



# 七种植食性金龟子雌雄成虫的鉴别方法\*

陈金凤<sup>1\*\*</sup> 曲明静<sup>2</sup> 鞠倩<sup>2</sup> 刘爱民<sup>1\*\*\*</sup>

(1. 安徽师范大学 芜湖 241000; 2. 山东省花生研究所 青岛 266100)

**The method for sex discrimination of seven phytophagous scarab beetles.** CHEN Jin-Feng<sup>1\*\*</sup>, QU Ming-Jing<sup>2</sup>, JU Qian<sup>2</sup>, LIU Ai-Min<sup>1\*\*\*</sup> (1. Anhui Normal University, Wuhu 241000, China; 2. Shandong Peanut Research Institute, Qingdao 266100, China)

**Abstract** The abdominal ends of seven common phytophagous scarab beetles, such as *Holotrichia oblita* Faldermann, *Holotrichia parallela* Motschulsky, *Holotrichia plumbea* Hope, *Anomala corpulenta* Motsch, *Holotrichia titanis* Reitter, *Holotrichia formosana* Moser, *Metabolus flavescens* Brenske were observed carefully with the aid of the microscope (Olympus SZ61) and a quick and accurate method was established to distinguish the sex of beetles without causing any injury to them. As the beetles' abdominal tips were opened, two separate patches of sclerite were seen in female beetles that were absent in males. Conversely, two inversed "V" shape sclerite patches were observed in male beetles but not in females. Compared to the traditional methods, the method described here provided convenient, quick and accurate sexing of seven species of the Melolonthidae and Rutelidae. This method will be helpful for the forecast and control of the beetles in the field and the collection and identification of their sex pheromones.

**Key words** phytophagous scarab beetles, sex, identification, scatheless

**摘 要** 本研究通过对大黑鳃金龟 *Holotrichia oblita* Faldermann、暗黑鳃金龟 *H. parallela* Motschulsky、铅灰齿爪鳃金龟 *H. plumbea* Hope、铜绿丽金龟 *Anomala corpulenta* Motsch、棕色鳃金龟 *H. titanis* Reitter、拟毛黄鳃金龟 *H. formosana* Moser、小黄鳃金龟 *Metabolus flavescens* Brenske 7 种常见植食性金龟子的雌雄腹部末端进行显微观察,建立了一种体外无损伤快速准确鉴别常见植食性金龟子雌雄的方法,即轻掰金龟子腹部末端,雌虫可见两片分离的第九腹板退化而成的瓣状褐色骨片,雄虫则无或呈倒“V”字型阳基侧突粘连骨片。该方法对实验所用的鳃金龟、丽金龟 2 亚科 7 种金龟子均适用,具有较大的广谱性,且与传统方法相比,操作简便迅速、易于掌握,准确率高。此结果对金龟子田间预测预报以及性信息素的分离研究具有重要意义。

**关键词** 植食性金龟子, 雌雄, 鉴别, 无损伤

金龟子是鞘翅目金龟科 Scarabaeoidea 成虫的总称,该类群种类繁多,形态多样,是鞘翅目中最大类群之一<sup>[1]</sup>。其中植食性金龟是农、林、牧、果树生产的大敌,据调查统计,植物地下部分受害的 86% 是由蛴螬危害造成的,其种类约 20 ~ 40 种,常发生者有 10 多种<sup>[2]</sup>。在我国最常见的有大黑鳃金龟 *Holotrichia oblita* Faldermann、暗黑鳃金龟 *H. parallela* Motschulsky、棕色鳃金龟 *H. titanis* Reitter、拟毛

黄鳃金龟 *Holotrichia formosana* Moser 和铜绿丽金龟 *Anomala corpulenta* Motsch 等。因蛴螬在

\* 资助项目:公益性行业科研专项 (nyhyzx07-014)、青岛市公共领域支撑项目 (08-2-1-25-nsh)、山东省农业重大应用技术创新课题 (鲁财农指 [2009] 45 号)、山东省自然科学基金 (2009zrc02070)。

\*\*E-mail: chenjinfeng\_1028@163.com

\*\*\*通讯作者, E-mail: amliu9393@163.com

收稿日期: 2009-10-15, 修回日期: 2010-03-08

地下危害,对药剂施药方法、持效期和农药残留均有很高要求,目前生产上已有的化学药剂很难同时满足上述要求。

多数植食性金龟子傍晚出土取食<sup>[3]</sup>,因此可抓住此时机对成虫进行灭杀来达到消灭幼虫蛰蟥的目的。利用性诱剂来预测虫情,防治成虫已在很多农林害虫中成功应用<sup>[4]</sup>,但在金龟科应用较少,这可能与金龟科种间分类、种内性别区分较难有关。另外雌雄虫的区分对于预测金龟子成虫种群数量,了解其在田间性比、生物学特性等均很重要。

有关鳃金龟亚科 Melolonthinae 和丽金龟亚科 Rutelinae 其他种类金龟子的雌雄鉴别方法已有报道。如根据触角鳃片部大小来区分,通常雄虫鳃片部宽阔长大,雌虫鳃片部短小,如大云鳃金龟 *Polyphylla laticollis* Lewis、小云鳃金龟 *P. gracilicornis* Blanchard、弟兄鳃金龟 *Melolontha frater* Arrow、分异发丽金龟 *Phyllopertha diversa* Waterhouse、蒙古异丽金龟 *A. mongolica* Faldermann 等<sup>[5]</sup>,但大黑鳃金龟、暗黑鳃金龟、棕色鳃金龟等几种常见金龟的雌雄鳃片部差异不明显。也有根据金龟子臀板的圆浑或者尖削来区分的报道,如顾耘和宿逞<sup>[6]</sup>曾报道铅灰齿爪鳃金龟 *H. plumbea* Hope 雌虫臀板尖削,雄虫则圆浑,但该方法不易掌握;另外铅灰鳃金龟雌雄的腹部呈半透明,可观察到腹内卵粒或精囊,但此方法受发生条件影响大,

不适合用于鉴别未有卵粒的雌虫,有一定的局限性。可见传统的雌雄鉴别方法已不适用于准确鉴定金龟子雌雄的工作。为此,本研究通过对大黑鳃金龟、暗黑鳃金龟、铜绿丽金龟等几种常见植食性金龟子的雌雄特征进行单个观察并总结,建立了一种简便、准确的方法,该方法具备较大的适用性。此结果对金龟子田间预测预报以及性信息素的分离研究具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试虫

大黑鳃金龟,铅灰齿爪鳃金龟,棕色鳃金龟于 2009 年 4 月中下旬至 5 月在青岛莱西草坪附近上诱集,暗黑鳃金龟,拟毛黄鳃金龟,小黄鳃金龟 *Metabolus flavescens* Brenske 和铜绿丽金龟于 6 月中下旬在青岛莱西花生地附近诱集。将采回的成虫放在有透气孔的周转箱内以新鲜榆树叶、槐树叶喂养,箱内土壤湿度为 18% ~ 20%,温度保持于(26 ± 1)℃,光照期为 L:D = 16:8,取 50 头作为试验试虫。

1.2 仪器

Olympus SZ61 体视显微镜

1.3 实验方法

1.3.1 方法 1 根据金龟子雌雄臀板特征进行区分<sup>[6~10]</sup>(表 1)。

1.3.2 方法 2 根据金龟子的腹部腹面特征进行区分<sup>[6,10]</sup>(表 2)。

表 1 几种金龟子的雌雄臀板鉴别特征

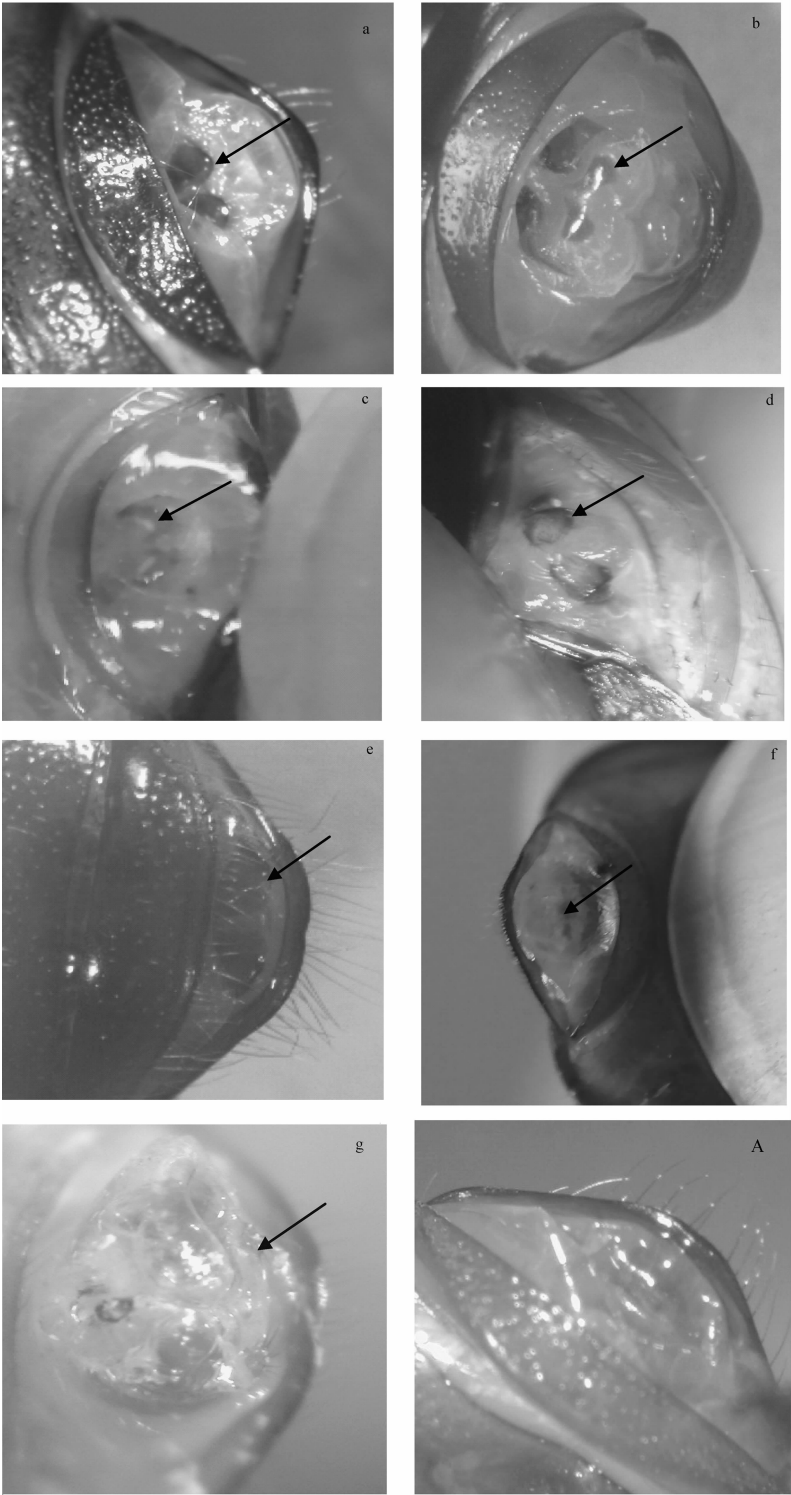
|   | 暗黑鳃金龟<br>( <i>H. parallela</i><br>Motschulsky) | 大黑鳃金龟<br>( <i>H. oblitera</i><br>Faldermann) | 铅灰鳃金龟<br>( <i>H. plumbea</i><br>Hope) | 棕色鳃金龟<br>( <i>H. titanis</i><br>Reitter) | 铜绿丽金龟<br>( <i>Anomala corpulenta</i><br>Motsch) |
|---|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| ♀ | 臀板浑圆                                           | 臀节腹面中间具有一横向的枣红色棱形隆起骨片                        | 臀板较尖削                                 | 臀板顶部浑圆点刻大而深                              | 臀板中间无三角形黑斑                                      |
| ♂ | 臀板后端尖削                                         | 臀节腹面有一三角形凹坑                                  | 臀板较圆浑                                 | 臀板顶部尖削,点刻细而浅                             | 臀板基部中间具一个三角形黑斑                                  |

表 2 铅灰鳃金龟和铜绿丽金龟的腹部腹面特征

|   | 铅灰鳃金龟( <i>H. plumbea</i> Hope) | 铜绿丽金龟( <i>A. corpulenta</i> Motsch) |
|---|--------------------------------|-------------------------------------|
| ♀ | 腹部腹面可观察到卵粒                     | 腹部腹面与胸部腹面的颜色一致,同为乳黄色                |
| ♂ | 腹面可看到精囊                        | 腹部腹面颜色显然较胸部腹面为深,早老黄而带褐色             |

**1.3.3 方法3 根据金龟子腹部末端特征进行区分** 轻掰成虫腹部末端,雌虫可见两片分开的小黄褐色瓣状骨片(图1:a~g),雄虫无骨

片(图1:A~C,F,G)或稍挤压后骨片呈相连的倒“V”字型(图1:D~E)。



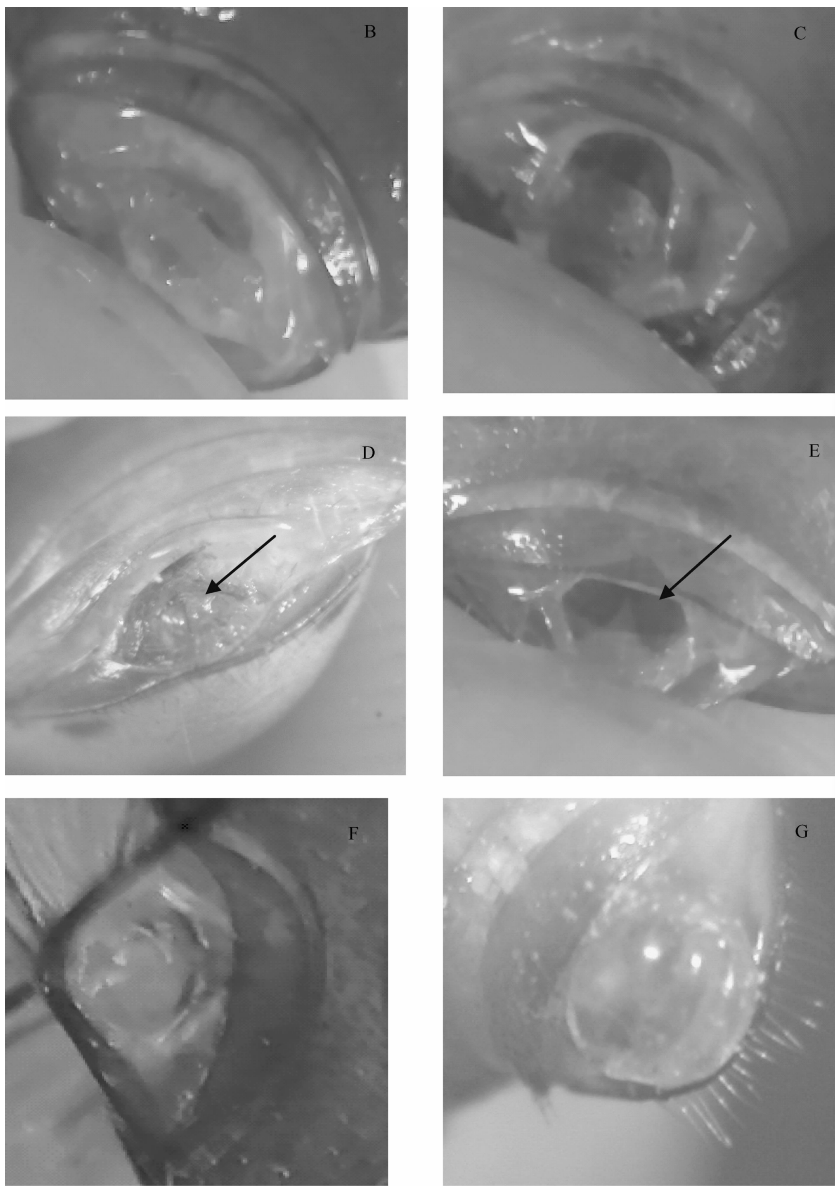


图1 不同种类金龟子腹部末端示意图

注:a. A 暗黑鳃金龟,b. B 大黑鳃金龟,c. C 铅灰齿爪鳃金龟,d. D 铜绿丽金龟,e. E 棕色鳃金龟,f. F 拟毛黄鳃金龟,g. G 小黄鳃金龟; a~g. 箭头所示小黄褐色瓣状骨片,D~E 箭头所示例“V”字型骨片。

1.4 数据分析

有关数据采用 DPS 软件,邓肯新复极差法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 三种方法对 7 种金龟子雌雄鉴别的普遍性与准确率比较

通过表 3 可知,三种方法对于 7 种金龟子

雌雄鉴别的普遍性与准确率均存在较大差异。方法 2 仅适合于铅灰齿爪鳃金龟和铜绿丽金龟,准确率分别为 38% 和 47%,普遍性和准确率都不高。方法 1 和 3 适用于多种金龟子,但方法 1 的准确率显著低于方法 3。其中采用方法 1 鉴别暗黑鳃金龟、铅灰齿爪鳃金龟、棕色鳃金龟雌雄的准确率均低于 50%,而方法 3 则达到 100%。同样其他金龟子通过该方法分辨准

确率都达到 100%。

表 3 三种方法对 7 种金龟子雌雄鉴别的普遍性与准确率

| 种类名称    | 方法 1 |        | 方法 2 |        | 方法 3 |        |
|---------|------|--------|------|--------|------|--------|
|         | 普遍性  | 准确率(%) | 普遍性  | 准确率(%) | 普遍性  | 准确率(%) |
| 大黑鳃金龟   | +    | 96.4bA | -    | —      | +    | 100aA  |
| 暗黑鳃金龟   | +    | 30.0bB | -    | —      | +    | 100aA  |
| 铅灰齿爪鳃金龟 | +    | 42.7bB | +    | 38.0bB | +    | 100aA  |
| 棕色鳃金龟   | +    | 43.0bB | -    | —      | +    | 100aA  |
| 拟毛黄鳃金龟  | -    | —      | -    | —      | +    | 100aA  |
| 小黄鳃金龟   | -    | —      | -    | —      | +    | 100aA  |
| 铜绿丽金龟   | +    | 87.7bB | +    | 47.0cC | +    | 100aA  |

注：“+”表示适合使用该方法，“-”表示不适合使用此方法。小写字母(a、b、c)表示  $\alpha=0.05$  显著水平，大写字母(A、B、C)表示  $\alpha=0.01$  显著水平。

2.2 7 种金龟子雌雄腹部末端区别特征

通过挤压金龟子成虫腹部末端发现,具有分离的黄褐色瓣状骨片的成虫都具有雌性性腺体,证实为雌虫。无骨片或者骨片呈相连的倒“V”字型的成虫有雄性阳具,证实为雄虫。

由图 1 可知:暗黑鳃金龟、大黑鳃金龟、铅灰齿爪鳃金龟、棕色鳃金龟、拟毛黄鳃金龟、小黄鳃金龟和铜绿丽金龟雌虫的腹部末端肉眼均可清晰看到两片分离的黄褐色瓣状骨片,其中暗黑鳃金龟,大黑鳃金龟,棕色鳃金龟的瓣状骨片颜色较深(图 1:a,b,e),铅灰齿爪鳃金龟、铜绿丽金龟、拟毛黄鳃金龟和小黄鳃金龟的颜色较浅(图 1:c,d,f,g)。而暗黑鳃金龟、大黑鳃金龟、拟毛黄鳃金龟和小黄鳃金龟雄虫均无骨片(图 1:A~G),铅灰齿爪鳃金龟,铜绿丽金龟,棕色鳃金龟虽也可见褐色骨片,但与雌虫的有很大区别。雌虫的骨片位置浅,呈瓣状,不同种颜色有深有浅,骨片朝两侧完全分开;而雄虫骨片位置较深,需稍挤压才可见,且颜色均较深,呈两个半圆(图 1:D,E),外端分开里端靠拢呈倒“V”字型。

3 讨论

本研究通过对 7 种常见植食性金龟子雌雄腹部末端进行逐个鉴别,发现雌虫腹部末端均具有两片完全分离的瓣状骨片,雄虫则无或呈倒“V”字型粘连骨片。雌虫的两片瓣状骨片实

为金龟子在进化过程中第 9 腹板的残余片,而雄虫的骨片为阳基侧突,由金龟子腹部第 9、10 节腹板节间膜特化而成<sup>[11]</sup>,由此可知雌雄虫骨片存在结构上的本质区别,雌虫骨片应更易观察到。另外雌虫退化的骨片也可能存在一定的生物学功能,如 Kim 和 Leal 曾报道该骨片起着维持暗黑鳃金龟雌虫性腺体形状,并在腺体外翻时起辅助作用<sup>[12]</sup>,因此雌、雄虫的骨片在功能上也存在差异。

通过与传统的据臀板形状、腹部腹面特征进行雌雄鉴别的方法相比,该方法不仅适用性好,适合于多种植食性金龟子的雌雄鉴别,而且准确率可高达 100%。拟毛黄鳃金龟和小黄鳃金龟是我国北方地区重要的地下害虫,前者主要危害花生等农作物,后者则是园林苗圃的主要地下害虫<sup>[13~15]</sup>,目前尚未见两者雌雄鉴别特征的报道。本研究结果表明二者雌雄腹部末端同样具备骨片上的差异,因此利用本方法可很容易的将雌雄特征进行区分。可见本研究建立的方法简单易行,在田间用肉眼就可辨别,掌握该方法,即可了解金龟子在田间的性比、生物学特性以及准确得知种群数量变化趋势,有利于开展预测预报工作以及为采取其他防治措施提供依据。

参 考 文 献

1 白明, 杨星科. 金龟总科 (Coleoptera: Scarabaeoidea) 分类系统研究进展. 第五届生物多样性保护与利用高新科学技术国际研讨会论文集 (罗晨 季延寿 主编). 2005. 499 ~

511.

2

徐秀娟. 中国花生病虫草鼠害. 北京:中国农业出版社, 2009. 204 ~ 207.

3

陆德艳,徐敬东,陈允有. 花生田蛱螋优势种发生特点及无公害防治技术. 中国农技推广,2005,(12):41 ~ 43.

4

苏茂文,张钟宁. 昆虫信息化学物质的应用进展. 昆虫知识,2007,**44**(4):477 ~ 485.

5

刘广瑞. 见:章有为,王瑞主编,中国北方常见金龟子彩色图鉴. 北京:中国林业出版社,1997. 32 ~ 33.

6

顾耘,宿遑. 铅灰齿爪鳃金龟生物学的研究. 莱阳农学院学报,1990,**7**(2):140 ~ 144.

7

张维球. 见:华南农学院主编,农业昆虫学. 北京:农业出版社,1981. 42 ~ 49.

8

王在序. 中国花生栽培学. 上海:上海科学技术出版社, 1982. 270 ~ 276.

9

胡宏云,许春远. 华北大黑鳃金龟生物学特性研究. 安徽农业科学,1986,(4):69 ~ 70.

10

葛钟麟,张汉鹄. 铜绿金龟子的研究. 昆虫学报,1959,**9**(6):491 ~ 495.

11

顾耘. 金龟子雄性外生殖器在系统分类中应用的研究. 硕士学位论文. 沈阳:沈阳农业大学,1984.

12

Kim J. Y., Leal W. S. Eversible pheromone gland in a melolonthine beetle, *Holotrichia parallela*. *J. Chem. Ecol.* 1999,**25**(4):825 ~ 833.

13

吕德义,董英华,梁学江. 拟毛黄鳃金龟发生规律及防治的研究. 昆虫知识, 1987,**24**(5):269 ~ 270.

14

郭佩联,温乐忠. 小黄鳃金龟发生与防治研究. 昆虫知识, 1988,**25**(5):271 ~ 272.

15

杨福田. 小黄鳃金龟的生物学特性及防治. 昆虫知识, 1991,**28**(5):285 ~ 286.