

三化螟滞育解除的初步研究

古德就 尹汝湛

(植保系)

提 要

三化螟滞育的解除不必经一段时期的低温处理。水是滞育解除的先决条件。滞育幼虫只有在获得足够水分以后才能解除滞育。在25°C, 光周期LD14:10条件下, 滞育解除得以极大地促进, 其临界化蛹前期为23~26天。15°C以上的有效温度的累积作用是滞育解除的主导因子, 其群体临界有效积温约为267.5日度。

前 言

水稻三化螟以幼虫滞育, 诱发滞育的主导因子是一定的短的光周期^[2]。尹汝湛于1973年对广东三化螟的光周期反应作了研究, 但滞育的解除迄今尚缺乏研究。以前虽有一些报道, 但多属一般的田间观察结果。例如, 赵善欢和尹汝湛^[5]认为, 早春越冬代螟蛾始见必在冬春最长的寒潮期之后。这就引起人们对低温接触可能与滞育解除存在着因果关系的猜测。又有些学者认为, 越冬期低温是三化螟滞育解除的基本条件^[1], 但没有实验结果予以证实。至于有效积温法则, 林郁等^[3]认为在越冬期似乎是不适用的。二十多年来, 尹汝湛所进行的实验结果反复启示, 在越冬前中期任何时候开始加温25°C, 持续一段时间, 幼虫即开始化蛹, 随后正常羽化, 这现象似乎说明有效温度的累积作用在滞育期是存在的。关于光周期对三化螟滞育解除的作用, 向来为人们所忽视, 因而缺乏报道。此外, 关于在越冬期间寒潮期出现的频率和持续时间对幼虫存活的影响亦颇多议论和推测。

作者认为, 上述问题不易弄清, 乃起因于以往的材料大多数仅属于田间观察记录, 缺乏系统的实验生态学的研究。为此, 作者于1981~1982年和1982~1983年螟虫越冬期进行了一系列关于水份、温度和光周期等因子对滞育解除的试验。试图依据试验结果并结合前人的看法和田间观察的情况, 对三化螟滞育的解除作初步探讨。这项研究在理论上和测报及防治上显然是有意义的。

材 料 和 方 法

(一) 1981~1982年越冬期的试验

供试幼虫于1981年11月中旬采自始兴县和广州市郊, 以单个幼虫装置于口径为5毫

米，长50毫米的透明塑料管内，两端塞上棉花，然后放入20×70毫米的指头瓶内，瓶口亦塞以棉花。除个别处理外，均经常保持指头瓶底有约5毫米的水层，使塑料管下端的棉花吸饱水份，从而使幼虫可以直接与水接触（图1）。

关于水份影响的试验：把如上装置的幼虫分为两组，一组经常保持瓶内有水，另一组则自始至终不加水。两组幼虫置于相同的光、温条件下处理。

关于温度与光周期组合的试验：把供试幼虫放入可控制光周期的恒温箱内接受处理。

关于接触低温的试验：把供试幼虫放入冰箱内（5℃，全暗），使之经历一定天数。

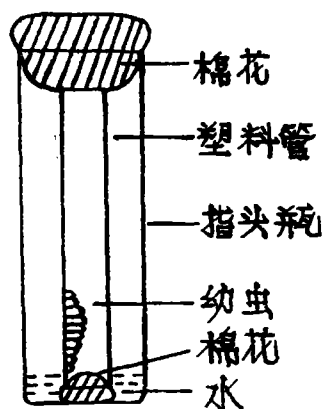


图1 供试幼虫装置

所有供试前的幼虫均保存于室外盆栽的稻遗株内。

（二）1982～1983年越冬期间的试验

于1982年11月底从始兴县采回幼虫，并把全部幼虫按图1的装置处理，供试前置于实验室窗台上。然后于12月8日、28日、1983年1月17日、2月6日和2月26日（共5次），每次把60头幼虫放入20℃，LD13：11的光温箱内处理。

（三）数据

本研究以幼虫化蛹作为滞育解除的标志。表示试验效应的基本数据是每头供试幼虫的“化蛹前期”，即从处理之日起至化蛹之日止的历期（日数）。暂定15℃为有效温度下限，“化蛹前期”内每日15℃以上的温度的累计值称为有效积温

用于统计分析的判据有如下4项：

1. 平均化蛹前期：各供试幼虫化蛹前期的平均值；
2. 临界化蛹前期：全组供试幼虫累计化蛹率达50%之日的历期（日数）；
3. 平均有效积温：各供试幼虫有效积温的平均值；
4. 临界有效积温：临界化蛹前期内的有效积温。

结果 和 分析

（一）1981～1982年越冬期试验

1. 水份对滞育解除的影响试验：1981年12月28日进行试验，设两个处理，处理a于每藏虫指头瓶底经常保持5毫米的水层，处理b则不加水。每处理供试幼虫42头，均置于17～18℃，LD14：10的同一光温箱中。处理a经40天后陆续化蛹，化蛹位置都接近水层。处理60天后，其累计化蛹率达42.86%，而处理b无一化蛹。两个处理的化蛹率进展情况如图2所示。

上述结果表明：越冬幼虫接触水份是滞育解除的先决条件。在这个基础上，17~18°C的温度显然具备有效温度部分，即已超过发育下限温度。同时供试的光周期为长光周期，它极可能有促进化蛹的作用。从化蛹率对比可见，温、光条件的作用只有在幼虫接触水份的基础才能实现。因为处理a、b所处的光、温条件完全相同。

2. 滞育幼虫接触低温5°C的反应试验：为了考察越冬幼虫接触一定低温后的化蛹率、化蛹进度和致死作用等方面的表现，设计了本项试验。

试验设置三个处理组和一个对照组，各组供试幼虫均为60头。在5°C（全暗）条件下，三个处理组幼虫分别接受5天、10天和15天的低温处理后，随即统一置于17~18°C，LD13:11的温光箱中再处理90天。对照组除不经低温处理外，其余条件与处理诸组完全相同。试验结果见表1和图3。

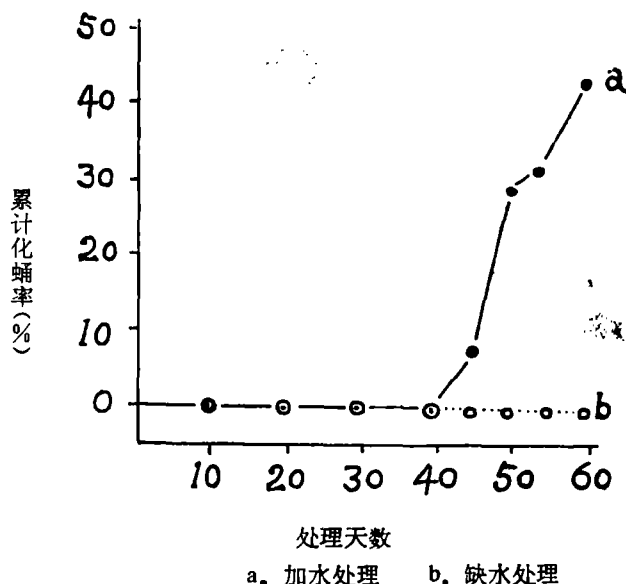


图2 接触水份与否对越冬幼虫化蛹率的影响

表1 低温处理对滞育解除的影响 (广州, 1981~1982)

处理号	低温处理天数	置入光温箱再处理开始日期	活虫数	死虫数	死亡率(%) $\pm S_p$	蛹数	累计化蛹率(%)	平均化蛹前期(天) $\pm S.E$	临界化蛹前期(天)
对照	0	1981.12.18	52	8	13.33 $\pm$ 4.4	52	100	65.61 $\pm$ 1.95	73
A	5	1981.12.18	49	11	18.33 $\pm$ 5.0	49	100	62.28 $\pm$ 2.59	84
B	10	1981.12.24	33	27	45.00 $\pm$ 6.4	19	57.58	77.79 $\pm$ 2.00	89
C	15	1982.1.3	39	21	35.00 $\pm$ 6.2	23	58.97	64.83 $\pm$ 7.73	86

表1中的死亡率和累计化蛹率是幼虫于光温箱内90天的统计结果。90天后，处理B、C尚未化蛹的活幼虫（B：14头；C：16头）始终不能化蛹，陆续死亡。因此，实际上处理B和C的最终累计死亡率分别为68.33%和61.67%。由上述结果可见：

(1) 低温5°C处理对幼虫的致死作用，与对照组比较，死亡率的增大差异显著。特别是低温处理10天以上，累计死亡率达60%以上，这对幼虫滞育解除的成功率有明显的不利影响。低温处理后6天之内并无死虫出现，但随后则陆续出现，说明低温对越冬

幼虫产生缓慢的不利影响。

(2) 没有任何迹象表明低温有促进化蛹作用。虽然本试验低温处理日数最高仅达15天,如延长低温处理日数,对滞育解除的作用如何,有待进一步试验。但从广东田间实际情况来看,越冬期间持续温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 超过15天是极为罕见的,即使粤北地区亦如此。

(3) 经低温处理10天以上的幼虫其累计化蛹率达不到60%,显然对滞育解除有所抑制,一些个体在较长期间不致死但又不能化蛹,终归死亡,可视为低温所致的一种生理障碍。

(4) 低温处理一定日数,使能化蛹之幼虫,在相同的环境条件下,其群体临界化蛹前期延缓11~16天。这也是低温处理对滞育解除的不利影响的一个方面。

3. 不同光、温条件对滞育解除影响的试验: 本项试验重点在于探讨不同水平温度条件下,长光周期(13小时以上)和短光周期(13小时以下)对滞育解除效应的比较。供试幼虫来源于广州和始兴县,以探讨地区种群的差异。试验结果(见2)表明:

(1) 在11~12月,同一温度条件下,长光周期的累计化蛹率比短光周期同期的高,临界化蛹前期较短,显示出长光周期具有促进滞育解除的作用。这种作用在较高温度 25°C 条件下特别明显,其临界化蛹前期约为24天。

(2) 广州和始兴县两地区越冬幼虫对光温条件的反应差异是不显著的。

(3) 越冬中期(12月下旬),在 17°C ~ 18°C 条件下,长光周期的累计化蛹率比短光周期的高,前者的临界化蛹前期比后者缩短6天。

(4) 越冬后期(3月上旬),长光周期比短光周期的累计化蛹率增加不显著,它们的临界化蛹前期无差别,且与自然对照组的基本一致。处理温度(20°C)与自然温度

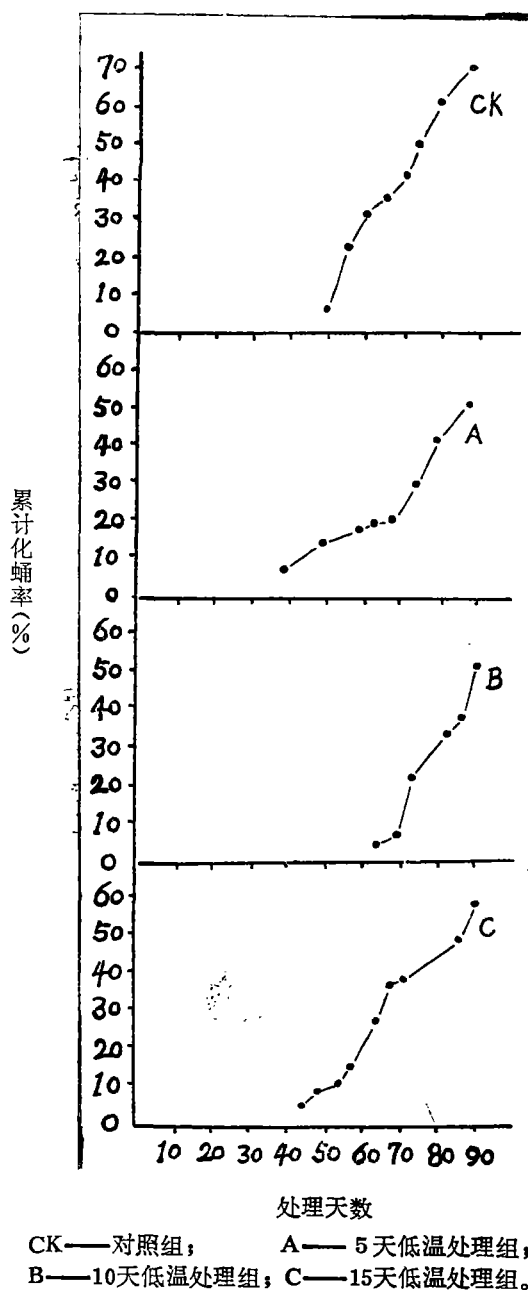


图3 越冬幼虫经低温处理后,于光温箱中化蛹率进展情况

表2 不同光、温组合处理对幼虫滞育解除的影响

试验次	试验起止日期	幼虫来源	处 理		活虫数	蛹数	累 计 化蛹率 (%)	临界化蛹 前 期 (天)
			温 度 (°C)	光 周 期				
1	1981.11.24~12.24	广州	25	LD14 : 10	34	28	82.35	24
			25	LD12 : 12	35	9	21.71	—•
		始兴	25	LD14 : 10	32	27	84.38	26
			25	LD12 : 12	38	4	10.53	—•
2	1981.12.1~12.25	始兴	25	LD14 : 10	49	43	89.58	23
			25	LD12 : 12	47	10	21.28	—•
3	1981.12.24~1982.3.15	始兴	17~18	LD14 : 10	56	30	53.57	74
			17~18	LD12 : 12	57	28	49.12	80
4	1982.3.1~3.18	始兴	20	LD14 : 10	36	26	72.22	15
			20	LD13 : 11	35	22	68.86	15
			自然对照组		35	28	74.28	15

• 到试验结束时, 短光周期的累计化蛹率尚未达50%。

极为近似。

因此, 长光周期对幼虫滞育解除的促进作用, 在越冬前、中期在较高温度条件下较明显, 而到越冬后期则可能逐渐减弱。

总括光温组合的4次试验, 可得出结论: 在越冬前中期, 在较高温度条件下, 长、短光周期比较, 前者有促进滞育解除的作用。而温度的累积作用在导致滞育解除的过程中很可能是主导因素。如果以15°C为滞育发育和解除的下限, 则在临界化蛹前期内15°C以上的有效温度的累积有随越冬期的前、中、后期而明显递减的趋势。例如, 第一次试验与第三次试验起试日期相差30天, 在相同的LD14 : 10条件下, 前者的有效积温为 $(25 - 15) \times 26 = 260$ 日度, 而后者约为 $(17.5 - 15) \times 74 = 185$ 日度。尽管前者的较高温度与长光周期对滞育解除有明显的促进作用, 但仍有75日度之差。这个差额是后者在试验之前从自然界中已获得一定量有助于滞育解除的积温。由此可以证明: ①越冬期内确实存在积温对滞育解除的作用; ②有效积温的起始日期似不宜迟于11月下旬。但本越冬期的试验在设计上重点是光、温的相互作用, 未有积温的考虑。因此要确切算出积温量仍有一定困难。为此, 在1982~1983年越冬期, 作者重点研究温度累积对滞育解除的作用。

(二) 1982~1983年越冬期试验——15°C以上的有效积温对幼虫滞育解除作用的试验

为了探讨越冬期内积温对滞育解除的效应, 依时间的推移设计5次试验, 每次试验

起始日期之间相隔20天，每次试验的条件（20℃，LD13：11）相同。分期每次从备试幼虫中随机抽取60头置于上述条件的光温箱中处理，定期检查记录。结果见表3，累计化蛹率进展情况见图4。

表3 不同起始日期的处理对幼虫滞育解除的影响

试验次	试验起始日期 (年、月、日)	蛹数	累计化蛹率 (%)	平均化蛹前期 $\pm S\bar{x}$ (天)	平均有效积温 $\pm S.E$ (日、度)	临界化蛹前期 (天)	群体临界有效积温 (日、度)
1	1982.12.8	47	79.66	44.21 $\pm$ 1.27	221.05 $\pm$ 16.38	47	235
2	12.28	43	74.14	38.67 $\pm$ 0.79	193.35 $\pm$ 10.19	40	200
3	1983.1.17	55	93.22	28.96 $\pm$ 1.02	144.8 $\pm$ 13.16	27	135
4	2.6	56	70.70	20.16 $\pm$ 0.81	100.8 $\pm$ 10.45	23	115
5	2.26	51	87.90	17.55 $\pm$ 0.54	87.75 $\pm$ 6.97	16	80

由表3可以看到，从第一次至第五次试验，各次的临界化蛹前期随试验起始日期的推移，从47天递降至16天，其群体临界有效积温相应地从235日度递减至80日度。虽然前一次试验比后一次提早20天，在光温箱中所获得的热量比后一次试验的多100日度，而后一次试验的临界有效积温并不比前一次的多，相反却比前一次的少。这是由于后一次试验的幼虫在处理之前已从自然界中获得了促进滞育解除的一定热量。因此，供试越迟的幼虫所需从试验条件中获得补足促使滞育解除的热量越少。这充分说明在越冬期内15℃以上的有效温度对越冬三化螟幼虫滞育解除起累积作用。并且这作用是不可逆的。也就是说，凡15℃以上的温度对幼虫滞育解除都是有效的。

根据广州地区三化螟于11月下旬进入越冬的实际情况，作者把11月20日当作“0”，那么从11月21日起至各次试验开始日的天数与各次试验的群体临界有效积温的关系如下：

批次	从11月21日起至试验 开始日的天数 (x)	群体临界有效积温 (日度)(y)
1	18	235
2	38	200
3	58	135
4	78	115
5	98	80

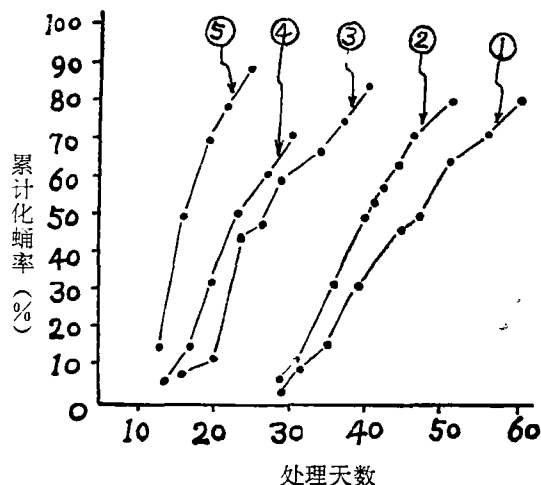


图4 各次试验累计化蛹率进展情况
(○内数字表示试验次)

对 x 与 y 进行直线相关和回归分析, 结果表明, 从11月21日起至各次试验开始日的天数(x)与其临界有效积温(y)呈极显著的负相关关系(如图5), 求得的直线回归方程式:

$$y = 267.5 - 1.975x$$

$$(r = 0.9866^{**})$$

由此回归方程式即可推求出三化螟越冬幼虫滞育解除的群体临界有效积温约为267.5日度。此结果与表1的结果基本相符。在表1中, 从11月24日开始处理的临界化蛹前期为24~26天, 临界有效积温为240~260日度。由两年的试验结果, 作者认为: 广州地区三化螟滞育幼虫对 15°C 以上有效温度的累积开始日期大约在11月下旬。但这个日期随年度的不同可能有变动, 其开始接受温度影响的生理特征是什么, 尚有待进一步研究。

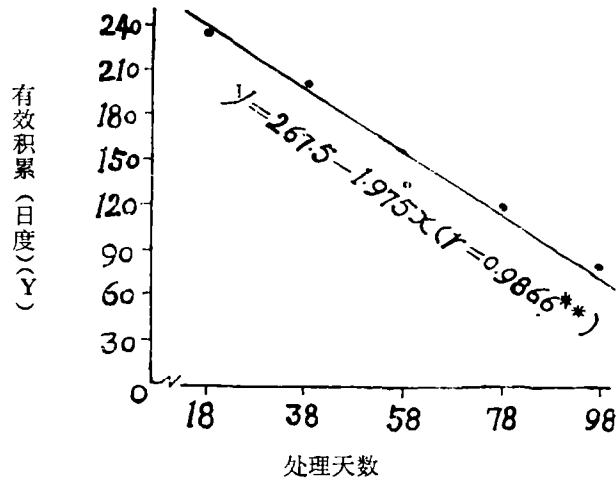


图5 从11月21日起至各次试验开始日的天数与临界有效积温的关系

讨 论

(一) 越冬昆虫滞育时, 体内含水率降低至一定的稳定水平, 一般认为这个过程与滞育昆虫获得耐寒性有关。而滞育昆虫要解除滞育状态, 恢复积极的生命活动, 必须在体内水份平衡恢复到活动状态时的水平^{[4][6]}。因此, 对于体内脱水而滞育的昆虫如果吸收不到水份, 即使在长光周期和适宜的温度下, 其滞育亦无法解除^[8]。越冬三化螟幼虫对水份的要求, 初步认为通过直接饮水而获得。滞育幼虫只有在吸收水份之后, 滞育的解除才有可能。前人多年来于冬后田间调查的资料反复提出了以下情况: 低洼田、冬种作物田水份充足, 三化螟早春化蛹较早; 反之, 高旱田的化蛹延迟, 必须在该田灌水后化蛹才化蛹。本试验结果完全与此情况相符合。

(二) 在昆虫滞育解除过程中, 温度的调节过程与非滞育期一样, 有效积温法则是起作用的^{[7][9]}。但是, 有效温度的下限与非滞育期是不完全相同的。滞育解除的有效温度的下限往往是低于非滞育期的, 并且在滞育解除的过程中也不是固定不变的, 而是逐渐增高的^[10]。三化螟滞育的解除是幼虫变态为蛹的过程, 其有效积温的下限可能低于非滞育期幼虫发育的起点温度 12°C , 亦有可能高于 12°C 而低于或等于蛹的发育起点温度 15°C ^[3]。考虑到幼虫变为蛹的发育条件, 本文在计算滞育解除的有效积温时以蛹的发育起点温度 15°C 作为下限。虽然, 三化螟越冬幼虫进入滞育以后, 在水份条件具备时, 15°C 以上的有效温度的累积作用即行开始, 但在同一温度下, 不同的光周期,

其临界化蛹前期发生差异，即短光周期所需的天数增加，则其有效积温量就增大。这说明光周期对有效温度的累积作用是有影响的。

(3) 前人研究的结果表明，昆虫进入滞育后，有些种类需要一段时期的低温刺激后，滞育才能解除^{[4][11]}。但有些昆虫滞育的解除无需经受低温刺激^[8]。本试验结果证实：三化螟滞育的解除也不需经低温刺激。就广东三化螟4~5世代区(22~25°N)冬春期低温和光周期的实际情况来看，如果从11月下旬起将自然变温中15°C以上的有效温度累积，若要达到267.5日度的积温量，总要经三个多月的时间。因此，盛蛹期不可能出现于3月上旬以前，在物候上就必然会出现在“冬春低温期”之后，这是时间上的偶合，并非冬春低温是螟虫滞育解除的主导因子。低温接触对三化螟的滞育解除非但不起促进作用，反而对滞育幼虫有不利的影响，使存活率降低。短时间的低温接触，致死作用是轻微的。但接触5°C达10天以上，则致死作用极为明显。前人在大寒潮过后不久调查三化螟越冬幼虫的死亡率，结论是无明显增加。这在调查当时是符合事实的。但由于后来没有作系统调查，忽视了持续一定日数的低温对越冬幼虫的慢性杀伤作用。因此，认为寒潮对越冬幼虫的致死作用不大的结论看来是不够全面的。

(四) 本研究结果启示了光、温对滞育解除的联合作用，指出了在25°C条件下，长光周期(LD14:10)对三化螟滞育的解除起促进作用。因此，在冬季利用越冬幼虫提前解除滞育以便获得用于生物防治和毒理试验等方面所需的实验种群时，应该注意光周期对滞育解除的作用。

参 考 文 献

- [1] 马世骏：中国生态学三十年，《昆虫学报》，22(3) 1979：257—266。
- [2] 杜正文等：水稻三化螟在南京地区的光周期反应，《植物保护学报》，3(1) 1969：1—9。
- [3] 林郁等：三化螟有效积温的研究I. 各虫态期的发育零点和其有效积温，《昆虫学报》，9(5) 1959：423—435。
- [4] 乌莎廷斯卡姬，《昆虫耐寒性原理》，(张淑德、巫国瑞译) 科学出版，1960年。
- [5] 赵喜欢、尹汝湛：中国水稻螟虫的几个问题，《昆虫学集刊》，171—181页，科学出版社，1959年。
- [6] Beck, S. D. 1967 Water intake and the termination of diapause in the European borer *Ostrinia nubilalis*. J. Insect Physiol. 13, 739—750.
- [7] Beck, S. D. 1980 Insect Photoperiodism. Academi Press.
- [8] Mcleod, D. G. R. and Beck, S. D. 1963 Photoperiodic termination of diapause in an insect Biol. Bull. 124 no. 1, 84—96.
- [9] Minoru Ishii and Toshilaka Hidaka 1982 Characteristics of pupal diapause in the univoltine papilionid *luehdorfia japonica* (Lepdoptera; Papilionidae). Kontyu VOL. 50, no. 4, 610—620.
- [10] Sinzo Masaki 1956 The effect of temperature on the termination of pupal diapause in *Barathra brassicae* linne (Lepidoptera; Noctuidae) Japanese Journal of Applied

Zoology vol. 21, no. 3, 97-107.

- [11] Willms, C.M. and Adkisson, P. L. Physiology of insect diapause, xiv. An endocrine mechanism for the photoperiodic control of pupal diapause in oak silkworm *Antheraea pernyi*. Biol. Bull. Mar. Biol. lab., Woods Hole, 127, 511-525.

PRELIMINARY STUDY ON THE TERMINATION OF LARVAL DIAPAUSE IN PADDY BORER, *SCIRPOPHAGA INCERTULAS* (WALKER)

Gu Dejiu Yin Juchan
(Department of Plant Protection)

ABSTRACT

It was not necessary to have a period of chilling for diapause termination in the paddy borer, but the diapause of the borer would not be terminated until sufficient water had been taken in by the borer. Diapause termination in the borer was accelerated greatly by long day-length (LD 14 : 10) at 25°C. At the temperature of 25°C and photoperiod of LD 14 : 10 in December, the critical prepupal period was about 23 to 26 days. At 17-20°C long day-length did not play significant accelerative role in the diapause termination. The cumulative action of effective temperatures above the developmental threshold (15°C) during the borer's overwintering period was a major factor affecting diapause termination in the borer. The total effective temperatures for the borer population were about 267.5 day-degrees.