

综 述

棉酚对鱼类的毒性及棉籽饼的水产 饲料利用前景

THE TOXICITY OF GOSSYPOL TO FISHES AND THE PROSPECTIVE UTILIZATION OF COTTONSEED IN AQUAFEED

富 惠 光

Fu Huiguang

(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 哈尔滨 150070)

(Heilongjiang River Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin 150070)

关键词 棉酚, 棉籽, 鱼类, 毒性, 水产饲料

KEYWORDS Gossypol, Cottonseed, Fishes, Toxicity, Aquafeed

棉酚是一种有毒的多酚类化合物, 存在于棉花和其他锦葵科植物的根、茎、叶及种籽中。棉籽是棉花种植业的一项重要副产品, 棉籽饼(粉)中棉酚的含量因棉花品种的不同一般变动在0.03~0.05%之间。棉籽饼的营养价值较高, 含蛋白质32~35%, 只因其中的棉酚的毒性作用而影响其利用。棉酚是由棉花的花蕾和其他组织上的腺体所分泌。虽然无腺体或少腺体棉花品种的种籽内棉酚含量较低, 但降低棉花的腺体不是品种选育的方向, 因为少腺体棉花品种的抗虫害的能力很低^[20]。

棉酚的毒性作用可典型地表现在中国产棉地区的农民食用棉籽油而引起的男性不育现象。棉酚对男性生殖机能的影响引起了中国的医学及计划生育部门的充分关注, 并开展了棉酚的节育作用和毒(副)作用的详尽研究。研究结果表明, 棉酚破坏睾丸生精上皮, 对各期发育阶段的精细胞都有杀伤作用, 对成熟精子也有活体和离体杀灭作用, 口服和静脉注射棉酚都能引起男性无精子症^[4, 10, 15]。但棉酚作为男性避孕药物因其有效节育剂量和毒性剂量相近而尚未达到实际应用的水平。棉酚的毒(副)作用在人类志愿者主要表现为低血钾症, 动物试验的结果表明棉酚显著地抑制肾脏钠钾ATP酶的活性而引起钾的流失^[5]。棉

收稿日期: 1995-11-15。

酚对哺乳动物可引起较大的毒性作用,包括腹腔和肝肺水肿、肾脏损伤等^[17],以及与人类相似的抗雄性生殖机能的作用^[18,19]。棉酚做为男性避孕药物的积极利用没有成功,其毒性作用就成了棉籽资源饲料利用的障碍。世界主要产棉国家都积极进行棉籽利用的研究。我国是世界上几大产棉国家之一,也是饲料源缺乏的国家。棉籽饼这一较优良的植物蛋白源不能得到合理的利用是一大损失。近年来,我国科研工作者解决了棉籽饼的去毒问题(中山大学),经去毒的棉籽饼可用做猪、鸡等对棉酚较敏感的家畜和家禽的饲料。然而,去毒工艺增加了成本,并且也不可避免地引起棉籽饼中某些营养成分的损失。

尽管印度等亚洲国家在渔场自制的饵料中较盲目地使用棉籽原料^[16],多数水产工作者一直认为棉酚对鱼类也有与对哺乳类和人类相似的毒性作用而不敢在水产养殖中使用棉籽饲料源。事实上,最初对鱼类进行实验的结果也证实了棉酚对某些鱼类有较强的毒性。美国学者 Herman 于 1970 年首先报道了棉酚对虹鳟有强烈的毒性作用^[14]。接着 Fowler^[18]等又证实了棉酚可造成大麻哈鱼死亡并有阻碍生长的作用。这两项研究都是在对逆境和毒物极其敏感的鲑鳟鱼类中进行的,其研究结果对全部以及其他养殖鱼类并没有普遍意义,但是却否定了棉籽在世界产棉大国之一的美国以鲑鳟鱼类为主的水产养殖业上饲料利用的可行性。Dorsa^[11]等报道的斑点叉尾鲷对棉酚的抗性显著高于虹鳟和大麻哈鱼,虽然没有能开辟棉籽在美国水产养殖业上利用的途径,但在理论上首先证明了棉酚对鱼类的毒性有种类差异。另一产棉大国埃及在探索棉籽做为鱼类饲料的研究上,由于使用了本国主养的抗逆性强的罗非鱼而得出了不同的结果。El-Sayed^[12]在确定了罗非鱼对棉酚抗性较强的基础上用含棉籽饲料饲养尼罗罗非鱼的小规模试验中得到了较好的结果,并提出使用棉籽饲料饲养罗非鱼虽生长率不及以鱼粉蛋白为主的饵料,但由于大幅度降低成本而显著提高经济效益。

我国水产工作者总结上述美国和埃及两国在棉酚对鱼类毒性和棉籽做为鱼用饲料的成败两方面经验,借鉴我国棉酚做为男性避孕药物研究的大量世界领先的研究结果,为棉籽的鱼用饲料利用进行了棉酚对我国主要养殖鱼类的毒性作用的研究。叶继丹等* 研究证实含棉酚 0.1% 的人工配合饵料不影响鲤鱼和罗非鱼幼鱼的生长;卢彤岩^[2]等用腹腔注射法得出棉酚对鲤鱼的 96 小时半数致死剂量高达 63.6mg/kg 体重。富惠光^[7]等根据低血钾症是棉酚对人类和哺乳类的限定性毒性作用进行了棉酚对鲤鱼、罗非鱼和金鱼的血钾影响的研究,结果表明与人类和哺乳类不同,棉酚不影响上述鱼类的血钾水平。提出了由于淡水鱼类的肾脏是以排出多余水分方式的渗透压调节器官而在离子吸收和平衡方面不起主要作用,从而不存在棉酚对哺乳类和人类那样的肾脏钾离子回收障碍,鱼类与哺乳类的上述生理学差异是鱼类对棉酚抗性远高于哺乳类的原因。棉酚对鱼类不存在低血钾症的限定毒性作用为棉籽饼的鱼用饵料应用提供了可行性。

棉酚虽然对人类和哺乳类有破坏生精上皮和离体精子杀伤作用,但是对鱼类生殖机能的作用却与哺乳类有明显的不同。用棉籽饼正常含量二倍的棉酚饲养四个月的罗非鱼和饲养五个月的金鱼仍能正常进入性成熟,发情产卵并正常孵化,其精巢仍显示出正常的组织结构,精原细胞、初级和次级精母细胞、精细胞、精子和间质细胞都与对照无差别^[7,8]。高达 10mM 的棉酚也不造成对上述鱼类离体精子的伤害^[1]。但是虹鳟鱼的离体精子却对棉酚很敏感,低至 0.006mM 的棉酚培养液便可显著增加虹鳟精子的死亡率^[6],用棉籽饵料饲养的

* 叶继丹等,1992。棉酚对鲤鱼和罗非鱼幼鱼生长率的影响的研究。第一届全国水产青年学术会议宣读。

虹鳟也出现过繁殖失败的现象^[8]。对上述各实验结果综合分析,鱼类的雄性生殖系统对棉酚并无特殊的抵抗力,而与鱼类本身对棉酚的抗性直接相关。罗非鱼和鲤科鱼类(以金鱼做为代表)对棉酚有很强的抗性,其雄性生殖系统和离体精子也对棉酚有较强的抗性;而虹鳟对棉酚敏感,其雄性生殖系统和离体精子也易受棉酚的杀伤。

棉酚对罗非鱼和鲤科鱼类既无阻碍生长的作用也无抗生育作用,这在理论上说明了棉籽饼可用于我国主要养殖鱼类的可行性。上述结论主要是在性成熟早、生产周期短的罗非鱼和鲫鱼(金鱼)的实验中得出的,部分是在鲤鱼幼鱼中得出的。为慎重起见,在具体生产应用时还应对其他养殖鱼类逐个进行养殖试验。棉酚虽然对我国主要养殖鱼类没有显著的毒性作用,但是用含棉酚 0.1% 的人工饵料喂养四个月的罗非鱼的肌肉中含有约 10ppm 的棉酚^[8],用去毒棉籽饼饲料饲养的虹鳟肌肉中也发现了相近的棉酚残留量^[8]。虽然此残留量远低于我国的食用油标准,理论上不至于达到使人类中毒的剂量,而在鱼用饲料制造上也不可能单纯使用棉籽饼,所以在实际生产中鱼类的残毒量会比上述实验得出的 10ppm 低些。但在使用棉籽饼为鱼类饲料组成时,还应在商品鱼上市之前停用棉籽饲料一段时间,使鱼体内棉酚的含量降低到可忽略的程度。鱼类肌肉中含有微量棉酚对鱼肉的品质和味道是否有影响目前也不清楚,所以棉籽饼做为鱼用饲料还需要进一步进行残毒排出和对鱼肉品质影响等的试验研究。

参 考 文 献

- [1] 叶继丹,富惠光,卢彤岩,1994. 棉酚对罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*) 离体精子毒性作用的研究. 水产学杂志, 7(1):20-23.
- [2] 卢彤岩,富惠光,叶继丹,1994. 棉酚对鲤鱼急性中毒的研究. 水产学杂志, 7(1):16-19.
- [3] 刘澄津,李家成,韩占江,江丙石,1993. 虹鳟饲料添加棉仁粉的研究. 水产学杂志, 6(1):63-66.
- [4] 李祥兴,葛仁山,张宝泰,石其贤,1986. 乙酸棉酚-聚维酮共沉淀物的体外杀精作用. 中国药理学报, 7(5):453-456.
- [5] 苏树芸,刘裕,周增桦,薛社普,徐敏源,庄元忠,赵秀菊,1983. 动物 Na-K ATP 酶活性变化与棉酚相关的研究. 《棉酚抗生育作用的研究-男用节育药棉酚的实验研究》, 156-162. 薛社普主编, 卫生出版社.
- [6] 富惠光,叶继丹,卢彤岩,1992. 棉酚对虹鳟 (*Oncorhynchus mykiss*) 离体精子的毒性作用的研究. 蛙鳟渔业, 5(1):13-20.
- [7] 富惠光,卢彤岩,叶继丹,张良,1995. 棉酚对罗非鱼、鲤和金鱼血钾及肝肾器官的影响. 水产学报, 16(2):180-183.
- [8] 富惠光,叶继丹,卢彤岩,张良,1995. 棉酚对罗非鱼生殖机能影响的研究. 中国水产科学, 2(3):36-41.
- [9] 富惠光,叶继丹,卢彤岩,张良,1996. 棉酚对金鱼生殖机能影响的研究. 水生生物学报, 20(1):79-82.
- [10] 薛社普,梁德才等,1983. 棉酚抗精子发生的亚细胞作用位点及其作用机理假说. 《棉酚抗生育作用的研究-男用节育药棉酚的实验研究》, 57-65. 薛社普主编, 卫生出版社.
- [11] Dorsa W. J., Robinette H. R., Robinson E. H. and poe W. E., 1982. Effects of dietary cotton seed and gossypol on growth of young channel catfish. Trans. Am. Fish. Soc., 3: 651-655.
- [12] El-Sayed A. F., 1990. Long-term evaluation of cotton seed meal as a protein source for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linn.). Aquaculture, 84: 315-320.
- [13] Fowler, L. G., 1980. Substitution of soybean and cotton seed products for fish meal in diets fed to Chinook and coho salmon. prog. Fish. Cult., 42: 82-91.
- [14] Herman R. L., 1970. Effects of gossypol on rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J. Fish Biol., 2(4): 293-304.
- [15] Kennedy, W. P., Van der Ven, H., Straus, J. W., Bhattacharya, A. K., Waller, D. P., Zaneveld, L. J. D. and po-

- lakoski, K.L., 1983. Gossypol inhibition of acrosin, and oocyte penetration by human spermatozoa. *Biol. Repr.*, 29: 999 - 1009.
- [16] New, M.B., Csavas I., 1993. Aquafeeds in Asia - A regional overview. In: *Farm - made Aquafeeds*, New, M.B., Tacon A.G. and Csavas, I (Eds.), 1 - 23. RaPa Public., 1993/18, ISBN 974 - 89097 - 8 - 6.
- [17] Randel R.D., Chase C.C.Jr, Wyse S.J., 1992. Effects of gossypol and cottonseed products on reproduction of mammals. *J. Anim.Sci.*, 70(5): 1628 - 1638.
- [18] Shi Q, S Friend, 1983. Gossypol - induced inhibition of Guinea pig sperm capacitation in vitro. *Biol. Repr.*, 29; 1027 - 1032.
- [19] Sotelo A, Montalvo I, Crail M.L and Gonzalez - Garza T., 1982. Infertility in male rats induced by diets containing whole cottonseed flour. *J. Nutr.*, 112; 2052 - 2057.
- [20] Vilkova N. A., Kuznetsova T.L., Ismailov A. I., Islambekov S. H., 1988. Nature of the effect of cotton cultivars with high gossypol content on the development of the corn earworm *heliothis - armigera* HBN. *Lepidoptera noctuidae*. *Entomol. Obozr.*, 67(4): 689 - 698.