

文章编号:1005-8737(2000)01-0118-03

·研究简报·

维生素A对皱纹盘鲍幼鲍生长、存活及体成分的影响

Effects of vitamin A on growth, survival and carcass composition of juvenile *Haliotis discus hannai*

周歧存, 麦康森, 谭北平

(青岛海洋大学水产学院, 青岛 266003)

ZHOU Qi-cun, MAI Kang-sen, TAN Bei-ping

(Fisheries College, Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003, China)

关键词: 皱纹盘鲍; 维生素A; 营养需求

Key words: *Haliotis discus hannai*; vitamin A; nutritional requirement

中图分类号: Q959.215; S968.315.3

文献标识码: A

对鱼类和甲壳类营养需求的研究证实, 维生素A是水产生动物必不可少的营养素。有关皱纹盘鲍营养需要的研究, 现有的资料多集中于其对主要营养素特别是蛋白质^[1,2]、氨基酸^[3]、脂肪^[4,5]、脂肪酸^[6,7]等的研究, 而对微量营养素特别是维生素的研究却很少, 除了对维生素C的研究外^[8], 尚是空白。本研究通过用不同浓度梯度维生素A的饲料投喂皱纹盘鲍幼鲍, 测定其生长指标, 分析幼鲍软体部水分、蛋白质及脂肪含量以及贝壳中灰分、钙及磷含量的变化, 来综合评价幼鲍饲料中维生素A的适宜添加量, 为生产实践中鲍饲料配方提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 饲料配制

实验幼鲍购自山东省荣城市鲍珍品养殖场, 于1997年5~9月在青岛海洋大学太平角实验基地进行。基础饲料主要参照 Mai 等^[2]的配方, 略作修改。实验饲料的组成及饲料中维生素A的添加水平见表1。其中饲料成分为: 粗蛋白33.42%, 乙醚抽提物3.78%, 灰分12.85%; 维生素A(all trans-retinol) 购自 Sigma 公司; 维生素混合物(不含有维生素A)及无机盐混合物参照 Mai 等^[2]; 豆油; 鲱鱼油(1:1)用作脂肪源。海带用作对照饲料, 其主要营养成分: 水分89.93%, 粗蛋白17.47%, 乙醚抽提物3.90%, 灰分28.86%。

1.2 实验分组

收稿日期: 1999-09-01

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39670572)

作者简介: 周歧存(1967-), 男, 安徽舒城人, 湛江海洋大学讲师, 硕士。

幼鲍经暂养7 d后分组。其平均壳长为1.28~1.33 cm, 平均体重为222.4~237.3 mg。每个处理设3个重复, 每个重复放养幼鲍15只, 实验为期103 d。

表1 实验饲料的组成(干重)

Table 1 Composition of the experimental diets(dry weight)

成分 Ingredients	维生素A含量/[IU·(100 g 饲料) ⁻¹] Vitamin A content						
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇
	0	50	100	300	1 000	10 000	20 000
酪蛋白 Casein	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
明胶 Gelatin	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
糊精 Dextrin	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
羧甲基纤维素 CM-cellulose	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
褐藻酸钠 Na alginate	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
无机盐混合物 Mineral mix	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
维生素混合物 Vitamin mix	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
氯化胆碱 Choline chloride	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
豆油和鲱鱼油 SO/MFO	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

1.3 实验管理

每日下午17:00~18:00时投喂, 投饵量为鲍重的3%

~5%;次日早8:00~10:00 刷洗鲍附着板及饵料板,后换水1/2以上;实验期间连续充气。每周用呋喃唑酮 5×10^{-6} 浸泡鲍1 h后,刷洗养殖池;每日观察记录幼鲍摄食及死亡情况,发现死鲍及时检出称重。整个实验期间海水温度变动幅度为18~27℃,盐度31~33,pH 7.6~7.8。

1.4 统计分析

实验结果应用ANOVA单因素方差分析和Duncan多重比较来进行差异显著性检验,所有的统计分析均采用Excel 97软件。

1.5 样品处理与分析

实验结束时,取出鲍称重、记数、编号。用凯氏定氮法测定粗蛋白质含量,索氏抽提法测定粗脂肪含量,高锰酸钾法测定钙含量,钼兰比色法测定磷含量,平均蛋白质增量计算公式引自Mai等^[2]。

$$G_{mp} = W_{\pi}(1 - M_i)P_i - W_s(1 - M_i)P_i$$

G_{mp} - 平均蛋白质增量(mg/ind)

W_{st} - 软体部增重; M_i - 软体部初含水量; P_i - 软体部终蛋白质含量

W_s - 软体部初重; M_i - 软体部终含水量; P_i - 软体部初蛋白质含量

2 结果与讨论

2.1 维生素 A 对幼鲍生长及存活的影响

由表2可见,幼鲍的增重率和贝壳增长率均受饲料中维生素A添加水平的显著影响($P < 0.05$)。贝壳增长率由高到低的顺序依次为 $A_4 > A_3 > A_5 > A_2 > A_6 > A_1 > A_7$,说明 A_4 组幼鲍贝壳生长最快。增重率以 A_3 组为最高,其由高到低的次序为 $A_3 > A_4 > A_2 > A_5 > A_6 > A_7 > A_1$ 。然而幼鲍平均存活率组间差异不显著($P > 0.05$),与对照组相比差异不大。

表2 饲料中维生素A添加水平对幼鲍生长及存活的影响

Table 2 Effects of dietary vitamin A on the growth and survival of juvenile abalone

项目 Item	初长/cm Initial length	终长/cm Final length	贝壳增长率/% Length increase rate	初重/mg Initial weight	终重/mg Final weight	增重/% Weight gain	存活率/% Survival rate
维生素A含量/ [IU·(100 g 饲料) ⁻¹] Vitamin A levels	0(A_1)	1.31 ± 0.02 ^a	1.49 ± 0.11	14.00 ± 1.75 ^{cd}	237.3 ± 15.4	502.8 ± 4.6 ^d	112.0 ± 15.3 ^c
	50(A_2)	1.29 ± 0.01	1.51 ± 0.02	17.40 ± 0.52 ^{bc}	226.0 ± 13.3	568.1 ± 29.9 ^{bc}	152.0 ± 23.5 ^b
	100(A_3)	1.33 ± 0.02	1.62 ± 0.09	21.50 ± 1.80 ^a	222.7 ± 13.5	649.5 ± 31.3 ^a	192.3 ± 27.2 ^a
	300(A_4)	1.30 ± 0.02	1.59 ± 0.12	22.90 ± 1.90 ^a	222.6 ± 24.6	585.3 ± 24.8 ^b	158.7 ± 23.2 ^{ab}
	1 000(A_5)	1.30 ± 0.02	1.55 ± 0.02	18.90 ± 1.90 ^{ab}	228.0 ± 21.7	552.4 ± 24.5 ^{bc}	143.3 ± 22.8 ^b
	10 000(A_6)	1.32 ± 0.01	1.53 ± 0.01	15.40 ± 0.90 ^c	222.4 ± 15.5	522.6 ± 13.8 ^{cd}	135.3 ± 13.8 ^b
	20 000(A_7)	1.32 ± 0.02	1.48 ± 0.11	12.10 ± 0.90 ^d	223.1 ± 24.6	507.2 ± 1.9 ^{cd}	129.3 ± 24.1 ^{bc}
对照组		1.28 ± 0.01	1.50 ± 0.06	17.10 ± 2.90 ^{bc}	228.5 ± 6.0	541.9 ± 6.4 ^c	137.0 ± 7.8 ^b
ANOVA	F	0.210	106.143	13.628	2.230	16.635	3.958
	P	0.818	0.000	0.000	0.167	0.000	0.011

注: * 为平均值 ± 标准差($n = 3$);同一列中具不同字母标记的值表示差异显著。Refers to mean ± SD ($n = 3$). Data with different letters in the same column mean significant difference.

Kanazawa等^[9]报道,当牙鲆饲料中缺乏维生素A、DHA和磷脂时,水产动物眼内黑色素形成中断从而妨碍视网膜紫红质的形成。南美白对虾缺乏维生素A生长明显下降,但死亡率与添加组没有差别^[10]。本实验中幼鲍饲料中缺乏或添加维生素A的量不足时,幼鲍的贝壳增长率和增重率均较低,但死亡率与添加组没有差别。

饲料中高水平的鱼粉和鱼油可能引起养殖水产动物维生素A过剩症状^[11]。Dedi等^[12]在对牙鲆幼鱼的维生素A过剩症研究中发现,这种幼鱼摄入高浓度的维生素A饲料,导致其骨骼畸形、脊椎弯曲,但成活率并不受影响。陈四清和李爱杰^[13]指出,中国对虾饲料中添加维生素A的含量过高,其小眼、视网膜、髓体和X-器官等都有不同程度的畸变,及不完整、干瘪等现象,表明维生素A投喂不当,会引起视觉器官的发育障碍或病变。然而本实验饲料中加入过量的维生素A,除生长下降外,并没有出现鱼、虾类维生素A过

剩症状,这与鲍属于低等无脊椎动物,视觉器官尚不完善有关。

2.2 维生素A对幼鲍软体部组成及蛋白质增量的影响

由表3可见,幼鲍软体部与贝壳的比率明显受到维生素A含量的影响,其大小依次为 $A_5 > A_4 > A_6 > A_3 > A_7 > A_2 > A_1$,表明饲料中维生素A水平过高或过低,会导致幼鲍软体部/贝壳比率较低,表现为生长不良,增长下降;而软体部水分和粗脂肪含量却不受维生素A添加水平的影响($P > 0.05$),同对照组相比差别并不显著;但饲料中缺乏或过量加入维生素A,幼鲍软体部粗脂肪含量稍高,各人工饲料的体脂高于对照组。

由表3可见,幼鲍软体部粗蛋白含量受维生素A添加水平的影响,蛋白质含量以 A_3 组最高,其由高到低的顺序为 $A_3 > A_4 > A_5 > A_2 > A_6 > A_1 > A_7$;蛋白质增量组间差异极显著($P < 0.001$),其变化趋势与粗蛋白含量变化基本一致。

表 3 饲料中维生素 A 添加水平对幼鲍软体部成分的影响

Table 3 Effects of dietary vitamin A on the carcass composition of juvenile abalone

项目 Item	软体部/贝壳 SB/S	水分/% Moisture	粗脂肪/% Crude lipids	粗蛋白/% Crude protein	蛋白质增量/(mg·ind ⁻¹) Protein gain	
维生素 A 含量/ [IU·(100 g 饲料) ⁻¹] Vitamin A levels	0(A ₁)	* 1.32 ± 0.03 ^c	87.79 ± 0.21	6.96 ± 0.15	43.30 ± 0.51 ^{cd}	7.00 ± 0.66 ^d
	50(A ₂)	1.34 ± 0.04 _c	87.09 ± 0.17	6.52 ± 0.37	45.27 ± 0.53 _b	11.11 ± 0.92 _b
	100(A ₃)	1.37 ± 0.02 ^{bc}	87.13 ± 0.27	6.63 ± 0.55	46.71 ± 0.52 ^b	14.85 ± 1.58 ^a
	300(A ₄)	1.43 ± 0.05 ^b	87.48 ± 0.39	6.62 ± 0.57	46.12 ± 0.71 ^b	11.96 ± 1.03 ^b
	1 000(A ₅)	1.60 ± 0.02 ^a	87.55 ± 0.42	6.62 ± 0.19	45.63 ± 1.04 ^b	11.35 ± 0.69 ^b
	10 000(A ₆)	1.42 ± 0.03 ^b	87.52 ± 0.26	6.65 ± 0.55	44.70 ± 1.02 ^{bc}	9.35 ± 0.32 ^c
	20 000(A ₇)	1.35 ± 0.04 ^c	87.64 ± 0.20	6.97 ± 0.28	41.74 ± 0.79 ^d	7.28 ± 0.45 ^d
	对照组 Control	1.42 ± 0.04 ^b	87.67 ± 0.21	6.24 ± 0.58	49.41 ± 0.68 ^a	11.41 ± 0.16 ^b
起始时幼鲍 Initial	1.31 ± 0.02	87.50 ± 1.25	6.42 ± 0.34	49.15 ± 0.45	— — —	
ANOVA	F	21.307	1.476	0.857	14.357	28.595
	P	0.000	0.244	0.559	0.000	0.000

注:同表 2。The same as table 2.

饲料中缺乏或加入过量维生素 A, 幼鲍体内粗蛋白含量及蛋白质增量均较低。这是由于维生素 A 与饲料中的蛋白质或氨基酸相互作用, 从而影响幼鲍对饲料中蛋白质的吸收和利用。饲料中补充维生素 A 的水平从 0~100 IU/100 g 饲料时蛋白质增量同维生素 A 水平呈正相关, 但是随着饲料中维生素 A 含量的增加(>10 000 IU/100 g 饲料), 蛋白质增量却显著下降。

参考文献:

- [1] Uki N, Kemuyama A, Watanabe T. Optimum level in diets for abalone[J]. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1986a, 52:1 005~1 012(in Japanese, with English abstract).
- [2] Mai K, Mercer J P, Donlon J. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. IV. Optimum dietary protein level for growth[J]. Aquaculture, 1995a, 136:165~180.
- [3] Mai K, Mercer J P, Donlon J. Comparative studies on the nutrition of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. II. Amino acid composition of abalone and six species of macroalgae with an assessment of their nutritional value[J]. Aquaculture, 1994, 128:115~130.
- [4] Uki N, Sugiura M, Watanabe T. Requirement of essential fatty acids in the abalone *Haliotis discus hannai* Ino[J]. Bull Jpn Soc Sci Fish, 1986b, 52:1 013~1 023(in Japanese, with English abstract).
- [5] Mai K, Mercer J P, Donlon J. Comparative studies on the nutrition of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. III. Response of abalone to various levels of dietary lipid[J]. Aquaculture, 1995b, 134:68~80.
- [6] Mai K, Mercer J P, Donlon J. Comparative studies on the nutrition of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus*

hannai Ino. V. The role of polyunsaturated fatty acids of macroalgae in abalone nutrition[J]. Aquaculture, 1996a, 139:77~89.

- [7] Mai K, Mercer J P, Donlon J. Comparative studies on the nutrition of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. VI. Further evaluation of the nutritional value of polyunsaturated fatty acids for abalone using purified diets[A]. In: Proceeding of the International Symposium on Aquaculture [M]. Qingdao: Qingdao Ocean Univ. Press, 1996b. 15~26.
- [8] Mai K, Mercer J P, Donlon J. Comparative studies on the nutrition of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. VII. Effects of dietary vitamin C on survival, growth and tissue concentration of ascorbic acid[J]. Aquaculture, 1998, 161:383~392.
- [9] Kanazawa A. Nutritional mechanisms involved in the occurrence of abnormal pigmentation in hatchery-reared flatfish[J]. J World Aquacult Soc, 1993, 24:162~166.
- [10] He H Q, Lawrence A L, Liu R Y. Evaluation of dietary essentiality of fat-soluble vitamins A, D, E and K for penaeid shrimp (*Penaeus vannamei*) [J]. Aquaculture, 1992, 103:177~185.
- [11] Grisdale - Helland B, Helland S J, Asgard T. Problems associated with the present uses of menadione sodium bisulfite and vitamin A in diets for Atlantic salmon[J]. Aquaculture, 1991, 92:351~358.
- [12] Dedi J, Takeuchi T, Seikai T, Watanabe T. Hypervitaminosis and safe levels of vitamin A for larval flounder (*Paralichthys olivaceus*) fed *Artemia* nauplii[J]. Aquaculture, 1995, 133:135~146.
- [13] 陈四清, 李爱杰. 中国对虾维生素营养的研究 I. 维生素 A 对中国对虾生长及视觉器官的影响[J]. 动物学报, 1994, 40(3):266~273.