

大猿叶虫哈尔滨种群的滞育诱导研究^{*}

于洪春^{1**} 张 奇¹ 胡志凤² 席贤举¹ 赵奎军¹ 薛芳森³

(1. 东北农业大学农学院 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江农业职业技术学院 佳木斯 1540007;

3. 江西农业大学昆虫研究所 南昌 330045)

Diapause induction in Harbin population of *Colaphellus bowringi*. YU Hong-Chun^{1**}, ZHANG Qi¹, HU Zhi-Feng², XI Xian-Ju¹, ZHAO Kui-Jun¹, XUE Fang-Sen³ (1. College of Agriculture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China; 2. Heilongjiang Agricultural College of Vocational Technology, Jiamusi 154007, China; 3. Institute of Entomology, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract The effect of photoperiod, temperature and food on diapause induction in a Harbin population of *Colaphellus bowringi* Baly was investigated. There was no photoperiodic response, and at a constant temperature of 20–30°C the diapause rate was 91.8%–100% at various photoperiods. Temperature had some influence on diapause induction; lower temperatures could promote diapause, but higher temperatures inhibited diapause in a few individuals. A thermoperiod of C12:T12 combined with a photoperiod of L12:D12 had no effect on diapause at a mean temperature of 25°C. The percentage of diapausing individuals was 89.5%–100% at 25°C and 76.9%–100% at 28°C. Host-plants had a significant effect on diapause; the highest diapause rate was observed in individuals fed leaves of *Raphanus sativus* and the lowest in those fed leaves of *Lepidium sativum*.

Key words diapause induction, *Colaphellus bowringi*, Harbin population, photoperiod, temperature, food

摘 要 本文研究了光周期、温度和食料对大猿叶虫 *Colaphellus bowringi* Baly 哈尔滨种群滞育诱导的影响。结果表明,在恒温 20~30°C 范围内,大猿叶虫哈尔滨种群滞育率为 91.8%~100%,未见明显的光周期诱导反应,但温度对其滞育诱导具有一定的作用,高温可使少部分大猿叶虫继续发育而不滞育。在平均 25°C 的温周期与光周期 L12:D12 条件下,其滞育诱导差异不显著。大猿叶虫取食白菜、油菜、雪里蕻、萝卜和独苣菜 5 种食料,在 25°C 滞育率为 89.5%~100%;在 28°C 滞育率为 76.9%~100%,食料种类对大猿叶虫哈尔滨种群滞育诱导差异显著,其中,取食独苣菜滞育率最低,取食萝卜滞育率最高。

关键词 滞育诱导,大猿叶虫,哈尔滨种群,光周期,温度,食料

大猿叶虫 *Colaphellus bowringi* Baly 属鞘翅目 Coleoptera, 叶甲科 Chrysomelidae, 无缘叶甲属 *Colaphellus*, 是十字花科蔬菜重要的鞘翅目食叶害虫,主要为害十字花科中薄叶型的蔬菜。大猿叶虫具有明显的滞育习性,在我国各地均以成虫在土壤中滞育越冬^[1-3]。大猿叶虫江西种群的滞育诱导已有研究报道,认为其是一种短日照发育型昆虫,温度是其滞育诱导的主导因子,其次为光周期^[4]。但哈尔滨种群滞育诱导的研究还未见报道。同一种昆虫的不同地理种群对环境因素的反应不尽相同,有的还具有遗传的特性,从而可以形成滞育反应的地理变异^[5]。为探求大猿叶虫滞育的地理变异,本论

文研究了光周期、温度和食料对哈尔滨地区大猿叶虫滞育诱导的反应。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试虫源:试验所用大猿叶虫哈尔滨种群来源于早春在哈尔滨市东北农业大学园艺试验站(45°45' N, 126°41' E)野生独苣菜上采集到的 200 余只大猿叶虫成虫繁殖而得。

^{*} 资助项目:国家自然科学基金项目(30460074)。

^{**} E-mail: hongcyu@yahoo.com

收稿日期:2010-05-26,修回日期:2010-06-05

食料:供试食料均为十字花科植物,白菜(*Brassica pekinensis*),品种为牡丹江二号,山东省昌邑市鑫昌种子有限公司生产;雪里蕻(*Brassica jincea*),国有哈尔滨市种子分公司生产;油菜(*Brassica napus*),品种为苏州青油菜,国有哈尔滨市种子分公司生产;萝卜(*Raphanus sativus*),品种为特大红萝卜,山东省昌邑市鑫昌种子有限公司生产;独苳菜(*Lepidum sativum*),采自于东北农业大学园艺试验站野生独苳菜。

1.2 试验设计方法

1.2.1 温度和光周期对大猿叶虫滞育诱导的反应 试验设 20、22、25、28 和 30℃ 5 个温度,LL(全光照)、L22:D2(22 h 光照:2 h 暗期)、L20:D4、L18:D6、L16:D8、L14:D10、L12:D12、L10:D14、L8:D16、L6:D18、L4:D20、L2:D22 和 DD(全黑暗)13 个光周期。食料为白菜。

1.2.2 温周期与光周期配合作用对大猿叶虫的滞育诱导 在光周期 L12:D12 条件下,比较大猿叶虫在恒温 25℃ 和温周期 C12:T12(20℃:30℃)、C12:T12(30℃:20℃)、C12:T12(22℃:28℃)、C12:T12(28℃:22℃)(括号内的前者温度代表光期温度,后者温度代表暗期温度)的滞育反应。食料为白菜。

1.2.3 食料种类对大猿叶虫的滞育诱导 试验设置温度为 25℃ 和 28℃,光周期为 L18:D6、L16:D8、L14:D10、L12:D12、L10:D14、L8:D16、L6:D18,观察和比较大猿叶虫取食白菜、油菜、雪里蕻、萝卜和独苳菜 5 种不同食料的滞育反应。

1.3 试验操作方法

将早春采集到的大猿叶虫滞育后出土成虫,分别放在透明塑料养虫盒(18 cm×11 cm)中,每盒约 30 头,用 4 层卫生纸垫在塑料盒的底部,每天放入几片新鲜的白菜叶,在 25℃ 和 L12:D12 的光照培养箱内饲养,待成虫交尾产卵后,把新产的卵分别收集起来,每 2 h 定期观察卵的孵化情况。收集同批次下孵化出来的初孵幼虫,用软毛刷转移到放有新鲜菜叶的养虫盒内,每盒 60~70 头幼虫,放置到设置的温度

和光周期下的光照培养箱中,每处理重复 3 次。在幼虫接近老熟时,将每盒幼虫分别转移到放入灭菌的潮湿细土的新盒中,供老熟幼虫入土化蛹。待成虫羽化出土后,分别及时将新羽化出土的成虫转移到另外的装有灭菌的潮湿细土的新盒中。每天更换 1 次新鲜食料。待成虫进入滞育后,检查并统计入土滞育成虫数,计算滞育率。

1.4 滞育判断

参考 Xue 等^[4]的判断方法并做适当修改,将羽化出土后 16 d 仍未产卵的成虫及入土的成虫视为滞育成虫,检查和统计入土滞育成虫数量。

1.5 数据处理与分析

滞育率的计算方法为:滞育率(%) = 入土滞育成虫数/处理样本成虫数×100。在数据处理上,对于在产卵前死亡的成虫数量,从总样本数中扣除。试验数据计算后获得的滞育率,用 DPS V3.01 专业版软件,经反正弦平方根($\sin^{-1}\sqrt{\quad}$)处理后采用 DPS 自带程序包进行二因子随机设计方差分析,选用 Duncan's 法进行比较。

2 结果与分析

2.1 温度和光周期对大猿叶虫哈尔滨种群滞育的诱导

从图 1 可以看出,大猿叶虫哈尔滨种群在恒温 20~30℃ 范围内,在各光周期下,其成虫入土滞育率为 91.8%~100%,在 20℃,滞育率为 100%,在 22℃,滞育率为 97.3%~100%,在 25℃,滞育率为 95.9%~100%,在 28℃,滞育率为 95.9%~100%,在 30℃,滞育率为 91.8%~100%。经二因子随机设计方差分析和 Duncan 新复极差法多重比较检验,大猿叶虫哈尔滨种群对光周期诱导没有明显的反应($df=12$, $F=0.899$, $P=0.5541>0.05$)。从图 1 还可以看出,从低温 20℃ 到高温 30℃,大猿叶虫哈尔滨种群滞育率都在 91.8% 以上,具有很高的滞育率,高温对大猿叶虫哈尔滨种群的滞育的抑制作用不是很明显,但温度对其滞育诱导

具有一定的作用。在低温 20℃ 所有个体均滞育,在高温有少数个体可继续发育而非滞育,但其比率很低,在 30℃ 高温下,非滞育个体数达到最大值,最高非滞育个体占试验种群个体数的 8.2%。经差异显著性分析,温度对大猿叶虫哈尔滨种群的滞育诱导作用差异显著 ($df = 4, F = 12.504, P < 10^{-4}$)。

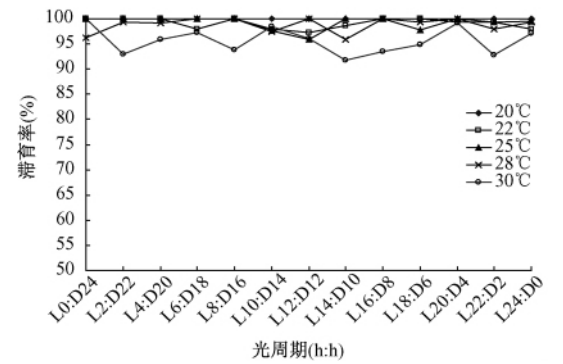


图 1 大猿叶虫哈尔滨种群不同温度下光周期反应曲线(各点样本数为 68 ~ 169)

2.2 温周期与光周期配合作用对大猿叶虫滞育诱导

在光周期 L12:D12 下,比较大猿叶虫在恒

表 1 大猿叶虫哈尔滨种群在平均温度 25℃ 的温周期与光周期 L12:D12 配合的滞育诱导效应

温周期与光周期	滞育率 (%)	差异显著性	
		$P = 5\%$	$P = 1\%$
C12:T12 (20℃:30℃)	100 (89)	a	A
C12:T12 (30℃:20℃)	99.1 (112)	a	A
C12:T12 (22℃:28℃)	100 (75)	a	A
C12:T12 (28℃:22℃)	98.3 (115)	a	A
C12:T12 (25℃:25℃)	98.8 (160)	a	A

注:括号中数字表示试验成虫数。同列相同小写字母表示在 5% 水平上差异不显著,同列相同大写字母表示在 1% 水平上差异不显著。

温 25℃ 和温周期 C12:T12 (20℃:30℃)、C12:T12 (30℃:20℃)、C12:T12 (22℃:28℃)、C12:T12 (28℃:22℃) 的滞育反应,并采用 DPS V3.01 专业版软件程序包完全随机设计中的单因素试验统计分析进行差异显著性分析,其结果见表 1。

表 1 结果表明,大猿叶虫哈尔滨种群在各

温周期与光周期的组合中,滞育率均很高,平均滞育率为 98.3% ~ 100%,其滞育诱导差异不显著,在平均 25℃ 的变温处理与恒温 25℃ 处理对大猿叶虫的滞育诱导不存在显著差异。

2.3 食料种类对大猿叶虫的滞育诱导

在 25℃、28℃ 和光周期为 L18:D6、L16:D8、L14:D10、L12:D12、L10:D14、L8:D16、L6:D18 的条件下,大猿叶虫哈尔滨种群取食白菜、油菜、雪里蕻、萝卜和独苣菜 5 种不同食料的滞育反应结果见图 2 和图 3。

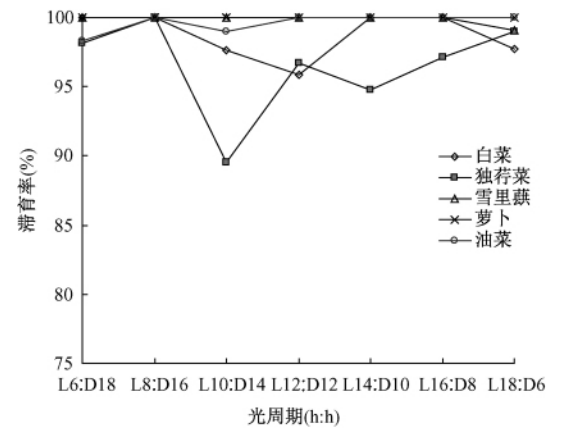


图 2 不同食料对大猿叶虫哈尔滨种群在 25℃ 不同光周期下的滞育诱导

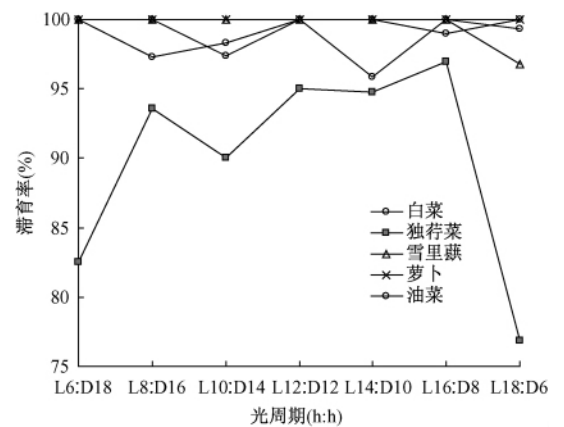


图 3 不同食料对大猿叶虫哈尔滨种群在 28℃ 不同光周期下的滞育诱导

从图 2 和图 3 可以看出,大猿叶虫哈尔滨种群取食 5 种食料滞育率均较高,在 25℃,取食 5 种食料的滞育率为 89.5% ~ 100%;在 28℃,取食 5 种食料的滞育率为 76.9% ~

100%,大猿叶虫取食不同寄主植物滞育率存在差异。经二因子随机设计方差分析和 Duncan 新复极差法多重比较检验,在 25℃,食料种类对大猿叶虫哈尔滨种群滞育诱导差异极显著($df=4, F=7.17882, P=0.0006<0.01$),光周期对其滞育诱导差异不显著($df=6, F=1.30222, P=0.294>0.05$),食料与光周期组合对其滞育诱导差异极显著($df=24, F=5.48777, P<10^{-5}$)。在 28℃,食料种类对大猿叶虫哈尔滨种群滞育诱导差异也极显著($df=4, F=18.80181, P<10^{-5}$),光周期对其滞育诱导差异不显著($df=6, F=1.06978, P=0.40763>0.05$),食料与光周期对其滞育诱导存在显著的交互作用($df=24, F=7.09053, P<10^{-5}$)。大猿叶虫哈尔滨种群取食独苣菜滞育率最低,取食萝卜滞育率最高,采用 DPS V3.01 专业软件程序包完全随机计算中的二因素有重复试验统计进行差异显著性分析,其食料间 Duncan 多重比较结果见表 2。

3 讨论

在江西,大猿叶虫江西种群是一种短日照发育型昆虫,温度是滞育诱导的主导因子,光周期次之。在恒温 20℃ 及以下温度,大猿叶虫成虫全部进入滞育,与光周期的长短无关;在大于 20℃ 的温度下存在光周期反应,长日照(L14:

表2 食料种类对大猿叶虫哈尔滨种群滞育诱导的差异显著性分析

食料种类	25℃		28℃	
	P=5%	P=1%	P=5%	P=1%
白菜	b	B	b	B
萝卜	a	A	a	A
油菜	a	A	b	AB
雪里蕻	a	A	ab	AB
独苣菜	c	C	c	C

注:同列小写字母不同表示在 5% 水平上差异显著;同列大写字母不同表示在 1% 水平上差异极显著。

D10)诱导滞育,短日照(L12:D12)抑制滞育,滞育率随着温度的升高而降低^[5,6]。与江西种群有明显的光周期反应不同,哈尔滨种群对所有的光周期均不敏感,没有明显的光周期反应,

因此无法获得其临界光周期。温度虽然对大猿叶虫哈尔滨种群的滞育诱导差异显著,但其滞育率很高,高温对其抑制滞育的发生作用不显著,这也与江西种群具有显著的不同。说明大猿叶虫存在滞育的地理变异,预示着大猿叶虫不同地理种群存在着复杂的滞育现象。滞育反应地理变异的研究是揭示昆虫生活史类型的重要手段。薛芳森等通过江西种群的滞育诱导研究,明确了由于大猿叶虫江西种群成虫滞育期的差异,导致其在江西的化性出现了明显的种内变异,从而显示出其复杂的生活史类型^[6]。作者研究表明,大猿叶虫在哈尔滨地区绝大多数个体 1 年发生 1 代,少部分个体 1 年发生 2 代^[3],且第 2 代发生很少,其原因是大猿叶虫绝大多数个体在 6 月中下旬入土滞育越冬,少部分个体在高温的作用下,尤其是取食野生独苣菜的部分个体,可抑制滞育的发生而在田间发生第 2 代,但由于非滞育雌成虫较越冬代雌成虫产卵量明显下降,其单雌产卵量平均只有 32.6 粒(未发表),且非滞育个体数很少,所以在哈尔滨地区第 2 代发生数量少,为害很轻。这就很好地解释了大猿叶虫在不同地区的生活史类型,也使我们能够对大猿叶虫的生物学特性和生活史对策有了更深刻的了解。

参 考 文 献

1 薛芳森,李爱青,朱杏芬,等. 大猿叶虫生活史的研究. 昆虫学报, 2002,45(4): 494~498.

2 董宇奎,周昱晨,李照会,等. 大猿叶虫山东种群生物学特性研究. 植物保护, 2007,33(2): 70~73.

3 胡志凤,于洪春,孙文鹏,等. 哈尔滨地区大猿叶虫发育历期与生物学特性. 昆虫知识, 2008,45(6):909~912.

4 Xue F. S., Spieth H. R., Li A. Q., et al. The role of photoperiod and temperature in determination of summer and winter diapause in the cabbage beetle, *Colaphellus bowringi* (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Insect Physiol.*, 2002, 48: 279~286.

5 孙莉,何海敏,薛芳森. 昆虫滞育的地理变异. 江西农业大学学报, 2007,29(6): 922~927.

6 Wang X. P., Xue F. S., Ge F. Effects of thermoperiods on the diapause induction in the cabbage beetle, *Colaphellus bowringi* (Coleoptera Chrysomelidae). *Physiol. Entomol.*, 2004, 29:419~425.