

鱼类性别的人工控制研究介绍

张中英 杨永铨 林克宏

(中国水产科学院长江水产研究所)

在自然界中,鱼类雌雄个体是有差异的,有些雌鱼比雄鱼长得快,如鲤鱼、鲫鱼、草鱼等。有些鱼类恰好相反,譬如我国各地正在大量饲养的尼罗罗非鱼 (*Tilapia nilotica*) 和莫桑比克罗非鱼 (*Tilapia mossambica*), 这些鱼苗饲养到二、三个月以后,雄鱼就比雌鱼重一倍左右。因此,如何通过人工控制性别的途径获得生长快速的单性鱼并应用于生产,已成为水产科学上既有理论意义又有经济价值的研究课题。

控制鱼类性别的研究有极其繁重的工作量,因此试验材料必须是性成熟周期短、繁殖力强的鱼才能在短时间内观察到许多世代的结果。在经济鱼类中只有罗非鱼符合这些条件,但这种鱼不耐寒,因此在北方的条件下利用地热温泉作为实验基地是较好的办法。我们曾经利用湖北省英山县和蒲圻县的温泉水,保证莫桑比克罗非鱼性控试验在全年内连续进行,获得良好结果。利用地热水一年四季都可以人为控制适当的水温,加速试验鱼的世代交替,使有效激素的筛选、处理鱼体大小、激素用量和处理时间等繁重的试验任务,在短期内完成。

到目前为止,综合国内、外现有的资料,控制鱼类性别有四种途径:性激素处理、三系配套的生理遗传学技术、罗非鱼的种间杂交,诱导雌核发育等。在介绍这些研究成果之前,先谈谈鱼类性别控制的基本理论。

一、鱼类性别控制的基本理论

鱼类性别转化的实质,是由遗传基因所决定的。即由卵巢转变为精巢,能形成具有受精能力的精子,受精后发育而来的成体能产生后代,但性染色体的组型并不改变;反之亦然。

从胚胎生理的观点来看,鱼类的原始生殖系统是同时具有向雌性发育的皮质和向雄性发育的髓质。在性激素的影响下,当皮质分化为卵巢组织即为雌性;当髓质分化为精巢组织时,即为雄性。性的分化是有可塑性的,可以人为地加以改变。应用性激素拌食投喂罗非鱼,使之由雌性转变为雄性或由雄性转变为雌性的性反转原理,就是基于幼龄鱼苗生殖腺存在性分化的可塑性。性的功能上的转变并不影响决定性别的性染色体的组型。根据这个原理可以有计划有目的地进行交配或杂交,能够按生产的需要获得全雄性或全雌性的个体。

二、性激素处理

用性激素转化鱼类性别,日本、菲律宾、以色列、美国等国家进行了研究。包括有效激素的筛选、处理鱼体大小、激素用量和处理时间等内容。据统计,已在如下几种鱼类上获得成功:金鱼与青鳉 (Yamamoto, 1953、1959、1968),莫桑比克罗非鱼 (Clemens, 1968), 奥利亚罗非鱼 (D.Gurrero, 1975), 虹鳟和大西洋鲑(美国, 1972—1975), 达氏湖雀鲷(菲律宾, 1975), 硬头鳟 (Okada, 1975) 阔尾鲈鱼 (Yamamoto, 1976)。最近几年来,国内的长江水产研究所、湖北省水产研究所、中山大学生物系、北京师范大学生物系和北京市水产研究所等单位进行的性别转化研究,多用于莫桑比克罗非鱼和尼罗罗非鱼。具体做法是:采用甲基睾丸酮(简称 MT) 拌食投喂莫桑比克罗非鱼,按每克食物中含 MT 30 微克剂量处理体长 9—11 毫米刚离开雌鱼口腔的幼稚莫桑比克罗非鱼,连续投喂 85 天,前两周每天投喂 4% 体重的食物三次,以后

每天投喂 2.5% 体重的食物二次, 结果雄性鱼的百分率由自然群体中的 58.4% 提高到 97% 或 100%。反之, 利用雌性激素——苯甲酸雌二醇 (简称 BE) 伴食投喂莫桑比克罗非鱼, 按每克食物中含 BE 50 微克剂量, 处理方法与上述相同的情况下, 自然群体中的雄性鱼的百分率下降到 23.1%。实验证明, 性转化的鱼还能生“儿”育“女”, 繁殖后代。生产上养殖这样的单雄性鱼, 大大提高了鱼产量, 但这一方法(性激素诱导法) 有药物来源问题及药物处理的繁琐等等附加条件, 故不适合生产上大量推广。

三、三系配套的生理遗传学技术

三系配套的生理遗传学技术是长江水产研究所、湖北省水产研究所和英山县科学实验站等单位的最新研究结果。它选择自然群体中的雄性莫桑比克罗非鱼, 用雌激素诱导获得雌性的转化鱼, 这种转化鱼再与自然群体中的正常雄鱼交配, 获得一种“超雄鱼”, 这些鱼称为: 雄性纯合系 YY_{σ} 。又将超雄鱼用雌激素诱导成为雌鱼, 这些雌鱼称为: 雌性纯合转化系 YY_{σ} 。自然群体中的雌、雄鱼都称为: 原系; 而自然群体中的雌鱼, 则称为: 原系 XX_{σ} , 雄鱼称为: 原系 XY_{σ} 。目前, 利用雌性纯合系与雄性纯合转化系的鱼自由交配, 制作大量“超雄鱼”的办法, 已初步掌握。超雄鱼的研究成功, 而且用于生产上的经济鱼类——罗非鱼, 这在生产上和理论上均具有重要意义。Yamamoto 用雌酮处理金鱼和阔尾鲮鱼, 获得转化的雌鱼(基因型仍是 XY), 与正常雄鱼(XY)交配, 也获得“超雄鱼”(YY)。总之, 超雄鱼之存在, 令人信服地说明雌性激素使 XY 合子实现性转化, 而且证明了莫桑比克罗非鱼的雄性配子为异型(XY), 雌性配子为同型(XX)。

实践证明, 生产单位向制种单位买到少量的超雄鱼与自然群体中的正常雌鱼原系 XX_{σ} 交配, 得到 100% 的雄性莫桑比克罗非鱼, 这些鱼苗饲养成商品鱼, 使商品率提高了百分之三十。现在, 湖北省水产局正计划利用英山县和蒲圻县等地的地热资源培育“超雄鱼”和各种罗

非鱼, 以建立热带鱼的良种基地。

四、罗非鱼的种间杂交

利用罗非鱼的种间杂交, 这是某些鱼类的人工不育的单性饲养办法。罗非鱼种间杂交已有不少的报道。Hickling (1960) 用莫桑比克罗非鱼的雌性马来西亚品种与桑给巴尔品种杂交的杂种一代也全是雄性个体。Pruginin (1967) 进行如下杂交, 获得比例极高或全雄性杂种一代:

Tilapia nigra (♀) × *T. hornorum* (♂) ~ 100%

T. nilotica (♀) × *T. variabilis* (♂) ~ 100%

T. nigra (♀) × *T. leucostica* (♂) ~ 95%

T. nilotica (♀) × *T. leucostica* (♂) ~ 94%

我国台湾省用雌性的尼罗罗非鱼与雄性的奥利亚罗非鱼杂交, 获得了全雄性个体。菲律宾的 Camacho 等人, 也在进行这类试验。

罗非鱼的种间杂交产生单性, 又如何解释呢? 关于罗非鱼的性别遗传, Chen (1969) 和 Jalabert 等人 (1972) 提出, 其性别决定牵涉着两个雌 (W 、 X) 和两个雄 (Y 、 Z) 性染色体。鱼类性别类型具有原始性、多样性。在自然界中, 鱼类存在着 WZ_{σ} - ZZ_{σ} 和 XX_{σ} - XY_{σ} 性别遗传机制。因此, 罗非鱼种间杂交获得全雄鱼, 实际上是鱼类两大类型之间杂交 XX_{σ} × ZZ_{σ} → XZ_{σ} 全雄, 性染色体重组 (XZ) 的结果。目前我国在大量推广尼罗罗非鱼的情况下, 建议国家主管部门引进奥利亚罗非鱼 (*Tilapia aurea*), 以便进行全雄鱼的生产, 提高淡水鱼的养殖产量。

五、诱导雌核发育获得单性鱼

所谓人工诱导鱼类雌核发育, 就是使遗传上去活的精子, 进入未受精的卵内, 使卵单性发育。精子只起激活卵子的作用, 而不参与遗传物质。鱼卵单性发育(卵裂)到适当的时间, 还要通过人工处理的办法, 使鱼卵的染色体加倍, 鱼卵才能正常发育成个体。所谓人工处理正在细胞分裂的鱼卵, 目前国际上是用“冷休克”或“热休克”的诱导办法。

现以鲤鱼为例,介绍诱导雌核发育的实例:用常规的鲤鱼人工繁殖方法获得卵和精液。取精液预先用 $Co^{60}-\gamma$ 射线照射,照射剂量为10万拉德,剂量率为182拉德/秒。用照射过的鲤鱼精液在室温 $20^{\circ}C$ 下与鲤鱼卵进行人工授精,授精后5分钟或15分钟,将受精卵放入 $4^{\circ}C$ 的水中进行冷休克处理,持续处理时间为60分钟,这样诱导雌核发育的效果最好。根据报道,这样获得正常发育后代的成活率分别是13.5%和22.5%(纳吉等人,1978)。

据目前所知,鱼类的天然三倍体的种群,是以天然雌核发育的方式来繁殖后代的。在很多情况下,多倍体种群是依靠孤雌生殖的方式来繁衍其后代。1958年,苏联人用鲤、泥鳅、鲫进行诱导雌核发育的研究首告成功。嗣后,美国、匈牙利、英国等相继进行应用。研究对象已扩大至鲟科鱼、鲮、蛙、草鱼以及比目鱼,其中苏联和美国分别在鲤、草鱼上成效较大。诱导雌核的鱼类染色体,是雌性染色体的加倍取代异性的精子染色体,因此诱导雌核发育的个体,后代全部都是雌性,这些后代的性状,纯属母系遗传,基因型是高度纯合性的。这不仅为选育良种提供了快速手段,而且在养殖业中对单雌性饲养业作出了贡献,为控制鱼类性别,也开辟了新的途径。

参 考 文 献

- [1] 中山大学生物系动物学教研室鱼类组等 1979 用雄性激素诱导罗非鱼雌鱼雄性化的试验 动物学杂志 (1): 1—3。
- [2] 刘 筠 1979 我国淡水养殖鱼类遗传育种的现状和展望 水生生物学集刊 6(4): 471—483。
- [3] 长江水产研究所 1972 国外淡水养殖鱼类品种及其育种工作概况 淡水渔业(增刊)。
- [4] 杨永铨、张中英、林克宏、魏于生、徐 振、黄二春、高志慧 1979 莫桑比克罗非鱼性别生理遗传控制的初步研究 遗传学报 6(3): 305—310。
- [5] ——、——、——、——、黄二春、高志慧、徐 振、柯善春、卫建国 1979 莫桑比克罗非鱼 YY 型超雄鱼的生物学研究 淡水渔业(1、11)1—4。
- [6] ——、易永华译 1979 雌酮诱导的 XY 雌鱼与正常雄鱼交配获得的一尾 YY 雌性金鱼淡水渔业 (5): 21—23。
- [7] ——、张中英、林克宏、魏于生、黄二春、高志慧、徐 振、柯善春、卫建国 1980 应用三系配套途径产生遗传上全雄莫桑比克罗非鱼 遗传学报 7(3): 241—246。
- [8] 杨人伟摘译 1978 激素在鱼类养殖中的应用淡水渔业 (3): 56—58。
- [9] 报社记者 1979 雌鱼变雄鱼,省料长肉多。光明日报 2月14日第4版。
- [10] 祝培福译 1977 水产养殖业中的遗传改良淡水渔业 (4): 30—31。
- [11] 张致一 1958 雌二醇对有爪蟾性腺后期分化的影响 实验生物学报 6(2): 91—95。
- [12] 张中英、杨永铨 1978 用乳酸醋酸地衣红压片法鉴别鱼类性腺的生物显微技术淡水渔业 (2): 25。
- [13] ——、——、林克宏、魏于生、黄二春、徐振、胡乾国 1981 莫桑比克罗非鱼性别转化实验研究(II)淡水渔业 (5): 1—4。
- [14] 张玉书译 1979 鱼类性分化的遗传学和发生生理学研究,淡水渔业 (4): 32—35。
- [15] 湖北省水产研究所、长江水产研究所 1978 莫桑比克罗非鱼性反转实验研究(1)淡水渔业 (2): 18—24。
- [16] Chen, T. P. 1969 Preliminary studies on the sex-determining mechanism of *Tilapia mossambica* Peters and *T. hornorum* Trewavas. *Verh. int. Ver. theor. Agnew. Limnol.*; 17: 719—724。
- [17] Kallman, K. D. 1968 Evidence for the existence of transformer genes for sex in the teleost *Xiphophorus maculatus*. *Genetics.* 60: 811—828。
- [18] Yamamoto 1955 Progny of artificially induced sex reversals of male genotype (xy) in the medaka (*Oryzias latipes*) with special reference to YY-male. *Genetics.* 40: 406—419。
- [19] Yamamoto 1959 A further study of induction of functional sex reversal in genotypic mates of the medaka (*Oryzias latipes*) and Progenies of sex reversals. *Genetics.* 44: 739—757。
- [20] Yamamoto 1967a. Estrone-induced white YY females and mass production of white YY male in the medaka *Oryzias latipes*. *Genetics.* 55: 329—336。