

华北大黑鳃金龟成虫消化道组织形态学研究

宋月芹¹, 董钧锋¹, 孙会忠¹, 刘顺通^{2*}

(1.河南科技大学 林学院, 河南 洛阳 471003; 2.洛阳农林科学院, 河南 洛阳 471000)

摘 要: 运用光学显微镜和扫描电子显微镜对华北大黑鳃金龟(*Holotrichia oblita* Fald.)雌、雄成虫消化道进行了解剖观察。结果表明: 华北大黑鳃金龟雌、雄成虫消化道组织形态学特征无明显差异, 消化道前肠包括口、咽喉、食道、嗉囊和前胃, 其中嗉囊分化发达, 圆柱状, 内表面皱褶状, 前胃内膜特化形成毛状结构; 中肠较长, 内表面具有发达的微绒毛和圆球形微型突起, 另外还有少量杯状细胞分布; 后肠包括回肠、结肠和直肠三部分, 直肠具有发达的直肠垫, 华北大黑鳃金龟消化道组织形态学特征与其消化、取食、栖居等生理特征和生活习性相适应。

关 键 词: 华北大黑鳃金龟; 消化道; 结构; 电镜观察

中图分类号: S433.5

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2012)05-0511-04

Anatomical structure of the digestive tract of *Holotrichia oblita* Fald. (Coleoptera: Melolonthidae)

SONG Yue-qin¹, DONG Jun-feng¹, SUN Hui-zhong¹, LIU Shun-tong^{2*}

(1.College of Forestry, Henan Science-Technology University, Luoyang, Henan 471003, China; 2. Luoyang Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Luoyang, Henan 471000, China)

Abstract: The paper aimed to explore the anatomical structure of digestive tract of female and male adults of *Holotrichia oblita* Fald. through optical microscopy and scanning electron microscope (SEM). The results showed that the foregut of digestive tract consists of mouth, pharynx, oesophagus, crop and proventriculus. The crop was well developed and cylinder shaped with its inner surface showing ruffling structure. The proventriculus had hair-like structure on the inner membrane. The mid gut was long with rich microvilli and spherical micro-protrusions on the inner surface, besides, small amount of goblet cells also distributed on the inner surface. The hindgut includes ileum, colon and rectum. The rectum had well developed rectal pads. No difference was found in characteristics of digestive tract between the male and the female adults. The results provide evidence that the structure features of digestive tract of *Holotrichia oblita* Fald. are adapted to its digestion, feeding behavior and inhabiting habit.

Key words: *Holotrichia oblita*; digestive tract; anatomical structure; scanning electron microscope (SEM)

金龟子是鞘翅目昆虫中一支庞大类群, 占地下害虫总量的 80% 以上^[1], 是公认的难防治的土栖性害虫, 其危害已居各类地下害虫之首。华北大黑鳃金龟(*Holotrichia oblita* Fald.)是金龟子类群中的优势种群, 尤其对北方大田作物种植区危害严重。由于华北大黑鳃金龟生活史周期长, 危害部位隐蔽, 对其较为系统和深入的研究鲜见报道。华北大黑鳃金

龟成虫是其个体发育过程中的重要阶段之一, 通过控制成虫可以达到减轻幼虫危害的目的, 所以, 开展对其成虫的一系列研究具有积极意义。

昆虫消化道主要承担摄取、运送、消化食物以及吸收营养成分的作用, 另外还具有控制体内水分平衡、排泄等功能^[2-4]。从防治害虫的角度出发, 消化道也是各类药剂防治机理中常见的重要靶标

收稿日期: 2012-06-11

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(201003025)

作者简介: 宋月芹(1977—), 女, 河南焦作人, 博士研究生, 讲师, 主要从事农业害虫与昆虫防治研究, songyueqin6@163.com; *通信作者, liushuntong@126.com

部位之一,深入研究消化道的结构特征,对探讨昆虫的食性、系统发育、习性及其农药防治机理具有重要意义^[4-7]。迄今为止,未见对华北大黑鳃金龟消化道组织形态学方面的报道^[1,8-10]。笔者运用光学显微镜和扫描电子显微镜对华北大黑鳃金龟的消化道进行了解剖学研究,以期丰富金龟子成虫消化道解剖学资料,并为鞘翅目害虫的防治提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

华北大黑鳃金龟成虫采自河南洛阳农林科学院试验田,标本存于河南科技大学昆虫标本馆。

1.2 方法

将华北大黑鳃金龟活成虫直接投入改良的Carnoy's固定液(95%乙醇与冰醋酸体积比为5:1)中,固定12h后,移入70%乙醇中,4℃条件下保存,备用。

1.2.1 消化道形态学观察

在体视解剖镜下进行。将成虫固定于蜡盘上进行常规解剖并绘图,解剖完成后用1%番红染色3min,并照相。

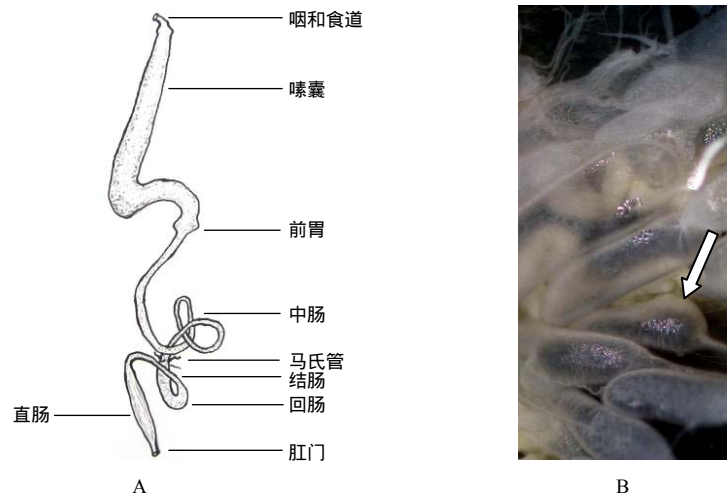
1.2.2 消化道组织形态的超微结构特征观察

取华北大黑鳃金龟雌、雄成虫各3头,在体视解剖镜下剖出消化道,用手术剪将消化道沿中部剖开,先置于2.5%戊二醛溶液4℃条件下固定6h,再用1%锇酸室温条件下固定2h。固定完成后,用0.1mol/L的磷酸缓冲液(pH=7.2)漂洗,再分别用体积分数为30%、50%、70%、90%、100%的丙酮溶液脱水。脱水完成后用100%乙酸异戊酯分析纯置换2次,每次40min。处理材料用日本日立电子有限公司生产的HCP-2型二氧化碳临界干燥仪干燥2.5h,粘台后立即用JFC-1600型离子溅射仪进行喷金镀膜,最后置于JSM-6360LV型扫描电子显微镜下观察,选取典型视野照相。

2 结果与分析

2.1 华北大黑鳃金龟消化道形态

华北大黑鳃金龟雌、雄成虫的消化道始于头部,止于腹部末端的肛门,包括前肠、中肠和后肠3部分,总长度约9.3cm,完整消化道在体内的布局如图1-A所示。消化道外绝大部分区域被微气管系统包裹,且气管局部形成气囊(图1-B)。



A 消化道; B 气囊形态($\times 400$)。

图1 华北大黑鳃金龟消化道及气囊形态

Fig.1 The features of digestive tract and air sac (B is optical microscope picture)

2.2 华北大黑鳃金龟消化道局部超微结构

消化道外绝大部分区域被微气管系统包裹(图2-1),前肠位于消化道前端,长约2.0cm,可分为

咽喉、食道、嗉囊和前胃4部分,其中咽喉和食道均比较短,嗉囊则分化发达,比消化道的任何部分都粗大,从前胸延伸至第一腹节,前端和后端粗细比较均匀,圆柱状。前肠外表面被气管系统,但气

管无膨大的气囊分布(图 2-1)。剥离气管组织,可见组成消化道壁的纵肌和环肌(图 2-2)。嗉囊的内表面皱褶状,1 300 倍镜下,观察不到明显的特化结构(图 2-3);前胃从外形上看略有膨大,前肠与中肠交界处具有明显的缢缩痕(图 2-4),但在电镜下可见前胃内膜向内延伸形成的密集、长度均匀、表面光滑的毛状结构,长约 20 μm(图 2-5)。未见典型的胃盲囊结构。

中肠长约 4.0 cm,外形纤细,迂回盘绕于腹节,是消化食物和吸收营养的主要场所。中肠外围的肌纤维呈网状(图 2-6)。中肠的前 1/3 部分内表面沟壑状,微绒毛较短(图 2-6),未见杯状细胞分布。中肠中段部分的内表面具有发达的由细胞顶膜特化形成的微绒毛,微绒毛穴状簇生,形似毛毯,且分布有大量的圆球形微型突起(图 2-7、图 2-8),6 000 倍镜下,可见绒毛排列整齐而致密(图 2-9)。中肠末段部分内表面的微绒毛明显较中肠中段部分的稀

疏,且排列较为凌乱,也少见圆球形微型突起分布(图 2-10)。中肠中段和后段部分内表面的穴状凹坑底部有杯状细胞(图 2-9、图 2-11)。

马氏管着生于中、后肠连接处,共观察到 4 根,肠道的背面和腹面各 2 根。马氏管基部的坛状突明显(图 2-12)。

后肠长约 3.3 cm。从前往后依次分为回肠、结肠和直肠 3 部分。回肠与中肠相连,回肠的前半段较后半段略粗。结肠细长。回肠和结肠在腹部迂回呈“U”形。回肠和结肠的内表面均比较光滑,无特化结构(图 2-13)。直肠较透明,前半段明显膨大,后半段渐细,整体上呈棒状,有 6 纵列围绕肠壁排列的直肠垫(图 2-14)。直肠垫排列整齐而紧密(图 2-15),舌状(图 2-16)。

华北大黑鳃金龟雌、雄成虫消化道的一般形态及超微结构特征均无明显差异。

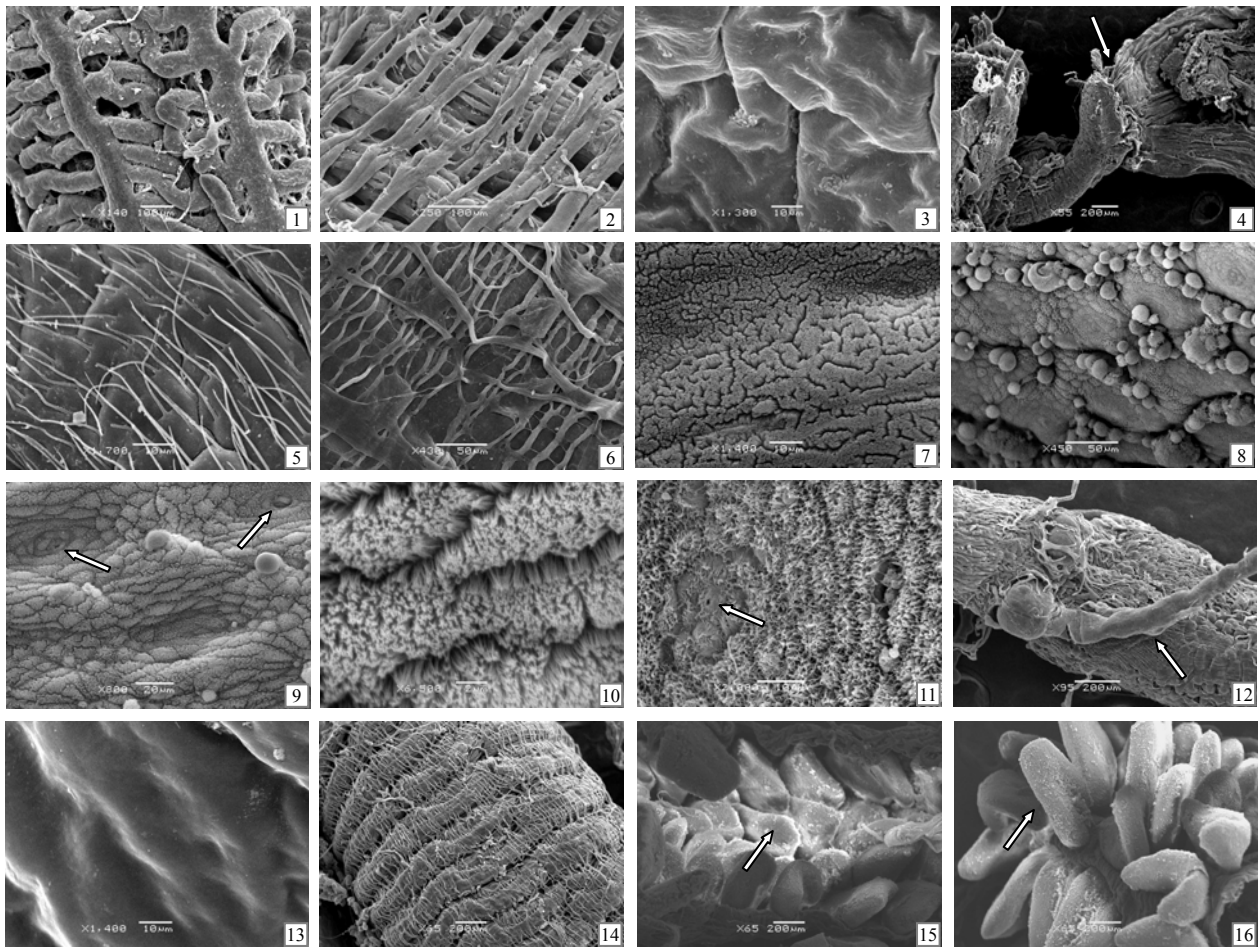


图 2 电镜下华北大黑鳃金龟的消化道结构

Fig.2 The structure characteristics of digestive tract under SEM

3 讨论

华北大黑鳃金龟的咽喉和食道很短, 嗦囊分化发达, 内表面呈皱褶状, 说明嗦囊具有较大的伸张性, 可以暂时贮存较多的食物; 嗦囊内表面相对光滑, 内膜无明显特化结构, 表明嗦囊仅仅是华北大黑鳃金龟暂时贮存食物的场所, 基本不执行消化功能。这种贮存食物的结构特征与其一天中 19:00—22:00 大量集中取食, 取食后入土栖居的生活习性相吻合。

消化道外部特别是前胃和中肠部分外部包裹的强壮肌肉层, 以及前肠、前胃内膜特化形成的毛状结构, 是取食固体食物昆虫常见的特化结构^[1,4,10], 既可防止食物倒流, 又可控制嗦囊贮存食物适时流入中肠。这些结构特征与华北大黑鳃金龟成虫取食固体食物(一般取食叶片)的食性相适应。

气囊是气管局部膨大形成的囊状结构, 主要功能是保证气管通气, 使肌肉快速获取氧气, 同时兼具促进血液循环、调节膨压、改善内部器官空间布局等作用^[2-3,7]。对于华北大黑鳃金龟来说, 大量气囊的存在可以储存较多的氧气, 说明其具有发达的呼吸功能, 这也为其成虫栖土习性的解释提供了证据。

中肠的长度、内表面发达的微绒毛、圆球形微型突起及杯状细胞的存在等, 均说明中肠是华北大黑鳃金龟消化食物和吸收营养的主要场所。迂回的中肠, 有利于营养的吸收; 微绒毛的存在则使肠道表面积大大增加, 有利于食物的消化和营养的吸收; 杯状细胞主要分泌消化酶, 也起调节肠腔与血淋巴中 K^+ 的作用; 圆球形微型突起的大量存在, 则说明肠道具有较强的分泌功能, 也是昆虫高效消化食物和营养吸收的显著标志之一^[3,5]。

华北大黑鳃金龟的后肠长度约占消化道总长度的 34.4%, 再加上较为发达的直肠垫, 说明华北大黑鳃金龟对中肠消化吸收后的残渣存在进行选择性重新吸收的生理功能较为突出, 这与华北大黑鳃金龟成虫在一天中集中取食且取食时间较短相

适应。当食物匮乏时, 后肠对中肠已经消化吸收过的食物进行再选择吸收利用显得尤为重要^[12-14]。

参考文献:

- [1] 冯书亮, 任国栋. 苏云金芽孢杆菌 HBF-1 及其在有害金龟治理中的应用[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [2] 彩万志, 庞雄飞, 花保祯, 等. 普通昆虫学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2004.
- [3] 王荫长. 昆虫生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [4] Liu J J, Yan G X, Shu C L, et al. Construction of a *Bacillus thuringiensis* engineered strain with high toxicity and broad pesticidal spectrum against coleopteran insects[J]. Appl Microbiol Biotechnol, 2010, 87: 243-249.
- [5] 韩国君, 范娜. 白城市果树金龟子生物学特性及危害的研究[J]. 吉林农业大学学报, 2010, 32(增刊): 30-34.
- [6] Rind F C, Leitinger G. Immunocytochemical evidence that collision sensing neurons in the locust visual system contain acetylcholine[J]. The Journal of Comparative Neurology, 2000, 423: 389-401.
- [7] 杨群芳, 李庆, 植玉蓉. 光滑足距小蠹消化道的解剖结构[J]. 昆虫知识, 2009, 46(4): 623-626.
- [8] 陆信仁, 邱源, 马荣飞, 等. 崇明地区金龟子发生规律与防治技术[J]. 植物保护, 2009, 35(6): 176-178.
- [9] 孙凡, 胡基华, 王广利, 等. 东北大黑鳃金龟嗅感器超微结构[J]. 昆虫学报, 2007, 50(7): 675-681.
- [10] 李帅, 李淑文, 李长友, 等. 鞘翅目害虫华北大黑鳃金龟围食膜结构的初步研究[J]. 华北农学报, 2008, 23(4): 55-59.
- [11] 薄新文, 陈志蓉, 郑经鸿, 等. 羊狂蝇(*Oestrus ovis* L.) 成虫的生殖与消化器官的研究[J]. 寄生虫与医学昆虫学报, 2000, 7(3): 155-158.
- [12] 钟海英, 魏琮, 王宇, 等. 蝉次目昆虫“足-消化道-马氏管”的形态/功能分化及其在蝉次目昆虫系统演化中的意义[J]. 动物分类学报, 2011, 36(3): 670-680.
- [13] Dietrich C H. Keys to the families of Cicadomorpha and subfamilies and tribes of Cicadellidae(Hemiptera: Auchenorrhyncha)[J]. Florida Entomologist, 2005, 88(4): 10-15.
- [14] 卢晓, 何慧, 奚耕思. 黄脸油葫芦消化道和马氏管的组织学观察[J]. 昆虫知识, 2009, 46(5): 764-767.

责任编辑: 罗慧敏