

文章编号: 1000-0615(2000)03-0254-05

## 几种植物浆养殖卤虫的饵料效果

黄旭雄, 陈马康, 魏文志

(上海水产大学卤虫研究开发中心, 上海 200090)

**摘要:**以各种植物浆为饵料培养卤虫, 培养效果差异显著, 陆生植物优于水生植物。其中以黄豆叶浆养殖的卤虫成活和生长最佳, 第 16 天时平均存活率(69.6%)和体长( $6.436 \pm 0.956$ mm)与螺旋藻粉组相似(分别为 66.0%、 $6.461 \pm 1.181$ mm)而优于酵母组(分别为 29.8%、 $5.216 \pm 1.030$ mm)。以黄豆叶浆养殖的卤虫的粗蛋白及氨基酸含量略低于酵母和螺旋藻粉喂养的卤虫, 在高密度卤虫养殖中可替代部分螺旋藻粉, 降低卤虫养殖的饵料成本。

**关键词:** 卤虫; 养殖; 植物浆

中图分类号: S963 文献标识码: A

## The effect of some plant pulps for cultivating *Artemia*

HUANG Xu xiong, CHEN Ma kang, WEI Wen zhi

(*Artemia Research and Development Center, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China*)

**Abstract:** The deals with possibilities of several plant pulps as diets of the brine shrimp *Artemia* in high density cultivating mode. The results indicate that different pulp has different diet effect on *Artemia*. In general, the diet effect of terrestrial plant pulp is better than that of aquatic plant pulp. The leaf of soybean is the best of terrestrial plants. Fed with the pulp of soybean leaf, the *Artemia* get high survival rate (69.6%) and large body length ( $6.436 \pm 0.956$ mm) on the 16th cultivating day, which are similar to that of *Artemia* fed with powder of *Spirulina* (66.0% and  $6.461 \pm 1.181$ mm respectively) and better than that of *Artemia* fed with yeast (29.8% and  $5.216 \pm 1.030$ mm respectively). The amount of crude protein and amino acid in *Artemia* fed with soybean leaf is slightly less than that in *Artemia* fed with powder of *Spirulina* and yeast respectively. In high density *Artemia* culture, it is feasible that soybean leaf can partly substitute for powder of *Spirulina* and yeast.

**Key words:** *Artemia*; culture; plant pulp

卤虫初孵无节幼体是水产苗种生产中极为重要的动物性活饵料, 广泛应用于各种鱼、虾、蟹的育苗生产中。而卤虫后期幼体和成虫含有丰富的营养成分, 是许多水产动物苗种后期幼体和水族宠物的适口饵料, 投喂卤虫后期幼体对提高河蟹育苗成活率、改善水族宠物的体色十分有利。

据 Nash 对卤虫、蛙、对虾、扇贝等 24 种主要的水产养殖品种的生长特性、养殖方法、市场价格和市场潜力等 14 项指标的综合测评, 卤虫增养殖的可行性评价仅次于鲑鱼位居第二<sup>[1]</sup>。尽管卤虫增养殖业开展的时间较短, 但利用盐田大面积增养殖卤虫已为人们广泛接受<sup>[2]</sup>, 国外也报道了卤虫室内小水体高密度人工养殖试验<sup>[3]</sup>。笔者曾进行过室内水泥池高密度卤虫养殖试验, 取得较好的养殖产量<sup>[4]</sup>。虽然

收稿日期: 1999-09-10

基金项目: 上海水产大学青年自选科研基金资助项目(98-05)

作者简介: 黄旭雄(1971-), 男, 讲师, Tel: 021-65710025

一些农副产品下脚料(如米糠、麦麸、豆粕等)已成功用于盐田卤虫增养殖中,目前高密度卤虫养殖的饵料主要为单胞藻或藻粉、酵母,在实际养殖中费事或成本高、易造成养殖水质的败坏,影响卤虫高密度养殖的效益。饵料问题已成为卤虫高密度养殖模式的主要制约因子之一。找到一种成本低、来源容易、养殖卤虫效果好的饵料,对促进卤虫高密度养殖的发展具有十分重要的意义。杨和荃曾利用发酵草浆养殖裸腹,取得一定的效果<sup>[5]</sup>。本试验对利用常见植物浆培养卤虫进行探讨,以期降低卤虫高密度养殖的难度和成本,提高卤虫高密度养殖的效益。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

试验用的卤虫(*Artemia franciscana*)休眠卵由上海水产大学卤虫研究开发中心提供,休眠卵在温度25℃、密度1.020的海水中经连续光照孵化24h后,分离无节幼体用于试验。

试验用的植物取自校园和上海郊区。梅山牌干酵母、螺旋藻粉分别购自食品店。

### 1.2 植物浆的制备

实验中共采集了水蓼(*Polygonum lapathifolium*)、喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、紫萍(*Spirodela polyrrhiza*)、假稻(*Leersua japonica*)、野菜(车前草)(*Plantago major*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、攀跟草(早熟禾)(*Poa annua*)、万年青(*Ilex purpurea* Hassk)叶子、黄豆(*Glycine max* Merrill)叶子等9种常见植物,用水洗净阴干称重后放入多功能家用打浆机中制成浆(含0.1g植物/mL),用于卤虫养殖试验。

### 1.3 卤虫的培养和成活率测定

#### 1.3.1 成活率测定

在装有试验用水(密度1.030,温度23~25℃,pH7.9~8.2)的150mL的塑料杯中分别数入100只初孵卤虫无节幼体,分别投喂9种植物浆、酵母和螺旋藻粉,每3d统计一次成活率,共培养15d。试验设五个平行,重复二次。

#### 1.3.2 体长测量

在六个3000mL的培养缸中接种卤虫无节幼体(4个/mL),分别投喂酵母、螺旋藻粉、万年青叶浆和黄豆叶浆,间歇充气,其他培养条件同上。每隔5d随机取样10个卤虫,测量体长。

### 1.4 卤虫虫体组分分析

将1.3.2培养的卤虫在第16d时采收,采收的各组卤虫在经过滤后的洁净咸水(盐度10)中暂养4h,用蒸馏水冲洗干净,并用吸水纸吸干虫体表面水分,用于水分、粗蛋白及氨基酸测定。

水分测定用105℃烘干恒重法,粗蛋白的测定用凯氏定氮法,氨基酸的测定委托上海市农业科学研究院测试中心采用氨基酸自动分析仪测定。

### 1.5 数据分析

成活率为五组数据的平均值,体长为十个样本的平均值并作方差分析,粗蛋白及水分含量为四个样本的平均值并作方差分析。必需氨基酸指数采用公式 $EAAI = \prod_{i=1}^n aa_i / AA_i)^{1/n}$ 计算,其中 $aa_i$ 为饵料原中某必需氨基酸占必需氨基酸总量的百分数, $AA_i$ 为参比蛋白中该必需氨基酸占必需氨基酸总量的百分数。并用灰色关联分析法<sup>[6]</sup>判定不同饵料及其喂养的卤虫体内必需氨基酸的接近程度。

## 2 结果

### 2.1 各种植物浆对养殖卤虫成活率的影响

图1为投喂各种饵料所养殖卤虫的成活率曲线。由图1可知,经过16d的养殖,投喂不同饵料对卤虫的成活率有明显影响。投喂万年青叶浆的卤虫的成活率最高,达73.0%,其次是投喂黄豆叶浆和螺旋藻粉,分别为69.6%和66.0%。单独投喂酵母的卤虫成活率仅为29.8%。在实验中还发现,经过16d的养殖,投喂黄豆叶浆和螺旋藻粉的两组卤虫,部分个体出现了明显雌雄性征分化,雄虫具有斧状的把握器,雌虫出现卵囊雏形,并出现了雌雄抱持对。而投喂酵母组卤虫出现第二性征的个体不多,也未见雌雄抱持对。

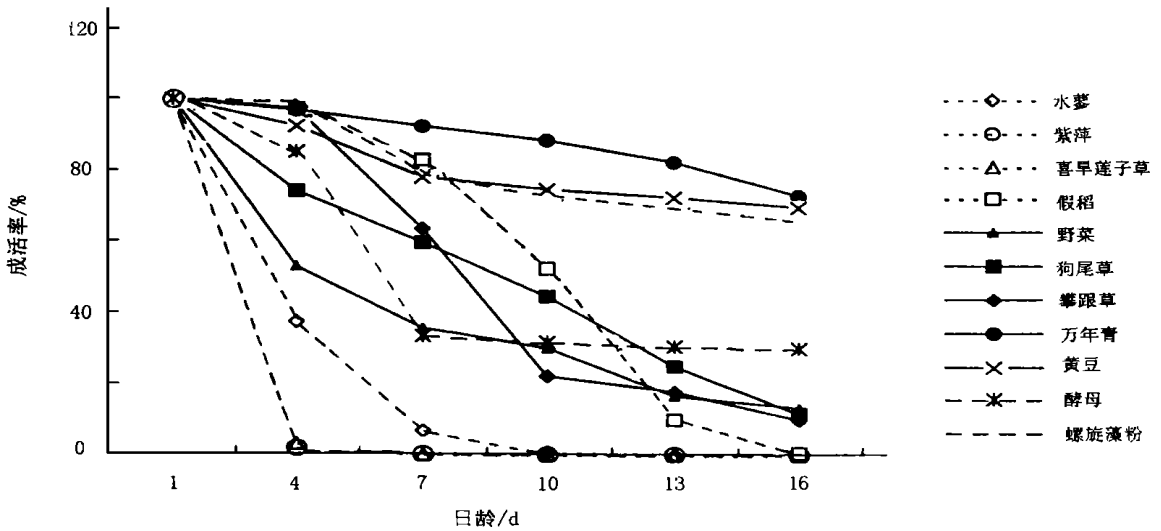


图1 各种饵料喂养卤虫的成活率

Fig. 1 Percentage of survival of *Artemia* fed with different diets

### 2.2 两种植物浆对养殖卤虫体长增长的影响

选择卤虫存活较好的四种饵料(万年青叶浆, 黄豆叶浆, 螺旋藻粉, 酵母)养殖卤虫, 测量其体长增长情况(图2)。可知投喂黄豆叶浆和螺旋藻粉的卤虫体长增长快, 投喂万年青叶浆的卤虫体长增长最慢。

对图2中第16d时四组卤虫的体长作单因子(饵料)方差分析( $F=40.46 > F_{0.01, 3, 36} = 4.38$ ), 表明四种饵料对卤虫的体长生长的影响差异极显著。再用Q法进行多重比较, 结果表明: 螺旋藻粉与万年青叶浆、黄豆叶浆与万年青叶浆、酵母与万年青叶浆、螺旋藻粉与酵母、黄豆叶浆与酵母所喂养的卤虫体长之间有极显著的差异, 而黄豆叶浆与螺旋藻粉所投喂的卤虫的体长之间无显著差异。在养殖过程中, 投喂螺旋藻粉的卤虫培养缸的水质极易败坏, 在充气的情况下, 产生大量有机泡沫; 投饵量稍微过量或换水不及时, 养殖水体即会发臭, 引起卤虫死亡。

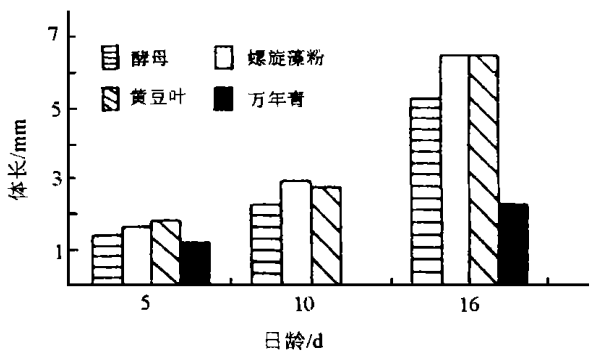


图2 不同饵料喂养卤虫体长增长

Fig. 2 The growth of *Artemia* fed with different diets

### 2.3 黄豆叶浆、酵母、螺旋藻粉对养殖卤虫的虫体组成成分及氨基酸的影响

选择存活和生长都较好的三种饵料(黄豆叶浆, 酵母, 螺旋藻粉)所培养的卤虫, 进行水分和粗蛋白

的测定, 结果见表 1。方差分析表明: 三饵料喂养的卤虫体内水分含量的差异不显著 ( $F = 2.71 < F_{0.05, 2, 9} = 4.26$ ); 三饵料喂养的卤虫体内粗蛋白含量(湿)的差异显著 ( $F = 4.58 > F_{0.05, 2, 9} = 4.26$ ), Q 法多重比较, 投喂黄豆叶浆的卤虫粗蛋白含量(湿)与分别投喂酵母、螺旋藻粉的卤虫粗蛋白含量(湿)有显著差异, 投喂酵母与投喂螺旋藻粉的卤虫粗蛋白含量(湿)无显著差异。

由表 2 可知, 三种饵料中氨基酸的含量, 酵母最高, 螺旋藻粉次之, 黄豆叶最低。其必需氨基酸的含量也服从此规律。而用三种饵料养殖的卤虫, 其体内的氨基酸和必需氨基酸的含量以螺旋藻粉喂养组最高, 酵母喂养组次之, 黄豆叶浆喂养组最低, 但总量相差不大。

根据表 2 中各样品的必需氨基酸和半必需氨基酸的量, 采用灰色关联分析法分析必需氨基酸的组成, 以关联度值为指标, 则不同饵料与其喂养的卤虫及不同饵料喂养的卤虫之间的必需氨基酸的关联度值的大小见表 3。

表 1 投喂不同饵料的卤虫体内水分和粗蛋白含量

Tab. 1 The moisture and gross protein of *Artemia* fed with different diets(%)

饵料	水分含量	粗蛋白含量(湿)	粗蛋白含量(干)
黄豆叶浆	90.98±0.27	5.02±0.12	55.65
酵母	90.38±0.12	5.57±0.07	57.90
螺旋藻粉	90.45±0.51	5.56±0.06	58.22

表 2 三种饵料及其喂养的卤虫的氨基酸组成

Tab. 2 The AA contents in three diets and in the *Artemia*

氨基酸 AA	黄豆叶	酵母	螺旋藻	豆卤	酵母	藻卤
必需氨基酸总量 EAA	5.86	10.67	10.29	12.37	12.97	14.16
苏氨酸 Thr	0.74	1.45	1.40	1.70	1.82	1.92
缬氨酸 Val	0.87	1.79	1.87	1.55	1.88	1.99
蛋氨酸 Met	0.19	0.44	0.75	0.86	0.83	0.90
亮氨酸 Leu	1.34	2.06	2.29	2.29	2.38	2.82
异亮氨酸 Ile	0.65	1.37	1.42	1.73	1.74	1.86
苯丙氨酸 Phe	0.86	1.26	1.08	1.50	1.62	1.68
赖氨酸 Lys	1.21	2.30	1.48	2.74	2.70	2.99
色氨酸 Trp	-	-	-	-	-	-
半必需氨基酸总量 SAA	1.23	2.21	2.34	3.29	4.75	3.81
组氨酸 His	0.34	0.70	0.42	0.75	0.83	0.87
精氨酸 Arg	0.89	1.51	1.92	2.54	3.92	2.94
非必需氨基酸总量 NEAA	7.65	15.9	13.99	18.83	19.31	20.00
天门冬氨酸 Asp	1.63	3.09	2.66	3.32	3.52	3.75
丝氨酸 Ser	0.79	1.50	1.39	1.92	2.06	2.16
谷氨酸 Glu	1.94	5.81	4.12	5.49	5.51	5.69
甘氨酸 Gly	0.87	1.60	1.52	2.19	2.13	2.11
丙氨酸 Ala	0.84	1.70	2.12	2.00	2.26	2.37
胱氨酸 Cys	0.04	-	-	0.40	0.10	0.18
酪氨酸 Tyr	0.54	0.88	0.98	1.16	1.11	1.13
脯氨酸 Pro	1.00	1.32	1.20	2.35	2.62	2.61
氨基酸总量 TAA	14.74	28.78	26.62	34.49	37.03	37.97
(EAA+ SAA)/TAA	0.481 0	0.447 5	0.474 5	0.454 0	0.478 5	0.473 3

注: 豆卤、酵母和藻卤分别指投喂黄豆叶浆、酵母和螺旋藻粉的卤虫。

表 3 饵料及卤虫虫体必需氨基酸的关联度值

Tab. 3 The interrelated index of EAA between diets and *Artemia*

	黄豆叶浆与酵母	酵母与螺旋藻粉	螺旋藻粉与黄豆叶浆	豆卤与藻卤	豆卤与酵母	藻卤与酵母
关联度	0.674 3	0.605 1	0.555 2	0.834 8	0.752 2	0.783 6

以表 2 中三种饵料喂养的卤虫的 9 种必需和半必需氨基酸组成(平均)为参比, 求算三种饵料的必需氨基酸指数(EAAI), 则得: 黄豆叶对卤虫的 EAAI 为 0.956, 酵母对卤虫的 EAAI 为 0.987, 螺旋藻粉对卤虫的 EAAI 为 0.986。

### 3 讨论

植物经打浆后, 在细菌等生物作用下形成植物碎屑和溶解性有机物。卤虫是一种非选择性滤食生物, 幼体所能摄取的最大饵料颗粒为 25~ 30 μm, 成体所能摄取的最大饵料颗粒为 40~ 50 μm<sup>[7]</sup>。而各种植物经打浆过滤后, 基本上能够满足卤虫对饵料大小的要求, 因此, 理论上卤虫可以摄食各种植物浆。

但由于不同的植物浆中的溶解性有机物、pH 不一样, 发酵形成的细菌群也不一样, 实际的养殖效果差别很大(图 1), 四种水生植物浆养殖卤虫的成活率均低于陆生植物。这与杨和荃<sup>[5]</sup>利用发酵草浆培养多刺裸腹的研究结果相类似。

结合图 1、2 可知, 投喂螺旋藻粉的卤虫, 其生长和存活都较理想, 证实螺旋藻粉是养殖卤虫的优质饵料<sup>[3]</sup>。但螺旋藻粉价格昂贵, 在实际卤虫养殖中的应用受限制。黄豆叶浆养殖的卤虫, 其存活和生长与投喂螺旋藻粉组相似。酵母养殖的卤虫成活率不高, 但生长性状尚可, 万年青叶浆养殖的卤虫, 虽然成活率高, 但生长速度慢, 不适合作为卤虫的饵料, 但万年青叶浆中的某些成分可能对卤虫的存活有正面影响。从养殖卤虫生长和存活的情况看, 黄豆叶浆是高密度养殖卤虫的理想饵料。

本试验测得的卤虫成虫粗蛋白含量(干)为 55.65%~58.22%, 与孙瑞椒<sup>[8]</sup>报道结果基本一致。叶元士等<sup>[9]</sup>研究表明饲料会影响养殖草鱼鱼体品质。从表 1 可知, 不同饵料喂养的卤虫, 其体内的粗蛋白含量不一样, 表明饵料同样会影响养殖卤虫的品质。一般含水量越低, 粗蛋白含量越高, 虫体的品质就越好。从表 2 可知, 三种饵料中氨基酸的量不一样, 黄豆叶的氨基酸总量仅为酵母和螺旋藻粉的氨基酸含量的 1/2 左右, 三种饵料所喂养的卤虫的氨基酸总量, 也有差异, 但其氨基酸总量明显比饵料源中的氨基酸总量高, 且相互间的差异减小。尤其是黄豆叶投喂的卤虫, 氨基酸总量增加了 134%。而且个别必需氨基酸的量如蛋氨酸, 也比黄豆叶中有明显的提高。表明黄豆叶浆作为卤虫养殖的饵料从氨基酸营养的角度考虑是适宜的。由文献[6]可知, 应用灰色关联分析法, 若关联度值越大, 则两数列间的关联性(联系)越强。从表 3 所示的关联度值的大小可知, 不同饵料之间必需氨基酸的关联度值较小, 说明三种饵料在必需氨基酸组成上有较大差异; 但是由三种饵料分别喂养的卤虫之间必需氨基酸的关联度值较大, 说明不同饵料喂养的卤虫必需氨基酸组成比较接近, 表明卤虫自身蛋白组成的相对稳定性。这与马牲等的研究结果相符<sup>[10]</sup>。

有研究表明, 饲养动物对饵料中氨基酸的需求与其自身的氨基酸组成显著相关。必需氨基酸指数反映了饲料蛋白源的必需氨基酸组成与喂养对象的必需氨基酸组成的拟合程度, 因此, 以卤虫蛋白的必需氨基酸组成为参比, 可以用必需氨基酸指数来评价饵料蛋白源对卤虫的营养价值。当饵料的必需氨基酸指数大于 0.95 时, 为优质蛋白源<sup>[11]</sup>。从本实验结果可知, 黄豆叶浆、酵母和螺旋藻粉对卤虫的必需氨基酸指数均大于 0.95, 均为养殖卤虫的优质蛋白源。因此, 从必需氨基酸指数的角度分析, 黄豆叶浆也是养殖卤虫的理想饵料。但是, 从养殖所得的卤虫虫体的水分、粗蛋白和氨基酸含量等角度综合分析, 单独投喂黄豆叶浆的卤虫品质相对较低。从养殖的效益考虑, 在卤虫养殖早期以黄豆叶浆代替大部分螺旋藻粉或酵母是可行的, 投喂黄豆叶浆造成卤虫营养价值下降可通过后期营养强化来弥补。

## 4 小结

(1) 不同植物浆养殖卤虫的效果不一样, 陆生植物浆养殖卤虫的效果优于水生植物浆。

(2) 黄豆叶浆喂养卤虫, 成活率和生长都较理想, 以必需氨基酸指数为评判指标, 黄豆叶是养殖卤虫的优质饵料蛋白源, 在卤虫养殖中可部分替代螺旋藻粉和酵母。

## 参考文献:

- [1] Nash C E. Potential for the development of aquaculture in the Indo Pacific region[R]. FAO Pap. IPFC/74/ Sym, 1974, 12: 1~ 11.
- [2] 马志珍. 世界卤虫增殖现状[J]. 国外水产, 1992, (1): 1~ 7.
- [3] Lavens Patrick, Sorgeloos Patrick. Production of Artemia in culture tanks[A]. In: Robert A Browne et al, eds. Artemia Biology[C]. Boca Raton: CRC Press, 1991. 374.
- [4] 魏文志, 黄旭雄, 陈马康. 室内水泥池卤虫高密度养殖初试[J]. 渔业现代化, 2000, (2): 23~ 24.
- [5] 杨和荃. 利用发酵草浆培养多刺裸腹的研究[J]. 水产学报, 1995, 19(1): 65~ 70.
- [6] 陈昌齐. 灰色关联分析法的渔业应用[J]. 水利渔业, 1991, (5): 25~ 27.
- [7] John Dobbela, Noel Adam, Etienne Bossuyt, et al. New aspects of the use of inert diets for high density culturing of brine shrimp[A]. In: Pemssoone G, Sorgeloos P, Roels O, et al, eds. The brine shrimp Artemia[C], Vol. 3. . Universa Press, Wetteren, Belgium, 1980. 456.
- [8] 孙瑞椒. 卤虫蛋白粉及其开发途径[J]. 水产养殖, 1996, (4): 25.
- [9] 叶元士, 林仕梅, 罗莉等. 饲料必需氨基酸的平衡效果对草鱼生长的影响[J]. 饲料工业, 1999, 20(3): 39~ 41.
- [10] 马牲, 马琳, 杜氏藻, 谷物干粉及其喂养的卤虫的氨基酸含量分析[J]. 上海水产大学学报, 1998, 7(增刊): 349~ 354.
- [11] 冯东勋. 必需氨基酸指数(EAAI)在饲料中的应用[J]. 饲料工业, 1997, 18(3): 21~ 22.