

化学感觉研究在水产养殖中的应用

陈楠生* 孙海宝

(中国科学院海洋研究所, 青岛266071)

水生生物的化学感觉生物学是研究动物对外界水环境中化学物质的各种反应。

I. 化学感觉对水生生物行为的调控

绝大多数海洋动物都具有非常敏锐的化学感觉功能。化学感觉对生物的作用主要表现在:(1) 诱导动物对食物的识别和摄取;(2) 引起摄食行为的抑制反应;(3) 激发配偶的识别和交配行为;(4) 产生捕食逃避和警戒反应;(5) 诱导附着生物幼虫的附着变态;(6) 影响动物的迴游路线;(7) 决定种间识别和社群行为以及维持共生关系^[3]。

II. 化学感觉研究对水产养殖的意义

本文重点介绍化学感觉生物学在水产养殖方面的应用。

II.1. 人工配合饵料的诱食剂

对虾的摄食行为有随机性, 导致饵料的利用率不高。如通过研究, 找到其最敏感(即最喜食)的化学物质, 将其作为诱食剂加到饵料中, 以提高摄食率, 降低成本并避免水质变坏, 病害蔓延等。

诱食剂的研制是基于食物的味道和气味而提出的, 诱食剂的分子量一般小于1 000 道尔顿, 不具挥发性、含氮、兼性等特征^[4]。

目前, 美国和日本的人工配合饵料中都有诱食剂。鹿儿岛大学的 K. Nakamura^[5] 介绍了化学刺激物对日本对虾摄食行为的影响。将其分为寻食行为和进食反应, 主要由特异性氨基酸(如精氨酸、甘氨酸)激发, 后者则主要由特异性蛋白质和糖类诱导。

表 1 去眼柄日本对虾的寻食行为¹⁾

物 质	浓 度 (mol/L)				
	2×10^{-10}	2×10^{-8}	2×10^{-6}	2×10^{-5}	2×10^{-4}
精氨酸	1	2	3	4	1
组氨酸		1	3	4	1
甲硫氨酸		2	1	1	
甘氨酸	2	4	6	6	
丙氨酸			1	2	
谷氨酸钠		1	1	1	1
牛磺酸			1	1	1
半乳糖		1	1	2	
纤维二糖		2	3	3	

物 质	浓 度 (g/L)				
	2×10^{-10}	2×10^{-8}	2×10^{-6}	2×10^{-4}	2×10^{-2}
牛白蛋白				2	1

1) 表中数据为摄食反应的相对强度, 根据 K. Nakamura, 1987。

K. Nakamura 指出, 在日本对虾的人工配

* 陈楠生同志为本刊通讯员。

表2 去眼柄日本对虾的进食反应¹⁾

物 质	精氨酸	亮氨酸	缬氨酸	半乳糖	葡萄糖	纤维二糖	奶酪蛋白	牛白明胶	牛胶原	淀粉	纤维素
摄食比率(%)	15	7	7	7	68	26	21	88	88	36	48

1) 摄食百分数指表现出正进食反应的对虾占全部实验虾的百分比,根据 K. Nakamura, 1987。

合饵料中添加特异性氨基酸(如甘氨酸),可以明显增加对虾的寻食速度;但是,对虾寻到食物以后是否进食,取决于饵料中是否含有特异性的蛋白质和糖类。

Derby 和 Atema^[6] 研究表明,经常投喂同一种饵料,龙虾的摄食习性(如敏感性,摄食行为阈值等)发生改变。

化学感觉对中国对虾摄食行为的影响,在国内也做过一些研究^[1,2]。1989年以后,作者系统地研究中国对虾的化学感觉生物学,其内容包括行为学、形态学和电生理研究等3部分。

II.2. 生物幼虫附着和变态的诱导物

生物幼虫的附着和变态受化学物质的诱导。对附着生物幼虫进行化学感觉研究可以了解它们附着变态的过程,分析并筛选出诱导这一过程的诱导物,从而大幅度提高养殖附着生物附着变态率。另外,对于一些有害的附着生物(如藤壶)也可以通过研究其化学感觉特性进行生物防除。幼虫对化学信号的利用已在红鲍(red abalone)中作了详尽的研究^[9]。

II.3. 调控迴游的信息素

动物的迴游有索饵迴游、生殖迴游和越冬迴游3种类型。现在一般认为前两者受化学感觉的调控。

Nordeng^[8] 指出,大麻哈鱼的回归迴游由入海的大麻哈鱼形成的嗅迹引起并介导。初次入海的大麻哈鱼群释放的物质形成嗅迹。嗅迹起自它们相应的淡水生活水域,止于海。成熟的大麻哈鱼对特异的嗅迹产生反应,并开始回归迴游。嗅迹的成分是信息素^[9]。一般认为,大麻哈鱼的信息素来自皮肤粘液。

II.4. 性外激素

Ryan 研究表明,脱皮前的雌蟹(*Portunus sanguinentus*)释放一种性外激素,刺激雄蟹

的生殖行为。McLeese^[10]的实验证实,刚刚脱皮的成熟雌龙虾(*H. americanus*)释放一种物质(性外激素)对成熟雄龙虾具有引诱性。

中国对虾越冬培育的研究,在70年代已初步获得成功,但大规模对虾亲体的生产近几年才开始。我国北方沿海省市,由于种种原因,池养对虾移入越冬池以前,交配率大都在10%以下,已构成亲虾越冬生产中的严重障碍^[1]。因此,如何提高亲虾交配率,成为亲虾越冬生产中迫切需要解决的问题。这除了要研究影响中国对虾亲虾交配的各种生态因子外,还需着重考虑介导中国对虾交配行为的各种性外激素,增强雌虾和雄虾之间的引诱性,从而提高交配率。

III. 化学感觉研究的其它应用

在海洋生物的生存环境中,除了存在必需的各种化学物质外,还存在着大量多余的物质,其中一些对生物体是非常有害的。水生生物特别是甲壳动物,它们的化学感觉器官直接暴露在水环境中,很容易受环境中物质的影响。对甲壳动物感受器官影响最大的物质有去污剂、工业废料、原油、污泥等^[11]。目前,研究污染物对水生生物的影响及化学感觉究竟起什么作用,还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 李茂堂、张乃禹、张守临, 1989. 池养中国对虾交配规律的研究取得重大突破. 海洋科学 6: 68.
- [2] Hodgson, E. S., 1958. Electrophysiological studies of arthropod chemoreception. III. Chemoreceptors of terrestrial and freshwater arthropods. Biol. Bull. 115: 114-125.
- [3] Carr, W. E. S. and C. D. Derby, 1986. Chemically

- 1) 郝斌、孙海宝 80年代初期在实验室研究了氨基酸对中国对虾摄食行为的影响。
- 2) 李光友、毛元兴, 1987. 对虾诱饵剂研究报告。

- Stimulated feeding behavior in marine animals. *J. Chem. Ecol.* 12: 989-1011.
- [4] Meyers, S. D., 1986. Attractants, aquatic diet development examined. *Feedstuffs* 12: 11-12.
 - [5] Nakamura, K., 1987. Chemoreceptive property in feeding of the prawn (*Penaeus japonicus*). *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.* 36: 201-205.
 - [6] Derby, C. D. and J. Atema, 1981. Selective improvement in responses to prey odors by the lobster, *Homarus americanus*, following feeding experience. *J. Chem. Ecol.* 7: 1073-1080.
 - [7] Morse, S. E., N. Hooker, H. Duncan, and L. Jensen, 1979. Gama-Aminobutyric acid, a neurotransmitter, induces planktonic abalone larvae to settle and begin metamorphosis. *Science* 204: 407-410.
 - [8] Nordeng, H., 1971. Is the local orientation of anadromous fishes determined by pheromones? *Nature*. 233: 411-413.
 - [9] Døving, K. B., 1989. Molecular cues in salmonid migration. In J. Maruani (ed), *Molecules in physics, Chemistry and Biology* 4: 299-329.
 - [10] Mcleese, W. W., 1970. Detection of dissolved substances by the American lobster (*Homarus americanus*) and olfactory attraction between lobsters. *J. Fish. Res. Bd. Canada*. 27: 1371-1378.
 - [11] Carr, W. E. S., B. W. Ache and R. A. Gleeson, 1937. Chemoreceptors of crustaceans: similarities to receptors for neuroactive substances in internal tissues. *Environmental Health Perspectives* 71: 31-46.