

DOI: 10.3969/j.issn.2095-3704.2013.01.004

蛾类昆虫行为节律

涂小云¹, 陈元生²

(1. 江西师范大学 生命科学学院, 江西 南昌 330022; 2. 江西环境工程职业学院, 江西 赣州 341000)

摘要: 生物体内的生理活动和外在行为随地球公转表现出周期性节律特征, 通过对蛾类昆虫行为节律(蛾类昆虫化蛹、羽化、交配、产卵、卵化等)的论述, 探讨影响其行为节律的因素, 以期为今后研究蛾类昆虫行为节律提供参考依据。

关键词: 蛾类; 昆虫; 行为节律

中图分类号: Q969.42 文献标志码: A 文章编号: 2095-3704 (2013) 01-0018-04

Circadian Behavioral Rhythms in Moths

TU Xiao-yun¹, CHEN Yuan-sheng²

(1. College of Life Sciences, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China; 2. Jiangxi Environmental Engineering Vocational College, Ganzhou 341000, China)

Abstract: With the revolution of the earth, the physiological activities and external behavior of organisms show up cyclical rhythm characteristics. Through discussing the behavior of moths rhythm including moths pupation, emergence, mating, spawning, hatching behavior, etc., exploring the impact factors of hythm actions, the results could provide a reference for further studies of moths behavioral rhythms.

Key words: moth; insect; circadian behavioral rhythms

因地球公转产生季节变换, 自转产生昼夜更替, 自然环境(包括: 温度、湿度、光照)呈现周期性变化, 自然界生物的生理活动和外在行为形成周期节律特征, 形成生物钟^[1-3]。二十世纪以来, 人们对生物节律进行了系统研究, 有资料表明, 动物(包括昆虫)的各种行为都表现出昼夜节律性^[4-5]。其中也包括鳞翅目蛾类昆虫。有报道表明, 蛾类昆虫昼夜行为节律主要涉及化蛹、羽化、交配、产卵、孵化等。通过了解蛾类昆虫的昼夜行为节律, 对蛾类昆虫行为节律进行总结, 有助于人们掌握种群活动规律, 为蛾类益虫的利用和害虫的防治提供重要理论依据。

1 化蛹行为节律

蛾类昆虫化蛹行为有的具有节律性, 有的不具有节律性, 有的节律性随环境条件改变而改变, 不同昆虫种类, 节律特征不同。如西南草螟(*Diatraea grandiosella*)化蛹具有节律性, 化蛹高峰出现在黄昏^[6], 但蓖麻蚕(*Philosamia cynthia ricina*)和家蚕(*Bombyx mori*)化蛹没有节律性^[7-8]。棉铃虫(*Helicoverpa armigera*)在暗期化蛹率占 80%, 具有明显的昼夜节律, 但当暗期与光期反转安排时, 化蛹行为节律也随之颠倒^[9]; 而夜蛾科昆虫毛夜蛾(*Brithys crini*)在光期的化蛹率显著高于暗期。

收稿日期: 2013-01-22

作者简介: 涂小云, 男, 讲师, 博士, 主要从事昆虫生物学和滞育生理生态研究, E-mail: txy1036@163.com。

2 羽化行为节律

有关昆虫羽化节律的研究在鳞翅目中有较多的报道,多数蛾类成虫羽化发生在夜间(暗期),且多数发生在前半夜,如二化螟(*Chilo suppressalis*)水稻类群和茭白类群对环境光周期极为敏感,羽化节律大致相同,且雌、雄成虫的羽化高峰均出现在熄灯后1 h内^[10];自然光照下,美国白蛾(*Hyphantria cunea*)雄成虫和雌成虫的羽化节律也基本一致,羽化主高峰在19:00—20:00,次高峰在18:00—19:00,也是以暗期开始后1~2 h为主要羽化时间^[11];而微红梢斑螟(*Dioryctria rubella*)羽化高峰期出现在18:00—24:00^[12]。也有些昆虫的羽化发生在后半夜,如蜀柏毒蛾(*Parocneria orientalis*)羽化行为主要集中在暗期的01:00—05:00^[13];甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua*)在00:00—08:00,其羽化数占总羽化数一半以上^[14],也有研究认为,甜菜夜蛾(*S. exigua*)雌雄在夜间各有2个羽化高峰,分别在17:00—22:00和01:00—05:00^[15];桃蛀螟(*Dichocrocis punctiferalis*)羽化高峰出现在凌晨(00:00—06:00)^[12]。而亚洲玉米螟(*Ostrinia furnacalis*)成虫羽化高峰出现在暗期,但存在着代别差异,一代羽化高峰在20:00—22:00,二代在20:00—01:00^[16];与化蛹节律类似,棉铃虫(*H. armigera*)暗期羽化率占98%,当暗期与光期反转安排时,羽化行为节律也随之颠倒^[9]。

有些蛾类成虫羽化发生在白天的上午,如金葡萄透翅蛾(*Paranthrene regali*)全在白天羽化,而且以上午为多^[17];金纹细蛾(*Lithocolletis ringoniella*)羽化主要集中在上午08:00—11:00,占羽化总量的61.25%^[18];金星桉叶槭大蚕蛾(*Hyalophora cecropia*)在黎明后01:00—09:00羽化^[19];另一种夜蛾科昆虫毛健夜蛾(*B. crini*)羽化高峰期也出现在上午10:00—11:00点。也有些蛾类成虫羽化发生在白天的下午,如柞蚕(*Antheraea pernyi*)主要在下午羽化^[19];榆木蠹蛾(*Holcocerus vicarius*)羽化行为虽全天可见,但主要集中在15:00—19:00^[20];沙棘木蠹蛾(*Holcocerus hippophaecolus*)成虫羽化集中在16:00—19:00^[21];茶毛虫(*Euproctis pseudoconspersa*)成虫羽化集中在下午14:00—17:00时^[22]。

3 交配行为节律

为了不受或少受天敌的影响,蛾类成虫的交配

主要发生在夜间(暗期)。沙棘木蠹蛾(*H. hippophaecolus*)交配高峰在21:00左右^[21];榆木蠹蛾(*H. vicarius*)交尾高峰出现在晚23:00左右,光期未见交尾^[20];美国白蛾(*H. cunea*)具有两个交尾高峰,分别在03:00—04:00和04:00—05:00^[11],毛健夜蛾(*B. crini*)也具有两个交配高峰,分别在晚上19:00—20:00和凌晨00:00—01:00时;棉大卷叶野螟(*Syllepte derogata*)交配发生在熄灯后,交配高峰发生在20:00—22:00^[23];甜菜夜蛾(*S. exigua*)85%以上的交配集中发生在夜间02:00—07:00^[14]。

亚洲玉米螟(*O. furnacalis*)交尾盛期在0:00左右,但不同发生区的虫源和不同代别的交尾盛期稍有不同,2代区1代成虫为23:00—04:00,3代区1代成虫为01:00—03:00,2代成虫为23:00—03:00^[16];尚有些蛾类交配高峰与寄主植物有关,如二化螟(*C. suppressalis*)水稻类群成虫的交配高峰出现在熄灯后4.5 h,而茭白类群成虫的交配高峰出现在熄灯后7.0至7.5 h^[10],类似地,草地贪夜蛾(*Spodoptera frugiperda*)交配高峰也与寄主植物有关,玉米类群交配主要发生在夜间前2/3的时间内,而水稻类群的发生在夜间后1/3的时间内^[24]。

但有的蛾类交配主要发生在白天(光期),如蜀柏毒蛾(*P. orientalis*)交尾高峰期出现在08:30左右^[13]和金纹细蛾(*L. ringoniella*)交配集中在06:30—11:30^[18],葡萄透翅蛾(*Paranthrene regali*)交配高峰期在14:00前后,夜间则不交配^[17]。

4 产卵行为节律

从上世纪60年代开始陆续出现了有关昆虫产卵节律的报道,如棉红铃虫(*Pectinophora gossypiella*)^[25]等。从现有的报道来看,蛾类昆虫产卵也主要发生在夜间(暗期),如棉红铃虫(*P. gossypiella*)的产卵高峰期处于暗期早期并可持续7 h^[25]。近些年来有关产卵节律的研究也逐渐增多,如沙棘木蠹蛾(*H. hippophaecolus*)产卵集中在交配后的第2 d 20:30—22:00之间^[21];亚洲玉米螟(*O. furnacalis*)产卵高峰也与代别有关,1代成虫产卵高峰在20:00—21:00时,2代成虫则在21:00—22:00时产卵最多^[16];棉大卷叶野螟(*S. derogata*)雌成虫在熄灯后约30 min开始产卵,产卵高峰发生在20:00—22:00^[23];甜菜夜蛾(*S. exigua*)成虫主要在夜间产卵,其中在00:00—05:00占65%以上^[14],而毛健夜蛾(*B. crini*)

在断光后第 1~3 h 和光开启前的第 1~4 h 产卵量占 69%。

5 孵化行为节律

蛾类卵的孵化主要出现在黎明前后,如棉铃虫(*P. gossypiella*)在 L:D=12:12 下表现出明显的节律性且孵化出现在黎明后^[26],又如毛健夜蛾(*B. crini*)孵化的高峰期在光期第 3~4 h,即 08:00—10:00;西南草螟(*D. grandiosella*)、柞蚕(*A. pernyi*)的卵在黎明孵化^[6];葡萄透翅蛾(*P. regali*)卵在 8:00 时前后孵化最多^[17]。

6 其他行为节律

在一些种类的昆虫中幼虫蜕皮也具有节律性,例如,柞蚕(*A. pernyi*)和烟草天蛾(*Manduca sexta*)表现出明显的蜕皮高峰,但与光周期和幼虫龄期有密切关系^[27]。在自然光照、23℃的条件下,银星哈灯蛾(*Halisidota argentata*)的二龄、三龄幼虫在暗期开始后不久取食最多,在光期开始后也会偶尔取食;冷杉绿伪尺蛾(*Nepytia phantasmaria*)的幼虫在自然光照、10℃条件下所表现出的取食及其它行为节律都属于典型的夜间活动型^[28]。

7 结论与讨论

综上所述,少数蛾类昆虫行为没有节律性,如蓖麻蚕(*P. Cynthia ricina*)和家蚕(*B. mori*)化蛹行为不具节律性^[7-8],绝大多数蛾类昆虫行为具有节律性,但同种昆虫的不同行为具有不同的节律性,如西南草螟(*D. grandiosella*)化蛹高峰在黄昏,而卵孵化高峰在黎明^[6]。蛾类昆虫同一种行为的节律性受多种因素的影响:如(1)暗期与光期的安排不同,则棉铃虫(*H. armigera*)的化蛹或羽化节律不同^[9]; (2)不同代别的亚洲玉米螟(*O. furnacalis*)羽化、交尾和产卵行为节律不同^[16]; (3)不同性别的甜菜夜蛾(*S. exigua*)羽化行为节律不同^[15]; (4)不同寄主植物饲养的二化螟(*C. suppressalis*)和草地贪夜蛾(*S. frugiperda*)交配节律不同^[10, 24]。此外,诸多文献表明,光周期对蛾类昆虫节律行为也有影响,如枣粘虫(*Ancylis sativa*)^[29]梨小食心虫(*Grapholitha molesta*)等^[30]和毛健夜蛾(*B. crini*)^[31]。可见蛾类昆虫的行为节律性极其复杂,不同的行为节律可能是其适应性策略的外在表现,也可能是蛾类昆虫繁盛的

原因之一。此外,暗期给予一定时长的光照(即光脉冲)可能对一些主要在暗期交配和产卵的昆虫有干扰作用,值得今后研究。

参考文献:

- [1] Pittendrigh C S. Temporal organization: Reflection of Darwinian watcher[J]. Annual Review of Physiology, 1993, 55: 17-54.
- [2] Takahishi J S. Molecular neurobiology and genetics of circadian rhythm in mammals[J]. Annual Review of Neuroscience, 1995, 18: 3531-3553.
- [3] Saunders D S. Insect clocks[M]. Amsterdam: Elsevier Science, 2002: 6-100.
- [4] 尚玉昌. 动物的行为节律[J]. 生物学通报, 2006, 41(10): 8-10.
- [5] 吴少会, 向群, 薛芳森. 昆虫的行为节律[J]. 江西植保, 2006, 29(4): 147-157.
- [6] Takeda M. Ontogeny of the circadian system governing ecdysis rhythms in a holometabolous insect, *Diatraea grandiosella* (Pyralidae)[J]. Physiological Entomology, 1983, 8(3): 321-331.
- [7] Fujishita M, Ishizaki H. Temporal organization of endocrine events in relation to the circadian clock during larval-pupal development in *Samia Cynthia*[J]. Journal of Insect Physiology, 1982, 28(1): 77-84.
- [8] Sakurai S. Temporal organization of endocrine events underlying larval-pupal metamorphosis in the silkworm, *Bombyx mori*[J]. Journal of Insect Physiology, 1984, 30(8): 657-664.
- [9] 吴坤君, 龚佩瑜. 棉铃虫化蛹和羽化的昼夜节律[C]//李典谟. 昆虫与环境—中国昆虫学会 2001 年学术年会论文集. 北京: 中国农业出版社, 2001: 157-159.
- [10] 孙丽娟, 戴华国, 衣维贤, 等. 二化螟水稻种群与茭白种群成虫羽化节律和交配节律的研究[J]. 昆虫知识, 2002, 39(6): 421-423.
- [11] 李志军. 美国白蛾成虫行为节律研究[J]. 科技信息, 2008(7): 155, 176.
- [12] 梁军生, 童新旺, 刘跃进, 等. 微红梢斑螟与桃蛀螟蛹期生物学特性研究[J]. 湖南林业科技, 2011, 38(3): 28-30, 47.
- [13] 张坤胜, 杨伟, 卓志航, 等. 蜀柏毒蛾生殖行为及性信

- 息素产生与释放节律[J]. 昆虫学报, 2012, 55(1): 46-54.
- [14] 李建勋, 李娟, 程伟霞, 等. 甜菜夜蛾成虫生物学特性研究[J]. 中国农学通报, 2008, 24(5): 318-322.
- [15] 李子玲, 杨桂珍, 韦绥概, 等. 甜菜夜蛾发生规律及防治技术简述[J]. 湖北植保, 2005(5): 40-42.
- [16] 李文德, 陈素馨, 张树发, 等. 亚洲玉米螟一、二代成虫行为生物学研究[J]. 张家口农专学报, 2002, 18(4): 1-5, 32.
- [17] 周祖琳. 葡萄透翅蛾的习性与防治策略探讨[J]. 植物保护学报, 1991, 18(1): 45-48.
- [18] 孟芳, 李鑫, 张金钰, 等. 金纹细蛾及其优势寄生蜂主要行为的研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2010, 38(5): 93-100, 105.
- [19] Truman J W, Riddiford L M. Neuroendocrine control of ecdysis in silkmoths[J]. Science, 1970, 167(3925): 1624-1626.
- [20] 杨美红, 张金桐, 刘金龙, 等. 榆木蠹蛾生殖行为及性信息素产生与释放节律[J]. 昆虫学报, 2010, 53(11): 1273-1280.
- [21] 宗世祥, 骆有庆, 路常宽, 等. 沙棘木蠹蛾生物学特性的初步研究[J]. 林业科学, 2006, 42(1): 79-84.
- [22] 王永模, 戈峰, 刘向辉, 等. 茶毛虫成虫的行为习性观察[J]. 昆虫知识, 2003, 40(4): 343-345.
- [23] 张清泉, 张雪丽, 陆温, 等. 棉大卷叶野螟繁殖特性研究[J]. 广西农业科学, 2009, 40(3): 258-261.
- [24] Pashley D P, Hammond A M, Hardy T N. Reproductive isolating mechanisms in fall armyworm host strains (Lepidoptera: Noctuidae)[J]. Annals of the Entomological Society of America, 1992, 85(4): 400-405.
- [25] Pittendrigh C S, Minis D H. The entrainment of circadian oscillations by light and their role as photoperiodic clocks [J]. American Naturalist, 1964, 98(902): 261-294.
- [26] Minis D H, Pittendrigh C S. Circadian oscillation controlling hatching: its ontogeny during embryogenesis of a moth[J]. Science, 1968, 159(3814): 534-536.
- [27] Truman J W. Physiology of insect rhythms. I. Circadian organization of the endocrine events underlying the moulting cycle of larval tobacco hornworms[J]. Journal of Experimental Biology, 1972, 57: 805-820.
- [28] Edwards D K. Activity rhythms of lepidopterous defoliators. II. *Halisidota argentata* Pack. (Arctiidae) and *Nepytia phantasmaria* Stkr. (Geometridae)[J]. Canadian Journal Zoology, 1964, 42(6): 939-958.
- [29] 韩桂彪, 杜家纬, 李捷. 枣粘虫交配行为生态学研究[J]. 应用生态学报, 2000, 11(1): 99-102.
- [30] 蔡明飞, 刘彦飞, 王艳蓉, 等. 光周期对梨小食心虫生长发育和生殖的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(11): 169-172.
- [31] 涂小云, 陈元生, 陈娟, 等. 不同波段 LED 光源对毛健夜蛾行为的影响[J]. 昆虫学报, 2012, 55(10): 1185-1192.