

薛俊增,杨逸凡,吴惠仙.河蟹幼体发育过程中口器形态的变化[J].江苏农业科学,2018,46(13):151-155.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.13.036

# 河蟹幼体发育过程中口器形态的变化

薛俊增,杨逸凡,吴惠仙

(上海海洋大学海洋生态与环境学院,上海 201306)

**摘要:**应用扫描电子显微镜观察了河蟹幼体口器附肢的形态,结果可知,大颚在第Ⅰ期溞状幼体和第Ⅱ期溞状幼体阶段,切齿部和臼齿部齿突钝圆,不适合咀嚼及撕裂食物,从第Ⅲ期溞状幼体起,切齿部尖锐,臼齿部平坦,适于咀嚼及撕裂食物。大颚须在第Ⅴ期溞状幼体阶段出现,至大眼幼体阶段可分为3节,末节具分支刚毛。第1小颚单肢型,外肢消失,原肢2节,由底节和基节组成,内肢亦由2节组成。第2小颚双肢型,原肢2节,各分基、末2叶,内肢形成小颚须,外肢称为颚舟叶。第1颚足和第2颚足均为双肢型,在第Ⅰ期至第Ⅴ期溞状幼体阶段形态基本一致,大眼幼体阶段,第2颚足上肢叶状,具刚毛,外肢3节,末端具羽状刚毛,内肢4节,末二节掌状,具刚毛。第三颚足双肢型,在大眼幼体阶段发育完全,上肢叶状,具十数根细长的刚毛,外肢2节,末端具羽状刚毛,内肢5节,前二节内缘及末三节刚毛发达。

**关键词:**河蟹;溞状幼体;大眼幼体;口肢;扫描电子显微镜

**中图分类号:** Q954;S917 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)13-0151-04

口器是蟹类的重要摄食器官,由1对大颚、2对小颚和3对颚足组成,其形态、功能与食性密切相关。有关蟹类口器的形态及其功能,曾有学者报道过佛罗里达石蟹(*Menippe mercenaria*)大颚的形态发育<sup>[1]</sup>、实验室培养下2种豆眼蟹(*Apimithrax violaceus*、*Notolopas brasiliensis*)口器在幼体发育过程中的形态变化<sup>[2-3]</sup>。蟹类口器附肢的刚毛,在感觉和摄食中具有重要的作用,在口器形态研究中备受关注,曾有沙蟹(*Heloeius cordiformis*)口器刚毛的超微结构观察<sup>[4]</sup>、豆蟹(*Dissodactylus crinitichelis*)幼体口器刚毛的形态和分类<sup>[5]</sup>、普通滨蟹(*Carcinus maenas*)口器刚毛的触觉特征<sup>[6]</sup>、红大玉蟹(*Paralithodes camtschaticus*)口器刚毛在幼蟹和成蟹期的变化<sup>[7]</sup>和蜘蛛蟹(*Libinia dubia*)口器附肢刚毛形态<sup>[8]</sup>等相关研究报道,探讨了口器刚毛与口肢的功能。近期有学者应用3D技术重建挪威巨蟹(*Lithodes maja*)的口器,研究蟹类口器的形态和功能<sup>[9]</sup>。河蟹,学名中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*),是我国重要的经济蟹类,自上世纪50年代开始河蟹生物学研究<sup>[10]</sup>,对其成体形态和幼体发育都有过报道<sup>[11-14]</sup>,在幼体发育的研究中也有涉及到口器附肢发育的形态描述,但都是在光镜形态下的描述<sup>[11-13]</sup>。为了更加详细确切地描述河蟹幼体发育过程中口肢细微形态的准确变化,本研究利用扫描电子显微镜技术,对河蟹溞状幼体和大眼幼体的口肢进行分析,旨在阐明河蟹幼体口肢的形态及其发育变化,探讨口器形态变化与幼体食性及食性转化之间的内在联系。

收稿日期:2017-12-18

基金项目:国家发改委项目(编号:发改办高技2016-1495);浙江省自然科学基金(编号:397278);上海研发公共服务平台建设项目(编号:16DZ2293800);上海海洋局项目(编号:沪海科2017-06)。

作者简介:薛俊增(1966—),男,博士,教授,主要从事流域与近海生态学研究。E-mail:jxue@shou.edu.cn。

通信作者:吴惠仙,博士,教授,主要从事船舶压载水生态学和外来生物入侵生态学研究。E-mail:hwxu@shou.edu.cn。

## 1 材料与方法

河蟹第Ⅰ~Ⅴ期溞状幼体和大眼幼体,采自宁波水产研究所河蟹育苗场。戊二醛固定24 h后,解剖出口器附肢,经铁酸2次固定,脱水、干燥和喷金后应用扫描电子显微镜观察和拍照。

## 2 结果与分析

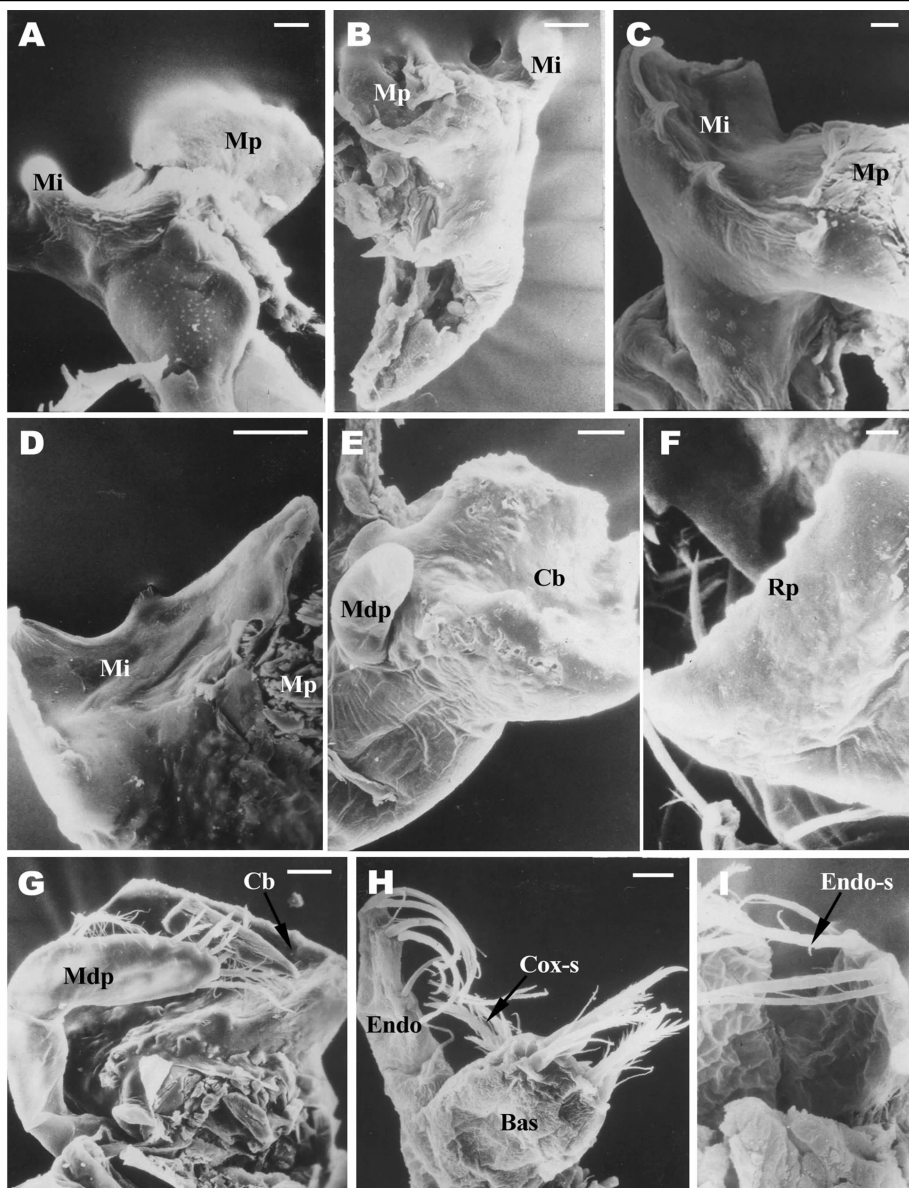
河蟹幼体口器由6对附肢组成,前3对为头部附肢,由大颚、第1小颚和第2小颚组成;后3对为胸部附肢,由第1颚足、第2颚足和第3颚足组成。

### 2.1 大颚

大颚单肢型,外肢消失,仅余内肢。第Ⅰ期溞状幼体阶段,大颚咀嚼板的切齿部和臼齿部显著,其上的齿突钝圆、不锐利,既不适宜咀嚼,也不适宜撕裂,切齿和臼齿之间无其他突起(图1-A)。第Ⅱ期溞状幼体阶段,大颚形态变化不大,与第Ⅰ期溞状幼体基本一致(图1-B)。第Ⅲ期溞状幼体阶段,切齿部具锋利尖齿,适于撕裂、切断食物,臼齿部柱状,表面平坦适于咀嚼(图1-C)。第Ⅳ期溞状幼体阶段,切齿部尖齿数目增多,但变短变小,切齿部与臼齿部间出现1枚坚硬且尖锐的侧齿(图1-D)。第Ⅲ期和第Ⅳ期溞状幼体阶段,大颚面左右不对称,臼齿部与切齿部之间一侧具齿,另一侧不具齿且凹陷较深(图1-C、图1-D)。第Ⅴ期溞状幼体阶段,大颚形态变化较大,大颚面中央出现一较深凹槽,切齿部与臼齿部靠近,区分不明显,臼齿部咀嚼面变窄,切齿部则变钝。整个大颚面呈近圆形,大颚须出现,不分节,不具刚毛(图1-E)。大眼幼体阶段大颚面呈菱形,中央有一凹槽,两侧具细齿。大颚须3节,末节具7~8根刚毛,刚毛具细长柔毛或短棘状分支,有感知作用(图1-F、图1-G)。

### 2.2 第1小颚

第1小颚单肢型,外肢消失,原肢2节,由底节和基节组



A~E—第 I~V 期溞状幼体阶段大颚形态；F—大眼幼体阶段大颚咀嚼板两侧的脊状突起；G—大眼幼体阶段大颚形态；H—第 I 期溞状幼体阶段第 1 小颚形态；I—第 II 期溞状幼体阶段第 1 小颚内肢末端刚毛形态。  
比例尺=100  $\mu$ m

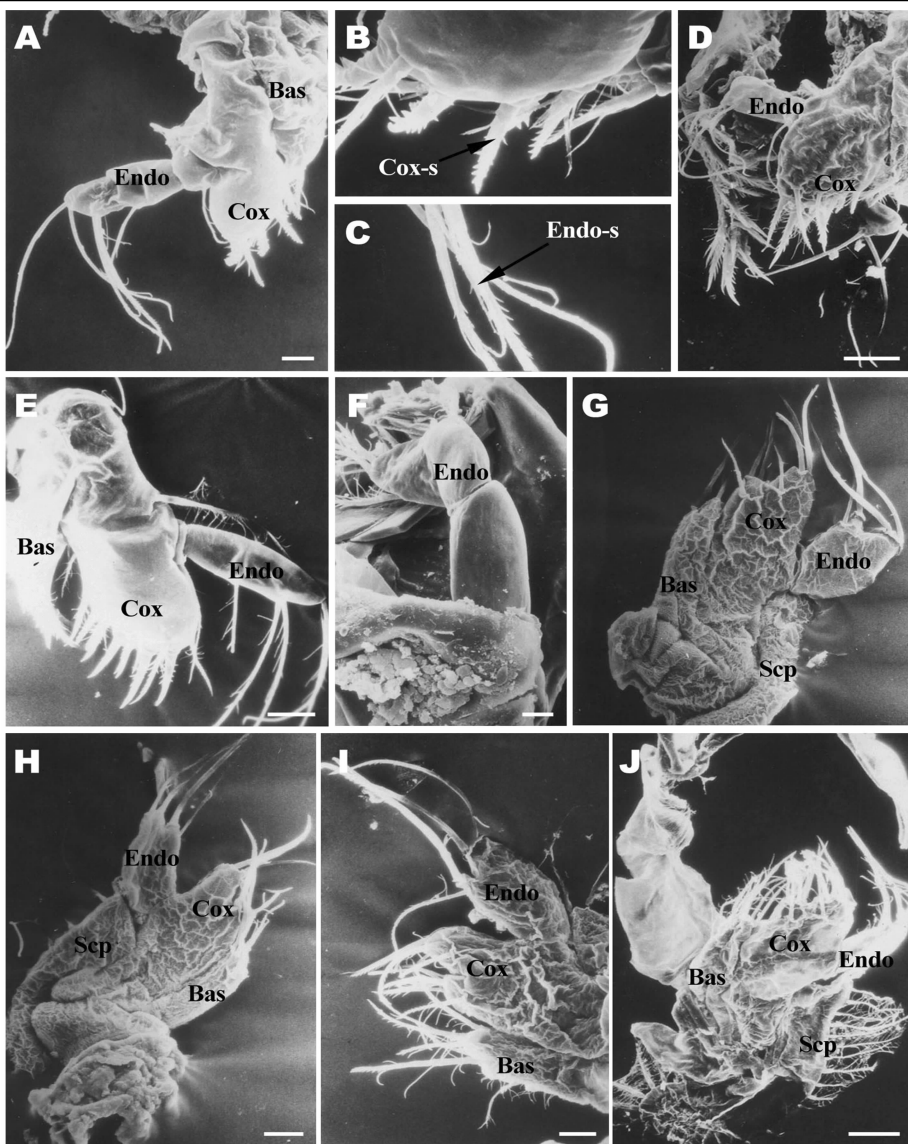
图1 河蟹幼体口器附肢形态

成,内肢亦由 2 节组成。第 I 期溞状幼体阶段,原肢底节具 4 根、基节具 5 根刚毛。内肢第 1 节末端具 1 根细刚毛,不分支;第 2 节末端具 4 根、近末端具 1 根长刚毛,内肢刚毛着生情况以后各期均无变化(图 1-H)。第 II 期溞状幼体阶段,内肢末端刚毛变长且出现分支(图 1-I)。第 III 期溞状幼体阶段,原肢基节具 6~7 根锯齿状刚毛,内肢末端刚毛变长,细齿状分支增多(图 2-A、图 2-C)。第 IV 期溞状幼体阶段,底节与基节刚毛数目有所增加,内肢刚毛变长,呈羽状(图 2-D)。第 V 期溞状幼体阶段,内肢刚毛分支变长,底节与基节刚毛数目增多,基节具 10~12 根刚毛(图 2-E)。大眼幼体阶段,底节与基节刚毛数目继续增加,内肢表面平坦(图 2-F)。

### 2.3 第 2 小颚

第 2 小颚双肢型,原肢 2 节,各分基、末 2 叶,内肢形成小颚须,外肢称为颚舟叶。第 I 期溞状幼体阶段,底节的基叶和

末叶具 1 根刚毛,基节的基叶具 4 根、末叶具 3 根刚毛。内肢不分节,末端分 2 叶,每叶各具 2 根刚毛,刚毛具小分支,内肢刚毛着生情况以后各期均无变化。颚舟叶呈长形,边缘不具刚毛(图 2-G)。第 II 期溞状幼体阶段,底节的基叶具 4 根,末叶具 3 根刚毛,基节的基叶增加 1 根刚毛,颚舟叶的边缘具 3 根刺状刚毛(图 2-H)。第 III 期溞状幼体阶段,底节和基节刚毛数目增加,其上分支也变长变多,内肢末端刚毛变长(图 2-I)。第 IV 期溞状幼体阶段,底节和基节刚毛增多,颚舟叶边缘具十数根羽状刚毛,刚毛密而长(图 2-J)。第 V 期溞状幼体阶段,颚舟叶边缘排满羽状刚毛,分支多且密集,而基节、底节及小颚须刚毛反之则较稀疏(图 3-A 至图 3-C)。大眼幼体阶段,第 2 小颚形态与成蟹近似,颚舟叶增大,边缘排满羽状刚毛,成为第 2 小颚的主要部分,小颚须则变小,末端尖,底节和基节也变小,刚毛变短,单分支增多(图 3-D)。



A—第Ⅲ期溞状幼体阶段第1小颚形态；B—第Ⅲ期溞状幼体阶段第1小颚基节刚毛形态；C—第Ⅲ期溞状幼体阶段第1小颚内肢末端刚毛形态；D—第Ⅳ~Ⅴ期溞状幼体阶段第1小颚形态；E—大眼幼体阶段第1小颚内肢形态；G~J—第Ⅰ~Ⅳ期溞状幼体阶段第2小颚形态。比例尺=100 μm

图2 河蟹幼体口器附肢形态

## 2.4 第1颚足

第1颚足双肢型,第Ⅰ期溞状幼体阶段,原肢底节短而不明显,基节较发达,内缘具6根短刚毛。外肢2节,第2节末端具4根长刚毛,刚毛具少数短小分支。内肢5节,各节皆具刚毛,前3节刚毛少而细小,末节顶端具4根长刚毛,不分支(图3-E、图3-F)。第Ⅱ~Ⅴ期溞状幼体阶段,其形态与第Ⅰ期溞状幼体基本一致,无显著变化,只是刚毛数目逐渐增加。大眼幼体阶段,第1颚足形态发生较大变化,由基节、底节、内肢和外肢组成。基节内叶与底节内叶马蹄形,上周缘具短而细分支的刚毛,有辅助磨碎食物的功能。内肢2叶,第1叶马蹄形,上具4根硬刚毛,第2叶末端具3根不分支的刚毛。外肢2节,第1节外末角具1根短刚毛,末节顶端具7根细长刚毛(图3-G)。

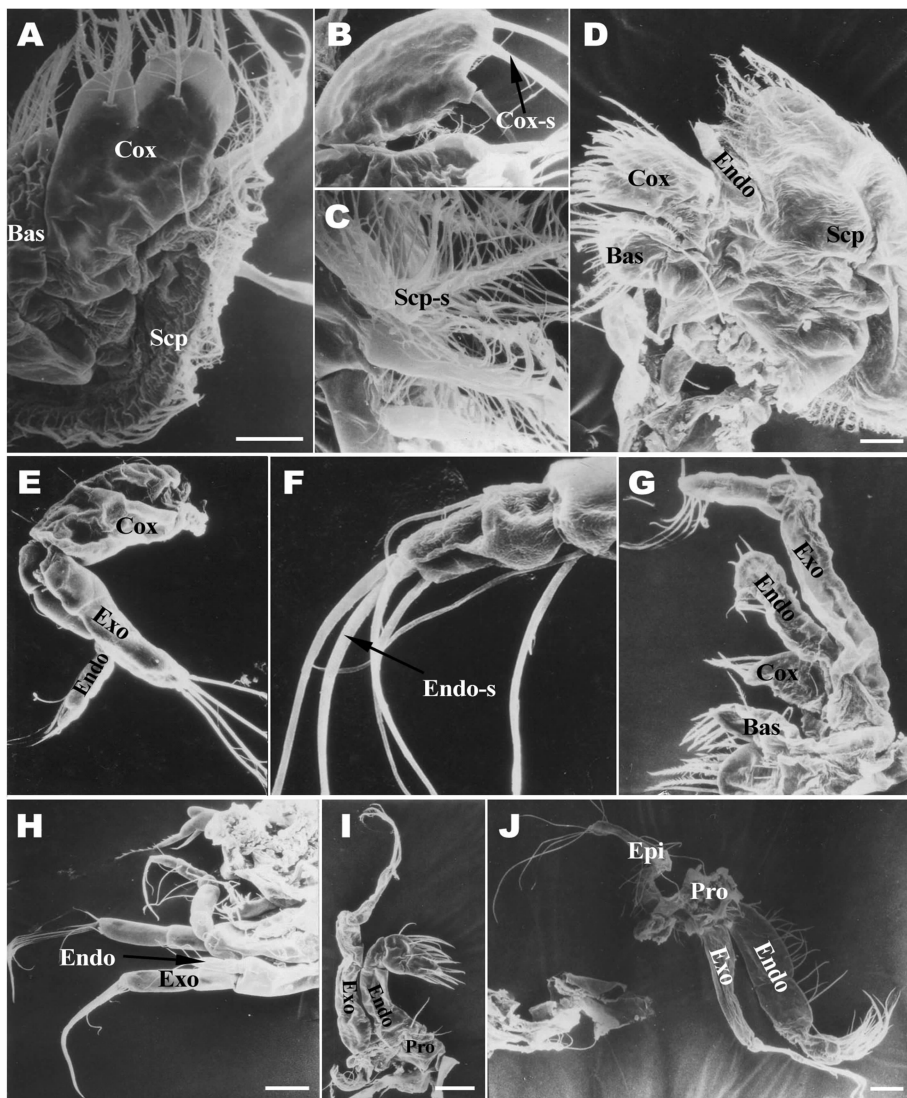
## 2.5 第2颚足

第2颚足双肢型,第Ⅰ期溞状幼体阶段,原肢2节,内缘

具刚毛。内肢3节,外肢2节,内肢末端及外肢末端具刚毛,外肢刚毛羽状,较长(图3-H)。第Ⅰ~Ⅴ期溞状幼体阶段,其形态基本一致,只是刚毛数目在不同时期有一定差异。大眼幼体阶段,内肢4节,末2节掌状,具较多的硬刺毛。外肢3节,前2节不具刚毛,末节末端具5根羽状刚毛。上肢柳叶状,外侧及顶端约具10根细丝状刚毛(图3-I)。

## 2.6 第3颚足

第3颚足双肢型,小芽状突起在第Ⅲ期溞状幼体阶段出现,第Ⅴ期溞状幼体阶段,各部分已能分辨。大眼幼体阶段,第3颚足发育完全,内肢5节,各节均具刚毛,前2节内缘具细丝状软毛,末节末端刚毛发达,较长具分支。外肢2节,第1节不具刚毛,末节末端具羽状刚毛。上肢柳叶状,外侧及顶端约具十数根根细丝状长刚毛。近原肢处具多数的刺状刚毛,原肢内缘具稀疏羽状刚毛(图3-J)。



A—第 V 期溞状幼体阶段第 2 小颚形态；B—第 V 期溞状幼体阶段第 2 小颚基节刚毛形态；C—第 V 期溞状幼体阶段第 2 小颚颚舟叶刚毛形态；D—大眼幼体阶段第 2 小颚形态；E—第 I 期溞状幼体阶段第一颚足形态；F—第 I 期溞状幼体阶段第 1 颚足内肢末端刚毛形态；G—大眼幼体阶段第 1 颚足形态；H—第 I 期溞状幼体阶段第 2 颚足形态；I—大眼幼体阶段第 2 颚足形态；J—大眼幼体阶段第 3 颚足形态。  
比例尺=100 μm

图3 河蟹幼体口器附肢形态

### 3 结论

河蟹幼体大颚在第 I 期溞状幼体和第 II 期溞状幼体阶段,切齿部和臼齿部齿突钝圆,不适合咀嚼及撕裂食物,从第 III 期溞状幼体起,切齿部尖锐,臼齿部平坦,适于咀嚼及撕裂食物。大颚须在第 V 期溞状幼体阶段出现,至大眼幼体阶段大颚须分 3 节,末节具分支刚毛且有感知作用。第 1 小颚单肢型,外肢消失。第 2 小颚双肢型,内肢形成小颚须,外肢称为颚舟叶。第 1、2 颚足双肢型,大眼幼体阶段形态变化较大。第 3 颚足双肢型,在大眼幼体阶段发育完全,内肢 5 节,前 2 节内缘及末 3 节刚毛发达,上肢柳叶状,具数 10 根细长的刚毛,外肢 2 节,末端具羽状刚毛。

### 参考文献:

[1] Factor J R. Development and metamorphosis of the feeding the

feeding apparatus of the stone crab, *Menippe - mercenaria* (brachyura, xanthidae) [J]. Journal of Morphology, 1982, 172 (3): 299 - 312.

[2] Santana W, Pohle G, Marques F. Larval development of *Apicomithrax violaceus* (A. Milne Edwards, 1868) (Decapoda; Brachyura: Majoidea; Pisidae) reared in laboratory conditions, and a review of larval characters of Pisidae [J]. Journal of Natural History, 2004, 38 (14): 1773 - 1797.

[3] Santana W, Marques F L, Fransozo A, et al. Larval development of *Notolopas brasiliensis* Miers, 1886 (Brachyura: Majoidea; Pisidae) described from laboratory reared material and a reappraisal of the characters of Pisidae [J]. Papéis Avulsos de Zoologia, 2006, 46 (19): 219 - 232.

[4] Maitland D P. Feeding and mouthpart morphology in the semaphore crab *Heloeius cordiformis* (Decapoda; Brachyura; Ocypodidae) [J]. Marine Biology, 1990, 105 (2): 287 - 296.

[5] Pohle G, Telford M. Morphology and classification of decapod crustacean

刘树文,杨川黔. 氯化钾和氯化铵对葛仙米的生理影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(13):155-158.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.13.037

# 氯化钾和氯化铵对葛仙米的生理影响

刘树文, 杨川黔

(贵州师范学院化学与生命科学学院, 贵州贵阳 550018)

**摘要:**比较研究了氯化钾(KCl)和氯化铵(NH<sub>4</sub>Cl)2种含氯化肥对葛仙米的生理影响。分别用BG<sub>110</sub>培养基、含1 mmol/L KCl的BG<sub>110</sub>培养基、含1 mmol/L NH<sub>4</sub>Cl的BG<sub>110</sub>培养基培养葛仙米,并测定葛仙米的各项生理指标。结果表明,含1 mmol/L NH<sub>4</sub>Cl培养中生长的葛仙米的比生长速率、各种光合色素含量以及可溶性糖和可溶性蛋白质含量大幅度降低,但丙二醛含量大幅度升高( $P < 0.05$ )。而1 mmol/L KCl培养条件下葛仙米生长的各项生理指标略有降低,丙二醛含量略有增加,但无显著差异( $P > 0.05$ )。因此,1 mmol/L NH<sub>4</sub><sup>+</sup>对葛仙米的生理和生化有较强的抑制效应。为了保护野生葛仙米资源,在稻田中应该减少氮肥的施用量。

**关键词:**葛仙米;化肥;生理影响;氯化钾;氯化铵

**中图分类号:** Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)13-0155-04

葛仙米(*Nostoc sphaeroides* Kütz.)生长于水稻田中,别称“天仙米”“天仙菜”“田木耳”,是一种药、食两用固氮蓝藻。《本草纲目》记载,自东晋开始,葛仙米就被作为一种美食和中草药成分,至今已有1 500多年的历史<sup>[1]</sup>。其蛋白质含量较高,含有丰富的人体必需的各种氨基酸、脂肪酸、维生素以及矿质元素,并且含有具有多种药用价值的各种多糖、色素等,还含有超氧化物歧化酶等生理活性物质<sup>[2-3]</sup>。据《本草纲目》《全国中草药汇编》以及《本草纲目拾遗》等记载,葛仙米性寒、味淡,具有明目益气、解热清膈、消除疲劳、久食延年,

能治疗目赤红肿、夜盲症、脱肛、烫伤,兼具美容护肤之功效,具有很高的药用和保健价值<sup>[4]</sup>。葛仙米在保健食品、食品添加剂、动物饲料、医药、美容以及精细化加工品等领域也具有广阔的开发应用前景<sup>[4-5]</sup>。

葛仙米作为我国传统出口的珍贵产品,同时在国内市场也占有举足轻重的地位。葛仙米市场供不应求,价格昂贵,只有少数人能品尝到这种珍稀的食用蓝藻<sup>[6]</sup>。野生葛仙米在世界范围内分布稀少,主要分布在我国湖北省鹤峰县走马镇周围的水稻田中,非洲有少量分布,也曾陕西、湖北、广西、广东等省(区)有发现<sup>[1]</sup>。葛仙米的生长期为每年的11月份到第二年的5月份<sup>[1,7]</sup>。野生葛仙米产量甚微,大概每年7.5 kg/hm<sup>2</sup>左右<sup>[7]</sup>。湖北省鹤峰县适于葛仙米生长的水稻田有796 hm<sup>2</sup>,但最大年产量已由25年前的25 t锐减至0.5 t<sup>[1]</sup>。为了保护野生葛仙米资源并使其得到合理的开发利用,关于葛仙米的生理生态学以及野生葛仙米的人工培养方面的研究引起了学者的广泛关注<sup>[7]</sup>。陈珍研究了除草剂、

收稿日期:2017-02-04

基金项目:国家自然科学基金(编号:31660115);贵州省科学技术厅项目(编号:黔科合J字[2013]2234号);贵州师范学院博士项目(编号:12BS030)。

作者简介:刘树文(1980—),男,湖北黄冈人,博士,副教授,研究方向为藻类生理生化。E-mail:1059834578@qq.com。

larval setae: a scanning electron microscope study of *Dissodactylus Crinitichelis* Moreira, 1901 (Brachyura: Pinnotheridae) [J]. Bulletin of Marine Science, 1981, 31(3): 736-752.

[6] Garm A. Mechanosensory properties of the mouthpart setae of the European shore crab *Carcinus maenas* [J]. Marine Biology, 2005, 147(5): 1179-1190.

[7] Borisov R R. Changes of the setae on the mouthparts of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) (Decapoda: Lithodidae) during ontogeny [J]. Russian Journal of Marine Biology, 2016, 42(1): 51-57.

[8] Wortham J L, Lavelle A D. Setal morphology of grooming appendages in the spider crab, *Libinia dubia* [J]. Journal of Morphology, 2016, 277(8): 1045-1061.

[9] Jaszowski K, Keiler J, Wirkner C S. The mouth apparatus of *Lithodes maja* (Crustacea: Decapoda) - form, function and biological role [J]. Acta Zoologica, 2015, 96(4): 401-417.

[10] 堵南山. 毛蟹的解剖[J]. 华东师范大学学报, 1957(1): 60-73.

[11] 梁象秋, 严生良, 郑德崇, 等. 中华绒螯蟹 *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards 的幼体发育[J]. 动物学报, 1974, 20(1): 61-68.

[12] Kim C H, Hwang S G. The complete larval development of the mitten crab *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (Decapoda, Brachyura, Grapsidae) reared in the laboratory and a key to the known zoeae of the Varuninae [J]. Crustaceana, 1995, 68(7): 793-812.

[13] Montú M, Anger K, de Bakker C. Larval development of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards (Decapoda: Grapsidae) reared in the laboratory [J]. Helgoländer Meeresuntersuchungen, 1996, 50(2): 223-252.

[14] 堵南山, 陈炳良. 中华绒螯蟹幼体消化系统发育的研究[J]. 海洋与湖沼, 1992, 23(1): 79-82.