

马尾松毛虫幼虫血糖和血脂的变化 动态及杀虫剂的影响效应*

朱鹏飞** 王荫长 尤子平

(南京农业大学植物保护系)

摘要 马尾松毛虫5龄幼虫的血糖与血脂含量,在不同时期有很大差别,血糖在幼虫夏季生长期>越冬前活动期>越冬后活动期>越冬蛰伏期;血脂在幼虫越冬前期>正常生长期>越冬后活动期>越冬蛰伏期。各时期都有一定的日变化节律,其中以正常生长期的变幅最大。血糖与血脂的变化动态呈明显的负相关性。溴氰菊酯处理使血糖含量上升,血脂含量下降;而敌百虫处理使血糖含量下降,血脂则初期上升后期下降。低剂量处理以后,溴氰菊酯恢复较快,敌百虫较难恢复到正常水平,说明它们的作用机制是不相同的。试验结果表明,在蛰伏前期,进行化学防治较为有利。

关键词 马尾松毛虫; 血糖; 血脂; 杀虫剂

马尾松毛虫(*Dendrolimus punctatus* Walker)是我国松林的重要害虫。近几年,由于溴氰菊酯的防治面积不断增加,在使用较为频繁的地区,发现松毛虫已经出现抗性。深入了解溴氰菊酯的毒理,设法延缓抗药性的发生发展,是人们普遍关心的问题。松毛虫越冬前,是施药的有利时期,蛰伏前后的生理生化变化动态,尤其是在亚致死剂量影响下,虫体所产生的生理效应,与合理用药及提高杀虫效果有密切的关系。据国外报道,神经性杀虫剂能引起蜚蠊的血糖和血脂的代谢失调^[8],并发现对神经内分泌起重要的调节作用^[6,9]。本文以不同剂量的溴氰菊酯与敌百虫两类神经性杀虫剂处理松毛虫幼虫,测定虫体内血糖与血脂的含量变化情况,揭示松毛虫幼虫对药剂的敏感性,为选择合理的防治时机、探求松毛虫耐药性水平的生化指标,提供理论依据。

一、材料与方 法

(一) 供试昆虫

马尾松毛虫幼虫采自浙江省永康县桥下乡,饲养在27℃恒温箱内,照明用4支20W日光灯,每日光照10h,用新鲜马尾松针叶作饲料。测定时选取生长一致的5龄幼虫。

本文于1989年5月26日收到。

*本课题系国家自然科学基金资助项目。

**现在江苏农学院植保系工作。

(二) 供试药剂及处理方法

溴氰菊酯系法国罗素·尤克福公司生产的原粉, 纯度97.5%。分别以LD₅与LD₉₅两种剂量作为低剂量与高剂量, 用毛细管点滴器进行点滴处理。敌百虫系南通农药厂生产的原粉, 纯度为91.8%, 分别以LD₅与LD₉₅两种剂量作为低剂量与高剂量进行点滴处理。

处理时用丙酮稀释原粉, 毛细管点滴的容积为1 μ l, 点滴部位为前胸背部。每次均用丙酮点滴处理作对照, 同时测定处理组与对照组的血糖与血脂, 算出处理后的变化幅度, 即两者进行比较所得的相对值。

(三) 血淋巴样品制备

用昆虫针刺破供试昆虫的腹足, 取出血淋巴, 置于1ml的塑料离心管中, 贮入-30℃的低温冰箱中待测。取样时间在7~17时, 药剂处理后, 先于15min与30min时取样两次, 以后每隔1h取样一次。

(四) 血糖与血脂的测定

血淋巴中糖的含量用蒽酮法测定总糖量^[2], 酯以甘油酯作为代表, 采用分溶抽提—乙酰丙酮显色法进行, 测出血淋巴中甘油酯的总量^[1]。比色测定用岛津紫外分光光度计。

二、结果分析

(一) 幼虫的血糖变化动态

马尾松毛虫5龄幼虫血淋巴中含糖量, 具有明显的日变化节律。从图1可见, 7月份幼

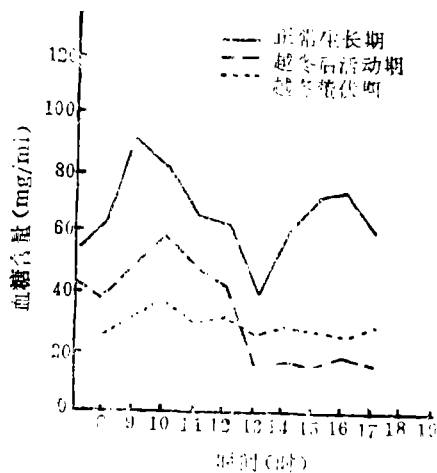


图1 马尾松毛虫幼虫血糖含量的日变化节律

虫生长期, 血糖含量每日自7时至18时呈“M”形曲线变化, 其中9~10时与16~17时出现两次高峰, 最高含量达90 mg/ml, 最低值出现在13时前后, 仅40 mg/ml左右。在12月进入蛰伏期以后, 血糖总水平下降, 日变化也显得较为平缓, 一般维持在20~30 mg/ml左右, 仅在每日10时前后略趋升高, 它的值仅为正常生长期的1/3。至翌年3月份, 幼虫开始恢复活动以后, 在9~10时又出现高峰, 但与生长期相比, 13时的血糖量仍然比较低, 总水平也只有10~20 mg/ml, 说明马尾松毛虫幼虫在蛰伏结束以后, 代谢水平是逐步恢复的。

(二) 幼虫的血脂变化动态

在马尾松毛虫幼虫的血淋巴中, 甘油酯的含量仅占总糖量的1/100左右。从图2可见, 在正常生长期, 血脂峰值比血糖峰值出现要晚3h, 分别在8时、12时与14时出现三次高峰, 形成“山”字形起伏。在12月份, 幼虫进入蛰伏期, 随着酯的总水平的降低, 日变化幅度明显减小, 约每隔1h出现一次小波动, 含量都不超过10 mg/ml; 翌年幼虫恢复活动时, 含量又开始上升, 出现3次高峰, 但增加的趋势比较缓慢, 尤其是每日12时的第二高峰, 升高的水平较低。

(三) 幼虫血糖与血脂含量的季节性变化

马尾松毛虫幼虫的血糖与血脂含量，在不同季节内，由于生理状态不同而平均值有很大差异。以每日7时至17时的动态变化值算出平均值，结果如图3，可以看出，血脂以越冬前含量最高，进入越冬蛰伏时降至最低值，仅10.7 mg/100 ml。血糖含量以正常生长期为最高，越冬前下降到33 mg/ml，至蛰伏期下降到30 mg/ml，翌年3月越冬以后，幼虫恢复活动，含量又恢复到32.8 mg/ml。

(四) 溴氰菊酯对血糖与血脂的影响效应

马尾松毛虫5龄幼虫经溴氰菊酯点滴处理后，高剂量和低剂量的血淋巴中含糖量都出现升

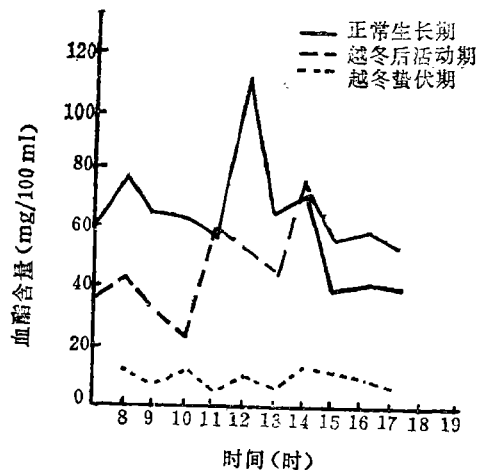


图2 马尾松毛虫幼虫血脂含量的日变化节律

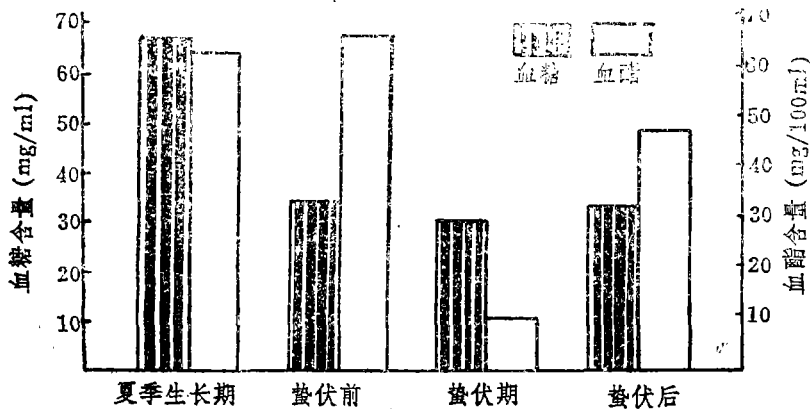


图3 马尾松毛虫幼虫不同时期的血糖、血脂含量比较

高趋势，但高剂量的上升幅度较大，在处理后15 min就开始上升，到1 h后，先出现陡降，然后开始回升，此后每隔2~3 h出现一次峰值；低剂量处理的，血糖含量虽然高于对照，但处理后15 min只有一次小幅度上升，2 h后才出现峰值，总的变化幅度较小，在10 h以后，幼虫的中毒症状基本消失，血糖含量也就恢复到正常水平，说明低剂量的刺激效应小于高剂量(图4)。

幼虫体内的血脂含量，用溴氰菊酯的高剂量处理时，15 min后产生小幅度下降，3 h左右，出现大幅度下降，8 h后出现第二次下降；低剂量处理的在15 min后下降幅度较大，随后逐渐回升，至6 h后出现峰值，并在中毒症状消失后，血脂含量即恢复到正常水平(图5)。总的来说，血脂的变化趋势与血糖相反，不是上升而是下降，说明中毒的幼虫主要依靠糖代谢来应付大量的能源消耗。

(五) 敌百虫对幼虫血糖与血脂的影响效应

用敌百虫点滴处理马尾松毛虫幼虫，对血糖和血脂的影响见图6与图7。不同剂量的敌百虫对血糖含量的影响总趋势相似。在处理后8 h内含量下降时，剂量高的变动幅度较大。

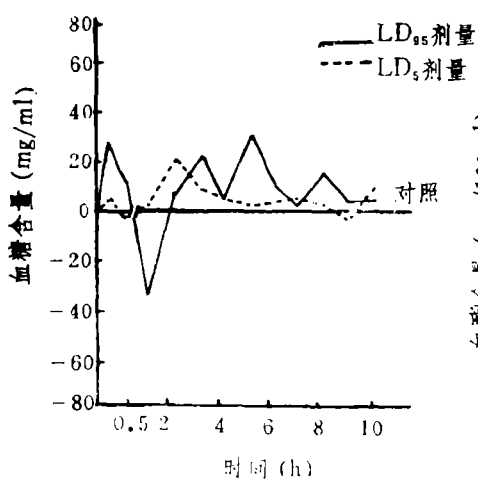


图4 经溴氰菊酯处理后的血糖变化动态

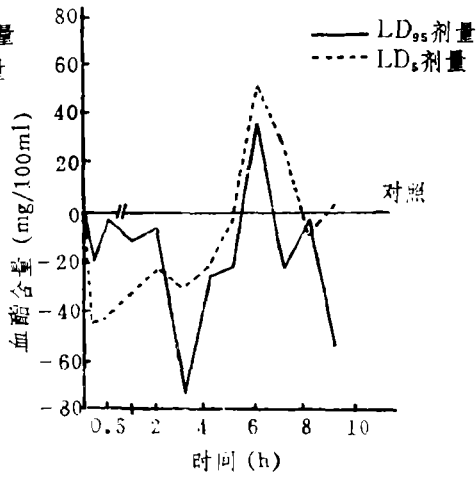


图5 经溴氰菊酯处理后的血脂变化动态

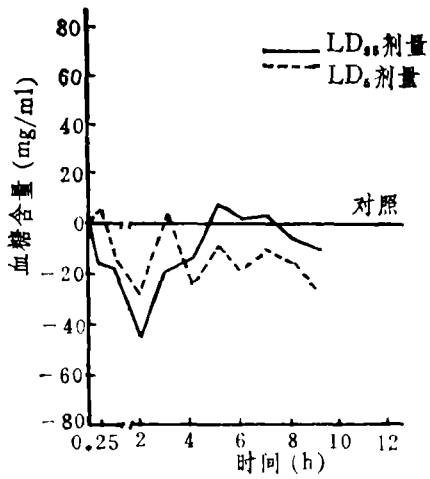


图6 经敌百虫处理后的血糖变化动态

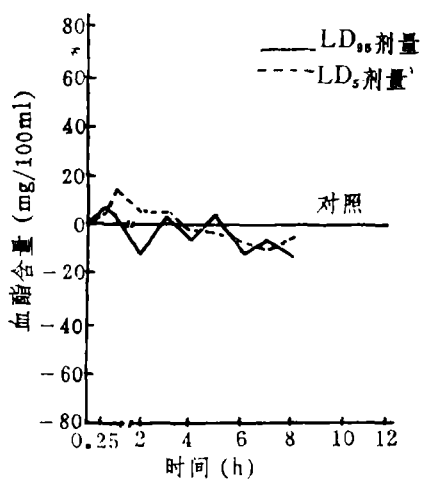


图7 经敌百虫处理后的血脂变化动态

与溴氰菊酯的效应不同，在低剂量处理以后，血脂在第1h内明显上升，而高剂量的仅小幅度上升，以后又趋向下降，至3h后，两种剂量的影响基本相似(图6)。说明敌百虫中毒的幼虫，可能依赖酯的代谢较多。就血脂而论，不同剂量产生的效果很不相同，尤其在前期更为明显(图7)。

(六) 血糖与血脂含量变化的相关性分析

从马尾松毛虫5龄幼虫的血糖与血脂的动态变化来看，两者有明显的相关性，统计分析结果见表1。分析结果表明，两者的动态变化呈负相关性。以正常生长期的数值为例，它们之间的相关性极为显著， $P > 0.05$ 时， r 为-0.7802。当用敌百虫处理以后，血糖与血脂的动态变化也是呈负相关的，但用溴氰菊酯处理以后，则情况比较复杂，说明敌百虫和溴氰菊酯虽然都会干扰糖和酯的代谢过程，但它们的机理是不相同的，因此结果也不一样。

表1 马尾松毛虫5龄幼虫血糖与血脂变化动态相关性分析

时 间	指 标	样 本											相 关 性
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
越冬蛰伏期	血糖 (mg/ml)	26.3	31.7	30.25	26.5	27.7	27.8	28.1	26.7	30.5	—	—	$-r = 0.5940, p > r_{0.10}$ 显著负相关
	血脂 (mg/100ml)	12.3	8.3	6.0	10.4	7.7	15.7	14.5	12.7	7.4	—	—	
越冬后活动期	血糖 (mg/ml)	43.1	39.9	48.6	57.7	49.7	41.4	14.4	16.9	14.3	19.3	15.8	$-r = 0.6483, p > r_{0.05}$ 极显著负相关
	血脂 (mg/100ml)	36.4	43.1	31.5	21.8	59.3	51.6	43.1	77.1	57.0	60.0	56.1	
正常生长期	血糖 (mg/ml)	61.8	90.5	65.6	62.1	81.1	78.9	86.4	—	—	—	—	$-r = 0.7802, p > r_{0.05}$ 极显著负相关
	血脂 (mg/100ml)	76.6	49.5	92.4	75.9	58.7	64.4	70.6	—	—	—	—	

三、讨 论

(一) 昆虫体内血糖与血脂含量的变化, 与虫体的生理节律及行为动作有关, 由此引起代谢过程的节律性与相对稳定性。糖和脂都是昆虫的能量物质, 很多昆虫往往在紧急状态下首先动用糖类, 而在持续耗能时启用脂类, 两者都通过神经内分泌产生的肽类激素的调控, 其中血糖的代谢由高血糖激素(或有低血糖激素参与)调控, 血脂的代谢则受到脂动激素的调控, 这些激素又直接或间接地受到神经系统的影响^[4~7]。通过试验可以看出, 神经毒剂不仅直接毒害神经系统, 引起昆虫中毒, 还干扰血糖与血脂的正常代谢, 因此它们的变化动态也是药剂毒效的反映^[8]。用血糖和血脂的含量来衡量药剂的影响效应, 首先要了解正常的代谢节律, 在药剂的作用下, 昆虫为抵偿由于中毒引起的代谢紊乱, 必然会出现种种保护性反应, 使昆虫减少中毒死亡的威胁, 特别是在低剂量药剂的影响下, 这种适应能力是很明显的, 它与抗药性的发生发展都有密切的关系。同时, 在昆虫中毒的时候, 痉挛、兴奋与麻痹等一系列症状, 大多是耗能性的, 也会引起糖和脂的代谢变化, 在如此众多的因素作用下, 药剂对血淋巴中糖和脂的代谢产生的效应, 就显得更为复杂。反之, 测定昆虫中毒以后的糖与脂的代谢特征, 有助于深入理解杀虫药剂的毒理学。

(二) 通过试验可以看出, 溴氰菊酯与敌百虫的作用方式不同, 产生的毒杀效果不同, 对血糖与血脂代谢的影响也不相同。溴氰菊酯对松毛虫幼虫的血酯动员作用较强, 而对血糖有抑制作用; 敌百虫引起幼虫动员血糖的代谢, 相反抑制脂的利用, 说明血糖与血脂在代谢过程中的负相关性的方向, 可因药剂不同而转变。同时也说明了两种药剂的作用方式与机制的不同。

(三) 马尾松毛虫幼虫在血糖与血脂的代谢过程中, 其水平因生理状态不同而异, 在越冬蛰伏前期, 水平明显下降, 使幼虫对外界条件的适应能力减弱。在室内毒力测定中发现, 越冬蛰伏前期, 对药剂最为敏感, 即使用低剂量处理, 也可导致血糖与血脂含量大幅度下降, 从而影响越冬期间的存活率。由此可见, 松毛虫在越冬蛰伏前期, 用低剂量进行防治, 既能收到较为理想的效果, 并且有利于保护天敌, 达到安全、经济、有效的防治目的, 对延缓松毛虫抗药性的发生与发展, 也有积极意义。

在已经发生抗药性的品系中, 如果能找出它们的血糖和血脂的代谢特征, 明确药剂对抗药性品系或敏感性品系的异质性, 则有助于人们寻求抗性昆虫的生理生化指标, 经过系统的分

析测定,可以制订出抗性昆虫的血糖与血脂的特异性指标,供抗性监测与预测时参考。

参 考 文 献

- [1] 上海医学化验所, 1979, 临床生化检验, 上海科技出版社。
 [2] 刘芳等, 1965, 粘虫的血糖代谢, 昆虫学报, 14(5): 432~439。
 [3] 侯陶谦, 1987, 中国松毛虫, 科学出版社。
 [4] King, L. E. et al., 1986, The effect of flight on the composition of hemolymph in the cockroach *Periplaneta americana*, *J. Insect Physiol.*, 32(7): 649~355。
 [5] Orchard, I., 1987, Adipokinetic hormones an update, *J. Insect Physiol.*, 33(7): 451~463。
 [6] Peter, L. et al., 1983, Carbohydrate metabolism in the stick insect, *Carausius morosus*, *J. Insect Physiol.*, 29(3): 287~293。
 [7] Rogee, D. G. H., 1980, Energy metabolism in insect, Plenum Press, New York。
 [8] Singh, G. J. P. et al., 1985, Hemolymph carbohydrate and lipid mobilization in *Locusta migratoria* in relation to the progress of poisoning following bioresmethrin treatment, *Pestic. Biochem. Physiol.*, 25, 264~269。

STUDIES ON DYNAMIC CHANGES OF CARBOHYDRATE AND LIPID CONTENTS IN HEMOLYMPH OF *DENDRO-* *OLIMUS PUNCTATUS* AND THE METABOLIC EFFECTS OF DELTAMETHRIN AND TRICHLORFON

Zhu Pengfei Wang Yinchang You Ziping

(Department of Plant Protection, Nanjing Agricultural University)

Abstract The daily and seasonal dynamic changes of carbohydrate and lipid contents in hemolymph of the 5th instar larvae of pine caterpillar (*D. punctatus*), and the metabolic effects of a pyrethroid (Deltamethrin) and an organophosphorous insecticide (Trichlorfon) were studied. The results for the normal (untreated) larvae were as follows:

(1) The changes of the total hemolymph carbohydrate contents are shown in following orders: Active summer larvae>Active larvae before hibernation >Active larvae after hibernation>Hibernatant larvae, their respective concentration being 65.5, 33.1, 32.8 and 30.0 mg/ml.

(2) The changes of total hemolymph lipid content have been arranged in the following order: Active larvae before hibernation>Active summer larvae>Active larvae after hibernation>Hibernatant larvae, their concentra-

tion being 67.3, 63.2, 48.8 and 10.7 mg/100 ml respectively. The results also showed that the daily changes of the hemolymph carbohydrate contents of untreated larvae were negatively correlated with those of lipid contents.

In addition, it was found that the effects of deltamethrin and trichlorfon to the concentration changes in hemolymph carbohydrate and lipid were quite different. Deltamethrin would cause the elevation in hemolymph carbohydrate and the depletion of blood lipid during most of the experimental period. The trichlorfon-treated larvae, on the other hand, exhibited a decrease in the hemolymph carbohydrate contents. Also, the hemolymph lipid contents would be elevated with the onset of hyperactivity and depleted then after. Finally, the best time for controlling massonpine caterpillar by using insecticides and the mechanisms of insecticide-induced changes hemolymph carbohydrate and lipid metabolism were discussed in this paper.

Key words *Dendrolimus punctatus*; hemolymph carbohydrate; hemolymph lipid; insecticide

《林业部大兴安岭林业公司阿木尔林业局火灾区 森林资源更新规划设计》通过评审论证

由中国林科院林研所和黑龙江省林科院林研所共同承担的《林业部大兴安岭林业公司阿木尔林业局火灾区森林资源更新规划设计》，在1989年7月初、7月末和9月底，分别由大兴安岭林业公司、林业部组成的专家组进行了评审论证，作为《大兴安岭林业公司“五·六”大火灾受灾局恢复森林资源规划设计》的附件上报林业部。

“五·六”大兴安岭特大森林火灾后，国务院及时部署了扑火救灾、重建家园和恢复资源三大战役。根据林业部1989年4月北京昌平“大兴安岭受灾局资源更新座谈会”的精神，及高德占部长“加快进度、保证质量、抓紧时机、争取主动”的要求，两院承担了该局火灾区森林资源更新规划设计任务。

规划组共有九名高、中、初级技术人员组成，他们抵制了动乱一暴乱的干扰，在1988年工作的基础上，历经了四个多月的艰苦工作，较好地完成了规划设计任务。7月初，在林业公司组成的专家组评审论证会上顺利地通过了验收。认为由两院承担的阿木尔局更新规划是在二类资源清查和大量外业调查基础上进行的，原始资料翔实、依据充分，规划指标基本合理，设计结构完整，尽量采用了先进技术和最新科研成果，设计深度符合要求，可做为阿木尔局森林更新的重要指导性文件，也为编制管理局(现改为林业公司)更新规划提供了重要的基础资料。

(中国林业科学研究院林业研究所 陈建业)