

文章编号: 1005-0906(2006)02-0137-04

环境胁迫对亚洲玉米螟及其主要寄生性天敌的影响

史晓利, 王 红, 杨益众

(扬州大学农学院植保系, 江苏 扬州 225009)

摘 要: 亚洲玉米螟是我国粮食主产区玉米等作物上的主要害虫。综述了气候等环境因子对玉米螟及其主要寄生性天敌的胁迫作用。过高及过低的温、湿度对玉米螟的生长发育等均有不同程度的影响,同时还间接影响玉米螟寄生性天敌的存活和寄生效率;水分和食料对玉米螟幼虫生长发育、幼虫滞育和滞育解除等也有重要影响。总之,异常环境条件会极大地影响玉米螟及其寄生性天敌的种群消长。

关键词: 亚洲玉米螟;寄生性天敌;气候因子

中图分类号: S435.132

文献标识码: A

Effect of Environmental Stress on Asian Corn Borer and Its Natural Parasitoids

SHI Xiao-li, WANG Hong, YANG Yi-zhong

(Department of Plant Protection, Agriculture College, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: This paper summarizes the effect of climate factors to Asian corn borer and its natural enemies. The combination of temperature and humidity mainly affect the fecundity, egg production and longevity of the adult. Its combination also indirectly influences the mortality and the parasitism rate of its natural enemies. Water makes an important role in the mortality and diapause termination of over-wintered larvae. In a word, climate factors are closely related to the population increase or decrease of Asian corn borer and its natural enemies.

Key words: Asian corn borer; Parasitoids; Climate factors

亚洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis* Guenée)(以下简称玉米螟)属多食性害虫,寄主范围广,到目前为止已发现有寄主 70 余种,包括粮食作物中的玉米、高粱和谷子等。自上世纪 80 年代中期以来,玉米螟又成为我国黄河两岸和长江中下游棉区危害棉花蕾、花、铃、茎秆等的一种主要钻蛀性害虫,且对棉花的危害日趋严重。玉米螟的天敌种类甚多,至今已发现 70 余种,其中寄生性天敌 20 多种,玉米螟卵期的寄生性天敌主要有玉米螟赤眼蜂 (*Trichogramma ostrinae* Pang et Chen)等,幼虫期的寄生性天敌有腰带长体茧蜂(*Macrocentrus cingulum* Brischke)等。

生命表研究结果显示,玉米螟第 1~3 代卵的平均死亡率达 5.25%~32.84%,幼虫期的死亡率高达 86.88%~99.33%^[1]。如此高的死亡率除与本身的生

物学特性有关外,更重要的是受外界自然因素和人为因素的综合影响。自然因素中的气候因子影响更大,它的变化与玉米螟及其天敌的种群消长趋势密切相关。

1 环境因子对玉米螟种群的影响

影响玉米螟种群消长的气候因子主要有温度、湿度、降雨量和光周期等,它们对该害虫的发生期、发生量和危害程度均有着不同程度的影响。

1.1 温、湿度对玉米螟成虫的影响

1.1.1 温、湿度对玉米螟成虫交配与卵受精的影响

有利于成虫交配的温湿度条件同时也会有利于成虫的繁殖和生存^[2~4]。据研究,在恒定的中温高湿条件下,成虫的交配次数频繁;而异常高温低湿条件下,成虫的交配活动受到显著抑制。如在 24~28℃和相对湿度(RH)90%~100%的中温高湿组合条件下,玉米螟的交配次数较高,平均每只雌蛾交配 2 次,个别雌蛾交配达 4 次;而在温度 28℃与 RH20%、32℃与 RH 为 20%~70%的高温低湿条件下,成虫的交

收稿日期: 2005-05-31; 修回日期: 2005-06-30

基金项目: 江苏省“十五”攻关项目(BE2001342)资助

作者简介: 史晓利(1981-),女,硕士研究生,主要从事农业昆虫和害虫防治研究。E-mail: sxli999423@163.com

杨益众为本文通讯作者。E-mail: yzyyz@yzcn.net

配次数显著降低,平均都小于1次。雄蛾较强的交配活动还可以促进雌蛾卵巢中卵的形成和产出^[5]。卵的受精率随温湿度变化的趋势同交配次数与环境的关系基本一致,即高温低湿条件下卵的受精率显著下降,产出的卵大多是未受精卵。另外,变温、恒湿对成虫交配次数和卵受精率的影响与相对湿度的高低有一定关系。如相对湿度为70%时,经过变温20~28℃处理后,成虫的交配次数和卵受精率显著高于恒温32℃的处理;但当相对湿度为90%~100%时,各变温、恒湿处理间的成虫交配次数和卵受精率就无显著差异了^[5]。

1.1.2 温、湿度对玉米螟成虫繁殖力的影响

温、湿度的变化对玉米螟成虫的交配、繁殖以及成虫寿命的影响是一个综合作用。恒温恒湿条件下单雌抱卵量、产卵量和卵产出率与温度呈抛物线关系,与湿度呈正相关^[9]。适宜的温湿度对卵粒的形成、发育和产出均有促进作用,不适宜的温湿度则有抑制作用,湿度太低还可加强不适温度对产卵的抑制作用。如在RH为90%~100%、温度为24℃的条件下,玉米螟雌蛾抱卵量最高,卵产出率高达95%以上;在RH为90%~100%和温度高于或低于24℃时,雌蛾繁殖力等参数虽有不同程度的下降,但不甚明显;但在RH为20%的低湿和32℃的高温条件下,雌蛾抱卵量与成熟卵的产出率急剧下降,卵产出率约为最适温湿度条件下的5%^[9]。一定范围内的变温又比恒温更有利于成虫产卵繁殖,20~28℃变温与各恒湿条件下单个雌蛾抱卵量及卵产出率均比恒温湿条件下要高。总之,温度为20~28℃和相对湿度为70%~100%比较适宜玉米螟的产卵繁殖^[9]。

1.1.3 温、湿度对玉米螟成虫寿命的影响

恒温湿条件下,玉米螟雌雄蛾的寿命随温度的升高而缩短,但随湿度的增加而延长。如在温度为16℃与RH为90%的低温高湿条件下成虫寿命最长,雌蛾寿命为14 d,雄蛾寿命为17 d;在温度为32℃与RH为20%的高温低湿条件下寿命最短,平均只有2 d。成虫的性别对低温的反应也有差异,雄蛾忍受低温的能力比雌蛾强,如在16~24℃范围内雄蛾寿命均比雌蛾长,其差异达到显著水平。变温恒湿条件下,成虫寿命以温度为20℃条件下最长,20~28℃次之,超过28℃则显著降低^[9]。

在玉米等农作物生长季节,适宜的温湿度有利于玉米螟种群的增长,而春季的异常低温低湿以及夏季的持续高温干旱则不利于玉米螟种群的增长,高湿虽然有利于成虫的繁殖,但大雨和暴雨却对其繁殖不利,持续的降雨会对玉米螟蛾造成机械损伤

或抑制其活动,造成蛹的腐烂、成虫交配失利,严重影响螟蛾产卵以及初孵幼虫的存活,田间落卵量也大为减少,低龄幼虫还易遭雨水冲刷而致死^[6]。为此,在害虫的预测预报中,不但要考虑温度和湿度的影响,还应注意温度与湿度间的不同组合以及它们之间的交互作用。

1.2 冷处理对玉米螟越冬幼虫存活率的影响

冷处理可诱导玉米螟幼虫产生甘油,甘油含量的高低与越冬幼虫的抗寒能力密切相关,其体内合成与分泌又对冷诱导有依赖性。如5℃的冷处理下,玉米螟滞育幼虫和非滞育幼虫均会受诱导而产生甘油,滞育幼虫甘油的合成能力高于非滞育幼虫,初冬滞育幼虫甘油的合成与储存能力高于冬末幼虫。冷诱导作用不断加强时,昆虫体内的甘油合成与分泌的平衡状态向着有利于甘油分泌与积累的方向发展,越冬幼虫抗寒能力不断提高,存活率也相应提高^[7,8]。

1.3 环境因子对玉米螟滞育幼虫的影响

1.3.1 温度和光照对玉米螟幼虫滞育的影响

玉米螟属兼性短日照滞育型昆虫。上世纪80年代的研究发现,玉米螟越冬幼虫的滞育和解除与温度、光周期均有关^[9,10]。温度对玉米螟幼虫的滞育有双重影响:低温、短日照能诱导并促进幼虫滞育,且较低的温度具有抵消长日照抑制滞育的作用,高温能有效地抑制滞育,哪怕已处于短日照阶段,幼虫滞育的比例也不会升高;并且,在一定的温度范围内,随着纬度的升高玉米螟幼虫滞育的临界光周期延长,如北纬32°的南京种群、北纬32.5°~33.2°的苏北棉区东台和大丰种群以及北纬35°~36°的山西沁水种群,在25℃时的临界光周期分别为13.5、14.03和14.5 h^[11~13]。

1.3.2 水分对玉米螟滞育幼虫生长发育的影响

环境中的湿度变化影响着玉米螟滞育幼虫体内的水分平衡,只有适宜的相对湿度而不接触水分不能满足玉米螟越冬幼虫春季复苏后对水分的需求。如在20%~100%的相对湿度条件下,苏醒后的玉米螟幼虫如不接触水分,会对其发育造成很大障碍,表现为体重下降、非寄生性死亡增加和幼虫不能正常化蛹。这主要是复苏后的玉米螟幼虫因没有直接接触水分导致体内代谢失常,虫体最终因干瘪而死亡;在100%的高湿条件下,幼虫如不直接接触水分,其体重下降虽不明显,也能化蛹,但化蛹率特别是羽化率很低^[14]。

1.3.3 水分对玉米螟幼虫滞育解除的影响

玉米螟幼虫即将解除滞育期间(即越冬幼虫复

苏后至化蛹这段时间内),水分、温度与光周期综合地影响着越冬幼虫的存活、滞育解除、化蛹率和化蛹速度。越冬幼虫复苏后的 20~35 d 内,如能满足幼虫的饮水需求,其存活率、化蛹率高,早于或迟于这个时间段饮水,幼虫死亡率高,化蛹率低;幼虫复苏后第 35 天饮水 1 次,其死亡率较低;复苏后第 20 天和第 30 天各饮水 1 次,其死亡率与多次饮少量水的对照结果相近,且饮水时间和次数相同时,16~22℃ 条件下的幼虫死亡率比在 22~28℃ 条件下要低^[15,16]。

另外,玉米螟越冬幼虫滞育期间,如满足饮水需求后,幼虫才能完全解除滞育进入化蛹阶段。复苏后的玉米螟幼虫主要是通过口器主动饮水来获得水分^[17,18]。幼虫的饮水敏感期在复苏后的第 20~35 d,在此阶段较多的饮水次数能使幼虫较早地完成滞育发育而化蛹,化蛹高峰期提前出现,幼虫化蛹率在 22~28℃ 下相对较高,化蛹比较集中,化蛹高峰期出现也比较早,而在较低温度下幼虫的滞育发育和化蛹进度相对较慢^[19]。越冬幼虫在不同条件下完成滞育发育后,除 16~22℃ 下第 15 天饮水处理的蛹期比其他处理显著拉长外,其他处理间的雌、雄蛹重及雌蛾抱卵量差异均不显著。所以有学者认为,越冬幼虫滞育期间的温度和饮水时间对后期虫态的生长发育影响并不是很大^[19]。

1.4 食料因子对玉米螟的影响

1.4.1 食料对玉米螟发育、存活和繁殖的影响

不同食料对玉米螟幼虫历期的影响显著,取食玉米雌穗的幼虫发育快、历期短,取食棉花茎秆的幼虫发育慢、历期长,如以棉茎为食的幼虫发育速率比以玉米、棉铃两种食料为食的大致低 27%~37%,而不同食料处理的蛹平均历期差异不显著^[20]。玉米螟蛹重、成虫繁殖力及种群世代存活率也与食料条件密切相关,二、三代玉米螟的平均蛹重都表现为玉米雌穗>棉铃>棉茎,成虫的繁殖力和种群世代存活率也有相同的趋势^[20]。

1.4.2 食料对玉米螟幼虫滞育的影响

研究结果表明,二、三代玉米螟幼虫的滞育还受食料的影响,三代幼虫的滞育率高于二代,取食玉米雌穗的幼虫滞育率又高于取食棉铃、棉茎的幼虫滞育率;田间调查也发现玉米作物上的幼虫滞育率高于棉花上的。如 1994 年二代玉米螟化蛹后期,江苏如皋市(北纬 32.4°)、姜堰市(北纬 32.5°)、大丰市(北纬 33.2°) 玉米作物上玉米螟幼虫的滞育率分别为 8.03%、5.88% 和 5.56%,而此时该地区棉田的玉米螟幼虫无一滞育,全部化蛹^[20]。另有研究者观察到,取食棉铃的第三代滞育幼虫于第二年春天的化蛹时间

比取食玉米茎秆的同代滞育幼虫要提前 3~5 d^[21]。

2 环境因子对玉米螟主要寄生性天敌的影响

2.1 气候因子对玉米螟赤眼蜂成虫活动的影响

玉米螟赤眼蜂是玉米螟卵期最主要的寄生性天敌,自然寄生率高达 70%~90%。在 30℃ 左右的最适温度条件下,赤眼蜂的搜索时间短、寄生效率高、控制能力强,对玉米螟的控制效果最佳^[22]。

气温和日照同时影响玉米螟赤眼蜂成虫的活动。根据温室观察的结果,11:00 至 18:00 是成虫活动的盛期;早晨,温度是其活动的限制因素;在 18℃ 以下时,成虫基本不活动,高于 20℃ 时活动渐盛,在适宜温度范围内随温度的升高成虫活动增强,下午 15:00 活动达高峰;傍晚,日照成为玉米螟赤眼蜂成虫活动的限制因子,在 19:00、气温为 25℃ 时,活动的赤眼蜂数量为 19 头,20:00、气温为 24℃ 时,活动的成虫数量降至 7 头^[23]。

由于赤眼蜂个体很小,微风是助其少数个体远距离扩散的动力,大多数个体还都是进行近距离的扩散寻找寄主^[24]。

2.2 寄主植物对玉米螟赤眼蜂的影响

有研究者发现,种植的作物不同,赤眼蜂对玉米螟卵的寄生效果也明显不同^[25]。玉米螟赤眼蜂对不同生境也有明显的选择,其数量分布和自然种群消长存在着差异,该蜂在春甘薯田中种群数量最大^[26],人为增加或改变某些作物的种植面积,创造赤眼蜂适宜的生态环境,对有效保护和利用玉米螟赤眼蜂有一定意义。

玉米植株长势和玉米螟卵块在植株上的着生位置也会影响玉米螟赤眼蜂的寄生。研究发现,除 DAY2 和 DAY3 两个玉米品种外,其余 7 个玉米品种的所有参数都表明其卵寄生率与玉米叶面积的大小及卵块与放蜂点的距离呈负相关。总之,玉米上部卵的被寄生率比中部和下部的显著降低^[27]。

2.3 气候因子对腰带长体茧蜂的影响

腰带长体茧蜂是玉米螟幼虫期重要的寄生性天敌,它主要通过玉米螟的粪便、蛀屑中的唾液、虫蜕、虫丝以及其寄主植物中释放的利它素来寻找 3~4 龄幼虫产卵寄生,其次寄生 1~2 龄幼虫^[28~30],寄生率在年度间差异较大,直接影响着玉米螟的发生和危害程度^[31,32]。

气候因子主要是通过影响玉米螟幼虫来间接影响寄生于其体内的腰带长体茧蜂。温湿度对于越冬代玉米螟的复苏和正常发育有着重要影响,其中相

对湿度的影响是决定性的^[9]。不同的越冬微环境对玉米螟及其越冬后幼虫的复苏和发育状况影响也极大,从而影响第一代玉米螟及其寄生蜂的数量动态。研究发现,一代玉米螟幼虫被寄生率与一代玉米螟卵发生量、5 月份平均降雨量和 6 月份平均气温有极显著的相关性,其相关系数高达 0.897 2^[33]。

另有学者研究发现,越冬后腰带长体茧蜂的寄生率大幅度下降,茧蜂寄生率从上年的 27% 下降至越冬后的 4.2%,不少茧蜂在早春因没有及时钻出玉米螟虫体而与寄主同归于尽,而夏季的调查未发现该茧蜂与玉米螟寄主同时死亡的现象。玉米螟幼虫的滞育越冬在腰带长体茧蜂-玉米螟相互关系的影响中扮演了特殊角色:一方面,越冬不利于适应能力较弱的茧蜂从玉米螟幼虫体内顺利发育和脱出,从而选择保留了适应性强的腰带长体茧蜂个体;另一方面,越冬淘汰了抗寒能力较差的玉米螟个体,选择保留了抗寒能力较强的玉米螟个体。所以有学者认为这种现象是腰带长体茧蜂与玉米螟的协同进化^[34]。

参考文献:

- [1] 王 昆,刘立春,杨益众,等. 棉田玉米螟的发生与防治[M]. 北京:中国农业出版社,1997. 50-55.
- [2] Barlow C A. Key factors in the population dynamics of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hbn.). Int. Congr. Entomol. Proc., 1971, 13: 472-473.
- [3] 开封地区农科所. 开封地区玉米螟发生数量预测初报研究[J]. 昆虫学报, 1974, 17(4): 405-408.
- [4] 刘德均,等. 应用多因素相关法预测玉米螟第一代成虫发生期[J]. 植物保护学报, 1986, 13(2): 90-98.
- [5] 文丽萍,王振营,宋彦英,等. 温、湿度对亚洲玉米螟成虫繁殖力及寿命的影响[J]. 昆虫学报, 1998, 41(1): 70-76.
- [6] Huber L L. Some aspects of corn ecology. Pa. Agric. Exp. Stn. Bull., 1961, 679: 55.
- [7] 伊淑霞,白 成. 冷诱导亚洲玉米螟幼虫产生甘油的研究[J]. 昆虫学报, 1991, 34(2): 129-134.
- [8] Michiyo Goto, Yutaka Sekine, Hitoshi Outa, et al. Relationships between cold hardiness and diapause, and between glycerol and free amino acid contents in overwintering larvae of the oriental corn borer, *Ostrinia furnacalis*. Journal of Insect Physiology, 2001, (47): 157-165.
- [9] 陈 沛,弓惠芬,王 瑞,等. 光周期和温度与亚洲玉米螟滞育发育关系的研究[J]. 北京农学院学报, 1986, (1): 1-5.
- [10] 熊继文,蒙黔英. 亚洲玉米螟贵阳种群的滞育和滞育解除的初步研究[J]. 贵州农学院丛刊, 1986, (7): 36-44.
- [11] 杜正文,等. 玉米螟在江苏光周期的反应初报[J]. 昆虫学报, 1964, (1): 129-132.
- [12] 曹雁平,等. 江苏沿海棉区玉米螟世代分化研究初报[J]. 江苏农

业学报, 1993, (4): 30-35.

- [13] 弓惠芬,等. 光周期和温度对亚洲玉米螟滞育形成的影响[J]. 昆虫知识, 1984, (3): 280-285.
- [14] 鲁 新,周大荣. 湿度对复苏后越冬玉米螟幼虫的影响[J]. 植物保护, 1999, 25(1): 1-3.
- [15] Monchadskii A S. On the role of contact after the winter dormant period (diapause) in the corn borer larvae. Plant Protection, 1935, 3: 39-50.
- [16] Hodson A C. Some aspects of the role of water in insect hibernation. Ecol. Monog., 1937, 7: 271-315.
- [17] Mellanby K. Water drinking by the larva of the European corn borer. J. Econ. Ent., 1958, 51: 744-745.
- [18] 鲁 新,周大荣. 植物保护 21 世纪展望[M]. 北京:中国科学技术出版社, 1998. 506-508.
- [19] 文丽萍,周大荣,王振营,等. 亚洲玉米螟越冬幼虫存活和滞育解除与水分摄入的关系[J]. 昆虫学报, 2000, 43(增刊): 137-142.
- [20] 杨益众,戴志一,黄东林,等. 不同食料对亚洲玉米螟种群增长的影响[J]. 华东昆虫学报, 1998, 7(1): 76-80.
- [21] 刘德均. 棉田玉米螟生物学特性的观察[J]. 上海农业科技, 1981, (4): 20-22.
- [22] 黄寿山,戴志一,吴达璋. 温度对玉米螟赤眼蜂寄生功能反应的影响[J]. 华南农业大学学报, 1995, 16(3): 30-33.
- [23] 陈永明,傅达昌,何永银,等. 玉米螟赤眼蜂日活动规律观察[J]. 昆虫知识, 1992, 29(2): 64.
- [24] 王振营,周大荣, Hassan S A. 温室条件下玉米螟赤眼蜂扩散距离及日活动节律[J]. 植物保护学报, 2000, 27(1): 17-22.
- [25] Altieri M A, Lewis W J, Nordlund D A, et al. Chemical interactions between plants and Trichogramma wasps in georgia soybean fields. Protection Ecology, 1981, 3: 259-263.
- [26] 周大荣,宋彦英,何康来,等. 玉米螟赤眼蜂适宜生境的研究和利用 I. 玉米螟赤眼蜂在不同生境中的分布与种群消长[J]. 中国生物防治, 1997, 13(1): 1-5.
- [27] Wang Baode, Ferro David N, Hosmer David W. Importance of plant size, distribution of egg masses, and weather conditions on egg parasitism of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* by *Trichogramma ostrinae* in sweet corn. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1997, 83: 337-345.
- [28] 陈佩龙. 射阳县玉米螟寄生天敌及寄生率调查[J]. 生物防治通报, 1985, (创刊): 53.
- [29] 蒋桂福. 螟虫长距茧蜂寄生行为的观察[J]. 华东昆虫学报, 1992, (2): 77-78.
- [30] 吕仲贤,等. 螟长距茧蜂、玉米螟与玉米间相互关系的初步研究[J]. 应用生态学报, 1995, (1): 67-70.
- [31] 冯建国. 玉米螟幼虫主要天敌——螟虫长距茧蜂生物学的初步研究[J]. 山东农业科学, 1981, (2): 40-42.
- [32] 冯建国,史更申,陶 训,等. 螟虫长距茧蜂生物学及其利用研究[J]. 生物防治通报, 1987, 3(3): 102-105.
- [33] 陈永明,傅达昌,朱诚培,等. 江苏省第一代玉米螟幼虫的寄生率及其预测的研究[J]. 生物防治通报, 1994, 10(3): 97-99.
- [34] 王高平,尹新明,时振亚. 越冬对腰带长体茧蜂及亚洲玉米螟的影响[J]. 河南农业大学学报, 2002, 36(3): 207-209.