

田 丽,陈道海,周梅清,等. 乌贼墨汁的原子力显微观察[J]. 江苏农业科学,2013,41(7):296-298.

# 乌贼墨汁的原子力显微观察

田 丽, 陈道海, 周梅清, 谢春瑶, 邱小莹

(湛江师范学院生命科学与技术学院, 广东湛江 524048)

**摘要:**对中国枪乌贼和虎斑乌贼的墨汁进行原子力扫描观察,并对墨汁颗粒的颗粒度进行了分析。结果表明,乌贼墨汁颗粒呈圆形或长条形,不同种类乌贼的墨汁颗粒外貌不同,中国枪乌贼墨汁颗粒呈圆球形,墨汁颗粒大小均等,间或有少量大颗粒墨汁;虎斑乌贼墨汁颗粒呈圆形及长条形,颗粒大小不一。虎斑乌贼墨汁颗粒平均表面积为  $9\,478.12\text{ nm}^2$ ,较中国枪乌贼的墨汁颗粒(平均表面积为  $7\,062.91\text{ nm}^2$ )大。

**关键词:**中国枪乌贼;虎斑乌贼;墨汁;原子力显微镜

**中图分类号:** Q36;Q946 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)07-0296-03

乌贼属软体动物门头足纲<sup>[1]</sup>。头足类的墨囊中含有墨汁,遇敌时可喷出墨汁麻痹天敌的视觉和嗅觉。不同种类乌贼墨汁的成分含量不同,一般含颗粒  $200\text{ mg/mL}$ 。其主要成分为黑色素和富含岩藻糖的多糖-肽复合体<sup>[2]</sup>。乌贼墨汁作为药材使用已有很长的历史,在唐代就有药典记载乌贼墨汁有治疗锥心痛的作用<sup>[3]</sup>。20 世纪 90 年代以来,由于乌贼墨汁具有高效抗肿瘤活性以及在增强机体免疫力方面的突出作用,受到了广泛关注<sup>[4-5]</sup>,在医学领域和食品领域都得到广泛的研究<sup>[6-11]</sup>。

原子力显微镜是一种能够提供各种类型样品的表面状态信息的纳米级高分辨率扫描探针显微镜,通过原子力显微扫描能够得到样品表面的三维形貌图像,并可对所得的三维形貌图像进行粗糙度、厚度计算及步宽、方框图或颗粒度分析。

目前,原子力显微术越来越多地被运用于生物分子和生物组织的精细结构<sup>[12]</sup>研究中,在纳米生物结构(主要包括细胞、生物大分子等)的表征与测量方面取得了令人瞩目的进展<sup>[12-16]</sup>。

本研究以中国枪乌贼和虎斑乌贼为供试材料,对其墨汁结构进行了原子力显微观察,对墨汁颗粒进行颗粒度分析,以期对乌贼墨汁的进一步基础研究及应用提供参考。

## 1 材料与方法

收稿日期:2013-04-04

基金项目:国家星火计划(编号:2012GA780020);广东省教育部产学研合作专项(编号:2011B090400274);广东省湛江市科技计划(编号:2011D0244);湛江师范学院重点资助项目(编号:ZL1010)。

作者简介:田 丽(1981—),女,四川泸州人,硕士,实验师,主要从事动物生态方面研究。E-mail:ty200399@163.com。

[6]任建梅,胡 荫,包艳红,等. 锦鸡儿治疗大鼠佐剂性关节炎机制的实验研究[J]. 中华医学研究杂志,2004(9):1624-1627.

[7]林丽艳,张慧云,何韶衡. IL-6 及其受体与炎症性疾病关系的新进展[J]. 中国热带医学,2008,8(4):680-682.

[8]万国仕,赵振中,钱一龙,等. 血清 SOCS-3、IL-6、TNF- $\alpha$  在溃疡性结肠炎患者中的变化及其相互关系[J]. 世界华人消化杂志,2011,19(32):3370-3373.

### 1.1 供试材料

供试材料为中国枪乌贼及虎斑乌贼,皆购自市场,由渔民在湛江海域捕捞所获。

仪器包括原子力显微镜(上海卓伦微纳米设备有限公司生产),型号为 Micronano ZL AFM-II。扫描模式为轻敲模式。

### 1.2 试验方法

解剖乌贼,取出墨囊,将其墨汁以乙醇稀释。将乙醇与墨汁混合液均匀平铺于新剥离的云母表面,室温下在空气中自然干燥。将制备好的样品置于 AFM 载物台上,利用倒置显微镜观察墨汁颗粒的分布情况。选取样品表面较为平整、墨汁颗粒分散较好的区域,在操作软件中选择轻敲模式进行扫描。

## 2 结果与分析

### 2.1 乌贼墨汁原子力扫描结果

对乌贼墨汁进行原子力显微扫描,结果见图 1 至图 4,扫描范围为  $1\,000\text{ nm}$ 。中国枪乌贼墨汁颗粒呈圆球形,紧密排列,大部分墨汁颗粒大小均等,间或有少量大颗粒墨汁(图 1、图 2)。而虎斑乌贼墨汁颗粒呈圆形及长条形,颗粒大小不一(图 3、图 4)。

### 2.2 乌贼墨汁颗粒度分析

由图 5 可见,中国枪乌贼墨汁颗粒平均表面积为  $7\,062.91\text{ nm}^2$ ,其中最大颗粒表面积为  $66\,151.18\text{ nm}^2$ ,最小颗粒表面积为  $152.60\text{ nm}^2$ ;颗粒平均直径为  $94.83\text{ nm}$ ,其中最大颗粒直径为  $290.22\text{ nm}$ ,最小颗粒直径为  $13.94\text{ nm}$ 。

由图 6 可见,虎斑乌贼墨汁平均表面积为  $9\,478.12\text{ nm}^2$ ,其中最大颗粒表面积为  $50\,326.78\text{ nm}^2$ ,最小颗粒表面积为  $152.60\text{ nm}^2$ ;颗粒平均直径为  $109.85\text{ nm}$ ,其中最大颗粒直径为  $253.14\text{ nm}$ ,最小颗粒直径为  $13.94\text{ nm}$ 。

[9]Ku C S, Mun S P. Antioxidant activities of ethanol extracts from seeds in fresh Bokunja (*Rubus coreanus* Miq.) and wine processing waste [J]. Bioresource Technology, 2008, 99(10):4503-4509.

[10]范 恒,邱明义,梅家俊,等. 理肠四方对溃疡性结肠炎大鼠组织细胞因子 TNF- $\alpha$ 、IL-6、IL-8、IL-10 的影响[J]. 中医药学刊,2004,22(9):1624-1627.

[11]李龙华,张金良. 中医药保护胃黏膜损伤的研究进展[J]. 山西中医学院学报,2008,9(4):60-62.

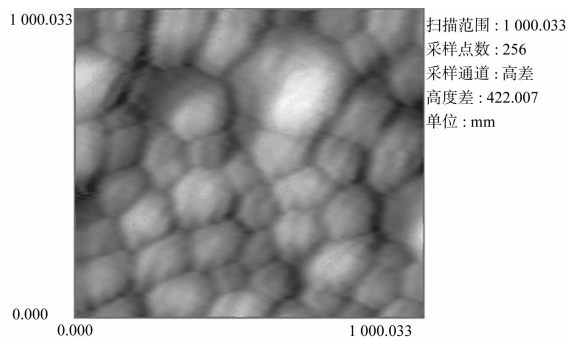


图1 中国枪乌贼墨汁颗粒原子力显微扫描示意图

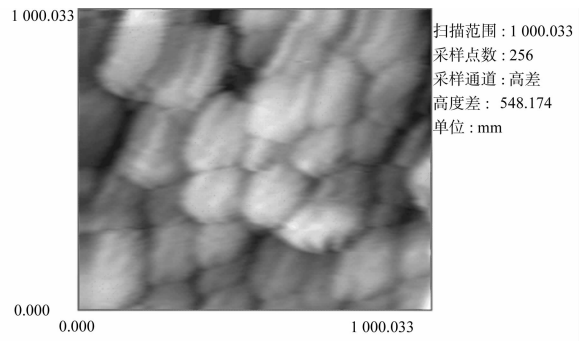


图3 虎斑乌贼墨汁颗粒原子力显微扫描示意图

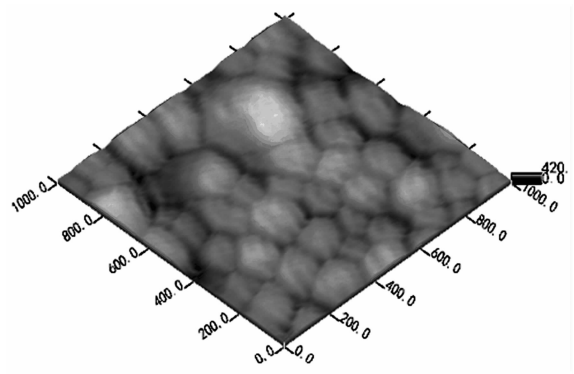


图2 中国枪乌贼墨汁颗粒原子力显微扫描三维图

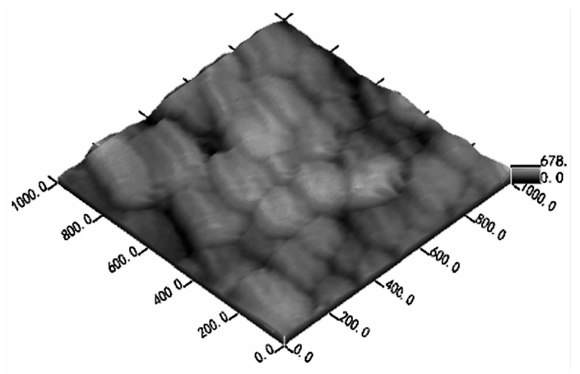


图4 虎斑乌贼墨汁颗粒原子力显微扫描三维图

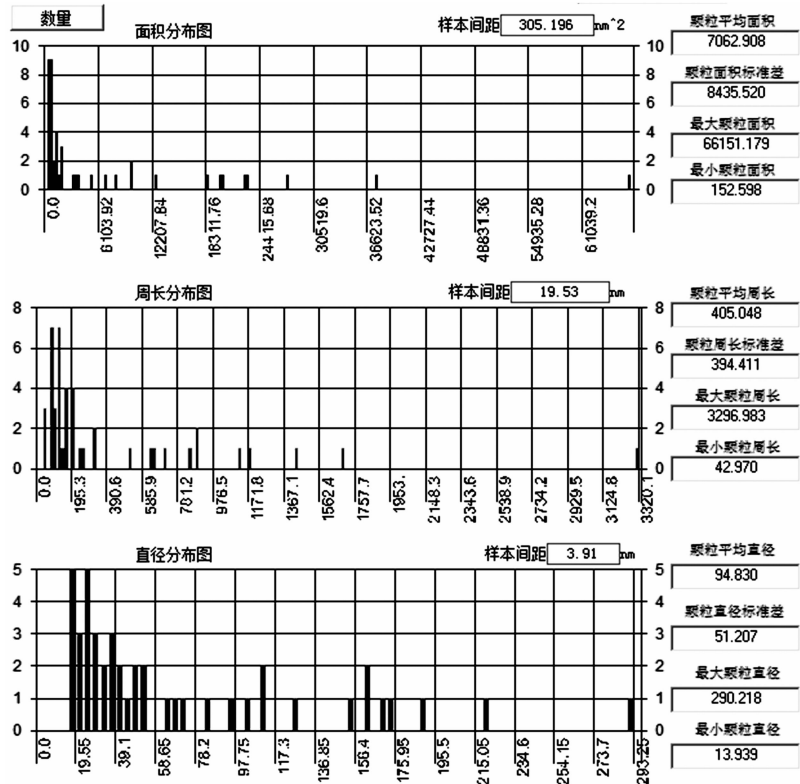


图5 中国枪乌贼墨汁原子力显微颗粒度分析

3 讨论

3.1 乌贼墨汁颗粒结构

由 AFM 扫描图(图 1 至图 4)可见,不同乌贼墨汁颗粒形

貌有所不同,中国枪乌贼墨汁颗粒较虎斑乌贼墨汁颗粒小且圆。中国枪乌贼,广东俗称鱿鱼,中国枪乌贼与虎斑乌贼虽然同属头足纲,但中国枪乌贼的墨囊较虎斑乌贼的墨囊小,所含的墨汁亦少。墨汁颗粒形貌的不同是否与生理结构的不同有

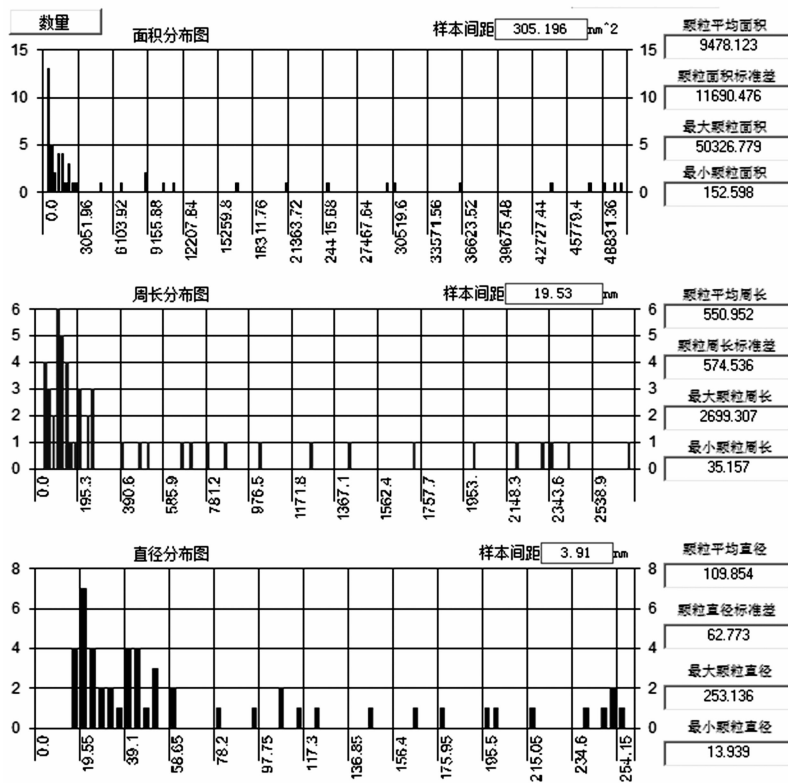


图6 虎斑乌贼墨汁原子力显微颗粒度分析

关还有待于进一步研究。

### 3.2 乌贼墨汁颗粒度

中国枪乌贼墨汁颗粒表面积分布图(图5)中,颗粒表面积集中分布在 $6\ 103.92\ \text{nm}^2$ 以下, $6\ 103.92\sim 42\ 727.44\ \text{nm}^2$ 面积段有少量颗粒均匀分布;而 $42\ 727.44\ \text{nm}^2$ 以上面积的颗粒分布极少。

虎斑乌贼墨汁颗粒表面积分布图,与中国枪乌贼墨汁颗粒表面积分布图有相似之处,即小面积的颗粒较多,其集中分布 $3\ 051.96\ \text{nm}^2$ 以下,与中国枪乌贼墨汁颗粒表面积分布不同的是,面积为 $3\ 051.96\ \text{nm}^2$ 以上的颗粒则分布比较均匀。

无论是从2种乌贼的墨汁颗粒扫描图还是颗粒度分析,都发现虎斑乌贼的墨汁颗粒在平均表面积和平均直径上都较中国枪乌贼的墨汁颗粒要大且均匀。

### 参考文献:

- [1]蔡祖花,王凤山. 乌贼墨的药用研究概况[J]. 中国海洋药物, 2000,19(5):46-49.
- [2]关淑冰,李永镰,郭宜重,等. 中国枪乌贼墨汁提取物的骨髓保护作用[J]. 海峡药学,2007,19(10):24-25.
- [3]陈藏器. 本草拾遗辑释[M]. 合肥:安徽科学技术出版社, 2002:11431.
- [4]Sasaki J, Ishita K, Takaya Y, et al. Anti-tumor activity of squid ink[J]. Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 1997,43(4): 455-461.
- [5]刘成玉,滕青,周绪样,等. 乌贼墨对红细胞免疫粘附肿瘤细胞能力的影响[J]. 中国海洋药物,1996,15(3):14-16.

- [6]郑高利,张信岳,周彦钢,等. 鱿鱼墨和乌贼墨部分成分及微量元素含量比较[J]. 中国海洋药物,2002,21(3):12-14.
- [7]郑小东,杨建敏,王海艳,等. 金乌贼墨汁营养成分分析及评价[J]. 动物学杂志,2003,38(4):32-35.
- [8]吴金龙,罗剑秋,刘华忠,等. 乌贼墨多糖对冷藏鱿鱼的防腐保鲜作用研究[J]. 食品科学,2010,31(10):304-307.
- [9]谢光临,吕昌龙,洪明标. 乌贼墨促凝血作用机制的实验研究[J]. 中国医科大学学报,1994,23(6):530-531.
- [10]雷敏,王静凤,李兆杰,等. 乌贼墨制品对 $^{60}\text{Co}\gamma$ 辐射损伤小鼠造血功能的影响[J]. 食品科学,2007,28(2):293-297.
- [11]雷敏,王静凤,逢龙,等. 乌贼墨对高脂血症大鼠血脂代谢和抗氧化能力的影响[J]. 中国海洋药物,2007,26(3):30-33.
- [12]陈龙,冯喜增. 原子力显微术在生物研究中的应用[J]. 生命科学,2007,19(5):568-574.
- [13]王静,顾宁. 原子力显微术应用于生物纳米结构表征与测量的研究进展[J]. 微纳电子技术,2003,40(11):43-46.
- [14]Puntheeranurak T, Wildling L, Gruber H J, et al. Ligands on the string: single-molecule AFM studies on the interaction of antibodies and substrates with the  $\text{Na}^+$ -glucose co-transporter SGLT1 in living cells[J]. Journal of Cell Science, 2006,119(Pt 14): 2960-2967.
- [15]Girasoletti M, Cricenti A, Generosi R, et al. Artificially induced unusual shape of erythrocytes: an atomic force microscopy study[J]. Journal of Microscopy, 2001,204(Pt 1): 46-52.
- [16]Oberleithner H, Schneider S W, Albermann L, et al. Endothelial cell swelling by aldosterone[J]. Journal of Membrane Biology, 2003,196(3): 163-172.