

王茂元,黄洪贵,钟全福,等. 苯甲酸雌二醇对新吉富罗非鱼雌性化的影响[J]. 渔业研究,2021,43(1):67-72.

苯甲酸雌二醇对新吉富罗非鱼雌性化的影响

王茂元, 黄洪贵, 钟全福, 田 田, 吴妹英

(福建省淡水水产研究所, 福建 福州 350002)

摘要: 为研究外源激素对罗非鱼性别分化的影响, 本研究以新吉富罗非鱼作为试验鱼种, 以苯甲酸雌二醇作为外源性雌激素, 通过设置不同的药物浓度梯度、诱导时长, 研究了口服和浸浴两种方法对新吉富罗非鱼雌性化的影响。结果表明, 口服不同药物浓度饲料的雌性化诱导中, 雌性化率随着浓度的增加、诱导时间的延长而升高, 且与对照组存在明显的差异 ($P < 0.05$), 其中 150 mg/kg 饲料处理组投喂 90 d 的雌性率最高为 94.45%, 比对照组 (46.11%) 高 49.34%, 50 mg/kg 饲料处理组投喂 30 d 的雌性率最低为 65.00%; 不同药物浓度浸浴 30 d 的雌性化诱导中, 雌性率随着浸浴浓度的增加而升高, 且均显著高于对照组 ($P < 0.05$), 其中以 150 $\mu\text{g/L}$ 的雌性率最高, 为 77.78%。表明口服和浸浴两种雌性化方法诱导新吉富罗非鱼性逆转均具有良好的效果, 但综合考虑实效性和方便性, 建议采用口服的方法更容易诱导和获得雌性化鱼。

关键词: 尼罗罗非鱼; 雌性率; 诱导; 口服; 浸浴

中图分类号: S959.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-5601(2021)01-0067-06

鱼类生长普遍存在着雌雄个体差异现象, 有的表现为雄性生长速度快, 成年个体大于雌性, 例如罗非鱼 (*Oreochromis* spp.)、黄颡鱼 (*Pelteobagrus fulvidraco*)、乌鳢 (*Channa argus*) 等; 有的表现为雌性生长速度快, 成年个体大于雄性, 例如鲤 (*Cyprinus carpio*)、泥鳅 (*Misgurnus anguillicaudatus*)、半滑舌鳎 (*Cynoglossus semilaevis*) 等。因此, 控制鱼类性别和加快单性别养殖对其产业发展具有重要意义。

罗非鱼因具有适应性强、生长快、肉质鲜嫩等优点, 已经成为被全世界广泛养殖的鱼类之一, 在淡水养殖中占有重要地位, 是我国南方地区重要的出口创汇品种。由于雄性罗非鱼生长速度快于雌性, 因此, 开发单雄性罗非鱼一直是罗非鱼养殖业十分关注的焦点。目前, 罗非鱼雄性

化苗种生产中用到的方法主要有人工挑选、种间杂交、雄性诱导和三系配套技术, 其中三系配套技术中, 假雌性鱼的获得最为关键, 常用的方法是通过外源雌激素进行人工诱导。而有关使用雌激素诱导罗非鱼雌化的研究已有相关报道, 但使用的激素、方法以及试验鱼各不相同。在二十世纪八九十年代, 国内一些专家^[1-3]就用口服苯甲酸雌二醇 (Estradiol benzoate, EB) 的方法成功诱导了莫桑比克罗非鱼 (*Oreochromis mossambicus*) 雌性化; 也有一些学者通过使用乙烯雌酚 (Diethylstilbesterol, DES)^[4-5]、乙炔基雌二醇 (Ethinylestradiol, EE2)^[6]、雌酮 (Estrone, E1)^[7] 投喂尼罗罗非鱼 (*O. niloticu*) 的方法诱导其雌性化。

由于 DES 等具有很强的毒性, 已被禁止在生

收稿日期: 2020-05-11

基金项目: 福建省省属公益类科研院所基本科研专项 (2018R1002-5); 国家现代农业产业技术体系专项资金支持 (CARS-46)。

作者简介: 王茂元 (1979-), 男, 工程师, 研究方向: 水生动物遗传育种. E-mail: wmy8099@ hotmail.com

产中使用^[3-4]，而雌二醇是鱼类内源性激素^[8]，对硬骨鱼类性别决定与分化起重要作用。在美国、日本、以色列等国家，关于利用类固醇激素控制罗非鱼性别^[9]的研究已经广泛存在，且比较成熟。虽然我国将苯甲酸雌二醇列为食品动物禁用兽药，但规定是指以促生长为目的的使用受到禁止，而在制种的过程中并未禁止。因此，本研究以苯甲酸雌二醇作为诱导激素，设定不同诱导浓度和时间梯度，通过口服、浸浴方法研究其对新吉富罗非鱼雌性化的影响，为将来利用三系配套技术进行全雄性罗非鱼制种奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验鱼种取自自由同一对亲鱼生产的卵黄囊刚吸收完的第0天新吉富罗非鱼苗，该亲鱼从上海海洋大学水产动物种质试验站引进。苯甲酸雌二醇(EB)为分析纯，购自湖北远城药业有限公司。

1.2 受精卵的获取与孵化

选择繁育用雌、雄新吉富罗非鱼亲鱼，在2.0 m × 1.0 m × 1.5 m的网箱中进行配对繁殖，雌雄配比为1:2。配对完成后15 d左右，每日检查雌鱼口中是否有受精卵，一旦观察到受精卵，立即从其口中取出，放置在0.45 m × 0.35 m × 0.30 m孵化缸中进行孵化，水温(25.0 ± 0.5)℃。

1.3 含有EB饲料的配制

试验前将EB溶于95%酒精中，待充分溶解后，使用喷壶均匀地喷洒在鳗鱼配合饲料上，混合均匀后，在室温下晾晒，待酒精挥发后，装袋

冷藏备用。

1.4 雌性化诱导试验

1.4.1 口服含有EB饲料的雌性化诱导

随机取出刚孵化的新吉富罗非鱼苗3 000尾，分成3组。I组饱食投喂50 mg/kg EB的激素饲料，30 d后取180尾平均分成3组，投喂不含激素的正常饲料；剩余的鱼苗继续投喂含有激素的饲料，60 d后取180尾平均分成3组，投喂不含激素的正常饲料；剩余的鱼苗继续投喂含有激素的饲料，90 d后取180尾平均分成3组，投喂不含激素的正常饲料。II组和III组分别投喂100 mg/kg EB、150 mg/kg EB的激素饲料，方法同I组。对照组全程投喂不含EB的人工配合饲料。试验在100 m²水泥池网箱中进行，网箱规格为2.0 m × 1.0 m × 1.0 m，试验期间水温范围在25 ~ 29℃之间。

1.4.2 浸浴含有EB的雌性化诱导

取刚孵化的新吉富罗非鱼苗分别放进含有50、100、150 μg/L EB的养殖水体中浸浴培育，每种浸浴浓度设置3个平行，每个平行60尾鱼苗，同时设置对照组。浸浴培养时间为30 d，随后转入正常方式培养。

1.5 性别鉴定

性别判定采用观察生殖孔和性腺染色镜检^[10]双重判定标准，雌鱼腹部后下方、臀鳍前方有3个孔，分别为肛门、生殖孔和泌尿孔，而雄鱼只有肛门和泌尿孔。泌尿孔在生殖突的顶端，生殖孔位于肛门和泌尿孔之间，为一字形的狭长开口，与生殖突垂直。为保证本实验的可靠性，当鱼生长至15 cm时再进行性别鉴定。性腺染色判定标准见图1。

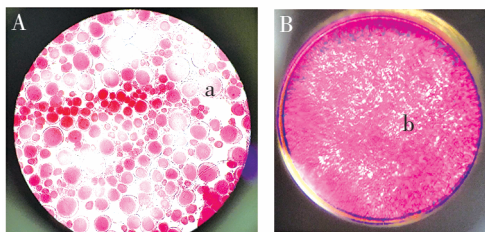


图1 罗非鱼性腺染色压片图

Fig.1 Tilapia gonadal staining and compression diagram

注：A. 10 × 10倍镜下雌性罗非鱼性腺压片图；a. 卵原细胞；B. 10 × 10倍镜下雄性罗非鱼性腺压片图；b. 精原细胞。

Notes: A. 10 × 10 magnification micrograph of female tilapia gonadal gland; a. Oocyte; B. 10 × 10 magnification micrograph of male tilapia gonadal gland; b. Spermatogonia.

1.6 数据处理与分析

利用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 软件进行统计处理与检验分析, 用平均数 \pm 标准差 ($M \pm SD$) 表示, 显著性水平设置为 $\alpha = 0.05$ 。用单因子方差分析 (One-way ANOVA) 比较雌性率和成活率的差异。

2 结果与分析

2.1 口服含有 EB 饲料的雌性化诱导效果

从表 1 可以看出, 口服 EB 饲料的浓度和投喂时间均对新吉富罗非鱼雌性化诱导存在不同程度的影响。从雌性率来看, 无论从处理浓度还是处理时长, 3 个试验处理组与对照组均存在极显著差异 ($P < 0.01$), 且均高于对照组, 其中 150 mg/kg 饲料处理组投喂 90 d 的雌性率最高为

94.45%, 比对照组的 46.11% 高 49.34%, 50 mg/kg 饲料处理组投喂 30 d 的雌性率最低为 65.00%, 但与对照组相比仍高出 17.22%; 各个处理组间, 口服 50 mg/kg 饲料处理组的雌性率随着投喂时间延长而增高, 投喂 60 d 和 90 d 的雌性率均与投喂 30 d 的雌性率差异极显著 ($P < 0.01$), 但 60 d 和 90 d 的雌性率之间无明显差异 ($P > 0.05$); 同样, 口服 100 mg/kg 和 150 mg/kg 饲料处理组的雌性率发展趋势与 50 mg/kg 饲料处理组基本一致, 但雌性率均高于 50 mg/kg 饲料处理组, 且存在极显著差异 ($P < 0.01$)。

另外, 从成活率方面来看, 口服含有 EB 饲料的试验处理组与对照组均未有显著差异 ($P > 0.05$), 且未发现畸形鱼, 表明口服苯甲酸雌二醇未对罗非鱼造成畸形伤害。

表 1 不同药物浓度对新吉富罗非鱼雌性化诱导结果比较

Tab. 1 Comparison of female rate results of different drug concentration to the New Gift Nile tilapia (*O. reochromis niloticus*)

(EB 剂量/饲料)/(mg/kg) Dose/feed	检测内容/% Test content	30 d	60 d	90 d
0	成活率	98.33 \pm 1.67 ^a	100.00 \pm 0.00 ^a	94.44 \pm 2.54 ^a
	雌性率	47.78 \pm 2.55 ^d	50.56 \pm 4.19 ^d	46.11 \pm 0.96 ^d
50	成活率	100.00 \pm 0.00 ^a	95.00 \pm 3.33 ^a	97.78 \pm 2.55 ^a
	雌性率	65.00 \pm 4.44 ^c	79.44 \pm 3.47 ^b	78.89 \pm 5.36 ^b
100	成活率	97.22 \pm 2.55 ^a	97.78 \pm 2.55 ^a	96.11 \pm 4.19 ^a
	雌性率	81.11 \pm 2.55 ^b	92.78 \pm 2.54 ^a	94.44 \pm 0.96 ^a
150	成活率	93.89 \pm 2.55 ^a	96.67 \pm 3.33 ^a	94.44 \pm 4.19 ^a
	雌性率	83.33 \pm 3.33 ^b	93.89 \pm 3.47 ^a	94.45 \pm 2.55 ^a

注: 同行上标不同小写字母表示组间差异极显著 ($P < 0.01$), 相同表示差异不显著 ($P > 0.05$)。下表同此。

Notes: The different letters on the parameters on the same row meant extremely significant difference ($P < 0.01$), or the same letters meant no significant difference ($P > 0.05$). The same as below.

2.2 浸浴含有 EB 的雌性化诱导效果

从表 2 可以看出, 浸浴在含有 EB 的水体中培养新吉富罗非鱼 30 d, 不同药物浓度对雌性化诱导存在不同程度的差异。三个浸浴梯度的雌性率随着浸浴浓度的升高, 雌性率逐渐升高, 且均极显著高于对照组 ($P < 0.01$); 处理组中, 使

用 50 $\mu\text{g/L}$ 浸浴浓度雌性率为 63.33%, 显著低于 100 $\mu\text{g/L}$ 和 150 $\mu\text{g/L}$ 的雌性率; 但 100 $\mu\text{g/L}$ 和 150 $\mu\text{g/L}$ 之间, 雌性率无显著差异 ($P > 0.05$)。各处理组与对照之间罗非鱼的成活率未有显著差异 ($P > 0.05$), 且未见畸形鱼, 表明浸浴苯甲酸雌二醇未对罗非鱼造成畸形伤害。

表2 不同浸浴浓度对新吉富罗非鱼雌性化诱导结果比较

Tab. 2 Comparison of female rate results of different bath concentration to the New Gift Nile tilapia (*O. reochromis niloticus*)

检测内容 Test content	0 $\mu\text{g/L}$	50 $\mu\text{g/L}$	100 $\mu\text{g/L}$	150 $\mu\text{g/L}$
成活率/% Survival rate	90.56 \pm 4.19 ^a	86.11 \pm 5.85 ^a	88.89 \pm 5.85 ^a	84.44 \pm 7.52 ^a
雌性率/% Female rate	47.78 \pm 4.19 ^c	63.33 \pm 6.00 ^b	68.89 \pm 4.19 ^{ab}	77.78 \pm 5.85 ^a

2.3 投喂与浸浴含有 EB 的雌性化诱导效果比较

从表3可以看出,在30 d的雌性诱导过程中,投喂与浸浴含有EB对新吉富罗非鱼雌性化诱导的效果不一致。通过投喂含有EB饲料的方法与浸浴含有EB的方法进行雌性化诱导,结果

显示,在相同诱导时间和诱导剂量条件下,口服方法的雌性化率均高于浸浴方法。三个诱导梯度中,口服100 mg/kg EB的雌性率显著高于浸浴100 $\mu\text{g/L}$ 的雌性化率($P < 0.01$),而其余两个梯度之间雌性化率差异不显著($P > 0.05$)。

表3 口服与浸浴对新吉富罗非鱼雌性化诱导结果比较

Tab. 3 Comparison of female rate results of oral and bath to the New Gift Nile tilapia (*O. reochromis niloticus*)

方法 Method	雌性率/% Female rate		
口服/(mg/kg) Oral	65.00 \pm 4.44 ^a	81.11 \pm 2.55 ^a	83.33 \pm 3.33 ^a
浸浴/($\mu\text{g/L}$) Bath	63.33 \pm 6.00 ^a	68.89 \pm 4.19 ^b	77.78 \pm 5.85 ^a

3 讨论

在鱼类的性别决定与分化中起关键作用的是遗传物质,但其也受到环境因素的影响。特别是外源激素可以起到性逆转的作用,Yamamoto最先报道了通过外源雌激素或雄激素处理青鳉(*Oryzias latipes*)导致性逆转^[11],后来其他学者也在鱼类性逆转的研究中发现,在性腺性分化的关键时期,通过使用外源激素在处理受精卵、仔鱼、稚鱼,可以导致雄鱼的雌性化或雌鱼的雄性化^[12-14]。激素诱导鱼类性逆转常用的方法主要有投喂、浸浴和注射,其中使用较多的是口服投喂。目前在关于使用外源激素控制罗非鱼性别转化的研究中,关注较多的是如何向雄性化性逆转^[15-16],而罗非鱼雌性化的性逆转研究不多,且使用的外源雌激素种类、方法、浓度以及试验鱼种各不相同,效果也不一样,如Jensen等分别使用剂量为30 mg/kg、60 mg/kg、120 mg/kg的雌三醇、雌酮以及雌二醇诱导奥利亚罗非鱼(*Oreochromis aureus*) 21 d和35 d,雌化无效果^[17]; Hopkins使用剂量为20~100 mg/kg的己

烯雌酚诱导奥利亚罗非鱼35 d和56 d,雌性率仅为64%^[18];杨永铨等使用剂量为50~80 mg/kg的雌激素分别诱导奥利亚罗非鱼30 d、60 d和100 d,雌性化效果均不明显^[19];Liu采用雌酮对奥利亚罗非鱼苗进行雌性化,实验效果不显著^[20];Melard使用乙炔基雌二醇进行奥利亚罗非鱼雌性化实验,获得少量转化雌鱼^[21];Melchor等分别使用剂量为25~10 mg/kg、100~200 mg/kg的己烯雌酚和雌酮诱导尼罗罗非鱼25 d、35 d和59 d,雌性率为62%~90%^[22];Nakamura等使用剂量为50 mg/kg的乙炔基雌二醇诱导莫桑比克罗非鱼20 d,雌性率为100%^[23]。本研究中,口服含有EB饲料的雌性化诱导,新吉富罗非鱼的雌性率随着浓度的增加、处理时间的延长而升高,其中雌性率最高为150 mg/kg饲料处理组(94.45%),这与万松良等^[24]使用100 mg/kg EB饲料持续诱导59 d的罗非鱼雌性率为94%的效果一样,表明口服含有一定剂量EB饲料诱导新吉富罗非鱼性反逆,具有较好的雌性化效果。

另外,本研究中,还通过设置养殖水体中含

有 50 $\mu\text{g/L}$ 、100 $\mu\text{g/L}$ 和 150 $\mu\text{g/L}$ EB 浓度, 浸浴 30 d 诱导新吉富罗非鱼性逆转, 结果显示新吉富罗非鱼的雌性率随着浓度的增加而升高, 其中以 100 $\mu\text{g/L}$ 和 150 $\mu\text{g/L}$ 诱导效果较好, 雌性率分别为 68.89% 和 77.78%, 相反, Eekstein 等使用 50 ~ 1 000 $\mu\text{g/L}$ 浓度的己烯雌酚浸浴奥利罗非鱼 35 ~ 42 d, 由于死亡率和畸形率高, 未获得雌性化鱼^[25], 这可能是由于本实验所使用的雌激素种类和受试试验鱼种类不同造成的。根据我国《食品动物禁用的兽药及其它化合物清单》(农业部公告第 193 号) 规定, 苯甲酸雌二醇被列为“不准以抗应激、提高饲料报酬、促进动物生长为目的在食品动物饲养过程中使用”范围内, 而未规定在制种过程中不得使用。而且关于利用类固醇激素控制罗非鱼性别的研究在国外已经广泛存在, 且比较成熟, 进入动物体内绝大部分随着排泄物代谢至体外^[9]。

综上所述, 本研究以新吉富罗非鱼作为试验鱼种, 以苯甲酸雌二醇作为外源性雌激素, 通过对比雌性化诱导效果, 表明口服和浸浴两种雌性化方法诱导新吉富罗非鱼性逆转均具有良好的效果, 但综合考虑实效性和方便性, 建议以后利用三系配套技术进行雄性罗非鱼制种, 采用口服的方法更容易诱导和获得雌性化鱼。

参考文献:

- [1] 张中英, 杨永铨, 林克宏, 等. 莫桑比克罗非鱼性别转化实验研究 (II) [J]. 淡水渔业, 1981, 11 (5): 1 - 4.
- [2] 万松良, 魏于生, 齐彩霞, 等. 全 XY 型莫桑比克罗非鱼雌性转化研究 [J]. 水产科学, 1987, (4): 15 - 17.
- [3] 魏于生, 万松良, 齐彩霞, 等. 莫桑比克罗非鱼 YY 型雄性同配体雌性转化研究 [J]. 淡水渔业, 1993, 23 (6): 19 - 21.
- [4] Scott A G, Penman D J, Beardmore J A, et al. The 'YY' supermale in *Oreochromis niloticus* (L.) and its potential in aquaculture [J]. Aquaculture, 1989, 78 (3 - 4): 237 - 251.
- [5] Rosenstein S, Hulata G. Sex reversal in the genus *Oreochromis*: optimization of feminization protocol [J]. Aquaculture and Fisheries Management, 1994, 25 (3): 329 - 339.
- [6] Piferrer F. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish [J]. Aquaculture, 2001, 197 (1 - 4): 229 - 281.
- [7] Melchor M T, William L S. Inducement of sex reversal in *Sarotherodon niloticus* (Linnaeus) [J]. Aquaculture, 1978, 14 (4): 349 - 384.
- [8] 陈立黎. 雌、雄激素对罗非鱼性别分化和性腺基因表达的影响 [D]. 重庆: 西南大学, 2016.
- [9] Hamdoon N T, Ibrahim F, Kelany A M, et al. Hormonal sex reversal in *Oreochromis niloticus* by oral administration of diethylstilbestrol [J]. Life Science Journal, 2013, 10 (2): 2123 - 2128.
- [10] 中华人民共和国农业部. SC/T 1105—2007 罗非鱼鱼种性别鉴定方法 [S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2007.
- [11] Yamamoto T. Artificial induction of functional sex - reversal in genotypic females of the medaka (*Oryzias latipes*) [J]. Journal of Experimental Zoology, 1958, 137: 227 - 263.
- [12] Baron D, Houlgatte R, Fostier A, et al. Expression profiling of candidate genes during ovary - to - testis trans - differentiation in rainbow trout masculinized by androgens [J]. General and Comparative Endocrinology, 2008, 156 (2): 369 - 78.
- [13] Devlin R H, Nagahama Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences [J]. Aquaculture, 2002, 208 (3): 191 - 364.
- [14] Eshel O, Shirak A, Dor L, et al. Identification of male - specific amh duplication, exually differentially expressed genes and microRNAs at early embryonic development of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) [J]. BMC Genomics, 2014, 15 774.
- [15] 董在杰, 袁新华, 缪为民. 鱼类的性别决定和分化及其研究方法综述 [J]. 湛江海洋大学学报, 2004, 24 (6): 74 - 78.
- [16] 钱国英. 鱼类的性别控制 [J]. 浙江万里学院学报, 1999, 12 (4): 11 - 15.
- [17] Jensen G L, Shelton W L. Effects of estrogens on *Tilapia aurea*: implications for production of monosex genetic male tilapia [J]. Aquaculture, 1979, 16 (3): 233 - 242.
- [18] Hopkins K D. Sex reversal of genotypic male *Sarotherodon aureus* (Cichlidae) [D]. Alabama: Auburn University, 1977.
- [19] 杨永铨, 张海明, 陈远生. 奥利罗非鱼性别人

- 工控制实验 [J]. 淡水渔业, 2013, 434 (2): 87-91.
- [20] Liu C Y. Aspects of reproduction and progeny testing in *Sarotherodon aureus* (Steindachner) [D]. Alabama: Auburn University, 1977.
- [21] Melard C. Production of a high percentage of male offspring with 17-ethynylestradiol sex-reversed *Oreochromis aureus*. I. Estrogen sex-reversal and production of F2 pseudofemales [J]. Aquaculture, 1994, 130:25-34.
- [22] Melchor M T, William L S. Inducement of sex reversal in *Sarotherodon niloticus* (Linnaeus) [J]. Aquaculture, 1978, 14(4):349-354.
- [23] Nakamura M, Takahashi H. Gonadal sex differentiation in *Tilapia mossambica* with special regard to the time of oestrogen treatment effective in inducing feminization of genetic fishes [J]. Bull Faculty Fisheries Hokkaido University, 1973, 24:1-23.
- [24] 万松良, 魏志宇, 任炳琛, 等. 苯甲酸雌二醇诱导新吉富罗非鱼雌性化的研究 [J]. 水产学杂志, 2012, 25 (4): 29-32.
- [25] Eckstein B, Spira M. Effect of sex hormone on gonadal differentiation in a cichlid, *Tilapia aurea* [J]. The Biological Bulletin, 1965, 129 (3): 482-488.

Study on the effect of estradiol benzoate on feminization of the New Gift Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

WANG Maoyuan, HUANG Honggui, ZHONG Quanfu,
TIAN Tian, WU Meiyang

(Fujian Freshwater Fisheries Research Institute, Fuzhou 350002, China)

Abstract: In order to study the influence of exogenous hormones on the sex differentiation of tilapia, the New Gift Tilapia (*Oreochromis niloticus*) was induced by oral and soating estradiol benzoate as the exogenous estrogen. By setting different drug concentration gradients and induction durations, the effects of two methods of inducing feminization, both oral and soating, on the feminization of tilapia of the Gift Tilapia were studied. The results showed that during the induction of feminization with different drug concentrations, the female rate increased with the increase of concentration and the induction days, and there was a significant difference from the control group ($P < 0.05$). The highest female rate in the 150 mg/kg feed treatment group for 90 days was 94.45%, which was 49.34% higher than that of the control group (46.11%), and the lowest female rate was 65.00% in the 50 mg/kg group after 30 days of feeding. During the induction of feminization for 30 days by soating with different drug concentrations, the female rate increased with the increase of bath concentration, and they were significantly higher than the control group ($P < 0.05$). The highest female rate was 77.78% in the group with 150 $\mu\text{g/L}$. The above results indicated that both oral and bathing female methods had good effects on inducing sex conversion of the Gift Tilapia, but considering the effectiveness and convenience, it was suggested that oral methods was easier to induce and obtain feminization fish.

Key words: Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*); female rate; induce; bathing; oral