

草鱼的生长及其血清生长激素水平的季节和日变化规律的研究

陈松林 陈细华 牟 松 邓文涛 夏盛芹
(中国水产科学院长江水产研究所, 荆沙市 434000)

摘 要 在池塘养殖条件下, 草鱼种(始重 15~30 g/尾)在 6~8 月份生长速度明显高于其他月份, 而以 6 月份生长速度最快, 冬季生长最慢, 其血清 GH 水平也呈现明显的季节性变化规律, 4~5 月份血清 GH 明显高于其他时期, 而 4 月份达峰值。在繁殖季节, 草鱼亲鱼在临催产前, 血清 GH 水平明显升高, 出现一个明显的 GH 高峰, 产卵后, 此 GH 峰值即行消失。在实验室条件下, 草鱼种在一天内血清 GH 水平也存在明显周期性变化, GH 水平夜间一般高于白天, 而在夜间 24:00 出现一个显著的 GH 高峰。

关键词 草鱼, 生长, 生长激素, 季节性变化, 日周期变化

脊椎动物的垂体生长激素(GH)是机体生长发育的重要调节因子。在硬骨鱼类, 切除垂体导致 [Ball 和 Hawkins 1976]、虹鳟[Donaldson 和 McBride 1967]及鲢[Kayes 1977]生长停滞, 而注射提纯的动物生长激素可使切除垂体的鱼恢复生长[Kayes 1977]。另外, 大量研究证实, 用外源 GH 处理, 可明显促进鱼体的生长[Clarke 等 1977, Donaldson 等 1979]。

尽管许多研究业已证实垂体和生长激素是鱼体正常生长所必不可少的, 但由于缺少高灵敏度、特异的鱼类 GH 微量免疫分析技术, 有关鱼类生长发育及繁殖过程中体内 GH 的变化规律及其分泌的调节控制了解不多, 特别是在我国主要鲤科养殖鱼类上, 则更少有报道。

最近, Chen 等[1996]利用纯化的草鱼生长激素(gcGH)及其特异的单克隆抗体, 建立了一套可检测几种鲤科鱼类 GH 水平的双抗体夹心式酶联免疫吸附测定技术。在此基础上, 本文研究了不同生长阶段以及繁殖季节草鱼血清 GH 水平的季节及日变化规律。

1 材料与方 法

1.1 鱼的放养和采样

草鱼的生长及其血清 GH 水平季节变化研究在本所窑湾试验场进行。试验池面积为 0.1 公顷, 鱼种放养时规格为 15~30 g/尾, 放养密度为 105 500 尾/公顷, 以养草鱼为主, 搭配少量鳊、鲤、鲢和银鲫。草鱼放养时间为 3 月中旬。实验期间, 以投喂草鱼颗粒饲料为主, 辅以少量旱草, 按池塘养殖常规方法进行管理。每月或隔月拉网一次, 随机取样(每次取样 20~30 尾), 测量体长和体重, 并从尾动脉抽血, 离心收集血清置-30℃保存。

血样采自本所育苗试验场繁殖季节的草鱼亲鱼,共采血样四次。第一次为催产前 20 天的雌亲鱼,第二次为临催产的成熟雌亲鱼,第三次为产卵后、回塘前的亲鱼,第四次为产卵后 45 天的恢复期亲鱼。

血清 GH 日周期性变化实验分春季和夏季两次进行。实验用鱼为购自本所渔场的草鱼种。春季实验鱼体重为 60 g 左右,夏季实验鱼体重为 20 g 左右。实验用鱼购回后先在室内水族箱中驯养两周左右,然后分养于三个可接受自然光照的室内水泥池中,每池饲养 32 尾,共 96 尾。从上午 8:00 起,每隔两小时采血一次,共采 12 次,每次采 8 尾鱼的血样。

1.2 血清 GH 测定

草鱼血清 GH 含量用 Chen 等[1996]建立的鲤科鱼类 GH 夹心式酶联免疫吸附测定法(ELISA)测定,所用草鱼 GH 标准品及其兔抗血清和单克隆抗体均按陈松林等[1995a, 1995b]方法制备。

1.3 生长率的计算

草鱼生长速度分别用体重日增长率(SGR)和体长日增长率(LGR)表示,其计算公式为:

$$SGR = \frac{(SW_2 - SW_1) \times 100}{SW_1 \times (t_2 - t_1)}$$

$$LGR = \frac{(L_2 - L_1) \times 100}{L_1 \times (t_2 - t_1)}$$

其中, SW_1 和 SW_2 分别代表时间 t_1 和 t_2 (天数)时的体重, L_1 和 L_2 分别代表时间 t_1 和 t_2 时的体长。

1.4 数据统计方法

血清 GH 水平用 $\bar{X} \pm S.E.M.$ 表示。不同实验组 GH 水平之间的差异和 Student-t 检验进行分析。

2 结果

2.1 草鱼的生长及其体内 GH 水平的季节性变化

由图 1 可见,草鱼种血清 GH 水平存在明显的季节性变化。春末和夏初(4~5 月份),草鱼种血清 GH 水平明显高于其他时期,峰值出现在 4 月份,血清 GH 高达 47 ng/mL,而在其它时期,鱼种血清 GH 基本上波动在 10~20 ng/mL 范围内,最低值出现在 2 月份。在生长率上,也存在年周期性变化。在 6~8 月,鱼体生长明显快于其他月份,呈现一个较长的生长高峰,其中 6 月份的日增重率最高,达 4.9%。从体长日增长率来看,基本上与体重日增长率相吻合,即 6~8 月份为一快速生长期,并以 6 月份体长增长率最高。从图 1 中看出,草鱼种生长

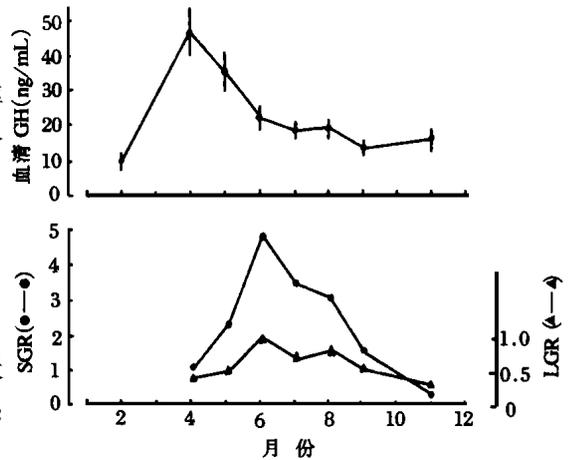


图 1 草鱼种血清 GH 水平、体重日增长率(SGR)和体长日增长率(LGR)的季节性变化

Fig. 1 Seasonal variation in serum GH levels, somatic growth rates(SGR) and body length growth rates(LGR) in juvenile grass carp

高峰期比血清 GH 水平高峰期滞后 5~8 周。

2.2 草鱼产卵前后血清 GH 水平的变化

由表 1 可见, 草鱼亲鱼在临催产前血清 GH 水平明显高于其他时期 GH 水平, 呈现出一个产前 GH 峰值。而在催产前 20 天、产卵后及产卵后 45 天的 GH 水平则维持在较低水平。

表 1 草鱼催产前后血清 GH 水平的变化

Tab. 1 Variation in serum GH levels before and after ovulation of grass carp

采样日期	1995-04-10	1995-04-30	1995-05-02	1995-06-14
亲鱼状况	催产前 20 天	临催产前	产卵后, 回塘前	产后 45 天
GH 水平 (ng/mL)	8.18±0.85	28.3±6.85*	7.2±0.73	5.0±0.5

$\bar{x} \pm S. E. M.$, $n=10$; * 与其他时期相比差异非常显著 ($P < 0.01$)

2.3 草鱼血清 GH 水平的日周期性变化

分别在 1995 年 3 月 9 日 (春末) 和 1995 年 7 月 29 日 (盛夏) 测定了草鱼种在一天 24 h 内血清 GH 水平的变化。结果表明, 草鱼血清 GH 分泌呈现脉冲式波动, 且在一昼夜内血清 GH 水平存在明显的周期性变化。在 3 月 9 日 (水温 12 °C) 的实验中, GH 水平在白天 (6:00~8:00) 明显低于晚上 (图 2), 其中最低值出现在上午 10:00, 在夜间 24:00, GH 水平出现一个明显的峰值 ($P < 0.05$)。在 7 月 29 日 (水温 27.5 °C) 的实验中, 也出现类似的情况 (图 3): 白天 GH 水平较低, 夜间 GH 水平升高, 24:00 出现一个明显的峰值 ($P < 0.05$)。

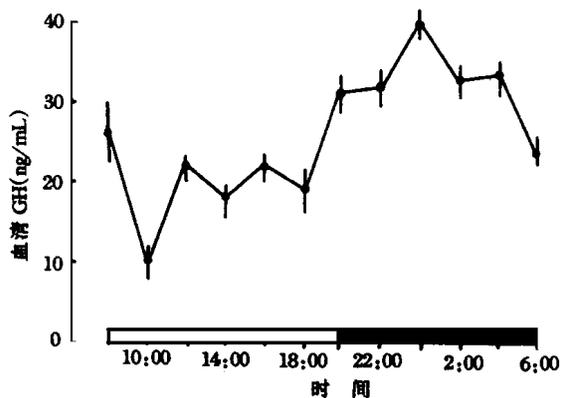


图 2 草鱼种血清 GH 水平的日周期性变化

Fig. 2 Daily profile of serum GH levels from juvenile grass carp

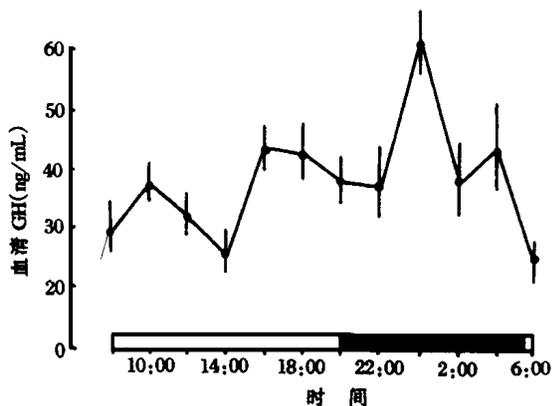


图 3 草鱼种血清 GH 水平的日周期性变化

Fig. 3 Daily profile of serum GH levels from juvenile grass carp

3 讨论

生长激素 (GH) 与鱼类生长的密切关系已不容置疑, 但有关养殖鱼类, 特别是鲤科养殖鱼类存在有不同生长发育阶段体内 GH 水平的变化规律及其与鱼体长速的对应关系, 目前还未见报道。本文首次表明草鱼种体内 GH 水平存在明显的季节性变化, 在 4~5 月出现血清 GH

高峰值,相应地在6~8月鱼体生长速率明显高于其他季节,其中6月份鱼体日增重率达最高,滞后于血清GH峰值所出现的时间,从而揭示生长率的快速提高是以血清GH大量增加为先导的,这一结果与Marchant和Peter[1986]在金鱼上观察到的结果极为相似。至于血清GH峰值究竟应该比生长高峰先出现多长时间,尚有待进一步研究。

有关鱼类繁殖过程中血清GH水平的变化,目前尚少有报道。笔者首次发现草鱼亲鱼在最后成熟阶段、临催产前血清GH水平急剧升高,形成一个明显的GH峰值,产卵后则恢复正常。这与其他学者在其他鱼类上观察到的结果非常类似。Stacey等[1984]观察到*Catostomus commersoni*在排卵时血清GH水平升高;Sumpter等[1991]发现大马哈雄鱼在排精过程中血清GH水平出现高峰;而Yu等[1991]表明金鱼在自然排卵时血清GH水平急剧升高。所有这些结果都显示GH可能在鱼类最后成熟和排卵(排精)中起着重要作用。有关GH在鲤科养殖鱼类繁殖过程中的确切作用和机理有待今后进一步研究。

在哺乳类,血清GH水平呈现昼夜周期性变化。在银大马哈鱼,Eates等[1988]也观察到血清GH水平呈现日节律性变化,在夜间24:00出现一个GH高峰。而在金鱼, Marchant和Peter[1986]未发现血清GH存在昼夜周期性变化。本文通过3月9日和7月29日两次实验表明草鱼血清GH存在明显的昼夜变化节律,夜间GH水平一般高于白天,而在午夜24:00达到最高值。这与在哺乳类及银大马哈鱼上观察到的结果非常相似。至于草鱼血清GH昼夜变化的机理及其与鱼体长速的关系等则有待进一步研究。

本研究系国家自然科学基金资助项目,编号为39300102。

参 考 文 献

- 陈松林,邓文涛,刘宪亭等. 1995a. 草鱼垂体生长激素分离纯化及其抗体制备的研究. 动物学报, 41(3): 282~290.
- 陈松林,贺路,邓文涛等. 1995b. 草鱼生长激素单克隆抗体制备、鉴定及分离纯化的研究. 中国科协第二届青年学术年会论文集(农业科学分册). 北京:中国科学技术出版社, 533~537.
- Ball J N, Hawkins E F. 1976. Adrenocortical responses to hypophysectomy and adenohipophyseal hormones in the teleost, *Poecilia latipinna*. Gen Comp Endocrinol, 23: 59~70.
- Chen S L, Chen X L, Deng W T, et al. 1996. Development and validation of a noncompetitive enzyme-linked immunosorbent assay for the growth hormone of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). Acta Zoologica Sinica 42: 386~393.
- Clarke W C, Farmer S W, Hartwell K M. 1977. Effect of teleost pituitary growth hormones on growth of *Tilapia mossambicus* and on growth and sea water adaptation of sockeye salmon. Gen Comp Endocrinol, 33: 174~178.
- Donaldson E M, McBride J R. 1967. The effects of hypophysectomy in the rainbow trout, *Salmo gairdnerii*, with special reference to pituitary-interrnal axis. Gen Comp Endocrinol, 9: 93~101.
- Donaldson E M, Fagerlund U H M, Higgs D A, et al. 1979. Hormonal enhancement of growth. In: Hoar W S, Randall D J, Brett J R, eds. Fish physiology, Vol VIII. New York: Academic Press, 455~597.
- Eates D J. 1989. Daily variation in plasma growth hormone of juvenile coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Can J Zool, 67: 1246~1248.
- Kayes T. 1977. Effects of hypophysectomy and beef growth hormone replacement therapy, pituitary autotransplantation, and environmental salinity on growth in the black bullhead (*Ictalurus melas*). Gen Comp Endocrinol, 33: 381~386.
- Marchant T A, Peter R E. 1986. Seasonal variations in body growth rates and circulation levels of growth hormones in the goldfish, *Carassius auratus*. J Exp Zool, 237~239.

- Stacey N E, Marchant T A, Mackenzie D S, et al. 1984. Endocrine changes during natural spawning in the white sucker, *Catostomus commersoni*. Gen Comp Endocrinol, 56: 333 ~ 348.
- Sumpter J P, Lincoln R F, Bye V J, et al. 1991. Plasma growth hormone levels during sexual maturation in diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Gen Comp Endocrinol, 83: 103 ~ 110.
- Yu K L, Peng C, Peter R E. 1991. Changes in brain levels of gonadotropin-releasing hormones and serum levels of gonadotropin and growth hormones in goldfish during spawning. Can J Zool, 69: 182 ~ 188.

SEASONAL AND DAILY VARIATIONS IN SOMATIC GROWTH RATES AND SERUM LEVELS OF GROWTH HORMONE IN THE *CTENOPHARYGODON IDELLUS*

CHEN Song-Lin, CHEN Xi-Hua, MU Song, DENG Wen-Tao, XIA Sheng-Qin
(Yangtze River Fisheries Institute, CAFS, Jingsha 434000)

ABSTRACT The growth of juvenile grass carp (initial weight: 15 ~ 30 g/ind.) in different seasons was observed. The seasonal and daily variations of serum growth hormone of juvenile grass carp were measured using a sandwich ELISA system for cyprinid GH. There was a significant seasonal variation in growth rates of the juvenile grass carp, the highest growth rate was found in the fish sampled in June, whereas the lowest growth rate was found in the winter. Serum growth hormone (GH) levels also vary on a seasonal basis with the GH level in April, and the lowest levels in February, September and November. In breeding season, serum GH level in matured female grass carp markedly rised just before spawning induction and returned to normal after spawning. A reproducible daily rhythm in serum GH levels of the juvenile grass carp sampled in laboratory was present. The GH levels were generally higher at night than in the daytime, and a remarkable peak appeared at 24:00.

KEYWORDS *Ctenopharyngodon idellus*, Growth rate, Growth hormone, Seasonal variation, Daily variation