

光周期和温度对亚洲玉米螟 滞育形成的影响

弓惠芬* 陈霏* 王瑞 连梅力 夏志红 阎毅

(山西省农业科学院植物保护研究所)

摘要 短光照是引起玉米螟滞育的信息,处在北纬 $35^{\circ}-36^{\circ}$,东经 $112^{\circ}-113^{\circ}$ 的山西沁水玉米螟种群,在太原控制温度 25°C ,人工饲料饲养下测定,其临界光周期为14小时30分钟。当光照少于此临界期,诱发滞育;而多于此临界期,则回避滞育。对于玉米螟幼虫任一单独龄期给予短光照处理,不能或几乎不能引起滞育;而相邻虫龄连续接受短光照处理,则可导致滞育。连续接受短光照处理的时间愈长,滞育率也愈高。幼虫对光照刺激反应的敏感期为自孵化后至5龄末进入滞育前的整个阶段,而非仅为3—4龄。高温在一定程度上抑制短光照诱发滞育的作用;低温在一定程度上抑制长光照回避滞育的作用。以长光照累代处理人工饲料饲养的亚洲玉米螟至三、四十代以上,如经短光照处理则照常发生滞育,其滞育特性仍未改变。

关键词 亚洲玉米螟 滞育 光周期 温度影响

关于玉米螟滞育问题,国外对欧洲玉米螟 *Ostrinia nubilalis* (Hübner) 已有许多研究 (Mutchmor 等, 1959; Beck 等, 1960; 1964), 在生态学和生理学方面都取得了进展。但对国内广泛分布的亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) 至今研究尚少, 杜正文 (1964) 曾报道玉米螟在江苏的光周期反应。

本项实验的目的在于明确光周期和温度对亚洲玉米螟滞育形成的影响, 为分析玉米螟种群数量变动的原因提供依据。玉米螟有“局部世代”现象, 即滞育不仅出现在越冬世代, 而且在此之前的一个世代中亦有部分个体发生滞育, 其它个体则继续发育为越冬世代。显然这个世代中滞育个体数量的多寡, 直接影响着越冬世代的发生数量, 同时也涉及到来年的种群数量。造成滞育个体数量多少的原因, 决定于这个世代幼虫的发生期早晚及临界光周期。如发生期因气候条件不适而有所推迟, 当到达该地临界光周期出现日期时, 滞育幼虫数量即能相对增多, 反之则相对减少。因此, 确切掌握田间玉米螟的发育进度和了解临界光周期的出现规律, 对于做好玉米螟的预测预报具有一定意义。

一、材料和方法

(一) 供试虫源 共有三批, 先后在山西东南部沁水县端氏大队采集玉米秸秆内越冬幼虫; 在山西中部太原本院采集玉米秸秆内越冬幼虫及在山西中部清徐县赵家堡大队采集谷茎内第一代蛹。沁水位于北纬 $35^{\circ}-36^{\circ}$ 、东经 $112^{\circ}-113^{\circ}$; 太原及清徐均位于北纬 $37^{\circ}-38^{\circ}$ 、东经 $112^{\circ}-113^{\circ}$ 。同一试验使用同一虫源。

本文于1983年2月收到。

本文承蒙中国科学院动物研究所郭鄂教授指导和审阅文稿, 特此致谢。

* 现在北京农学院农学系工作。

(二) 饲养方法 各批虫源采回后,在太原人工气候室内分别进行人工饲养;温度为29℃、相对湿度80%左右,每日光照16小时。半人工饲料配方采用周大荣等(1980)报道的“新7号配方”。经繁殖1代或2代后,再进行各项试验。试验时的温度及光照控制,根据具体要求另行规定。光源白昼为自然光,夜间以40瓦日光灯补充。

试验前将同日产于蜡纸上的大小略相等的卵块逐一剪下,置于以泡沫塑料保湿的培养皿内,使处于黑暗中。待发育至黑头期,将附有卵块的蜡纸用昆虫针悬挂于罐头瓶顶盖下方,瓶底放入半人工饲料一方块(约重60克),每瓶接入卵粒30—40粒。每一处理接种5—6瓶。

试验时,将各处理组养虫瓶分别置于深灰色塑料板制成的匣(40×30×20厘米,底部设有通气而折光的孔道)内。全光照匣盖始终打开,全黑暗始终关闭,其余处理则按所需光照时数,每日定时打开和关闭匣盖。

(三) 龄期测定 在进行敏感期试验之前,还对玉米螟幼虫的龄期做了观察测定,以便较准确地给予光照处理。测定方法是:将同时突破卵壳的初孵幼虫,用小毛笔单个地接种于装有切成片状的半人工饲料的指形管内,管口以细铜纱盖紧。在温度25℃、相对湿度80%左右条件下,于每日14:00时(即供试幼虫的孵化时间)检查脱皮与否,以找见脱下的头壳为标准。以此求出玉米螟各龄幼虫的平均龄期。

(四) 滞育判断 各试验处理(除全黑暗外)自幼虫开始化蛹,即逐日从瓶外观察,当首见成虫时(接卵后第25天)即进行开瓶全面检查,记录蛹数、蛹壳数及幼虫数。以化蛹与否作为是否滞育的标志。计算各处理的滞育率,进行比较分析。必须指出,此种以经过生长发育必需的天数时的化蛹率来推定大致上的滞育率的方法,与实际滞育率是会略有差异的。但鉴于饲养中死亡情况极为少见,而且待滞育解除后再计算滞育率,费时太长,故姑且用上述方法。井上等(1957)及 Mutchmor 等(1959)分别在关于二化螟及玉米螟滞育的试验中,都用过这种判断滞育的标准。

二、结果及分析

(一) 光周期对滞育的影响

以沁水县越冬虫源经繁殖后用其第二代幼虫进行试验。光周期共分13种处理(如表1)。饲养室恒温25℃,相对湿度保持80%左右。试验结果见表1及图1。

表1 光周期对亚洲玉米螟幼虫滞育的影响(1981,太原)

光照:黑暗 (小时)	0:24	4:20	8:16	9:15	10:14	11:13	12:12	13:11	14:10	15:9	16:8	20:4	24:0
虫 数 (头)	201	149	108	147	137	140	132	162	125	91	97	151	182
滞 育 率 (%)	38.85	69.80	91.67	95.92	100	100	100	100	94.4	1.50	4.12	1.99	0

从表1及图1明显看出:玉米螟幼虫发育期,在25℃条件下,自全黑暗开始,滞育率随每日光照时数的增加而逐渐上升,直到每日光照10—13小时,滞育率达到100%。此后随每日光照时数的延长,而滞育率下降,尤其是每日光照时数为15小时以上时,滞育率表

现骤然下降,直到全光照,滞育率为 0。即在每日黑暗时数多于、等于或略少于光照时数的

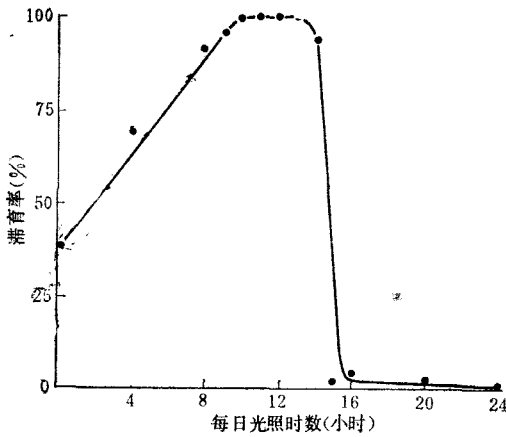


图 1 光周期对亚洲玉米螟滞育的影响

条件下,玉米螟幼虫大量甚至全部进入滞育,表明较长的连续黑暗、短日照是引起玉米螟滞育的信息。而在每日光照时数明显地多于黑暗时数,直至全光照的条件下,则玉米螟幼虫大量甚至完全不滞育,表明连续光照对玉米螟滞育起抑制作用。由此看出,玉米螟基本上属于短日照滞育型或长日照发育型昆虫。从表 1 及图 1 还可看出,50% 滞育时,曲线中点光照时间为 14 小时 30 分钟,此乃玉米螟(山西沁水种群,在太原测定)的临界光周期。当光照少于此临界,诱发滞育;而多于此临界,则回避滞育。

(二) 玉米螟对光周期的敏感期

以太原越冬虫源经繁殖后用其第二代幼虫进行试验。根据各龄幼虫历期,在光照敏感期试验中将 1—4 龄幼虫各以 3 日计,5 龄(包括预蛹期)以 7 日计。按不同的要求分别给予长日照(15 小时/日)或短日照(10 小时/日),共计 16 种处理。试验在 25℃ 恒温及 80% 恒湿条件下进行。试验结果列入表 2。

表 2 亚洲玉米螟幼虫感光期与滞育的关系(太原)

处理编号	幼虫接受光周期处理情况*					1981 年测定		1982 年测定	
	1 龄 (3 日)	2 龄 (3 日)	3 龄 (3 日)	4 龄 (3 日)	5 龄 (7 日)	总虫数	滞育率 (%)	总虫数	滞育率 (%)
1	——	——	——	——	——	157	7.0	135	10.4
2	——	——	——	——	——	181	15.5	219	13.7
3	——	——	——	——	——	164	7.3	131	3.1
4	——	——	——	——	——	194	14.4	202	10.4
5	——	——	——	——	——	138	16.7	186	1.1
6	——	——	——	——	——	164	9.8	203	7.4
7	——	——	——	——	——			206	33.5
8	——	——	——	——	——			144	61.8
9	——	——	——	——	——			161	94.4
10	——	——	——	——	——			184	100
11	——	——	——	——	——			172	11.6
12	——	——	——	——	——			123	47.2
13	——	——	——	——	——			181	91.7
14	——	——	——	——	——			202	48.5
15	——	——	——	——	——			226	30.5
16	——	——	——	——	——			236	64.8

* 实线表示短光照(每日 10 小时光照,14 小时黑暗)
虚线表示长光照(每日 15 小时光照,9 小时黑暗)

从表 2 中明显看出以下三点:

1. 亚洲玉米螟 1、2、3、4 及 5 龄幼虫, 各个单独龄期以诱发滞育的短光照条件处理, 结果不能或几乎不能引起滞育。其滞育率与 1—5 龄处于回避滞育的长光照条件下相似。表明亚洲玉米螟幼虫各个单独龄期对光周期不表现敏感性。

2. 亚洲玉米螟幼虫自孵化至 5 龄末进入滞育前的整个阶段中, 2 个、3 个、4 个或 5 个龄期, 相连续接受短光照处理, 均可在不同程度上导致 5 龄末幼虫的滞育。而且相连的龄期愈多, 亦即连续处理的时间愈长, 则导致滞育的作用愈大。表明玉米螟幼虫对光周期的敏感期为 5 龄末以前的整个幼虫阶段。滞育的形成需要光周期刺激的累积作用。

3. 亚洲玉米螟幼虫接受诱发滞育的短光照处理之后, 即使再处于回避滞育的长光照条件下, 也不能取消短光照对滞育的诱发作用, 即诱发滞育的光周期反应具有不可逆性。

(三) 温度对滞育的影响

以沁水越冬虫源经繁殖后用其第三代幼虫进行试验。在每日光照 10 小时及 15 小时条件下, 各以 20℃、25℃ 及 30℃ 三种温度进行处理。试验结果如表 3。

表 3 温度对亚洲玉米螟幼虫滞育的影响 (1981, 太原)

温度(℃)	10 小 时 光 照/日		15 小 时 光 照/日	
	观察虫数(头)	滞育率(%)	观察虫数(头)	滞育率(%)
20	161	100	148	18.24
25	137	100	91	1.10
30	136	18.38	153	1.96

由表 3 看出: 在短光照条件下, 处于温度 20℃ 及 25℃ 下发育的玉米螟幼虫, 其滞育率均为 100%; 当温度升高至 30℃ 时, 其滞育率则降低至 18.38%。表明高温在一定程度上抑制了短光照诱发滞育的作用。亦可看出: 在长光照条件下, 处于温度 25℃ 及 30℃ 下发育的玉米螟幼虫, 其滞育率分别为 1.1% 及 1.96%; 当温度降低至 20℃ 时, 其滞育率增加到 18.24%。这表明较低的温度具有抵销长光照抑制滞育的一定作用。

(四) 亚洲玉米螟滞育的遗传稳定性

滞育是昆虫在长期进化过程中适应环境的一种手段, 有其遗传稳定性。我们自 1978 年 5 月至 1982 年 4 月, 在亚洲玉米螟的人工饲养中, 注意观察并测定了长期累代在长光照处理下繁殖的玉米螟是否可能变为非滞育的宗系。

供试虫源有两批, 分别于 1978 年春季采自山西东南部沁水县端氏大队残存玉米秆内和 1979 年春季采自山西中部清徐县赵家堡大队谷田。两批均在每日光照 16 小时、温度 29℃ 及相对湿度 80% 左右的人工气候室内, 以半人工饲料, 分别进行群体繁育。前者自 1978 年 5 月至 1981 年 7 月共繁育 44 代, 每代历期 26 天左右。后者自 1979 年 8 月至 1982 年 4 月共繁育 36 代。在抑制滞育的条件下, 玉米螟每代的化蛹率一般都在 90% 以上, 表现不滞育。

将上述人为控制不滞育的亚洲玉米螟, 自 20 代以上时开始, 每 5 代取出一部分 (200—500 头), 用诱发滞育的短光照处理一次, 观察测定滞育与否, 以视其滞育遗传稳定性有

表 4 长光照下累代饲育的亚洲玉米螟幼虫用短光照测定的滞育情况 (1978—1982, 太原)

饲养时间 (年, 月)	回避滞育条件 (29℃, 16 小时光照/ 日) 下连续 繁殖的世代 数	以短光照条 件测定的世 代	测定虫数 (头)	滞 育 率 (%)				
				29℃			25℃	
				6 小时光照 /日	8 小时光照 /日	16 小时光 照/日	10 小时光 照/日	15 小时光 照/日
1978.5 至 1981.7	1—44代 (沁水虫源)	第 20 代	ck* 262 697		25.6	1.8		
		第 25 代	ck 410 498		48.8	8.2		
		第 30 代	ck 594 582		34.2	4.8		
		第 40 代	ck 341 494	51.9		7.1		
1979.8 至 1982.4	1—36代 (清徐虫源)	第 25 代	ck 399 538	20.8		3.9		
		第 30 代	ck 360 420				99.4	1.2
		第 35 代	ck 501 558				97.4	0.6

* ck 为当代从田间采集的对照组

无改变。结果见表 4。

从表 4 看出：在抑制滞育的条件下累代繁殖的玉米螟，其幼虫无论在 25℃ 或 29℃ 下经短光照处理，仍然呈现出滞育的倾向，尤以第 30 代及第 35 代在 25℃、每日 10 小时光照条件下更为明显，滞育率分别为 99.4% 及 97.4%。第 40 代在温度 (29℃) 不宜滞育而光照 (6 小时/日) 较适宜滞育的情况下，滞育率仍可达到 50% 以上。表明玉米螟滞育的遗传稳定性是相当严格的。

三、讨 论

光周期是导致亚洲玉米螟滞育形成的主要外在因素。位于北纬 35°—36° 的沁水玉米螟种群的临界光周期 (14 小时 30 分钟) 比位于北纬 32°—33° 的南京玉米螟种群的临界光周期 (13 小时 30 分钟) (杜正文, 1964) 延长了 1 小时, 表明不同地理种群有着不同的临界光周期。关于玉米螟幼虫对光照刺激反应的敏感期, 过去国内有关研究文献结论为“玉米螟有效感应光周期阶段是 3—4 龄”, 并引用于不少专著及教科书中, 而本项实验未能得到证实。玉米螟幼虫自孵化后至 5 龄末进入滞育前的整个阶段即是对光照刺激反应的敏感期。单独龄期接受刺激不能或几乎不能引起滞育, 滞育的形成需要光照刺激的一定积累作用。

温度对亚洲玉米螟滞育也有重要作用。在滞育的形成中, 低温可以抵销长光照对滞育的抑制, 而高温则能抑制短光照对滞育的诱发。因此, 临界光周期不是一个固定不变的数值。一方面, 不同纬度地区由于温度不同, 玉米螟临界光周期也不一样。如江苏温度高, 临界光周期缩短, 而山西温度低, 临界光周期延长。另一方面, 相同纬度地区由于不同年份的温度差异, 玉米螟临界光周期也可能在一定程度上有所变动。如试验所表明的, 在中温 25℃ 下, 玉米螟临界光周期为 14 小时 30 分钟; 在高温 30℃ 下, 则由于短光照诱发

滞育的作用在极大程度上受到抑制,玉米螟幼虫处于任何光照时数条件下,滞育率均在很低的水平,也就不存在临界光周期了。若温度低于 25℃ 时,临界光周期则有所延长,据文献记载,在北半球很北的地方,玉米螟在每日 20 小时光照条件下仍可发生滞育。因此,在预测预报中应首先掌握玉米螟在田间的发育进度及发生期早晚,再依据临界光周期及其因温度而变动的情况,来分析“局部世代”中玉米螟进入滞育的数量,从而明确其对下一代虫口数量的影响。

关于亚洲玉米螟滞育遗传稳定性能否加以人为地改变的问题。用光照累代处理的方法看来是相当困难的,而利用滞育程度不同的种群杂交的方法则较为顺利。如美国近年开展的低滞育反应的玉米螟种群(从南、中生态型选出)与高滞育反应的玉米螟种群(北生态型)的杂交试验,证明滞育可以通过遗传操纵而加以改变。该项试验的目的在于企图将低滞育率的种群释放到北、中生态型存在的地区,以降低当地种群的越冬能力。此与日本 Kurahashi 等 (1977) 报道在卫生害虫麻蝇 *Sarcophaga peregrina* 方面开展的工作不约而同。麻蝇非滞育宗(采自新几内亚摩罗比地区瓦岛,海拔 1,050—1,250 米)与滞育宗(日本当地种群)进行杂交,结果表明,抗滞育等位基因的发现可能应用到在冬天严寒气候条件下已进入滞育的日本的 *S. peregrina* 的遗传防治。由此看出滞育的研究对于开辟害虫防治新途径方面亦有一定意义。

参 考 文 献

- 杜正文等 1964 玉米螟在江苏光周期的反应初报。昆虫学报 13 (1): 129—32。
郭鄂等 1979 昆虫的激素。科学出版社。
狄俊德 1960 有关害虫预测预报的几个昆虫生理学问题。昆虫知识 6 (2): 47—51。
黄可训等 1976 光周期和温度对桃小食心虫滞育的影响。昆虫学报 19 (2): 149—56。
Beck, S. D. et al. 1960 Diapause in the European corn borer, *Pyrausta nubilalis* (Hbn.). *J. Insect Physiol.* 4(4): 304—18.
Beck, S. D. 1964 Chemically and photoperiodically induced diapause development in the European corn borer *Ostrinia nubilalis*. *Biol. Bull.* 126 (2): 175—84.
Kurahashi, H. et al. 1977 Crossing between nondiapausing and diapausing races of *Sarcophaga peregrina*. *Monthly. Journal of Pure and Applied Science* 33: 186—7.
Mutchmor, J. A. et al. 1959 Some factors affecting diapause in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hbn.). *Canadian J. Zool.* 37 (2): 161—8.

**THE INFLUENCE OF PHOTOPERIOD AND TEMPERATURE ON
THE DIAPAUSE OF THE ASIAN CORN BORER *OSTRINIA*
FURNACALLIS (GUENÉE)**

GONG HUI-FEN CHEN PEI WANG RUI LIAN NEI-LI XIA ZHI-HONG YAN YI

(Institute of Plant Protection, Shaaxi Academy of Agricultural Sciences)

The influence of photoperiod and temperature was studied on the diapause of the Asian corn borer *Ostrinia furnacalis* (Guenée) reared on artificial diet in the laboratory. Short light period gave signal to the inception of diapsue and the critical photoperiod of the corn borer population collected from Qinshui (35°—36° N and 112°—113° E) of Shanxi Province is 14.5 hours at 25°C as determined in Taiyuan. When the light period was shorter than the critical period larval diapause was induced whereas longer light period would inhibit diapause. Short light period on a single larval instar was not effective in the induction, its effect increased when adjacent larval instars were exposed to short light period continually, and the longer the time of treatment, the higher the percentage of diapause would be induced. Diapause induced by short light period was irreversible.

The influence of temperature on the inception of diapause was demonstrated. High temperature inhibited the effect of short light period in inducing diapause to a certain extent while low temperature had the reversed effect. Corn borers reared on artificial diet under long light period for 40 generations could still be susceptible to short light period treatment.

Key words *Ostrinia furnacalis* (Guenée)—diapause—photoperiod—temperature influence