

棉铃虫的滞育诱导特性*

蒋明星** 谢立群 张孝羲 (南京农业大学植保系, 南京 210095)

【摘要】 研究了温度和光照对棉铃虫 (*Helicoverpa armigera*) 种群滞育形成的作用. 结果表明, 温度低于 24℃、光照短于 12h 为诱导滞育的适宜条件. 20℃、22℃、24℃ 和 26℃ 下滞育的临界光周期分别为 13h43min、13h8min、12h41min 和 12h7min. 5~6 龄为主要滞育敏感虫期. 在南京地区, 该虫滞育临界光周期为 13h 左右, 出现于 9 月 20 日前后; 9 月上旬温度状况与滞育比例关系密切.

关键词 棉铃虫 滞育诱导 敏感期

Characteristics of diapause induction of cotton boll worm. Jiang Mingxing, Xie Liqun and Zhang Xiaoxi (Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095). -Chin. J. Appl. Ecol., 1999, 10(1): 60~62.

Studies on the effect of temperature and illumination on the diapause induction of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) population in Jiangsu show that temperature below 24℃ and illumination of < 12h were optimal for diapause induction. The critical length of illumination at 20, 22, 24 and 26℃ were 13h and 43min, 13h and 8min, 12h and 41min, and 12h and 7min, respectively. The fifth and sixth instar larvae were the sensitive stages of diapause induction. Their critical length of illumination was about 13h, which occurs in mid-September in Nanjing region, and the temperature in early September was found to be greatly related with the diapause rate.

Key words *Helicoverpa armigera*, Diapause induction, Sensitive stage.

1 引言

关于棉铃虫 (*Helicoverpa armigera*) 滞育诱导特性的研究, 国内已有报道^[2~5], 认为光照和温度是影响其滞育形成的主要因素. 但这些研究主要为室内工作^[2,4], 对自然条件下的滞育诱导情况了解较少, 而且对滞育敏感虫期的认识还存在许多分歧^[2,6,7,10]. 为此, 本文对我国江苏种群滞育特性进行了研究, 以揭示其滞育诱导与秋季种群动态、越冬基数等关系.

2 材料与方法

2.1 供试虫源

供试棉铃虫于 1994~1996 年 6 月采自江苏省丰县棉田. 采集虫态为卵及低龄幼虫. 室内在 27℃、光照 14h 下用人工饲料^[8]连续饲养.

2.2 滞育形成的判断

根据 Phillips 等^[11]的方法, 在 20~28℃ 下化蛹 1 周后, 用扩大镜观察眼点, 若发现此时眼点仍位于化蛹时位置 (4 个眼点呈近直线排列), 表明已形成滞育; 若眼点已向侧面移动或消失, 表明未形成滞育.

2.3 滞育形成与温度和光照的关系调查

分别在以下条件下用人工饲料饲养幼虫: 1) 室内恒温 (20~28℃) 与恒光照 (每日 9~14h) 组合条件. 2) 南京地区 8 月中旬至 10 月上旬温度和光照的逐日模拟条件. 常年的每日模拟温度和光照时间, 分别参考该地区 1979~1988 年实际温度和天文年历中的晨昏蒙影表^[1]而设计; 秋季温度偏低年的模拟温

度低于常年 2℃, 模拟光照同常年. 3) 南京地区 1995~1996 年 8 月中旬至 10 月上旬的自然温度和光照条件. 化蛹后统计滞育率, 供分析.

2.4 滞育敏感虫期测定

在 20℃ 下, 按表 4 的设计对各龄幼虫及预蛹进行长光照 L (D=15) 和短光照 L (D=12) 交替处理. 依据不同处理间的滞育率差异来判断滞育敏感虫期.

3 结果与分析

3.1 恒温和恒光照下的滞育

从图 1 可看出, 滞育率高低与温度和光照状况关系密切. 在 20℃ 下, 9~13.5h 光照均可诱导 90% 以上个体滞育, 只是当光照延长至 13.5h 以上后滞育率才急剧下降. 温度升高至 22~26℃ 后, 滞育率逐步下降; 各光照下滞育率以 12h 为最高. 温度进一步升高至 28℃ 后, 已基本无个体滞育. 求得滞育临界光周期, 20、22、24 和 26℃ 下分别为 13h43min、13h8min、12h41min 和 12h7min, 反映了温度对棉铃虫光周期反应的调节作用. 对本试验种群, 温度低于 24℃、光照 12h 左右对滞育形成较为适宜.

3.2 模拟变温和变光照下的滞育

由表 1 可见, 常年 8 月中下旬日均温高于 25℃、

* 江苏省“九五”重大科技攻关项目 (BG9613-3).

** 通讯联系人. 现工作单位: 浙江大学华家池校区植保系, 杭州 310029.

1996-06-03 收稿, 1997-05-18 接受.

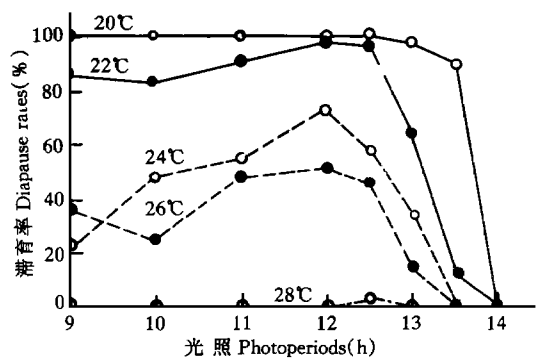


图1 不同温度和光照下棉铃虫(江苏种群)的滞育率
Fig.1 Diapause rate of cotton bollworm (Jiangsu population) under different temperatures and illumination.

光照长于 13h40min,幼虫在该时期内发育,化蛹后无个体滞育(a 批).从 8 月下旬至 9 月上旬,温度逐渐降至 23 ℃、光照缩短至 13h15min 左右,幼虫在该时期发

表 1 南京秋季温度和光照模拟条件下的滞育率观察
Table 1 Diapause rate under simulated autumn temperatures and illumination in Nanjing

模拟年份 Years simulated	试虫批次 Batches tested	孵化时间 Hatching date	幼虫期光照 Illumination (h◇min)	幼虫及预蛹期均温 Mean temperature (℃)	化蛹时间 Pupation date	滞育率 Diapause rate (%)
常年	a	8.13	14◇18~13◇46	26.3(27.5~25.1)	8.28~31	0
Years with	b	8.20	14◇03~13◇13	24.7(26.6~22.8)	9.7~14	12.1
common autumn	c	8.27	13◇48~13◇02	23.4(25.6~21.2)	9.14~22	45.8
temperatures	d	9.8	13◇22~12◇32	21.3(23.7~18.9)	9.30~10.7	100
秋季温度偏低年	e	8.15	14◇10~13◇39	24.0(25.2~22.7)	8.28~9.3	2.00
Years with	f	8.20	14◇03~13◇22	22.9(24.6~21.2)	9.6~12	27.9
low autumn	g	8.24	13◇54~12◇56	21.7(24.0~19.3)	9.16~25	71.1
temperatures	h	8.28	13◇46~12◇50	<21.0(23.5~19.5)	9.21~10.2	95.7

表 2 自然条件下滞育率观察(1995~1996 年,南京)
Table 2 Diapause rate under natural conditions in 1995~1996, Nanjing

年份 Years	试虫批次 Batches tested	孵化时间 Hatching date	幼虫期光照 Illumination (h◇min)	幼虫及预蛹期均温 Mean temperature (℃)	化蛹时间 Pupation date	滞育率 Diapause rate (%)
1995	A	8.14	14◇16~13◇44	29.4(31~29)	8.26~9.1	0
	B	8.27	13◇48~13◇23	28.3(31~26)	9.9~13	0
	C	9.1	13◇37~13◇04	26.1(31~22)	9.13~19	0
	D	9.8	13◇22~12◇30	22.1(23~20)	10.1~10	91.5
1996	E	8.30	13◇40~12◇58	25.5(27~22)	9.17~23	54.6
	F	9.2	13◇35~12◇47	24.8(27~22)	9.21~29	68.6
	G	9.8	13◇22~12◇40	24.0(26~21)	9.28~10.3	77.6

3.3 自然温度和光照下的滞育

由表 2 可见,在 1995 年,8 月下旬至 9 月 20 日化蛹的个体均不滞育(A~C 批);10 月上旬化蛹,滞育率达 90%以上.在 1996 年,9 月 20 日前后化蛹时,滞育率达到 54.6%(E 批);9 月下旬至 10 月初化蛹,滞育率上升至 70~80%(F~G 批).结果表明,两年里棉铃虫在 9 月 20 日前的滞育形成进度有明显差异.结合温度(表 3)分析,可知这种差异主要与 9 月上旬温度状况有关:1995 年 9 月上旬均温为 29.7 ℃,明显高于常年(24.2 ℃),如此高温显然不适于诱导 B、C 批试虫滞育;而 1996 年,同时期均温为 25.5 ℃,明显低于 1995 年.这对 F 批试虫滞育较为有利.

育,于 9 月 10 日前后化蛹后有 10%左右个体进入滞育(b 批).9 月 15 日以后化蛹,滞育率明显升高,有近一半个体滞育(c 批).9 月底以后化蛹,全部个体滞育(d 批).在秋季温度偏低年,8 月底 9 月初化蛹,仅有极少数个体滞育(e 批).9 月 10 日前后、9 月 15 日以后化蛹,滞育率分别为 30%与 70%左右(f、g 批),明显高于上述常年同时期的滞育率(b、c 批).9 月下旬化蛹,绝大部分个体滞育(h 批).结果表明,在南京地区,滞育个体开始出现、达到一半及大量产生的时间,常年分别在 9 月上旬、9 月 20 日左右及 9 月底以后,秋季温度偏低年分别在 8 月底 9 月初、9 月 15 日左右及 9 月下旬,即早于常年 5~10d 左右.据此推知,该地区常年滞育的临界光周期为 13h 左右,出现于 9 月 20 日前后(此时日均温为 22 ℃左右).

表 3 南京地区均温
Table 3 Mean temperatures in Nanjing(℃)

年份 Years	8 月下旬 Late Aug.	9 月上旬 Early Sept.	9 月中旬 Mid-Sept.	9 月下旬 Late Sept.	10 月上旬 Early Oct.
1995	28.6	29.7	22.1	21.3	18.3
1996	-	25.5	25.4	22.8	18.2
常年*	25.9	24.2	22.5	20.4	19.1

* Years with common temperatures.

3.4 滞育敏感虫期

各龄幼虫及预蛹分别经长、短光照交替处理后的滞育率如表 4 所示.从表 4 可知:(1) 1~3 龄处于短光照,其余龄期处于长光照下,无个体滞育(F 组);反之,1~3 龄处于长光照、其余龄期处于短光照下,有 96.8%个体滞育(A 组),此结果与 J 组(全短光照)十分接近,说明 1~3 龄期的光照长短与滞育诱导基本

表 4 棉铃虫不同发育时期经长/短光照处理后的滞育率
Table 4 Diapause rate in the insect after treated with long/ short illumination during different stages

光照处理组 Batches	幼虫期(龄) Larval stage (instar)						预蛹期 Prepupal stage	滞育率 Diapause rate (%)
	1	2	3	4	5	6		
A	-	-	-	-	96.8
B	-	-	-	84.1
C	-	-	20.8
D	-	0
E	0
F	-	-	-	0
G	-	-	-	-	3.0
H	-	-	-	-	-	31.3
I	-	-	-	-	-	-	...	100
J	-	-	-	-	-	-	-	100

实线与虚线分别表示短光照 L12 ◇D12 与长光照 L15 ◇D9. 括号内为化蛹总头数. Notes: - Short illumination (L ◇D = 12:12), ... Long illumination (L ◇D = 15:9).

无关。(2) 1~4 龄处于长光照、其余龄期处于长光照下,仅有少数个体滞育(G组);反之,滞育率达84.1%(B组),该结果与4龄也处于短光照下的A组相比,仅下降12.7%,说明4龄期光照对滞育诱导的影响较小。(3) 1~5 龄处于短光照、6龄期处于长光照下,有31.3%个体滞育(H组),该结果明显高于G组(5龄处于长光照下)。1~5 龄处于长光照、6龄期处于短光照下,滞育率为20.8%(C组),明显低于B组(5龄处于短光照下)。这两组试验表明,5龄期光照与滞育率高低关系密切。(4) 1~6 龄均处于短光照下,所有个体滞育(I组),而1~5 龄处于短光照、6龄处于长光照下,只有31.3%的个体滞育(H组)。1~6 龄均处于长光照下,无个体滞育(D组);而1~5 龄处于长光照、6龄处于短光照下,有20%左右的个体滞育(C组),说明6龄期光照与滞育率高低关系密切。(5) 1~4 龄处于短光照、5~6 龄处于长光照下,仅有少数个体滞育(G组);如果1~6 龄均处于短光照下,则所有个体滞育(I组)。反之,1~6 龄均处于长光照下,无个体滞育(D组);如果1~4 龄处于长光照、5~6 龄处于短光照下,则滞育率高达84.1%(B组),说明滞育比例高低主要取决于5~6 龄期的光照条件。(6) 1~6 龄幼虫处于长光照下,则不论预蛹期的光照如何,均无个体滞育(D、E组)。反之,1~6 龄幼虫处于短光照下,也不论预蛹期的光照如何,所有个体均滞育(I、J组),说明预蛹期光照与滞育无关。可以认为,棉铃虫5~6 龄幼虫期是其滞育的主要敏感虫期。

4 讨 论

已有研究表明,处于不同纬度的棉铃虫种群,其形

成滞育所要求的温度和光照条件是有差异的。以滞育临界光周期为例,在25 和20 下,北高加索(45°N)种群分别为14h和15h^[9],而北京(40°N)种群分别为12h40min和13h20min^[4],比前者分别短1h20min和1h40min。在24 和26 下,江苏丰县(接近35°N)种群的临界光周期分别为13h8min和12h41min,河南新乡(35°N)种群分别为13h26min和12h04min^[2]。虽然丰县和新乡两地所处纬度比较接近,但观察到的临界光周期差异较大,可能是由于试验条件不同造成的。可以认为,棉铃虫滞育的地区间差异,体现其分布区内不同生境条件的适应性。

在同一地区,秋季温度在不同年份间有变化,受此影响,棉铃虫滞育诱导常表现出年度间差异。在秋季降温早的年份,滞育个体往往出现早、滞育形成进度快;反之,在秋季降温迟的年份,滞育个体出现晚、滞育形成进度慢。本研究1995~1996年的室外观察及室内模拟结果(表1、2)也说明了这一点。

国外认为棉铃虫滞育敏感虫期为5~6 龄幼虫及预蛹^[10,11];国内则有多种报道,认为幼虫4~5 龄^[6,7]或5~6 龄^[3]的都有,也有的认为1~6 龄幼虫均可感应短光照信号,且不同龄期的感应程度差别不大^[2]。可以认为,5~6 龄幼虫为主要敏感虫期,与何忠等^[3]的结果比较相似。

参考文献

- 中国科学院紫金山天文台. 1982. 1983 年中国天文年历. 北京: 科学出版社, 46~47.
- 吴孔明等. 1995. 棉铃虫滞育的诱导因素研究. 植物保护学报, 22(4): 331~336.
- 何 忠等. 1995. 棉铃虫滞育敏感虫期的研究. 动物学集刊, 12(增): 40~43.
- 李 超等. 1981. 光周期与温度的联合作用对棉铃虫种群滞育的影响. 昆虫知识, 18(2): 58~61.
- 李锦华等. 1986. 四川棉铃虫的滞育. 昆虫知识, 23(4): 161~164.
- 南京农业大学等编. 1991. 农业昆虫学. 南京: 江苏科学技术出版社, 312.
- 南京农学院主编. 1985. 昆虫生态及预测预报. 北京: 农业出版.
- 谭福杰. 1987. 农业昆虫抗药性测定. 南京农业大学学报, 4(增刊): 107~122.
- H. 戈雷辛(苏德明译). 1959. 昆虫生态学. 北京: 科学出版社.
- Fitt, G. R. 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystem. *Ann. Rev. Entomol.*, 35: 17~52.
- Phillips, J. R. et al. 1966. Diapause in *Hleiothis zea* and *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ann. Ent. Soc. Am.*, 59: 154~159.

作者简介 蒋明星,男,1970 年出生,博士.主要从事水稻害虫综合治理、寄生蜂等方面的研究,发表论文 10 余篇。