

饲料中不同 V_A 水平对 奥利亚罗非鱼幼鱼生长的影响

华彦宇¹ 唐丽宁¹ 孙 蕾¹ 文衍红² 黄 凯^{1*} 杨宇晴¹ 杨政民¹

1. 广西大学动物科学技术学院, 南宁 530005; 2. 广西壮族自治区柳州市渔业技术推广站, 广西柳州 545006

摘要 选择初始体重为 (11 ± 0.05) g 的奥利亚罗非鱼 (*Oreochromis aureus*) 幼鱼 5 组, 分别投喂 V_A 含量为 0、2 000、4 000、6 000、8 000 IU/kg 的等能等氮饲料 56 d。通过测定其增重率、成活率、饲料系数等指标, 研究饲料中不同 V_A 水平对奥利亚罗非鱼生长的影响。结果表明: 第 4、5 组的成活率显著高于对照组 ($P < 0.05$), 而第 2、3 组的成活率也高于对照组, 但与对照组差异不显著 ($P > 0.05$), 成活率最高在第 4 组 ($97.78\% \pm 1.92\%$)。第 3、4 组的增重率显著高于对照组 ($P < 0.05$), 而第 2、5 组的增重率与对照组差异不显著 ($P > 0.05$), 增重率最高也在第 4 组 ($309.34\% \pm 6.54\%$)。第 3、4、5 组的饲料系数显著低于对照组 ($P < 0.05$), 第 2 组与对照组差异不显著 ($P > 0.05$), 饲料系数最低为第 4 组 (1.59 ± 0.02)。综上, 建议奥利亚罗非鱼饲料中 V_A 最适添加量为 6 000 IU/kg 干饲料, 这样既能促进其生长, 又能有效地预防和控制维生素缺乏症的发生。

关键词 V_A ; 罗非鱼; 成活率; 增重率

V_A 作为鱼类生长必需的营养物质, 其主要功能为维持正常的视觉功能^[1], 调控上皮细胞的增殖与分化^[2], 参与黏液的分泌和骨骼的生长^[3], 参与脂肪代谢途径^[4], 影响鱼类的免疫功能^[5], 促进新生细胞生长, 是鱼类细胞代谢和亚细胞结构必不可少的重要成分。我国是罗非鱼养殖大国, 近十多年来我国的罗非鱼产量都增长迅速, 居世界首位^[6]。随着养殖规模的逐渐扩大, 各种病害接踵而至, V_A 缺乏症就是困扰水产发展的主要原因。

目前关于 V_A 缺乏引起的一系列病变的机理还了解不多。大量研究表明, V_A 能提高畜禽机体抗病力和抗菌能力, 而关于 V_A 与鱼类疾病抵抗力的关系研究较少。张璐^[7]的研究表明缺乏 V_A 会导致鲈鱼眼球浮肿和鳍基充血, 并且在养殖后期有较高死亡率。曹莎莎等^[8]研究发现缺乏 V_A 会导致斑马鱼胚胎发育畸形。梁荫青等^[9]研究表明, V_A 不足使中国仔对虾对细菌抵抗能力下降, 进而使死亡率升高。到目前为止, 有关奥利亚罗非鱼幼鱼 V_A 需要量的研究

比较少见。郭冉等^[10]对罗非鱼的研究发现饲料中 V_A 含量为 2 000 IU/kg 和 4 000 IU/kg 时, 其补体活性显著高于其他各组。杨奇慧等^[11-12]研究当饲料中 V_A 含量达到 3 969 IU/kg, 一定程度上可满足幼建鲤正常生长和免疫机能的需要, 进一步提高饲料 V_A 含量(达 23 816 IU/kg), 对幼建鲤生长和饲料利用没有显著影响, 但在一定程度可提高其免疫机能。陈学豪等^[13]研究当 V_A 含量达到 23 760 IU/kg 时, 黄颡鱼的体色才正常。周立斌等^[14]研究认为饲料中添加适当 V_A 对美国红鱼组织中的 NO 含量和 NOS 活力有显著影响。黄利娜等^[15]研究认为饲料中 V_A 含量达到 80 000 IU/kg 时, 大菱鲆亲鱼繁殖性能明显提高。因而, 对罗非鱼中 V_A 需求的研究是十分迫切而有实际意义的。

1 材料与方法

1) 试验饲料。根据 NRC(1998) 中罗非鱼的营养需求量, 基础饲料以酪蛋白和明胶作为主要蛋白

收稿日期: 2016-01-31

基金项目: 广西“十二五”重大科技专项(1123010); 广西科技攻关项目(0992014-2)

* 通讯作者

华彦宇, 男, 1990 年生, 在读硕士研究生, 研究方向: 水产动物营养与饲料科学。

源,另外添加豆油、复合矿物质、复合维生素(不含胆碱)、氯化胆碱,以糊精为增减剂,配制成 V_A 水平分别为 0、2 000、4 000、6 000、8 000 IU/kg 的 5 种饲料(分别对应 1~5 组)(饲料配方见表 1)。将各级的饲料充分均匀混合后,搅拌成面团状,然后用绞肉机制成条状饲料,在 65 °C 恒温箱中经 4~5 h 烘干,并制成粒径 2 mm 的颗粒,冷藏密封备用。

表 1 罗非鱼的饲料配方

成分	组别				
	1	2	3	4	5
酪蛋白/%	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
明胶/%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
糊精/%	45.10	45.10	45.10	45.10	45.10
豆油/%	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
复合维生素/%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
复合矿盐/%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
磷酸二氢钙/%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
氯化胆碱/%	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
粘合剂/%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
诱食剂/%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
防腐剂/%	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
卵磷脂/%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
胆固醇/%	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
V_A /(IU/kg)	0.00	2 000.00	4 000.00	6 000.00	8 000.00

2) 试验鱼与饲养管理。本试验为单因子随机设计试验,试验在广西大学水产养殖基地进行。试验鱼为广西水产研究所提供的奥利亚罗非鱼(*Oreochromis aureus*),暂养驯化 7 d 后,选择规格均匀的平均体重 (11 ± 0.05) g 的 450 尾幼鱼作为试验鱼,随机分为 5 组,每组设 3 个重复,每个重复 30 尾。以重复为单位分别养到采用 15 个室内循环流水过滤水族箱(49 cm × 35 cm × 36 cm)中,养殖试验期为 56 d。

水源为曝晒好的去氯自来水,水深为 20 cm,每个水族箱配置有单循环水过滤和增氧装置。每天 8:00 和 17:00 各投饲 1 次,均投饲至饱食。为保持水质清洁,每次投喂之前吸污,并且换水 1/3,记录气温变化、日投食量和死亡鱼的尾数、体重及体长。试验

期间的平均温度为(27.34 ± 2.32) °C。

3) 试验指标和计算公式。试验结束后,停食 1 d,然后分别测量每个水族箱的鱼体重并计算鱼的总量。

$$\text{增重率} = \frac{W_t - W_0}{W_0} \times 100\%$$

W_t ——试验结束时鱼的平均体重;

W_0 ——试验开始时鱼的平均体重;

$$\text{饲料系数} = \frac{\text{饲料消耗量}}{\text{体重增加量}}$$

$$\text{成活率} = \frac{\text{剩余鱼尾数}}{\text{原放尾数}} \times 100\%$$

4) 试验结果。试验结果用平均数 ± 标准差 (mean ± SD) 来表示,采用 SPSS 11.5 软件来进行多重比较分析平均数的差异显著性,显著水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果

1) 饲料中 V_A 水平对成活率及饲料系数的影响。由表 2 知,第 2 组与各组差异不显著 ($P > 0.05$)。第 3 组与第 4 组差异显著 ($P < 0.05$),与其他各组差异不显著 ($P > 0.05$)。第 5 组与第 1 组差异显著 ($P < 0.05$),与其他各组差异不显著 ($P > 0.05$)。随着 V_A 水平的增加,罗非鱼幼鱼成活率增高,其中 6 000 IU/kg 添加量的第 4 组成活率最高,为 97.78%。

第 3、4、5 组与第 1 组差异显著 ($P < 0.05$),当 V_A 水平在 0~6 000 IU/kg 时,随着 V_A 水平的增加饲料系数降低,当 V_A 水平达到 8 000 IU/kg 时,饲料系数又增大;其中当 V_A 含量在 6 000 IU/kg 时,饲料系数最低为 1.59。

2) 不同 V_A 水平对增重率的影响。第 3、4 组与第 1 组相比增重率受 V_A 水平影响显著(表 3),随着 V_A 含量的增加,增重率随之增大,但添加 V_A 的试验组之间差异不显著,当 V_A 水平为 6 000 IU/kg 时,增重率最大(309.34%)。第 1 组与第 2、5 组之间差异不显著 ($P > 0.05$),第 5 组与各组差异都不显著 ($P > 0.05$)。

3 讨论

本试验中,随 V_A 的增加罗非鱼的成活率逐渐

表 2 不同 V_A 水平对罗非鱼成活率及饲料系数的影响¹⁾

分组	1	2	3	4	5
V_A /(IU/kg)	0	2 000	4 000	6 000	8 000
成活率 SR/%	84.44 ± 5.09a	91.11 ± 3.84a	90 ± 6.67ab	97.78 ± 1.92b	96.67 ± 0.00b
饲料系数 SGR	2.18 ± 0.12a	2.15 ± 0.02a	1.69 ± 0.08b	1.59 ± 0.02b	1.75 ± 0.06b

1) 同行标注不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$),相同字母表示差异不显著 ($P > 0.05$),下同。

表 3 不同 V_A 水平对罗非鱼增重率的影响

分组	1 组	2 组	3 组	4 组	5 组
V_A /(IU/kg)	0	2 000	4 000	6 000	8 000
初均重	10.97 ± 0.02	10.9 ± 0.02	11.37 ± 0.01	10.87 ± 0.03	10.7 ± 0.05
末均重 FBW/g	77.13 ± 4.16	78.17 ± 4.19	94.03 ± 5.21	101.57 ± 3.95	90.87 ± 4.22
增重率 WGR/%	261.83 ± 18.16a	258.73 ± 8.91a	306.62 ± 14.47b	309.34 ± 6.54b	276.44 ± 9.03ab

增大,这与张璐等^[7]对大黄鱼、蒋明等^[16]对草鱼的研究结果一致,并且在 V_A 上升到了一定浓度之后,成活率与 1 组有显著差异($P < 0.05$),朱文欢^[22]对草鱼的研究表明 V_A 的缺乏将会使得鱼类出现畏光、视网膜退化、生长延缓甚至脊柱歪曲等畸形病理状况,而这也直接导致存活率的下降,因而认为一定量的 V_A 对于提高鱼类成活率是有效的。适宜含量的 V_A 能促进鱼体生长^[17],本试验中,增重率随着 V_A 含量的增加呈先增大后减小的趋势,饲料系数呈先减小后增大的趋势。饲料中 V_A 含量为 6 000 IU/kg 时,增重率最大,饲料系数最小。这表明 V_A 作为罗非鱼的必需营养物质在一定范围内能促进其生长。当饲料中维生素含量达 8 000 IU/kg 时,增重率减少,饲料系数增大,这可能与过量的 V_A 会抑制鱼的生长有关^[18-21]。本试验中,增重率随着 V_A 含量的增加呈先增大后减小的趋势,与朱文欢^[22]对草鱼幼鱼对饲料中 V_A 需求量的研究中,草鱼幼鱼增重率随着 V_A 含量的增加呈直线上升不同。这可能跟不同种的鱼类对 V_A 的需求量不同,水生动物对维生素的需求量受生长环境、生长状态、生长阶段以及饲料原料等因素影响有关^[23-24]。

不同种类的鱼对 V_A 最适需求量差异较大,如大黄鱼为 1 865.72 IU/kg,鲈鱼为 3 546 IU/kg^[7],草鱼为 1 653 IU/kg^[16]。本研究表明,以增重率与饲料系数为指标时奥利亚罗非鱼对 V_A 的最适需求量为 6 000 IU/kg,这与 HU 等^[25]对杂交罗非鱼饲料中最适 V_A 量 5 850 ~ 6 970 IU/kg, KITAMURA 等^[26]对虹鳟(1 000 ~ 3 500 IU/kg), SHIM 等^[27]对孔雀鱼(2 000 ~ 4 000 IU/kg), HECTOR 等^[28]对溪红点鲑(1 500 ~ 6 000 IU/kg)等研究一致。因此,作者建议奥利亚罗非鱼饲料中 V_A 最适添加量为 6 000 IU/kg。

参 考 文 献

[1] HALVER J E. Fish nutrition (Third Edition)[M]. California: Academic Press, 2003: 61-141.

[2] HEMRE G I, DENG D F, WILSON R P, et al. Vitamin A metabolism and early biological responses in juvenile sunshine bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) fed graded levels of vitamin A[J]. Aquaculture, 2004, 235(1-4): 645-658.

[3] TAKEUCHI T, DEDI J, HAGA Y, et al. Effect of vitamin A compounds on bone deformity in larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*)[J]. Aquaculture, 1999, 169(3-4): 155-165.

[4] MOHAMED J S, SIVARAM V, ROY T S C, et al. Dietary vitamin A requirement of juvenile greasy grouper (*Epinephelus tauvina*)[J]. Aquaculture, 2003, 219(2): 693-701.

[5] THOMPSON I, FLETCHER T C, HOULIHAN D F, et al. The effect of dietary vitamin A on the immunocompetence of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)[J]. Fish Physiology & Biochemistry, 1994, 12(6): 513-523.

[6] 王玮, 丁建乐, 房金岑. 罗非鱼产业标准化现状及分析[J]. 上海海洋大学学报, 2012(6): 976-981.

[7] 张璐. 鲈鱼和大黄鱼几种维生素的营养生理研究和蛋白源开发[D]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2006.

[8] 曹莎莎, 贾文双, 赵庆顺. 维生素 A 缺乏致斑马鱼胚胎体节不对称及后脑图式形成异常[J]. 遗传, 2012(9): 1159-1164.

[9] 梁萌青, 季文娟. 中国对虾幼体发育阶段维生素 A 营养需要的研究[J]. 海洋水产研究, 1998(1): 86-90.

[10] 郭冉, LIM C, AKSOR M Y, 等. 饲料中维生素 A 水平对罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*) 生长和免疫的影响[C]. 2007 年中国水产学会学术年会暨水产微生态调控技术论坛论文摘要汇编. 桂林: 中国水产学会, 2007: 1.

[11] 杨奇慧, 周小秋. 维生素 A 缺乏对建鲤生长性能及免疫功能的影响[J]. 中国水产科学, 2005, 12(1): 62-66.

[12] 杨奇慧, 周小秋. 维生素 A 与鱼类免疫功能研究进展[J]. 中国饲料, 2004(20): 27-28.

[13] 陈学豪, 李剑, 姜才根, 等. 维生素 A 对黄颡鱼生长性能和体色的影响[J]. 饲料研究, 2015(6): 57-60.

[14] 周立斌, 吴小明, 毛露甜, 等. 饲料维生素 A 对美国红鱼组织 NO 的影响[J]. 广东农业科学, 2012(9): 119-121.

[15] 黄利娜, 梁萌青, 张海涛, 等. 饲料中添加不同水平维生素 A 对大菱鲆亲鱼繁殖性能的影响[J]. 渔业科学进展, 2013(4): 62-70.

[16] 蒋明. 草鱼幼鱼对维生素 A、D 和 K 需要量的研究[D]. 武汉: 华中农业大学图书馆, 2007.

[17] 魏玉婷. 大菱鲆 (*Scophthalmus maximus*) 幼鱼对饲料中蛋氨酸、精氨酸、维生素 A 及维生素 E 需求量的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2010.

[18] HILTON J W. Hypervitaminosis A in rainbow trout (*Salmo gaird-*

neri);toxicity signs and maximum tolerable level [J].Journal of Nutrition,1983,113(9):1737-45.

[19] DEDI J,TAKEUCHI T,SEIKAI T,et al. Hypervitaminosis and safe levels of vitamin A for larval flounder *Paralichthys olivaceus* fed *Artemia* nauplii[J].Aquaculture,1995,133(2):135-146.

[20] TAKEUCHI T,DEDI J,HAGA Y,et al. Effect of vitamin A compounds on bone deformity in larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) [J].Aquaculture,1999,169(3-4):155-165.

[21] HERNANDEZ L H H,TESHIMA S I,ISHIKAWA M,et al. Dietary vitamin A requirements of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*[J]. Aquaculture Nutrition,2005,11(1):3-9.

[22] 朱文欢.两种不同规格草鱼对饲料中维生素 A 和钾需求量的研究[D].武汉:华中农业大学图书馆,2014.

[23] 麦康森.水产动物营养与饲料学 [M].北京:中国农业出版社,2014:96-124.

[24] 颜志刚,牛翠娟.影响鱼类饲料维生素 C 需求评估的因素分析 [J].湖北农业科学,2009(3):754-757.

[25] HU C J,CHEN S M,PAN C H,et al.Effects of dietary vitamin A or β -carotene concentrations on growth of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* \times *O.aureus*[J].Aquaculture,2006,253(1-4):602-607.

[26] KITAMURA S,SUWA T,OHARA S,et al. Studies on Vitamin Requirements of Rainbow Trout-II: The Deficiency Symptoms of Fourteen Kinds of Vitamin [J].Nippon Suisan Gakkaishi,1967(33):1120-1125.

[27] SHIM K F,TAN C H.The dietary requirement of vitamin A in guppy (*Pocilia reticulata* Peters)[C]//Proceedings of the Third International Symposium on Feeding and Nutrition in Fish: The Current Status of Fish Nutrition in Aquaculture (Takeda M & Watanabe T.ed.),Toba,Japan,1990:133-140.

[28] HECTOR L,HERNANDEZ H,TESHIMA S I,et al. Effects of Dietary Vitamin A on Juvenile Red Sea Bream *Chrysophrys major*[J].Journal of the World Aquaculture Society,2004,35(4):436-444.

掌握孵化技术 提高成活率

选蛋。尽量利用保存 2 周以内、蛋型正常、大小适中、蛋壳厚薄均匀、颜色协调一致、色泽鲜艳的种蛋,保存时间越短,出雏率越高。

消毒。入孵前一般采用熏蒸法消毒,即每立方米空间用高锰酸钾 15 g、福尔马林 30 mL 的剂量,在 25~30 ℃ 的温度条件下熏蒸 20 min,可杀灭种蛋上的病毒,消毒一般在消毒柜内进行。

温度。温度是孵化的首要条件,孵化温度要根据胚胎发育情况采取前期高、中间平、后期略低、出雏期稍高的施温方法。温度分别为入孵前种蛋预热 6~8 h, 蛋温 36~38 ℃,1~7 d;38.8~39.2 ℃,8~14 d;38.5~38.8 ℃,15~20 d;38~38.5 ℃,21~24 d(即出壳)。

湿度。湿度在整个孵化过程中也起着重要的作用,若湿度不足则会引起胚胎粘壳、出雏困难;湿度过高,易造成雏鸡蛋黄吸收不良,体质差,易死亡。适宜的湿度应掌握两头高、中间平的原则,即前期相对湿度为 60%~65%,中期为 55%~60%,后期为 60%~68%,出雏期为 70%~75%。

翻蛋。为使种蛋受热均匀,必须通过人工或自然翻蛋,从入孵的第 2 天起,一般每 2~4 h 翻蛋 1 次,翻蛋的角度为 180°,第 21 天开始停止翻蛋。

晾蛋。在孵化中后期蛋温达 38.8 ℃ 时应晾蛋,一般孵化 16 d 时每天晾 1 次;孵化 21~24 d,每天晾 2 次。晾蛋的时间可根据情况灵活掌握,当蛋温降至 35 ℃ 时继续孵化。

喷水。喷水是提高出雏率的关键措施之一,喷水能使蛋壳酥脆,山鸡的蛋壳上膜厚,蛋壳坚硬,为此在孵化 21~24 d 时需每天喷水 1 次,水温 35 ℃ 左右,待水干后继续孵化,在反复晾蛋、喷水的作用下,蛋壳由坚硬变酥脆,有利于雏鸡破壳而出。

照蛋。第 1 次照蛋在孵化 6~8 d 时,主要检查种蛋受精率情况,照正常蛋可发现胚胎上的眼点,蛋内颜色发红并带有血丝,无精蛋却无任何变化,蛋黄完整,蛋清透明,要及时取出无精蛋。照蛋的次数要视具体情况而定,主要检查胚胎发育情况,并查出死胎蛋。

来源:议园养殖论坛