

ISSN 1004-7271

CODEN SHXUEJ

上海水产大学学报

JOURNAL OF SHANGHAI FISHERIES UNIVERSITY

第7卷

Vol. 7

第1期

No. 1

1998



SHANGHAI SHUICHAN DAXUE XUEBAO

ISSN 1004-7271



上海水产大学学报

1998年 第7卷 第1期

目 次

- 温度、盐度对花鲈能量收支的影响 戴祥庆、肖 雨、董 娟、刘 红、汲长海(1)
- 青岛近海小鳞鲷群体生物学的研究 林龙山(8)
- 用计算机进行绿鳍马面鲈资源评估和产量预报 陈卫忠、郑元甲、李长松(13)
- 广东鲂全人工繁殖的研究
..... 庞世勋、谢 刚、许淑英、叶 星、苏植逢、潘德博、祁宝伦、林 郎(19)
- 甲醛对中华绒螯蟹各期溞状幼体及隐藻的急性毒性 沈和定、蒋宏雷(25)
- 草鱼胆汁酸与细菌生长试验 刘玉芳、欧 杰(33)
- 硫酸软骨素的开发及生产工艺控制 李 南(38)
- 精度验收的五圆方案 任明荣、徐竹梅(44)

综 述

- 海洋饥饿仔鱼营养状况的研究 鲍宝龙、苏锦祥(51)
- 试谈英语习语中修辞格的运用 赵大昌(59)

研究简报

- 大鳞副泥鳅卵子壳膜结构与授精过程的扫描电镜观察 姚纪花、周平凡(65)
- 饲料中蛋白质、脂肪、碳水化合物对鲤消化酶的影响 邹师哲、王义强、张家国(69)
- 鳖嗜水气单胞菌疫苗的试制 孙玉华(75)
- 关于上海水产(集团)总公司建立现代企业制度的探讨 骆 乐(79)

校苑论坛

- 论科学发展不平衡性规律的现实意义 林雅年(83)
- 母语迁移与外语学习 顾士才(89)

信 息

- 第三届世界华人鱼虾营养学术研讨会(第三次通知) (7)
- 上海水产大学 1997 年度科研成果奖项目 (24)

温度、盐度对花鲈能量收支的影响

戴祥庆 肖雨 董娟

刘红 汲长海

(上海市水产研究所, 200433)

(农业部水产增养殖生态生理重点开放实验室,
上海水产大学, 200090)

摘要 本试验采用鱼类生物能量学的方法,对花鲈个体水平上的能量转换进行了研究。提出了不同温度、不同盐度条件下花鲈能量收支的实验方程。结果表明:盐度对大规格花鲈鱼种能量收支各组分的影响大于温度;花鲈夏花鱼种和大规格鱼种分别在盐度5和10时能获得最佳能量分配模式;温度对大规格花鲈鱼种的能量收支各组分的分配比例影响不大,在水温 $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 范围内,其平均能量收支式为: $100C=1.773F+1.135U+40.317G+56.775R_{\text{总}}$;不同规格的花鲈其能量分配模式有明显的不同,鱼种规格越小,其代谢能占的比例越高,生长能的比例越低。

关键词 花鲈,温度,盐度,能量收支,能量转换,能量分配模式

中图分类号 Q493.8; S917.4

花鲈(*Lateolabrax japonicus*)隶属硬骨鱼纲、鲈形目、鲈科、常鲈亚科、花鲈属。为暖温性种类,在我国南海、东海、黄渤海广泛分布。近年来,由于自然资源逐步减少,供需矛盾日趋加剧,因此各地纷起试养。但花鲈是典型的肉食性鱼类,传统的“家鱼”养殖工艺和管理技术对养殖鲈鱼并不适合。鱼类生物能量学是现代渔业生态学研究中新领域,Warren和Davis[1967]提出了鱼类生物能量学的基本方程: $C=F+U+G+R$,即摄食能(C)等于排出粪便能(F)、排泄能(U)、生长能(G)和代谢能(R)的总和。由于它的生长能量利用率直接反映了养殖工艺的合理与否,能直接表明养殖技术水平的高低,其研究结果对于改革鲈鱼养殖生产工艺和调整管理技术能提供有用的技术参数。

本试验对花鲈鱼种在不同温度、盐度环境下,其能量收支模型和能量利用效率作了初步的研究。

1 材料与方 法

试验于1994~1995年在上海水产大学水产增养殖生态生理实验室进行。

1.1 实验鱼

实验鱼均捕自秦皇岛自然海区。1994、1995年分别进行经淡化的夏花鱼种(1.5~6克/尾)和经池塘养殖的当年大规格鱼种(100~230克/尾)试验。

1.2 实验设计

温度实验设15℃、20℃、25℃、和30℃四个梯度组,盐度实验设0、5、10、15四个梯度组。每个实验梯度均设三个平行实验。

1.3 实验步骤

实验分两步:先进行生长试验,即按设计要求,在各温度和盐度环境下驯养稳定后进行两周左右的饲养,然后在供以恒速水流的呼吸室中进行连续48小时的代谢强度和排氮率的测定。

根据鱼体大小,分别采用有效水体30升和57升的钾玻璃水族箱进行生长试验。每箱放一尾试验鱼。箱内设充气增氧装置。箱外用铝箔或布遮挡,以免外界干扰。实验室采用自然光照和自然光周期。

1.4 能量收支各组分的测定

1.4.1 摄食能

试验期间投喂草鱼去骨肉块,投饵量与残饵量之差即为摄食量。用日本岛津CA-3型自动氧弹式热量计测定饲料的热值,以摄食能=摄入饲料的干重(g)×饲料热值(J/g)计算出每天的摄食能。

1.4.2 排粪能

虹吸法收集实验期间花鲈的所有粪便,用日本AP-220ZN型空气泵将粪便抽滤在孔径为0.45μm的混合纤维酯微孔滤膜上,放入65℃烘箱烘干至恒重,用上述氧弹式热量计测定粪便热值,以排粪能=排粪量(g)×粪便热值(J/g),计算出实验期间的总排粪能。

1.4.3 排泄能

鱼类蛋白质代谢的终产物是以氮排泄物的形式排出体外。在大多数情况下,氮是最主要的排泄物[王利安等 1992年中译本,崔奕波 1989]。我们通过测定花鲈摄食后48小时的排氮率,并按氮氮的能值为24.83 J/mg-N,确定其排泄耗能。

1.4.4 代谢能

通过测定花鲈的耗氧率来测算鱼的代谢率,再以氧的能值13.54 J/mg-O²,计算代谢耗能[崔奕波 1989]。

1.4.5 生长能

花鲈生长能的测定采用直接法,即用氧弹式热量计测定与实验鱼相似规格、相同条件饲养的花鲈的热值,生长能=实验鱼的净增重×实验鱼的热值。

2 结果与讨论

2.1 实验方程

根据花鲈摄食后能量收支各组分的实验测定值,我们得到了不同温度和不同盐度下花鲈鱼种能量收支各组分的比例,即实验方程:摄食能(C)=排出粪便能(F)+排泄能(U)+生长能(G)+代谢能(R_总),从表1中可以看出,花鲈对实验饵料(草鱼去骨肉块)的吸收率(C-F)在

89.34%~98.79%之间,这与 Pandian 和 Vivekanandan[1985]及 Cui[1987]研究的“肉食性鱼类的吸收率在70%~98%之间”的结果相符。花鲈的排尿耗能很低,仅占摄入能的1.5%以下;而代谢能和生长能则是其能量支出中的两个主要部分,约占90%以上。这表明花鲈是高代谢型和快速生长的鱼类。

2.2 盐度对花鲈能量收支各组分的影响

2.2.1 盐度对花鲈吸收率组分的影响

花鲈在夏花阶段很明显是海水组的吸收率(C-F)大于淡水组。这表明花鲈夏花鱼种在适当盐度的海水中生活比在淡水中更有利。经过几个月的淡水养殖后,15‰以下盐度对体重100克以上的大规格鱼种饲料吸收率的影响就不太明显,海水组的吸收率仅仅是略高于淡水组。这说明花鲈经驯养后也能逐步适应淡水环境。

表1 不同温度和不同盐度下的花鲈鱼种能量收支

Tab. 1 Energy budgets of *L. japonicus* fingerlings at different temperatures and salinities

| 组 别 | 能量收支各组分比例(%) | | | | | |
|-----|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 摄入能 C= | 排粪能 F+ | 排泄能 U+ | 生长能 G+ | 代谢能 R | |
| 温度 | 15℃ | 100C | 0.95F | 1.40U | 39.77G | 57.88R |
| | 20℃ | 100C | 2.66F | 0.54U | 40.43G | 56.37R |
| | 25℃ | 100C | 2.22F | 1.52U | 38.57G | 57.69R |
| | 30℃ | 100C | 1.26F | 1.08U | 42.50G | 55.16R |
| 夏花 | 25℃ | 100C | 10.65F | 0.78U | 25.71G | 62.85R |
| | * 30℃ | 100C | 5.75F | 0.35U | 7.32G | 86.58R |
| | **30℃ | 100C | 2.64F | 0.60U | 21.90G | 74.86R |
| 盐度 | S=0 | 100C | 2.22F | 1.52U | 38.57G | 57.69R |
| | S=5 | 100C | 1.03F | 0.52U | 53.91G | 44.54R |
| | S=10 | 100C | 1.07F | 0.38U | 65.46G | 33.09R |
| | S=15 | 100C | 1.53F | 0.30U | 57.38G | 40.79R |
| 夏花 | S=0 | 100C | 10.66F | 0.78U | 25.71G | 62.85R |
| | S=5 | 100C | 1.90F | 0.79U | 39.51G | 57.80R |
| | S=10 | 100C | 1.78F | 0.53U | 11.84G | 85.85R |

注: * 为体重1.5~2.0 g 的夏花; ** 为体重5.95~6.42g 的夏花。

2.2.2 盐度对排泄能组分的影响

盐度对花鲈排泄能组分的影响不是很大,因为花鲈的排氨耗能很低,仅占摄入能的1.5%以下。相比之下,夏花阶段在盐度5时排泄耗能较高一些,而大规格鱼种在淡水时排泄能较高,随着盐度的升高,排泄能占的比例逐渐减少。鱼类的排氨主要是蛋白质代谢中氨基酸脱氨作用而产生的,而环境盐度对该过程的作用机制还有待今后的进一步研究。

2.2.3 盐度对代谢耗能组分的影响

这里所说的代谢耗能是指花鲈摄食后活动代谢、基础代谢及食物特殊动力作用所产热的

总和。夏花鱼种的代谢耗能在各盐度组的能量支出中均占了绝大部分(50%以上)。相对而言,盐度5组的代谢耗能占摄入能的比例最低,为57.80%,其次为淡水组,为62.85%;盐度10组最高,达85.85%。大规格鱼种在0、5、10、15四个盐度组中,代谢耗能最低的是盐度10组,占摄入能的33.09%;其次为15组,为40.79%;再次为5组,为44.54%;代谢耗能最高的是盐度为0组,为摄入能的57.69%。不同盐度所造成的代谢耗能差异可占摄入能的4%~28%,由此可见盐度对花鲈鱼种总代谢耗能的影响是很大的。

2.2.4 盐度对生长能组分的影响

无论夏花鱼种还是大规格鱼种,盐度对生长能组分的影响同样很大,因为生长能是花鲈能量支出中的另一较大的部分,在实验方程中与代谢耗能呈互补关系,因此盐度对其影响结果刚好与代谢相反,即夏花阶段在5盐度时,生长能占的比例最高,代谢能最低;大规格花鲈鱼种在10盐度时生长能比例最高,代谢能最低。从能量合理利用的角度来看,这两种规格的花鲈鱼种分别在5和10盐度下,能得到最佳能量分配模式。

2.2.5 盐度对花鲈代谢和生长的综合影响

基础代谢是鱼类总代谢中的一部分,它是指鱼类在饥饿、静止时的代谢率。盐度对鱼类基础代谢的影响,通常认为是由于环境与体液的渗透压差异造成鱼的调节耗能的变化所致。因为在非等渗环境下,鱼类必需对环境盐度作出反应。体液与环境盐度之间的渗透压力越大,鱼类用于调节体液平衡所消耗的能量也越多。按照渗透压调节原理,鱼类在等渗点时,渗透压力最小,因盐度差而额外付出的代谢能最少,用于生长及其它生理过程的转换效率最高。

不同发育阶段的鱼可能有不同的等渗点,经测定,不同规格的花鲈随着个体的生长,体内的含水量逐步减少,即干湿比逐渐增大(表2),其体液浓度和等渗点也会因此而发生变化,从而导致基础代谢强度的差异和总代谢强度的差异。

表2 不同规格的花鲈鱼体干湿比

Tab. 2 Ratio of wet to dry of different

L. japonicus body sizes

| 花鲈体重 (g) | 1.48 | 9.83 | 174.00 | 192.37 | 268.60 |
|-------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 干湿比(%) | 19.60 | 23.62 | 29.30 | 30.53 | 31.17 |

必须指出的是,在等渗环境下,鱼类因额外支出的能量最少,从而使其基础代谢率降低,但这并不意味着当鱼类处于基础代谢强度最低时,就是处于等渗点或最佳环境。众多研究表明:当鱼处于极端或不适环境时(如pH、盐度过低或过高;水温、溶氧过低等),往往也会造成鱼类基础代谢强度的下降。而这种基础代谢率过低的鱼,由于其生命活动处于很不活跃状态,各种生理代谢及生长也不会旺盛。当然,基础代谢率过高肯定会抑制生长。因为鱼类的代谢范围有一定的限度,在正常的生存过程中,代谢率总是在基础代谢和最大需氧代谢率之间,而两者之间的差就是该鱼完成其它必要的生理活动的代谢范围。因此,从事鱼类生物能量学研究的最终目的就是要寻找出代谢与生长的最佳平衡点。

2.3 温度对花鲈鱼种能量收支各组分的影响

2.3.1 温度对吸收率组分的影响

15℃~30℃范围内的温度对体重100~230g的花鲈鱼种的吸收率(C-F)无明显的影响,各温度组的吸收率均占摄入能的97%以上。不同温度对体重1.3~2.5g的夏花鱼种的吸收率影响稍大,30℃时的吸收率(94.25%)比25℃时(89.35%)要高约5%左右。说明鱼体越小,其消化吸收率对温度的反应越敏感。

2.3.2 温度对排泄能组分的影响

花鲈的排泄耗能很少,仅占摄入能的1.52%以下,各温度组花鲈排泄耗能组分无明显差异,换言之,排氮率不受温度的控制和影响。

2.3.3 温度对代谢能组分的影响

从能量收支实验方程中看,温度对较大规格花鲈的总代谢耗能占摄入能的比例无明显的影 响,在水温15℃~30℃范围内,大规格花鲈总代谢能占摄入能的比例在55.16%~57.88%之间。总代谢能(R)占同化能(C-F-U)的比例为50.48%~59.93%,与杂食性的鲤相似[邱德依和秦克静 1995]。而一般肉食性鱼类的代谢能为摄入能的44%左右,因此花鲈在肉食性鱼类中属于高代谢强度型。但是与草食性的草鱼相比,它又属于低代谢型的,草鱼的代谢能占同化能的78.79%[崔奕波等 1995]。

同其它脊椎动物一样,鱼类在适温范围内其代谢强度与温度呈正相关,我们的试验结果也证实了这一点,花鲈大规格鱼种随着水温的升高,其代谢强度也不断增强,但同时,花鲈的摄食强度也是随温度的升高而增大(表3)。很显然,花鲈在水温升高的情况下是通过增加其摄入能来补偿其高的代谢支出,从而保持了代谢能占摄入能比例的相对平衡。

对于体重较小的夏花鱼种来讲,其对温度的适应能力远远不如大规格鱼种。当水温由25℃升至30℃时,基础代谢强度由64.99 J/d.g 增至221.98 J/d.g,而摄食强度并未相应增加,因此其代谢耗能占摄入能的比例由62.85%急剧上升到86.58%。由于考虑环境条件对鱼类能量收支的影响在实践中的应用时,应以减少代谢耗能为着重点[施正峰等 1994],很显然25℃水温比30℃更有利于夏花鱼种提高食物的转换效率。

2.3.4 温度对生长能组分的影响

温度对大规格花鲈的生长能占摄食能的比例同样也无明显影响,在15℃~30℃温度范围内,生长能占的比例在38.57%~42.50%之间,差异不显著。

虽然鱼类的生长率在适温范围内是随着温度升高而增加,但这一增加应是由于摄食量的增加引起的。正如高温时的高代谢率可通过高摄食强度来弥补一样,只要食物不受限制,高温下同样能获得高的生长率,而能量转换效率不变。但是夏花鱼种则不然,当温度由25℃升到30℃时,由于摄食强度未相应增加,而代谢耗能却急剧上升,导致生长能的明显下降。

2.3.5 花鲈鱼种在淡水中的能量收支模型

由于在不同温度下(15℃~30℃),大规格鱼种的食物能分配于能量支出各组分 的比例无明显差异,故可计算花鲈大规格鱼种在淡水适温范围内的平均能量收支式:

$$100C = 1.773F + 1.135U + 40.317G + 56.775R。$$

根据我们的试验结果及其它文献中的一些间接证据,我们倾向于鱼类在最大摄食水平能量分配模式恒定的假说,即在水温不是处于极端水平,摄食不受限制时,食物能分配于能量收支各组分 的比例不受温度影响。对南方鲂[谢小军和孙儒泳 1992]、真鲷[崔奕波和吴 登 1990]、草鱼[崔奕波等 1995]等的能量收支的研究均为这一假说提供了证据。

表3 不同温度下花鲈代谢强度与摄食强度的变化

Tab. 3 Change in metabolic intensity and feeding intensity of *L. japonicus* at different temperatures

| 温度℃ | 15 | 20 | 25 | 30 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 代谢强度 J/d.g | 40.75 | 43.61 | 53.10 | 73.26 |
| 摄食强度 % (W_i/W_b)×100 | 1.31 | 2.19 | 2.35 | 3.49 |

2.4 花鲈个体大小对能量收支各组分的影响

从能量收支实验方程看,鱼体的内在因素——个体大小对能量收支各组分的影响比盐度,温度的影响要明显得多。在同样温度和盐度条件下,幼鱼的吸收率比大鱼低,代谢耗能比大鱼高,而生长能占的比例就比大鱼少得多。

在食物不受限制,同样30℃条件下,体重1.5~2.0克时,花鲈对饲料的吸收率为94.25%;体重5.9~6.4克时,吸收率为97.36%。当体重为100~150克时,吸收率达98.74%。动物对食物的消化吸收率的高低,反映了动物对这种食物的适应[施正峰等 1994],显然,花鲈随个体的生长,摄食和消化器官功能逐渐完善,具有对动物饲料的吸收率逐渐增大的趋势。不同大小的花鲈对食物(鱼肉)的吸收率变化进一步证明花鲈是一种生长性能良好的典型的肉食性鱼类。

参 考 文 献

- 邱德依,秦克静. 1995. 盐度对鲤能量收支的影响. 水产学报. 19(1):35~41.
- 王安利等译. 1992. 鱼类能量学新观点. 235. 天津科技翻译出版公司.
- 施正峰,梅志平,罗其智. 1994. 日本沼虾能量收支及能量利用效率的初步研究. 水产学报. 18(3):191~197.
- 谢小军,孙儒泳. 1992. 南方鲇的日总代谢和特殊动力作用的能量消耗. 水生生物学报. 16(3):200~207.
- 崔奕波. 1989. 鱼类生物能量学的理论与方法. 水生生物学报. 13(4):369~383.
- 崔奕波, R J 吴 登. 1990. 真鲷的能量收支各组分与摄食量、体重及温度的关系. 水生生物学报. 14(3):193~204.
- 崔奕波,陈少莲,王少梅. 1995. 温度对草鱼能量收支的影响. 海洋与湖沼. 26(1):169~173.
- Cui Y. 1987. Bioenergetics and growth of a teleost *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae). Ph. D. thesis, University of Wales, Aberystwyth.
- Pandian T J, Vivekandan E. 1985. Energetics of feeding and digestion. In Fish Energetics: New Perspectives (P. Tytler & P. Calow, eds), PP. 99-124. Croom helm, London.
- Warren G F, Davis G E. 1967. Laboratory studies on the feeding, bioenergetics and growth of fish. In the Biological Basis of Freshwater Fish Production (S. D. Gerking, ed.), pp. 175-214. Blackwell Scientific Publication; Oxford.

EFFECTS OF TEMPERATURE AND SALINITY TO ENERGY BUDGET OF *LATEOLABRAX JAPONICUS*

DAI Xiang-Qing, XIAO Yu, DONG Juan

(Fisheries Institute of Shanghai, 200433)

LIU Hong, JI Chang-Hai

(Key Laboratory of Ecology and Physiology in Aquaculture of Ministry of Agriculture, SFU, 200090)

ABSTRACT By the method of fish-bioenergetics, the energy conversion of *Laterolabrax japonicus* in individual level was studied, and the experimental equation of energy budget for *L. japonicus* assimilated and conversed in different temperature and salinity was suggested. The experimental results showed that: The effect of salinity to composition of energy budget of *L. japonicus*'s large-size larvae was greater than that of temperature. Summer fry and large-size larvae of *L. japonicus* can get best pattern of energy distribution in the salinity of 5‰ and 10‰ respectively. The effect of temperature to every composition of energy budget

of *L. japonicus*'s large-size larvae was not obviously, in the temperature range 15°C—30°C, and the mean equation of energy budget was $100C = 1.773F + 1.135U + 40.317G + 56.775R_{(total)}$. There is obvious different of energy distribution pattern of different sized *L. japonicus*, the smaller of the fish, the greater of the proportion of its metabolic energy, and the smaller of the proportion of its growth energy.

KEYWORDS *Lateolabrax japonicus*, temperature, salinity, energy budget, energy conversion, pattern of energy distribution

第三届世界华人鱼虾营养学术研讨会

(第三次通知)

第三届世界华人鱼虾营养学术研讨会得到有关方面的大力支持,现筹备工作已基本就绪,并定于1998年9月16—18日在上海水产大学召开。预计参加人数150—180人,提交论文约70篇。

现将有关事项通知如下:

(1) 本届会议组委会成员

主 席:王道尊

副主席:萧锡延

委 员:(以姓氏笔划为序) 王义强,王道尊,毛永庆、庄健隆,李爱杰,周洪琪,
胡复元,萧锡延,熊思岳

秘书长:周洪琪

(2) 请各位代表认真做好准备,口头交流论文者时间控制在20分钟以内(含5分钟讨论),并要求自带幻灯片或投影胶片或磁盘,以节省发言时间。凡提交两篇以上论文者,请自选一篇在大会交流。

(3) 论文全文及摘要务请于1998年4月30日前连磁盘一并寄到上海水产大学渔业学院,以利如期出版论文集。海外学者也可交台湾海洋大学萧锡延教授处,过期不候。

(4) 会议报到日期:1998年9月15日;报到地点:上海水产大学培训中心。

(5) 会议一般不安排接站,下车(飞机、轮船)后,可乘出租车直达军工路334号上海水产大学。

(6) 需购返程票者请及早通知大会联络处。

(7) 参加会议代表请于7月15日以前将注册费邮寄来校,也可经银行汇至上海水产大学,帐号:033733—00801001471(农行杨浦支行长阳所),并注明是哪位代表的注册费。凡交纳注册费者,才有享受代表的权力。

(8)、(9)、(10)略。另见第3次通知的全文。

(11) 通讯联系,上海水产大学渔业学院(上海市军工路334号,邮编200090);联系人:王道尊,周洪琪;电话:021—65710215、021—65347317;传真:021—65434287。

第三届世界华人鱼虾营养学术研讨会筹委会

1998年3月25日