididae). Entomophaga, 1993, 39 (2): 211~223
- 4 Gonzalez D, Gilstrap F, McKinnon L *et al.* Foreign exploration for the natural enemies in Southern Xinjiang, People's Republic of China. Proceedings of the Sixth Russian Wheat Aphid Workshop, Fort Collins, Colorado, 1994, 208~222
- 5 张 军. 危险害虫麦双尾蚜的研究—偏重于生物学和种群生态学. 北京: 中国科学院博士论文, 1990, 1~168
- 6 王登远. 麦双尾蚜生命系统研究. 广州: 华南农业大学博士论文, 1996, 1~103
- 7 朱明哲主编. 田间试验及统计分析. 北京: 农业出版社, 1992, 207~214
- 8 汪世泽等. 棉蚜天敌的效果评价. 昆虫知识, 1989, 26 (1): 10~14
- 9 陈敦德等. 农作物病虫害统计方法及应用. 北京: 科学技术出版社, 1988

- 10 Hopper K R, Aidara S, Agrets S *et al.* Natural enemy impact on the abundance of *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae) in wheat in Southern France. *Environ. Entomol.*, 1995, 24 (2): 402~408

IMPACT OF NATURAL ENEMIES ON RUSSIAN WHEAT APHID IN XINJIANG UYGUR AUTONOMOUS REGION

Liang Hongbin Zhang Runzhi

(Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

Wang Guoping Wen Yonglin Yan Ping

(Tacheng Plant Protection Station, Tacheng 834700)

Abstract The natural enemies were evaluated for their effects on the Russian wheat aphid (RWA), *Diuraphis noxia* (Mordvilko), in spring wheat field in Tacheng and Hami, Xinjiang Uygure Autonomous Region. The aphid number increased 4.4~8.3 times in the caged spring wheat seedlings compared with that in the uncaged plants in July. In Tacheng spring wheat field, *Leucopis annulipes* and *Aphelinus albipodus* showed greater suppressive effects on the increase rates of RWA than other natural enemies did in 1994 according to correlation and path analyses. Spiders and coccinellids, however, played more important role in controlling the aphid in 1996.

Key words Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* (Mordvilko)), natural enemies, control efficiency, Xinjiang Uygur Autonomous Region