

卤虫作为饵料生物的评价*

李 诺

(山东省水产学校)

卤虫 (*Artemia salina*) 又称盐 水 丰 年 虫, 是一种分布很广的小型甲壳类动物。它具有生活周期短、繁殖能力强以及休眠卵可以长期保存、随时孵化等优点, 因此, 已成为水产养殖业中最主要的活饵料之一。

当前, 世界各国广泛应用卤虫的幼体、成体和去壳卵作为海淡水鱼类和虾蟹类幼体的饵料。六十年代, 苏联曾经成功地用卤虫作为鲟科幼鱼的饵料。近年, 日本已应用于对虾幼体以及虹鳟、鲤、真鲷等幼鱼的培育。欧美和一些东南亚国家, 已开始人工培养卤虫饲养不列颠银鱼、美洲拟鲈、银汉鱼的幼鱼和罗氏沼虾的幼体。我国也利用卤虫幼虫作为多种鱼虾蟹类幼体的饵料。但是, 对于一些海产鱼类幼鱼, 长期连续地单用卤虫作为饵料, 往往会生长率不高, 甚至导致死亡。对于其原因, 许多学者对此进行了研究、探讨。

本文仅就卤虫的矿物质、蛋白质、脂肪等化学组成和含量, 及其与饵料状况、地理品系、环境因素等方面的关系, 从营养价值的角度进行讨论。

一、卤虫的矿物质组成

矿物质 (无机盐类) 是构成动物机体的必需成分, 又是饲料中不可缺少的一类营养物质。卤虫矿物质的组成, 大致含有 Ca, Mg, P, Na, K, Fe, Zn, Mn, Cu 等元素 (表1)。这些元素都是鱼虾类生长所必需的。由表 1 可知, Na, P 的含量较高, 而微量元素 Fe 的含量, 则因卤虫产地不同、地理品系不同而相差悬殊。产于南美和加拿大的卤虫幼虫比产于旧金山的卤虫幼虫, Fe 的含量高 6—7 倍。其它各种元素的含量, 各产地没有明显的差异。例如 Ca, Mg, P 的含量, 分别在 0.2—0.4, 0.2

—0.7 以及 1.2—1.4 mg/g 之间。

在鱼虾类饲养中, 矿物质不足所引起的症状, 一般表现为生长率低, 伴随出现的是很高的死亡率。因此, M. Roeder 和 H. Roeder (1966) 曾认为, 单用卤虫饲养海产鱼类之所以生长不好, 是由于卤虫 Fe 含量少的缘故。1978年, 渡边武在重复试验的基础上认为, 卤虫的 Fe 含量因其产地和时间不同而异, 即使在 Fe 含量高 (295 $\mu\text{g/g}$) 的情况下, 一些海产幼鱼生长仍表现低劣。因此, 认为在单独使用卤虫时, Fe 含量不足不是幼鱼生长不好和出现死亡的主要原因。究竟何因? 有待研究探讨。

卤虫幼虫各种矿物成分的含量, 尤其是微量元素的含量, 与其生活的环境水有关。环境水作为矿物质的供应源, 通过卤虫的饵料生物而间接影响卤虫的矿物组成。因此, 有目的地调节环境水的矿物质组成和改变卤虫的饵料状况, 可改善和提高卤虫的矿物质组成和含量。

表 1 卤虫幼虫的矿物质组成 (湿成分)¹⁾

矿 物	产 地	旧金山	南 美	加 拿 大
Ca	(mg/g)	0.23	0.24	0.41
Mg		0.44	0.20	0.68
P		1.33	1.21	1.44
Na		4.02	1.43	4.93
K		1.08	0.96	1.16
Fe	($\mu\text{g/g}$)	52.1	294.4	287.3
Zn		16.1	21.1	24.1
Mn		2.1	2.6	3.7
Cu		0.6	1.1	1.9

1) 引自渡边武等。

* 蒙我校沈宗武同志对本文提出宝贵意见, 特此致谢。

二、卤虫蛋白质的营养价值

众所周知,蛋白质是构成鱼虾类机体的主要物质。蛋白质的营养价值取决于氨基酸的组成,尤其是必需氨基酸的组成。因此,在组成饵料蛋白的氨基酸中,必需氨基酸的种类和数量,以及必需氨基酸之间的比值,是饵料蛋白营养价值的标志。

卤虫作为饵料生物其蛋白质的氨基酸组成,主要由18种氨基酸组成(表2)。其中蛋氨酸、赖氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸、精氨酸、缬氨酸、色氨酸和组氨酸是鱼类的必需氨基酸。从表2可以看出,卤虫含有鱼虾类蛋白质中所含有的各种氨基酸,其中含硫氨基酸(蛋氨酸和半胱氨酸)含量较低;色氨酸大体上和鱼虾类含量相似;脯氨酸、丝氨酸含量略高于鱼虾类;而其它氨基酸含量略低于鱼虾类。

同几种常用的饵料生物的氨基酸组成比

表2 卤虫和鱼虾类蛋白质的氨基酸组成
(g/100g粗蛋白)¹⁾

氨基酸	生物种类 卤虫	对虾	龙虾	三疣梭子蟹	鱼类
异亮氨酸	2.6	3.82	4.08	4.65	5.0—7.9
亮氨酸	6.1	8.62	8.60	8.96	7.4—9.4
蛋氨酸	0.9	2.83	3.22	2.99	3.1—3.7
半胱氨酸	0.4	1.14	1.34	1.56	—
苯丙氨酸	3.2	4.42	4.72	4.76	3.4—5.2
酪氨酸	3.7	4.09	4.11	4.69	3.5—4.6
苏氨酸	1.7	4.10	4.37	5.17	5.2—6.0
色氨酸	1.0	1.00	0.95	1.61	1.1—1.4
缬氨酸	3.2	4.39	4.47	4.96	5.6—9.3
赖氨酸	6.1	9.42	9.52	8.89	9.9—11.8
精氨酸	5.0	9.03	7.39	6.29	5.9—6.9
组氨酸	1.3	1.92	2.15	2.37	2.2—3.9
丙氨酸	4.1	5.92	5.96	5.72	5.1—7.3
天冬氨酸	7.5	11.70	12.33	11.95	6.2—11.5
谷氨酸	8.8	17.51	16.95	16.17	13.4—16.9
甘氨酸	3.4	4.65	4.63	4.72	3.0—5.5
脯氨酸	4.7	3.66	3.41	4.50	2.9—4.2
丝氨酸	4.6	4.18	4.92	4.88	4.6—5.5

1) 引自代田昭彦和渡边武。

较,卤虫的亮氨酸、赖氨酸含量略高于克劳氏纺锤水蚤(*Acartia clausi*)、日本虎斑猛水蚤(*Tigriopus japonicus*)和裸腹蚤(*Moina* sp.);而苏氨酸的含量略低于这三种饵料生物;其它各种氨基酸的含量与三种饵料生物大致相近似。

渡边武、荒川敏久等人,分别用虹鳟和鲤鱼测定了对卤虫的消化率、蛋白质效率(PER)和蛋白质净利用率(NPU)。结果,虹鳟对卤虫的蛋白质消化率为89%,鲤鱼为83%。鲤鱼对卤虫的蛋白质效率为2.5,酪蛋白为3.2。虹鳟和鲤鱼对卤虫的蛋白质利用率,约是酪蛋白利用率的66%。卤虫的总能量为5.2kcal/g。从氨基酸组成、蛋白质消化率和蛋白质利用率看,卤虫作为饵料生物是比较好的蛋白源。

三、卤虫的脂肪酸组成及其营养价值

脂肪是动物机体作为能源的重要营养物质,同时又是作为必需脂肪酸和脂溶性维生素

表3 不同地区卤虫卵总脂质的脂肪酸组成(%)¹⁾

脂 肪 酸	产 地		南 美		加 拿 大		中 国		西 德	
	年 代		1977		1977		1978		1978	
16:0			10.6	10.2	10.5	13.9	15.5			
16:1 ω 7			6.4	9.9	12.8	23.5	11.6			
18:0			5.5	3.7	3.4	3.4	2.7			
18:1 ω 9			25.0	27.8	25.4	23.4	16.1			
18:2 ω 6			5.6	7.2	6.4	3.7	5.7			
18:3 ω 3			18.6	13.7	16.0	7.5	7.1			
18:4 ω 3										
20:0			4.2	1.4	2.2	1.3	2.1			
20:1			0.2	0.7	0.4	0.4	4.3			
20:3 ω 3										
20:4 ω 6			0.3	2.4	2.8	1.0	1.7			
20:4 ω 3			0.5	0.3	0.4	0.1	0.7			
20:5 ω 3			0.2	10.3	6.7	7.7	3.9			

1) 引自渡边武等。

的供应源。鱼虾类生长发育需要一定的必需脂肪酸,如果缺乏脂肪和必需脂肪酸的供应,就会出现生长停滞,肌肉水分增多,脂肪和蛋白质减少;相反,肝脏脂肪量却增加,导致肝脏肿大等症候。鱼类需要的脂肪酸多数是双键的烯酸。一般淡水鱼摄取含有18:2 ω 6(18碳二烯-(9,12)酸,即亚油酸)饲料生长正常,其最低需要量为饲料总脂质的10%左右。日本对虾和虹鳟、鲤鱼则需要18:2 ω 6和18:3 ω 3(18碳三烯-(9,12,15)酸,即亚麻酸)两种脂肪酸。而20:5 ω 3和22:6 ω 3(20碳戊烯酸和22碳6烯酸)等 ω 3系列的高度不饱和脂肪酸,才是真鲷等海产鱼类的必需脂肪酸,其需要量约为饲料总脂质的0.5%。

卤虫总脂质中各种脂肪酸的含量随着地理品系和年代品系的不同而有很大差异。从表3可以看出,产于加拿大、中国和西德的卤虫卵,同样是1978年,由于产地不同,其18:3 ω 3的含量,加拿大比中国、西德品系高2倍多。而1977年加拿大品系20:3 ω 3和20:4 ω 6的含量比南美高8倍。

卤虫的总脂质、极性脂肪以及甘油三酸酯的脂肪酸部分组成见表4。从表4可知,卤虫总脂质的脂肪酸组成是以18:1 ω 9和18:3 ω 3为主要成分,C₂₀以上的高度不饱和脂肪酸的含量不多,18:3 ω 3的含量约28%以上;卤虫极性脂肪和甘油三酸酯两部分比较,极性脂肪部分

高度不饱和脂肪酸的含量高;甘油三酸酯部分18:3 ω 3的含量高。18:2 ω 6的比例两部分总百分数没有差别。从表4还可看出,卤虫卵的脂肪酸大致和幼虫相似。

表4 卤虫的脂肪酸组成(%)¹⁾

脂 肪 酸	总脂质		极性脂肪		甘 油 三 酸 酯	
	卵	幼虫	卵	幼虫	卵	幼虫
14:0	1.1	1.1	1.2	0.3	1.2	1.3
16:0	13.2	11.2	16.2	10.3	14.1	13.5
16:1 ω 7	4.5	4.3	3.2	2.5	4.1	4.7
16:2	1.4	1.5	0.8	1.4	1.8	2.2
17:0						
18:0	4.0	4.4	6.6	8.2	3.7	3.6
18:1 ω 9	27.8	25.1	33.1	36.8	26.6	25.5
18:2 ω 6	6.2	6.1	6.1	5.4	6.6	6.3
18:3 ω 3	27.7	28.4	16.6	19.1	29.9	29.4
18:4 ω 3	3.6	4.5	4.8	3.3	3.3	2.2
20:0						
20:3 ω 3	0.6	1.0	2.3	2.1	0.4	0.7
20:4 ω 6						
20:4 ω 3	0.3	0.3	0.2	1.3	0.4	0.3
20:5 ω 3	1.8	3.1	3.1	5.0	1.4	1.2
$\Sigma\omega$ 6	7.4	7.7	9.4	8.3	7.3	7.2
$\Sigma\omega$ 3	35.2	38.0	25.8	29.4	36.5	34.3

1) 引自渡边武等。

由于卤虫的脂质含有数量较多的18:3 ω 3,是淡水鱼和日本对虾的必需脂肪酸,所以对于

表5 卤虫饲养鲟科幼鱼试验¹⁾

饲 料	鱼的种类	培育时间 (月 日)	平均重量(g)		增 重 (g)	增 重 (%)	血 红 素 平均含量 (%)
			最初重量	最终重量			
活 卤 虫	鲟 鱼 闪光鲟	7.5—7.21	0.71	6.14	5.43	764.8	23
			0.56	5.95	5.39	962.5	26
干 卤 虫	鲟 鱼 闪光鲟	7.3—7.20	0.71	1.09	0.38	53.5	23
			0.56	0.98	0.42	75.0	24
卤虫+水丝蚓	鲟 鱼	7.5—7.21	0.71	7.30	6.59	928.2	25
水蚤+水丝蚓	鲟 鱼 闪光鲟	7.3—7.20	0.71	1.77	1.06	149.3	24
			0.56	1.98	1.42	253.6	22

1) 引自П. И. Нечаев.

淡水鱼来说, 卤虫是有效的生物饵料。П. И. Нечаев (1959) 曾用活的、干的和冷冻的卤虫幼虫饲养鳟科幼鱼, 试验获得良好的结果 (表 5)。以活卤虫饲养的鳟科幼鱼增长较快, 在 16 天内, 幼鱼的平均体重增加 4—5 倍。单用干卤虫投喂时, 幼鱼 17 天内平均增长量鳟鱼为 380 毫克, 闪光鳟为 420 毫克。用卤虫和水丝蚓混合投喂时, 鳟鱼幼鱼生长状况比单用卤虫或水丝蚓的结果都好。对鳟科幼鱼的血液分析表明, 血红素的含量与用水丝蚓饲喂时一样高。但表 5 还说明, 作为真鲷等海产鱼类的必需脂肪酸 (20:5 ω 3 和 22:6 ω 3 等 ω 3 系列的高度不饱和脂肪酸) 卤虫的含量非常低。

四、讨 论

1. 对于连续并单独使用卤虫作为一些海产鱼类幼鱼饲料, 有时会引起幼鱼生长不良或大量死亡的原因, 学者们论说不一, 归纳起来有三种说法: (1) 卤虫体内残留农药, (2) 幼鱼食用卤虫后消化不良, (3) 卤虫缺乏必需的营养素。Fujii 和 Yone (1976) 认为, 各种饵料生物不同脂肪酸组成, 可能是鱼类幼体生长和死亡率不同的主要原因之一, ω 3 系列高度不饱和脂肪酸对于海产鱼类是必不可少的。由于卤虫总脂质中 ω 3 系列高度不饱和脂肪酸含量极少, 而 18:3 ω 3 的含量较高, 因此, 这可

能是幼体死亡的原因。这和用面包酵母培养的轮虫饲养的幼鱼的情况相似。

2. 卤虫的矿物质和脂肪酸组成、含量与其捕食的饵料状况有关。据实验, 饲喂海产小球藻 (*Chlorella minutissima*) 和油脂酵母可以增加卤虫 ω 3 高度不饱和脂肪酸的含量从而改善其饵料效果。如: 渡边武 (1976) 用小球藻培养卤虫, 经 72 小时, 由于受小球藻脂肪酸的影响, 卤虫 20:5 ω 3 的含量从 2.0% 提高到 10.9%。用于真鲷幼鱼饲养的试验同样证明饵料效果良好。

3. 卤虫的矿物质和脂肪酸组成、含量, 还因产地不同而异, 即使同一产地, 由于年度不同、饵料状况不同而有很大差别。因此, 在使用卤虫作为海产幼鱼饵料时, 最好要事先了解卤虫和饲养鱼类的脂肪酸组成。在卤虫含有必需脂肪酸内容不明的情况下, 尽量避免单用而宜于与其它饵料并用。

综上所述, 卤虫作为鱼虾类幼体天然饵料的营养价值, 与其矿物质组成没有明显的直接关系; 其蛋白质的营养价值是比较好的; 卤虫必需脂肪酸的种类和含量则是评价其营养价值的关键。根据当前国内外情况看, 卤虫的幼虫是对虾和中华绒螯蟹、三疣梭子蟹后期幼体, 以及一些淡水鱼幼鱼的良好饵料。

(参考文献略)