

钟 亮,王巧利,崔家丽,等. 饥饿胁迫下有翅与无翅棉蚜物质能量差异性研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(7):100-103.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.07.024

饥饿胁迫下有翅与无翅棉蚜物质能量差异性研究

钟 亮,王巧利,崔家丽,李文杰,王俊刚

(石河子大学农学院,新疆石河子 832003)

摘要:通过探讨饥饿胁迫条件下有翅与无翅棉蚜体内能量物质的差异,旨在为研究饥饿胁迫对有翅棉蚜与无翅棉蚜的代谢机制提供依据。基于棉蚜正常取食棉花,分别测定饥饿胁迫条件下有翅成蚜与无翅成蚜的鲜质量、干质量、含水量、可溶性糖含量、总脂含量和可溶性蛋白质含量变化,分析饥饿胁迫下棉蚜有翅成蚜与无翅成蚜的代谢差异。结果表明,(1)棉蚜有翅成蚜饥饿组鲜质量、干质量、含水量分别为 1.40~2.06、0.57~1.10、0.67~1.00 mg/20 头,取食组分别为 1.63~2.06、0.90~1.10、0.57~1.00 mg/20 头,取食组的鲜质量和干质量整体高于饥饿组,饥饿组的含水量高于取食组;饥饿组可溶性糖、总脂、可溶性蛋白质含量分别为 11.21~17.75、19.18~28.95、12.51~19.29 $\mu\text{g}/\text{mg}$,取食组分别为 13.67~17.75、28.30~32.23、13.77~19.29 $\mu\text{g}/\text{mg}$,取食组大于饥饿组。(2)棉蚜无翅成蚜的鲜质量、干质量和含水量与有翅成蚜结果相类似,饥饿组分别为 1.43~1.67、0.43~0.90、0.63~1.03 mg/20 头,取食组分别为 1.47~1.70、0.53~0.90、0.70~1.00 mg/20 头;棉蚜无翅成蚜饥饿组的可溶性糖、总脂、可溶性蛋白质含量分别为 8.37~13.72、15.24~27.16、14.83~19.49 $\mu\text{g}/\text{mg}$,取食组则为 8.91~13.72、26.70~29.45、15.21~19.49 $\mu\text{g}/\text{mg}$,取食组大于饥饿组。说明在饥饿胁迫下,有翅棉蚜较无翅棉蚜更能适应饥饿胁迫,可能与其迁飞或扩散有关。

关键词:饥饿胁迫;有翅棉蚜;无翅棉蚜;物质能量;差异性

中图分类号: S435.622⁺.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)07-0100-04

棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)是新疆棉区主要害虫之一,在北疆地区每隔 3~4 年暴发 1 次^[1]。棉蚜具有明显的冬夏寄主转移习性,每年 4—5 月在冬寄主上产生有翅蚜,并开始向棉花等夏寄主上转移^[2]。然而,在棉蚜种群迁飞过程中,由于食物短缺和外在环境的影响,可能会使蚜虫经历一定时间的饥饿胁迫,通过测定有翅棉蚜与无翅棉蚜体内物质能量的变化来确定其适应性。饥饿胁迫会影响昆虫的存活和繁殖能力。烟草天蛾饥饿时产卵量降低,脂肪体糖原和脂类含量亦低于取食个体^[3]。黑豆蚜(*Aphis fabae* Scopoli)饥饿时也会引起总产仔量下降^[4];麦长管蚜(*Sitobion avenae*)经过饥饿,恢复取食后的寿命和产仔量均显著低于正常饲养个体^[5]。饥饿也能引起昆虫生化物质代谢的变化^[6],例如家蚕[*Bombyx mori*(L.)]、非洲果甲虫[*Pachnoda sinuata*(F.)]在饥饿状态下血淋巴中碳水化合物含量降低、脂类浓度升高,脂肪体中糖原和总脂含量也会减少^[7]。以上研究均说明,饥饿胁迫会影响昆虫的生长发育。基于此,在饥饿胁迫条件下测定有翅与无翅棉蚜生理代谢指标以期明确其适应性,为棉田质量控制奠定基础;分析田间棉蚜体内物质能量的变化,明确其在饥饿胁迫下影响棉田产量的关键危害因子。

1 材料与方法

收稿日期:2016-11-01

基金项目:国家自然科学基金(编号:31260435)。

作者简介:钟 亮(1992—),男,江苏南通人,硕士研究生,从事害虫综合治理研究。E-mail:1442094124@qq.com。

通信作者:王俊刚,博士,教授,从事农药毒理学研究。E-mail:jungangwang98@sina.com。

1.1 供试材料

2015 年 7 月初,于石河子大学农学院试验站采集棉蚜;新陆早 44 号棉花置于光照培养箱[CMP6010 型,光照度为 12 000 lx,温度为 $(26 \pm 1)^\circ\text{C}$,相对湿度为 60%~80%,光暗周期为 16 h—8 h]中培养至 3 叶期,接种棉蚜饲养 20 代以上待试验。

1.2 试验方法

选择同期有翅成蚜与无翅成蚜进行饥饿处理,用湿润滤纸供其获取水分,而对照组置于保湿棉叶片上进行饲养。选取 0、1、2、3、4 d 饥饿组和取食组各 20 头棉蚜,参照宋南的方法^[8]测定鲜质量、干质量、含水量、可溶性糖、总脂和可溶性蛋白质含量。重复 3 次,各指标数据取每 20 头棉蚜的平均值。统计饥饿胁迫下 1~8 d 的种群数量变化(羽化后 5 d 将饥饿胁迫下的有翅棉蚜与无翅棉蚜分别接在新鲜的培养基内,每皿 20 头,每天分别统计种群数量变化,1~4 d 为饥饿胁迫时间;5~8 d 为恢复取食时间)。

1.3 数据分析

采用统计软件 SPSS 17.0 进行数据分析。同一时间处理的鲜质量、干质量、含水量以及不同生化物质含量采用独立样本 *t* 检验进行差异显著性比较($\alpha=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 饥饿胁迫对有翅与无翅棉蚜鲜质量的影响

由图 1 可知,有翅棉蚜饥饿组的鲜质量均低于同一时间的取食组,羽化后 2 d($P=0.025$)和 4 d($P=0.034$)达到显著差异,在羽化后 3 d 达到极显著差异水平($P=0.002$)。持续饥饿期间鲜质量在 1.40~2.07 mg/20 头范围之间波动,整体呈下降趋势;持续取食期间鲜质量在 1.63~2.07 mg/20 头范

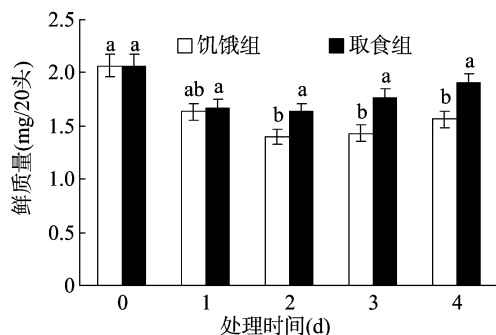


图1 饥饿胁迫下棉蚜有翅成蚜鲜质量的测定

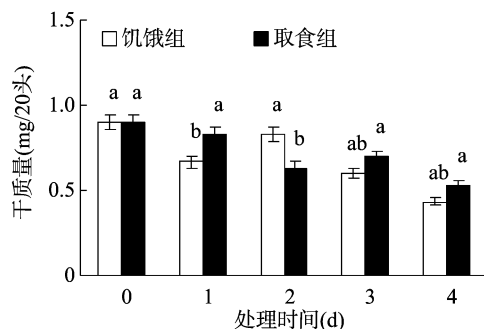


图4 饥饿胁迫下棉蚜无翅成蚜干质量的测定

围之间波动,整体呈上升趋势。

由图2可知,无翅棉蚜饥饿组的鲜质量在羽化后2、3、4 d均低于同一时间的取食组,羽化后3 d ($P=0.032$)和4 d ($P=0.047$)达到显著差异水平。持续饥饿期间鲜质量在1.43~1.67 mg/20头范围之间波动,整体呈现下降趋势;持续取食期间鲜质量在1.47~1.70 mg/20头范围之间波动,整体呈现上升趋势。

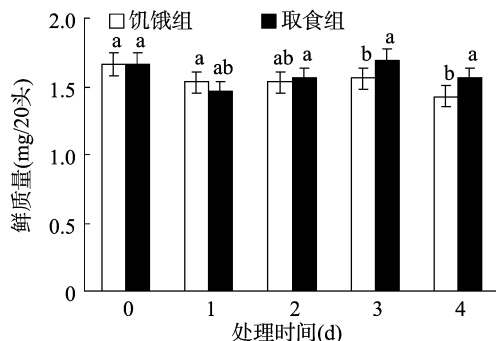


图2 饥饿胁迫下棉蚜无翅成蚜鲜质量的测定

2.2 饥饿胁迫对有翅与无翅棉蚜干质量的影响

由图3可知,有翅棉蚜饥饿组的干质量在羽化后2、3、4 d均低于同一时间的取食组,羽化后3 d ($P=0.039$)和4 d ($P=0.034$)达到显著差异水平。持续饥饿期间干质量在0.57~1.10 mg/20头范围之间波动,整体呈下降趋势;持续取食期间干质量在0.90~1.10 mg/20头范围之间波动,整体呈先升后降趋势。

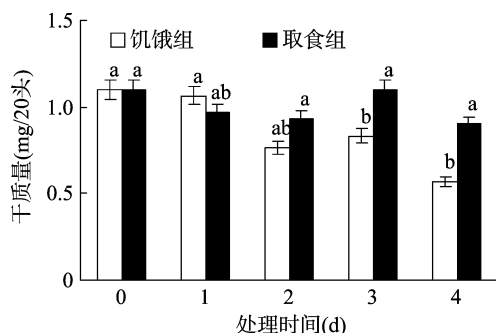


图3 饥饿胁迫下棉蚜有翅成蚜干质量的测定

由图4可知,无翅棉蚜饥饿组的干质量在羽化后1、3、4 d均低于同一时间的取食组,羽化1 d ($P=0.024$)和2 d ($P=0.013$)达到显著差异水平。持续饥饿期间干质量在0.43~0.90 mg/20头范围之间波动,整体呈下降趋势;持续取食期

间干质量在0.53~0.90 mg/20头范围之间波动,整体呈下降趋势。

2.3 饥饿胁迫对有翅与无翅棉蚜含水量的影响

由图5可知,有翅棉蚜饥饿组的含水量在羽化后1、2、3 d均高于同一时间的取食组,羽化后1 d ($P=0.016$)达到显著差异水平。持续饥饿期间含水量在0.67~1.00 mg/20头范围之间波动,整体呈上升趋势;持续取食期间含水量在0.57~1.00 mg/20头范围之间波动,整体呈先下降再上升趋势。

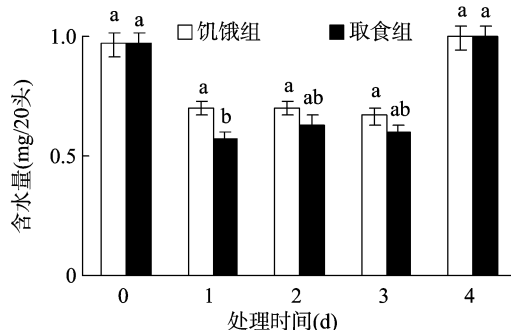


图5 饥饿胁迫下棉蚜有翅成蚜含水量的测定

由图6可知,无翅棉蚜饥饿组的含水量在羽化后2、3、4 d均高于同时间的取食组,羽化后1 d ($P=0.047$)和2 d ($P=0.032$)达到显著差异。持续饥饿期间含水量在0.63~1.03 mg/20头范围之间波动,整体呈上升趋势;持续取食期间含水量在0.70~1.00 mg/20头范围之间波动,整体呈上升趋势。

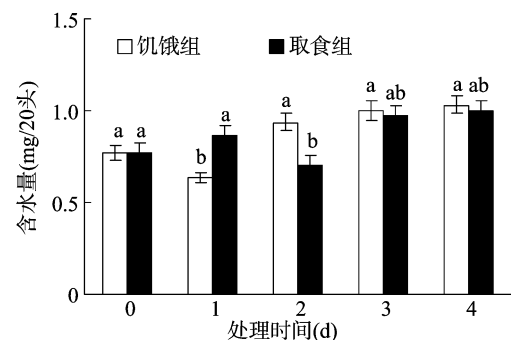


图6 饥饿胁迫下棉蚜无翅成蚜含水量的测定

2.4 饥饿胁迫对有翅与无翅棉蚜可溶性糖含量的影响

由图7可知,有翅棉蚜饥饿组的可溶性糖含量在羽化后1、2 d均低于同时间的取食组,而在羽化后3、4 d均高于取食组。羽化后1 d ($P=0.003$)和羽化后2 d ($P=0.008$)达到极

显著差异水平。持续饥饿期间可溶性糖含量在 11.21 ~ 17.75 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 范围之间波动,整体呈上升趋势;持续取食期间可溶性糖含量在 13.67 ~ 17.79 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 范围之间波动,整体呈下降趋势。

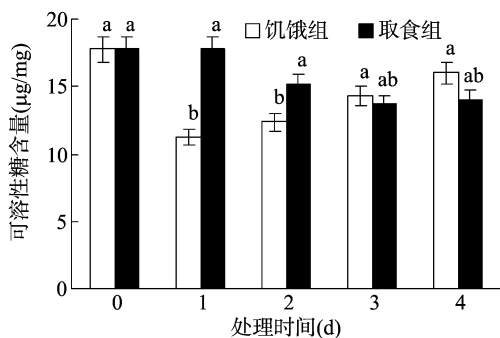


图7 饥饿胁迫下棉蚜有翅成蚜可溶性糖含量的测定

由图 8 可知,无翅棉蚜饥饿组的可溶性糖含量在羽化后 1、2、4 d 均低于同时的取食组,而在羽化后 3 d 高于取食组。羽化后 2 d ($P=0.023$) 达到显著差异水平。持续饥饿期间可溶性糖含量在 8.37 ~ 13.72 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 范围之间波动,整体呈上升趋势;持续取食期间可溶性糖含量在 8.91 ~ 13.72 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 范围之间波动,整体呈上升趋势。

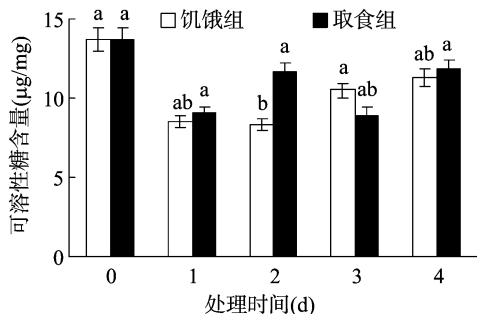


图8 饥饿胁迫下棉蚜无翅成蚜可溶性糖含量的测定

2.5 饥饿胁迫对有翅与无翅棉蚜总脂含量的影响

由图 9 可知,有翅棉蚜饥饿组的总脂含量在羽化后 1、2、3、4 d 均低于同时的取食组。羽化后 1 d ($P=0.001$)、2 d ($P=0.005$)、3 d ($P=0.002$) 达到极显著差异水平,羽化后 4 d ($P=0.019$) 达到显著差异水平。持续饥饿期间总脂含量在 19.18 ~ 28.95 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 范围之间波动,整体呈上升趋势;持续取食期间总脂含量在 28.31 ~ 32.23 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 范围之间波动,整体呈平稳趋势。

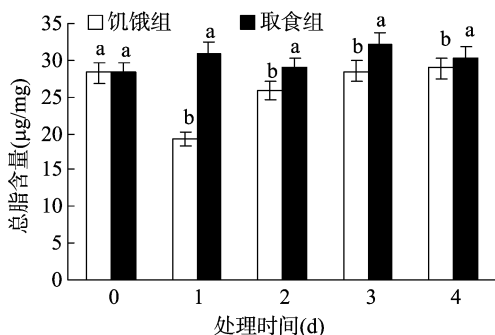


图9 饥饿胁迫下棉蚜有翅成蚜总脂含量的测定

由图 10 可知,无翅棉蚜饥饿组的总脂含量在羽化后 1、2、3、4 d 均低于同一时间的取食组。羽化后 1 d ($P=0.001$)、2 d ($P=0.001$) 达到极显著差异水平,羽化后 4 d ($P=0.017$) 达到显著差异水平。持续饥饿期间总脂含量在 15.24 ~ 27.16 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 范围之间波动,整体呈上升趋势;持续取食期间总脂含量在 26.70 ~ 29.45 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 范围之间波动,整体呈平稳趋势。

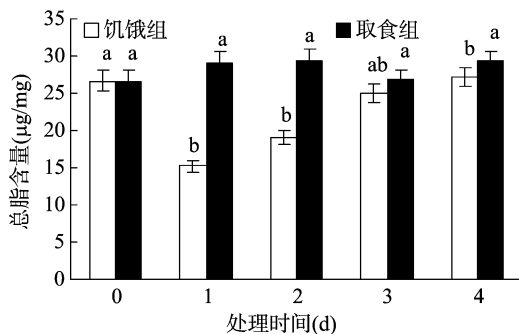


图10 饥饿胁迫下棉蚜无翅成蚜总脂含量的测定

2.6 饥饿胁迫对有翅与无翅棉蚜可溶性蛋白质含量的影响

由图 11 可知,有翅棉蚜饥饿组的可溶性蛋白质含量在羽化后 1、2 d 均低于同一时间的取食组,羽化后 3 d 饥饿组和取食组相等,羽化后 4 d 饥饿组高于取食组。羽化后 1 d ($P=0.001$) 达到极显著差异水平,羽化后 4 d ($P=0.021$) 达到显著差异水平。持续饥饿期间可溶性蛋白质含量在 12.52 ~ 19.29 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 范围之间波动,整体呈先上升后下降趋势;持续取食期间可溶性蛋白质含量在 13.77 ~ 19.29 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 范围之间波动,整体呈下降趋势。

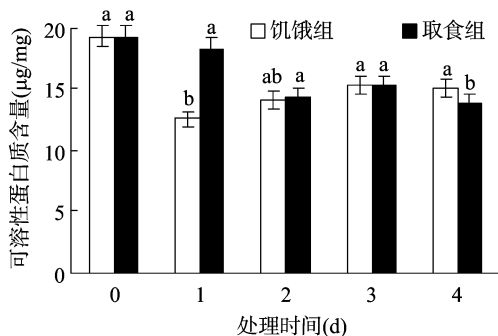


图11 饥饿胁迫下棉蚜有翅成蚜可溶性蛋白质含量的测定

由图 12 可知,无翅棉蚜饥饿组的可溶性蛋白质含量在羽化后 1、2、3、4 d 均低于同一时间的取食组。羽化后 1 d ($P=0.001$) 达到极显著差异水平,羽化后 3 d ($P=0.018$) 达到显著差异水平。持续饥饿期间可溶性蛋白质含量在 14.83 ~ 19.49 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 范围之间波动,整体呈上升趋势;持续取食期间可溶性蛋白质含量在 15.21 ~ 19.49 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 范围之间波动,整体呈下降趋势。

2.7 饥饿胁迫下有翅与无翅棉蚜种群数量变化趋势

由图 13 可知,有翅棉蚜在饥饿胁迫下到恢复取食阶段的种群数量均高于无翅棉蚜。在饥饿胁迫 3 d 时,两者种群数量相差达到最大;在恢复取食阶段 8 d 时,两者种群数量相差最大。说明有翅棉蚜较无翅棉蚜更能适应外界的不良环境。

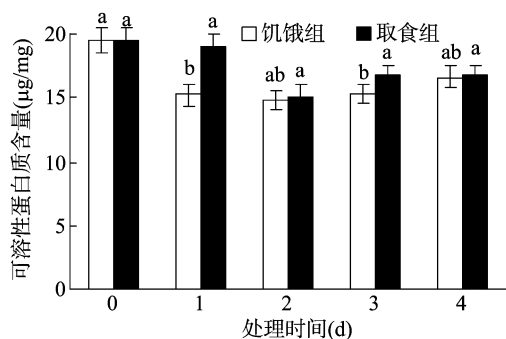


图12 饥饿胁迫下棉蚜无翅成蚜可溶性蛋白质含量的测定

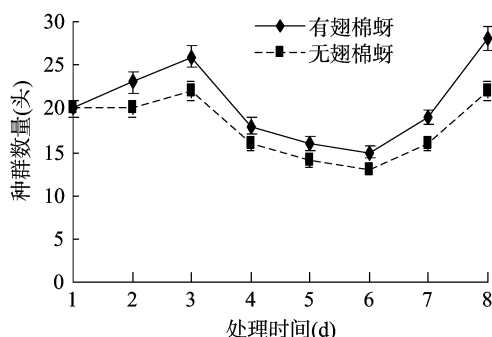


图13 饥饿胁迫到恢复取食棉蚜种群数量变化

3 结论与讨论

棉蚜有翅成蚜饥饿组的含水量均高于同一处理时间(除0、4 d外)的取食组,并在羽化后1 d达到显著差异。饥饿组棉蚜无翅成蚜的含水量在2、3、4 d均高于同一处理时间的取食组,并在1、2 d达到显著差异水平。这些结果可能与棉蚜在饥饿期间吸收大量水分以及糖类、脂类的消耗代谢产生的水分有关。这与 Marron 等报道的在饥饿期间较高的含水量有利于昆虫存活的结果^[9]一致。

棉蚜有翅成蚜饥饿组的可溶性糖含量随着处理时间的增加,取食组的可溶性糖含量整体呈下降趋势,而饥饿组的可溶性糖含量整体呈上升趋势,在处理1、2 d时达到极显著差异水平,这与 Satake 等报道的飞蝗家蚕和非洲果甲虫在饥饿期间血淋巴中碳水化合物水平降低的结果^[10]一致。

棉蚜有翅成蚜和无翅成蚜饥饿组的总脂含量随处理时间的增加均低于取食组,有翅成蚜的总脂含量在处理1、2、3 d达到极显著差异水平,无翅成蚜的总脂含量在1、2 d达到极显著差异水平,均在4 d达到显著差异水平,这与 Ziegler 报道的饥饿烟草天蛾脂肪体中脂类含量降低而血淋巴中脂类浓度升高的结果^[3]一致。

棉蚜有翅成蚜和无翅成蚜取食组的可溶性蛋白质含量随饥饿处理时间的增加均呈下降趋势,有翅成蚜和无翅成蚜饥饿组的可溶性蛋白质含量整体上低于取食组的蛋白质含量,这与 Lim 等报道的饥饿稻蝗血淋巴、脂肪体和卵巢中蛋白质明显低于取食个体的结果^[11]一致。

有翅棉蚜体内的可溶性糖含量与总脂含量整体高于无翅

棉蚜,而无翅棉蚜中的可溶性蛋白质含量高于有翅棉蚜,这可能是有翅棉蚜要为迁飞做准备,体内储备了大量的脂类和糖类,而无翅棉蚜中的可溶性蛋白质是为种群的繁殖做充分的准备,这与赵吕权等报道的丽斗蟋翅二型成虫在飞行与繁殖发育间的能源物质分配差异中所得到的结果^[12]一致。棉蚜羽化后,有翅棉蚜体内的总脂含量高于可溶性蛋白质含量,这与赵吕权等报道的丽斗蟋长翅个体羽化后,飞行肌内总脂含量显著多于蛋白质与糖原的含量,说明丽斗蟋飞行能量主要来源于总脂的结果^[12]一致。在饥饿胁迫下,棉蚜体内的可溶性糖、总脂、可溶性蛋白质含量都是随着饥饿持续时间的增加先降低后有所升高,这是通过棉蚜自身物质能量的综合代谢来达到适应短期饥饿胁迫的目的。饥饿胁迫到恢复取食的这段时间,有翅棉蚜的种群数量均高于无翅棉蚜,这说明在田间有翅棉蚜的大量发生是导致棉花产量下降的主要原因。

参考文献:

- [1] 冯志超,王永安,程国荣. 新疆北部棉区棉蚜大发生原因及综合防治[J]. 新疆农业科学,2005,42(4):265-268.
- [2] 刘向东,张孝羲,翟保平. 南京地区棉蚜的飞行活动节律及其飞行能力[J]. 昆虫学报,2003,46(4):489-493.
- [3] Ziegler R. Changes in lipid and carbohydrate metabolism during starvation in adult *Manduca sexta* [J]. Journal of Comparative Physiology B,1991,161(2):125-31.
- [4] Leather S R, Ward S A, Dixon A F G. The effect of nutrient stress on life history parameters of the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop [J]. Oecologia,1983,57(1/2):156-157.
- [5] Xu X L, He S Q, Wu J X. The effect of starvation and subsequent feeding on the reproductive potential of the grain aphid, *Sitobion avenae* [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata,2012,144(3):294-300.
- [6] Arrese E L, Soulagès J L. Insect fat body: energy, metabolism, and regulation [J]. Annual Review of Entomology,2010,55:207-225.
- [7] Auerswald L, Gäde G. Metabolic changes in the African fruit beetle, *Pachnoda sinuata*, during starvation [J]. Journal of Insect Physiology,2000,46(3):343-351.
- [8] 宋南. 营养和生殖状况对棉铃虫齿唇姬蜂体内主要代谢物质的影响[D]. 郑州:河南农业大学,2006:25-29.
- [9] Marron M T, Markow T A, Kain K J, et al. Effects of starvation and desiccation on energy metabolism in desert and mesic *Drosophila* [J]. Journal of Insect Physiology,2003,49(3):261-270.
- [10] Satake S I, Kawabe Y, Mizoguchi A. Carbohydrate metabolism during starvation in the silkworm *Bombyx mori* [J]. Archives of Insect Biochemistry and Physiology,2000,44(2):90-98.
- [11] Lim S J, Lee S S. The effect of starvation on haemolymph metabolites, fat body and ovarian development in *Oxya japonica*, (Acrididae: Orthoptera) [J]. Journal of Insect Physiology,1981,27(2):93-96.
- [12] 赵吕权,朱道弘,曾杨. 丽斗蟋翅二型雌虫飞行肌和卵巢发育间的资源分配差异[J]. 昆虫学报,2012,55(9):1037-1045.