

我国法医昆虫大头金蝇的研究进展

吴少英¹, 胡萌², 汤清波¹

1 河南农业大学昆虫系, 河南 郑州 450002; 2 铁道警官高等专科学校 公安技术系, 河南 郑州 450052

摘要: 大头金蝇属于节肢动物门有颚亚门昆虫纲双翅目、丽蝇科、金蝇亚科、金蝇属, 属嗜尸性昆虫, 是重要的法医昆虫、资源昆虫和媒介昆虫。现就国内外关于大头金蝇的饲养、生物学特性、实验生态学、防治和应用等方面的研究进行概述, 并探讨大头金蝇的研究方向, 以期为进一步研究大头金蝇提供帮助。

关键词: 大头金蝇; 生物学; 法医昆虫学; 资源昆虫; 研究进展

中图分类号: R384.2 文献标志码: A 文章编号: 1003-4692(2012)04-0370-04

Advances in research on *Chrysomya megacephala* (Fabricius) in China

WU Shao-ying¹, HU Meng², TANG Qing-bo¹

1 Desaleofficialt of Entomology, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, Henan Province, China; 2 Department of Public Security Technology, Railway Officer College, Zhengzhou 450052, Henan Province, China

Corresponding author: HU Meng, Email: humeng310@163.com

Supported by the Project of Natural Science Research in Henan Province (No. 2009B180009)

Abstract: *Chrysomya megacephala* (Fabricius) belong to Diptera, Calliphoridae, Chrysomyinae, *Chrysomya*, commonly known as Oriental toilet fly. It is one of the important forensic insects, resource insects and vector insects. This article summarizes the biological features, experimental ecology and feeding of *C. megacephala* (Fabricius) and its control measures and application. The focus of research in this field is discussed to guide further study in the future.

Key words: *Chrysomya megacephala*; Biology; Forensic entomology; Resource entomology; Research advance

大头金蝇(*Chrysomya megacephala*)属于双翅目(Diptera)、丽蝇科(Calliphoridae)、金蝇亚科(Chrysomyinae)、金蝇属(*Chrysomya*)^[1],呈世界性分布,起源于东南亚^[2],现主要分布于日本、越南、朝鲜半岛、马来西亚、菲律宾、孟加拉国、印度尼西亚、夏威夷及南美,在东洋区极其普遍。在我国很多省份都有分布^[3]。大头金蝇有害的方面:该蝇是常见的医学媒介昆虫,能传播多种病原微生物,其幼虫具有嗜尸性,可在人体腐烂的伤口内产卵生长或寄生在人体五官、消化道和伤口等不同感染部位,引起人体的鼻蝇蛆病、消化道蝇蛆病等^[4];亦可引起多种牲畜和禽类的蝇蛆病,对畜牧业造成极大威胁。大头金蝇有益的方面:其嗜尸性特点,在法医昆虫学领域对于法医推断死亡时间(postmortem interval, PMI)等有较强的应用价值。此外,该蝇幼虫具有丰富的营养物质,其应用有待于进一步开发。

1 大头金蝇的饲养研究

因不同饲料对蝇的生长发育影响不同,为提高饲养效果,国内已有不少饲养蝇类的相关研究报道。大头金蝇和丝光绿蝇(*Lucilia sericata*)同属嗜尸类昆虫,关于丝光绿蝇的研究国内外报道很多,而大头金蝇的研究却鲜有报道。Daniels等^[5]以酵

母、琼脂和马血等为原料配制丝光绿蝇幼虫期饲料,用于研究大头金蝇幼虫饲料各组分配比的变化与丝光绿蝇幼虫生长发育之间的关系, Sherman和My-Tien Tran^[6]用肝、胰蛋白酶和啤酒酵母为原料,用以饲养丝光绿蝇的幼虫。许兵红等^[7-9]研究了不同饲料对丝光绿蝇的羽化率、成虫产卵的影响,在丝光绿蝇的幼虫饲料中添加鱼粉对其进行室内连续饲养,产卵量大于麦麸组,说明鱼粉饲料有利于丝光绿蝇的发育与繁殖,夏邦颖^[10]研究了蜂王浆对家蝇生殖力的影响,大头金蝇的幼虫主要是用动物器官进行饲养;王俊刚等^[11-12]分别研究了花粉、蜂蜜、奶粉和糖对大头金蝇成虫生殖力的影响;王争艳和莫建初^[13]对大头金蝇的产卵基质选择行为进行了研究。大头金蝇室内规模化饲养还在不断的探索中。

2 生物学研究

2.1 温度对大头金蝇的影响 大头金蝇成虫体长 8.0~11.0 mm, 蛹的羽化通常在夜间,羽化高峰在 21:00—24:00,其自然羽化率可达 44.67%^[14], 4~5 d 后达性成熟,并开始交配,大头金蝇的雌虫交配 3~5 d 后开始产卵,每雌蝇平均产卵 3.5 次,每雌蝇每次平均产卵 210 粒左右,产卵时间在 13:00—22:00,产卵高峰期在 21:00—22:00,卵常产于食物的凹缝及凹痕中。大头金蝇在尸体上的产卵位置一般是自然孔口和伤口处^[15]。该虫在室内连续饲养,各代生物学特性相对稳定,各虫态发育时间可随温度升高而呈缩短趋势。卵期:杭州种群在 18℃条

基金项目:河南省教育厅自然科学研究计划项目(2009B180009)

作者简介:吴少英(1980-),女,博士,讲师,主要从事昆虫分子生物学研究。Email: wswsy6000@163.com

通讯作者:胡萌, Email: humeng310@163.com

件下,为1.33 d,在33℃条件下,则缩短为0.46 d。幼虫期共3龄:杭州种群在18和33℃时,虫体发育历期分别是13.13 d和3.46 d^[3]。第3龄时,体长、虫体质量随着饲养密度的增加而变短。因此推断,种内密度对大头金蝇的生长可能存在一定的负效应^[16]。蛹期:杭州蝇种在18和33℃时,发育历期分别是12 d和4 d。化蛹率可明显受化蛹场所基质及其含水量的影响。Gabre等^[17]研究了大头金蝇的生命表,在实验室26℃,相对湿度60%~70%的条件下,内禀增殖率(r)、有限增长率(λ)、净增殖率(R_0)、平均世代时间(T)分别为0.2182、1.2438、91.7、20.7 d,生命期望值为32 d。

2.2 饲料对大头金蝇的影响 食物种类和质量可影响蝇类的生长发育、存活和繁殖,从而影响蝇类的种群密度。大头金蝇幼虫主要生长在死亡的牲畜(猪、兔、鸡等)体表和体内,而成虫则用蜂蜜、糖、奶粉等不同的材料。王俊刚等^[12]研究不同饲料对大头金蝇生殖力的影响,在25℃下,该蝇成蝇取食油菜花粉、奶粉、白砂糖、蜂蜜、白砂糖+油菜花粉,其个体死亡50%所需时间分别为15、13、90、70、50 d;雌蝇平均寿命分别为13.0、17.4、74.7、54.3、45.4 d;产卵期分别为1.9、1.5、38.4、40.9、29.7 d;平均产卵量为2.9、1.8、717.1、439.0、513.9粒。平均寿命、产卵期、产卵量最高水平均出现在饲喂白砂糖、蜂蜜、白砂糖+油菜花粉,三者比较差异无统计学意义,但与油菜花粉、奶粉比较差异有统计学意义。大头金蝇雌雄成虫间的寿命稍有不同,在人工饲养大头金蝇成蝇时添加适量糖可提高其生殖力。王争艳和莫建初^[13]研究大头金蝇的产卵基质选择行为,结果对3种基质麦麸、瘦肉和鱼粉进行产卵选择时,该蝇仅在瘦肉上产卵;在双向气味选择的嗅觉仪实验中,当以麦麸为对照时,大头金蝇雌雄蝇都选择向瘦肉定位飞行。

3 诱集及防治研究

靳增军等^[18]使用腐鱼肠饵法和糖醋饵法诱集蝇类,使用腐鱼肠饵法诱集的优势蝇种为大头金蝇和丝光绿蝇,分别占34.4%和26.63%。刘阳等^[19]用腐烂鱼肠鱼鳃、红糖食醋以及腐败鸡蛋3种诱饵诱集的蝇种区别不明显,诱集个体数量上按多少排列依次为腐烂鱼肠鱼鳃饵、腐败鸡蛋饵、红糖食醋饵,分别占捕蝇总数的66.99%、32.07%和0.94%;不同诱饵诱集的优势种差别较大,腐烂鱼肠鱼鳃饵诱集的优势种为大头金蝇和家蝇(*Musca domestica*),红糖食醋饵为铜绿蝇(*Lucilia cuprina*),腐败鸡蛋饵为大头金蝇和瘦叶带绿蝇(*Hemipyrellia ligurriens*)。目前对嗜尸类昆虫的防治方法主要采用化学药剂驱除,针对大头金蝇的防治研究还比较少。周书凯和谢卫颖^[20]研究发现效顺反氯氰菊酯在光面墙体和多孔墙体对大头金蝇的毒杀效果不同,多孔的墙体效果优于光面墙体。将14种常用农药对大头金蝇的毒性进行测定,甲胺磷、乐斯本、三唑磷、氧化乐果、敌杀死、叶蝉散等杀虫剂对大头金蝇的毒性极高,尤以前4种有机磷杀虫剂毒性最大,处理8 min,毒效均为100%^[21];沈立荣等^[22]将9种植物精油对大头金蝇的杀卵活性进行测定,其中肉桂、丁香、八角茴香3种植物精油较为有效,以肉桂油的毒力最强。通过GC/MS成分分析,从肉桂油检出主要成分桂皮醛占92.33%。合成桂皮醛(含量97.33%)的毒力为0.281 mg/ml,表明桂皮醛是肉桂油的主要杀卵活性成分,

可替代肉桂油作为害蝇杀卵剂利用。对大头金蝇的防治还在进一步研究中。

4 应用研究

4.1 法医学领域 法医昆虫学是一门法医学和昆虫学相交叉的学科,是应用昆虫学及其他自然科学的理论与技术,研究并解决法律实践中有关昆虫问题的学科^[1]。法医昆虫学主要研究内容是尸体内部、表面以及附近的昆虫标本,通过对昆虫的检验鉴定,进一步明确昆虫的种类,并确定某一昆虫生长发育状态。在法医学实际工作中,根据昆虫在尸体上的生态群落演替,对于推断PMI、死亡方式(manner of death)、死亡地点(place of death)^[3],揭露事实真相,打击犯罪提供科学依据。

在我国长江流域地区,大头金蝇是首先发现并到达尸体产卵的蝇类之一,其蝇种鉴定和蝇类幼虫生长发育规律的研究对推断死亡时间有重要作用^[23]。从形态学上,自然条件下大头金蝇的卵、幼虫、蛹和成虫发育速度和有效积温的关系可用于死者死亡时间的推断。幼虫期,在16、20、24、28、32℃温度下,饲养大头金蝇幼虫并定期取样,显微镜下观察其幼虫期形态变化,后气门形态、表皮和消化道等随时间而发生规律性的变化,此变化可作为幼虫日龄的标志,据此将幼虫期划分为8个阶段。不同温度下到达上述各阶段的时间不同,低温下需要时间长,高温下需要时间短。蛹期:在16、20、24、28、32℃温度下,饲养大头金蝇蛹的形态并定期取样、解剖,显微镜下观察其体表形态变化,大头金蝇蛹期可划分为7个阶段^[24-27]。赵博等^[28]采用形态观察与图像分析相结合的方法对大头金蝇幼虫前气门、后气门、头咽骨进行研究,筛选适合日龄推断的指标。发现尸食性蝇类幼虫前气门、后气门、头咽骨均随着时间的延长发生规律性的变化,其中,咽骨的骨化面积、平均光密度,后气门的平均光密度是最理想的判断幼虫日龄的指标,为法医昆虫学实际工作中精确推断死后间隔时间提供了重要的指导意义。

随着分子生物学技术的不断发展,其鉴定范围不断扩展。近年来,国内也有不少学者将这一技术应用于蝇的DNA提取,不同区域不同种类基因序列差异性比较等研究,为法医学鉴定提供有效证据。王新杰等^[29]对潍坊地区的大头金蝇、丝光绿蝇和棕尾别麻蝇(*Boettcherisca peregrine*)等6种蝇类的线粒体DNA的CO I区序列进行比较研究,发现大头金蝇与其它5种蝇类的核苷酸差异数分别为22、32、35、35、37。李凯^[30]对杭州地区6种常见尸食性蝇类的CO II序列进行研究,结果表明,大头金蝇与其它种类的序列差异范围在9.8~15.4。明确了CO I和CO II可以作为生物鉴定DNA靶标作用。陈瑶清等^[31]对常见嗜尸性昆虫线粒体DNA提取方法进行比较,十六烷基三甲基溴化铵(cetyl triethyl ammonium bromide, CTAB)法、十二烷基硫酸钠醋酸钠(sodium dodecyl sulfate-potassium acetate, SDS-KAc)法和十二烷基硫酸钠-蛋白酶K(sodium dodecyl sulfate-protein K, SDS-PK)法对法医学常见嗜尸性昆虫线粒体DNA的提取效果,结果3种方法均能成功提取嗜尸性昆虫的mDNA,SDS-PK法提取效果最好,CTAB法对陈旧性样本提取效果优于另两种方法,SDS-KAc法对各类样本的提取效果相近。尹晓宏和王江峰^[32]对嗜尸性蝇类干样本DNA提取方法进行改良,采用树脂结合蛋白酶

法,并对样本的浸泡和蛋白酶消化的温度进行优化,可以快速、稳定地从嗜尸性蝇类干样本中提取DNA。

4.2 营养成分研究 大头金蝇幼虫、蛹、成虫干粉水分含量分别是6.83%、2.07%和3.70%,干体粗蛋白含量分别为63.72%、76.81%和70.54%,粗脂肪分别为16.43%、12.82%和7.23%。蛋白质中氨基酸总量百分比分别为56.39%、55.61%和59.12%,其中必需氨基酸占氨基酸总量(E%)的48.34%、53.08%和43.91%,必需氨基酸与非必需氨基酸之比(E/N)分别为0.94、1.13和0.81,E/T为3.22、3.54和2.93。大头金蝇幼虫、蛹、成虫不饱和脂肪酸占总脂肪酸含量依次是68.12%、61.97%和65.93%。含有人和动物所必需的常量和微量元素,但未检测到有毒重金属镉(Cd)、铅(Pb)^[33]。大头金蝇与鱼粉、舍蝇幼虫、柞蚕蛹相比,营养成分指标较高,是优质的食用及饲用昆虫,开发利用前景十分可观。

4.3 医药资源型昆虫 雷朝亮和钟昌珍^[34]最早报道蝇蛆具有降血脂的作用,蝇蛆几丁糖能显著降低大鼠血清总胆固醇(TC)和甘油三酯(TG)水平。黄义等^[35]将几丁低聚糖加工制成咀嚼片,对其调节血脂作用及安全性进行了研究和评价。赵福等^[36]研究结果证实大头金蝇幼虫油脂有降血脂的效果,3种不同剂量的大头金蝇幼虫油脂灌喂小鼠后都能不同程度地改善小鼠的血脂水平,降低其TG和TC,并能提高血清高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)的含量。徐水祥等^[37]研究大头金蝇蛆提取物对白血病和肺癌细胞的抑制作用,采用MTT比色法对大头金蝇蛆干粉提取物不饱和脂肪酸、粗脂肪和蝇蛆干粉分别做体外抑瘤试验,观察到不饱和脂肪酸、粗脂肪和蝇蛆干粉分别对人原髓细胞白血病有明显的增殖抑制作用;该剂量对人肺腺癌A 549细胞的增殖抑制率为(97.0±0.5)%。中药的五谷虫为大头金蝇的干燥幼虫,有清热解毒、消积滞的功能。

4.4 传粉型昆虫 大头金蝇由于其身体较小,能在花序上自由爬动,用其舔吸式口器舔食花蜜。当大头金蝇舔食花蜜时,其尾部产卵器刚好与雄蕊的花药相接触,大量的花粉黏附于腹部的毛和产卵器上。大头金蝇的访花时间很短仅为3~5 s,舔食完花盘上的花蜜后飞向另一朵花,腹部接触柱头时刚好为其授粉^[38]。在我国台湾和华南地区,大头金蝇是重要的水果芒果传粉昆虫,其数量占采粉蝇类的80%~90%,有时高达95%以上。如油菜在大头金蝇授粉、人工授粉、蜜蜂授粉3种方式下,授粉效果之间差异无统计学意义,因此大头金蝇可以替代蜜蜂应用于农业生产中,但大头金蝇授粉与家蝇授粉差异有统计学意义,释放期也是大头金蝇授粉的一个关键^[39-41]。

4.5 疾病媒介型昆虫 大头金蝇是一种重要的疾病传播昆虫,不仅可以通过叮咬直接污染食物,还能通过多种途径传播病原微生物,如肠道细菌、病毒等,引发伤寒、痢疾、霍乱等传染病。幼虫可以导致哺乳动物甚至人类蝇蛆病,具有很大的危害性^[4]。随着全球气候变暖,生态环境的不断改变,病媒生物种类、密度和分布等发生了新的变化,引发的生物性传染病范围扩大、发生频率和强度增加。

5 讨论

大头金蝇是一种常见的法医昆虫、媒介昆虫、传粉昆虫和资源昆虫,分布广泛,目前国内外对其研究报道主要集中在生

物学、饲养方法、实验生态学、法医学意义、抗菌物质的诱导等方面^[42-43]。大头金蝇作为一种自然资源,是一种有较高开发潜力的昆虫,目前对其探索和研究还仅仅是拉开了序幕,对于该蝇的法医学应用、生长繁殖和实际应用等方面还有待于进一步深入研究。

首先,大头金蝇作为一种重要的嗜尸性蝇类,对于法医鉴定推断腐败尸体的死亡时间具有重要意义。其种类鉴定主要依据形态学和分子生物学DNA鉴定。形态学方面根据大头金蝇的生长发育过程,应进一步量化明确法医学鉴定中使用的确切日龄指标,如幼虫的体长、体重、龄期、发育形态、表皮碳水化合物等表征^[44]。由于实际工作中现场环境多变,对于实地勘查腐败尸体中的大头金蝇种类鉴定采用形态学方法往往会受到诸多限制,分子生物学中DNA技术发展迅速,应逐步将DNA技术应用到大头金蝇的基因鉴定中来,解决卵、低龄幼虫和蛹的鉴定问题,以及不同地区的同种蝇类在基因序列上可能存在的差异,为死亡地点、死亡时间的推断提供有效依据。其次,在大头金蝇大量繁殖方面,该蝇是优质的食用及饲用昆虫,有一定的实际应用价值,其开发利用前景广泛,但如何探索最佳温度、湿度、光照等环境条件,大量繁殖,实现产业化生产,还有待于进一步研究探讨。对于大头金蝇的实际应用方面,该蝇幼虫油脂能否有效提取,能否有效降血脂作用有待研究。大头金蝇蛆提取物对白血病和肺癌细胞的抑制作用有初步实验室效果,但是否在临床有较好的疗效,还需要科研工作者进行相关的研究。

参考文献

- [1] 冯炎. 四川西部丽蝇科4种昼夜活动节律的研究[J]. 华东昆虫学报, 2007, 16(2): 105-112, 155.
- [2] Welis JD. *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) has reached the Continental United States; Review of its biology, pest status, and spread around the world[J]. J Med Entomol, 1991, 28(3): 471-473.
- [3] 胡萃, 阎建雄. 法医昆虫学[M]. 重庆: 重庆出版社, 1999: 153-160.
- [4] 韩玉敏, 禹卉. 大头金蝇幼虫致肠蝇蛆症一例[J]. 中国寄生虫病防治杂志, 1989, 增刊2: 89.
- [5] Daniels S, Simkiss K, Smith RH. A simple larval diet for populations studies on the blowfly *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae)[J]. Med Vet Entomol, 1991, 5(3): 283-292.
- [6] Sherman RA, My-Tien Tran JM. A simple sterile food source for rearing the larvae of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) [J]. Med Vet Entomol, 1995, 9(4): 393-398.
- [7] 许兵红, 陈正跃, 艾玉川, 等. 丝光绿蝇饲养的初步研究[J]. 新乡医学院学报, 1999, 16(1): 30-31.
- [8] 许兵红, 艾予川, 王玉庭, 等. 丝光绿蝇幼虫饲料改进[J]. 医学动物防制, 2001, 17(3): 113-115.
- [9] 许兵红, 艾予川, 郑斌, 等. 丝光绿蝇室内饲养方法的改进[J]. 中国寄生虫病防治杂志, 2002, 15(3): 插1, 插7.
- [10] 夏邦颖. 王浆对家蝇(*Musca domestica*)生殖力的影响[J]. 昆虫学报, 1964, 13(3): 13-16.
- [11] 王俊刚, 赵福, 雷朝亮. 不同饲料对大头金蝇生殖力的影响[J]. 昆虫知识, 2006, 43(2): 223-225.
- [12] 王俊刚, 赵福, 雷朝亮, 等. 糖对大头金蝇生殖力的影响[J]. 中国

- 媒介生物学及控制杂志,2005,16(5):348-350.
- [13] 王争艳,莫建初.家蝇和大头金蝇的产卵基质选择行为[J].中国媒介生物学及控制杂志,2010,21(4):309-311.
- [14] 徐友祥.大头金蝇羽化过程的观察研究[J].中国媒介生物学及控制杂志,2002,13(6):435-437.
- [15] 王江峰,胡萃,陈玉川,等.四种常见尸食性蝇类活动与产卵习性[J].法律与医学杂志,2001,8(4):218-224.
- [16] 王俊刚.大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)人工饲养技术及授粉行为学的研究[D].武汉:华中农业大学博士论文,2006.
- [17] Gabre RM, Adham FK, Chi H. Life table of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae) [J]. Acta Oecologica, 2005, 27:179-183.
- [18] 靳增军,王志强,王建蕊,等.2种诱饵诱蝇结果比较分析研究[J].中华卫生杀虫药械,2010,16(2):125-126.
- [19] 刘阳,贾凤龙,梁焯南,等.不同诱饵对蝇类引诱效果探讨[J].中国媒介生物学及控制杂志,2011,22(4):325-328.
- [20] 周书凯,谢卫颖.效顺反氯氰菊酯对大头金蝇杀灭试验[J].医药论坛杂志,2004,25(7):6.
- [21] 韦德卫,王助引,阳明剑,等.14种农药对芒果主要传粉昆虫:大头金蝇的毒效测定[J].广西农业科学,1999,1:10.
- [22] 沈立荣,李红艳,周彦钢,等.9种植物精油对腌肉及咸鱼害虫大头金蝇的杀卵作用[J].应用生态学报,2007,18(10):2343-2346.
- [23] 时燕薇,刘小山,汪海洋,等.大头金蝇的生物学及其在法医昆虫学上的应用[J].中山大学学报:自然科学版,2008,47增刊:70-75.
- [24] 裴广畅,郭娟宁,樊爱英,等.自然条件下大头金蝇的发育速度和有效积温及其法医学应用[J].新乡医学院学报,2008,25(2):187-189.
- [25] 王江峰,胡萃,陈玉川,等.大头金蝇蛹发育形态学用于死亡时间判断的基础研究[J].寄生虫与医学昆虫学报,2001,8(4):232-237.
- [26] 王江峰,胡萃,陈玉川,等.温度对大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)幼虫体长变化的影响[J].寄生虫与医学昆虫学报,2002,9(2):100-105.
- [27] 王江峰,胡萃,陈玉川,等.大头金蝇 *Chrysomya megacephala* 幼虫发育形态学及其在死亡时间推断中的应用探讨[J].寄生虫与医学昆虫学报,2002,9(1):33-38.
- [28] 赵博,王贺,王玲,等.2种尸食性蝇类幼虫形态学变化及在法医学上的意义[J].昆虫知识,2010,47(2):360-367.
- [29] 王新杰,王学海,刁立江,等.潍坊地区6种常见嗜尸性蝇类 mtDNA CO I 区序列研究[J].法医学杂志,2006,22(2):93-94.
- [30] 李凯.尸食性蝇类的分子鉴别及其发育生物化学特征用于死间隔时间推断的基础研究[D].杭州:浙江大学,2006.
- [31] 陈瑶清,郭亚东,李茂枝,等.常见嗜尸性昆虫 mtDNA 提取方法的比较[J].法医学杂志,2011,27(4):265-270.
- [32] 尹晓宏,王江峰.一种嗜尸性蝇类干样本 DNA 提取方法的改良[J].中国法医学杂志,2010,25(4):272-273.
- [33] 赵福,王俊刚,田军鹏,等.大头金蝇营养成分分析[J].昆虫知识,2006,43(5):688-690.
- [34] 雷朝亮,钟昌珍.蝇蛆几丁糖保健功能的评价[J].华中农业大学学报,1998,17(2):117-121.
- [35] 黄义,周兴苗,张长禹,等.蝇蛆几丁低聚糖咀嚼片的调节血脂作用[J].昆虫学报,2005,48(2):314-318.
- [36] 赵福,王俊刚,田军鹏,等.大头金蝇幼虫油脂对小鼠的降血脂作用[J].昆虫学报,2007,50(2):113-117.
- [37] 徐水祥,李跃中,唐靓,等.大头金蝇提取物对白血病细胞和肺癌细胞的抑制作用研究[J].药物生物技术,2008,15(4):286-288.
- [38] 王俊,马玉心,崔大练,等.八角金盘传粉昆虫及其访花行为[J].应用昆虫学报,2011,48(3):764-768.
- [39] Zhao F, Wang JG, Tian JP, et al. Determination of nutritional in *Chrysomya megacephala* [J]. Chin J Entomol, 2006, 43(5):33-38.
- [40] Anderson DL, Sedgley M, Short JRT, et al. Insect pollinators of mango in northern Australia *Mangifera indica*, includes *Apis mellifera* [J]. Aust J Agr Res, 1982, 33(3):541-548.
- [41] Hu T, Len CH, Lee BS. The laboratory rearing and radiation effects of gamma ray on the pupae of *Chrysomya megacephala* (Fabricius) [J]. Chin J Entomol, 1995, 15(1):103-111.
- [42] 袁曦.大头金蝇不同地理种群差异比较研究[J].武汉:华中农业大学硕士论文,2010.
- [43] 余小辉,涂小云.丝光绿蝇研究概况[J].中国媒介生物学及控制杂志,2010,21(4):402-404.
- [44] 兰玲梅,廖志钢,陈瑶清,等.我国法医昆虫学的研究进展[J].法医学杂志,2006,22(6):448-450.

收稿日期:2012-01-20

(上接第363页)

UPT-LF在检测中发光信号的强弱与UCP的含量成正比,因而检测带上的信号也间接反映出被检物含量与上转发光信号的正比关系,利用T/C曲线定量,再用直线方程计算定量,便可实现血清中抗体浓度定量的目的。故UPT-LF具有快速、简便、特异、定量等特性,适用于鼠疫现场快速检测和实验分析。

参考文献

- [1] Qu Q, Zhu Z, Wag Y, et al. Rapid and quantitative detection of Brucella by up-converting phosphor technology-based lateral-flow assay[J]. J Microbiol Methods, 2009, 79(2):121-123.
- [2] Li L, Zhou L, Yu Y, et al. Development of up-converting phosphor technology-based lateral-flow assay for rapidly quantitative detection of hepatitis B surface antibody[J]. Diagn Microbiol Infect Dis, 2009, 63(6):165-172.
- [3] Corstjens PL, van Lieshout L, Zuiderwijk M, et al. Up-converting phosphor technology - based lateral - flow assay for detection of Schistosoma circulating anodic antigen in serum[J]. J Clin Microbiol, 2008, 46(5):171-176.
- [4] Yan Z, Zhou L, Zhao Y, et al. Rapid quantitative detection of *Yersinia pestis* by lateral - flow immunoassay and up - converting phosphor technology - based biosensor [J]. Sens Actuators B Chem, 2006, 119(3):656-663.
- [5] 宋志忠,李蓓,苏丽琼,等.腺鼠疫患者血清抗体谱的研究[J].中国地方病防治杂志,2007,22(5):332-333.
- [6] 周蕾,纪军,杨瑞馥.上转发光技术在快速生物分析中的应用[J].生物技术通报,2003,3(2):20-25.
- [7] 赵永凯,周蕾,黄惠杰,等.基于上转发光技术的生物传感器及其应用[J].光学学报,2005,25(6):841-847.

收稿日期:2012-01-20