1 材料与方法

1.1 蚌螨样品的采集

弯弓蚌螨 *Unionicola arcuata*、簇刺蚌螨 *U. penicillatus* 和敏捷蚌螨 *U. agilex* 采自鄱阳湖褶纹冠蚌 *Cristaria plicata*；螯爪蚌螨 *U. chelata* 和丫纹蚌螨 *U. ypsilophora* 分别采自鄱阳湖中国圆田螺 *Cipangopaludina chinensis* 和圆背角无齿蚌 *Anodonta woodiana pacifica*；壮肢蚌螨 *U. ischyropalpus* 采自太湖椭圆背角无齿蚌 *A. woodiana elliptica*。蚌螨取出后用清水冲洗，以去除体表附着物，洗净后保存到凯氏液中（Cook，1974）。

1.2 蚌螨样品的处理

将固定保存的蚌螨标本取出，分别用 30% 甘油和清水浸泡 0.5 h；用 1% 饿酸进行后固定 2 h，经过 0.1mol/L 磷酸缓冲液（pH 7.2）浸洗 1 h。然后用梯度乙醇脱水，依次移入 1∶1 乙醇－醋酸异戊酯溶液和纯醋酸异戊酯溶液中置换。在日立牌 HCP-2 型临界点干燥仪中干燥。置于离子喷溅仪中喷金后，用日立 S-570 型扫描电镜在 20 kV 下对 6 种蚌螨的腺毛和足爪进行观察并拍照。

取弯弓蚌螨样本用 Bouins' 液固定、包埋后进行连续纵切，经过展片、染色、透明、封片等步骤，在光学显微镜下观察腺毛在体壁内的结构。弯弓蚌螨的消化系统判断参照 Vijayambika 和 John（1975）。

2 结果与分析

2.1 蚌螨腺毛的亚显微结构

簇刺蚌螨背腺毛 1（D1）包括腺体（gland）、围腺片（glandular sclerite）、刚毛（seta），位于腺毛区（glandularia area，图 1：A）。腺毛区是由腺体及毛基周围体壁共同形成的，有一定程度骨化的椭圆形体壁区，其表面光滑，可以明显地与具脊纹的体壁区分。簇刺蚌螨的 D1 与 D3、弯弓蚌螨的 D2、螯爪蚌螨的 D1 腺毛区的骨化程度都较弱（图 1：A，B，G，I）；敏捷蚌螨的 D2 腺毛区的骨化程度相对较强（图 1：F）。围腺片由 2 块活动的骨片构成，是腺体在体壁的开口。围腺片的开启控制黏液（mucus，MU）的分泌（图 1：C），其位于由体壁凸起形成的凹窝内。腺体与刚毛分别位于腺毛区的两端；刚毛表面光滑，毛基较细，呈长菱形，毛窝凹陷浅。丫纹蚌螨的基节腺毛 2（E2）和 4（E4）、壮肢蚌螨的 E4、弯弓蚌螨的 E2 具有与簇刺蚌螨的 D1 同样的结构（图 1：C，D，E，H）。弯弓蚌螨的纵切片显示，D1 的腺体贯穿体壁，延伸至体腔内消化道的胃附近，是多细胞的管状体（图 2：A，B）。

2.2 蚌螨足爪的亚显微结构

6 种蚌螨足爪都有分叉小爪，爪的表面光滑（图 3：A～I）。簇刺蚌螨、螯爪蚌螨、壮肢蚌螨与丫纹蚌螨足爪的分叉小爪很大（图 3：A，B，C，D，I）；敏捷蚌螨足爪的分叉小爪非常短小（图 3：E，F）；弯弓蚌螨足爪的分叉爪短而粗（图 3：G，H）。6 种蚌螨足的跗节背端都具有较深的槽沟（图 3：A～I），而弯弓蚌螨足的跗节背端还具有 1 对勺状的体壁突（图 3：G，H）。螯爪蚌螨足Ⅲ，簇刺蚌螨、壮肢蚌螨与丫纹蚌螨足Ⅳ的跗节腹端仅有棒状或发状刚毛（图 3：A，I）；敏捷蚌螨足Ⅳ的跗节腹端具一舌状的体壁突（图 3：F）；弯弓蚌螨足Ⅳ跗节腹端则具一锥状体壁突（图 3：G，H）。

3 讨论

水螨种类的腺毛由腺体、围腺片和刚毛组成（金道超和李隆术，1997）。本研究观察了 6 种蚌螨的背腺毛（D1、D2、D3）和基节腺毛（E2、E4）的扫描电镜亚显微形态，发现蚌螨的这些腺毛的上述结构共同形成一复合结构，即腺毛区。已有的研究表明，水螨和陆生螨类的体壁构成层次完全一致，都由角质层（tectostracum）、上表皮（epicuticle）、外表皮（ectocuticle）和皮层（epidermis）组成（Cassagne，1966；Krantz，1978）；皮层中的部分细胞特化为具分泌功能的腺性细胞，称为皮腺；皮腺由单细胞或多细胞构成，细胞体积较普通皮细胞稍大，但是形态分化不显著，主要功能是分泌表皮层；且绝大多数皮腺有由原生质丝延伸而形成的导管，贯通整个表皮层（忻介六，1988）。而蚌螨腺毛的腺体是从体表延伸至体腔的消化道附近（图 2：A，B）。因此，虽然蚌螨腺毛的腺体也是由体壁皮层细胞演化而来，但是其结构比皮腺复杂。蚌螨的腺体可以分泌黏液，目前还不知道蚌螨腺体黏液的成分，推测其功能为保持体躯润滑，并可能还具有抵御病原体、信息传递、气体交换以及排泄（如氮代谢物和离子的排出）等功能。

图 1　蚌螨基节腺毛和背腺毛的亚显微结构

Fig. 1　Ultrastructure of epimeroglandularia and dorsoglandularia of unionicolid mites

注: A, B. **簇刺蚌螨背腺毛** 1(D1) **和** 3(D3) ; C, D. **丫纹蚌螨基节腺毛** 4(E4) **和** 2(E2) ; E. **壮肢蚌螨基节腺毛** 4(E4) ; F. **敏捷蚌螨背腺毛** 2(D2) ; G, H. **弯弓蚌螨背腺毛** 2(D2) **和基节腺毛** 2(E2) ; I. **螯爪蚌螨背腺毛** 1(D1) 。

腺体(GL) ,**围腺片**(GS) ,**刚毛**(St) ,**腺毛区**(GA) ,**黏液**(MU) 。

A, B. Dorsoglandularia 1(D1) and 3(D3) of *U. penicillatus*; C, D. Epimeroglandularia 4(E4) and 2(E2) of *U. ypsilophora*; E. Epimeroglandularia 4(E4) of *U. ischyropalpus*; F. Dorsoglandularia 2(D2) of *U. agilex*; G, H. Dorsoglandularia 2(D2) and epimeroglandularia 2(E2) of *U. arcuata*; I. Dorsoglandularia 1(D1) of *U. chelata*.

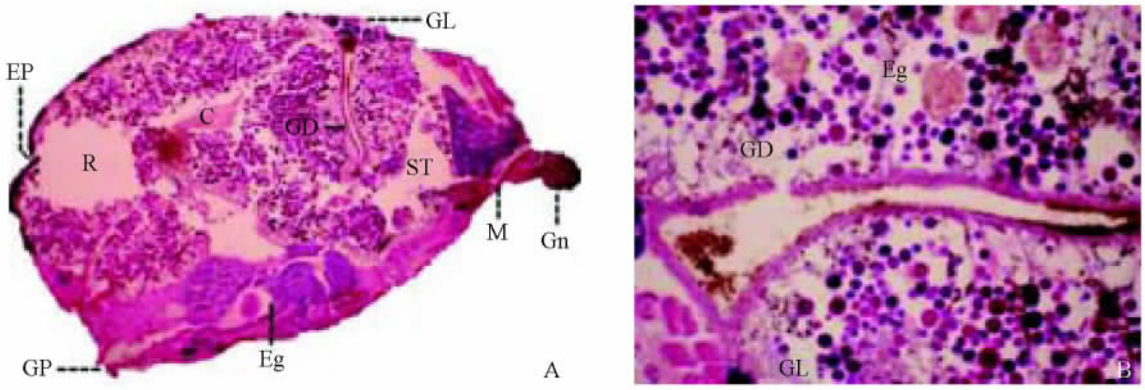

图 2 弯弓蚌螨纵切及腺体结构

Fig. 2 Structure of gland and vertical section from *Unionicola arcuata*

A. 弯弓蚌螨纵切 ×100; B. 腺体 ×1 000

A. Vertical section of *Unionicola arcuata*; B. Gland

注: 颚体(Gn), 口(M), 胃(ST), 结肠(C), 直肠(R), 排泄孔(EP), 卵(Eg), 生殖孔(GP), 腺管(GD)。

Gnathosoma(Gn), Mouth(M), Stomach(ST), Colon(C), Rectum(R), Excretory pore(EP), Eggs(Eg), Genital pore(GP), Gland duct(GD).

陆生螨类的基节腺独立开口于足Ⅰ和足Ⅱ基节之间,在体内也和消化系统有组织学的联系(Alberti and Crook, 1985)。其拆叠的长管状腺囊和腺口位置均表明与水螨的腺毛截然不同(金道超, 1997)。蚌螨的 2 对基节腺毛分别位于基节板Ⅱ与基节板Ⅲ之间以及基节板Ⅳ末端; 腺体呈近直管状(图 2: A, B)。

足爪的形态是蚌螨分类的重要依据之一(Vidrine, 1986)。根据足爪的分叉程度可以将蚌螨分为 3 个类型: 无分叉型、短分叉型和长分叉型; 自由生活的蚌螨的足爪均为无分叉型; 寄生生活种类的足爪属于短分叉型或长分叉型(Vidrine, 1992a, 1992b)。蚌螨分叉爪的大小可能与寄生部位有关,例如: 淡水蚌的鳃组织间隙较大,足爪仅有小分叉的弯弓蚌螨和敏捷蚌螨,容易将躯体附着于宿主的鳃上(Wen *et al.*, 2006, 2008); 蚌的外套膜或斧足的组织致密,只有足爪分叉大的丫纹蚌螨、簇刺蚌螨和壮肢蚌螨才能抓住这些组织(文春根和朱志民, 1999; 文春根等, 2005, 2008)。事实上,不同种类蚌螨对宿主的组织具有明显的选择性,弯弓蚌螨在蚌的鳃组织上种群分布数量最多(Wen *et al.*, 2006)。弯弓蚌螨足Ⅳ足跗节端部背面、敏捷蚌螨足Ⅳ跗节端部腹面具有发达的体壁突,其可能是适合于寄生的辅助结构。由此推测寄生蚌螨足跗节端部的体壁突或刚毛不仅可以对抓握、爬行以及交配等起到辅助作用,更重要的可能是具有感觉作用。因此,一些蚌螨足的步行结构是由爪、跗节背体壁突或腹体壁突及刚毛组成的复合体。

参考文献(References)

Alberti G, Crook AR, 1985. Internal Anatomy // Helle W, Sabelis MW (eds.). Spider Mites. New York, Elsevier Sci. Pub. Comp. Inc. 29—62.

Baker RA, 1987. Aspects of the life history of *Unionicola ypsilophora* (Bonz, 1783), a freshwater mite living in the swan mussel. *Anodonta cygnea* (L.). *Naturalist*, 112 (1981): 53—58.

Barr D, 1979. The contribution of setal blades to effective swimming in the aquatic mite *Limnochares americana* (Acari: Prostigmata: Limnocharidae). *Zool. J. Linnean Soci.*, 65: 55—69.

Barr D, 1982. Comparative morphology of the genital acetabula of aquatic mites (Acari: Prostigmata): Hydrachnoidea, Eylaoidea, Hydryphantoidea and Lebertioidea. *J. Nat. Hist.*, 16(1): 147—160.

Cassagne MF, 1966. Contribution a l'etude des Arrenuridae (Acari, Hydrachnellae) de France. *Acarologia*, 8(Suppl.

图 3　蚌螨足爪的亚显微结构

Fig. 3　Ultrastructure of leg claws for unionicolid mites

注: A. **簇刺蚌螨足** Ⅳ **爪;** B, C. **螯爪蚌螨足** Ⅲ **爪;** D. **壮肢蚌螨足** Ⅳ **爪;** E, F. **敏捷蚌螨足** Ⅳ **爪;** G, H. **弯弓蚌螨足** Ⅳ **爪;** I. **丫纹蚌螨足** Ⅳ **爪。**

A. Leg Ⅳ claws of *U. penicillatus*; B, C. Leg Ⅲ claws of *U. chelata*; D. Leg Ⅳ claws of *U. ischyropalpus*; E, F. Leg Ⅳ claws of *U. agilex*; G, H. Leg Ⅳ claws of *U. arcuata*; I. Leg Ⅳ claws of *U. ypsilophora*.

1):1—186.

Cook DR, 1974. Water Mite Genera and Subgenera. The American Entomological Institute in Ann. Arbor. USA. 1—860.

金道超, 1997. **水螨分类理论和中国区系初志. 贵州: 贵州科技出版社**. 1—356.

金道超, 李隆术, 1997. **论水螨腺毛形态学与螨类体躯进化. 昆虫学报**, 40(3):231—246.

Krantz GW, 1978. A Manusl of Acarology. Texas Tech University Press, USA. 1—509.

忻介六, 1988. **农业螨类学. 北京: 农业出版社**. 1—466.

Vidrine MF, 1986. Revision of the Unionicolinae (Acari: Unionicolidae). *Int. J. Acarol.*, 12(4):233—243.

Vidrine MF, 1992a. Revision of the subgenus *Unionicola* (Acari: Unionicolidae: Unionicolinae: *Unionicola*). *The Texas J. Sci.*, 44(4):459—467.

Vidrine MF, 1992b. Revision of the subgenus *Parasitatax* (Acari: Unionicolidae: Unionicolinae: *Unionicola*). *Proc. Louisiana Acad. Sci.*, 55:26—30.

Vijayambika V, John PA, 1975. Internal morphology and histology of the fish mite *Lardoglyphus konoi* (Sasa and Asanuma) (Acarina: Acaridiae) Ⅰ. Digestive system. *Acarologica*, 16(4):709—718.

Wen CG, Hu BQ, Zhu ZM, 2008. A new subgenus *Vidrinatax* (Acari: Unionicolidae: *Unionicola*) with description of two new species of water mites in the genus *Unionicola* from China. *Acarologia*, 48(3/4):191—196.

Wen CG, Nie P, Zhu ZM, 2006. Population dynamics of the water mite *Unionicola arcuata* (Unionicolidae) in the freshwater bivalve *Cristaria plicata* (Unionidae) in Poyang Lake, eastern China. *Dis. Aquat. Org.*, 72(1/2):123—127.

文春根, 高谦, 朱志民, 2005. **中国蚌螨属水螨一新种记述. 动物分类学报**, 30(3):535—537.

文春根, 吴浩彬, 朱志民, 2008. **中国蚌螨属 1 新种记述. 蛛形学报**, 17(1):10—12.

文春根, 朱志民, 1999. **江西蚌螨七种论述(蜱螨亚纲: 蚌螨科). 动物分类学报**, 24(1):30—37.

应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2011,48(5):1471—1478

太湖洞庭山十种茶果间作茶园节肢动物群落组成的异同性*

季小明[1,2] 王梦馨[1] 江丽容** 韩宝瑜[1]***

(1. 中国计量学院浙江省生物计量及检验检疫技术重点实验室 杭州 310018;
2. 江苏省苏州市吴中区农业局 苏州 215128)

摘 要 为揭示茶园间作果树对于节肢动物群落数量、空间格局的影响,2009 年夏茶期间,于具有悠久茶-果间作历史、名茶洞庭碧螺春原产地的太湖东洞庭山选 10 种间作茶园,2010 年春茶时节于西洞庭山选 10 种同类型间作茶园,调查果树的树丛之间、茶丛上层、茶丛中层、茶丛下层、地表和土壤层中各种节肢动物数量。发现:(1) 两次调查结果具有较好的重现性;(2) 每种供试茶园优势种害虫都是假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* Göthe 和黑刺粉虱 *Aleurocanthus spiniferus*(Quaintance)、其它主要害虫种类相同,东、西洞庭山优势种天敌相同;(3) 10 种茶园中茶丛上层、茶丛中层物种数多于其它层次;茶丛下层的个体数最大,主要是粉虱类和蚧类等小型同翅目昆虫;茶丛中层多样性指数稍高;(4) 茶-桔、茶-板栗间作茶园物种较多;茶-腊梅间作茶园物种数、个体数较少。研究结果表明:茶园中合理地间作果树,可以增大生物多样性,即使在果树树丛之间、地表和土壤层中也拥有一定数量的节肢动物,间作明显地影响节肢动物群落的组成。

关键词 茶-果间作茶园,节肢动物,群落组成,生物多样性,太湖,洞庭碧螺春茶叶

Similarity and disparity of arthropod community compositions among ten tea-intercropping plantations with different species of fruits in the Dongtingshan Mountains, Taihu Lake

JI Xiao-Ming[1,2] WANG Meng-Xin[1] JIANG Li-Rong** HAN Bao-Yu[1]***

(1. Zhejiang Provincial Key Laboratory of Biometrology and Inspection & Quarantine,
China Jiliang University, Hangzhou 310018, China;
2. Bureau of Agriculture of Wuzhongqu District of Suzhou City, Jiangsu Province, Suzhou 215128, China)

Abstract In order to understand the effect of tea-fruit intercropping on the population density and spatial distribution patterns of arthropod communities, ten types of tea-fruit intercropped plantations were investigated in the East Dongtingshan Mountains, Taihu Lake, during the summer(July) harvesting season of 2009. This mountain is the original production site of the famous tea, Dongtingbiluochun, and has a long history of tea and fruit intercropping. The same experimental design; sampling the same ten types of tea-fruit intercropped plantations, was also implemented in the West Dongtingshan Mountains, Taihu Lake, during the spring(April) harvesting season of 2010. Data on species composition and population densities of arthropods between the intercropped fruit trees at the upper, middle and lower layers of tea bushes, and on and below ground level, were obtained from each experimental plot for both locations and study periods. Our data indicates that: (1) Overall results from the two locations and sampling periods were virtually the same. (2) The tea green leafhopper, *Empoasca vitis* Göthe, and the citrus spiny whitefly, *Aleurocanthus spiniferus*(Quaintance) were the most dominant pest species regardless of intercropping types and location; there were no significant differences in the

* 资助项目:浙江省自然科学基金课题(Y3100375)、国家科技部科技基础性工作专项(2008FY210500)。

** 中国农业科学院茶叶研究所 2010 届硕士

*** 通讯作者,E-mail: han-insect@263.net

收稿日期:2010-11-08,接受日期:2011-01-11

species composition of other major pests and dominant natural enemies. (3) Species richness in the upper and middle layers of tea bushes, abundance (total number of individuals; dominated by Homopteran insects) in the lower layer of tea bushes and the biodiversity index of the middle layer of tea bushes, were higher than in the other layers. (4) Among different types of tea-fruit intercropped plantations, tea-citrus and tea-chestnut plantations had a higher arthropod species richness, whereas both species richness and overall arthropod abundance were lower in tea-Japanese allspice plantations. This suggests that the rational intercropping of tea plants with fruit trees can increase general arthropod biodiversity, including that of species that exist between intercropped fruit trees or on or below the ground. Intercropping may significantly affect arthropod community composition.

Key words tea-fruit intercropping, arthropods, community composition, biodiversity, Taihu Lake, Dongtingbiluochun tea

我国古代山林中、丘陵上的茶树常与林木杂草混生，唐宋时期开始在茶园间作林、果、药材以增加收入，迄今为止较少把间作当成控制害虫的一种手段。近年来的研究发现，合理间作明显地增大生物多样性、增强生态控制潜能（吴满霞等，2010）。为了进一步探讨间作对于茶园节肢动物群落的影响（或调控）效应，亦即不同类型的间作茶园中节肢动物群落组成的差异，遂于春茶、夏茶生产盛期选择茶园园相好、周边植被丰富的多种间作茶园，进行调查和比较。试验地点在太湖中的东、西洞庭山，两山相距 5 km，是我国十大名茶之一的洞庭碧螺春原产地，山上茶、桃、李、杏、杨梅、樱桃、梨、枇杷、芭蕉、苹果、柑桔、核桃、枣、板栗、葡萄、桂花、石榴、银杏等数百种花、果、林、药等草本和木本植物混植，一年四季林木常青，花果不间断，为名副其实的花果山。制成的洞庭碧螺春茶叶外形精美、色泽、香型和风味绝佳。虫害较少，很少施药治虫，但鲜见其群落组成的报道。2009 年 7 月夏茶期间，植被丰富，在东洞庭山随机选择 10 种茶（果间作茶园，垂直分层地调查间作的果树树丛之间、茶丛上中下层、以及地表和土壤层内各种节肢动物，2010 年 4 月春茶期间在西洞庭山随机选择 10 种同样类型的间作茶园，同法调查。比较 2 次调查之间的重现性，分析 10 类间作茶园之间节肢动物群落组成的差异，为揭示间作对于茶园节肢动物群落的影响提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试茶园状况

2009 年 7 月 10 日在东洞庭山选择了茶－桔、茶－枇杷、茶－板栗、茶－杨梅、茶－银杏、茶－桃、茶－枣、茶－腊梅、茶－梨、茶－石榴 10 种间作茶园，每种供试茶园面积皆 >667 m^2（表 1）。

作为本研究的一个重复试验，2010 年 4 月 30 日在西洞庭山再选择茶－桔、茶－枇杷、茶－板栗、茶－杨梅、茶－银杏、茶－桃、茶－枣、茶－腊梅、茶－梨、茶－石榴 10 种同样类型的间作茶园，概况如同东山的 10 块茶园（表 1）。每块供试茶园的茶树品种都是地方群体种，间作树的种植方式都是丛植，每 100 m^2 内间作树的密度都是 15 ~ 20 棵。

1.2 调查方法

每次调查皆是在每种间作茶园中棋盘式随机选 10 个样方，每样方为 1 m 茶行，将样方一分为二，分为两侧，在每侧的上、中、下层各随机取 10 cm 长的枝条 2 个，统计枝条上各种节肢动物种类数及个体数。接着于茶园地面棋盘式取 10 个样方，每样方为 1 m（长）×1 m（宽）×0.1 m（深），先计数样方地表节肢动物种类数及个体数，再挖 0.1 m 深，将土壤打碎，计数土壤中的种类及其个体数。最后于茶丛上空的树丛之间随机扫网 20 次，计数网捕的种类及其个体数。捕虫网由白细布制成，网口直径 30 cm、网深 50 cm。

1.3 分析方法

鉴定物种，计算每块茶园的物种数、个体数、多样性指数；统计：① 茶蓬面上方、各间作果树树丛之间、② 茶丛上层、③ 茶丛中层、④ 茶丛下层、⑤ 土壤层中含有的物种数、个体数、多样性指数；计算每块茶园中各层物种数占总物种数百分率、各层个体数占总个体数百分率。比较 10 种间作茶园中节肢动物群落之间上述各群落特征之间的异同。

基于 DPS 统计软件（唐启义和冯明光，2007），以 10 种间作茶园为实体，用每块茶园的果