

DOI: 10.3724/SP.J.1035.2011.00270

## 洞庭湖光泽黄颡鱼食性研究

袁刚<sup>1,2</sup> 茹辉军<sup>1,2</sup> 刘学勤<sup>1</sup>

(1. 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 根据2004年4月至2005年2月在洞庭湖逐月采集到的胃含物样品, 对光泽黄颡鱼摄食习性进行了研究。结果表明, 光泽黄颡鱼全年摄食, 在繁殖期摄食强度下降。共鉴定17类饵料生物, 食物多样性指数春季最高, 冬季最低。水生昆虫幼虫和甲壳类为其主要食物, 二者在食物中所占重量百分比为90.6%。摄食的水生昆虫主要为蜉蝣目稚虫(数量百分比: 24.2%; 重量百分比: 41.1%)、双翅目幼虫(数量百分比: 58.4%; 重量百分比: 7.5%)和蜻蜓目稚虫(数量百分比: 3.2%; 重量百分比: 22.8%)。光泽黄颡鱼的食物组成在季节上存在明显差异。从数量百分比看, 春季和冬季均以双翅目(秋季64.6%; 85.0%)为主, 夏季以双翅目(28.2%)和蜻蜓目(22.3%)为主, 秋季以蜉蝣目(45.7%)为主; 从重量百分比看, 春季以双翅目(53.0%)为主, 夏季以蜻蜓目(55.7%)为主, 秋季和冬季以蜉蝣目(秋季53.7%; 冬季76.6%)为主。分析表明, 光泽黄颡鱼食物组成的季节差异与食物资源的季节动态紧密相关。

**关键词:** 光泽黄颡鱼; 胃含物分析; 食性; 季节变化; 洞庭湖

中图分类号: Q142 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2011)02-0270-06

食性分析是鱼类生态学研究的基础内容, 通过对食物组成的定性定量分析, 探讨鱼类的摄食习性及其能量来源, 不仅可深入了解鱼类与其他种类间的捕食或竞争关系, 评估鱼类在生态系统中的地位与功能, 还可为水域饵料资源利用和渔产潜力估算提供重要依据<sup>[1]</sup>。

光泽黄颡鱼 [*Pelteobagrus nitidus* (Sauvage et Dabry)] 隶属于鲇形目、鲿科、黄颡鱼属<sup>[2]</sup>。该鱼肉质细嫩, 味道鲜美, 肌间刺少<sup>[3]</sup>, 是我国常见的经济鱼类。国内关于光泽黄颡鱼食性的报道极少, 且仅为定性分析<sup>[2]</sup>, 缺乏定量研究。本文根据2004年至2005年在洞庭湖所采集的光泽黄颡鱼样品, 对其食物组成进行了定量分析, 以期深入了解光泽黄颡鱼的摄食生态习性, 并为其渔业管理提供基础资料。

### 1 材料与方法

#### 1.1 样品采集

所用材料于2004年3月至2005年2月逐月采

集于湖南洞庭湖, 分别在洞庭湖口(城陵矶)、东洞庭湖(南岳坡)、南洞庭湖(沅江)进行采集(图1), 网具为网簰、电网、3层刺网及3层流刺网。共收集光

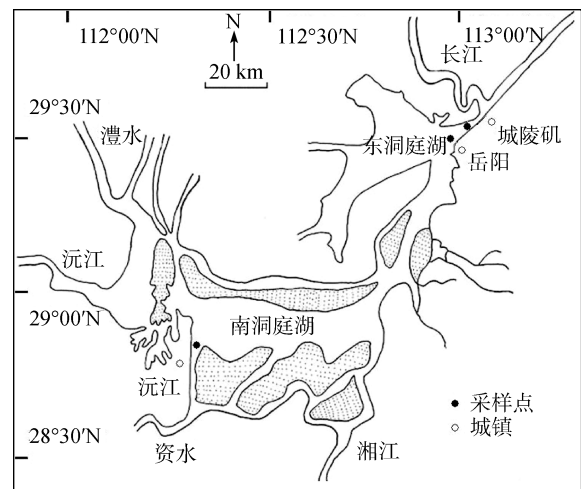


图1 洞庭湖光泽黄颡鱼采集点

Fig. 1 Sampling sites of *Pelteobagrus nitidus* in Lake Dongting

收稿日期: 2010-02-09; 修订日期: 2010-11-15

基金项目: 中国科学院水生生物研究所领域探索项目(O75A031201); 中国科学院创新重要方向项目(O722061202)资助

作者简介: 袁刚(1984—), 男, 浙江安吉人; 在读硕士研究生; 主要从事鱼类生态学研究。E-mail: gangyuan@ihb.ac.cn

通讯作者: 刘学勤, E-mail: xqliu@ihb.ac.cn

泽黄颡鱼样品 282 尾, 其中有效胃含物样本 178 个。光泽黄颡鱼体长分布范围为 5.0—24.6 cm, 体重分布范围为 1.5—52.8 g。

## 1.2 分析方法

在采集现场解剖鱼类, 取出胃含物并保存于 10% 的福尔马林中。样品带回实验室后在解剖镜和显微镜下分析。对于颗粒较大的食物类群(如部分水生昆虫、软体动物、虾类、鱼类等), 在解剖镜下鉴定并计数; 对于颗粒较小的食物类群(如寡毛类及摇蚊幼虫等), 在显微镜下鉴定并计数。食物种类鉴定参照《淡水生物学》、《用于水质监测的中国水生昆虫》和《南北卡罗来纳州摇蚊幼虫鉴定手册》<sup>[4-6]</sup>, 并尽可能鉴定到较小分类单元。鱼类鉴定到科或亚科; 虾类鉴定到种; 软体动物鉴定到属; 水生昆虫鉴定到目, 少数鉴定到科或属。同时测量食物颗粒的大小, 用以估算食物的体积和重量(假定比重为 1)<sup>[7]</sup>。

## 1.3 数据处理

摄食强度用空胃率和饱满指数来表示<sup>[8]</sup>:

空胃率 = (空胃数/解剖鱼总数) × 100%

饱满指数(K) = 食物团实际重量/鱼体体重 × 10000

描述食物类群重要性的指数有以下三个<sup>[9]</sup>:

出现率(F) = (含某食物成分的胃肠数/捕食者有食物的胃肠数) × 100%

数量百分比(N) = (某食物成分的个体数/食物团中食物成分的总个数) × 100%

重量百分比(W) = (某食物成分重量/食物团重量) × 100%

食物多样性指数用 Shannon-weaver 指数表示<sup>[10-12]</sup>:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

式中,  $P_i$  为食物生物  $i$  在光泽黄颡鱼的食物组成中的重量百分比;  $n$  为光泽黄颡鱼食物中的种类数。

## 2 结果

### 2.1 摄食强度

光泽黄颡鱼全年摄食, 但摄食强度存在季节变化。从平均饱满指数看, 光泽黄颡鱼在温度较低的春季和冬季摄食强度较高, 而在温度较高的夏季和秋季摄食强度较低(图 2)。从空胃率看也有相似的结果。

繁殖期前后光泽黄颡鱼的摄食强度也存在差异

(图 3)。摄食强度在繁殖前(4 月份)较高, 到繁殖期(5、6 月份)时下降, 在繁殖期结束后(7、8 月份)又上升。总体上看, 雄性个体的摄食强度高于雌性个体(平均高出 35.1%), 在繁殖期尤为明显(高出 44.1%)。

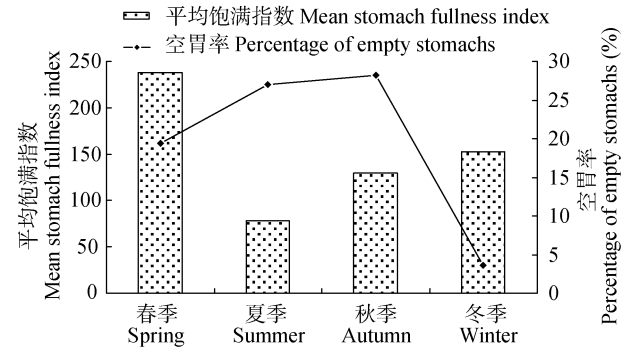


图 2 光泽黄颡鱼各个季节的平均饱满指数和空胃率

Fig. 2 Mean stomach fullness index and percentage of empty stomachs of *P. nitidus* in each season

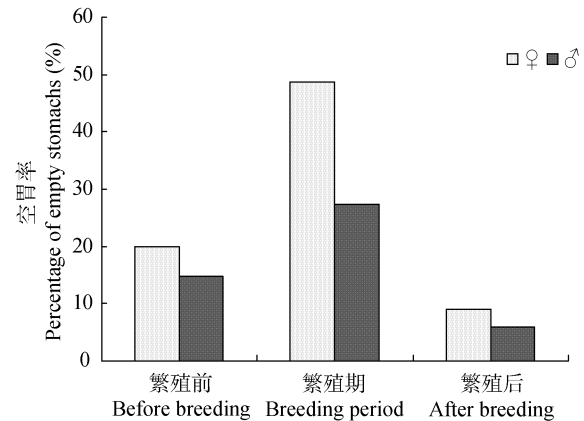


图 3 光泽黄颡鱼繁殖期前后空胃率变化

Fig. 3 Variations of the percentage of empty stomachs of *P. nitidus* before and after propagation

### 2.2 食物种类组成

共鉴定饵料生物 17 类(表 1), 其中鱼类主要是鲇亚科小型种类; 虾类主要为秀丽白虾、钩虾等; 软体动物有淡水壳菜和萝卜螺; 水生昆虫有蜉蝣目稚虫、蜻蜓目稚虫、双翅目(主要为摇蚊幼虫)幼虫、鞘翅目和毛翅目幼虫。光泽黄颡鱼摄食饵料各个季节的多样性指数分别为春季 2.2、夏季 2.1、秋季 1.6、冬季 1.1, 表明春季捕食的食物种类较多(13 类), 对多种食物的利用程度较均衡, 而冬季捕食的食物种类较少(5 类), 且主要利用其中少数种类(蜉蝣目和寡毛类)。

### 2.3 食物组成的定量分析

从食物组成的数量和重量百分比看, 光泽黄颡

表 1 洞庭湖光泽黄颡鱼食物组成的季节变化  
Tab. 1 Seasonal variations of food composition of *P. nitidus* in Lake Dongting

食物种类 Food	春季 Spring (n=50)			夏季 Summer (n=49)			秋季 Autumn (n=58)			冬季 Winter (n=21)		
	F (%)	N (%)	W (%)	F (%)	N (%)	W (%)	F (%)	N (%)	W (%)	F (%)	N (%)	W (%)
1 鱼类 Fishes	0	0	0	2.4	1.0	10.3	0	0	0	0	0	0
2 十足目 Decapodans	0	0	0	4.8	1.9	12.8	11.3	4.7	27.1	0	0	0
3 端足目 Amphipodans	2.2	0.1	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 寡毛类 Oligochaetes	2.2	1.0	12.5	0	0	0	0	0	0	10.0	1.0	16.5
5 蛭类 Hirudineans	4.3	1.0	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 双壳类 Bivalvians	6.5	0.6	1.1	16.7	10.7	0.9	3.8	1.6	0.1	0	0	0
7 腹足类 Gastropods	2.2	0.1	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 蜉蝣目 Ephemeropterans	15.2	26.6	18.6	14.3	5.8	9.9	66.0	45.7	53.7	75.0	11.6	76.6
9 双翅目 Dipterans	67.4	64.6	53.0	40.5	28.2	1.7	13.2	6.2	0.1	55.0	85.0	4.9
10 蜻蜓目 Odonatans	2.2	0.1	2.9	23.8	22.3	55.7	9.4	9.3	16.0	0	0	0
11 毛翅目 Trichopterans	0	0	0	9.5	7.8	1.3	0	0	0	0	0	0
12 鞘翅目 Coleopterans	6.5	2.6	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 水生昆虫残体 Aquatic insect remains	10.9	0.7	2.5	16.7	6.8	4.6	5.7	2.3	1.6	0	0	0
14 鱼卵 Eggs	0	0	0	4.8	1.9	0.1	41.5	17.1	0.4	20.0	1.9	0.2
15 新鲜水生植物 Fresh aquatic plants	2.2	0.1	1.2	7.1	2.9	0.3	22.6	9.3	0.2	0	0	0
16 植物碎屑 Plant detritus	32.6	2.1	2.2	19.0	7.8	1.9	5.7	2.3	0.1	0	0	0
17 不可辨物 Unidentified material	4.3	0.3	0.3	7.1	2.9	0.4	3.8	1.6	0.7	5.0	0.5	1.8

注：表 1 中 *F* 为出现率，*N* 为数量百分比，*W* 为重量百分比，*n* 为有效胃含物样本数

Note: *F* means occurrence, *N* means numerical percentage, *W* means weight percentage, *n* means stomachs with food

鱼是一种偏动物食性的杂食性鱼类, 动物性饵料的数量百分比为 95.6%、重量百分比为 98.1%。在动物性食物中, 以水生昆虫比例最大, 甲壳动物次之, 其余食物组分比例较小( 4%)(图 4)。水生昆虫作为光泽黄颡鱼的食物类群, 主要包括以下三类: 蜉蝣目(数量百分比: 24.2%; 重量百分比: 41.1%)、双翅目(数量百分比: 58.4%; 重量百分比: 7.5%)和蜻蜓目(数量百分比: 3.2%; 重量百分比: 22.8%)。

光泽黄颡鱼食物组成的季节变化明显(图 5、6)。从数量百分来看, 各季节均以摄食水生昆虫为主, 其比例在春季最高(94.6%), 秋季最低(63.6%); 具体来看, 春季以双翅目(64.6%)和蜉蝣目(26.6%)为主, 夏季以双翅目(28.2%)和蜻蜓目(22.3%)为主, 秋季

以蜉蝣目(45.7%)为主, 冬季以双翅目(85.0%)为主。软体动物的比例在夏季最高(10.7%), 其次为秋季(1.6%)和春季(0.7%), 冬季为零。甲壳类和寡毛类所占比重较小, 变化幅度不大。水生植物的比例在秋季最高(11.6%), 在冬季为零。其他食物组成在秋季最高(鱼卵的比重占 17.1%), 春季最低。从重量百分比来看, 各季节亦以摄食水生昆虫为主, 季节变化以冬季最高(81.5%), 秋季最低(71.4%); 具体来看, 春季以双翅目(53.0%)和蜉蝣目(18.6%)为主, 夏季以蜻蜓目(55.7%)为主, 秋季以蜉蝣目(53.7%)和蜻蜓目(16.0%)为主, 冬季以蜉蝣目(76.6%)和寡毛类(16.5%)为主。甲壳类的重量百分比在秋季最高(27.1%), 其次为夏季(12.8%), 春季比例极小(0.4%),

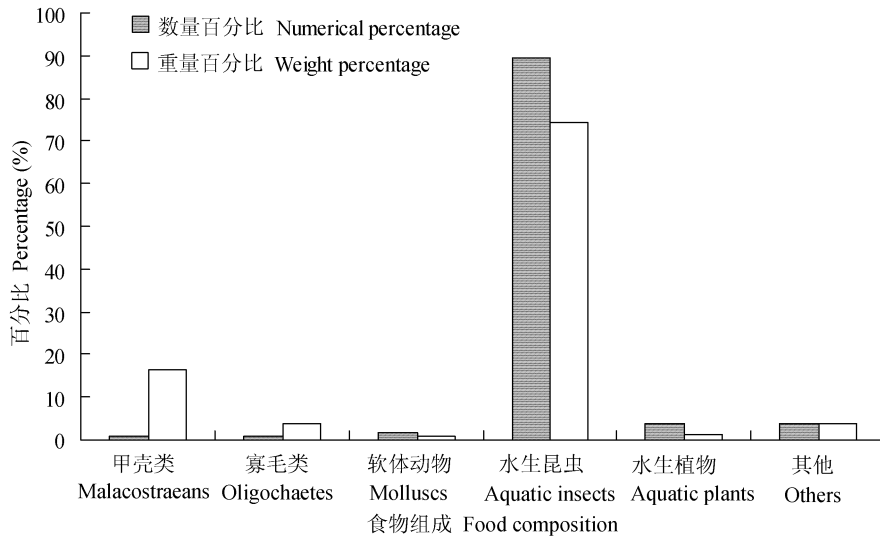


图 4 光泽黄颡鱼全年食物组成数量百分比和重量百分比

Fig. 4 The numerical percentage (N %) and weight percentage (W %) of food composition of *P. nitidus*

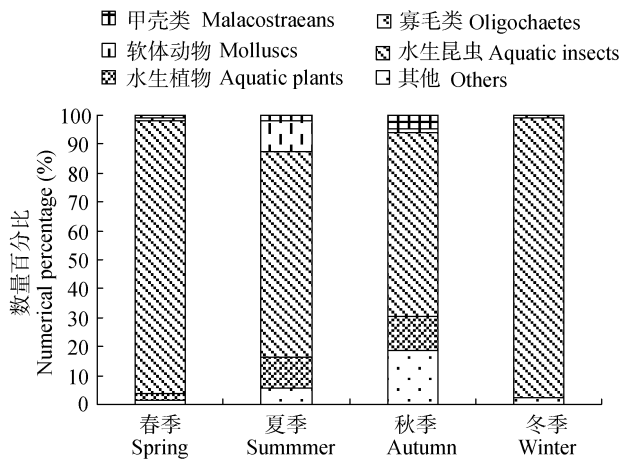


图 5 光泽黄颡鱼主要饵料类群数量百分比(N%)的季节变化

Fig. 5 Seasonal variations of food composition in terms of numerical percentage (N %) of *P. nitidus*

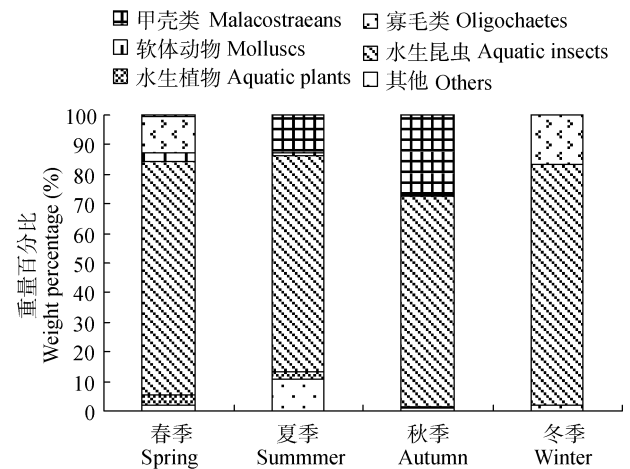


图 6 光泽黄颡鱼主要饵料类群重量百分比(W%)的季节变化

Fig. 6 Seasonal variations of food composition in terms of weight percentage (W %) of *P. nitidus*

冬季为 0。寡毛类在冬季和春季所占比例较高(12%—16.5%), 其他季节较低。水生植物和软体动物在食物中比例较小, 季节变化不显著。其他食物组成在夏季最高(鮡亚科占 10.3%), 秋季最低。

### 3 讨论

本研究通过胃含物定量分析, 探讨了光泽黄颡鱼的摄食强度和食物组成, 为研究其摄食生态学提供了重要资料。一般认为, 鱼类摄食强度与水温有较大关系, 即随着温度降低, 摄食活动停止或摄食强度显著降低<sup>[13]</sup>。然而, 本研究显示光泽黄颡鱼的摄食强度在夏季较低、冬季较高。夏季摄食强度较低可能与较高的温度促进食物消化加快、排空率增高有关。冬季摄食强度较高与其摄食的食物类群较广、在温度较低的冬季仍有充足的食物来源(如双翅目和蜉蝣目稚虫)有关。另外, 不同季节的取样方式差异也可能影响摄食强度, 被动性渔具操作时间较长可导致空胃率增加。本研究还表明, 光泽黄颡鱼的摄食强度与繁殖有较大关系, 摄食强度在繁殖季节明显下降。雌性个体摄食强度下降是由于在繁殖季节其腹腔大部分被性腺充塞。雄性个体摄食强度下降则与光泽黄颡鱼在繁殖期有筑巢和护幼行为<sup>[2]</sup>而致使其摄食范围缩小有关。

关于光泽黄颡鱼的食物组成, 以往研究均为定性描述<sup>[2]</sup>, 我们的结果表明光泽黄颡鱼摄食的食物类群较广, 但以水生昆虫中的蜉蝣目、双翅目和蜻蜓目为主要食物来源, 三类食物合计超过胃含物数量和重量的 70%。光泽黄颡鱼食物组成与同属的黄颡鱼相比存在较大差异。由于黄颡鱼个体较大, 其食物颗粒也较大。研究表明黄颡鱼在数量和重量百分比上均以鱼类和虾类为主要食物(比例超过 50%)<sup>[14,15]</sup>。光泽黄颡鱼和黄颡鱼同属底层生活鱼类, 其食性的差异表明它们在营养生态位上的分离, 也是它们能共存于同一水体的原因之一。

本研究表明洞庭湖光泽黄颡鱼的食物组成存在明显的季节变化, 这主要是由水体中饵料生物资源变动所致。例如, 双翅目在食物中的比例于夏秋季降低, 可能与其在夏秋季羽化有关<sup>[16]</sup>, 且根据本实验室同期底栖动物分析, 双翅目密度在春季到秋季呈下降趋势, 这与其在胃含物中的比例变化相吻合。蜉蝣目在春、秋季的数量百分比比较高, 这可能与其在春季和秋季各有一次繁殖高峰期有关<sup>[17]</sup>。长

臂虾科(主要为秀丽白虾)在夏季和秋季的比例较高, 可能与夏秋季节为秀丽白虾的繁殖高峰期有关<sup>[18]</sup>。软体动物的变化也与环境资源变动有关, 同期底栖动物分析表明其在夏秋季密度最高。水生植物的比例在春夏季较高, 在冬季为零, 这与水生植物的生活史有关, 大部分水生植物在春夏萌发、生长, 在冬季死亡<sup>[19]</sup>。

本研究亦可为光泽黄颡鱼养殖提供技术参考, 如可考虑投喂蜉蝣目和蜻蜓目稚虫, 亦可考虑投喂一定的秀丽白虾。

致谢:

胃含物样品鉴定得到了舒凤月、何雪宝、赵伟华和沈亚强同学的帮助, 在此一并致谢。

参考文献:

- [1] Chen D G. Fishery Resources Biology [M]. Beijing: China Agriculture Press. 1995, 80—99 [陈大刚. 渔业资源生物学. 北京: 中国农业出版社. 1995, 80—99]
- [2] Chu X L, Zheng B S, Dai D Y, *et al.* Fauna Sinica [M]. Beijing: Science Press. 1999, 34—43 [褚新洛, 郑葆珊, 戴定远, 等. 中国动物志. 北京: 科学出版社. 1999, 34—43]
- [3] Huang L, Wei G. A preliminary study on the reproduction of *Pelteobagrus nitidus* [J]. *Journal of Southwest Agricultural University*, 2002, 24(1): 54—56 [黄林, 魏刚. 光泽黄颡鱼繁殖的初步研究. 西南农业大学学报, 2002, 24(1): 54—56]
- [4] Dalian Fisheries College. Freshwater Biology [M]. Beijing: China Agriculture Press. 1982, 181—334 [大连水产学院主编. 淡水生物学. 北京: 中国农业出版社. 1982, 181—334]
- [5] Moese J C, Yang L F, Tian L X. Aquatic insects of china useful for monitoring water quality [M]. Nanjing: Hohai University Press. 1994, 1—531
- [6] Epler J H. Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina [M]. Florida: North Carolina Department of Environment and Natural Resources. 2001
- [7] Zhang T L. Life-history strategies, trophic patterns and community structure in the fishes of Lake Biandantang [D] Thesis for Doctor of Science. Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan. 2005 [张堂林. 扁担塘鱼类生活史策略、营养特征及群落结构研究. 博士学位论文, 中国科学院水生生物研究所, 武汉. 2005]
- [8] Dou S Z, Yang J M. Feeding habit and seasonal variation in food content of *Cynoglossus Semilaevis* (Günther) in the Bohai Sea [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1992, 12(4): 368—376 [窦硕增, 杨纪明. 渤海南部半滑舌鲷的食性及摄食的季节性变化. 生态学报, 1992, 12(4): 368—376]

- [9] Pinkas L, Oliphant M S, Iverson I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters [J]. *Department of Fish and Game Fish Bulletins*, 1971, **152**: 1—105
- [10] Hulbert S H. The Nonconcept of Species Diversity: A critique and alternative parameters [J]. *Ecology*, 1971, **52**(4): 576—586
- [11] Gladfelter W, Johnson W. Feeding niche separation in a guild of tropical reef fishes (Holocentridae) [J]. *Ecology*, 1983, **64**: 552—563
- [12] Brodeur R D, Pearcy W G. Trophic relationships of juvenile salmon off the Oregon and Washington coast [J]. *Fishery Bulletin*, 1990, **88**: 617—636
- [13] Yin M C. Fish Ecology [M]. Beijing: China Agriculture Press. 1995, 76—83 [殷名称. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社. 1995, 76—83]
- [14] Zou S X. Growth, diet and fishery role of *Pelteobagrus fulvidraco* in Honghu [J]. *Journal of Hubei Agricultural College*, 1999, **19**(3): 240—249 [邹社校. 洪湖黄颡鱼的生长、食性和渔业地位. 湖北农学院学报, 1999, **19**(3): 240—249]
- [15] Qiu C G, Liu J Z, Liu B Y, *et al.* Biology and resources utilization of *Pelteobagrus fulvidraco* in Reservoir Tanghe [J]. *Fisheries Science*, 2003, **19**(2): 28—30 [邱春刚, 刘景祯, 刘丙阳, 等. 汤河水库黄颡鱼的生物学及其资源利用. 水产科学, 2003, **19**(2): 28—30]
- [16] Liang Y L, Wu T H, Xie Z C. On the current conditions of zoobenthos in Baoan Lake with an assessment of its potential fishery production capacity [M]. In: Liang Y L, Liu H Q (Eds.), *Resources, Environment and Fishery Ecological Management of Macrophytic Lakes (1)*. Beijing: Science Press. 1995, 178—193 [梁彦龄, 吴天惠, 谢志才. 保安湖底栖动物现状及渔业评价. 见: 梁彦龄和刘火泉主编. 草型湖泊资源, 环境与渔业生态学管理(一). 北京: 科学出版社. 1995, 178—193]
- [17] Yan Y J, Li X Y. Secondary production of several dominant macrozoobenthos in Heizhuchong Stream of Hanjiang River Basin [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2007, **31**(3): 297—306 [闫云君, 李晓宇. 汉江流域黑竹冲河部分优势大型底栖动物的周年生产量. 水生生物学报, 2007, **31**(3): 297—306]
- [18] Hu T J, Zhou Z M, Huang X M, *et al.* A preliminary study on the biological characteristics and resources exploitation of *Palaemon modestus* Heller [J]. *Reservoir Fisheries*, 2001, **21**(2): 7—8 [胡廷尖, 周志明, 黄鲜明, 等. 秀丽白虾生物学特性及资源开发的初探. 水利渔业, 2001, **21**(2): 7—8]
- [19] Ni L Y. Aquatic Macrophytes [M]. In: Liu J K (Eds.), *Advanced Hydrobiology*. Beijing: Science Press. 1999, 224—240 [倪乐意. 大型水生植物. 刘建康主编. 高级水生生物学. 北京: 科学出版社. 1999, 224—240]

## FEEDING HABITS OF *PELTEOBAGRUS NITIDUS* IN LAKE DONGTING

YUAN Gang<sup>1,2</sup>, RU Hui-Jun<sup>1,2</sup> and LIU Xue-Qin<sup>1</sup>

(1. Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

**Abstract:** The present study dealt with the feeding habits of *Pelteobagrus nitidus* by stomach contents analyses of samples collected monthly from April 2004 to February 2005 in Lake Dongting. Results showed that *P. nitidus* preyed all the year with its feeding activity being higher in spring and winter than in summer and autumn. Also, the feeding intensity declined in the breeding period. There were 17 prey items being identified. Food diversity was the highest in spring and the lowest in winter. Aquatic insects larvae and malacostracans dominated the stomach contents, accounting for 90.6% in weight percentage. Aquatic insects consumed by the fish mainly included Ephemeropterans (numerical percentage: 24.2%; weight percentage: 41.1%), Dipterans (numerical percentage: 58.4%; weight percentage: 7.5%) and Odonatans (numerical percentage: 3.2%; weight percentage: 22.8%). Food composition of the fish varied significantly with the season. In terms of numerical percentage, Dipterans (64.6% and 85.0%, respectively) dominated the diets in spring and winter, while Dipterans (28.2%) and Odonatans (22.3%) dominated in summer, and Ephemeropterans (45.7%) did in autumn. In terms of weight percentage, Dipterans (53.0%) dominated in spring, while Odonatans (55.7%) dominated in summer, and Ephemeropterans (53.7% and 76.6%) did in autumn and winter. Analyses showed that the seasonal variations of food composition of *P. nitidus* were correlated with variations of food resources in the water.

**Key words:** *Pelteobagrus nitidus*; Stomach content analysis; Feeding habits; Seasonal variation; Lake Dongting