

斜纹夜蛾自然种群数量动态预测研究*

丁建 秦厚国 叶正襄 黄水金 罗任华

(江西省农业科学院 南昌 330200)

摘要 根据斜纹夜蛾发育历期与温度的数学关系、卵和幼虫田间自然存活率及田间逐日产卵量参数,研究建立了斜纹夜蛾种群数量动态预测的变维矩阵模型。并运用该模型预测南昌市郊区甘蓝田斜纹夜蛾自然种群数量动态,其预测结果与实际观测结果基本相符。

关键词 斜纹夜蛾 种群动态 预测

Prediction of the natural population dynamics of *Spodoptera litura* Fabricius. DING Jian, QIN Hou-Guo, YE Zheng-Xiang, HUANG Shui-Jin, LUO Ren-Hua (Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China), *CJEA*, 2005, 13(3): 150~152

Abstract Depending on the mathematical relationship between the development period and temperature, the survival rate of egg and larvae in fields and the relationship between egg and date, a dimension-changable matrix model was established to predict the natural population dynamics of *Spodoptera litura* F. in cabbage fields in the suburbs of Nanchang City. The trends of the population dynamics of the observed and predicted are quite similar.

Key words *Spodoptera litura* Fabricius, Population dynamics, Prediction

(Received April 4, 2004; revised May 21, 2004)

计算机模拟害虫种群数量动态技术可综合分析害虫种群生命系统各因子对其种群数量的影响,预测害虫种群的未來数量状况,国内有关稻飞虱、棉铃虫等害虫种群动态的计算模拟研究已见诸报道。斜纹夜蛾是危害农作物的主要害虫之一,每年8~10月份为该虫发生高峰期,近年在江西省连续大发生,给当地农业生产造成严重损失。本研究模拟计算预测了斜纹夜蛾自然种群数量动态变化,为综合防治该虫提供依据。

1 研究方法

不同温度斜纹夜蛾发育历期观察见参考文献[1],第4代斜纹夜蛾在甘蓝田自然存活率观察见参考文献[2],1999年~2000年8月上旬开始调查田间产卵量,每隔3d调查1次,每次在甘蓝观察圃调查400株甘蓝新增卵量。用徐汝梅等^[3,4]提出的变维矩阵模型预测斜纹夜蛾种群数量动态。 t_0 时刻第*i*虫态的组成向量 $N_i(t_0)$ 为:

$$N_i(t_0) = [n_{i1}(t_0), n_{i2}(t_0), \dots, n_{iD_i}(t_0)]^T \quad (1)$$

式中, $n_{ij}(t_0)$ 表示第*i*虫态(1,2,...,7)第*j*年龄组的个体数, D_i 表示第*i*龄期的发育历期。 t_0+1 时刻虫态组成向量为:

$$N_i(t_0+1) = AN_i(t_0) \quad (2)$$

式中,A为转移矩阵。

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & F \\ 0 & S_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & S_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & S_7 \end{bmatrix} \quad (3)$$

A矩阵中F原表示不同日龄组成虫的生殖力,实际预测时F取0,以田间新增卵量与逐日回归关系代

* 江西省自然科学基金和江西省主要学科学术带头人培养计划项目部分研究内容

收稿日期:2004-04-04 改回日期:2004-05-21

替。 $S_i (i=1\sim 7)$ 为第 i 虫态的存活率。各虫态历期随温度变化而变化,矩阵 A 和向量 N_i 的维数也将发生变化,为进行计算特设温度对斜纹夜蛾的发育历期、生殖率及存活率的影响无时滞作用;在历期变化情况下其剩余历期也将按相同比例改变;若斜纹夜蛾在第 i 虫态的剩余历期多余 1d,第 2d 该虫还将在此虫态中,若剩余历期 $\leq 1d$,该虫将在 1d 内转移到下一虫态去;同一虫态中不同年龄组的 S_{ij} 相同且 $S_{ij} = S_i^{1/D_i}$ 。

2 结果与分析

2.1 斜纹夜蛾发育历期与温度的关系

温度是影响斜纹夜蛾发育的主要因子之一。低温下斜纹夜蛾发育期延长,随温度的升高其发育期缩短。各虫态历期(D_i)与温度(X)回归关系为:

$$D_i = \frac{T_{ci}}{X - T_{li}} \quad (i = 1 \sim 7) \quad (4)$$

式中, T_{ci} 表示各虫态发育有效积温,其值卵为 56.76℃,1~6 龄虫分别为 35.02℃、24.38℃、27.67℃、28.89℃、36.71℃ 和 49.24℃; T_{li} 表示各虫态最低发育温度,其值卵为 11.52℃,1~6 龄虫分别为 13.30℃、13.32℃、11.85℃、12.96℃、12.81℃ 和 11.55℃。

2.2 斜纹夜蛾第 4 代卵及幼虫自然存活率

据 1999~2000 年调查,未施药甘蓝田因多种捕食性和寄生性天敌以及其他因子的作用,斜纹夜蛾各虫态存活率远低于实验条件下存活率。卵及 1~6 龄阶段斜纹夜蛾存活率分别为 0.8834、0.5149、0.4116、0.5095、0.3119、0.4125 和 0.5586。假设每虫态斜纹夜蛾各天存活率相同,则卵及 1~6 龄阶段斜纹夜蛾日存活率分别为 $0.8834^{1/D_1}$ 、 $0.5149^{1/D_2}$ 、 $0.4116^{1/D_3}$ 、 $0.5095^{1/D_4}$ 、 $0.3119^{1/D_5}$ 、 $0.4125^{1/D_6}$ 和 $0.5586^{1/D_7}$, D_i 为各虫态历期。

2.3 斜纹夜蛾田间逐日产卵量及自然种群数量动态预测

每年 8~9 月份是斜纹夜蛾第 4 代和第 5 代发生高峰期,该时期成虫每天在田间产卵且产卵量逐日增加。田间新增卵量(Y)与逐日(X)回归关系式为:

$$Y = 460.59 + 15.33X \quad (r = 0.7715^*) \quad (5)$$

输入田间调查得到的初始卵量及各龄幼虫数量。2000 年以 8 月 21 日为模拟预测的起始日,当日各虫态虫量卵为 641 粒、1~6 龄虫分别为 2451 头、1031 头、771 头、513 头、141 头和 34 头;2001 年以 8 月 18 日为模拟预测的起始日,当日各虫态虫量卵为 238 粒,1~6 龄虫分别为 1843 头、1008 头、627 头、315 头、83 头和 52 头。再输入预测期(起始日后 30d 内)当地历史日平均气温,将斜纹夜蛾发育与温度的关系模型、卵和幼虫自然存活率数据和田间逐日产卵量模型通过矩阵模型进行模拟计算,得未来一段时间田间虫口数量动态,其模拟计算流程见图 1。2000 年和 2001 年斜纹夜蛾田间自然种群数量动态预测结果见表 1。按预测虫量与实际调查虫量误差不超过 20% 为标准,则 2 年预测斜纹夜蛾的符合率达 100%,表明预测结果与田间实际发生动态基本一致。

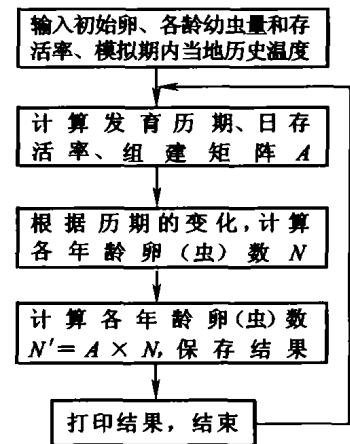


图 1 模拟计算流程图
Fig.1 Flow chart of simulation

表 1 斜纹夜蛾自然种群数量动态预测值与实测值比较

Tab.1 Comparison between the predicted and observed population of *S. litura*

日期 (年-月-日) Date(year-month-day)	1 龄/头 One instar		2 龄/头 Two instar		3 龄/头 Three instar		4 龄/头 Four instar		5 龄/头 Five instar		6 龄/头 Six instar		总幼虫数/头 Total amount of larvae	
	预测值 Predicted value	实测值 Observed value	预测值 Predicted value	实测值 Observed value	预测值 Predicted value	实测值 Observed value	预测值 Predicted value	实测值 Observed value	预测值 Predicted value	实测值 Observed value	预测值 Predicted value	实测值 Observed value	预测值 Predicted value	实测值 Observed value
	2000-08-21	2451	2451	1031	1031	771	771	513	513	141	141	34	34	4941
2000-08-24	395	466	109	129	581	619	183	166	145	135	118	93	1531	1588
2000-08-27	760	573	147	187	46	74	160	189	73	86	67	87	1253	1196
2000-08-30	803	779	332	283	112	91	34	70	46	39	41	35	1368	1297
2000-09-02	1162	986	534	478	102	87	84	77	14	27	21	24	1917	1679
2000-09-05	897	944	330	402	315	275	107	105	22	20	14	18	1685	1764

续表

日期 (年-月-日) Date(year- month-day)	1龄/头 One instar		2龄/头 Two instar		3龄/头 Three instar		4龄/头 Four instar		5龄/头 Five instar		6龄/头 Six instar		总幼虫数/头 Total amount of larvae	
	预测值	实测值	预测值	实测值	预测值	实测值	预测值	实测值	预测值	实测值	预测值	实测值	预测值	实测值
	Predicted value	Observed value	Predicted value	Observed value	Predicted value	Observed value	Predicted value	Observed value	Predicted value	Observed value	Predicted value	Observed value	Predicted value	Observed value
2000-09-08	860	820	190	215	175	224	115	129	25	18	14	21	1379	1427
2000-09-11	1063	943	347	410	105	94	84	113	52	42	15	18	1666	1620
2000-09-14	2078	1828	451	492	115	134	77	61	39	46	30	28	2790	2589
2000-09-17	1813	1856	811	787	210	260	94	84	37	33	24	26	2989	3046
2000-09-20	1827	1959	777	850	279	241	171	145	54	45	21	19	3129	3259
2000-09-23	1702	1644	596	664	329	294	159	166	58	51	26	18	2870	2837
2001-08-18	1843	1843	1008	1008	627	627	315	315	83	83	52	52	3928	3928
2001-08-21	165	346	41	81	187	214	418	377	107	91	70	66	988	1175
2001-08-25	789	669	318	279	21	37	15	29	47	41	81	92	1271	1147
2001-08-28	887	912	281	340	135	151	56	43	5	16	24	37	1388	1499
2001-08-31	1253	1145	308	377	145	155	42	58	25	19	3	11	1776	1765
2001-09-03	1304	1156	439	458	207	187	80	79	22	28	14	10	2066	1918
2001-09-06	1658	1723	461	494	190	242	110	92	38	24	11	13	2468	2588
2001-09-09	1203	1104	747	665	213	230	92	113	35	44	29	24	2319	2180
2001-09-12	1599	1678	523	673	118	98	172	168	42	37	15	14	2469	2668
2001-09-15	1890	1754	600	524	224	194	90	84	65	59	21	27	2890	2642
2001-09-23	1329	1521	889	791	292	266	122	145	37	48	28	24	2697	2795

3 小 结

获得模型参数是建模的基础,模型参数可靠与否直接关系到预测结果的准确性。本研究根据斜纹夜蛾取食甘蓝的发育历期,用甘蓝田自然存活率以及逐日产卵量等参数组成的模型预测甘蓝田斜纹夜蛾发生动态较准确。应用本模型预测其他作物如棉花等斜纹夜蛾发生动态时,应采用其他作物(如棉花等)上斜纹夜蛾发育历期、存活率和产卵参数,以得到其他作物上较准确斜纹夜蛾动态的预测结果。

参 考 文 献

- 1 秦厚国等. 温度对斜纹夜蛾发育、存活及繁殖的影响. 中国生态农业学报, 2002, 10(3): 76~79
- 2 秦厚国等. 斜纹夜蛾自然种群生命参数的研究. 中国生态农业学报, 2002, 10(4): 84~85
- 3 徐汝梅等. 多维矩阵模型在温室白粉虱种群动态模拟中的应用. 生态学报, 1981, 1(2): 147~158
- 4 臧 伟等. 江淮稻区褐飞虱种群动态模拟模型. 南京农业大学学报, 1997, 20(2): 32~38