

维生素 E 对皱纹盘鲍幼鲍生长、存活及体成分的影响*

周歧存 麦康森 谭北平 徐 玮

(青岛海洋大学水产学院 青岛 266003)

提要 于 1997 年 5 月在山东荣成石岛鲍珍品养殖场采集幼鲍, 采用单因素实验方法进行幼鲍维生素 E (V_E) 营养需要的研究。以酪蛋白和明胶为蛋白源, 通过用不同浓度 V_E 的饲料 (E_1-E_7 七个实验组), 即在每 100g 饲料中分别添加 0、5、10、20、50、100、200mg V_E 来饲喂幼鲍(平均体重为 220—240mg) 103 天。结果表明, 饲料中适量的 V_E 具有促进幼鲍生长的作用; 幼鲍软体部水分和脂肪含量不受饲料中 V_E 添加水平的影响, 然而饲料中 V_E 添加水平显著影响软体部蛋白质含量; 贝壳中灰分和钙、磷含量不受 V_E 添加水平的影响。以增重和蛋白质增量为指标, 皱纹盘鲍幼鲍饲料中 V_E 的适宜含量为 5—10mg/100g 饲料。

关键词 皱纹盘鲍, 维生素 E, 营养需要

中图分类号 S968.3

维生素 E (V_E) 是具有 α -生育酚生物活性的所有分子的统称, 其中以 α -生育酚的活性最高。 V_E 作为脂溶性的生物组织抗氧化剂, 具有保护含磷脂的生物膜如红细胞血浆膜、线粒体膜和内质网免受脂质过氧化损伤的作用。迄今为止, 已研究了大鳞大麻哈鱼 (Woodward, 1994)、大西洋鲑 (Poston *et al*, 1976)、斑点叉尾 (Lovell *et al*, 1984; Wilson *et al*, 1984)、鲤鱼 (Watanabe *et al*, 1981a)、虹鳟 (Hung *et al*, 1981; Watanabe *et al*, 1981b; Cowey *et al*, 1983; Frigg *et al*, 1990)、尼罗罗非鱼 (Satoh *et al*, 1987)、蓝色罗非鱼 (Roem *et al*, 1990)、黄条 (Hosokawa *et al*, 1990)、草鱼 (Takeuchi *et al*, 1992) 以及中国对虾 (陈四清等, 1993)、日本对虾 (Kanazawa, 1985; Alava *et al*, 1993)、南美白对虾 (He *et al*, 1993) 和印度对虾 (Cahu *et al*, 1993, 1995) 的 V_E 营养需要。然而具有重要经济和药用价值的鲍 V_E 营养需要的研究国内外尚未见报道。本实验通过用不同浓度梯度 V_E 的饲料投喂皱纹盘鲍幼鲍, 比较其生长指标, 测定软体部水分、蛋白质和脂肪含量以及贝壳灰分及钙、磷含量, 以确定皱纹盘鲍幼鲍饲料中 V_E 的适宜添加量, 为生产实践中的配方设计提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 饲料配制及分组情况

* 国家自然科学基金资助项目, 39670572 号。周歧存, 男, 出生于 1967 年 12 月, 硕士, 讲师, 现工作单位: 湛江海洋大学水产学院养殖系, 邮编: 524025, Fax: 0086-0759-2383001

收稿日期: 1999-04-19, 收修改稿日期: 1999-10-11

本实验于 1997 年 5—9 月在青岛海洋大学太平角实验基地进行,基础饲料参照 Mai 等(1995)的配方,略有修改。蛋白源以酪蛋白为主,加部分明胶(5:1);用糊精作为糖原;以豆油和鲱鱼油作为脂肪源(1:1);以褐藻酸钠和羧甲基纤维素为粘合剂。 V_E 购自 Sigma 公司。实验饲料按照每 100g 饲料中分别添加 0、5、10、20、50、100、200mg V_E 分为 E_1 — E_7 七个组,各组中其它原料含量一致,占饲料干重的百分比分别为:酪蛋白 30%、明胶 6.0%、糊精 28.5%、羧甲基纤维素 6.0%、褐藻酸钠 18.0%、无机盐混和物 4.0%(Mai *et al.*, 1995)、维生素混合物(不含 V_E , Mai *et al.*, 1995) 2.0%、氯化胆碱 0.5%、豆油和鲱鱼油(1:1) 5.0%。饲料成分分析结果为:粗蛋白 31.92%,乙醚抽提物 3.52%,灰分 13.14%。各原料粉碎过 80 目筛,称重后混匀,少量的组分采用逐级扩大法混合。加水 100%—120%,小心加入,以保证揉熟的饲料面团具有一定的弹性,后擀至 0.5mm 厚度,切成 1cm^2 的小薄片;将薄片放入 5% 的氯化钙溶液中浸泡 1min,沥干水分后放入冰柜中冷冻,等饲料变硬后装入样品袋中冷冻(-20°C)待用。海带(*Laminaria japonicus*)用作对照饲料,其主要营养成分为:水分 89.93%,粗蛋白 17.47%,乙醚抽提物 3.90%,灰分 28.86%。

1.2 实验动物

幼鲍购自山东荣成市石岛鲍珍品养殖场,为上年所育,经暂养一周后分组。幼鲍平均壳长为 1.22—1.33cm,平均体重为 220—240mg。每次处理设 3 个重复,每次重复放养幼鲍 15 只,实验为期 103 天。

1.3 实验管理

将分组的幼鲍放入 $20\text{cm} \times 20\text{cm} \times 8\text{cm}$ 的塑料筐中,上用纱网封住三面(留出投饵料口),再用松紧带束口(防止鲍逃出);将每次处理的 3 个重复串联起来吊养,然后将所有的处理组置于 $7 \times 3 \times 2\text{m}^3$ 的养殖池中。天然海水经抽水泵入沉淀池,经沉淀后再入沙滤池,待沙滤后进入蓄水池,最后通过各级管道进入养殖池。每日下午 5—6 时投饲,投饲量为鲍重的 3%—5%;次日早 8—10 时刷洗鲍附着板及饵料板,然后换水 1/2 以上。整个实验期间充气养殖。每周用呋喃唑酮(5×10^{-6})浸泡鲍 1h,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,实验期间海水温度为 18—27 $^\circ\text{C}$,盐度为 31—33, pH=7.6—7.8。

1.4 样品处理与分析

实验结束时,取出鲍,称重、记数、编号,再将样品放入 -20°C 冰箱中冷冻备用。以体平均增重、贝壳的平均增长率、软体部与贝壳比率(相当于丰满度)作为生长指标;分析鲍软体部的水分、蛋白质及脂肪含量,以及贝壳中灰分和钙、磷含量。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,钙含量的测定方法采用高锰酸钾法,磷含量的测定采用钼兰比色法。平均蛋白质增量计算公式引自 Mai 等(1995)。

$$MWG(\text{mg}/\text{ind}) = W_t - W_i$$

$$LGR(\%) = \frac{(L_t - L_i)}{L_i} \times 100$$

$$MPG(\text{mg}/\text{ind}) = SB_t \times (1 - M_t) \times P_t - SB_i \times (1 - M_i) \times P_i$$

式中, MWG 为平均增重, W_t 为终重, W_i 为初重, LGR 为贝壳增长率, L_t 为终长, L_i 为

初长, MPG 为平均蛋白质增量($\text{mg}/\text{ind.}$), SB_t 为软体部终重, SB_i 为软体部初重, P_t 为软体部终蛋白质含量, P_i 为软体部初蛋白质含量, M_t 为软体部终含水量, M_i 为软体部初含水量。

1.5 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。

2 结果

2.1 维生素 E 对皱纹盘鲍幼鲍生长及存活的影响

从图 1 可以看出, 增重以第 2 组为最高, 其由高到低的次序为: $E_2 > E_3 > E_4 > E_1 > E_5 > E_7 > E_6$, 经 Duncan 多重比较检验表明各组间差异极显著 ($p < 0.001$)。由表 1 可知, 贝壳增长率以第 3 组为最高, 其由高到低的次序为 $E_3 > E_2 > E_4 > E_1 > E_7 > E_5 = E_6$, 表明饲料中适量的添加 V_E 可促进皱纹盘鲍贝壳的生长。饲料中缺乏或过高水平的 V_E , 皱纹盘鲍的增重和贝壳增长率均降低。

由表 1 可知, 饲料中缺乏 V_E 皱纹盘鲍的平均成活率最低, 而随着饲料中 V_E 水平的提高, 平均成活率有增大的趋势, 但达到一定的浓度后成活率并不再增加。与对照组相比, 平均成活率差异不显著。

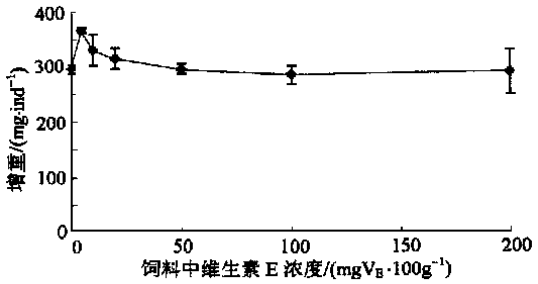


图 1 饲料中维生素 E 水平对皱纹盘鲍增重的影响
Fig. 1 Effect of dietary vitamin E on the weight gain of abalone (*Haliotis discus hannai* Ino)

表 1 饲料中维生素 E 添加水平对皱纹盘鲍幼鲍生长及存活的影响

Tab. 1 Effects of dietary vitamin E on the growth and survival of juvenile abalone (*Haliotis discus hannai* Ino)

V_E 浓度 ($\text{mg}/100\text{g}$)	初长 (cm)	终长 (cm)	贝壳增长率 (%)	初重 (mg)	终重 (mg)	增重 (mg)	存活率 (%)
0 (E_1)	1.29 ± 0.01	1.48 ± 0.02^d	14.9 ± 0.5^{bc}	231.3 ± 4.3	527.1 ± 11.7^c	295.7 ± 8.6^{bc}	53.3 ± 6.5
5 (E_2)	1.32 ± 0.02	1.53 ± 0.01^b	15.9 ± 1.0^b	234.9 ± 10.2	600.8 ± 12.5^a	365.9 ± 5.1^a	57.7 ± 8.1
10 (E_3)	1.29 ± 0.02	1.58 ± 0.03^a	21.9 ± 1.9^a	240.7 ± 26.3	570.4 ± 41.3^{ab}	329.7 ± 27.7^b	62.0 ± 15.6
20 (E_4)	1.31 ± 0.02	1.52 ± 0.01^b	15.5 ± 1.3^{bc}	234.4 ± 8.0	548.7 ± 15.3^{bc}	314.3 ± 18.8^{bc}	66.7 ± 13.5
50 (E_5)	1.32 ± 0.02	1.49 ± 0.02^{cd}	13.2 ± 1.7^c	226.9 ± 7.4	521.4 ± 7.0^c	294.6 ± 10.1^{bc}	68.7 ± 7.5
100 (E_6)	1.31 ± 0.04	1.49 ± 0.01^{cd}	13.2 ± 2.6^c	220.9 ± 3.9	504.3 ± 19.4^d	283.4 ± 17.3^c	71.3 ± 14.0
200 (E_7)	1.31 ± 0.02	1.49 ± 0.03^{cd}	13.5 ± 1.3^c	231.3 ± 35.7	520.6 ± 14.8^{cd}	289.2 ± 40.2^c	71.0 ± 10.2
对照组	1.28 ± 0.01	1.50 ± 0.01^c	17.1 ± 2.9^b	228.5 ± 6.0	541.9 ± 6.4^{bc}	313.5 ± 0.6^{bc}	57.7 ± 8.1
ANOVA							
F	0.380	51.102	7.733	1.360	8.010	5.422	1.136
P	0.689	0.000	0.000	0.281	0.000	0.002	0.392

注: 表中的值为平均值 $\pm$ 标准差 ($n = 3$); 同一列中具不同字母标记的值表示差异显著 (Duncan 多重比较, $p < 0.05$); 对照组为用海带喂组。表 2、表 3 同

2.2 维生素 E 对皱纹盘鲍软体部组成的影响

从表 2 中可见, 皱纹盘鲍软体部与贝壳的比率以 E₃ 组为最高, 其由高到低的次序为 E₃> E₂> E₄> E₅> E₇> E₆> E₁, 经 Duncan 多重比较检验显示组间差异极显著 ($p < 0.001$), 说明饲料中 V_E 添加水平对皱纹盘鲍软体部/ 贝壳比率产生影响: 饲料中缺乏或添加 V_E 的水平过高, 皱纹盘鲍软体部/ 贝壳比率较低; 饲料各添加组软体部水分含量变化不大, 经单因素方差分析表明差异不显著 ($p > 0.05$); 饲料中 V_E 水平对皱纹盘鲍软体部脂肪含量影响不显著 ($p > 0.05$), 饲料中不添加 V_E 组脂肪含量为最高, 随着饲料中 V_E 含量的增加, 软体部脂肪含量有下降的趋势。

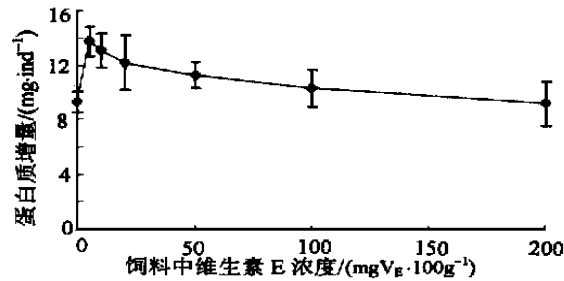


图 2 饲料中维生素 E 对皱纹盘鲍蛋白质增量的影响
Fig.2 Effect of dietary vitamin E on the protein gain of abalone (*Haliotis discus hannai* Ino)

量与蛋白质含量的变化趋势不同, 蛋白质增量以第 2 组为最高, 未添加组最低, 经 Duncan 多重比较检验组间差异极显著 ($p < 0.001$); 蛋白质增量同增重的变化趋势较为相似; 这说明饲料中缺乏或过量添加 V_E, 皱纹盘鲍生长下降, 蛋白质增量降低; 结果见图 2。

表 2 饲料中维生素 E 添加水平对皱纹盘鲍幼鲍软体部成分的影响
Tab.2 Effects of dietary vitamin E on the carcass composition of juvenile abalone (*Haliotis discus hannai* Ino)

V _E 浓度 (mg/100g)	软体部/ 贝壳	水分含量(%)	粗脂肪含量(%)	粗蛋白含量(%)	蛋白质增量 (mg/ ind.)
0(E ₁)	1.28±0.04 ^d	88.09±0.28	6.84±0.13	48.92±0.36 ^e	9.23±0.77 ^b
5(E ₂)	1.44±0.04 ^{ab}	87.49±0.47	6.48±0.21	49.33±0.62 ^e	13.73±1.06 ^a
10(E ₃)	1.49±0.05 ^a	87.60±0.45	6.57±0.35	50.64±0.69 ^b	13.09±1.24 ^a
20(E ₄)	1.42±0.10 ^{ab}	87.71±0.52	6.55±0.71	51.39±0.22 ^{ab}	12.16±2.01 ^a
50(E ₅)	1.37±0.02 ^{bc}	87.67±0.51	6.57±0.11	51.66±0.46 ^a	11.27±0.97 ^b
100(E ₆)	1.32±0.03 ^c	87.70±0.61	6.28±0.12	51.20±0.20 ^{ab}	10.35±1.38 ^b
200(E ₇)	1.33±0.06 ^{bc}	88.16±0.11	6.23±0.35	49.44±0.16 ^c	9.32±1.66 ^b
对照组	1.42±0.04 ^{ab}	87.67±0.21	6.24±0.58	49.41±0.68 ^c	11.41±0.16 ^{ab}
ANOVA					
F	5.700	0.892	0.934	18.271	4.998
P	0.002	0.535	0.507	0.000	0.004

2.3 维生素 E 对皱纹盘鲍贝壳灰分及钙、磷含量的影响

结果见表 3。皱纹盘鲍贝壳灰分与饲料中 V_E 的添加水平经方差分析表明各组间差异不显著 ($p > 0.05$), 贝壳磷含量组间差异也不显著 ($p > 0.05$), 皱纹盘鲍贝壳钙含量不受饲料中 V_E 添加水平的影响, 但对照组(海带喂养组) 显著高于各添加组, 其它 V_E 各添加组间差异不显著。

表 3 饲料中维生素 E 水平对皱纹盘鲍贝壳灰分、钙和磷含量的影响

Tab. 3 Effect of different dietary vitamin E on the contents of ash, calcium, phosphorus in the shell of abalone (*Haliotis discus hannai* Ino)

维生素 E 浓度 (mg/ 100g)	贝壳灰分(%)	贝壳钙含量(%)	贝壳磷含量(μg/ g)
0(E ₁)	89. 22±0. 35	26. 78±0. 23 ^b	206. 7±4. 5
5(E ₂)	88. 76±0. 38	27. 20±0. 34 ^b	207. 3±4. 9
10(E ₃)	89. 64±0. 39	27. 07±0. 17 ^b	208. 7±2. 5
20(E ₄)	89. 12±0. 86	27. 27±0. 28 ^b	206. 7±7. 6
50(E ₅)	89. 05±0. 20	26. 61±0. 33 ^b	207. 7±5. 5
100(E ₆)	88. 86±0. 57	27. 01±0. 12 ^b	205. 0±15
200(E ₇)	89. 54±0. 98	26. 94±0. 35 ^b	208. 3±4. 9
对照组	90. 04±0. 52	29. 22±0. 24 ^a	207. 7±4. 2
ANOVA			
F	1. 729	27. 599	0. 078
P	0. 172	0. 000	0. 998

3 讨论

从本实验的结果来看, V_E 具有促进皱纹盘鲍幼鲍生长的作用。以增重及蛋白质增量 为指标, 当饲料中添加的脂肪含量为 5% 时(鲱鱼油: 豆油= 1: 1), 幼鲍维生素 E 的适宜含 量为 5—10mg/ 100g 饲料。缺乏和过量投喂 V_E, 皱纹盘鲍幼鲍的生长明显下降; 然而成 活率却随着饲料中 V_E 浓度的增加而有上升的趋势, 尽管方差分析表明存活率组间差异 不显著(*p* > 0. 05)。Viehoever 等(1983) 证实 V_E 是维持甲壳类动物的生长、卵巢发育、繁 殖活力和成活所必需的营养素。He 等(1993) 指出饲料中补充 V_E 能促进南美白对虾的 生长, 而饲料中缺乏 V_E 成活率显著低于各添加组, 但成活率各添加组间差异不显著。陈 四清等(1993) 报道 V_E 促进中国对虾的生长, 缺乏 V_E 中国对虾的成活率低。V_E 是日本 对虾性腺发育必需的营养素, 在对虾繁殖过程中起着重要作用, 饲料中 V_E 的添加水平影 响日本对虾孵化率、幼体成活率及卵的质量(Alave *et al.*, 1993)。这些结论与本实验的结 果一致。鱼类 V_E 缺乏症表现为肌肉营养不良、脊椎前突、贫血、红细胞生成受阻、皮肤褪 色、肝脏及脾脏蜡质状沉积和死亡率升高等症状(Takeuchi *et al.*, 1992)。由于皱纹盘鲍种 的特殊性, 除生长缓慢及成活率较低外, 其它包括鱼类和甲壳类 V_E 缺乏症状并没有出 现。同时 V_E 作为生物体内抗氧化剂, 具有重要的生理功能; 而有关鱼类和甲壳类 V_E 过 剩症状的资料相对较少。

饲料中添加 V_E 显著影响皱纹盘鲍软体部的组成。饲料中缺乏 V_E 皱纹盘鲍软体部 蛋白质含量较低。人们在对草鱼(Takeuchi *et al.*, 1992)、鲤鱼(Watanabe *et al.*, 1981a)、虹 鳟(Watanabe *et al.*, 1981b) 和中国对虾(陈四清等, 1993) V_E 营养需要的研究中也得出相 同的结论。然而饲料中补充 V_E 对皱纹盘鲍软体部脂肪含量的影响不大, 虽然缺乏 V_E 软 体部脂肪含量稍高, 但同 V_E 添加组相比差异并不显著(*p* < 0. 05); Watanabe 等(1981a) 指出, 饲料中 V_E 水平对鲤鱼肌肉、肝胰脏脂肪含量及组成的影响不大。饲料中缺乏或过 高水平的添加 V_E, 皱纹盘鲍幼鲍软体部/ 贝壳比率均较低。饲料中 V_E 的水平显著影响 皱纹盘鲍软体部蛋白质含量(*p* < 0. 001), 适量的补充 V_E 可以提高软体部蛋白质含量。

陈四清等 (1993) 指出, V_E 有助于中国对虾对蛋白质的消化吸收, 缺乏 V_E 中国对虾的蛋白质消化吸收率下降。这与本实验得出的结论相同。蛋白质含量的高低可以反映水产动物的生长状况及水产品的品质优劣。饲料中缺乏或过量添加 V_E 皱纹盘鲍蛋白质增量均较低, 适量的添加 V_E 蛋白质增量显著提高。

饲料中 V_E 的水平不影响皱纹盘鲍贝壳中灰分及磷的含量变化, 皱纹盘鲍贝壳钙含量也不受饲料中 V_E 添加水平的影响, 但对照组 (海带喂养组) 贝壳钙含量显著高于 V_E 添加组, 产生这一结果的原因尚待进一步研究。

4 结论

4.1 饲料中添加适量的 V_E 能够促进皱纹盘鲍幼鲍生长, 说明 V_E 是皱纹盘鲍生长必需的营养素。以增重为指标, 皱纹盘鲍 V_E 的适宜含量为 5mg/100g 饲料。

4.2 饲料中 V_E 添加水平显著影响皱纹盘鲍软体部蛋白质含量, 然而对软体部脂肪和水分含量的影响甚微; 以蛋白质增量为指标, 皱纹盘鲍幼鲍饲料中 V_E 的适宜含量为 5—10mg/100g 饲料。

4.3 饲料中缺乏 V_E , 皱纹盘鲍的成活率最低; 随着 V_E 的添加水平的提高, 成活率有上升的趋势。

4.4 饲料中添加 V_E 对皱纹盘鲍贝壳灰分、磷的含量不产生影响, 然而钙含量各添加组之间差异不显著, 但都低于海带喂养组。

参 考 文 献

- 陈四清, 李爱杰, 1993. 中国对虾对维生素 E、K 营养需要的研究. 海洋科学, 5: 1—4
- Alava V R, Kanazawa A, Teshima S *et al*, 1993. Effects of dietary vitamins A, E, and C on the ovarian development of *Penaeus japonicus*. Nippon Suisan Gakkaishi, 59(7): 1235—1241
- Cahu C L, Cuzon G, Quazuguel P, 1995. Effect of highly unsaturated fatty acids, α -tocopherol and ascorbic acid in broodstock diet on egg composition and development of *Penaeus indicus*. Comp Biochem Physiol, 112A: 417—424
- Cahu C, Villette M, Quazuguel P *et al*, 1993. The Effect of n-3 Highly Unsaturated Fatty Acid and Vitamin E Supplementation in Broodstock Feed on Reproduction of *Penaeus indicus*. In: Kaushik S ed. Fish Nutrition in Practice, Vol. 61. Paris: INRA, Les colloques, 589—598
- Cowey C B, Adron J W, Youngson A, 1983. The vitamin E requirement of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) given diets containing polyunsaturated fatty acids derived from fish oil. Aquaculture, 30: 85—93
- Frigg M, Prabucki A L, Ruhdel E U, 1990. Effect of dietary vitamin E levels on oxidative stability of trout fillets. Aquaculture, 84: 145—158
- He H Q, Lawrence L A, 1993. Vitamin E requirement of *Penaeus vannamei*. Aquaculture, 118: 245—255
- Hosokawa H, Shimeno S, Takeda M, 1990. Requirement of yellowtail for vitamins. Feed Oil Abstr, 30: 1—3
- Hung S S O, Cho C Y, Slinger S J, 1981. Effect of oxidized fish oil, d α -tocopherol acetate and ethoxyquin supplementation on the vitamin E nutrition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed practical diets. J Nutr, 111: 648—657
- Kanazawa A, 1985. Nutrition of Penaeid Prawn and Shrimp. In: Taki Y, Primavera L H, Llobrera J A ed. Proceedings of the First International Conference on Culture of Penaeid Prawns/Shrimps. Iloilo, Philippines: Aquacult Dept Southeast Asian Fish Dev Center, 123—130
- Lovell R T, Miyazaki T, Rabegnator S, 1984. Requirement of α -tocopherol by channel catfish fed diets low in polyunsaturated triglycerides. J Nutr, 114: 894—901
- Mai K, Mercer J P, Donlon J, 1995. 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. *Aquaculture*, 136: 165—180
- Poston H A, Combs G F, Leibovitz L, 1976. Vitamin E and selenium interrelations in the Atlantic salmon: gross, histological, and biochemical deficiency signs. *J Nutr*, 106: 892—904
- Roem A J, Kohler C C, Stickney R R, 1990. Vitamin E requirements of the blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner), in relation to dietary lipid level. *Aquaculture*, 87: 155—164
- Sato S, Takeuchi T, Watanabe T, 1987. Requirement of Tilapia for α -tocopherol. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53(1): 119—124
- Takeuchi T, Watanabe K, Sato S *et al*, 1992. Requirement of grass carp fingerlings for α -tocopherol. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58(9): 1743—1749
- Viehoever A, Cohen I, 1983. The responses of daphnia to vitamin E. *Am J Pharm*, 110: 297—315
- Watanabe T, Takeuchi T, Wada M, 1981a. Dietary lipid levels and α -tocopherol requirement of carp. *Bull Jpn Soc Sci Fish*, 47(12): 1585—1590
- Watanabe T, Takeuchi T, Wada M *et al*, 1981b. The relationship between dietary lipid levels and α -tocopherol requirement of rainbow trout. *Bull Jpn Soc Sci Fish*, 47(11): 1463—1471
- Wilson R P, Bowser P R, Poe W E, 1984. Dietary vitamin E requirement of fingerling channel catfish. *J Nutr*, 114: 2053—2058
- Woodward B, 1994. Dietary vitamin requirements of cultured young fish, with emphasis on quantitative estimates for salmonids. *Aquaculture*, 124: 134—168

THE EFFECTS OF VITAMIN E ON GROWTH, SURVIVAL AND CARCASS COMPOSITION OF JUVENILE ABALONE (*HALIOTIS DISCUS HANNAI* INO)

ZHOU Qi-Cun, MAI Kang-Sen, TAN Bei-Ping, XU Wei

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

Abstract A 103-day feeding trial was conducted to determine the optimum dietary vitamin E level for the juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*). A mixture of vitamin-free casein and gelatin (5: 1) was used as the protein source, and seven purified diets were formulated to provide graded vitamin E levels (0, 5, 10, 20, 50, 100, 200mg/100g diet). On the basis of weight and protein gain, the optimum vitamin E level was estimated to be 5—10mg per 100g diet. Juvenile abalone exhibited significantly weight gain associated with the optimal level; deficient or excessive dietary vitamin E resulted in lower gains of weight and shell length. Although no significant difference was observed between different groups, the survival rate increased with an increasing vitamin E level. The lowest lipid and moisture content of soft body occurred when the dietary vitamin E level was optimal, while no significant differences were found in lipid and moisture. Protein content of soft body was markedly affected by vitamin E level; protein gain varied with dietary vitamin E level and attained the highest with the optimal vitamin E level. Ash and calcium, phosphorus content of the shell were not affected by dietary vitamin E.

Key words *Haliotis discus hannai*, Vitamin E, Nutritional requirement