

文章编号: 1004 - 7271(2001)03 - 0213 - 05

## 我国六个产地卤虫初孵无节幼体的营养价值

曾庆华<sup>1</sup>, 周洪琪<sup>1</sup>, 黄旭雄<sup>1</sup>, 丁卓平<sup>2</sup>

(1. 上海水产大学渔业学院, 上海 200090; 2. 上海水产大学食品学院, 上海 200090)

**摘要:**对我国六个地区(河北沧州、河北黄骅、山东无棣、西藏措勒、内蒙锡林浩特、新疆巴里坤湖)所产卤虫初孵无节幼体的营养组成进行了测定。结果表明,六个产地卤虫初孵无节幼体的蛋白质含量为46%~53%,脂肪含量为21%~26%,除色氨酸因酸水解未测定之外,六个产地卤虫的无节幼体均含有17种氨基酸,氨基酸总量为干重的38%~44%,必需氨基酸占氨基酸总量的48%~50%,六个产地卤虫无节幼体均含有较多的20:5n-3, 18:3n-3含量很少,为海水型卤虫。其脂肪酸组成因产地而异,其中18:2n-6和20:5n-3的含量受产地的影响最大,西藏措勒的20:5n-3含量最高,达23.52%,内蒙锡林浩特最低为7.90%,六个产地卤虫的无节幼体均缺乏22:6n-3。

**关键词:**卤虫初孵无节幼体;蛋白质;脂肪;氨基酸;脂肪酸

**中图分类号:** S963.21 **文献标识码:** A

## Nutritional value of new hatched *Artemia nauplii* of six geographic strains in China

ZENG Qing-hua<sup>1</sup>, ZHOU Hong-qi<sup>1</sup>, HUANG Xu-xiong<sup>1</sup>, DING Zhuo-ping<sup>2</sup>

(1. Fisheries College, SFU, Shanghai 200090, China; 2. Food Science College, SFU, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** The nutritional value of new hatched *Artemia nauplii* of six geographic strains (CangZhou, HeBei; HuangHua, HeBei; WuDi, ShanDong; Cuole, Tibet; XiLinHaoTe, inner Mongolia; BaLiKun Hu, XinJiang) in China was examined. The protein contents of the nauplii were 46% - 53% of dry weight, and the lipid contents were 21% - 26% of dry weight. 17 kinds of amino acids of the nauplii were detected. The content of total amino acids was 38% - 44%. The percentages of the essential amino acid in total amino acid were 48% - 50%. The six strains nauplii contained abundant 20:5n-3 and a small amount of 18:3n-3. They were marine type. Compositions of the fatty acid were different among *Artemia nauplii* of the different strains. The contents of 18:2n-6 and 20:5n-3 were significantly affected by producing area. The contents of 20:5n-3 from Cuole, Tibet and Xilinhaote, inner Mongolia were 23.52% and 7.90% respectively, which were the highest and the lowest in the six strains. 22:6n-3 was not detected in the strains.

**Key words:** *Artemia nauplii*; protein; lipid; amino acid; fatty acid

卤虫(*Artemia*)在海水经济动物苗种生产中是重要的生物饵料之一。Watanabe等<sup>[1]</sup>从卤虫的无机成分、蛋白质、氨基酸与脂肪酸组成来分析其营养价值, Lavens等<sup>[2]</sup>则提出卤虫的脂肪酸组成可以作为其

收稿日期: 2001-11-12

资助项目: 上海市教委重点学科项目 B991603

第一作者: 曾庆华(1977-), 男, 江西丰城人, 上海水产大学2001届硕士研究生, 专业方向为水产动物营养与饲料。

营养价值的指标。Watanabe等<sup>[1]</sup>根据卤虫体内 18:3n-3 和 20:5n-3 的含量将卤虫分成淡水型和海水型,前者含有较丰富的 18:3n-3、缺少 20:5n-3,后者则富含 20:5n-3、缺少 18:3n-3。我国卤虫资源丰富,沿海各省盐田和内陆盐湖均有分布,由于卤虫的营养价值因产地而异,因此近年来对卤虫营养的研究较多,隋丽英等<sup>[3]</sup>研究了天津、山东、青海及美国旧金山卤虫卵及无节幼体的脂肪酸组成,陈立新和葛国昌<sup>[4]</sup>对天津塘沽、山西运城、青海尕斯库勒湖、新疆艾比湖、山东埕口、辽宁营口、河北沧州、山东羊口等地的卤虫卵及无节幼体的营养成分,张闰生等<sup>[5]</sup>研究天津、辽宁、山西的卤虫卵及其成体的氨基酸组成,刘俊英等<sup>[6]</sup>报导了西藏拉果错卤虫卵、无节幼体及成体的营养组成。苏秀榕等<sup>[7]</sup>报导了山东卤虫卵氨基酸含量。至今仍有许多产地的卤虫营养价值未见报导。本试验研究了河北沧州、河北黄骅、山东无棣、西藏措勒、内蒙锡林浩特、新疆巴里坤湖等产地的卤虫初孵无节幼体的营养价值,以期为开发卤虫资源以及苗种生产中更好地利用卤虫提供依据。

## 1 材料方法

### 1.1 实验材料

实验用卤虫卵来自六个产地:河北沧州、河北黄骅、山东无棣、西藏措勒、内蒙锡林浩特、新疆巴里坤湖。

### 1.2 无节幼体的孵化

卤虫卵放入人工配制的盐度为 20 的海水中,密度为 3g 干卵/L,置光照培养箱中孵化 24h,水温 28℃,光照强度为 3 000Lx,连续光照、持续充气。

### 1.3 样品收集置备和保存

卤虫无节幼体经光诱法分离,200 目筛绢滤出,经蒸馏水冲洗,收集于试管中。卤虫无节幼体样品经真空冷冻干燥,然后在 -18℃ 下保存。

### 1.4 营养成分分析

卤虫无节幼体的粗蛋白含量采用凯氏定氮法测定。总脂肪含量采用氯仿-甲醇提取法测定。氨基酸含量委托上海农科院测定,卤虫幼体样品经 6mol/L 盐酸于 110℃ 条件下水解 24h,然后用 LC-9A 型高效液相色谱仪测定。用气相色谱法分析脂肪酸组成,卤虫初孵无节幼体样品用氯仿-甲醇法提取脂肪,提取的脂肪用苯-石油醚(1:1)溶解,加入 0.5mol/L 氢氧化钠-甲醇溶液,45℃ 恒温水浴 20min,蒸馏水稀释后,取上清液用 HP6890 气相色谱仪分析,归一法计算脂肪酸百分含量。

## 2 结果

### 2.1 六个产地初孵无节幼体的蛋白质与氨基酸含量

六个产地卤虫初孵无节幼体的蛋白质含量丰富(表 1)。除了河北沧州无节幼体的蛋白质含量为干重的 46.80% 之外,其余产地无节幼体的蛋白含量均接近或超过干重的 50%,其中河北黄骅的无节幼体蛋白质含量最高、达干重的 53.06%。

表 1 六个产地卤虫初孵无节幼体的蛋白质和总脂肪含量(%干重)

Tab.1 Protein and lipid contents of new hatched *Artemia nauplii* of six geographic strains (g/100g DW)

卤虫样品	蛋白质含量	总脂肪含量
河北沧州	46.83 ± 0.14	21.29 ± 0.04
内蒙锡林浩特	49.73 ± 0.32	22.92 ± 0.72
新疆巴里坤湖	52.19 ± 0.31	25.54 ± 0.05
山东无棣	52.95 ± 0.07	25.75 ± 0.08
河北黄骅	53.06 ± 0.38	26.70 ± 0.64
西藏措勒	51.67 ± 1.49	26.85 ± 0.13

六个产地卤虫初孵无节幼体的氨基酸含量也很丰富(表 2)。除了河北沧州幼体的氨基酸总量为干重的 38.22% 之外,其余的均接近或超过干重的 40%,氨基酸总量也以河北黄骅的最多,达干重的 44.33%。无节幼体的必需氨基酸含量(色氨酸因酸水解破坏而未计入)也以河北沧州的最低、占干重的 18.49%,河北黄骅的最多、达干重的 21.63%。无节幼体的氨基酸组成以及必需氨基酸与氨基酸总量之比并不因产地而异。

表 2 六个产地卤虫初孵无节幼体氨基酸含量(g/100g 干重)

Tab.2 Amino acid contents of new hatched *Artemia nauplii* of six geographic strains (g/100g DW)

	河北沧州	河北黄骅	山东无棣	新疆巴里坤湖	西藏措勒	内蒙锡林浩特
天冬氨酸 ASP	3.80	4.33	4.13	4.11	4.02	3.87
苏氨酸 THR	1.81	2.14	2.04	2.04	2.02	1.94
丝氨酸 SER	2.00	2.32	2.26	2.28	2.40	2.13
谷氨酸 GLU	5.52	6.52	6.16	6.32	6.18	5.84
脯氨酸 PRO	1.96	2.25	2.31	2.34	2.34	2.12
甘氨酸 GLY	2.14	2.56	2.47	2.46	2.43	2.28
丙氨酸 ALA	2.61	3.01	2.92	2.74	2.53	2.59
胱氨酸 CYS	0.27	0.28	0.24	0.25	0.27	0.26
缬氨酸 VAL	2.05	2.51	2.37	2.34	2.36	2.24
蛋氨酸 MET	0.82	0.88	0.86	0.91	0.93	0.85
异亮氨酸 ILE	1.96	2.39	2.23	2.25	2.23	2.11
亮氨酸 LEU	3.00	3.54	3.34	3.34	3.32	3.16
酪氨酸 TYR	1.44	1.44	1.41	1.36	1.35	1.33
苯丙氨酸 PHE	1.86	2.20	2.05	2.04	2.04	1.94
组氨酸 HIS	1.06	1.19	1.12	1.16	1.15	1.14
赖氨酸 LYS	3.31	3.75	3.60	3.74	3.80	3.44
精氨酸 ARG	2.62	3.03	2.95	2.95	3.32	2.76
氮	1.72	2.10	2.09	1.88	1.84	1.88
氨基酸总量	38.22	44.33	42.46	42.63	42.69	40.00
必需氨基酸	18.49	21.63	20.56	20.77	21.17	19.58
必需氨基酸/氨基酸总量	0.48	0.49	0.48	0.49	0.50	0.50

注:色氨酸因水解而未测定。

## 2.2 初孵无节幼体的脂肪含量及脂肪酸组成

六个产地卤虫初孵无节幼体的脂肪含量以西藏措勒和河北黄骅的最多,分别达干重的 26.85% 和 26.70%(表 1)。

卤虫初孵无节幼体脂肪酸组成因产地而异(表 3)。无节幼体的饱和脂肪酸(SFA)含量以河北沧州的最高,占总脂肪酸的 22.82%,西藏措勒和新疆巴里坤湖的最低,分别占总脂肪酸的 16.30% 和 17.33%。无节幼体的单烯酸(MUFA)含量以内蒙锡林浩特最低,占总脂肪酸的 25.29%,西藏措勒含量最高,达 51.71%。无节幼体的 18:2n-6 和 20:5n-3 的含量受产地的影响最显著,18:2n-6 的含量以内蒙锡林浩特最多,占总脂肪酸的 9.11%。20:5n-3 的含量则以西藏措勒的最多,占总脂肪酸的 23.52%,新疆巴里坤湖的次之,占总脂肪酸的 14.14%,其余的约占总脂肪酸的 10%,仅内蒙锡林浩特为 7.90%。六个产地的卤虫无节幼体均含少量的 18:3n-3 和 20:4n-6,六个产地卤虫均缺乏 22:6n-3。

## 3 讨论

卤虫是一种高蛋白的生物饵料,本试验六个产地卤虫无节幼体的蛋白质含量均略低于美国大盐湖、比利时卤虫参考中心、天津塘沽、山西、青海尕斯库勒湖、新疆艾比湖、山东羊口和西藏拉果错卤虫的初孵无节幼体,后六个产地卤虫初孵无节幼体的蛋白质含量分别为 58.63%、58.61%、59.93%、58.24%、54.61% 和 54.70%<sup>[5,7]</sup>。其次卤虫无节幼体的氨基酸含量是丰富的,六个产地卤虫无节幼体的氨基酸

表 3 六个产地卤虫初孵无节幼体脂肪酸组成

Tab.3 Fatty acid compositions of new hatched *Artemia nauplii* of six geographic strains

脂肪酸组成	河北沧州	河北黄骅	山东无棣	西藏措勒	内蒙锡林浩特	新疆巴里坤湖
14:0	1.60	1.34	1.28	1.36	1.28	1.31
16:1n-7	21.09	22.11	17.28	14.98	12.54	17.09
16:0	14.4	13.25	12.40	10.63	11.24	10.39
17:1n-7	3.22	2.43	2.67	1.51	1.35	3.03
17:0	1.78	1.02	1.31	0.69	2.55	1.08
18:3n-3	0.67	0.85	1.20	2.97	1.26	1.79
18:2n-6	3.25	4.63	8.19	2.27	9.11	4.41
18:1n-9	20.03	21.33	21.34	25.27	29.49	26.15
18:1n-7	13.67	12.20	12.08	9.96	11.41	11.01
18:0	4.91	4.04	4.23	3.63	4.80	4.57
20:5n-3	11.11	11.40	11.91	23.52	7.90	14.14
20:4n-3	0.93	0.37	0.63	0.93	0.39	0.89
20:4n-6	1.00	0.57	0.95	0.57	0.64	0.81
22:6n-3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
SFA	22.82	19.64	19.22	16.30	19.87	17.33
MUFA	37.98	36.73	32.03	51.71	25.29	31.13
Total n-3	12.70	12.62	13.73	27.42	9.54	16.81
Total n-6	4.25	5.18	9.14	2.84	9.75	5.22
n-3 HUFA	12.04	11.77	12.53	24.45	8.29	15.03
n-3/n-6	2.99	2.44	1.50	9.70	0.98	3.22
PUFA	16.95	17.80	22.87	30.26	19.29	22.03

注: N.D. 为未检测到。

总量及必需氨基酸含量虽然略低于西藏拉果错卤虫,后者为 48.69%、18.08%,但是氨基酸的组成以及必需氨基酸占氨基酸总量之比并不因产地而异,这与刘俊英等<sup>[6]</sup>、Watanabe 等<sup>[8]</sup>的报导相符。与天津、辽宁、山西卤虫成体的氨基酸总量以及必需氨基酸含量相比,本试验卤虫无节幼体的氨基酸总量和必需氨基酸含量均显著高于成体的含量,后三个产地卤虫成体的氨基酸总量分别为干重的 28.93%、21.05% 和 21.02%,其必需氨基酸含量分别为干重的 13.35%、10.36% 和 10.01%<sup>[6]</sup>(色氨酸含量亦未计入内) ●gino<sup>[9]</sup>曾提出天然浮游动物是很好的蛋白源, Watanabe 等<sup>[8]</sup>提出虹鳟、鲤能较好的利用卤虫蛋白,因此本文六个产地卤虫无节幼体蛋白能够满足仔鱼、虾蟹贝类幼体的营养需求,其蛋白的营养价值较高。

Léger 等<sup>[10]</sup>提出卤虫的总脂肪水平因地理品系而异,本试验六个产地卤虫无节幼体的脂肪含量丰富,其含量与美国大盐湖、天津塘沽、新疆艾比湖、山东羊口的相似,但显著的高于山西运城(14.58%)<sup>[4]</sup>、西藏拉果错(15.30%)<sup>[6]</sup>以及西班牙(GSL 9.2%和 LMT 17.9%)<sup>[11]</sup>卤虫无节幼体的脂肪含量。

本试验的卤虫无节幼体有三个来自于沿海盐场(河北沧州、河北黄骅和山东无棣),其它三个来自于内陆盐湖。它们的脂肪酸组成具备了卤虫的共同特点,含有丰富的 16:0、16:1n-7 和 18:1n-9,缺乏 22:6n-3,而且都属于海水型卤虫,含有丰富的 20:5n-3 以及极少量的 18:3n-3,其中内陆盐湖西藏措勒无节幼体的 20:5n-3 含量最高。由此可见海水型卤虫含有 20:5n-3 并不与其产地的地理位置是否处在沿海有关,此结果与 Navarro 等<sup>[12]</sup>的研究结果一致。

卤虫作为生物饵料其营养价值是以其为海水仔鱼、虾、蟹、贝类幼体提供多少必需脂肪酸来评定。本试验西藏措勒与西藏拉果错初孵无节幼体的 20:5n-3 含量接近,后者为 22.90%;新疆巴里坤湖与新疆艾比湖初孵无节幼体的 20:5n-3 含量相似,后者为 9.5%;山东无棣与山东羊口初孵无节幼体的 20:5n-3 含量相似,后者为 10.01%;河北沧州初孵无节幼体的 20:5n-3 含量与陈立新和葛国昌报导一致<sup>[4]</sup>。虽然 Léger 等<sup>[13]</sup>曾提出卤虫无节幼体中 20:5n-3 占总脂肪酸的 4% 以上即能使海水仔鱼和甲壳动物幼体获得较高的成活率和生长率, Rodriguez<sup>[14]</sup>对金鲷仔鱼的研究指出,仔鱼最佳生长需要的 n-

3HUFA 占饲料干重的 1.5%, Ibeas 等<sup>[15]</sup>提出金鲷稚鱼需 1% 的 n-3 高度不饱和脂肪酸(n-3HUFA)。但是在育苗生产中卤虫作为唯一的饵料,海水仔鱼的死亡率高的<sup>[16,17]</sup>原因是卤虫缺乏 22:6n-3。在海水仔鱼体内 20:5n-3 和 22:6n-3 生理功能不同,对真鲷、五条鳞鱼及牙鲆的研究说明仔鱼对 22:6n-3 的需求比 20:5n-3 更重要<sup>[18]</sup>,海水仔鱼的生长发育尤其是仔鱼神经组织的发育需要 22:6n-3,22:6n-3 可以促进仔鱼的生长并提高其成活率,而且在海水仔鱼体内 20:5n-3 只能转化为 22:5n-3,而不能转化为 22:6n-3,因此卤虫体内必须具备这二种高度不饱和脂肪酸,之外这二种高度不饱和脂肪酸必须有适当的比例,生物膜磷脂中过高的 20:5n-3 和过低的 22:6n-3 会导致海水仔鱼活力下降,死亡率增加,Rodríguez 等<sup>[19]</sup>对金鲷的研究则提出 20:5n-3 与 22:6n-3 之比小于 1 为最佳。鉴于卤虫缺乏 22:6n-3,因此,为了提高我国卤虫的营养价值必须通过各种强化技术对卤虫进行营养强化。

综上所述,六个产地卤虫具有较高的营养价值,均可开发利用,为了在苗种生产中有效地利用卤虫,进行营养强化提高其 22:6n-3 的含量是完全必要的。

渔业学院何为老师为本试验提供卤虫卵,谨致谢忱。

#### 参考文献:

- [1] Watanabe T, Oowa F, Kitajima C, et al. Nutritional quality of brine shrimp, *Artemia salina*, as a living feed from viewpoint of essential fatty acids for fish[J]. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1978, 44: 1115-1121.
- [2] Lavens P, Léger P, Sorgeloos P. Manipulation of the fatty acid profile in *Artemia* offspring using a controlled production unit[A]. Aquaculture - a Biotechnology in Progress[C]. Belgium Bredene: European Aquaculture Society, 1989, 731-739.
- [3] 隋丽英, 辛乃宏, 赵 曙. 卤虫卵及卤虫中高级不饱和脂肪酸的分析方法[J]. 海湖盐与化工, 1994, 23(4): 36-38.
- [4] 陈立新, 葛国昌. 我国若干地区所产卤虫卵及幼虫的主要营养成分[J]. 海洋通报, 1996, 15(3): 19-27.
- [5] 张国生, 吕宪禹, 鲍建国. 不同产地卤虫及卵的氨基酸含量的比较[J]. 水产科学, 1989, 8(3): 15-17.
- [6] 刘俊英, 罗 键, 郑绵平. 西藏拉果错卤虫——2. 营养成分[J]. 湖泊科学, 1999, 11(3): 283-288.
- [7] 苏秀格, 李太武, 欧阳芬, 等. 卤虫营养价值的研究[J]. 营养学报, 1997, 19(1): 119-121.
- [8] Watanabe T, Kitajima C, Fujita S. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of Fish: A review [J]. Aquac, 1983, 34: 115-143.
- [9] Ogino C. Studies on the chemical composition of some natural foods of aquatic animals[J]. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1963, 29: 459-462.
- [10] Léger P, Bengtson D A, Sorgeloos P, et al. The nutritional value of *Artemia*: a review[A]. *Artemia Research and Its Applications*, Vol 3 [C]. Belgium Wetteren: Universa Press, 1987. 357-372.
- [11] Navarro J C, Amat F, Sargent J R. The lipids of the cysts of freshwater and marine-type *Artemia* [J]. Aquac, 1993, 109: 327-336.
- [12] Navarro J C, Amat F, Sargent J R. Fatty acid composition of coastal and inland *Artemia* sp. populations from Spain[J]. Aquac, 1992, 102: 219-230.
- [13] Léger P, Bengtson D A, Simpsun K L, et al. The use and nutritional value of *Artemia* as a food source[J]. Oceanogr Mar Biol Annu Rev, 1986, 24: 521-623.
- [14] Rodríguez C, Pérez J A, Llorca M S, et al. n-3HUFA requirement of larval gilthead seabream *Sparus aurata* when using high levels of eicosapentaenoic acid[J]. Comp Biochem Physiol, 1994, 107: 693-698.
- [15] Ibeas C, Cejas J R, Gómez T, et al. Influence of dietary n-3 HUFA levels on juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*) growth and tissue fatty acid composition[J]. Aquac, 1996, 142: 221-235.
- [16] Hirano R and Ohshima Y. On the rearing of larvae of marine animals with special reference to their food organisms [J]. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1963, 29: 282-297.
- [17] Fujita S. Importance of zooplankton mass culture in producing marine fish seed for fish farming[J]. Bull Plankton Soc Japan, 1973, 20: 49-53.
- [18] 刘镜格, 雷霖霖, 宫怀孔. 海水仔稚鱼对脂类的需求[J]. 齐鲁渔业, 1996, 13(1): 19-21.
- [19] Rodríguez C, Pérez J A, Diaz M, et al. Influence of the EPA/DHA ratio in rotifers on gilthead seabream (*Sparus aurata*) larval development[J]. Aquac, 1997, 150: 77-89.