

饥饿对褐菖鲉消化道组织及肌肉营养成分的影响

江丽华 朱爱意* 苑淑宾

(浙江海洋学院 浙江省海洋养殖装备与工程重点实验室, 舟山 316000)

摘 要 在室内可控环境下对褐菖鲉进行了不同饥饿时间处理, 通过分析饥饿对褐菖鲉消化道指数及肌肉成分的变化情况, 研究了饥饿对褐菖鲉消化道指数及肌肉成分的影响。褐菖鲉在饥饿胁迫下, 随着饥饿时间的延长, 其肠道萎缩, 比肠长逐渐变小, 与对照组相比, 差异显著 ($P < 0.05$); 比肝重、比胃重、比幽门重指标均随着饥饿时间的延长而下降, 其中比肝重下降幅度最大, 饥饿 21d 的比肝重与对照组相比下降了 85.033%; 饥饿对褐菖鲉肌肉中水分、蛋白质、脂肪和灰分含量变化有显著影响, 蛋白质、脂肪含量皆显著下降 ($P < 0.05$), 水分含量显著增加 ($P < 0.05$), 而灰分含量变化不大, 差异并不显著 ($P < 0.05$)。

关键词 褐菖鲉 饥饿 消化道指数 肌肉成分

中图分类号 Q959.499 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2011)02-0022-05

Effects of starvation on the digestive organs and muscle composition of *Sebastes marmoratus*

JIANG Li-hua ZHU Ai-yi* YUAN Shu-bin

(Zhejiang Ocean University, Key Laboratory of Mariculture Equipments and Engineering Technology of Zhejiang Province, Zhoushan 316004)

ABSTRACT Experiments were conducted to study the effects of starvation (0, 3, 7, 14, and 21d) on the ratios of liver weight to body weight, stomach weight to body weight, pylorus weight to body weight, and intestine length to body length, and muscle composition in *Sebastes marmoratus* reared in culture water under indoor conditions. We observed that all of the digestive organs atrophied and all the ratios decreased during the starvation period. The ratio of intestine length to body length decreased gradually and showed a significant difference compared to the control group ($P < 0.05$). The ratio of liver weight to body weight decreased most dramatically ($P < 0.01$), showing a decrease of 85.033% at 21d compared to the control group. At the meantime, starvation resulted in the increase of water and ash contents, and the decrease of the protein and fat contents.

KEY WORDS *Sebastes marmoratus* Starvation Digestive tract index
Muscle composition

国家海洋局海洋公益性行业科研专项(202005013)资助

* 通讯作者。E-mail: zay008@163.com, Tel: (0580)2556480

收稿日期: 2010-07-02; 接受日期: 2010-09-09

作者简介: 江丽华(1982-), 女, 硕士研究生, 主要从事鱼类养殖生理生态方面的研究。E-mail: florencejiang@126.com, Tel: 13575611605

褐菖鲉 *Sebastes marmoratus* 分布于我国的南海、东海、黄、渤海及日本、韩国等北太平洋西部沿岸, 卵胎生, 体内受精, 定居性岛礁鱼类, 放流回捕率高, 肉质细嫩、味道鲜美、经济价值高, 是海洋牧场业、垂钓休闲旅游业的最佳品种之一(吴莹莹等 2006)。目前国内外对褐菖鲉已开展了较为广泛的研究, 但对饥饿胁迫下的消化生理及生化组分的研究尚未涉及。由于鱼类经常面临食物分布不均、季节更替或环境变化造成食物的缺乏, 从而受到饥饿胁迫; 在暂养及活体运输过程中, 为了提高成活率, 鱼类也经常受到人为的饥饿胁迫, 因此了解饥饿对褐菖鲉生理的影响, 具有重要的意义。本文探讨了饥饿对褐菖鲉消化道及肌肉成分的影响, 旨在进一步为该鱼在营养学、生物化学、生理学等方面的研究提供相关资料。

1 材料与方 法

1.1 养殖设计

褐菖鲉于 2009 年 10 月 29 日购自浙江省舟山市南珍鲜活菜市场。暂养在 60cm×30cm×25cm 的可控生态水槽内(具有冷热控温、水体过滤、杀菌、充氧等装置), 海水为经暗处理、沉淀、砂滤后的天然海水, 盐度 27.0±0.5, pH 7.9±0.5, 溶解氧 6~8mg/L, 温度 18±0.5℃, 每天 18:00 左右投喂适量冰冻小杂鱼, 其中投饵量以略有剩余为准, 驯养时间 20d, 以适应环境; 挑选规格较一致、平均体重 45~52g、全长 13.0~14.5cm、体表无伤、体色正常的鱼进行实验。

实验设置饥饿 0、1、3、7、14、21d 6 个组, 其中 0d 为正常投喂对照组, 每组放养实验鱼 20 尾。实验用水及其过程中的管理方法同驯养期, 分别在饥饿后的 0、1、3、7、14、21d 随机取样测试, 每组每次取实验鱼 6 尾, 对照组同步取样。

1.2 肌肉及消化组织的提取

将实验鱼击昏后, 擦干鱼体表面水分, 称重并测定全长, 除去表皮与鱼骨, 在低温条件下(冰盘中)取肌肉, 同时迅速取出肝脏、胃、幽门和肠, 用脱脂棉球轻轻擦干并称重。粗蛋白用凯氏定氮法(GB/T6432-1994)测定, 粗脂肪用索氏抽提法(GB/T6433-1994)测定, 灰分用马福炉灼烧法(GB/T6438-1994)测定, 水分用 105℃ 恒温烘干失重法(GB/T6435-1986)测定。

2 结 果

2.1 饥饿对褐菖鲉消化道组织的影响

饥饿对褐菖鲉消化器官的影响见表 1, 比肝重、比胃重、比幽门重和比肠长 4 项指标随着饥饿时间的延长均呈下降趋势, 差异显著($P<0.05$)。与对照组相比, 饥饿 1、3、7、14d, 比肝重分别下降 20.505%、20.692%、32.891%、69.378%; 饥饿 21d, 比肝重下降 85.033%; 其中, 饥饿 14、21d, 比肝重变化极显著($P<0.01$)。与对照组相比, 比胃重在饥饿 1d 后, 下降 37.237%, 随后下降速度幅度变慢, 无显著差异($P=0.073$)。

比幽门重随着饥饿时间的延长总体呈下降趋势。对照组比肠长为 68.010%, 和对照组比较, 饥饿 1d 后, 比肠长为 67.377%, 下降 0.354%; 饥饿 7d 后, 下降 7.532%; 饥饿 14d 后, 下降 23.068%; 饥饿 21d 后下降 28.946%。

2.2 饥饿对褐菖鲉粗蛋白含量的影响

褐菖鲉肌肉中蛋白质含量在饥饿 1、3d 后均有下降趋势, 与对照组相比, 分别下降了 1.012% 及 2.885%, 差异显著($P<0.05$) (图 1)。随着饥饿时间的延长, 肌肉中蛋白质含量明显下降, 饥饿 7d 后, 蛋白质含量与对照组相比, 下降了 12.446%, 差异显著($P<0.05$)。饥饿 21d 组的蛋白质含量由对照组的 18.150% 降低至 13.301%, 与对照组相比, 差异显著($P<0.05$)。

表1 饥饿对褐菖鲉比肝重、比胃重、比幽门重、比肠长的影响

Table 1 Effects of starvation on the ratios of liver weight, stomach weight, and pylorus weight to body weight, and the ratio of intestine length/body length of *S. marmoratus* (% , n=12)

| 饥饿时间 Starvation period (d) | 比肝重 Liver weight/body weight ratio | 比胃重 Stomach weight/body weight ratio | 比幽门重 Pylorus weight/body weight ratio | 比肠长 Intestine length/body length ratio |
|----------------------------------|--|--|---|--|
| 0 | 3.103±0.127 ^a | 1.629±0.375 ^a | 0.659±0.028 ^a | 68.010±1.437 ^a |
| 1 | 2.575±0.254 ^b | 1.187±0.643 ^b | 0.643±0.017 ^a | 67.377±3.486 ^b |
| 3 | 2.571±0.182 ^b | 1.167±0.290 ^c | 0.612±0.039 ^b | 64.357±2.678 ^c |
| 7 | 2.335±0.159 ^c | 1.156±0.392 ^d | 0.579±0.010 ^c | 63.246±2.027 ^d |
| 14 | 1.832±0.1451 ^d | 1.123±0.194 ^e | 0.428±0.036 ^d | 55.262±1.439 ^e |
| 21 | 1.677±0.127 ^d | 1.092±0.306 ^f | 0.395±0.029 ^e | 52.743±1.915 ^f |

注:同一列上标字母不同,表示差异极显著($P<0.01$)

Note: Different superscripts mean significant difference ($P<0.01$)

2.3 饥饿对褐菖鲉粗脂肪的影响

褐菖鲉肌肉中脂肪含量随饥饿时间延长呈下降趋势。与对照组(0d)相比,饥饿1d的褐菖鲉肌肉中脂肪含量差异不显著($P>0.05$),仅下降了0.545%;饥饿3d的褐菖鲉肌肉脂肪含量迅速下降,由对照组的3.687%降低至2.648%,降幅达38.481%,差异显著($P<0.05$);随着饥饿时间的延长,褐菖鲉肌肉的脂肪含量继续呈下降趋势,但下降幅度缓慢,差异并不显著($P>0.05$)(图2)。

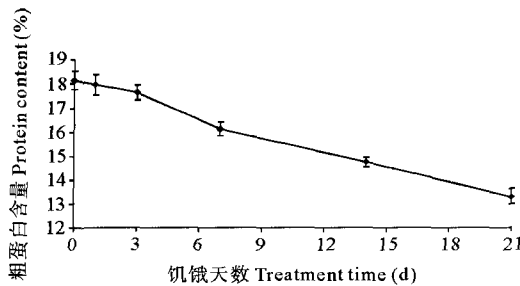


图1 饥饿对褐菖鲉粗蛋白含量的影响

Fig. 1 Effect of starvation on protein content of *S. marmoratus*

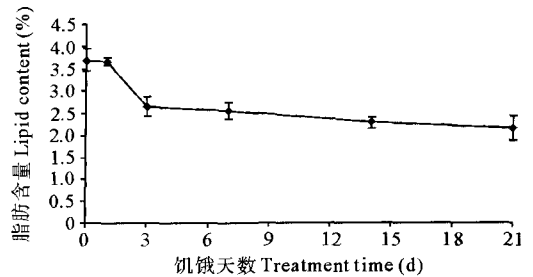


图2 饥饿对褐菖鲉脂肪含量的影响

Fig. 2 Effect of starvation on lipid content of *S. marmoratus*

2.4 饥饿对褐菖鲉灰分的影响

如图3所示,在饥饿过程中,褐菖鲉肌肉中的灰分含量总体呈升高趋势,由1.009%升至1.671%。饥饿1~3d,灰分含量缓慢上升;随着饥饿时间的延长,各饥饿组(7、14、21d)与对照组(0d)相比,差异显著($P<0.05$)。

2.5 饥饿对褐菖鲉水分的影响

褐菖鲉肌肉水分含量随着饥饿时间延长而升高。饥饿1~7d后,肌肉中水分含量缓慢上升;饥饿7d后,由初始的76.774%上升至76.912%;此后,水分含量大幅度上升,变化显著($P<0.05$);饥饿14、21d组肌肉中水分含量上升至78.338%和78.645%,与对照组相比,饥饿后各组肌肉的水分含量差异显著($P<0.05$)。

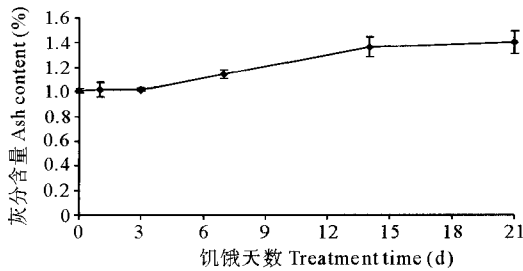


图3 饥饿对褐菖鲉灰分含量的影响

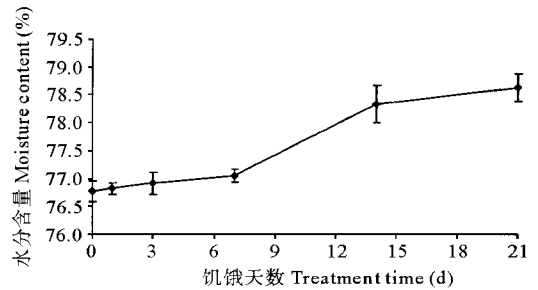
Fig. 3 Effect of starvation on ash content of *S. marmoratus*

图4 饥饿对褐菖鲉水分含量的影响

Fig. 4 Effect of starvation on water content of *S. marmoratus*

3 讨论

3.1 饥饿对褐菖鲉消化道组织的影响

Harder 调查了 46 种硬骨鱼类比肠长,其中草食性的草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*、鲢鱼 *Hypophthalmichthys molitrix* 和鲤鱼 *Cyprinus carpio* 的比肠长分别为 2.550、3.800 和 2.460,肉食性鱼类鲮鱼的比肠长为 0.607~0.695,飞鱼的比肠长为 0.51~0.659(曾端等 1998)。一般情况下,肉食性鱼类的肠较短,约为体长的 1/3~3/4,草食性鱼类的肠较长,可达体长的 2~5 倍,甚至达 15 倍(尾崎久雄 1985)。褐菖鲉的比肠长为 0.680 ± 1.437 ,是一种典型的肉食性鱼类。

褐菖鲉在饥饿胁迫下,随着饥饿时间的延长,其肠道萎缩,比肠长逐渐变小,与对照组相比,差异显著($P < 0.05$);比肝重、比胃重、比幽门重指标均随着饥饿时间的延长而下降,其中肝比重下降幅度最大,饥饿 21d 后,比肝重由 3.103% 下降到 1.677%。李霞等(2002)、姜志强等(2002)对饥饿 15d 的美国红鱼 *Sciaenops ocellatus* 的消化道组织学研究时发现,饥饿 10、15d 的鱼胃壁变薄,幽门盲囊变小,肠管收缩,呈透明状;肝胰腺萎缩。Millot 观察到,皱鳃鲨 *Chlamydoselachus angineus* 在摄饵不充分的情况下,其比肝重值为 0.0238,肝脏脂肪含量完全消失。虹鳟在饥饿 20d 后比肝重由 6.940% 减少到 3.920%(Ehrlich *et al.* 1976),这与本实验研究结果基本一致。

肝脏作为消化器官,具有重要的代谢功能,同时又是营养贮藏所,积蓄大量脂肪。在饥饿过程中,往往先动用肝脏脂肪作为能量,从而导致肝脏脂肪减少甚至消失(Bisal *et al.* 1995)。褐菖鲉肝比重在饥饿的情况下迅速减少,说明在饥饿胁迫下,肝脏内积累的脂肪等营养物质被迅速消耗。

3.2 饥饿对褐菖鲉肌肉成分的影响

饥饿或食物不足时,动物体消耗自身贮存的能量以维持生命活动。不同鱼类在饥饿状态下能源物质的贮存和利用有一定差异,大多水产动物的主要贮能物质为脂肪和糖原。草鱼饥饿时能较好地利用糖类作为能源物质(邓利等 1999);姜志强等(2002)对美国红鱼及郑曙明等(2003)对虎鲨 *Panaceas polyuranodon* 的研究表明,美国红鱼及虎鲨在饥饿胁迫下先利用脂肪后利用蛋白质作为代谢能源;但也有研究者发现有一些鱼类饥饿后的蛋白质含量无明显变化(邓利等 1999)。本实验结果显示,饥饿对褐菖鲉肌肉中水分、蛋白质、脂肪和灰分含量变化有显著影响,蛋白质、脂肪含量皆显著下降($P < 0.05$),水分含量显著增加($P < 0.05$),而灰分含量变化不大。饥饿 1d 后,蛋白质含量下降了 1.012%,饥饿 3d 后,蛋白质含量下降了 2.885%,呈平缓下降趋势;饥饿 7d 时,蛋白质下降了 12.446% ($P < 0.05$)。脂肪含量亦随着饥饿时间的延长而下降,与对照组(0d)相比,饥饿 1d 的褐菖鲉肌肉中脂肪含量差异不显著($P > 0.05$),仅下降了 0.545%;饥饿 3d 的褐菖鲉肌肉脂肪含量迅速下降,由对照组的 3.687% 降低至 2.648%,降幅达 38.481%,差异显著($P < 0.05$);随着饥饿时间的延长,褐菖鲉肌肉的脂肪含量继续呈下降趋势,但下降幅度缓慢,差异并不显著($P > 0.05$)。这说明褐菖

鲈在饥饿初期,蛋白质使用量微小,而脂肪物质被首先利用;褐菖鲈饥饿7d时,褐菖鲈蛋白质含量显著下降($P < 0.05$),脂肪含量无明显变化,灰分、水分含量逐渐增长,这表明随着饥饿时间的延长,褐菖鲈的脂肪物质已近乎消耗殆尽,灰分、水分含量相应减少,鱼体重总体呈下降趋势;此时蛋白质才作为主要物质提供能量,因此在饥饿7d时,蛋白质含量迅速降低,与对照组差异显著($P < 0.05$)。这一结果与作者对褐菖鲈经历不同饥饿时间后的代谢水平实验结果也比较一致(饥饿对褐菖鲈代谢水平的影响,待发表)。另外,褐菖鲈饥饿期间,蛋白质、脂肪含量下降的同时,灰分及水分的含量逐渐升高。这是由于鱼体通过分解自身的储能物质提供能量,机体有机物含量的相对减少,水分和无机物质含量相对增加,导致水分和灰分呈上升趋势。一般来说,鱼类首先动用的是贮存在组织中的物质,后利用重要器官和运动系统中的结构物质,这与宋昭彬等(2002)对南方鲈 *Silurus meridionalis*、伍代勇等(2006)对异育银鲫 *Carassius auratus* Gibelio 的报道一致。

参 考 文 献

- 吴莹莹,柳学周,马爱军,徐永江,王清印. 2006. 饥饿对半滑舌鲷仔鱼生长和发育的影响. 海洋水产研究, 27(2): 87~93
- 王吉桥,毛连菊,姜静颖,于海滨. 1993. 鲤、鲢、鳙、草鱼苗和鱼种饥饿致死时间的研究. 大连水产学院学报, 8(2): 58~65
- 邓利,张波,谢小军. 1999. 南方鲈继饥饿后的恢复生长. 水生生物学报, 23(2): 167~173
- 李霞,姜志强,谭晓珍,贾泽梅. 2002. 饥饿和再投喂对美国红鱼消化器官组织学的影响. 中国水产科学, 9(3): 211~214
- 伍代勇,叶元土,丁小峰,蒋蓉. 2006. 饥饿对异育银鲫主要器官组织游离氨基酸含量和生化组成的影响. 饲料工业, 27(2): 30~33
- 沈文英,张利红,郑永萍,周刘琴,郑建平. 2003. 饥饿对银鲫血液组分和卵巢发育的影响. 动物学研究, 24(6): 441~444
- 沈文英,林浩然,张为民. 1999. 饥饿和再投喂对草鱼鱼种生物化学组成的影响. 动物学报, 45(4): 404~412
- 宋昭彬,何学福. 2000. 饥饿对南方鲈仔稚鱼消化系统的形态和组织学影响. 水生生物学报, 24(2): 155~160
- 杜庆红,陈栩,朱长寿,林永德. 2004. 饥饿与投喂方式对养殖大海马生存和生长的影响. 海洋水产研究, 25(4): 51~56
- 尾崎久雄. 1985. 鱼类消化生理. 上海:上海科学技术出版社(上), 158~160
- 郑曙明,王燕妮,聂迎霞,叶坤芬. 2003. 虎鲨饥饿后的补偿生长及淀粉酶活性研究. 华中农业大学学报, 22(5): 483~487
- 姜志强,贾泽梅,韩延波. 2002. 美国红鱼继饥饿后的补偿生长及其机制. 水产学报, 26(1): 67~72
- 徐永江,蔡文超,柳学周. 2007. 饥饿对漠斑牙鲆前期仔鱼生长发育的影响. 海洋水产研究, 28(6): 51~55
- 钱云霞,陈惠群,孙江飞. 2002. 饥饿对养殖鲈鱼血液生理生化指标的影响. 中国水产科学, 9(2): 133~137
- 谢小军,邓利,张波. 1998. 饥饿对鱼类生理生态学影响的研究进展. 水生生物学报, 22(2): 181~187
- 曾端,叶元土. 1998. 鱼类食性与消化系统结构的研究. 西南农业大学学报, 20(4): 361~364
- Ehrlich, K. F., Blaxter, J. H. S., and Pemberton, R. 1976. Morphological and histological changes during growth and starvation of Herring and Plaice larvae. Mar Biol. 35: 105~108
- Bisal, G. A., and Bengtson, D. A. 1995. Description of starving condition in summer flounder *paralichthys dentatus* early history stage. Fishery Bulletin, 93: 217~230